

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE QUÍMICA**

**TESIS:**

**“Especificación de Materiales de Tuberías en Ingeniería Básica para un  
Proceso de Tratamiento de Aguas”**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO QUÍMICO**

**PRESENTA:**

**José Alfredo Pérez Hernández**

**MÉXICO, D.F.  
2006**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**Jurado asignado:**

Presidente:	José Antonio Ortiz Ramírez
Vocal:	Humberto Rangel Dávalos
Secretario	Pedro Roquero Tejeda
1 <sup>er</sup> . Suplente	Baldomero Pérez Gabriel
2 <sup>o</sup> . Suplente	Fulvio Mendoza Rosas

**Sitio donde se desarrolló el tema:**

Departamento de Ingeniería Química  
Facultad de Química, Edificio "E", Circuito Interior

**Nombre completo y firma del asesor del tema:**

---

Ing. José Antonio Ortiz Ramírez

**Nombre completo y firma del sustentante:**

---

José Alfredo Pérez Hernández

---

---

## AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORÍAS.

### A MIS PADRES.

Por darme el mejor regalo que se puede dar... la vida.  
Gracias por su apoyo y cariño incondicional,  
por su gran esfuerzo para sacar adelante a  
esta familia, sin ustedes no habría logrado nada.

### A MIS HERMANAS (Laura, Alma y Cristy)

Por sus cuidados y ayuda. Fueron mis mamas chiquitas y aún lo son.  
Las quiero mucho, este logro también es de ustedes.

### A MIS NIÑOS (Linda, Vero, Rico y Jorqito)

Su sonrisa y travesuras hacen los momentos  
más agradables, saben que su tío los adora y  
cuentan conmigo en todo momento.

### A TI BB.

Gracias por tu apoyo, por alentarme a  
terminar este ciclo de mi vida que concluye  
con este trabajo, por ayudarme a revisar mi  
ortografía y por no permitir que me rinda  
a pesar de todo. (83 266)

### Al Inq. José Antonio Ortiz Ramírez.

Por darme el privilegio de contar con  
usted como asesor de este trabajo, con su  
paciencia y consejos, pero  
sobre todo por permitirme comenzar  
mi carrera profesional a su lado.  
¡Uff al fin termine!! Gracias por todo.

### Al Inq. Humberto Olivares y Cruz.

Sin su ayuda no hubiera sido sencillo.  
Gracias por transmitirme parte de sus conocimientos  
y sobre todo de sus experiencias.  
Espero seguir siendo su alumno pero sobre todo su amigo.

---

---

---

*A mis hermanos de la Generación 97 el glorioso "FOBACHUPE".*

*La vida en la facultad no habría sido lo que fue sin ustedes,  
sin duda pasamos momentos indvidables y todos tienen  
un lugar especial en mi corazón, por mucho tiempo fueron  
mi segunda familia, no podría mencionar solo a algunos pues  
todos contribuyeron a que esa etapa fuera la mejor.*

*Al Honorable Jurado.*

*Por sus comentarios y revisión a este trabajo  
que sin duda lo enriquecieron aún más.*

*A la Facultad de Química.*

*Por que durante 5 años fue mi segunda casa,  
por sus profesores que contribuyen a continuar este ciclo de  
enseñanza interminable .*

*A la UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.*

*Por su inagotable fuente de sabiduria y gran labor para  
formar profesionales que contribuyan a mejora este gran país.  
Por que fue, es y sequirá siendo nuestra máxima casa de estudios.*

**"NUNCA CONSIDERES EL ESTUDIO COMO UNA OBLIGACIÓN, SINO COMO UNA OPORTUNIDAD  
PARA PENETRAR EN EL BELLO Y MARAVILLOSO MUNDO DEL SABER"  
ALBERT EINSTEIN.**

---

---

---

**ÍNDICE.**

	Pág.
INTRODUCCIÓN.	1
CAPÍTULO I. ASPECTOS FUNDAMENTALES EN UNA ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES DE TUBERÍAS.	4
I.1. MATERIALES.	5
I.2. CÓDIGOS Y NORMAS.	5
I.3. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.	6
I.4. DISPONIBILIDAD DE MATERIAL.	6
I.5. FACTOR ECONÓMICO.	6
I.6. DUPLICIDAD DE FUNCIONES.	6
I.7. VARIEDAD DE MATERIALES.	6
I.8. ALCANCE DE LA INFORMACIÓN ENLISTADA EN UNA ESPECIFICACIÓN.	7
CAPÍTULO II. MATERIALES DE FABRICACIÓN DE TUBERÍAS.	9
II.1. MATERIALES METÁLICOS EN TUBERÍAS.	10
II.2. MATERIALES PLÁSTICOS EN TUBERÍAS.	21
II.3. MATERIALES PARA AISLAMIENTO DE TUBERÍAS.	25
CAPÍTULO III. CÓDIGOS Y ESTÁNDARES INVOLUCRADOS.	28
III.1. ANTECEDENTES.	29
III.2. PRINCIPALES ORGANIZACIONES QUE EDITAN ESTÁNDARES.	30
III.3. CÓDIGOS Y ESTÁNDARES PARA UN SISTEMA DE TUBERÍAS.	32
CAPÍTULO IV. DESCRIPCIÓN DE SISTEMA DE TUBERÍAS.	46
IV.1. CLASIFICACIÓN DE SISTEMAS DE TUBERIAS.	47
IV.2. DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DE UN SISTEMA DE TUBERÍAS.	47
CAPÍTULO V. PROCEDIMIENTO DETALLADO PARA SELECCIÓN Y ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES DE TUBERÍAS.	72
V.1 INFORMACIÓN REQUERIDA.	73
V.2. LISTA DE SERVICIOS.	73
V.3. NOMENCLATURA O CODIFICACIÓN.	74
V.4. SELECCIÓN DE MATERIAL.	74
V.5. ESPECIFICACIÓN DE RANGOS DE PRESIÓN Y TEMPERATURA (CLASIFICACIÓN ANSI).	78
V.6. ESPECIFICACIÓN DE CORROSIÓN PERMISIBLE.	78
V.7. SELECCIÓN DE TIPO DE INSPECCIÓN O PRUEBA.	79
V.8. SELECCIÓN DE TIPOS DE EXTREMOS EN TUBERÍAS, CONEXIONES Y VÁLVULAS.	79

---

---

V.9	ESPECIFICACIÓN DE LA TUBERÍA.	80
V.10.	ESPECIFICACIÓN DE CONEXIONES Y ACCESORIOS.	83
V.11.	ESPECIFICACIÓN DE VÁLVULAS.	83
V.12.	ESPECIFICACIÓN DE BRIDAS.	85
V.13.	ESPECIFICACIÓN DE EMPAQUES.	86
V.14.	ESPECIFICACIÓN DE TORNILLOS Y ESPÁRRAGOS.	89
V.15.	ESPECIFICACIÓN DE TABLA DE RAMALES.	90
V.16.	ESPECIFICACIÓN DE NOTAS.	91
	 CAPÍTULO VI. PROCEDIMIENTO SIMPLIFICADO PARA LA SELECCIÓN Y ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES DE TUBERÍAS.	 92
VI.1.	PROCEDIMIENTO PARA ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES.	93
VI.2.	EJEMPLO DE ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES.	101
	 CAPÍTULO VII. DESCRIPCIÓN DEL CASO DE ESTUDIO.	 104
VII.1.	ANTECEDENTES DEL PROCESO.	105
VII.2	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA.	106
	DFP A-101 (HOJA 1 DE 4) "PLANTA DE TRATAMIENTO BÁSICO PTA-01 Y TRATAMIENTO DE PURGAS PTP-01"	114
	DFP A-101 (HOJA 2 DE 4) "PLANTA DESMINERALIZADORA UDA-01 Y SISTEMA DE GENERACIÓN DE VAPOR"	115
	DFP A-101 (HOJA 3 DE 4) "SISTEMAS DE ENFRIAMIENTO, DE AGUA CONTRA INCENDIO, PRETRATAMIENTO A ÓSMOSIS INVERSA Y ÓSMOSIS INVERSA SIS-OI-01"	116
	DFP A-101 (HOJA 4 DE 4) "SISTEMA DE EVAPORACIÓN-CRISTALIZACIÓN Y PLANTA DE TRATAMIENTO BIOLÓGICO"	117
	 CAPÍTULO VIII. ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES DE TUBERÍAS PARA EL CASO DE ESTUDIO.	 118
VIII.1.	INFORMACIÓN DISPONIBLE.	119
VIII.2.	LISTA DE SERVICIOS.	119
VIII.3.	AGRUPAMIENTO LÓGICO.	119
VIII.4.	CODIFICACIÓN DE ESPECIFICACIONES.	121
VIII.5.	SELECCIÓN DE MATERIAL.	123
VIII.6.	ESPECIFICACIÓN DE RANGO TEMPERATURA-PRESIÓN (CLASIFICACIÓN ANSI).	123
VIII.7.	ESPECIFICACIÓN DE CORROSIÓN PERMISIBLE.	124
VIII.8.	SELECCIÓN DE TIPO DE INSPECCIÓN O PRUEBA.	124
VIII.9.	SELECCIÓN DE EXTREMOS EN TUBERÍA, CONEXIONES Y VÁLVULAS.	124
VIII.10	ESPECIFICACIÓN DE LA TUBERÍA.	124
VIII.11.	ESPECIFICACIÓN DE CONEXIONES Y ACCESORIOS.	126
VIII.12.	ESPECIFICACIÓN DE VÁLVULAS.	127
VIII.13.	ESPECIFICACIÓN DE BRIDAS.	128

---

---

VIII.14.	ESPECIFICACIÓN DE EMPAQUES.	129
VIII.15.	ESPECIFICACIÓN DE TORNILLOS Y ESPÁRRAGOS.	129
VIII.16.	ESPECIFICACIÓN DE TABLA DE RAMALES.	130
VIII.17.	ESPECIFICACIÓN DE NOTAS.	130
VIII.18.	CONCENTRADO DE INFORMACIÓN.	130
	RESULTADOS DEL CASO DE ESTUDIO	
IX	RESULTADOS CÁLCULO DE CÉDULA DE TUBERÍAS.	133
X	ESPECIFICACIONES DE MATERIALES (CONCENTRADO DE INFORMACIÓN).	141
XI	CATÁLOGO DE VÁLVULAS.	165
XII	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	169
XIII	BIBLIOGRAFÍA.	173

---



---

---

## **INTRODUCCIÓN.**

**"LA FORMULACIÓN DE UN PROBLEMA ES MÁS IMPORTANTE QUE SU SOLUCIÓN"**

## INTRODUCCIÓN

La ingeniería química es la aplicación de principios fisicoquímicos, económicos y de relaciones humanas, a campos que pertenecen a procesos o equipos donde la materia es tratada para conferirle un cambio de estado, de contenido de energía o de composición para un beneficio común. El ingeniero químico realiza la concepción, diseño, escalamiento, operación, control y optimización de los procesos industriales encargados de encontrar ese beneficio, muchas veces en interacción constante con otras disciplinas de la ingeniería.

Las actividades en las cuales el ingeniero químico se puede desarrollar profesionalmente son muy diversas, entre ellas podemos encontrar la investigación, la evaluación, diseño y optimización de procesos, la ingeniería de proyectos, etc., siendo la última donde se aplica una mayor cantidad de herramientas y conocimientos, además de darse una mayor relación con otras ingenierías al momento de desarrollar el diseño de una planta.

Un proyecto consta de diversas etapas en donde primero se debe definir el objetivo o la necesidad del mismo y su alcance, posteriormente se realiza el anteproyecto o estudio, la ingeniería básica, de detalle, de procura, de construcción y finalmente pruebas y arranque; participando durante la concepción del mismo diversas disciplinas tales como ingeniería civil, mecánica, eléctrica, de tuberías, de instrumentación y ambiental. Por ello se puede decir que un proyecto es multidisciplinario y permite al ingeniero químico involucrarse en otras áreas que no necesariamente son parte de su preparación académica, siendo muy factible que tenga que elaborar documentos civiles, de tuberías o instrumentación, especializarse en cualquiera de esas disciplinas o simplemente para no desconocerlas si requiere, en un futuro, programar actividades generales y relacionarlas entre ellas.

Del desarrollo del proyecto se desprende una actividad, que es el tema central de éste trabajo y es conocida como especificación de materiales de tuberías, que son clasificaciones estandarizadas de servicios generales para cumplir con los datos o requerimientos del proceso.

Las tuberías son parte primordial en el diseño de una planta, ya que son el medio de transporte de los fluidos involucrados en el proceso y es en la fase de ingeniería básica y de detalle donde se requiere generar su especificación, para su posterior requisición, la cual contiene información acerca del tipo de material y características de elementos que componen al sistema de tuberías tales como tubo, accesorios y conexiones, válvulas, bridas, empaques, etc. En la construcción de una planta el porcentaje en costo que les corresponde a las tuberías es muy variado y dependerá del tipo de planta de que se trate, por ejemplo para una planta de tratamiento de agua el porcentaje

será entre 20% y 30%, en el caso de un proyecto de ductos de transporte de hidrocarburos este porcentaje podría ser hasta de un 70%.

De la elaboración de la especificación de materiales para tuberías se deriva la complementación de DTI's, índice de líneas, arreglos de tuberías, isométricos, volumen de obra y cotizaciones, necesarios para generar las "Bases de Diseño" del proyecto, en conjunto con otros documentos.

En las firmas de ingeniería se desarrolla el trabajo de diseño y construcción de plantas industriales, además de consultoría y asesoramiento, todo ello con la ayuda de procedimientos importados, que posteriormente fueron acondicionados a las necesidades y características de los procesos e ingeniería nacional. La aplicación de esos procedimientos requiere de la experiencia del ingeniero en materiales, diseño de planta, etc., si se carece de ella se pueden generar grandes cantidades de horas-hombre incrementando el costo del proyecto y posiblemente la especificación no sea la óptima. Por lo anterior y dado la importancia que la especificación de materiales de tuberías tiene en el diseño de una planta, surgió la necesidad de elaborar un procedimiento más completo y amigable, no muy práctico en una firma de ingeniería por el espacio que ocupará, pero si una herramienta funcional para el ingeniero que comienza su labor profesional o para el estudiante que desea ingresar al área de proyectos, específicamente en el diseño de tuberías.

Para una mejor comprensión del procedimiento se debe conocer la información que contiene la especificación, las características y aplicaciones de materiales para fabricación de tuberías, códigos y estándares involucrados, descripción de los elementos que componen el sistema de tuberías, métodos de selección de los mismos y finalmente la aplicación del procedimiento. Estos temas serán desarrollados en el presente trabajo esperando que sea una buena contribución a la preparación académica y desarrollo profesional del ingeniero químico recién egresado.

El desarrollo del procedimiento no ayudaría mucho si no pudiera ser ejemplificado, para ello se ha seleccionado un proceso como caso de estudio y se hace mención de él, por la importancia que tiene en la actualidad el tratamiento de agua, que es el tipo de proceso seleccionado.

El agua tiene un gran valor económico y estratégico, que se incrementa día con día, por lo tanto es importante que la industria tome conciencia y comience a racionalizar su uso, preocuparse por el efecto negativo que puede causar la descarga de aguas residuales no acondicionadas, reutilizarla, etc., por lo anterior el usar un proceso de tratamiento real como ejemplo tiene gran significado al ver que la industria, aunque sea poco a poco e incluso obligada por la normatividad actual, empieza a preocuparse por la problemática de escasez de la misma.

---

---

**CAPÍTULO I**  
**ASPECTOS FUNDAMENTALES EN UNA**  
**ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES DE TUBERÍAS.**

*"SI HOY TUVIERÁ QUE MORIR, ME IRÍA TRANQUILO, POR QUE VIVO EN TU CORAZÓN"*

## CAPÍTULO I

### ASPECTOS FUNDAMENTALES EN UNA ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES DE TUBERÍAS

Uno de los aspectos fundamentales para la concepción de una nueva planta industrial ya sea petroquímica, farmacéutica, de alimentos, etc.; es la especificación de materiales de tuberías, de la cual se obtendrá la información necesaria para el diseño, adquisición e instalación de los sistemas que formarán parte de dicha planta. Para elaborar la especificación de materiales es necesario primero definir una serie de consideraciones y conceptos fundamentales para la descripción completa del sistema.

Las especificaciones sirven para seleccionar de manera precisa cada uno de los elementos que integran a un sistema de tuberías. Es necesario, al utilizarla, hacer una selección completa y adecuada atendiendo las notas que se mencionan para algunos elementos contenidos dentro de ella, ya que estas notas proveen la orientación complementaria a la descripción del elemento del que se trate. También deberá cuidarse la relación presión-temperatura que se menciona en la especificación, ya que esta debe estar conforme a los requerimientos del servicio que se va a manejar por cuestiones de seguridad.

Algunas de las consideraciones básicas en la elaboración de la especificación de materiales tienen que ver con los siguientes puntos:

#### I.1. MATERIALES.

Los materiales que se especifiquen deberán satisfacer los requerimientos de proceso tales como la resistencia mecánica, resistencia a la corrosión, dureza, ductibilidad, etc., y estar acordes a las condiciones de presión y temperatura, así como a otros requerimientos.

#### I.2. CÓDIGOS Y NORMAS.

Es importante señalar que hoy en día cualquier especificación de materiales deberá hacerse sobre la base de normas y códigos establecidos internacionalmente, ya que en ellos se pueden encontrar los requisitos mínimos para el diseño, fabricación, pruebas, etc. En nuestro país es muy común utilizar los códigos ANSI y ASTM aunque esto no impide usar otros como el API, AWWA, etc., que también tienen aplicación en el ámbito industrial. Se debe mencionar que no deberán emplearse materiales de especificaciones desconocidas a menos que éstas estén sustentadas en códigos y normas aceptadas.

### I.3. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

La operación y mantenimiento deberán garantizar facilidad en el posible desmantelamiento de equipos, operación sencilla de elementos como válvulas; así como tener la flexibilidad para algún cambio en proceso o escalamiento de la planta a futuro.

### I.4. DISPONIBILIDAD DE MATERIAL.

Se debe garantizar la fácil adquisición de los materiales especificados ya que de no ser así elevaría los costos del proyecto, desde su concepción hasta el momento de estar en operación por lo complicado de conseguir repuestos u ocasionar posibles atrasos en la construcción. Por eso mismo se debe especificar sobre la base de los códigos y normas manejados en el ámbito nacional.

### I.5. FACTOR ECONÓMICO.

En todos los proyectos al momento de ser desarrollados uno de los factores que decide en gran parte el rumbo del mismo es el económico, en nuestro caso el diseñador deberá escoger materiales o elementos que resulten más económicos, lo que nos permitirá tener un ahorro durante la ingeniería, compra y construcción de la planta, pero sin descuidar los requerimientos de seguridad.

### I.6. DUPLICIDAD DE FUNCIONES.

Se debe evitar especificar elementos que tengan duplicidad de funciones por ejemplo el especificar una válvula mariposa y una de compuerta para un mismo diámetro cuando ambas tienen como función bloquear el flujo; otro ejemplo es el de especificar materiales para un diámetro el cual no se requiere en el proceso.

### I.7. VARIEDAD DE MATERIALES.

Se recomienda usar en la medida de lo posible y sin afectar al proceso, un mismo tipo de material para diversos servicios, es decir, si se está manejando vapor, agua y aceite que tienen las mismas condiciones de presión y temperatura es posible usar el mismo tipo de material en válvulas, conexiones, etc.

---

## I.8. ALCANCE DE LA INFORMACIÓN ENLISTADA EN UNA ESPECIFICACIÓN.

La información encontrada en una especificación, tomando como ejemplo otros documentos similares emitidas por firmas y empresas dedicadas a la ingeniería (PEMEX, Bufete Industrial, IMP, etc.), se puede agrupar en cuatro secciones diferentes:

En la primer sección podemos encontrar datos tales como:

- a) Codificación. Es decir la forma de identificar la especificación, la cual puede cambiar dependiendo la firma de ingeniería de que se trate.
- b) Servicio. El fluido que se transportará ya sea agua, vapor, ácido sulfúrico, etc.
- c) Material Base. Éste material es generalmente el que se especifica para la tubería (tubo), ya que el material de válvulas y sus internos suelen diferir.
- d) Rango de Bridas. De acuerdo a las condiciones máximas de temperatura-presión y tipo de material se determina la clasificación o rango de bridas, para lo cual se hace uso de información ya tabulada en códigos y estándares correspondientes.
- e) Tipo de Inspección o Prueba. Las que se realizan normalmente son la prueba hidrostática y neumática aunque ello no limita el aplicar otras.
- f) Rangos de Temperatura y Presión. El utilizar o no un material dependerá de que las condiciones de presión y temperatura estén dentro del rango ya propuesto en la especificación.
- g) Corrosión Permisible. La corrosión permisible es un factor de seguridad que se considera en el espesor de la tubería debido al desgaste por el roscado, la corrosión y la erosión que pueda sufrir.

En una segunda sección considerada como el cuerpo mismo de la especificación, se encuentran datos como:

- a) Tuberías: También llamado tubo, del cual se deben especificar el tipo de extremos, el diámetro, la cédula y su descripción según los códigos manejados.
- b) Niples o Suajes: Accesorio del cual se debe especificar diámetro, cédula, tipo de extremo y su descripción según códigos.
- c) Conexiones: Accesorios que sirven para unir tramos de tubos de los cuales se debe especificar tipo de extremo, diámetro, cédula o rango de presión y su descripción según código.
- d) Válvulas: Dispositivo empleado para regular, controlar y obstruir el flujo, se debe especificar el tipo, tamaño, rango, tipo de extremo y su descripción según código.
- e) Bridas: Accesorios utilizados principalmente para unir equipos al sistema de tubería, se debe especificar el tipo, diámetro, rango de presión y su descripción según código.

- f) Juntas o Empaques. Accesorios utilizados principalmente en válvulas de los cuales se debe especificar el diámetro, rango y descripción según código.
- g) Espárragos y Tornillos. Accesorios de tubería principalmente usados en la unión de bridas, se debe especificar el diámetro y su descripción según código.

En una tercer sección se encuentra la llamada Tabla de Ramales, la cual recomienda las conexiones adecuadas para aplicar una derivación en un sistema de tuberías con dos tramos de tubo de diferente diámetro, previo un análisis de esfuerzos.

En una cuarta sección se acostumbra colocar las Notas Aplicables a la especificación, que son parte fundamental en el diseño, sobre todo en la etapa de construcción de la planta y ensamblado de equipos.

Cabe señalar que además de los datos mencionados anteriormente se pueden tener otros tantos, como el diseñador considere necesarios para el buen funcionamiento y eficiencia de la planta.

Los aspectos fundamentales para la elaboración de una especificación de materiales de tuberías mencionados en este capítulo, serán descritos con mayor precisión en los siguientes capítulos que integran este trabajo.





**CAPÍTULO II**  
**MATERIALES DE FABRICACIÓN DE TUBERÍAS.**

*“LA VIDA ES HERMOSA, SIEMPRE Y CUANDO SEPAS VIVIRLA”*

## CAPÍTULO II

### MATERIALES DE FABRICACIÓN DE TUBERÍAS

Uno de los puntos esenciales dentro de una especificación es la selección del material tanto del tubo como de los internos de válvulas. Dado la amplia cantidad de materiales usados dentro de la ingeniería y en específico en el campo de tuberías, se pueden englobar en dos grandes grupos como materiales metálicos y no metálicos. Dentro de los metálicos encontramos los ferrosos o aceros y los no ferrosos tales como magnesio, cobre, níquel, etc. En el grupo de los materiales no metálicos se encuentran los plásticos y cerámicos, de los cuales los plásticos son los más utilizados en el campo de tuberías.

#### II.1. MATERIALES METÁLICOS EN TUBERÍAS.

El uso de materiales metálicos en ingeniería es importante ahora y se prevé que lo siga siendo en el futuro por sus propiedades y atributos, tienen un conjunto común de propiedades que los hacen más útiles en ingeniería, algunas de ellas son: la resistencia a la corrosión, al desgaste y al choque; su ductibilidad, dureza, conductividad eléctrica y térmica, etc.

Los metales ferrosos tienen como base en su composición el hierro, son los más importantes en la fabricación de tuberías y en función de la importancia que el hierro guarda en su composición se mencionan a continuación algunas características generales de él.

El hierro puro consiste solamente de un tipo de átomos, no se encuentra libre en la naturaleza ya que químicamente reacciona con facilidad con el oxígeno del aire para formar óxido de hierro o herrumbre. Una de las características importantes es su cristalinidad, esto es que sus átomos están colocados en un orden definido que se repite tridimensionalmente, puede cristalizar en diferentes formas según la temperatura a la que se encuentre; de temperatura ambiente y hasta 905°C tiene la forma cúbica centrada en el interior y se le designa hierro alfa ( $\alpha$ ); a esa temperatura la estructura de los cristales cambia a la de cúbica con caras centradas conocida como hierro gama ( $\gamma$ ), ésta se conserva hasta 1400°C temperatura en la cual los cristales vuelven a cambiar a la estructura cúbica centrada en el interior o hierro delta ( $\delta$ ), forma que se conserva hasta el punto de fusión (1530°C). Otras denominaciones con las que se identifican estas fases sólidas son hierro alfa ( $\alpha$ ) o férrita, hierro gama ( $\gamma$ ) o austénita y hierro delta ( $\delta$ ) o delta férrita

##### II.1.1. Aleaciones Ferrosas.

El hierro les confiere cierta resistencia y propiedades a éstas aleaciones pero éste no es el único elemento de aleación importante ya que también se adiciona níquel, cromo, molibdeno, etc., que le

proporcionan diversas ventajas dependiendo de la necesidad del servicio. A continuación describiremos algunas características de estas aleaciones.

#### II.1.1.a. Hierro Fundido (FoFo).

En una definición rigurosa la palabra hierro se refiere a uno de los elementos químicos, pero en el campo de la ingeniería, se aplica al hierro comercial puro y a las aleaciones ferrosas conocidas como hierro fundido. Dicha aleación contiene cantidades apreciablemente grandes de carbono, por lo regular 2.5%, y otros elementos como el silicio con un porcentaje de 1 a 3%. Cuenta con propiedades tales como un alto porcentaje de resistencia y dureza. Se pueden alear para producir excelente resistencia al desgaste, abrasión y corrosión, sin embargo tienen una baja resistencia al impacto y ductibilidad lo cual limita sus aplicaciones. La **tabla 1** presenta datos de composición química de cada uno de los tipos de hierro fundido como son el hierro blanco, gris, maleable y dúctil.

TIPO DE HIERRO	HIERRO GRIS	HIERRO BLANCO	HIERRO MALEABLE	HIERRO DÚCTIL
Carbono (%)	2.50 – 4.00	1.80 – 3.60	2.00 – 2.60	3.00 – 4.00
Silicio (%)	1.00 – 3.00	0.50 – 1.90	1.10 – 1.60	1.80 – 2.80
Magnesio (%)	0.25 – 1.00	0.25 – 0.80	0.20 – 1.00	0.10 – 1.00
Azufre (%)	0.02 – 0.25	0.06 – 0.20	0.04 – 0.18	0.03 máx.
Fósforo (%)	0.05 – 1.0	0.06 – 0.10	0.18 máx.	0.10 máx.

**Tabla 1. Composición química de hierros fundidos.**

- La fundición blanca se forma cuando el carbono forma carburo de hierro en vez de grafito, lo cual les confiere una excelente resistencia al desgaste, así como una excelente resistencia a la abrasión.
- La fundición gris se forma cuando el carbono excede la cantidad que puede disolverse en la austénita y precipita como hojuela de grafito, tiene un bajo costo, excelente capacidad de mecanizado y amortiguamiento vibracional, buena resistencia al desgaste; la resistencia a la corrosión de éstas aleaciones se mejora con la adición de níquel, cromo y cobre en combinación con un exceso de silicio mayor al 3%.
- Las fundiciones maleables se moldean como las fundiciones blancas con grandes cantidades de carburo y sin grafitos; son materiales importantes en la ingeniería ya que poseen propiedades deseables de moldeabilidad, mecanizado, resistencia moderada, tenacidad, resistencia a la corrosión para ciertas aplicaciones y uniformidad, puesto que todas son tratadas térmicamente, la resistencia a la corrosión se incrementa por la adición de cobre (generalmente el 1%).

- La fundición dúctil o nodular combina las ventajas del procesado de la fundición gris con las del acero; posee buena moldeabilidad, excelente capacidad de mecanizado y buena resistencia al desgaste, además de propiedades similares a las del acero tales como alta resistencia, tenacidad, etc. Un alto porcentaje de silicio en los hierros fundidos, (arriba del 3%) promueve la formación de una película superficial protectora la cual reduce la oxidación de superficies expuestas a ácidos, algunas de sus aplicaciones son en válvulas y cuerpos de bombas.

#### II.1.1.b. Acero al Carbón.

En el acero al carbón el carbono es el elemento que controla en forma esencial las propiedades de las aleaciones, la cantidad de manganeso, que proporciona la dureza, esta limitada a 1.65% y los contenidos de cobre y silicio son menores a 0.60%, así mismo contienen algunas impurezas como azufre, fósforo y otros elementos. Éstas aleaciones se pueden subdividir en tres categorías: aceros de bajo carbono (de 0.08% a 0.35% de C), aceros de medio carbono (de 0.35% a 0.50% de C) y los de alto carbono (más del 0.50% de C).

El acero de bajo carbono es relativamente suave y dúctil, representa el tonelaje más alto de producción, se usa para hoja de lata, laminas para carrocería, elementos estructurales. El acero al medio carbono se usa para fundiciones de acero de alta resistencia y para forjas, como ejes de ferrocarril, engranes, etc. El acero de alto carbono sirve para forjas como llaves de tuercas y herramientas en general. Actualmente se cuenta con una familia de acero llamados de baja aleación ultraresistentes, que son más baratos ya que contienen cantidades menores de elementos costosos, sin embargo, reciben un tratamiento especial para darles una resistencia mayor que la del acero al carbono sin ser tan pesadas.

#### II.1.1.c. Acero Inoxidable.

El acero al carbón tiene poca resistencia a la corrosión, a la oxidación y al impacto, para superar este problema se han desarrollado aceros aleados que contienen elementos que mejoran sus propiedades, de esas aleaciones las más importantes son los aceros inoxidables que tienen hierro como base en su composición y un contenido de al menos un 12 % de cromo, que es el elemento que proporciona resistencia a la corrosión, formando un óxido superficial que protege la aleación, para producir este óxido el acero inoxidable debe estar expuesto a agentes oxidantes; otros elementos presentes en estas aleaciones son níquel, molibdeno, manganeso, silicio y titanio.

Existen cuatro tipos básicos de aceros inoxidables: ferríticos, martensíticos, austeníticos y endurecidos por precipitación, en la **figura 1** se presenta un esquema de la familia de los aceros.

- 
- Los aceros inoxidable ferríticos son aleaciones binarias hierro-cromo que contienen alrededor de un 12% a un 30% de Cr, son relativamente baratos por no contener níquel, se usan como materiales de construcción donde se requiere resistencia al calor y a la corrosión.
  - Los aceros inoxidable martensíticos son aleaciones hierro-cromo que contienen del 12% al 17% de Cr con suficiente carbono del 0.15% a 1% en su composición, se optimiza resistencia y dureza, pero la resistencia a la corrosión es pobre comparada con los austeníticos y ferríticos.
  - Los aceros inoxidable austeníticos son aleaciones terciarias de hierro, cromo y níquel; contienen de 16% a 25% de Cr y de 7% a 20% de Ni, tienen mejor resistencia a la corrosión. Si son soldados o enfriados lentamente están propensos a sufrir corrosión intergranular ya que los carburos del cromo precipitan en los bordes de grano.
  - Los aceros inoxidable endurecidos por precipitación contienen hierro, cromo, níquel y cobre entre otros, son fabricados por medio de un sistema controlado de apagado con un rociador uniforme de agua presurizada distribuida, esto proporciona una dureza general que incrementa el esfuerzo a la tensión.

Dentro de los aceros inoxidable ferríticos y martensíticos están los clasificados como serie 400 (según la American Iron and Steel Institute AISI) que contienen cromo y carbono principalmente. En cuanto a los austeníticos los encontramos en la serie 300, compuestos principalmente por cromo y níquel; la serie 500 comprende aleaciones que contienen de 4% a 6% de cromo. De los casi 30 tipos de aceros inoxidable cada uno tiene una característica y uso particular, no todos son usados en tuberías, válvulas o accesorios, a continuación mencionamos los más importantes para ese campo.

- El AISI 304 es un acero austenítico, muy común para uso en tuberías, fácilmente soldado a pesar de no ser un acero estabilizado, debe mantener un contenido mínimo de carbono puesto que una mayor presencia de él podría ocasionar una precipitación, por consecuencia la resistencia a la corrosión se perdería ya que el carbono le roba al acero la protección que el cromo le confiere. La estabilización es uno de los medios para superar la precipitación de carburo, para ello son adicionados ciertos elementos a la aleación, los cuales disminuyen la gran afinidad del carbono hacia el cromo. Éste material es ampliamente utilizado en la industria alimenticia, en embotelladoras, en maquinaria industrial como en el cuerpo de bombas y para fabricación de tubos.
- Los aceros AISI 316 son los más resistentes a la corrosión de los aceros inoxidable. La adición de molibdeno incrementa la resistencia al ataque de más sustancias químicas principalmente en entornos con cloruros. Éstas aleaciones no son recomendadas para ciertos ácidos oxidantes, son menos resistentes al ácido nítrico que el AISI 304 y son

aproximadamente 45% más caros que éste. Su aplicación es común en la industria alimenticia, papelera, de construcción y para piezas soldadas.

- El AISI 304L es un tipo similar al AISI 304 excepto por un poco menos de contenido de carbono (0.03% máx.), con lo cual se evita el problema de la corrosión intergranular, también es de uso común en accesorios y tuberías.
- El AISI 316L es similar al tipo AISI 316 con un bajo contenido de carbono (0.03% máx.), lo cual le proporciona una mejor resistencia a la corrosión en estructuras soldadas, también es de uso muy frecuente en la elaboración de tuberías y accesorios.

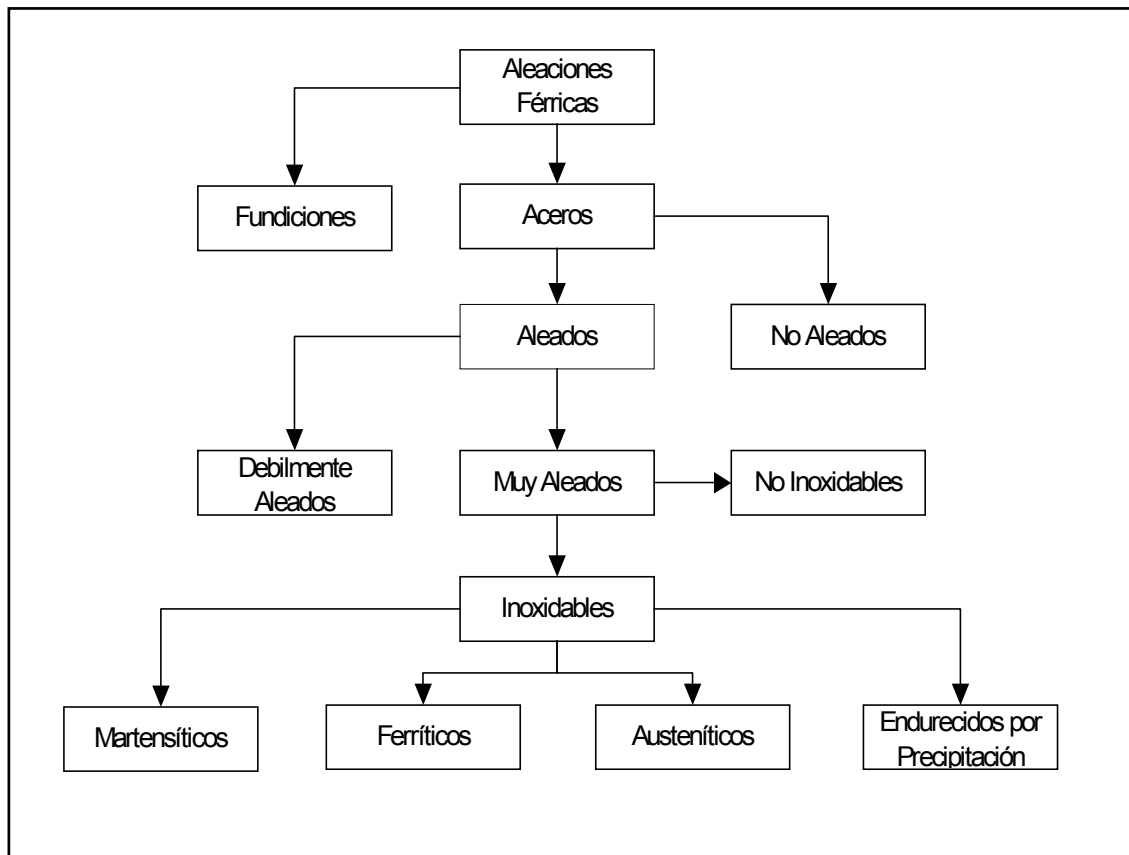


Figura 1. - Árbol genealógico de aceros inoxidables.

Dentro del mercado podemos encontrar varios aceros cromo-níquel los cuales son distribuidos por fabricantes individuales y que no cuentan con una clasificación AISI, algunos de ellos son:

- Durimet 20, extremadamente resistente al ácido sulfúrico para cualquier concentración excepto el rango de 60% a 90% a temperaturas de ebullición. Es comúnmente usado en forma fundida para manufactura de bombas y válvulas así como en su forma forjada en barras, tubos y pequeñas placas.

- 
- Durimet T es otra de estas aleaciones austeníticas, tiene un grado de resistencia a la corrosión mayor a otros aceros inoxidable. El Durimet T o el Durimet 20 no son atacadas por ácido sulfúrico a bajas temperatura, su mejor rendimiento es en condiciones oxidantes.
  - Worthite es el nombre de la aleación desarrollada por Worthington Corporation, de un contenido ligeramente mayor de cromo y níquel que el Durimet T, usada satisfactoriamente para el manejo de sustancias como ácido sulfúrico, soluciones calientes concentradas de ácido acético y fosfórico y demás ácidos comerciales, así como sales; utilizado con poca frecuencia en forma de tubería.

#### II.1.1.d. Tratamiento Térmico en Aleaciones Ferrosas.

Un tratamiento térmico puede definirse como una operación o combinación de operaciones que comprenden el calentamiento y enfriamiento, controlado en intensidad y tiempo, de un metal o aleación en estado sólido, con el objeto de obtener ciertas condiciones o propiedades, mejorar su calidad, suavizado del material o eliminar los esfuerzos residuales. No todos los materiales se comportan igual, los aceros ferríticos sufren cambios de fase durante el calentamiento y enfriamiento y requieren de revenidos, normalizados y relevados de esfuerzos, lo que no sucede con los aceros inoxidable austeníticos, por lo tanto los criterios a aplicar para cada uno de ellos serán diferentes. A continuación se da una breve descripción de los tratamientos térmicos más comunes.

- Endurecimiento por Templado: El término endurecimiento se refiere al proceso de enfriamiento para darle mayor dureza al material. El acero se temple en algún medio líquido o gas, a través del cual se le extrae el calor a la velocidad deseada.
- Revenido: Éste proceso consiste en calentar a cualquier temperatura, debajo de la crítica inferior, un acero previamente endurecido y enfriarlo después a la velocidad deseada. El objeto del revenido es reducir la dureza y eliminar los esfuerzos residuales de un acero templado para obtener la ductibilidad mayor que la asociada con la gran dureza de éste.
- Normalizado: La normalización de un acero o metal ferroso consiste en calentarlo a una temperatura de unos 1600°F o 1650°F (871.1°C o 898.9°C) y enfriarlo a continuación con aire hasta llegar a la temperatura ambiente. La temperatura máxima, su duración y el enfriamiento tienen gran importancia en el resultado final. Éste proceso mejora las propiedades al impacto y la tensión.
- Recocido: Operación de calentamiento y enfriamiento cuyo objeto es ablandar el acero. Se realiza a una temperatura de 1600°F o 1650°F (871.1°C o 898.9°C), superior a la temperatura crítica, manteniendo el calentamiento durante un tiempo y enseguida un enfriamiento lento controlado en horno. Éste proceso releva esfuerzos, baja la tensión y el límite elástico.

- Relevado de Esfuerzos: Las piezas forjadas, fundidas y las estructuras soldadas pueden retener esfuerzos residuales elevados, debido al enfriamiento desigual y a los efectos de contracción, los que pueden ocasionar serias deformaciones e incluso roturas. Estos esfuerzos se eliminan por medio de un recocido, pero si éste no es necesario, puede lograrse el mismo resultado por medio de un calentamiento a temperatura más baja. La temperatura a la que deberá calentarse va a depender de la clase de material.
- Relevado de Esfuerzos por Ultrasonido o Resonancia: Es un proceso no térmico que no modifica propiedades físicas o químicas de los materiales a tratar, en el que se introduce energía por vibraciones, éste sistema ahorra dinero ya que su costo es de aproximadamente el 20% del tratamiento térmico; además el servicio puede ser realizado en las mismas instalaciones sin necesidad de transportar las piezas hasta los hornos. Al final las piezas no muestran oxidación y no sufren deformaciones.

#### II.1.2. Efecto de los Elementos de Aleación.

Los elementos de aleación afectan algunas de las propiedades de las aleaciones ferrosas según del que se trate y su cantidad.

##### II.1.2.a. Carbono.

Es probablemente el elemento de aleación más importante, la mayoría existe como carburo de hierro. Mientras aumente la cantidad de carbono, aumenta el contenido de carburo de hierro y como consecuencia la dureza, resistencia y ductibilidad de las aleaciones. No obstante si el contenido de carbono excede el 0.28%, puede originar corrosión intergranular; si se desean superficies duras en aceros inoxidable para servicios corrosivos se adiciona cromo o níquel.

##### II.1.2.b. Manganeso.

Es quizá el elemento de aleación más importante después del carbono, funciona como desoxidante así como para aumentar la resistencia y dureza del acero, sin embargo al aumentar el contenido del manganeso en el acero se tiende a disminuir la ductilidad y soldabilidad del mismo. Es usado como sustituto de níquel en aceros austeníticos utilizados en ambientes corrosivos.

##### II.1.2.c. Fósforo.

Se encuentra como elemento de aleación en el acero, es un elemento residual, reduce la ductibilidad a bajas temperaturas e incrementa la resistencia a la corrosión y a la dureza. El



porcentaje máximo aceptado es de 0.04%, a excepción de los aceros reforzados en los que se puede aceptar hasta 0.12%.

#### II.1.2.d. Azufre.

Se encuentra en el acero en grandes cantidades pues aumenta la maquinabilidad y es quizá la única razón por la cual se especifica, pero no puede usarse a menos que haya suficiente manganeso para combinarse y formar sulfato de manganeso, éste elemento reduce la ductibilidad, soldabilidad y tenacidad.

#### II.1.2.e. Silicio.

Es un potente desoxidante, durante la manufactura aumenta la resistencia a la tensión. En mayores cantidades aumenta la respuesta al templado, su acción es menos efectiva que la del manganeso en lo que se refiere al incremento de la dureza y la resistencia. Su incremento disminuye la calidad de superficie sobre todo en los aceros de bajo carbono. Uno más de sus atributos reluce cuando el acero quiere ser utilizado como imán.

#### II.1.2.f. Cobre.

El cobre perjudica la calidad de la superficie y el trabajo en caliente del acero. Las pequeñas cantidades de cobre presentes en los aceros al carbón no afectan de manera significativa sus propiedades mecánicas, sin embargo mejora la resistencia a la corrosión atmosférica cuando está presente en proporciones mayores.

#### II.1.2.g. Cromo.

Aumenta la respuesta al tratamiento térmico, así como la dureza superficial. Se encuentra en grandes cantidades (más del 12%) en aceros inoxidables y en combinación con el níquel aumenta la resistencia a la oxidación, a la abrasión y por lo tanto al desgaste.

#### II.1.2.h. Níquel.

Cuando se agrega hasta un 5% aumenta la dureza y resistencia sin reducir la ductibilidad, pero es más útil para aumentar la capacidad de endurecimiento. Proporciona resistencia al impacto principalmente a bajas temperaturas y no forma carburos.

### II.1.3. Metales No Ferrosos y sus Aleaciones.

#### II.1.3.a Aluminio y sus Aleaciones.

El aluminio es uno de los materiales no ferrosos más utilizados en la industria de las tuberías ya que tiene buenas propiedades térmicas, es maleable y dúctil, pero tiene escasa resistencia mecánica. Existen varias aleaciones en el mercado, la mayoría fabricadas por Aluminum Co. de America (Alcoa Alloy), la resistencia a la corrosión que ofrece el aluminio es gracias a la película protectora de óxido de aluminio que se forma sobre el área del metal expuesta a la atmósfera; el aluminio puro es mucho más resistente a la corrosión que cualquier otra aleación pero no es factible su uso comercial. De las aleaciones utilizadas en tuberías se prefieren las que contienen magnesio ya que éste le confiere mayor resistencia a la corrosión y en combinación con cromo se utiliza en la elaboración de tubos hidráulicos; si se combina con magnesio, silicio y cobre puede ser fácilmente utilizado en estructuras marinas y tuberías (5052 según clasificación AISI o Alcoa Alloy 52S). Las propiedades mecánicas a temperatura ambiente de las aleaciones de aluminio en general son inferiores a las del acero, las aleaciones con cobre ofrecen mayor resistencia y son utilizadas para trabajo de laminación de metales (1100 según clasificación AISI o Alcoa Alloy 2S); la aleación con manganeso ofrece aún mayor resistencia que la aleación con cobre (3003 según clasificación AISI o Alcoa Alloy 3S).

#### II.1.3.b. Cobre y sus Aleaciones.

El uso del cobre lo determinan sus características y propiedades como son: conductividad eléctrica y térmica, resistencia a la corrosión, maquinabilidad, maleabilidad, etc., además de que puede ser fácilmente soldado. Cuando se desea aumentar cualquiera de estas propiedades básicas, principalmente la resistencia, sin sacrificar las demás, se recomienda la aleación con otros elementos. Las propiedades mecánicas a temperatura ambiente de las aleaciones de cobre son intermedias entre las de aluminio y el acero, se conocen por su apariencia atractiva y resistencia a la corrosión, que es tomada en cuenta en su uso en gran escala de herrajes marinos.

Las aleaciones de cobre-zinc se denominan latones, el porcentaje de zinc varía del 5% al 40% originando con ello varios tipos de latones tales como: Latón comercial (90% Cu, 10% Zn), latón rojo (85% Cu, 15% Zn), latón amarillo (65% Cu, 35% Zn) y metal Muntz (60% Cu, 40% Zn). La adición de pequeñas cantidades de plomo a algunos latones de cobre-zinc mejoran su mecanizado, el plomo se encuentra distribuido como pequeños glóbulos ya que es insoluble en el cobre sólido, generándose el latón plomo B135-4 (66% Cu, 32.4% Zn, 1.6% Pb) y el latón plomo B135-3 (66% Cu, 33.5% Zn, 0.5% Pb). El latón es usado de manera frecuente en el cuerpo de las válvulas de bola.

---

La mayoría de los bronce son aleaciones cobre con estaño hasta el 12%, éstas aleaciones son notables por su tenacidad, resistencia al desgaste y a la corrosión, así como mecánica, sus aplicaciones más comunes son en cojinetes y engranes. Los bronce de estaño forjados son más resistentes que los latones de Cu-Zn, especialmente en condiciones de trabajo en frío y tienen mejor resistencia a la corrosión aunque son más caros. Entre los bronce los más importantes son el ADMIRALTY (71% Cu, 28% Zn, 1% Sn), bronce naval (60% Cu, 39.25% Zn, 0.75% Sn), entre otros. El bronce es comúnmente usado en válvulas de compuerta y de bola para servicio con temperaturas de 232.2°C.

### II.1.3.c. Níquel y sus Aleaciones.

El níquel es un metal no ferroso muy importante en ingeniería por su excepcional resistencia a la corrosión, a la oxidación y buena conductividad eléctrica. Casi un 60% de níquel es usado como elemento de aleación, en particular en los aceros inoxidable austeníticos.

Ni-Resist es el nombre comercial de ciertos hierros fundidos de níquel o níquel-cobre que están bajo la licencia de International Nickel Co., ésta aleación contiene además de cobre, cromo, carbono, silicio y manganeso; existen 8 variaciones de acuerdo a su composición. El Tipo 1 es usado en servicio de ácido sulfúrico, en la fabricación de tuberías y válvulas; el Tipo 2 es preferido para manejo de vapor a altas temperaturas y para manejo de soluciones cáusticas, alcalinas, amoniacales, etc.; los Tipos 1A y 2A son usados en la manufactura de válvulas, bombas e intercambiadores de calor; el Tipo 5 también conocido como "MINOVAR" es usado en casos donde se desea una expansión térmica mínima, por lo tanto en tuberías su mayor aplicación es la reducción de esfuerzos térmicos arriba de 425°C y también se le puede usar en juntas de expansión.

Las aleaciones de níquel-cobre conocidas como Monel (66% Ni, 32% Cu) son bastante similares a los aceros inoxidable en resistencia a la corrosión y ambientes ácidos, por su apariencia y propiedades, usado para el manejo de soluciones alcalinas, cáusticas y saladas. La aleación **MONEL® alloy 400** es utilizada en equipos para el manejo de productos químicos e hidrocarburos, en válvulas, bombas e intercambiadores de calor.

La Inconel es una aleación de níquel-hierro-cromo conocida por su resistencia a la oxidación y a soluciones reductoras en altas temperaturas gracias al contenido de cromo, por ello es preferido sobre el monel y el níquel comercial, una de sus aplicaciones es el prevenir contaminación en la industria alimenticia. Es común manejar algunas de las siguientes marcas como **INCOLOY® alloy 800** (32.5% Ni, 21% Cr, Fe), utilizada en tuberías industriales, intercambiadores de calor, como recubrimiento de elementos de calefacción, etc.; **INCONEL® alloy 600** (72% Ni, 16% Cr, 8% Fe),

usada en procesos químicos y alimenticios, en ingeniería nuclear, etc.; INCONEL X®750 que es una aleación de cromo-níquel-molibdeno, posee excelente resistencia a la oxidación, a temperaturas elevadas y de sencilla fabricación, su capacidad de resistencia a la corrosión es excelente para su uso en petroquímica.

Hastelloy A es una aleación de níquel-molibdeno-hierro, elaborada por Haynes Stellite Alloy Co., ideal para soportar el manejo de ácido clorhídrico en casi todas las concentraciones hasta temperaturas de 70°C, de la misma manera resiste al ácido sulfúrico, acético y fórmico. Ésta aleación se puede encontrar en forma fundida, forjada o en tubo soldado.

La Hastelloy B contiene un mayor porcentaje de molibdeno que la Hastelloy A, es más fuerte mecánicamente y su uso es satisfactorio para el manejo de ácido clorhídrico en ebullición, es más resistente al ácido sulfúrico y también es usado para el manejo de ácido fosfórico, al igual que el Hastelloy A es usada como material para válvulas sobre todo si se trata de ácido clorhídrico.

La Hastelloy C es una aleación de níquel-molibdeno-cromo-hierro, recomendada para resistir agentes fuertemente oxidantes como el ácido nítrico, cloro libre, soluciones acuosas con cloro o hipocloritos y soluciones ácidas de sales férricas o cúpricas, ampliamente usada en válvulas para servicio de cloro, en la industria de procesos químicos, petroquímica, farmacéutica y de energía.

#### II.1.3.d. Plomo y sus Aleaciones.

La tubería de plomo es ampliamente utilizada en la industria química para el transporte de sustancias corrosivas, es resistente a casi todas las concentraciones de ácido sulfúrico arriba del 96% y a bajas temperaturas, tampoco es afectado por el cloro seco. No es recomendado su uso para el manejo de ácido clorhídrico o sulfúrico a altas temperaturas. Sólo se utiliza tubería de plomo puro donde la resistencia mecánica no es requisito indispensable.

Si al plomo se le adiciona antimonio en un porcentaje aceptable se produce una mayor resistencia mecánica y a la erosión a temperaturas menores a 100°C. La tubería de plomo revestida o forrada de hierro puede soportar grandes presiones, con una resistencia a la corrosión adecuada y un costo menor al de cualquier aleación, la aleación de plomo sólo es preferida sobre la revestida con hierro en instalaciones externas donde se tiende a corroer el acero.

#### II.1.3.e. Estaño y sus Aleaciones.

Éste metal forma una capa de óxido estable que lo hace no reactivo con el agua, sin embargo es soluble en ácidos, álcalis y reacciona rápidamente con halógenos. Debido a su buena resistencia

química es utilizado como recubrimiento para evitar la corrosión y forma parte de bronce. La tubería revestida de estaño es utilizada para el transporte de agua destilada, carbonatada y de consumo humano; así como para jugo de frutas y sustancias que contienen ácido acético o cítrico, productos alimenticios y químicos donde es fundamental mantener un alto grado de pureza.

#### II.1.3.f. Titanio y sus Aleaciones.

El titanio es uno de los elementos encontrados recientemente en la industria química en tuberías y accesorios. En forma esencial no se produce titanio de alta pureza, el titanio puro comercial a veces se denomina *titanio sin aleación*, útil por su resistencia a la corrosión, tal vez un poco más fuerte que la mayoría de las aleaciones base cobre y base aluminio, pero más débil que el titanio aleado. Usado en tuberías, válvulas, tanques para la industria química, etc.

Las propiedades mecánicas y la resistencia a la corrosión de las aleaciones de titanio se comparan favorablemente con las de los aceros austeníticos, en general, éstas aleaciones son usadas como sustitutos del acero inoxidable. De las aleaciones de titanio la llamada BETA C (Ti, 3% Al, 8% V, 6% Cr, 4%Zr, 4% Mo), es la de mayor uso en tuberías para la industria petroquímica.

### II.2. MATERIALES PLÁSTICOS EN TUBERÍAS.

En tuberías para el manejo de algunos fluidos, sobre todo en tratamiento de agua, es muy común utilizar materiales plásticos, han tenido gran aceptación ya que ofrecen combinaciones únicas con una gran variedad de propiedades que se ajustan a muchos desarrollos modernos, soportan adecuadamente la intemperie, resistentes a la corrosión y al ataque químico, facilidad de moldeo y su relativo bajo costo; no obstante, en comparación con los metales sus propiedades mecánicas son inferiores.

#### II.2.1. Polietileno.

Material termoplástico más utilizado, la principal razón de su liderazgo es su bajo costo unido a sus múltiples propiedades como son dureza a temperatura ambiente, buena flexibilidad en un amplio rango de temperaturas, excelente resistencia a la corrosión, propiedades aislantes, ser inodoro e insípido, no tóxico y baja transmisión de vapor de agua, por lo cual tiene una gran aplicación en el transporte de este líquido. Existen básicamente dos tipos, de baja densidad (Low Density PolyEthylene LDPE) y de alta densidad (High Density PolyEthylene HDPE). El de baja densidad es un polímero de cadena ramificada, sólido mas o menos flexible según el grosor; ligero y buen aislante eléctrico, por sus características y bajo costo se utiliza mucho en envasado, revestimiento de cables, fabricación de tuberías y accesorios, contenedores, ductos, empaques, etc. Las tuberías

fabricadas con éste material son flexibles, fuertes y resistentes a la corrosión, por lo que se utilizan para transportar productos corrosivos y abrasivos.

#### II.2.2. PVC (Cloruro de Polivinilo).

Plástico termoestable, su extenso uso se atribuye a su alta resistencia química y su habilidad única para mezclarse con aditivos para producir un gran número de compuestos con un amplio rango de propiedades físicas o químicas, el alto contenido en cloro del PVC aumenta su resistencia química y a la flama. Los aditivos incluyen plastificantes que le dan flexibilidad a los materiales, estabilizadores de calor para prevenir degradación térmica durante el procesado y aumentar la vida del producto acabado, lubricantes que ayudan a la fluidez e impiden la adhesión a las superficies metálicas, pigmentos para dar color, ya que las tuberías de PVC pueden sufrir decoloración cuando se exponen a la radiación ultravioleta, opacidad y resistencia a la intemperie. El PVC se utiliza en fabricación de tuberías, juntas, válvulas tipo bola y mariposa, etc., de hecho en nuestro país el mayor porcentaje de aplicación de este material es en ese campo. Éste material no soporta demasiado calor y es ampliamente resistente a ácidos, bases y alcoholes, no es tóxico y se le puede usar en transporte de alimentos, no es magnético y no produce chispas, no se le debe usar con solventes como el tetracloruro de carbono, ácido sulfúrico concentrados, cetonas, etc.

#### II.2.3. CPVC (Cloruro de Polivinilo Clorado).

El CPVC ha sido utilizado en sistemas domésticos de distribución de agua, ya que se ajustan convenientemente a este servicio debido a su resistencia a la corrosión. Éste material ofrece las mismas propiedades del PVC, la única diferencia es que se puede usar a temperaturas mayores y ofrece mayor tiempo de vida útil, no obstante su alto costo restringe un poco su uso. Es importante mencionar que tanto el PVC como el CPVC, son ideales para el servicio de agua potable por las características que poseen ambos. Adicionalmente el CPVC es fácilmente unido a materiales metálicos, entre ellos el cobre y el acero inoxidable, formando una sola pieza con atributos muy interesantes. No debe manejarse con solventes.

#### II.2.4 Polipropileno.

Tercer termoplástico más importante en ventas, dueño de una gran resistencia química, al impacto, a la humedad, a la abrasión, al transporte de sustancias corrosivas y al calor, cuenta con buena dureza superficial, notable flexibilidad y no es tóxico, puede ser usado en un rango de temperaturas de  $-10^{\circ}\text{C}$  hasta  $105^{\circ}\text{C}$ , utilizado en equipo eléctrico, en bisagras y empaques, no debe usarse con sustancias aromáticas, ácidos fuertemente oxidantes, halógenos e hidrocarburos

halogenados. En el campo de tuberías es muy común utilizarlo en drenaje químico, transporte de gas natural y en general en líneas de baja presión, agua, aire comprimido, aire acondicionado, etc.

#### II.2.5. Etileno Propileno.

Se han desarrollado grandes mejoras en el campo del propileno que incluyen un nuevo material hecho por copolimerización llamado etileno-propileno el cual es un elastómero termoplástico (EPR), o el llamado (EPDM) cuando se le refuerza al adicionar un dieno (diolefina) como el butadieno, ambos elaborados por Du Pont; posee buenas propiedades mecánicas, excepcional para resistir la luz solar, oxígeno y ozono, generalmente utilizado en asientos y sellos de válvulas para aplicaciones de vapor y agua caliente.

#### II.2.6. Poliestireno.

Termoplástico transparente, inodoro e insípido, poco resistente al ambiente, atacado químicamente por disolventes orgánicos y aceites, usado en tuberías cuando se trata del tipo de alto impacto; si se trata del tipo expandido, se usa para elaborar espuma de poliestireno utilizada en la elaboración de empaques y sellos.

#### II.2.7. ABS (Copolimero Acrilonitrilo-Butadieno-Estireno).

Termoplástico duro, con alta resistencia mecánica, de los pocos que combinan la resistencia con la dureza (atribuida por el acrilonitrilo), con buena resistencia mecánica y al impacto (proporcionado por el butadieno), combinado con facilidad para el procesado (gracias a la presencia del estireno). Ampliamente utilizado en fabricación de tuberías, la cual es rígida y con alta resistencia al impacto, particularmente de drenaje, aguas residuales y plantas de tratamiento de agua, también usado en fabricación de juntas y accesorios. No es contaminante y no desprende sabores u olores a los fluidos que transporta, por lo cual también encuentra varias aplicaciones en el procesamiento de alimentos. Resistente a varias sales, bases y ácidos a bajas concentraciones, pero no resiste el ataque de hidrocarburos halogenados y aromáticos así como de cetonas y ésteres.

#### II.2.8. Teflón (Politetrafluoretileno PTFE).

Resina de fluorocarbono elaborada por Du Pont, es de los fluoropolímeros más utilizados por contar con una excelente resistencia química y al impacto, no es permeable, cuenta con una superficie no adhesiva, dureza, etc. Puede ser utilizado en servicios con rangos de temperatura de  $-28^{\circ}\text{C}$  a  $232^{\circ}\text{C}$ , si sobrepasa los  $200^{\circ}\text{C}$  debe ser manejado con mucho cuidado, utilizado como

material para sellos y empaquetaduras de asientos en válvulas, en la fabricación de tubos químicamente resistentes y piezas de bombas, resistente a muchas sustancias químicas y solventes excepto con metales alcalinos fundidos, no debe ser usado con fluidos abrasivos.

#### II.2.9. Neopreno.

Es uno de los primeros cauchos sintéticos, resistente al calor y a productos químicos como aceite y petróleo. Su aplicación como sello es excelente en servicios de alta presión, también usado con hidrocarburos aromáticos, solventes clorados, ácidos fuertemente oxidantes, ésteres y cetonas.

#### II.2.10. Epoxi.

También conocido como resina epóxica, forma una familia de materiales termoestables cuyas propiedades más importantes son su alta resistencia a temperaturas hasta de 500°C, elevada adherencia a superficies metálicas, excelente resistencia a productos químicos y buenas propiedades mecánicas. En el campo de tuberías su principal aplicación es como adhesivo para unión de varios materiales, como molde para fabricación de tuberías, como sellador y recubrimiento de tuberías. Se fabrican tuberías de epoxi con fibra de vidrio utilizadas en el transporte de agua y otros fluidos, a distintas condiciones, cuentan con excelente resistencia a la corrosión.

#### II.2.11. Vitón.

Fluoropolimero usado para anillos, sellos y asientos de válvulas; el rango de temperatura al que se le utiliza es de -28°C a 150°C. Es resistente a casi todos los ácidos excepto al clorhídrico, soluciones salinas, hidrocarburos halogenados, ozono, oxígeno, petróleo, etc.

#### II.2.12. Hypalón.

Polietileno clorosulfonado que cuenta con excelente resistencia al ozono, al aceite, intemperie y ácidos, para servicio de baja temperatura menor a 120°C, usado para el transporte de sustancias químicas y de petróleo y como material para asientos y sellos en válvulas. No debe ser utilizado para el manejo de ácidos oxidantes concentrados, ésteres y cetonas.

#### II.2.13. Nylón.

También conocido como poliamida, termoplástico que ofrece buena capacidad de carga a temperaturas elevadas, buena dureza, poca fricción y buena resistencia química. El más



importante es el llamado 6,6, con aplicación en casi todas las industrias, de usos típicos en mecanismos no lubricados, cojinetes, piezas antifricción y mecánicas sometidas a altas temperaturas, tubos, engranes y empaques.

#### II.2.14. Kynar (Fluoruro de Polivinilideno - PVDF)

Una de las resinas más puras y estables, resistente a sustancias químicas, usada en tuberías, tubing, recipientes, válvulas, accesorios, empaques para torres, boquillas u otros elementos para el manejo de sustancias corrosivas. Su inherente resistencia química y su alta pureza lo hacen ideal para el manejo de agua pura, ácidos, cloro, solventes halogenados y mezclas petroquímicas, así mismo es resistente a ácidos fuertes, solventes y agentes reductores.

#### II.2.15. Nitrilo (Buna N).

Copolimero de butadieno y acrilonitrilo, de uso general resistente a aceites, silicones, grasas, hidrocarburos alifáticos, solventes aromáticos, glicoles, ácidos diluidos y álcalis, en un rango de temperatura de  $-28^{\circ}\text{C}$  a  $135^{\circ}\text{C}$ . Se debe evitar su exposición a solventes altamente polares tales como cetonas y metiletilcetona, hidrocarburos halogenados, etc. Usado para asientos, empaques y sellos en válvulas sobre todo para transporte de derivados del petróleo.

#### II.2.16. Asbesto.

El asbesto o amianto (incombustible), es el nombre dado a un grupo de seis minerales fibrosos que existen de forma natural en el medio ambiente. Los minerales de asbesto tienen fibras largas, separables, fuertes, bastante flexibles y entrelazadas, resistentes al calor. Debido a estas características, el asbesto se ha utilizado para una amplia gama de productos manufacturados, sobre todo en los materiales de construcción, productos de fricción (embrague del automóvil, freno, etc.), empaques o juntas. Por los problemas de salud que provoca su inhalación, entre ellas el riesgo de cáncer en el pulmón, su uso ya es limitado, en el campo de tuberías se usa en juntas o empaques para unión de bridas, aunque está siendo sustituido por materiales cerámicos o teflón.

### II.3. MATERIALES PARA AISLAMIENTO DE TUBERÍAS.

En ocasiones la tubería requiere ser revestida de otro material, sobre todo si se manejan fluidos a temperaturas criogénicas o altas, por ejemplo nitrógeno líquido o vapor; para ello se utilizan generalmente no metales aunque esto no impide el uso de algunos metales o una combinación de ambos.

El aislamiento térmico tiene como propósito principal el reducir el flujo de calor entre dos superficies, en ocasiones sólo se requiere retardar el flujo de calor para obtener en la pared exterior temperaturas que protejan al personal o simplemente para control del condensado. Algunas variantes que pueden afectar la selección del material aislante son las condiciones climatológicas que predominen en el lugar donde se encuentra la planta, si será en interiores o exteriores, si el espacio esta acondicionado o no, si la tubería es recta o tiene cambios frecuentes de dirección, si es un área de tráfico de personal o si es tubería subterránea, etc.

Algunos de los materiales utilizados para el propósito de aislamiento son:

- Silicato de Calcio: Material muy rígido y de alta densidad, usado para temperaturas por encima de 120°C. Se aplica a las tuberías con bandas metálicas y recubiertas de chaquetas metálicas.
- Vidrio Celular: Aislante de alto esfuerzo, usado en rangos de temperaturas de -260°C hasta 480°C. Material en matriz de vidrio sin aglutinantes orgánicos e impide el paso del agua. Se coloca con un sellador en las puntas y se recubre con mastique reforzado con malla o una chaqueta metálica, en aplicaciones de tuberías calientes no se usa sellador.
- Espuma elastomérica: Usada en aplicaciones comerciales, institucionales y residenciales para agua caliente y fría y para protección contra congelamiento. Son espumas extruídas a la dimensión de las tuberías, se les aplica y se ajustan con alambre o cinta adhesiva.
- Fibra de vidrio y lana mineral: Usada en tuberías calientes, la fibra de vidrio se usa hasta 450°C y la lana mineral hasta 650°C. La fibra de vidrio es fibra aglutinada con resina y la lana mineral se hace con fibras de escoria cerámica con aglutinantes de resina o arcilla. Se aplican con bandas metálicas, alambre o cinta metálica y se recubren con una chaqueta metálica.
- Espuma fenólica: Es un aislante orgánico de muy baja conductividad térmica que se usa principalmente en tubería de plástico en aplicaciones contra congelamiento.
- Espumas de Poliuretano: Usado en rango de -130°C a 150°C, en aplicaciones frías requieren muchas capas por su tendencia a la contracción. Se aplican con cinta o alambre y se recubren con mastique reforzado por malla o una chaqueta metálica.

Existen otros materiales que son utilizados como accesorios, es decir, para sujetar el material aislante o reforzarlo y por lo tanto no tienen la función de los materiales aislantes, algunos son:

- Mastique de Acrílico – Látex: Barrera contra condiciones climatológicas para recubrir aislantes rígidos como el vidrio celular o el poliuretano. Se aplica en dos capas junto con una malla de refuerzo de poliéster para darle resistencia al impacto y al desgarramiento.
- Fleje de Aluminio. Se usa para asegurar al aislante, ajustado por medio de clips.
- Chaquetas de Aluminio: En espesores de 0.016in, se prefiere usarlas con una capa resistente a la humedad que se le imprime desde la fábrica.

- Mastique Asfáltico: Se aplica en forma de spray con solventes que se disipan dejando una barrera asfáltica al vapor. Se le colocan dos capas con una malla de refuerzo de poliéster, luego se cubren con una chaqueta de metal.
- Chaquetas de Fibra Plástica: Se usan en las mismas aplicaciones del aluminio y poseen gran resistencia química, se surten en lamina o rollo y se deben sellar las juntas.

Para mayor referencia en la selección, diseño, especificación, instalación e inspección de un sistema termoaislante se recomienda consultar la Norma Oficial Mexicana NOM-009-ENER-1995 “Eficiencia Energética en Aislamientos Térmicos Industriales”.



**CAPÍTULO III**  
**CÓDIGOS Y ESTÁNDARES INVOLUCRADOS.**

**"EXISTE AL MENOS UN RINCÓN DEL UNIVERSO QUE CON TODA SEGURIDAD PUEDES MEJORAR, Y ERES TU MISMO"**

### **CAPÍTULO III**

## **CÓDIGOS Y ESTÁNDARES INVOLUCRADOS**

Los códigos y estándares son documentos que establecen métodos para manufactura y prueba, preparados y actualizados por comités, cuyos miembros representan sociedades industriales o profesionales, gobierno, universidades, institutos, comercio industrial, etc.

Los códigos establecen requerimientos mínimos para el diseño, selección de materiales, dimensiones, edificación, inspección y prueba de sistemas de tuberías; mientras que los estándares contienen reglas y requerimientos de diseño y construcción para componentes individuales de tuberías tales como codos, válvulas, bridas y otros. Las agencias, organismos gubernamentales e incluso las aseguradoras, exigen que un sistema de tuberías se apegue a un código y el cumplimiento de un estándar viene mencionado en la especificación de compra, lo anterior evita problemas de diseño, aseguran el éxito de la fabricación de componentes e incrementan la confianza del cliente en el equipo.

#### **III.1. ANTECEDENTES.**

En 1916 el Instituto Americano de Ingenieros Eléctricos (American Institute of Electrical Engineers, ahora IEEE), invitaron a la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (American Society of Mechanical Engineers, ASME), a la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles (American Society of Civil Engineers ASCE), al Instituto Americano de Ingenieros Mineros y Metalurgistas (American Institute of Mining and Metallurgical Engineers, AIMME) y a la Sociedad Americana para la Prueba de Materiales (American Society for Testing Materials, ASTM) a unirse en el establecimiento de un cuerpo para coordinar el desarrollo de estándares y servir como una agencia central, todo ello para lograr una estandarización de materiales y evitar discrepancias en el diseño de plantas.

Dos años mas tarde se formó la ANSI, originalmente fundada como Comité Americano de Estándares de Ingeniería (American Engineering Standards Committee, AESC), para servir como coordinador nacional en el proceso de desarrollo de estándares así como una organización imparcial para su aprobación por consenso y evitar confusión en la aceptación. Las cinco organizaciones invitaron al Departamento de Guerra, Marina y Comercio de E.U. (U.S. Departments of War Navy and Commerce) a unirse como fundadores. Un año después se aprobó el primer estándar de tubería roscada. Conforme sus responsabilidades y actividades crecían, se decidió que la AESC tuviera una expansión en su estructura del comité, siendo reorganizado y renombrado, en 1928, como Asociación Americana de Estándares (American Standards Association, ASA). Bajo el nombre de Instituto de Estándares de Estados Unidos de América (United States of America Standards Institute, USASI), ASA fue reorganizada en 1966, haciendo el

sistema de estándares voluntario más sensible a las necesidades del consumidor. ANSI adoptó su nombre actual en 1969, a través de varias reorganizaciones y cambios de nombres, el Instituto continuo la coordinación de actividades de estándares nacionales e internacionales.

### III.2. PRINCIPALES ORGANIZACIONES QUE EDITAN ESTÁNDARES.

ANSI (Instituto Americano Nacional de Estándares). Éste instituto edita códigos y estándares relacionados a la ingeniería de tuberías, dividiéndose básicamente en dos partes, la primera con estándares que establecen dimensiones, tolerancias, rangos de presión, tipos de rosca, etc., para tuberías, conexiones, bridas, válvulas, empaques y tornillería; la segunda constituida por códigos que describen requerimientos mínimos para diseño, materiales, fabricación, erección, pruebas e inspección en sistemas de tuberías. El objetivo básico en los códigos y estándares editados por éste organismo es la seguridad.

API (Instituto Americano del Petróleo). En forma similar al ANSI establece requisitos de material, diseño y fabricación, con dimensiones, tolerancias, rangos de presión, tipos de rosca, etc., para tuberías, conexiones, bridas, válvulas, empaques y tornillería, mediante especificaciones a emplear en sistemas de tuberías de la industria petrolera.

ASME (Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos). Edita códigos que amparan diseño, materiales, pruebas, operación, cálculos, soldadura, inspección, etc., de tuberías, calderas y recipientes a presión.

ASTM (Sociedad Americana de Pruebas y Materiales). Éstas especificaciones cubren materiales, métodos de manufactura, composición química, tratamiento térmico, pruebas, tolerancia, etc.

AWS (Sociedad Americana de Soldadura). Ésta sociedad cubre biselado, tipos de soldadura, inspección, prueba, así como tratamiento térmico que se requiere en sistemas de tuberías y recipientes.

AWWA (Asociación Americana de Trabajos Hidráulicos). Edita estándares de conexiones, válvulas, bridas, tuberías, juntas, tornillería, etc., para la conducción de agua en zonas metropolitanas.

ISA (Sociedad de Instrumentos de América). Cubre la estandarización de materiales, fabricación, inspección y pruebas de los instrumentos empleados en sistemas de tuberías.

MSS (Sociedad de Estandarización de los Productores de Válvulas y Conexiones Industriales). Edita los estándares de fabricación para accesorios y válvulas empleados en sistemas de tuberías.

NFPA (Asociación Nacional Contra Incendios). Cubre la estandarización de todo lo referente a válvulas y accesorios de sistemas contra incendio.

PFI (Instituto de Fabricación de Tuberías). Edita los estándares de prefabricado de tuberías, dimensionamiento, preparación de extremos, longitud entre boquillas, tolerancia, etc.

AISI (Instituto Americano del Hierro y los Aceros). Éstas normas determinan la composición química de algunos aceros, sobre todo aceros inoxidables.

ISO. Organización que establece normas internacionales para elementos incluidos en válvulas.

AISC (Manual de Construcciones de Acero). Se emplea principalmente para el diseño de edificios y puentes, pero se le utiliza como guía en el diseño de válvulas grandes de baja presión y componentes estructurales de las mismas, tales como los yugos.

NACE. Sociedad técnica cuyo único propósito es concentrarse en la protección y rendimiento de los materiales en ambientes corrosivos.

DIN. Normas para establecer dimensiones de bridas, utilizadas en Alemania y otras partes de Europa.

Otros países también editan estándares mediante sus organismos individuales de normalización, en la **tabla 2** se presenta una lista de ellos. Los códigos y estándares aplicados en nuestro país, son principalmente estadounidenses, dada la cercanía y las relaciones comerciales que se tienen con ese país, no obstante, con la reciente ola de tratados comerciales, por ejemplo con la Unión Europea, hoy en día podemos encontrar componentes como bridas, con un diseño apegado a las normas DIN alemanas.

PAIS	ABREVIATURA	LOCALIZACIÓN
Internacional	ISO	Génova
Internacional	IEC	Holanda
Alemania	DIN	Berlín
Argentina	IRAM	Buenos Aires
Australia	SAA	Sydney
Austria	ONA	Viena
Bélgica	IBN	Bruselas
Brasil	ABNT	Río de Janeiro
Bulgaria	INRA	Sofía

**Tabla 2. Organismos de normalización en el mundo.**

PAIS	ABREVIATURA	LOCALIZACIÓN
Canadá	CSA	Ottawa
Dinamarca	DS	Copenhague
España	IRATRA	Madrid
Finlandia	SFS	Paris
Grecia	ENO	Atenas
Holanda	NNI	La Haya
Hungría	MSZH	Budapest
India	ISI	Nueva Delhi
Indonesia	DNI	Bandug
Irán	SOI	Teherán
Irlanda	LLRS	Dublín
Israel	SII	Tel Aviv
Italia	UNI	Milán
Japón	JISC	Tokyo
México	DGN	México, D.F.
Noruega	NSF	Oslo
Pakistán	PSI	Karachi
Perú	INANTIC	Lima
Polonia	PKN	Varsovia
Portugal	IGPAI	Lisboa
Reino Unido	BSI	Londres
Rumania	OSS	Bucarest
Sudáfrica	SABS	Pretoria
Suecia	SIS	Estocolmo
Suiza	SNV	Zurich
Turquía	TSE	Ankara
Yugoslavia	JZS	Belgrado

**Tabla 2 (Cont.) Organismos de normalización en el mundo.**

### III.3. CÓDIGOS Y ESTÁNDARES EDITADOS PARA UN SISTEMA DE TUBERÍAS.

A continuación se presenta un listado de códigos y estándares de aplicación en sistemas de tuberías.

#### III.3.1. Códigos y Estándares ANSI.

Éste instituto mantiene diversos comités que discuten y aprueban los estándares así como adoptan estándares internacionales principalmente de ISO; ANSI desarrolló junto con ASME el código B31.

- A13.1. Esquemas para la identificación de sistemas de tuberías.
- A21.6, A21.7, A21.8 y A21.9. Diferentes tipos de tuberías de hierro fundido.
- A40.5. Tuberías roscadas de hierro fundido para drenajes, venteos, etc.



- 
- A112.1.2. Boquillas de aire para sistemas de tuberías.
  - A112.18.IM. Accesorios para sistemas de tuberías.
  - A112.19.1M. Accesorios de tuberías de hierro fundido con esmalte.
  - B1.1. Cuerdas y roscas para tornillos y tuercas.
  - B1.4. Cuerdas y roscas para tornillos y tuercas de alta resistencia.
  - B1.20.1. Tubería roscada para propósitos generales.
  - B2.1. Roscado en tuberías.
  - B16.1. Bridas y conexiones de hierro fundido.
  - B16.3. Conexiones roscadas de hierro maleable, clases 150 y 300.
  - B16.4. Conexiones roscadas de hierro fundido, clases 125 y 250.
  - B16.5. Bridas, conexiones y válvulas bridadas de acero.
  - B16.9. Conexiones prefabricadas de acero para soldar a tope.
  - B16.10. Dimensiones de cara a cara y extremo a extremo de válvulas ferrosas.
  - B16.11. Conexiones roscadas y socket-weld de acero.
  - B16.12. Conexiones de hierro fundido para drenajes.
  - B16.14. Tapones, bujes y tuercas de fijación ferrosos para tubería roscada.
  - B16.15. Conexiones roscadas de bronce, clase 125 y 250.
  - B16.17. Conexiones roscadas de bronce clase 250.
  - B16.18. Conexiones soldables de bronce fundido.
  - B16.19. Conexiones roscadas de hierro maleable clase 300.
  - B16.20. Empaques tipo anillo y ranurado en bridas de acero.
  - B16.21. Empaques no metálicos.
  - B16.22. Conexiones soldables forjadas de cobre y bronce.
  - B16.23. Conexiones de bronce fundido para drenajes.
  - B16.24. Bridas y conexiones bridadas de bronce, clase 150 y 300.
  - B16.25. Extremos soldables a tope.
  - B16.26. Accesorios de cobre fundido para tubos abocinados.
  - B16.28. Codos de radio corto y retornos soldables a tope de acero forjado.
  - B16.34. Extremos bridados, roscados y soldados para válvulas.
  - B16.36. Bridas de orificio.
  - B16.37. Pruebas hidrostáticas para válvulas de control.
  - B16.39. Uniones roscadas de hierro maleable, clases 150, 250 y 300.
  - B16.42. Bridas y conexiones bridadas de hierro dúctil, clases 150 y 300.
  - B18.2. Tuercas y tornillos con cabezas cuadradas y hexagonales.
  - B18.5. Pernos de cabeza redonda.
  - B21. Juntas no metálicas para bridas.
  - B36.10. Tubería de acero y hierro forjado.
  - B36.19. Tubería de acero inoxidable.

- B31 Guide. Control de corrosión para ANSI B31.1 "Sistemas de tuberías de potencia".
- B31 Guide. Manual para la determinación de esfuerzos remanentes de líneas de tuberías corroídas.

### III.3.2. Códigos y Estándares API.

API publica especificaciones (Spec.), boletines (Bull.), prácticas recomendadas (RP), como una ayuda para la adquisición de materiales y equipo estandarizado en la industria petrolera.

- Spec. API 5L. Tuberías de acero.
- Spec. API 5LX. Características y pruebas rigurosas para tuberías de acero.
- Spec. API 6-A. Roscas en válvulas, conexiones y bridas.
- Spec. API 6-B. Bridas en líneas de tuberías.
- Spec. API 6-C. Válvulas bridadas de acero, compuerta y macho para servicios de perforación y producción.
- Spec. API 6-D. Especificación para válvulas en líneas de tuberías.
- Spec. 15LE. Especificación para tubería de polietileno (PE).
- Spec. 15LP. Especificación para tubería termoplástica (PVC y CPVC).
- Spec. 15LR. Especificación para tubería de fibra de vidrio de baja presión.
- Std. API 595. Válvulas de compuerta de hierro fundido.
- Std. API 597. Válvulas de compuerta de acero tipo venturi.
- Std. API 598. Inspección y pruebas de válvulas.
- Std. API 599. Válvulas tipo macho de acero.
- Std. API 600. Válvulas de acero de compuerta bridadas y soldables para refinería.
- Std. API 602. Diseño para válvulas de acero de compuertas compactas para refinerías.
- Std. API 603. Válvulas de compuerta resistentes a la corrosión para refinerías, clase 150.
- Std. API 604. Válvulas de hierro de compuerta y macho para refinería.
- Std. API 605. Bridas de acero al carbón para diámetros mayores.
- Std. API 608. Válvulas de bola con extremos bridados y soldables a tope.
- Std. API 609. Válvulas de mariposa.
- Std. API 1104. Tuberías con soldadura.
- RP 11V7. Recomendación práctica para reparación, pruebas e instalación de válvulas de cierre vertical para gas.
- RP 17B. Recomendaciones prácticas para tubería flexible.
- RP 574. Inspección de tubería, tubing, válvulas y accesorios.
- RP 1107. Recomendaciones prácticas para el mantenimiento de tubería soldada.
- RP 1110. Pruebas de presión para tuberías de transporte de petróleo.
- Bull. 5 A2. Boletín sobre componentes roscados para tuberías de revestimiento, tubing y líneas de tubería.

- 
- Bull. 6 AF. Boletín sobre capacidades de bridas API bajo combinaciones de carga.

### III.3.3. Códigos y Estándares ASME.

Cuenta con varias secciones que se mencionan a continuación.

- Sección 1. Calderas de potencia.
- Sección 2. Especificaciones de materiales.
- Sección 3. Componentes de plantas nucleares.
- Sección 4. Calderas para calefacción.
- Sección 5. Exámenes no destructivos.
- Sección 6. Reglas recomendadas para el cuidado y operación de caldera para calefacción.
- Sección 7. Reglas recomendadas para el cuidado y operación de caldera de potencia.
- Sección 8. Recipientes a presión no sujetos a fuego directo.
- Sección 9. Calificación de soldadura.
- Sección 10. Recipientes de plástico a presión y fibra de vidrio reforzado.
- Sección 11. Reglas para inspección en servicio de componentes en plantas nucleares.

También ASME edita el código B31 para tubería a presión acreditado por ANSI.

- B31.1 (Power Piping). Tuberías para plantas de fuerza.
- B31.2 (Fuel Gas Piping). Tuberías para gas combustible.
- B31.3 (Petroleum Refinery Piping). Tuberías para plantas químicas y refinado de petróleo.
- B31.4 (Liquid Petroleum Transportation Piping Systems). Sistemas de tuberías de transporte de hidrocarburo líquido, gas licuado de petróleo, amoniaco anhidro, alcoholes.
- B31.5 (Refrigeration Piping Systems). Tuberías para refrigeración.
- B31.6 (Chemical Process Piping). Tuberías para procesos químicos.
- B31.7 (Nuclear Power Piping). Tuberías para plantas nucleares.
- B31.8 (Gas Transmission and Distribution Piping Systems). Sistemas de tuberías para transmisión y distribución de gas.
- B31.8S (Managing System Integrity of Gas Pipelines). Manejo integral de un sistema de tuberías de gas.
- B31.9 (Building Services Piping). Tuberías para servicios a edificios.
- B31.11 (Slurry Transportation Systems Piping). Sistemas de tuberías para transportes de lodos.

### III.3.4. Códigos y Estándares ASTM.

Los estándares ASTM comprenden 67 volúmenes que son publicados anualmente y donde se incorporan revisiones, novedades y bajas de estándares obsoletos.

- ASTM A-36. Especificaciones de acero estructural.
- ASTM A-47. Fundiciones de acero ferrítico maleable.
- ASTM A-48. Especificación estándar para fundiciones de hierro gris.
- ASTM A-53. Tipos de acero para la fabricación de tuberías.
- ASTM A-72. Tubería soldada de hierro forjado.
- ASTM A-74. Especificación para tubería y accesorios de hierro fundido.
- ASTM A-105. Contenidos de carbón y componentes de acero.
- ASTM A-106. Especificaciones para tubería de acero al carbón sin costura, para servicio de alta temperatura.
- ASTM A-120. Tuberías de acero soldadas, roscadas y bridadas.
- ASTM A-126. Especificaciones de válvulas, bridas y accesorios de tuberías de fundiciones de hierro gris.
- ASTM A-134. Tuberías de acero soldada por arco eléctrico.
- ASTM A-135. Especificación para tubería de acero soldada por resistencia eléctrica.
- ASTM A-139. Especificación para tubería de acero soldada por arco eléctrico.
- ASTM A-155. Tubería soldada por fusión eléctrica para servicios de alta temperatura y presión.
- ASTM A-181. Tubería de acero al carbón forjado para propósitos generales.
- ASTM A-182. Bridas, accesorios y válvulas de aleaciones de acero forjado, para servicio de alta temperatura.
- ASTM A-193. Pernos de acero inoxidable y aleaciones de acero, para servicio de alta temperatura.
- ASTM A-194. Materiales para servicio a alta temperatura, aceros combinados y acero al carbón con perforaciones para espárragos y tuercas, utilizadas en conexiones de alta presión.
- ASTM A-197. Fundiciones de hierro maleable.
- ASTM A-211. Especificación para tubería de hierro o acero soldada en espiral.
- ASTM A-216. Fundiciones de acero al carbón convenientes para soldadura por fusión, en servicio de alta temperatura.
- ASTM A-217. Acero inoxidable y aleaciones de acero forjado para partes que soportan presión, convenientes para altas temperaturas.
- ASTM A-234. Materiales para servicio a mediana y alta temperatura en conexiones de tubería de acero al carbón.
- ASTM A-262. Prueba de corrosión intergranular.
- ASTM A-269. Espesores nominales de tuberías de acero inoxidable con y sin costura, para servicios de corrosión, baja y alta temperatura.
- ASTM A-276. Especificación para barras y placas de acero inoxidable.

- 
- ASTM A-278. Fundiciones de hierro gris convenientes para partes sometidas a presión de uso en temperaturas arriba de 650°F.
  - ASTM A-296. Fundiciones de aleaciones resistentes a la corrosión de hierro-cromo, hierro-cromo-níquel y base níquel, para aplicación general.
  - ASTM A-312. Tuberías de acero austenítico sin costura y con costura reforzada, para servicio corrosivo y de alta temperatura.
  - ASTM A-320. Materiales para pernos de acero aleado, para servicio de baja temperatura.
  - ASTM A-333. Tuberías de acero con y sin costura, para servicio de baja temperatura.
  - ASTM A-334. Tuberías de acero al carbón y aleado con y sin costura, para servicio de baja temperatura.
  - ASTM A-335. Tuberías de acero y aleaciones ferrosas, para servicio de alta temperatura.
  - ASTM A-338. Especificación estándar para hierro maleable.
  - ASTM A-350. Acero al carbón y forjado de baja aleación, que requieren prueba de dureza, para componentes de tuberías.
  - ASTM A-351. Fundiciones de acero austenítico para partes sometidas a presión.
  - ASTM A-352. Especificaciones para acero fundido, ferrítico y martensítico para recipientes de presión en servicio de baja temperatura.
  - ASTM A-370. Pruebas mecánicas y definiciones para productos de acero.
  - ASTM A-377. Tubería de hierro dúctil.
  - ASTM A-395. Fundiciones de hierro dúctil, para uso a temperaturas elevadas.
  - ASTM A-403. Accesorios de acero inoxidable.
  - ASTM A-409. Tubería de acero austenítico soldada, para servicio corrosivo y de alta temperatura.
  - ASTM A-420. Accesorios de acero para servicio de baja temperatura.
  - ASTM A-445. Fundiciones de hierro ferrítico para válvulas, bridas y accesorios de tuberías.
  - ASTM A-487. Especificación para fundiciones de acero convenientes para servicios a presión.
  - ASTM A-530. Prueba hidrostática.
  - ASTM A-536. Fundiciones de hierro dúctil.
  - ASTM A-589. Especificación para tubería de acero al carbón con y sin soldadura, para agua.
  - ASTM A-671. Tubería de acero soldada por fusión eléctrica, para temperatura baja y atmosférica.
  - ASTM A-672. Tubería de acero soldada por fusión eléctrica, para servicio de alta presión a temperatura moderada.
  - ASTM A-691. Tubería de acero al carbón y aleado soldada por fusión eléctrica, para servicio de alta presión y temperatura.

- ASTM A-707 Especificaciones para bridas de acero fundido, al carbón y aleaciones, para servicio de baja temperatura.
- ASTM A-727. Especificaciones de piezas forjadas de acero al carbón para componentes de tuberías.
- ASTM A-751. Estándar de pruebas, prácticas y terminología para análisis químicos, para productos de acero.
- ASTM A-760. Especificación para tubería de acero corrugada, revestido metálico para alcantarillas y drenajes.
- ASTM A-790. Tubería de acero inoxidable austenítico y ferrítico con y sin costura.
- ASTM A-865. Especificación para uniones roscadas de acero galvanizado, para uso en tuberías.
- ASTM A-961. Especificación de requerimientos de bridas de acero, accesorios forjados y válvulas, para aplicación en tuberías.
- ASTM B-26. Especificación para fundiciones de aleaciones de aluminio.
- ASTM B-42. Tubería de cobre sin costura, tamaños estándar.
- ASTM B-43. Tubería de latón rojo sin costura.
- ASTM B-61. Fundiciones de bronce para servicio de vapor o válvulas.
- ASTM B-62. Especificación para composición de fundiciones de bronce.
- ASTM B-68. Tubería de cobre sin costura con recocido brillante.
- ASTM B-75. Tubería de cobre sin costura.
- ASTM B-148. Especificación para fundiciones de aluminio-bronce.
- ASTM B-160. Especificaciones para barras de níquel.
- ASTM B-164. Especificaciones para barras de aleación níquel-cobre.
- ASTM B-165. Tubo y tubería sin costura de aleación níquel cobre.
- ASTM B-167. Tubo y tubería sin costura de aleaciones níquel-cromo-hierro.
- ASTM B-210. Tuberías sin costura de aluminio y aleaciones de aluminio.
- ASTM B-241. Tubería sin costura y tubo extruido de aluminio y aleación de aluminio.
- ASTM B-247. Especificación para forjas por dado, manuales y de rolado de anillos de aluminio y aleaciones de aluminio.
- ASTM B-335. Especificación para barras de aleaciones níquel-molibdeno.
- ASTM B-336. Especificación para aleaciones de níquel-molibdeno-cromo.
- ASTM B-361. Especificación de accesorios para soldar de aluminio y sus aleaciones.
- ASTM C-14. Tubería de concreto.
- ASTM C-500. Estándar de pruebas para tubería de asbesto-cemento.
- ASTM C-509. Proceso para tuberías y accesorios de vidrio.
- ASTM C-644. Estándar de terminología relacionada a fundiciones de hierro.
- ASTM C-822. Estándar de terminología relacionada a tubería de concreto y productos relacionados.

- 
- ASTM D-1527. Tubería de ABS, cédula 40 y 80.
  - ASTM D-1785. Tubería de PVC, cédula 40, 80 y 120.
  - ASTM D-2104. Tubería de PE, cédula 40.
  - ASTM D-2321. Especificación para instalación subterránea de tubería de termoplástico.
  - ASTM D-2464. Tubería y accesorios roscados de PVC, cédula 80.
  - ASTM D-2466. Accesorios de tuberías de PVC, cédula 40.
  - ASTM D-2467. Accesorios de tuberías de PVC, cédula 80.
  - ASTM D-2513. Tubería, tubing y accesorios de termoplástico para servicio de gas a presión.
  - ASTM D-2517. Tubería y accesorios de resina epóxica reforzada.
  - ASTM D-2661. Tubería de Acrilonitrilo Butadieno Estireno (ABS).
  - ASTM D-2665. Tubería y Accesorios de PVC.
  - ASTM D-2774. Instalación de tuberías de termoplásticos enterradas.
  - ASTM D-2846. CPVC para sistemas de distribución de agua fría y caliente.
  - ASTM E-23. Pruebas de impacto de materiales metálicos con barra ranurada.
  - ASTM E-309. Prueba de Eddy Current.
  - ASTM E-165. Prueba de líquido penetrante.
  - ASTM F-437. Tubería y accesorios roscados de CPVC, cédula 80.
  - ASTM F-441. Tubería de CPVC.

Los códigos anteriores son de los más utilizados dentro del campo de tuberías, se debe mencionar que la información del ASTM se divide en 16 secciones con un total de 67 volúmenes.

- Sección 1. Productos de hierro y acero; 6 volúmenes.
- Sección 2. Producto metálicos no ferrosos; 5 volúmenes.
- Sección 3. Métodos de pruebas y procedimiento analíticos para metales; 6 volúmenes.
- Sección 8. Plásticos; 4 volúmenes.
- Sección 9. Cauchos; 2 volúmenes.

#### III.3.5. Códigos y Estándares AWS.

AWS publica manuales, guías, prácticas recomendadas, especificaciones y códigos.

- Volumen 1. Fundamentos de soldadura.
- Volumen 2/3. Procesos de soldadura.
- Volumen 4. Materiales – Aplicaciones en ingeniería.
- Volumen 5. Diseño de soldadura manual y soldadura fuerte – Aplicaciones en ingeniería.

#### III.3.6. Códigos y Estándares AWWA.

Estos estándares se refieren a tuberías de diámetros mayores cubiertas por ASME o ANSI.

- C-100. Conexiones de hierro fundido.
- C-102/106/108. Tuberías de hierro fundido para conducción de agua.
- C-105. Estándares de tuberías de hierro dúctil forrada de polietileno para agua y otros líquidos.
- C-110. Estándar para accesorios de hierro dúctil y gris, de 3" a 48", para agua y otros líquidos.
- C-115. Estándar para tubería roscada de hierro dúctil con bridas roscadas.
- C-150. Estándar para espesores de diseño de tubería de hierro dúctil.
- C-200. Estándar para tubería de acero de 6" y mayores, para servicio de agua.
- C-207. Normas para bridas de acero.
- C-208. Estándar para dimensiones de accesorios de acero para agua.
- C-300. Estándar para tubería de concreto reforzado.
- C-400. Estándar para tubería a presión de asbesto-cemento de 4" a 16", para distribución de agua.
- C-500. Válvulas de compuerta para servicio de agua.
- C-506. Estándar para dispositivos de prevención de flujo inverso.
- C-507. Válvulas de bola de 6" a 48".
- C-508. Válvulas check de levantamiento, para servicio de agua.
- C-509. Asientos resilientes para válvulas de compuerta, para servicio de agua.
- C-510. Montaje de válvula duo-check para prevención de retroceso de flujo.
- C-550. Recubrimiento de protección interna para válvulas.
- C-600. Instalación de tuberías de hierro dúctil y sus accesorios.
- C-605. Instalación de tubería subterránea de PVC y sus accesorios.
- C-800. Accesorios y válvulas para líneas de servicio subterráneo.
- C-900. Tubería de PVC de 4" a 12" para distribución de agua.
- C-901. Tubería a presión de polietileno y tubing de ½" a 3", para servicio de agua.
- C-902. Tubería a presión de polibutileno y tubing de ½" a 3", para servicio de agua.
- C-906. Estándar para tubería a presión y accesorios de polietileno de 4" a 63" para servicio de agua.
- C-950. Tubería de fibra de vidrio.

### III.3.7. Códigos y Estándares ISA.

- ISA 1-55617-531-0. Estándar para medidas y control.
- ISA-20. Medidas de proceso, instrumentos, elementos primarios y válvulas.
- ISA 75.04. Dimensiones para válvulas de control sin bridas.
- ISA 75.19. Pruebas hidrostáticas para válvulas de control.
- ISA RP60.9. Centros de control guía de tuberías.



---

### III.3.8. Códigos y Estándares MSS.

Publica prácticas estándares (SP) que son de uso común por las manufactureras. Se requiere de su cumplimiento cuando el código así lo indique.

- MSS-SP-6. Acabados de caras de bridas para conexiones y válvulas.
- MSS-SP-25. Sistema de marcado para válvulas, conexiones, bridas y uniones.
- MSS-SP-33. Bridas en líneas de tuberías.
- MSS-SP-37. Válvulas de bronce de 125lbs.
- MSS-SP-42. Válvulas bridadas resistentes a la corrosión de 150lbs.
- MSS-SP-44. Bridas de tuberías de acero.
- MSS-SP-48. Conexiones soldables de acero de diámetros mayores.
- MSS-SP-49. Conexiones forjadas de acero.
- MSS-SP-52. Válvulas de hierro fundido.
- MSS-SP-53. Estándares de calidad de acero forjado y fundido para válvulas, bridas, accesorios y otros componentes de tuberías – Partícula magnética.
- MSS-SP-54. Estándares de calidad de acero fundido para válvulas, bridas, accesorios y otros componentes de tuberías – Radiografía.
- MSS-SP-55. Estándares de calidad de acero fundido para válvulas, bridas, accesorios y otros componentes – Visual.
- MSS-SP-58. Colgantes y soportes de tuberías – Material, diseño y fabricación.
- MSS-SP-61. Pruebas hidrostáticas para válvulas de acero.
- MSS-SP-65. Bridas y espárragos para alta presión en la industria química.
- MSS-SP-66. Rangos de presión y temperatura para válvulas de acero soldable.
- MSS-SP-67. Válvulas de mariposa.
- MSS-SP-70. Válvulas de compuerta de hierro fundido con extremos bridados y roscados.
- MSS-SP-72. Válvulas de bola para usos generales.
- MSS-SP-75. Especificaciones para pruebas de dureza en conexiones soldables.
- MSS-SP-82. Métodos de pruebas hidrostáticas para válvulas.
- MSS-SP-85. Norma para marcar válvulas, conexiones y bridas.
- MSS-SP-96. Guía de terminología para válvulas y accesorios.

### III.3.9. Códigos y Estándares PFI.

Publica estándares de asesoría (PFI) y boletines técnicos (TB), para el uso de fabricantes tanto en diseño como en manufactura. Contienen requerimientos mínimos y son voluntarios.

- ES-2. Método para dimensionar tuberías montadas.
- ES-4. Prueba hidrostática para tubería fabricada.
- ES-5. Limpieza de tubería fabricada.

- ES-22. Práctica recomendada para codificación de colores para materiales de tubería.
- ES-24. Métodos para doblado de tubería, tolerancias, procesos y materiales requeridos.
- ES-34. Recubrimiento de tubería fabricada.
- TB1. Clasificación Presión-Temperatura de tubería sin costura usada en sistemas de plantas de potencia.

#### III.3.10. Códigos y Estándares AISI.

- AISI-SS-910. Guía para el diseño de sistema de tuberías de acero inoxidable.

#### III.3.11. Códigos y Estándares ISO.

- ISO-160. Tuberías de presión y juntas de asbesto-cemento.
- ISO-161. Tuberías termoplásticas para transporte de fluidos – Diámetros exteriores y presiones nominales.
- ISO-265. Tuberías y accesorios de materiales plásticos – Accesorios para agua de uso industrial y doméstico.
- ISO-559. Tuberías de acero para agua y descargas residuales.
- ISO-1127. Tuberías de acero inoxidable – Dimensiones, tolerancias y masas.
- ISO-2531. Tuberías y accesorios de hierro dúctil para sistemas a presión.
- ISO-3501. Montaje entre tuberías a presión, accesorios y juntas de polietileno – Prueba de resistencia.
- ISO-3514. Tuberías y accesorios de CPVC – Especificación y determinación de densidad.
- ISO-3545. Tubos y accesorios de acero – Símbolos para uso en especificaciones
- ISO-3663. Tuberías y accesorios de polietileno – Dimensiones de bridas.
- ISO-4065. Tuberías termoplásticas – Tabla universal de espesores.
- ISO-4179. Tuberías de hierro dúctil para tuberías con y sin presión.
- ISO-4200. Tubos de acero de extremos planos con y sin costura - Tablas de dimensiones generales.
- ISO-4427. Tuberías de polietileno para suministro de agua – Especificaciones.
- ISO-4633. Juntas de estanqueidad de caucho para tuberías de alimentación y evacuación de aguas – Especificaciones de materiales.
- ISO-5208. Pruebas de fabricación de válvulas de mariposa.
- ISO-5256. Tuberías de acero para líneas sumergidas – Recubrimiento externo e interno.
- ISO-5752. Dimensiones entre caras de válvulas bridadas.
- ISO-6207. Tuberías sin costura de níquel y sus aleaciones.
- ISO-6761. Tuberías de acero – Preparación de extremos y accesorios para soldar.
- ISO-7005. Bridas metálicas – (acero, hierro fundido y aleaciones de cobre)

- 
- ISO-7245. Tuberías y accesorios de ABS – Especificación general.
  - ISO-7259. Válvulas de compuerta revestidas de elastómero.
  - ISO-7268. Componentes de tuberías – Definición de presión nominal.
  - ISO-7483. Dimensiones de juntas para uso con bridas ISO-7005.
  - ISO-7671. Tuberías y accesorios de polipropileno – Especificaciones.
  - ISO-8180. Tuberías de hierro dúctil – Revestidas interiormente de polietileno.
  - ISO-9264. Tuberías termoplásticas para fluidos presurizados.
  - ISO-9329. Tuberías de acero sin costura para propósitos generales.
  - ISO-9330. Tuberías de acero con costura para propósitos generales.
  - ISO-10802. Líneas de tuberías de hierro dúctil – Prueba hidrostática después de instalación.
  - ISO-10803. Método de diseño para tubería de hierro dúctil.
  - ISO-12096. Tuberías de acero soldada por arco eléctrico sumergido – Para propósitos generales – Prueba radiográfica.
  - ISO-4433-1. Tuberías termoplásticas – Resistente a sustancias químicas - Prueba de inmersión.
  - ISO-5752-14. Dimensionamiento de válvulas de mariposa.
  - ISO-7005-2. Bridas de unión para válvulas.

#### III.3.12. Códigos y Estándares NACE.

- MR-01-75. Requisitos de materiales. Materiales para válvulas, para proporcionar resistencia al agrietamiento por tensión con sulfuro.
- RP-01-69. Sistemas de control de corrosión externa en tuberías metálicas sumergidas o enterradas.

#### III.3.13. Código y Estándares DIN.

Publicadas en Alemania y de uso en casi toda Europa, actualmente más de 7000 estándares DIN están disponibles en traducción al inglés, preparada y corregida por el mismo organismo.

- DIN HANDBOOK HDBK401. Estándares de calidad de hierro y acero 1: General.
- DIN HANDBOOK HDBK403. Estándares de calidad de hierro y acero 3: Tuberías y recipientes a presión.
- DIN HANDBOOK HDBK405. Estándares de calidad de hierro y acero 5: Aceros inoxidables y otras aleaciones de alto grado.
- DIN HANDBOOK 28, 14254. Estándares de dimensiones para hierro y acero.
- DIN HANDBOOK 10, 13413. Ingeniería mecánica: Dimensiones estándar para tornillos y pernos.

- DIN HANDBOOK 55, 14773. Estándar para condiciones técnicas de entrega en pernos, tornillos, tuercas y arandelas.
- DIN HANDBOOK 140, 14819. Dimensiones estándar para tuercas y accesorios en montaje de pernos y tornillos.
- DIN HANDBOOK 15, 14899. Tuberías de acero 1: Estándar de dimensiones y condiciones técnicas de entrega.
- DIN HANDBOOK 141, 13697. Tuberías de acero 2: Estándar para usar en el diseño y construcción de tuberías de trabajo.
- DIN HANDBOOK 142, 13834. Tuberías de acero 3: Estándar para accesorios y pruebas.
- DIN 2576-ND-10. Dimensiones de bridas.
- DIN 16961. Tuberías y accesorios termoplásticos.

#### III.3.14. Códigos y Estándares PPI.

PPI (Plastic Pipe Institute) o Instituto de Tubería Plástica publica lo siguiente:

- PPI Handbook de tubería de polietileno.
- Bases de Ingeniería de tuberías de Plástico.
- Manual de tuberías de plástico.

Adicionalmente se publican reportes técnicos, notas técnicas y recomendaciones con respecto al plástico.

#### III.3.15. Códigos y Estándares DIPRA.

La Asociación de Investigación de Tubería de Hierro Dúctil emite las siguientes publicaciones.

- Libro comparativo de materiales para tubería.
- Características y aplicaciones de tubería de hierro dúctil.
- Diseño de soportes para tubería de hierro dúctil.
- Tubería de hierro dúctil para aguas residuales.
- Guía de instalación para tubería de hierro dúctil.

#### III.3.16. Códigos y Estándares UNE.

AENOR (Asociación Española de Normalización Y Certificación), organismo español de normalización encargado de la publicación de normas. UNE es una especificación técnica de aplicación repetitiva cuya observancia no es obligatoria.

- UNE 19001. Tuberías, cuadro sinóptico.
- UNE 19002. Tuberías, presión nominal, de trabajo y de prueba.

- 
- UNE 19003. Tuberías, diámetros nominales.
  - UNE 19009. Uniones roscadas para tubos con juntas de estanqueidad.
  - UNE 19020. Bridas de hierro fundido.
  - UNE 19025. Tubos y accesorios de fundición gris para agua pluvial y residual, extremos planos sin enchufes.
  - UNE 19159. Bridas, arreglo de orificios para tornillos.
  - UNE 19171. Bridas de hierro fundido.
  - UNE 19182. Bridas de acero fundido.
  - UNE 19261. Bridas soldadas a tope.
  - UNE-EN 1452-2. Sistemas de tuberías plásticas para conducción de agua.
  - UNE-EN ISO 15494. Sistemas de tuberías de polibutileno, polietileno y polipropileno, para aplicaciones industriales; especificaciones de componentes y sistema.
  - UNE-EN ISO 15493. Sistemas de tuberías ABS, PVC no plastificado y CPVC para aplicaciones industriales.
  - UNE 36011. Aceros al carbón finos.
  - UNE 36012. Aceros aleados de gran resistencia.
  - UNE 36072. Aceros aleados.

### III.3.17. Códigos y Estándares CSA.

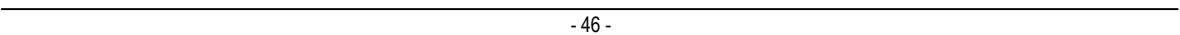
La CSA (Asociación Canadiense de Estándares) edita las siguientes publicaciones.

- CSA B-51. Código de tuberías de presión, recipientes y calderas.
- CSA Z169. Sistemas de tuberías a presión de aluminio.
- CSA Z662. Sistemas de tuberías para petróleo y gas.
- CSA B53. Identificación de sistemas de tuberías.
- CSA B63. Tuberías de acero con y sin costura.
- CSA B137.3. Tubería rígida de PVC.
- CSA B137.4. Tuberías de polietileno para servicio de gas.
- CSA Z245.1. Tuberías de acero.
- CSA Z245.11. Accesorios de acero.
- CSA Z245.12. Bridas de acero.
- CSA Z245.15. Válvulas de acero.
- CSA Z245.21. Recubrimiento externo de polietileno para tuberías.
- CSA Z245.200. Recubrimiento externo a base de resinas epóxicas en tuberías de acero.



**CAPÍTULO IV**  
**DESCRIPCIÓN DE UN SISTEMA DE TUBERÍAS.**

**"SIEMPRE SE TIENE TIEMPO SUFICIENTE CUANDO SE EMPLEA COMO ES DEBIDO"**



---

---

## CAPÍTULO IV

### DESCRIPCIÓN DE UN SISTEMA DE TUBERÍAS

Un sistema de tuberías es una red compuesta de tubos, uniones, bridas, válvulas, dispositivos de alivio, así como otros componentes sometidos a presión interna como juntas de expansión, mangueras, filtros, etc., que sirven para manejar, conducir, distribuir, mezclar, separar, descargar, medir, controlar y transmitir presión. También incluye soportes y otras unidades de equipo necesarias para evitar sobreesfuerzos. No incluye estructuras de soporte tales como marcos, “racks”, mochetas y edificios.

#### IV.1. CLASIFICACIÓN DE SISTEMAS DE TUBERÍAS.

Se puede proponer una clasificación obedeciendo principalmente a su uso en planta, la tubería principal es aquella que agrupa el mayor número de sistemas y se clasifica como:

- a) De proceso: Tuberías de interconexión a equipos de proceso; de carga a plantas que llegarán a los límites de batería y usualmente en su recorrido conectarán a equipos; tuberías de productos con recorridos desde recipientes, cambiadores de calor o desde bombas a algún otro equipo mecánico hasta los límites de batería para su conducción a las zonas de almacenamiento o su conexión a cabezales.
- b) Tuberías de desfogue: Tuberías individuales o cabezales de alivio, de purga y colectoras de drenaje, con descarga a separadores, quemadores o algún punto en los límites de la planta.
- c) Tuberías de servicios auxiliares: Tuberías de vapor, condensado, aire de planta y de instrumentos, agua para servicio y contra incendio, que funcionan como cabezales generales para la distribución de servicios a toda la planta.
- d) Tuberías de instrumentos: Tuberías de transmisión de señales neumáticas o electrónicas para registro y/o control. Usadas para conectar instrumentos en tuberías principales o equipos, no incluyendo los que están permanentemente cerrados y llenos con algún fluido.

#### IV.2. DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DE UN SISTEMA DE TUBERÍAS.

##### IV. 2.1. Tubo (según el ANSI B16.10).

Se define como un cilindro regular, hueco, de pared uniforme y resistente, fabricado de varios materiales y con diferentes dimensiones, de las cuales el diámetro en pulgadas enteras es la dimensión nominal a la cual le corresponden varios espesores de pared o cédula. Pueden ser fabricados con o sin costura, el proceso sin costura elimina el cordón de soldadura que siempre ha sido considerado como una debilidad potencial pero en general es más caro y es fabricado

mediante un proceso de trabajo en caliente del acero, si es necesario puede ser terminado en frío para producir la forma, dimensiones y propiedades deseadas.

#### IV.2.1.a. Procesos de Fabricación de Tuberías sin Costura.

Proceso de rolado.- Consiste en pasadas sucesivas de una placa metálica entre dos rodillos para laminar. Conforme el metal se comprime entre ellos se alarga, ya que se le aplica presión de apriete y de arrastre. La operación se lleva a cabo de manera automática, mediante un manipulador de tres ejes, la roladora permite hasta cuatro operaciones sucesivas de laminado, garantizando la progresividad de deformación plástica hasta obtener la preforma deseada. Entre los rodillos se fija un punto o mandril que ayuda en el perforado y controla el diámetro, el proceso generalmente se realiza en caliente.

Proceso de extrusión.- Extruir quiere decir empujar hacia afuera un material a través de una abertura o dado adquiriendo la forma de éste, no sin algunas deformaciones que hacen complicado el proceso. Si el material es muy duro se calienta y es forzado a pasar a través del orificio moldeador (troquel), en caso de que no sea así se le aplica una presión suficiente para ser deformado. El proceso se efectúa en prensas verticales utilizando una matriz de diámetro correspondiente al diámetro exterior y, en el vástago de la prensa, un troquel de diámetro similar al diámetro interior del tubo.

Forja.- Es el formado del metal, principalmente en caliente, por aplicaciones individuales e intermitentes de presión. El proceso puede trabajar metal comprimiendo su sección transversal y haciéndolo más largo, apretándolo en sentido longitudinal y aumentando su sección transversal o en la parte interna y conformándolo a una cavidad. Existen diferentes medios para dar los golpes de presión como forja con martinete operado con vapor o aire, en prensa y con rodillos en diferentes arreglos.

Para éstos tres procesos, dependiendo del metal que se maneje y si en las características deseables del producto final se requiere de un acabado especial, control dimensional y facilidad de maquinado, se realiza un **estirado en frío**. Cuando esto ocurre la tubería se deberá tratar térmicamente para posteriormente pasar por un enderezado.

#### IV.2.1.b. Procesos de Fabricación de Tuberías con Costura.

La fabricación de la tubería con costura se realiza por medio del rolado de placa para obtener la forma cilíndrica, usándose varios arreglos de rodillos que pueden ser de dos rodillos, tres rodillos



tipo tenazas o tipo piramidal, etc., eso dependerá de la industria que lo elabore y el proceso más conveniente para la misma. Para la soldadura se tienen diferentes métodos como son:

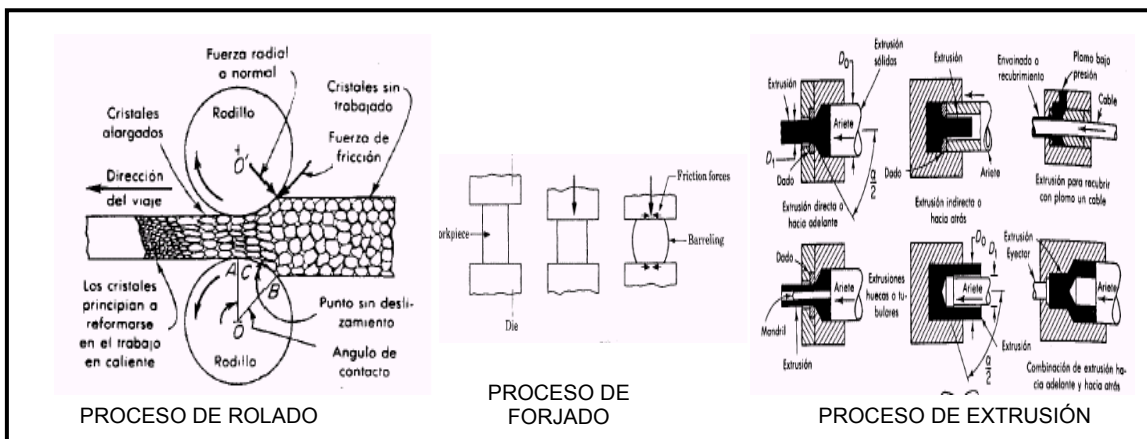


Figura 2. Procesos de fabricación de tuberías sin costura.

- Tubos soldados por resistencia eléctrica (“electric-resistance-welded pipe”). Los tubos se producen en tramos individuales o en forma continua, utilizando placa en rollo para cortar en tramos individuales. Tienen una junta longitudinal a tope donde se produce la coalescencia por presión y calentamiento que origina la resistencia del tubo al flujo de la corriente eléctrica en el circuito del que forma parte.
- Tubos soldados a traslape en horno (“furnace lap – welded pipe”). Los tubos tienen una junta longitudinal a traslape hecha por el procedimiento de soldadura forjada, donde la coalescencia se produce por calentamiento del tubo preformado a una temperatura propia, soldando por compresión al pasarlo por un mandril colocado entre dos rodillos.
- Tubos soldados a tope en horno (“furnace butt – welded pipe”). De dos tipos; uno de ellos conocido como soldado en campana (welded bell), donde los tubos se producen en tramos individuales hechos con placa cortada en tiras, con una junta longitudinal a tope, soldada por presión mecánica, aplicada al extraer la placa de un horno de calentamiento y pasarla por un dado cónico, conocido como campana de soldar, para dar forma y soldar. El otro tipo son los llamados continuos que son tubos de producción prolongada con placa en rollo, los tubos se cortan en tramos individuales, tienen una junta longitudinal a tope, soldada en un proceso de forja por presión mecánica de rodillos, después de dar a la placa caliente forma tubular pasando por un juego de rodillos en banda.
- Tubos soldados por fusión eléctrica (“electric – fusion welded pipe”). Tienen una junta longitudinal a tope, donde la coalescencia se produce por soldadura de arco eléctrico de aplicación manual o automática sobre el tubo preformado. La soldadura puede ser simple o doble y puede hacerse con o sin metal de aporte.

- e) Tubos soldados por centelleo de arco eléctrico (“electric flash – welded pipe”). Son tubos fabricados con junta longitudinal a tope, donde la coalescencia en la unión se produce simultáneamente en toda la extensión de las superficies a tope, debido al calentamiento que se obtiene por la resistencia al paso de la corriente y por la aplicación de presión después de efectuar el calentamiento. El chisporroteo y recalcado se acompañan por la expulsión del metal en la junta, no existiendo metal de aporte.
- f) Tubos en espiral soldados (“spiral welded pipe”). Son tubos que tienen una costura helicoidal a tope, traslape o engargolado, soldada ya sea por resistencia o fusión eléctrica o por arco sumergido de doble paso.

Posterior al proceso de rolado, formado y soldado de la tubería con costura, se procede a un enderezado de la pieza aplicando fuerzas generalmente con rodillos para lograr esfuerzos más allá del límite elástico del material, después se realiza una prueba de Eddy Current que es una prueba electrónica mediante corrientes para eliminar defectos muy pequeños como grietas de soldadura, irregularidad en espesor, fisuras, etc. Lo anterior lo vemos representado en la **figura 3 “Proceso de fabricación de tuberías con costura”**.

#### IV.2.2. Conexiones y Accesorios de Tuberías.

Los accesorios son todos aquellos elementos presentes en un sistema de tuberías a excepción del tubo y de los equipos y maquinas; las conexiones son todas las piezas utilizadas para unir tramos rectos de tubo, proporcionar giros a distintos ángulos, crear ramales, cambios de diámetro, etc.

##### IV.2.2.a. Conexiones Comunes.

Cople.- Conexión para unir dos tramos de tubo, de fabricación estándar, con extremos de rosca o enchufe para soldar. El medio cople cuenta con rosca en un extremo y se usa en ramales.

Niple.- Tramo de tubo de no más de 30 cm de largo, con uno o dos extremos para soldar o roscados, pudiendo surgir diversas combinaciones. Al roscar se tiene pérdida de material que puede ocasionar una ruptura por lo que la cédula deberá estar sobrada.

Tee.- Elemento de tubería en forma de “T” que sirve para instalar una derivación en la tubería principal, también conocida como tee recta. Sus tamaños van desde ¼” hasta 72” de diámetro.

Suaje.- Conexión forjada cuya función es reducir diámetros siempre que el diámetro mayor no exceda de 2”, está fuera de estándar ya que es una pieza prefabricada. El suaje excéntrico tiene cara plana la cual sirve para mantener el mismo nivel de los diámetros de las tuberías, el

concéntrico es aquel en el cual el centro de ambos tramos de tuberías a unir coincide. Sus extremos son biselados.

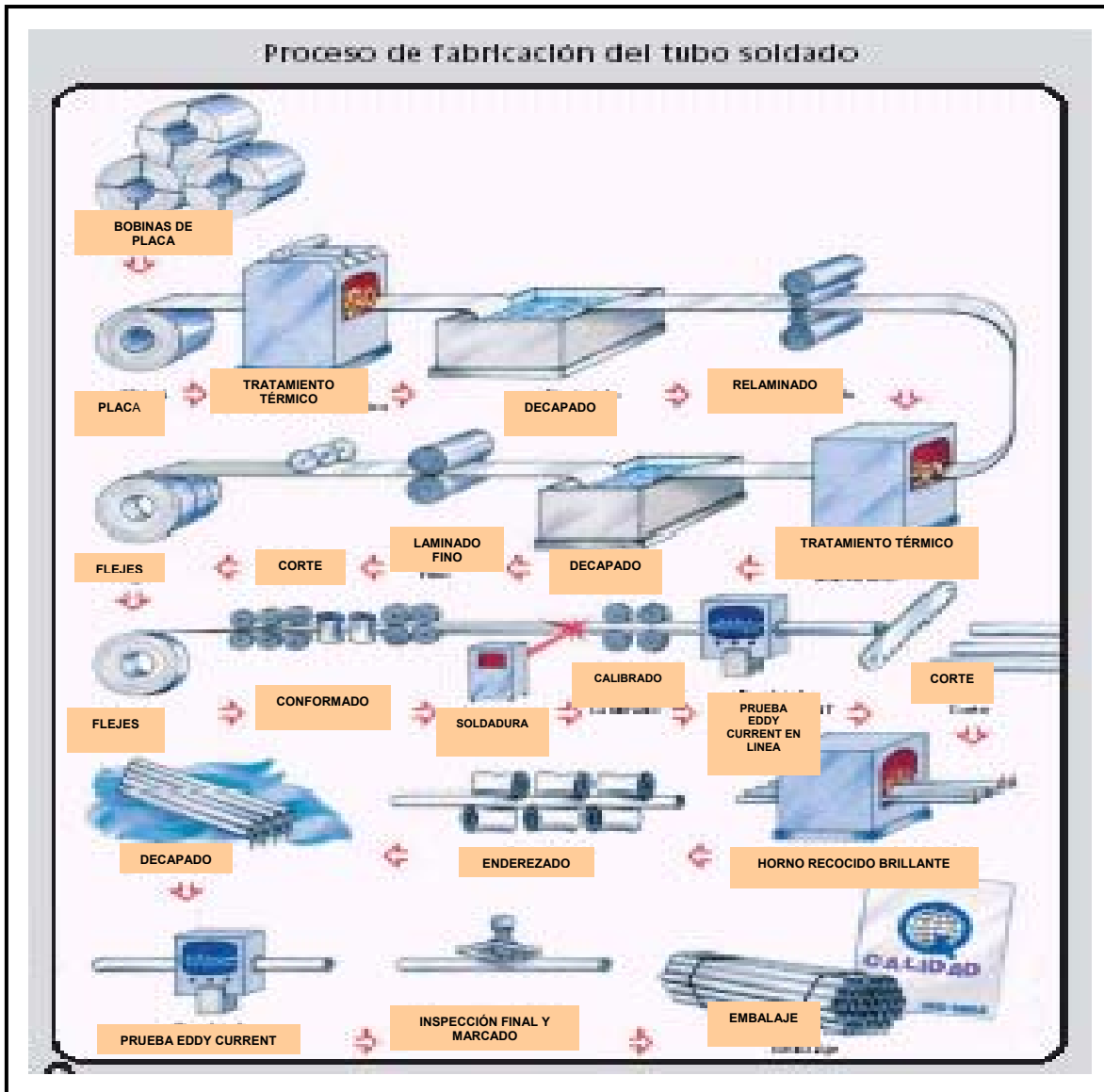


Figura 3. Proceso de fabricación de tuberías con costura.

Reducción.- Conexión utilizada en tuberías de 2" y mayores, generalmente de extremos biselados, al igual que el suaje hay excéntrica y concéntrica, con las mismas características. La reducción excéntrica se usa en arreglo de bombas para evitar bolsas de aire en la succión y que no cavite.

Codo.- Conexión forjada prefabricada de 45°, 90° y 180°, con extremos soldables, roscados o caja para soldar, su aplicación facilita cualquier cambio de dirección en el sistema. Por su radio, que es la dimensión que va de su vértice hasta uno de sus arcos, pueden clasificarse en codos de radio

corto o largo, codo reductor, mitrado (a gajos), dobles de 3, 4 o 5 diámetros, de retorno y extralargo. En el mercado se manejan desde ¼" hasta 120" de diámetro.

Tuerca unión.- Conexión para diámetros menores la cual tiene una aplicación restringida en varias especificaciones por ser una conexión roscada, su uso facilita la unión de equipos o cierra circuitos, evitando desmantelamiento mayor en operaciones de mantenimiento o sustitución.

Reducción bushing.- Conexión roscada interior y exteriormente. Su aplicación es la de conectar tubería roscada de diferente diámetro.

Inserto reductor o soldable (socket weld).- Conexión generalmente para ser soldada con el objeto de ser insertado en los extremos de conexiones de diámetros menores.

Tapón cachucha.- Conexión utilizada al final de un tramo de tubería para obstruir el flujo, con extremos biselados para soldar al término de un cabezal o roscados. Usado en diámetros menores.

Tapón macho.- Cuenta con rosca tipo macho, una de sus funciones es taponar en sistemas donde se requiere seguridad por escurrimientos, de alta presión o con fluidos difíciles de contener principalmente en venteo y drenajes para pruebas hidrostáticas, por lo cual se requiere usar cordones de soldadura después del roscado.

Silleta.- Conexión utilizada para reforzar ramales evitando rupturas por momentos y esfuerzos entre el cabezal y el ramal.

Casquillo (stub end).- Conexión de acero inoxidable con un extremo biselado y otro abocinado que sirve para unir tubería con una brida loca, usado por economía en el uso de materiales y sólo si es un sistema de baja presión; existen de tipo corto y largo lo cual depende de la longitud total.

Weldolet.- Conexión soldable biselada por sus extremos, su función principal es la de reforzar un ramal donde existe riesgo de ruptura por momentos y esfuerzos entre el cabezal y el ramal, siendo en el ramal de diámetro mucho menor el que puede sufrir esos momentos.

Threadolet.- Conexión con extremo soldable biselada y roscado en el extremo de diámetro menor, su función principal es la de reforzar un ramal evitando ruptura por momentos y esfuerzos entre el cabezal y el ramal.

Nipolet.- Conexión soldable con extremos biselados, su función principal es reforzar un ramal evitando ruptura por momentos y esfuerzos entre el cabezal y el ramal.

Socket.- Accesorio para conexión a ramal con un extremo para inserción y soldado del ramal, y otro para unir al cabezal mediante soldadura; su función es reforzar un ramal evitando ruptura por momentos y esfuerzos entre el cabezal y el ramal.

#### IV.2.2.b. Tipos de Extremos en Válvulas, Conexiones y Tuberías.

Extremos roscados.- Se usan básicamente en diámetros menores a 1 ½", en tubería, conexiones y válvulas. Empleados en servicios moderados de temperatura y presión y para fluidos no corrosivos, en válvulas es común usar roscas tipo hembra. Son de menor costo, pero difíciles de sellar, además de que las roscas están sujetas a corrosión siendo casi imposible desmantelarlas.

Extremos inserto soldable (socket-weld).- En general los extremos soldados son los que ofrecen mayor hermeticidad al sistema. Usados en diámetros menores a 1 ½", en válvulas y conexiones, para servicios severos de temperatura y presión donde el peligro de fuga debe ser eliminado y cuando el desmantelamiento no sea frecuente.

Extremos planos o lisos.- Se emplean únicamente en tubería para conectar a válvulas y/o conexiones con extremos inserto soldable, en diámetros menores a 1 ½".

Extremos biselados o soldable a tope.- Son los de mayor hermeticidad, utilizados normalmente en tubería y conexiones de 2" de diámetro y mayores, en válvulas su uso no es muy común, recomendados para presiones y temperaturas altas y cuando el desmantelamiento no es frecuente. En ocasiones se utiliza soldadura en tamaños pequeños para evitar la cavidad en la conexión de soldadura de inserto.

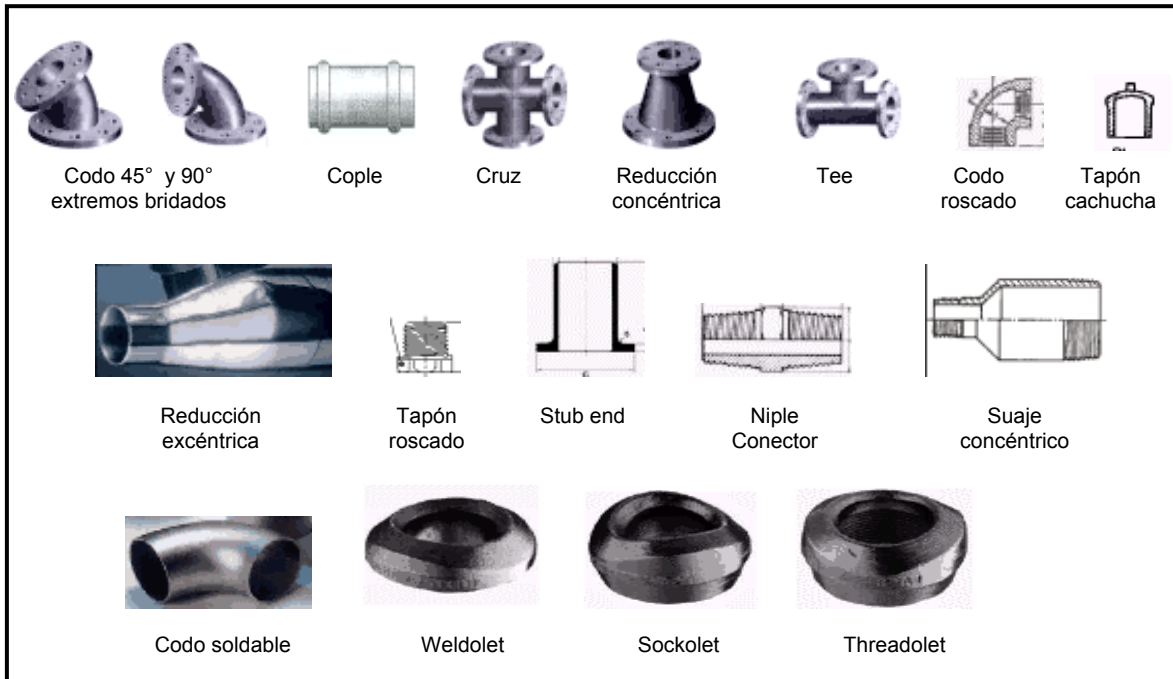
Extremos bridados.- Usados normalmente en válvulas de 2" de diámetro y mayores, en conexiones que requieren continuo desmantelamiento, para conectar equipos y donde no es posible usar conexiones soldables por el tipo de material.

Extremos de campana y espiga.- Éste tipo de extremo es común emplearlo en sistemas como drenajes, conducción de agua, etc., en condiciones moderadas de temperatura y presión, donde la tubería esta sujeta a movimiento y deflexiones o que se encuentran bajo el nivel de piso. Se usa un acoplamiento mecánico, que permite que los elementos a ensamblar permanezcan unidos.

#### IV.2.2.c. Bridas.

Una brida es un accesorio que establece la unión de válvulas, equipos y tuberías, con dos de éstos elementos, además de un empaque o dispositivo que sirve para evitar fugas y una cantidad

necesaria de tornillos para completarla. La ventaja de las uniones bridadas radica en que permite el rápido montaje y desmontaje de equipos o cuando los elementos a unir no pueden ser soldados en el lugar donde se encuentran instalados. Las bridas estándar de acero forjado se clasifican según la ASA (America Standard Association) como clase 150, 300, 400, 600, 900, 1500 y 2500lbs. Estas cantidades indican el valor de la presión que resiste, por ejemplo la brida de 150lbs es apropiada para trabajar a 150 lb/in<sup>2</sup> manométricas y 500°F (260°C). Se fabrican para todos los tamaños nominales de tubos y en diferentes tipos.



**Figura 4. Conexiones.**

**Brida Roscada (Screwed Threaded).**- Se une a la tubería por medio de rosca con el fin de conectar un accesorio o equipo bridado y no necesita soldadura, útil cuando el uso de ésta es peligroso. Usada en servicios con presión y temperatura moderada y poca corrosión. No adecuada para servicios que impliquen fatigas térmicas, ni en condiciones cíclicas donde puede haber fuga a través de las cuerdas, si eso sucede se emplea soldadura de sello que no es muy recomendable.

**Deslizable o Corrediza (Slip-on).**- Preferidas sobre las de cuello soldable por su menor costo, menor precisión requerida al cortar los tubos y mayor facilidad al ensamblar. Para su instalación se desliza la brida hacia los dos extremos de la tubería y se hace una soldadura interior y otra exterior. La resistencia bajo presión interior y la vida en condiciones de fatiga es menor que para una de cuello. Se encuentra en el mercado con cara plana, cara realzada, borde y ranura, macho y hembra y de orificio. Recomendada para servicios moderados y cuando se requiere montaje fácil.

---

De Cuello Soldable (Welding Neck).- La brida termina en un cubo cónico que coincide con la tubería a la cual se une por soldadura, por esa razón debe especificarse su cédula que debe coincidir con la tubería. Utilizada con el fin de minimizar el número de soldaduras en pequeñas piezas, a la vez que contribuye a contrarrestar la corrosión en la junta. Se recomienda para condiciones de servicio severas, así como para el manejo de líquidos explosivos, inflamables o costosos, donde la pérdida de ajuste o falla puede traer desastrosas consecuencias.

De Traslape (Lapped Joint).- Conocida como brida loca, usada con casquillo (stub end) el cual se une al extremo de una tubería con un cordón de soldadura, en sistemas que requieren desmantelamiento frecuente y en tubería de acero inoxidable o aleación que admitan por economía bridas locas de acero al carbón. Recomendada para diámetros grandes, en los que la posibilidad de girar la brida es importante ya que no es necesario nivelar los orificios para colocar tornillos. Se debe evitar en condiciones que impliquen fatigas de flexión, aunque en pruebas realizadas se ha observado que la falla por fatiga ocurre en la tubería o en la soldadura sumamente débil.

Inserto Soldable (Socket Weld).- Utilizada para diámetros pequeños, tiene dos diámetros interiores escalonados, uno de orificio de conducción igual al diámetro interior del tubo al cual se conecta y otro un poco mayor que el diámetro exterior del tubo, su unión se hace por soldadura en el exterior del tubo, usada en servicios de alta presión y temperatura y cuando se requiere estanqueidad.

Ciega (Blind Flange).- Placa circular que obtura el flujo, se usa principalmente en válvulas, boquillas, cabezales y conexiones futuras. Se une mediante tornillos, colocada conjuntamente con otro tipo de brida de igual cara, diámetro y resistencia; en sistemas de acero inoxidable y si el fluido es corrosivo se requiere sólo adicionar una placa de ese material que estará en contacto con el fluido mientras que la brida será de acero al carbón abatiendo costos. La temperatura suele ser un factor de servicio, sobre todo si se llega a tener golpe de ariete repetido.

De Orificio (Orifice Flange).- Básicamente igual a la brida de cuello soldable, deslizante y roscada excepto que la de orificio tiene una conexión roscada o de inserto soldable perpendicular al flujo, para conectar el dispositivo de conexión, además de contar con agujeros radiales en el anillo de la brida para pernos adicionales que actúan como tornillos de gato hidráulico facilitando la separación para la inspección o reemplazo de la placa de orificio.

El tipo de cara en bridas está determinado por el grado de sellado que se requiere en la junta, a continuación se mencionan:

Cara Plana.- De diseño similar a las bridas de cara realzada excepto por la falta de realce que es eliminado por un procedimiento mecánico. Normalmente usada en conexiones y válvulas bridadas de hierro fundido para 125lbs y 250lbs evitando una ruptura por el torque derivado del movimiento.

Cara Realzada.- Es el tipo más común y de mayor uso, ambas bridas a unir son idénticas, teniendo un realce de 1/16" para 150lbs y 300lbs y un realce de 1/4" para las demás, la junta a utilizar es de anchura inferior al realce, se emplea en servicios con condiciones moderadas de servicio.



Figura 5. Tipos de bridas comerciales.

Cara tipo Anillo.- Usada en trabajos de alta presión, los extremos de los tubos a unir se maquinan a forma cóncava y se coloca entre ellos un anillo convexo que generalmente es del mismo material, las bridas se atornillan en cada una de las secciones del tubo haciendo una fuerza de compresión entre las dos piezas y el anillo convexo, hay una rosca gruesa entre el tubo y la brida, de tal manera que la brida no queda muy ajustada sobre el tubo.

Cara tipo Macho y Hembra.- De uso en bridas de cualquier tamaño, utilizando juntas metálicas debido a la gran compresión a la que puede ser sometida. Usada en servicios especiales en donde se requiere retener el empaque aunque su uso no es muy frecuente, uno de sus principales problemas es su almacenamiento ya que ocupan un gran espacio al ser colocadas en parejas.

Cara tipo Ranura y Empaque.- De uso también en bridas de cualquier tamaño, el fluido no entra en contacto directo con la junta. Usada en servicios especiales en donde se requiere una gran retención del empaque o junta y también eliminar el contacto con fluidos corrosivos.

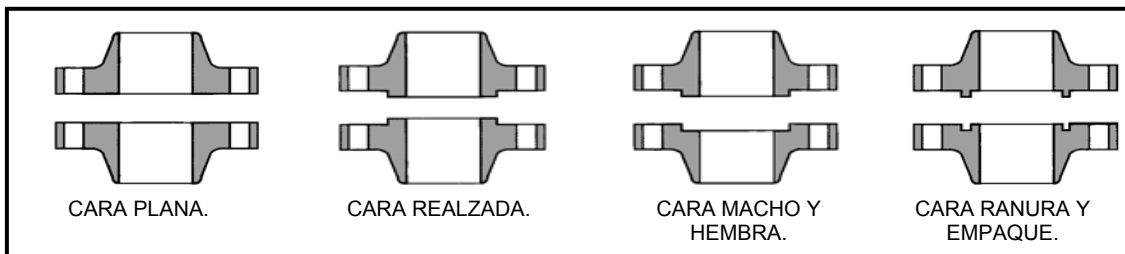


Figura 6. Tipos de caras en bridas.



## IV.2.2.d. Juntas o Empaques.

Al transportar fluidos peligrosos por medio de tuberías se debe seguir una serie de medidas preventivas para evitar fugas, tales como procurar que las conexiones sean mínimas y los tramos de tuberías, cuando estén soldados, sean lo más largo posible, pero a pesar de ello siempre habrá una serie de puntos de unión donde se debe asegurar un sello suficiente para impedir que el fluido peligroso escape diluyéndose en el aire y evitar que penetre en las instalaciones. Lo anterior se puede lograr dando un acabado muy fino tipo espejo a la unión entre bridas, lo cual es muy costoso, recurriendo así al empaque o junta. La presión de contacto deforma al empaque que fluye entre las imperfecciones superficiales logrando un sellado al paso de los fluidos, el sellado es estático pues entre superficies no hay movimiento relativo. La junta o empaque se emplea como envolvente externo, evita la corrosión en tornillos, tuercas y la propia brida, así como la proyección de líquidos peligrosos. Es muy importante respetar la sustitución de éstos elementos, cuando sea necesario, por otros nuevos en operaciones de mantenimiento correctivo o programado.

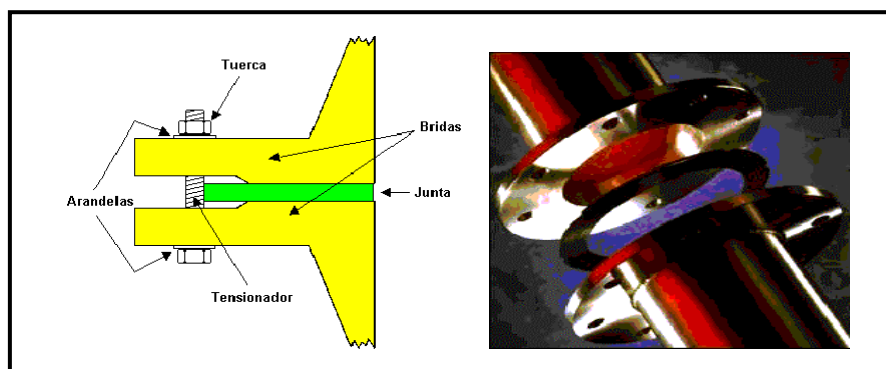


Figura 7. Sistema brida-junta.

Junta en espiral o espirometálica.- También conocida como semimetálica, es un sello estático con elasticidad natural que se conforma automáticamente a los diferentes cambios de condiciones de operación. Consiste en espiras laminadas y preformadas de metal con un material de relleno que dependerá de la aplicación a la que sea sometida. Hay con anillo interior y sin él, que evita el contacto directo del fluido con el elemento de sellado. Utilizada por su capacidad de recuperación para mantener el sellado, sobre todo en bridas planas y de cara realzada, en su fabricación se utilizan diversos materiales en el fleje y en el anillo centrado como acero al carbón e inoxidable, aleaciones de níquel, de aluminio y de titanio; en el caso del material de relleno se usa asbesto, teflón, cerámica, etc. El anillo metálico exterior centra la junta en posición correcta de la brida, le provee una resistencia extra para eliminar posible falla, sirve como calibrador a la compresión que va a sufrir la junta y previene posibilidades de destrucción de las espiras.

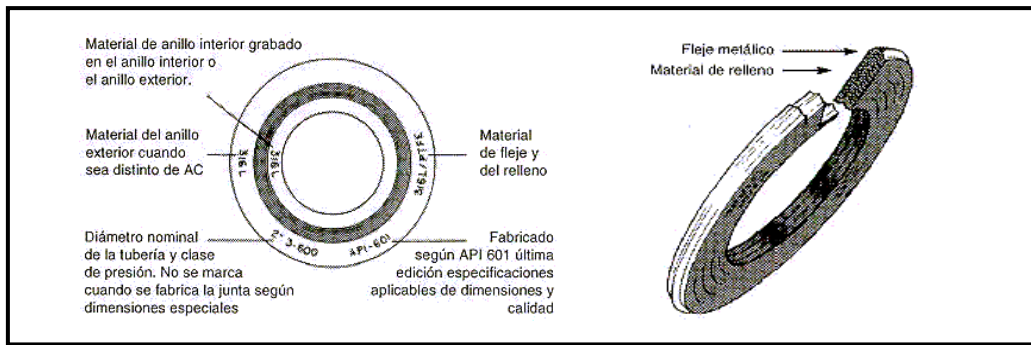


Figura 8. Juntas en espiral o espirometálicas.

**Juntas Planas.**- Utilizadas para servicios generales dentro de cualquier proceso, no cuentan con ninguna especificación y por lo tanto su uso es limitado, además de ser superadas por otras en varios aspectos. Su material de fabricación es de papel tejido o goma lo cual hace suponer que no ofrece gran resistencia a fluidos agresivos, soportando temperaturas hasta 120°C.

**Ring Joint (junta de anillo).**- Junta fabricada en su totalidad de materiales metálicos, inicialmente desarrolladas para trabajar en aplicaciones a la industria petroquímica, donde el manejo de temperatura y presión alta obliga al diseño de un sistema de sellado eficiente aunque implique un mayor costo. La presión interna generada por el mismo sistema expande el anillo y crea el autocierre, pueden ser ovaladas y octagonales siendo las últimas las de uso más frecuente.

**Juntas Enchaquetadas.**- Cuentan con una chaqueta metálica que envuelve el material de relleno y que sirve de protección frente a altas temperaturas y presiones, así como a la corrosión. De uso en equipos como intercambiadores de calor, bombas y válvulas. Sus propiedades de resistencia así como de recuperación son limitadas por lo cual se requiere de un alto torque en espárragos, además de un óptimo acabado superficial de la brida para obtener un sellado eficiente.

**Junta Estriada.**- Junta metálica con surcos marcados en ambas caras y muy fina. Requiere menor carga de compresión que la junta plana con mayor eficiencia, incluso reemplazándola.

**Junta no Metálica.**- Ideal en tuberías de vidrio o con caras muy rugosas. Fabricadas de asbesto o similar, de goma para bridas tipo macho y hembra en servicio de amoniaco o enfriamiento de cera, de cartón usadas en cajas de condensadores donde la temperatura y presión son bajas.

#### IV.2.2.e. Tornillos y Espárragos.

En recipientes a presión y atmosféricos, equipos dinámicos y sistemas de tuberías para servicios de baja y alta temperatura, que contienen juntas bridadas se requiere el uso de espárragos,

tornillos y tuercas. El más común es una modificación del tornillo máquina ordinario, de acero al carbón, con cabeza cuadrada o hexagonal o tuerca hexagonal, otro es el llamado espárrago o perno de dos filetes sin cabeza, que consiste en un perno totalmente roscado con dos tuercas hexagonales. El número de espárragos por junta, así como el diámetro de estos depende de la presión que soporta la unión, en ocasiones se recomienda usar tornillos de aleaciones de acero en lugar de acero al carbón, a fin de satisfacer los requisitos de esfuerzos que se presentan. Actualmente se tienen cuatro especificaciones de la ASTM para tornillos y espárragos de acero al carbón, veinte para aleaciones de acero y doce para tuercas.

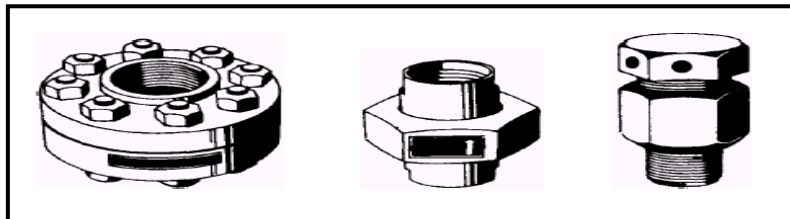


Figura 9. Tornillos y espárragos.

#### IV.2.3. Válvulas.

La válvula es de los accesorios más importante, puede representar alrededor del 22% del desembolso total en materiales y equipo (dato obtenido de "*Selección de válvulas para la IPQ, John T. Wier, Chemical Engineering Magazine, 1975*"). Se consiguen en una variedad ilimitada de materiales y diseños pero se simplifica el mantenimiento y almacenaje si se conserva el mínimo número de tipos. El avance en tecnología ha aumentado la capacidad de las plantas reflejándose en el tamaño y costo de las válvulas, por lo cual es muy importante el cuidado en su selección.

Las válvulas regulan y controlan el flujo, desde cero (totalmente cerrada) hasta flujo total (totalmente abierta), pasando por todas las posiciones intermedias; pueden prevenir la inversión de flujo, es decir, se cierran cuando el fluido cambia de sentido. Las válvulas usadas para regular el flujo, también conocidas como de bloqueo o cierre, es la de compuerta, tipo macho y de bola; para servicio de estrangulación se tienen las válvulas de globo, de mariposa, de diafragma y de compresión; para prevención de flujo inverso se utiliza la de retención o check. Existe otro tipo de válvula para alivio de presión que son las de relevo, de seguridad, de relevo y seguridad, su accionamiento es automático y por ello generalmente quedan fuera de una especificación de materiales de tuberías dejando esta tarea al área de instrumentación.

Como ya se dijo una de las funciones de las válvulas es oponer una restricción al flujo y, por lo tanto, siempre hay una caída de presión, de este factor dependerá en muchas ocasiones su selección considerando principalmente las pérdidas de energía que provocaría en el sistema así como la vida útil de la misma. En la industria petroquímica la mayoría de las válvulas instaladas

son de compuerta, seguidas de las macho, de globo y el porcentaje menor lo conforman válvulas de mariposa, retención, etc. En cuanto al tipo de extremo, las válvulas bridadas son las más utilizadas, cuando se requiere instalación firme y protección contra escurrimientos se emplean extremos soldados, cuando los tubos son pequeños los extremos suelen ser roscados o de caja para embutir.

#### IV.2.3.a. Válvula de Compuerta.

Utilizada en instalaciones donde es necesario que permanezca totalmente abierta o cerrada, por lo cual carece de un control preciso de flujo, instalada en sitios donde no es necesario accionarla frecuentemente, por consiguiente tiene un largo periodo de duración y no requiere muchos servicios de mantenimiento. Puede ser bridada o con extremos para soldar, diseñada para servicios múltiples como normal, condiciones severas de erosión, abrasión y altas temperaturas. No es recomendada para servicio de estrangulación porque la compuerta y el sello tienden a sufrir erosión rápida cuando restringen la circulación y producen turbulencia. Cuenta con una caída de presión muy pequeña por su poca resistencia al flujo, además de no tener cambios de dirección.

Su cierre y apertura se efectúa mediante un elemento disco vertical móvil llamado compuerta que se desliza en plano paralelo a los asientos cortando el flujo transversalmente. Se cierra por medio de un vástago roscado que recibe movimiento a través de un volante de mano, el prensaestopas o estopero es el método más común para sellar el vástago, tiene una brida en el collarín para oprimir la empaquetadura y evitar fugas, el bonete es el componente que cierra el sistema e impide fugas y los asientos alojan la compuerta cuando se cierra completamente. Se pueden encontrar desde 1/8" hasta 108", con un rango de temperatura de 184°C a 970°C y un rango de presión desde vacío hasta 10000psi. Los materiales más comunes para su fabricación son el acero al carbón e inoxidable, hierro fundido dúctil y bronce. La compuerta puede ser hecha del material del cuerpo o diferente pero recubierta con el mismo.

Las variantes en la compuerta son las siguientes:

- De cuña sólida: Utilizada para trabajos pesados, presiones y temperaturas altas, puede manejar cualquier fluido.
- De cuña flexible: Utilizada en sistemas con expansiones y contracciones térmicas, así como también en sistemas de vapor con demasiadas vibraciones.
- De cuña dividida: Usada para fluidos corrosivos, gases no condensables y cualquier otro tipo de fluido.
- Caras paralelas o disco doble: Utilizadas en líneas en donde se requiere el paso de instrumentos de limpieza como oleoductos o gasoductos, así como en válvulas de gran tamaño donde la presión del flujo contra la compuerta ayuda a tener un mejor cierre.

- Caras paralelas tipo expansión: También utilizada en oleoductos y gasoductos aunque provee un cierre perfecto sin ayuda de la presión del fluido.

El vástago tiene las siguientes variantes en su diseño.

- Vástago saliente rosca interior: El vástago nos dice la posición de la compuerta, utilizada en diámetros pequeños, no se recomienda con fluidos corrosivos, sólidos en suspensión y altas temperaturas, en áreas con espacio reducido y donde se pueda golpear.
- Vástago saliente rosca exterior con yugo: Existe con volante fijo al vástago que sube y baja con el mismo o vástago que se mueve verticalmente a través del volante fijo. En ambos el vástago no entra en contacto con el fluido por lo tanto no sufre corrosión, erosión, ni es afectado por sedimentación o incrustaciones. No se recomienda en lugares con poco espacio, donde se pueda golpear o de ambiente corrosivo.
- Vástago fijo rosca interior: Tiene menor costo que los anteriores, la operación del volante se puede hacer en espacio reducido y es recomendado para servicios subterráneos, o con atmósfera corrosiva; no se debe utilizar para fluidos con sólidos suspendidos y altas temperaturas.
- Vástago de apertura rápida: El vástago es liso y va conectado a una palanca consiguiendo una apertura y cierre instantáneo, no recomendado cuando haya riesgo de golpe de ariete.

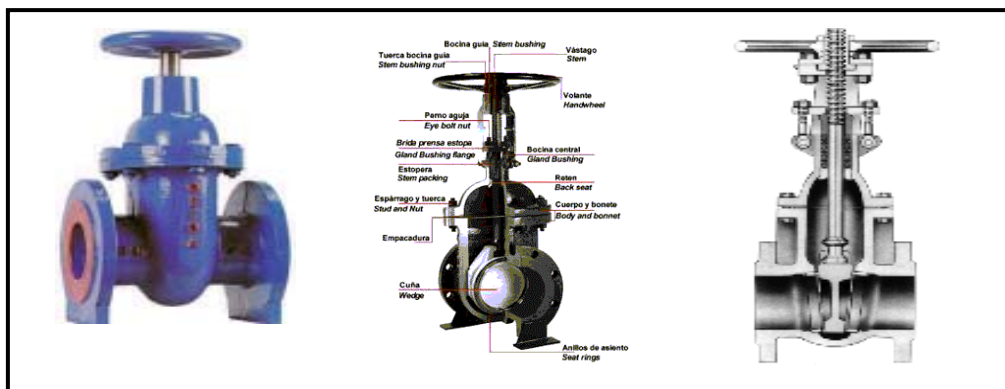


Figura 10. Válvula de compuerta.

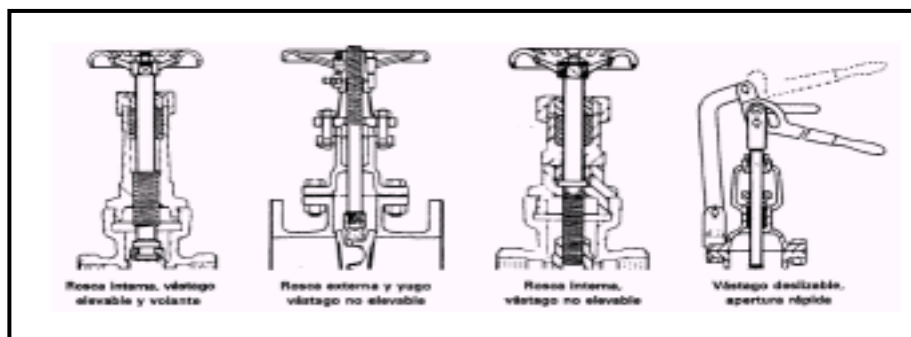


Figura 11. Tipos de vástagos de válvulas de compuerta.

El bonete cuenta con las siguientes variantes:

- Roscado: Utilizado en válvulas pequeñas y para trabajar con presiones y temperaturas bajas; no se debe utilizar en lugares con vibraciones fuertes.
- Roscado con tuerca unión: Permite desmontar con frecuencia el cuerpo de la válvula, sin dañar las superficies de contacto; proporciona rigidez y solidez para soportar presiones internas.
- Bridado: Adecuado para trabajar con presiones y temperaturas altas, empleado en válvulas de gran tamaño.
- Tipo U: Se desmonta con solo aflojar dos tuercas, usado cuando es necesario la inspección y limpieza frecuente de las partes internas de la válvula, recomendado para fluidos con sólidos suspendidos

El asiento se puede fabricar como parte del cuerpo, como anillos roscados, anillos soldados o colocados a presión; cuando no son parte del cuerpo pueden ser fabricados de un material diferente lo cual es de mucha utilidad para el manejo de fluidos corrosivos, el tipo roscado es considerado reemplazable con lo que se evita tener que sustituir toda la válvula.

#### IV.2.3.b. Válvula Tipo Macho.

Obtura, permite o cambia la dirección del flujo (machos de varias vías) y su cierre es hermético, utilizada para servicio de paso y cierre, se caracteriza porque el corte o cambio de dirección se efectúa mediante un elemento móvil, con uno o varios conductos y que gira sobre su eje de manera que éstos conductos quedan comunicados o incomunicados con los del cuerpo de la válvula. El cuerpo contiene el macho y los conductos de paso del fluido, el macho proporciona el cierre o la apertura y por la forma en que el cierre se da la válvula puede ser o no lubricada, la empaquetadura es el componente que completa el sistema a presión, el elemento elástico está constituido por una o varias piezas y su función es actuar como resorte que empuja al macho hacia el asiento, el vástago es con el cual se logra el giro del macho. Es fabricada de acero inoxidable o al carbón, hierro fundido, bronce, aluminio, latón, titanio y PVC; los asientos se pueden encontrar en teflón, Buna-N, nylon, neopreno, etc. Su tamaño va desde ¼" hasta 36", con un rango de temperaturas desde -46°C hasta 300°C y un rango de presión desde vacío hasta 10000psi.

- Macho Cilíndrico: De diseño simple en su construcción pero con costo alto ya que necesita un ajuste muy preciso entre el tapón y el asiento generalmente de elastómeros para lograr un bajo coeficiente de fricción al girar el tapón para abrir o cerrar. El modelo lubricado resuelve los problemas de la fricción, pero su uso está limitado a la compatibilidad química de la grasa y la atención que se debe poner a la lubricación. Puede ser de orificio circular que hace a la válvula de paso completo pero requiere un aumento en el tamaño de tapón

incrementando su costo, con una ligera caída de presión; de orificio rectangular más empleado por el aspecto económico, de paso completo abatiendo así un poco la caída de presión; u orificio rómbico que mejora la regulación del flujo pero aumenta su costo.

- Macho Cónico: La conicidad lo hace un cono fijador y no permite el giro, para lograrlo es necesaria una película de lubricante o bien un aditamento que suba el cono cuando gire y no forzar las superficies de contacto. En cuanto al tipo de orificio cuenta con los mismos del macho cilíndrico siendo el rectangular el más usado.
- Macho de varias vías: Cuenta con más orificios o vías de comunicación con los conductos de la válvula y puede tener más de dos conexiones con el sistema de tuberías, es decir, puede ser de pasos múltiples para dirigir o cerrar el flujo de una o más tuberías. Se puede usar para sustituir el uso de dos o más válvulas que funcionan en una sola tubería, así como para cambiar la dirección del flujo. Se tienen diversos arreglos como cuerpo de dos vías y tapón de dos vías, cuerpo de tres o cuatro vías y tapón de dos vías, cuerpo de tres o cuatro vías y tapón de tres vías, cuerpo de cuatro vías y tapón de cuatro vías.

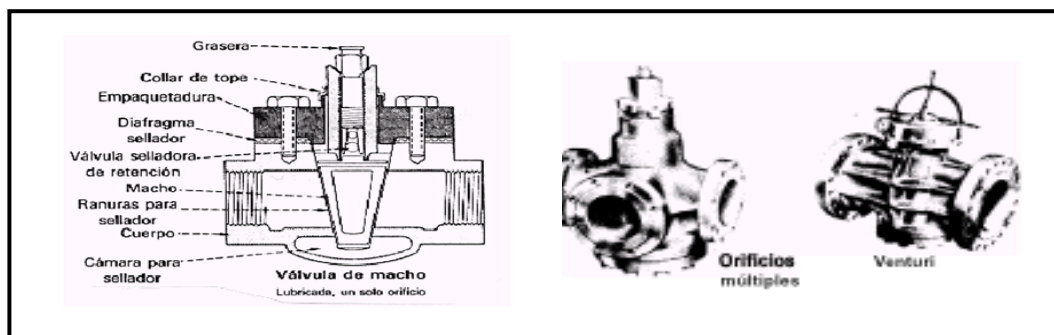


Figura 12. Válvula tipo macho.



Figura 13. Arreglos de válvula macho de varias vías.

#### IV.2.3.c. Válvula de Bola.

Para servicio de bloqueo y cierre positivo, recomendada para líquidos viscosos y fluidos inflamables, pastas aguadas, vapor, agua, aceite, gas y aire, adaptación de la válvula macho. Su diseño consiste en una bola pulida con un orificio que la atraviesa, montada sobre asientos resilientes que le proporcionan facilidad de giro y al mismo tiempo un sello hermético. El material resiliente contiene en su interior un arillo de metal que en caso de destrucción del material servirá como asiento para evitar fugas. Su posición es totalmente abierta o cerrada, cuando se abre el flujo

es rectilíneo y para cerrarla se gira la bola a 90°. La caída de presión que presenta será función directa del tipo de orificio que se utilice, puede ser circular que es el más usado haciéndola de paso completo pero aumentando el costo de la misma; rectangular muy poco usado ya que requiere de un gran tamaño del macho; rómbico o de venturi ideal para la regulación de flujo, por ello esta válvula puede tener también la función de estrangulación aunque no es muy deseable.

El cuerpo puede ser de entrada superior con la bola y los asientos en esta parte, si es dividido la bola y los asientos se instalan en los extremos que pueden ser soldados, con brida o roscados. Por ser una adaptación de las válvulas macho pueden también ser de orificios múltiples. Fabricada de diversos materiales tales como hierro fundido o dúctil, acero al carbón o inoxidable, latón, titanio, aleaciones resistentes a la corrosión e incluso materiales plásticos; para los asientos suele usarse teflón, nylon, Buna-N y neopreno.

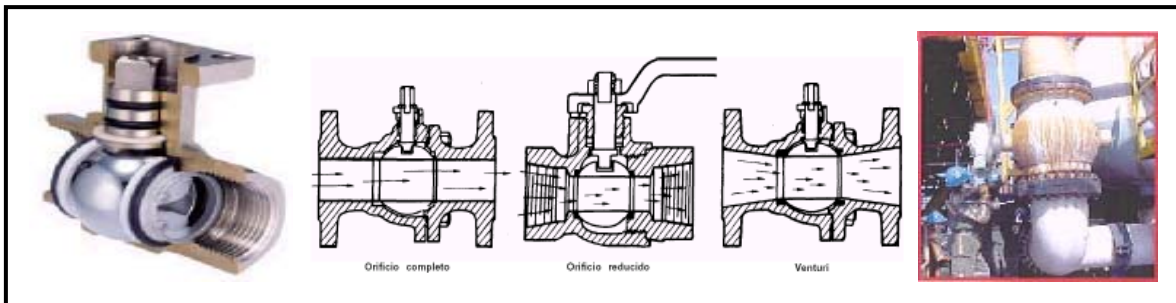


Figura 14. Válvula de bola.

#### IV.2.3.d. Válvula de Bola y Jaula.

Consta de un cuerpo con orificio de venturi y asiento de anillo, una bola para efectuar el cierre y una jaula, que produce obstrucción mínima al abrirse, con un vástago para mover la bola con relación al orificio. Al cerrar la bola asienta contra el orificio de salida, se sostiene por el empuje de la jaula y la presión corriente arriba en la tubería. La apertura en el asiento de válvula tiene forma de media luna que se agranda conforme la jaula levanta la bola, el flujo es casi lineal y permite la estrangulación. El orificio reduce la turbulencia y ofrece algunas ventajas al manejar líquidos que puedan producir cavitación. Como la bola esta dentro de la jaula, la válvula es muy resistente a las vibraciones y al desgaste.

#### IV.2.3.e. Válvula de Globo.

De uso poco frecuente, estrangulan o regulan el flujo mediante un elemento móvil que se aleja o acerca del asiento, que suele estar paralelo al flujo y en la misma dirección, además de contar con mínima erosión en los asientos y el disco. Debido al paso restringido y a los cambios de dirección



del fluido al pasar por la válvula, cuenta con una considerable caída de presión. El disco o macho tiene movimiento alternado dentro del cuerpo y se acopla con el asiento al cerrarlo. Se encuentran en tamaños de 1/8" hasta 24", con un rango de temperatura de  $-184^{\circ}\text{C}$  hasta  $830^{\circ}\text{C}$  y una presión desde vacío hasta 340psi.

#### IV.2.3.f. Válvula de Aguja.

Es una válvula de globo con machos cónicos similares a agujas que se ajustan con precisión en sus asientos. Al abrirlas el vástago gira y se mueva hacia fuera, se logra una estrangulación exacta debido al orificio variable que se forma entre el macho y el asiento, por lo anterior es usada en servicios donde esa característica es deseable sobre todo en instrumentos o sistemas hidráulicos, aunque no en altas temperaturas. En tamaños desde 1/8" hasta 2", para un rango de temperatura de  $-40^{\circ}\text{C}$  hasta  $260^{\circ}\text{C}$  y una presión de vacío hasta 680psi.

#### IV.2.3.g. Válvula de Ángulo.

Permite un flujo de caudal regular sin excesivas turbulencias, adecuada para disminuir la erosión. El fluido hace un giro, entra por el fondo, sigue hacia arriba a través del orificio y gira un ángulo de  $90^{\circ}$  para salir gracias a que cuenta con conexiones de entrada y salida en ángulo recto. Ofrece una caída de presión menor a las válvulas de globo convencionales. Puede sustituir el uso de un codo de  $90^{\circ}$ , controla fluidos que vaporizan o con sólidos suspendidos. Construidas de bronce, hierro fundido, acero al carbón o inoxidable, PVC y polipropileno. Hay en tamaños de 1/8" hasta 24", con un rango de temperatura de  $-184^{\circ}\text{C}$  hasta  $830^{\circ}\text{C}$  y una presión desde vacío hasta 340psi.

#### IV.2.3.h. Válvula tipo "Y".

Derivación de la válvula de globo, permite el paso rectilíneo y sin obstrucción igual que la válvula de compuerta pero ofreciendo una regulación al flujo como la de globo y con una caída de presión menor ya que el vástago y el asiento están a  $45^{\circ}$  de la tubería, aunque ocasiona un daño en éstos.

#### IV.2.3.i. Válvula de Cuerpo Partido.

Variación de la válvula de globo, de asiento simple teniendo el cuerpo partido en dos partes entre las cuales esta el asiento, lo que permite una fácil sustitución del mismo, empleada para fluidos viscosos y en la industria alimenticia.

## IV.2.3.j. Válvula de Mariposa.

Válvula que puede tener la función de cierre o bloqueo y de estrangulación, aunque es más utilizada para la última. Consiste en un disco giratorio, un eje y un cuerpo con empaquetaduras y cojinetes para sello y soporte. Son operadas por medio de una flecha o eje que acciona el disco haciéndolo girar a  $90^\circ$ , se abren totalmente quedando el disco en una posición paralela al flujo, para cerrarla se gira el disco en sentido contrario hasta llegar a su posición original perpendicular al flujo. Su caída de presión es muy pequeña ya que al estar totalmente abierta su diámetro es casi igual al de la tubería. Utilizada en servicios donde el fluido contiene gran cantidad de sólidos suspendidos ya que su diseño evita que se acumulen. Adecuadas para grandes volúmenes de gases o líquidos a bajas presiones, sencillas, pequeñas, de bajo peso y costo. Sus tamaños van de  $\frac{1}{4}$ " hasta 200", un rango de temperatura desde criogénica hasta  $1100^\circ\text{C}$  y un rango de presión desde vacío hasta 1700psi.

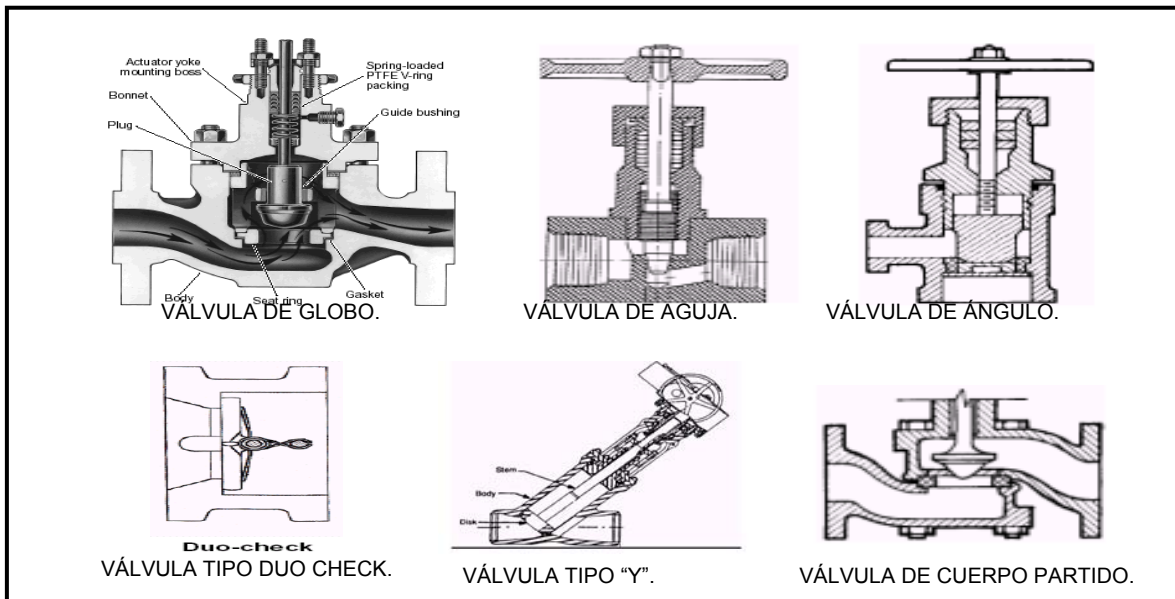


Figura 15. Válvula de globo y sus variantes.

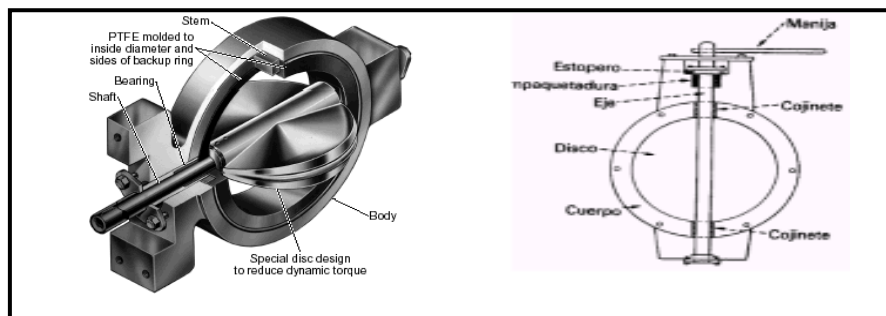


Figura 16. Válvula de mariposa.

## IV.2.3.k. Válvula de Diafragma.

Utilizada en servicio de corte y estrangulación, mediante una membrana deformable que al ser presionada corta el flujo transversalmente. Sus componentes son el cuerpo, bonete, diafragma y vástago. Aplicada en servicio de presión y temperatura baja, para manejo de pastas aguadas que podrían obstruir o corroer las piezas funcionales en otros tipos de válvulas. Su tamaño va de ½" hasta 20", en un rango de temperatura desde -50°C hasta 120°C y una presión de vacío hasta 200psi. Fabricadas de hierro fundido, acero al carbón e inoxidable, hierro dúctil y aleaciones resistentes a la corrosión. Si la corrosión es alta el cuerpo se reviste con elastómeros, plástico o vidrio. Los extremos pueden ser roscados, bridados o soldados a tope.

Al abrir la válvula se eleva el diafragma fuera de la trayectoria del flujo haciéndolo suave y sin obstrucciones, al cerrar el diafragma asienta con rigidez contra un vertedero o zona circular en el fondo de la válvula. El diafragma aísla el líquido del mecanismo de operación, por ello no requieren empaques. Debido a la restricción de flujo la caída de presión es relativamente alta. El material del diafragma limita sus condiciones de servicio, las presiones deben ser bajas para no ocasionar ruptura y grandes daños cuando se manejan productos químicos corrosivos.

El tipo sumidero o de Saunders proporciona las mejores características de estrangulación pero con rangos limitados, es de uso mayor debido a que el diafragma tiene un viraje corto para abrir o cerrar encontrándose así una mejor gama de materiales posibles para su uso, la caída de presión es similar a la de globo. El tipo "paso recto" proporciona una caída de presión mínima ya que tiene el mismo diámetro interior y conformación de la tubería, su principal limitante es la selección de materiales ya que, a diferencia del tipo sumidero, requiere un viraje mayor del diafragma para abrir o cerrar, además de que presión y temperatura no pueden ser muy altas.

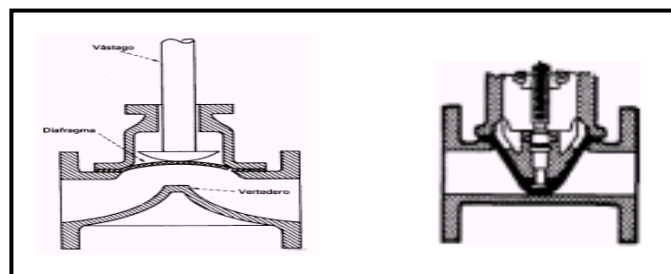


Figura 17. Válvula de diafragma tipo sumidero y de paso recto.

## IV.2.3.l. Válvula de Compresión.

Utilizada para servicio de regulación de flujo del 10% al 95% de su capacidad especificada. Tiene bajo costo de mantenimiento, poca caída de presión y es usada para servicios con temperaturas

moderadas y manejo de pastas aguadas. Dado que el líquido está aislado de las piezas metálicas mediante tubos de plástico o caucho, se pueden controlar muy bien los líquidos corrosivos. Su principio de funcionamiento es oprimir un tubo flexible con un mecanismo de compresión, el cual se puede accionar con un volante, una rueda de cadena o un actuador hidráulico. Los extremos pueden ser bridados y de abrazadera. Fabricada de caucho, neopreno, Buna-N, etc.

#### IV.2.3.m. Válvula de Retención o Check.

Evita retroceso del flujo mediante un elemento móvil que se aleja o se acerca del asiento. La presión del fluido circulante abre la válvula, mientras que el peso del mecanismo de retención y cualquier inversión en el flujo la cierran.

El tipo columpio también conocida como “de bisagra” se utiliza cuando la inversión de flujo no es frecuente, se abre con la presión de la tubería pues el flujo en sentido normal hará que el disco oscile y se separe del asiento, se cierra cuando se reduce la presión y llega a cero. Sus componentes principales son el cuerpo, el disco y la tapa, siendo el disco el encargado de impedir el retroceso de flujo. La tapa es roscada y atornillada con una junta al cuerpo. Fabricadas de bronce, hierro, hierro fundido, acero forjado o inoxidable y monel. Los extremos pueden ser de rosca, bridados o soldados. Su tamaño va de ¼” hasta 36”, en un rango de temperatura de -17°C hasta 682°C y una presión desde vacío hasta 2500psi.

La de tipo levantamiento se usa en líneas horizontales y verticales, así como para proporcionar servicios angulares y en sistemas que tengan frecuentes cambios de dirección. Puede manejar cualquier tipo de fluido sobre todo si contiene sólidos disueltos, así como soportar grandes condiciones de trabajo, no obstante su caída de presión es mucho mayor a la manejada en los otros tipos de válvulas de retención. Su tamaño va desde ¼” hasta 10”, en un rango de temperatura de -17°C hasta 682°C y una presión desde vacío hasta 10000psi.

La tipo mariposa o “duo check”, tiene asientos muy similares a las de mariposa y muchas veces se utilizan en combinación con ellas. Cuando el flujo pasa en la dirección requerida, los discos son forzados a juntarse y a abrirse completamente cuando el flujo retrocede. Las características de servicio son mínima resistencia al flujo, cambios frecuentes de dirección, para aire o gas ya que su sello es casi perfecto con elementos resilientes, instalada horizontal o verticalmente con flujo ascendente o descendente, Su tamaño va de 1” hasta 27”, en un rango de temperatura de -17°C hasta 682°C y una presión desde vacío hasta 1200psi.

La de disco inclinado, tiene baja resistencia al flujo debido a su diseño rectilíneo, consiste en una cubierta cilíndrica con un disco pivoteado que se separa con facilidad del asiento para abrir la

---

válvula, el cierre se da en el momento de la inversión del flujo aunque esta ventaja no resuelve el problema del ruido y el choque que presenta. Cuenta con poca caída de presión a baja velocidad incrementando con la misma.

El tipo resorte/carga es similar a la de tipo levantamiento con disco, con la diferencia que para el cierre se emplea un resorte dando una respuesta más rápida, por ello es utilizada en el control de choques hidráulicos y frecuentes cambios de dirección, con cualquier tipo de fluido. El mismo diseño permite utilizar materiales de poco peso para el disco como vidrio, teflón y varios plásticos. Se pueden encontrar en tamaños desde 1" hasta 24", en un rango de temperatura de  $-17^{\circ}\text{C}$  hasta  $682^{\circ}\text{C}$  y una presión desde vacío hasta 2500psi.

La de tipo pie es similar a una tipo columpio vertical, se utiliza en tuberías de vapor de calderas y en la parte inferior del tubo de succión de una bomba horizontal colocando una malla o colador para evitar el paso de impurezas, cuando se da la succión el disco se eleva para permitir el paso y cuando la bomba se detiene la columna de agua baja el elemento de cierre para obturar el retroceso de flujo. Se pueden encontrar en tamaños desde  $\frac{1}{4}$ " hasta 24", en un rango de temperatura de  $-17^{\circ}\text{C}$  hasta  $682^{\circ}\text{C}$  y una presión desde vacío hasta 2500psi.

La de tipo control de apertura, regula y obtura el flujo al mismo tiempo que no permite el retroceso del mismo. La regulación se da con un vástago lo cual limita el ascenso del elemento de control, a la menor señal de contraflujo el disco caerá libremente. El uso de esta válvula estará limitado a la velocidad de flujo que se maneje. Se pueden encontrar en tamaños desde  $\frac{1}{4}$ " hasta 10", en un rango de temperatura de  $-17^{\circ}\text{C}$  hasta  $682^{\circ}\text{C}$  y una presión desde vacío hasta 10000psi.

#### IV.2.4. Accesorios Especiales.

Existen elementos poco frecuentes dentro de un sistema de tuberías a los que se les denomina accesorios especiales y que no son comunes dentro de una especificación, algunos de ellos son trampas de vapor, filtros, juntas de expansión, etc. A continuación se describen brevemente para su conocimiento y referencia.

##### IV.2.4.a. Trampas de Vapor.

La trampa de vapor tiene la misión de descargar el condensado de vapor sin permitir su escape o para eliminar líquido en un sistema de gas, existen de tipo flotador, termostática y recipiente invertido. Se instalan en los puntos más bajos o en las cavidades que hay en las tuberías de vapor, así como en todos los equipos que son calentados con el mismo. La trampa ideal debe eliminar el

condensado y el aire que hay en la tubería y deberá hacerlo con el mínimo de pérdidas de vapor a velocidad tal que el equipo opere con máxima eficiencia.

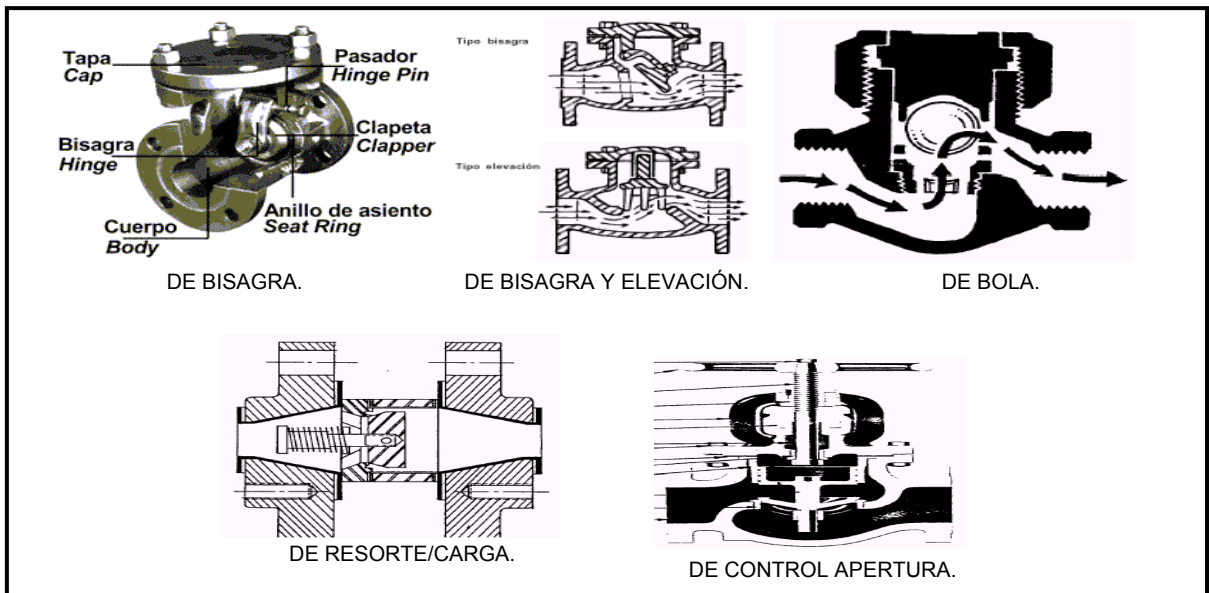


Figura 18. Válvula de retención y sus variantes.

#### IV.2.4.b. Filtros.

Protegen equipo sensible a la suciedad u otras partículas que puedan ser acarreadas por un fluido. En pruebas de arranque suelen colocarse en la succión de la bomba para protegerlos de esas partículas. Podemos encontrar diversos tipos como los cónicos, tipo "Y" y tipo canastilla.

#### IV.2.4.c. Juntas de Expansión.

Absorben la expansión térmica del sistema, dando protección y seguridad ante movimientos sísmicos o en sistemas de bastante vibración como cuando se maneja vapor; también facilita el movimiento de tuberías en dos o más planos simultáneamente, pueden ser tipo deslizable y de bola. Debe especificarse la presión, temperatura y movimiento en cada junta, además se debe incluir la descripción del fluido, presión máxima, posición al haber o no expansión, dimensiones con y sin expansión, deformaciones axiales y ciclo estimado.

#### IV.2.4.d. Juntas de Acoplamiento Dresser.

Elementos de unión que no requieren bridas, roscas o soldaduras y que permiten movimientos axiales y angulares, reutilizables e instaladas bajo tierra, su montaje es rápido y no requiere de servicios auxiliares. Usadas en redes de agua potable o de riego, gas, petróleo o destilerías.

---

#### IV.2.5. Pruebas para Sistema de Tuberías.

Toda tubería, después de su instalación pero antes de la colocación de aislamiento, si lo requiere, o para su uso normal dentro de proceso deberá ser sometida a ciertas pruebas, para eliminar la posibilidad de alguna fuga en el sistema. Algunas de esas pruebas son:

- Dureza.- Requerida principalmente en la soldadura, piezas formadas en caliente o tubería doblada en caliente, para investigar si el tratamiento térmico estuvo bien realizado. Las pruebas de dureza de las zonas afectadas por el calor serán efectuadas en puntos que sean localizados tan cerca como sea posible de la línea de soldadura.
- Presión.- Realizada antes de la puesta en marcha de una planta para verificar la hermeticidad en tuberías y equipos. Cuando es realizada con agua se conoce como prueba hidrostática, si el agua afecta al fluido en operación normal se utilizará otro fluido que de preferencia no sea inflamable o se efectúa la llamada prueba neumática que también puede ser muy peligrosa. La presión mínima de la prueba hidrostática es igual a 1.5 veces la presión de diseño; la presión neumática se determina multiplicando por 1.1 la presión de diseño.
- Sensibilidad de fugas.- Es otra prueba de presión más en la que generalmente se usa un gas para formación de burbujas, tiene por objeto detectar el escape de gas a través de un componente a presión, mediante la aplicación de una solución que forme burbujas. Normalmente el gas utilizado es aire, pero también se puede utilizar helio o nitrógeno, la presión será 0.15 veces la de diseño.
- Líquidos Penetrantes.- Usado para detectar fallas superficiales de materiales ferrosos y no ferrosos, después de realizar la limpieza y el secado de la superficie a examinar se aplica un líquido penetrante el cual se introduce en las discontinuidades existentes, cuando el penetrante esté seco se aplica un revelador que permite observar los defectos.
- Radiografiado.- Utilizada si se debe mostrar gran integridad en la soldadura pero con un costo elevado, se usan rayos X o gamma para penetrar el cordón y crear la imagen radiografiada, la pieza examinada absorbe la radiación pero cuando se encuentran grietas absorbe menos oscureciendo la película. Se puede hacer radiografía por puntos o al azar cubriendo cierto porcentaje mínimo del cordón de soldadura.
- Otras pruebas.- Pruebas como la de tenacidad o de Charpy, tensión y doblaje, se utilizan para calificar los procedimientos de soldadura o para confirmar en fábrica la calidad de los materiales.

---

---

**CAPÍTULO V**  
**PROCEDIMIENTO DETALLADO PARA LA SELECCIÓN Y**  
**ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES DE TUBERÍAS.**

"CON EL CONOCIMIENTO SE INCREMENTAN LAS DUDAS"



## CAPÍTULO V

### PROCEDIMIENTO DETALLADO PARA LA SELECCIÓN Y ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES DE TUBERÍAS

Un **procedimiento** se puede entender como un método práctico o sistema estructurado para realizar una actividad, fabricar un producto, elaborar un documento, etc. Un **método** se define como un modo estructurado y ordenado de obtener un resultado para sistematizar los conocimientos.

En el actual capítulo se presenta una metodología amplia para elaborar una especificación de materiales de tuberías, la cual puede ser poco práctica y alejarse del concepto de procedimiento, pero que nos permitirá crear una guía para el futuro profesionalista e incluso el estudiante que aún cursa la licenciatura, ambos relacionados con el diseño de tuberías, y que podrían enfrentarse a la problemática de elaborar ese documento sin contar con los conceptos necesarios. Con éste procedimiento o método se pretende proporcionar las herramientas básicas para la aplicación de materiales, elementos, definiciones, códigos, estándares, etc., involucrados en la especificación del sistema de tuberías. Capítulos como el II, III y IV contienen información de gran utilidad recomendada para referencia con el fin de comprender mejor la metodología de selección y especificación de materiales de tubería.

#### V.1. INFORMACIÓN REQUERIDA.

La información mínima con la que se debe de contar es:

- Diagramas de Flujo de Proceso (en caso de no contar con un índice de servicios).
- Índice de servicios.
- Diámetros de tubería.

#### V.2. LISTA DE SERVICIOS.

La necesidad de elaborar una especificación de materiales se inicia con las interrogantes de ¿cómo? y ¿con qué? conducir los fluidos que se encuentran en una planta. El primer paso será generar un índice de servicios, para ello nos basaremos en el diagrama de flujo de proceso para obtener sus condiciones presión y temperatura, que con el conocimiento de las características de materiales revelará ciertas categorías o clasificaciones sobre las que se basarán las especificaciones. Se debe tener especial cuidado en el número de especificaciones ya que un número excesivo haría el diseño, la construcción y el mantenimiento difícil y costoso, mientras que un número corto produciría un alto costo inicial además del riesgo de someter materiales a condiciones muy severas que terminarán por dañarlos.

### V.3. NOMENCLATURA O CODIFICACIÓN.

Se deberá asignar a cada fluido y especificación un símbolo conveniente para su identificación, el cual es utilizado en diagramas de tuberías e instrumentación o en listas de materiales para su almacenamiento durante la construcción. Adicionalmente se le puede asignar un código o símbolo al rango de presión y al material, complementando así la codificación. A las válvulas también se les describe por un sistema de numeración, con lo cual se genera el catálogo de válvulas, es común incluir en las especificaciones el número del catálogo de la válvula a usar, agregando las palabras “**o equivalente**” después del número de la válvula.

### V.4. SELECCIÓN DE MATERIAL.

Como las características de los fluidos son muy variables no se pueden establecer reglas para la selección de materiales, para ello se debe conocer propiedades, limitaciones y usos que tienen los mismos, así como lo que se recomienda en catálogos de proveedores y otras especificaciones.

#### V.4.1. Factores que Determinan la Selección de Material Base.

- Características y propiedades del material, tales como la resistencia mecánica y a la corrosión, tenacidad, dureza, conductividad térmica, etc.
- Condiciones y restricciones propias del proceso como la temperatura, presión, fluido a transportar, contaminación permisible, corrosión.
- Medio ambiente en el que se hará la instalación.
- Costo del material, de instalación, operación, mantenimiento y disponibilidad del mismo.
- Calidad y cantidad, es decir, seleccionar la cantidad adecuada y hacerlo sobre la base de los códigos y estándares preestablecidos.
- Experiencia basada en la información del material seleccionado para condiciones similares de operación o proceso y el comportamiento observado en plantas piloto, pruebas de corrosión de laboratorio y la literatura disponible.

En general, salvo que se trate de un proceso totalmente nuevo, no habrá problema para determinar los materiales de construcción con base a la información existente. Sin embargo, los datos publicados no se deben considerar como definitivos.

#### V.4.2. Pasos a Seguir en la Selección de Material.

1. Como primer paso está el obtener las condiciones de servicio, tomando en cuenta contingencias tales como paros, arranques, condiciones de emergencia y operaciones de

---

mantenimiento. Las condiciones extremas frecuentemente crean variaciones importantes en el flujo, presión y/o temperatura, por ende pueden causar problemas con los materiales. Las condiciones máximas de temperatura y presión en las especificaciones de tuberías deberán ser las de diseño que se definen a continuación:

- a) Temperatura de diseño.- Será la temperatura máxima esperada durante las condiciones de operación y será de 25°C mayor a la temperatura de operación.
- b) Presión de diseño.- Será por lo menos un 10% mayor pero no menor a 15psig y no más de 50psig, arriba de la presión de operación.

2. El segundo paso es confirmar que el material propuesto no tenga restricciones para su uso en reglamentos gubernamentales locales, por seguridad, tipo de proceso o en códigos. Se recomienda seleccionar el material en el siguiente orden.

- a) Resistencia a la corrosión.- Se mide como desgaste en milésimas de pulgadas por año. Se debe confirmar que el material no sufra otra manifestación de corrosión como picaduras, grietas, etc.
- b) Resistencia a temperatura de operación.- Confirmar que no hay restricción de uso por temperatura del material elegido.
- c) Resistencia a esfuerzos mecánicos.- Si el material estará sujeto a presión o vacío, confirmar que el material sea adecuado para resistir estos esfuerzos.

3. Si al aplicar los criterios anteriores se obtienen varias alternativas de materiales a seleccionar que cumplan técnicamente, se procede a comparar sus ventajas y desventajas técnico-económicas, tomando en cuenta:

- a) Costo de inversión inicial incluyendo instalación.
- b) Costo de mantenimiento.
- c) Ventajas y desventajas particulares del material.
- d) Disponibilidad en el mercado nacional.
- e) Tiempo de entrega.
- f) Tiempo de vida útil de la planta.

#### V.4.3. Tablas Generales de Selección de Materiales.

Como ya se mencionó en la selección de materiales se puede usar como guía información tabulada de corrosión de materiales en función de los fluidos a transportar, basadas en la experiencia de diversos fabricantes y para con ellas realizar una selección rápida, sobre la base de criterios como de uso **“EXCELENTE”, “BUENO”, “REGULAR” Y “NO RECOMENDADO”**.

Un factor que puede determinar la selección del material es la temperatura para lo cual se encontraron las siguientes recomendaciones prácticas:

- a) Para temperaturas de  $-45^{\circ}\text{C}$  a  $415^{\circ}\text{C}$  se puede usar acero al carbón.
- b) Para temperaturas de  $415^{\circ}\text{C}$  a  $470^{\circ}\text{C}$  se puede usar acero de aleación.
- c) Para temperaturas de  $470^{\circ}\text{C}$  a  $565^{\circ}\text{C}$  usar acero de aleación de 1.25%Cr-0.5%Mo.
- d) Para temperatura de  $565^{\circ}\text{C}$  a  $650^{\circ}\text{C}$  usar acero de aleación de 2.25%Cr-0.5%Mo.
- e) Para temperaturas de  $482^{\circ}\text{C}$  a  $650^{\circ}\text{C}$  y con servicios de corrosión moderados, usar acero de aleación de 5%Cr-0.5%Mo.
- f) Para temperaturas de hasta  $815^{\circ}\text{C}$  y con servicios de corrosión usar acero inoxidable.

#### V.4.4. Tablas ASTM más Usuales.

Hay especificaciones ASTM usadas frecuentemente en la selección de materiales, sobre todo metálicos. Generalmente el material forjado es usado, en diámetros de 2" y menores, para válvulas, conexiones roscadas o en refuerzos como socket-weld y bridas de cualquier tipo. El material fundido es aplicado generalmente a válvulas bridadas y para soldar, en diámetros mayores. La misma regla suele aplicarse para materiales como aluminio, cobre y níquel con sus respectivas aleaciones, así como para diferentes clases de hierro. La **tabla 3** presenta algunas especificaciones ASTM comunes.

MATERIAL	FORJADO	FUNDIDO	CONEXIONES SOLDABLES	TUBULAR
Acero al Carbón (bajo contenido hasta 0.351C máx.)	A-105-I,II A-181-I,II A-350-LF1 A-350-LF2	A-216-WCA A-216-WCB A-216-WCC A-352-LCB	A-234-WPA A-234-WPB A-234-WPC	A-53-A,B A-106-A,B,C A-120 A-134 A-135-A,B A-139-A,B A-155
ACERO DE ALEACIÓN C-Mo C-Mo (baja Temp.) 1/2Cr-1/2Mo 1Cr-1/2Mo 1 1/4Cr-1/2Mo 2 1/4Cr-1/2Mo 5Cr-1/2Mo 9Cr-1Mo	A-182-F1 A-350-LF3 A-182-F2 A-182-F12 A-182-F11 A-182-F22 A-182-F5 A-182-F9	A-217-WC1 A-352-LC3 A-217-WC4 --- A-217-WC6 A-217-WC9 A-217-C5 A-217-C12	A-234-WP1 A-420-WPL3 A-234-WP2 A-234-WP12 A-234-WP11 A-234-WP22 A-234-WP5 A-234-WP9	A-335-P1 A-335-3 A-335-P2 A-335-P12 A-335-P11 A-335-P22 A-335-P5 A-335-P9
ACERO INOXIDABLE 18Cr-8Ni 25Cr-20Ni 18Cr-12Ni	A-182-F304 A-182-F310 A-182-F316	A-351-CF8 A-351-CK20 A-351-CF8M	A-403-WP304 A-403-WP310 A-403-WP316	A-312-TP304 A-312-TP310 A-312-TP316
Aluminio	B-221 B-247	B-26	B-361 WP	B-210 B-241
Bronce		B-61 B-62		

Tabla 3. Especificaciones ASTM más comunes.

MATERIAL	FORJADO	FUNDIDO	CONEXIONES SOLDABLES	TUBULAR
Bronce rojo				B-43
Cobre				B-42, B-68 B-75
Hastelloy	B-335 B-336	A-296-CW-12M A-296-N-12M		
Hierro forjado		A-48		
Hierro fundido		A-126-A,B,C A-278 A-74		
Hierro dúctil		A-377 A-395 A-445		
Hierro maleable		A-47 A-197		
Inconel	B-166	A-296-CY-40		B-167
Monel	B-164	A-296-M-35		B-165
Níquel	B-160	A-296-CZ-1000		

**Tabla 3 (cont). Especificaciones ASTM más comunes.**

Nota: En el caso de los materiales no metálicos como PVC, CPVC, PE, etc., cada uno de ellos cuenta con una serie de especificaciones similar a la de los materiales metálicos o aleaciones, para su consulta se puede revisar el capítulo III "CÓDIGOS Y ESTÁNDARES INVOLUCRADOS".

#### V.4.5. Selección de Materiales de Válvulas y sus Internos.

Una vez especificado el material base, se procede a seleccionar el material de válvulas tanto de cuerpo como para bonetes e internos. El material del cuerpo y bonete normalmente es igual al material base, sin embargo para los internos como sellos, vástago, disco y asientos deberá ser de mayor calidad, puesto que están en mayor contacto con el fluido y por ende sujetos a efectos de velocidad, corrosión y erosión.

##### V.4.5.a. Materiales Recomendados en Cuerpos y Bonetes.

Algunos de los materiales más usados son el latón (hasta 206°C), bronce (hasta 260°C), hierro fundido ASTM A-216 clase A y B (ambos hasta 232°C), hierro fundido ASTM A-395 (hasta 343°C), acero al carbón ASTM A-216 grado WCB (hasta 435°C), acero inoxidable ASTM A-351 grado CFB (hasta 121°C) y acero inoxidable ASTM A-487 grado 4N (hasta 121°C). Tanto el hierro fundido como el acero al carbón se caracterizan por una gran resistencia a la corrosión pues la oxidación inicial forma una capa protectora que los hace aptos para medios relativamente corrosivos, siempre y cuando esa capa no se destruya. Lo anterior es posible en partes estáticas, pero en el caso de compuertas, vástagos y piezas sujetas a movimiento no, ya que la película protectora se destruye.

##### V.4.5.b. Materiales Recomendados para Internos.

Los internos son el vástago, los asientos, compuerta o disco, fabricados incluso del material base, pero con recubrimientos de materiales plásticos, por ello se debe cuidar el límite de temperatura.

Algunos de los materiales usados para los internos son el bronce (Temp. máx. 288°C), usado regularmente en válvulas de hierro de alta presión y algunas de acero; la aleación acero cromo (Temp. máx. 454°C), recomendada para aceite, vapores de aceite o algún otro lubricante; el monel (Temp. máx. 454°C), se recomienda para servicios de agua usado en compuertas o disco de monel contra asientos de acero al cromo. Los plásticos como el nylon, teflón, PVC, CPVC, kynar, etc., tienen buenas propiedades anti-fricción y resistencia a casi cualquier fluido.

Las válvulas con cuerpo de acero al carbón se pueden recubrir de la siguiente manera:

- 13% Cromo.- Material estándar para internos, tiene mayor resistencia contra la oxidación que el acero al carbón.
- 13% Cromo con asientos estilitados.- El recubrimiento de estelita en los asientos les da una dureza superior para evitar el desgaste en los casos donde se desarrollan altas velocidades entre el disco y el asiento, se recomienda para servicios a alta temperatura.
- 13% Cromo con asientos monel.- Éstos asientos tienen una resistencia a la corrosión superior a los estilitados y una dureza aceptable, es recomendado para fluidos alcalinos, agua de mar, salmueras y soluciones no oxidantes.
- Acero inoxidable 304, 316, etc.- Éste material es recomendado para servicios criogénicos, fluidos corrosivos y donde se requiere evitar contaminación en el producto.

#### V.5. ESPECIFICACIÓN DE RANGOS DE PRESIÓN Y TEMPERATURA (CLASIFICACIÓN ANSI).

Ésta clasificación es aplicada en bridas, accesorios y válvulas bridadas, se determina en función de las condiciones máximas de presión y temperatura y tipo de material, se hace uso de información ya tabulada para diferentes clasificaciones en función del material, publicados en códigos y estándares como el ANSI B16.5. Es importante mencionar que al momento de realizar la especificación de materiales en un proceso real se debe consultar la última versión del código. Adicionalmente se deberán revisar las notas que aparecen debajo de cada tabla para verificar que no haya ninguna restricción para el uso del material en ese rango o clase.

#### V.6. ESPECIFICACIÓN DE CORROSIÓN PERMISIBLE.

La **corrosión** es un fenómeno que ocasiona degradación de los metales, ya sea por reaccionar con el medio que los rodea, con otros metales o con sustancias que los atacan. El tipo de daño puede ser uniforme, es decir, la corrosión se extiende en forma homogénea sobre la superficie metálica; por placas, donde los óxidos penetran más en algunas zonas; por picado, intergranular o fisurante, que son las tres formas más peligrosas en que se puede presentar la corrosión, ya que el ataque se presenta en forma localizada y penetra en el metal ocasionando perforaciones. La **corrosión permisible** es un factor de seguridad considerado en el espesor de la tubería por

efectos de roscado, corrosión y erosión, estos valores se pueden encontrar tabulados en códigos como el ANSI/ASME, específicamente en sus secciones B31.1, B31.2, B31.3, B31.4 y B31.5; en ocasiones, por la naturaleza del fluido se debe incrementar éste valor, otro factor es el roscado donde se debe adicionar la profundidad del mismo según el código ANSI B31.3. A continuación se presentan algunos datos sugeridos por el código ANSI B31.

DIÁMETRO NOMINAL DE TUBERÍA (PULG.)	EXTREMOS LISOS			EXTREMOS ROSCADOS
	Secciones 1, 4 y 5	Sección 2	Sección 3	Secciones 1, 3, 4 y 5
1/8	0.05	0.02*	0	0.05
¼ y 3/8	0.05	0.02*	0	0.05
½ y ¾	0.05	0.02*	0.05	0.0571
1	0.05	0.05*	0.05	0.0696
1 ¼ a 2	0.05	0.05*	0.05	0.0696
Mayores de 2	0.05	0.05*	0.05	0.1

**Tabla 4. Corrosión permisible recomendada.**

\* Usar solo como referencia, dependerá de las condiciones de corrosión.

#### V.7. SELECCIÓN DE TIPO DE INSPECCIÓN O PRUEBA.

Se debe seleccionar la prueba a realizar en el sistema antes de entrar en operación para evitar cualquier posible fuga. Anteriormente se mencionó que las más comunes son la hidrostática y neumática, ahora mencionaremos algunas desventajas de ambas pruebas, con lo cual el diseñador puede contemplar el uso de una u otra si el proceso y el factor económico así lo permite. La selección de la prueba se debe hacer conforme al tipo de material y a las especificaciones ASTM relacionadas como la E-23, E-309, E-165, etc.

1. La prueba hidrostática puede causar daños a los revestimientos o aislamientos internos, puede contaminar los procesos originando situaciones de peligro, corrosión, hacerlos inoperantes ante la presencia de humedad o ser la causa de posibles fracturas por fragilización por la baja temperatura del metal durante la prueba.
2. La prueba neumática puede crear considerable peligro por una posible liberación de energía almacenada en el sistema o una posibilidad de fractura por fragilización que existe por la baja temperatura del metal durante la prueba.

#### V.8. SELECCIÓN DE TIPOS DE EXTREMOS EN TUBERÍAS, CONEXIONES Y VÁLVULAS.

Un punto común en tubería, conexiones o accesorios y válvulas es el tipo de extremo con el que se van a unir o ensamblar. En su selección se cuenta con un límite de aplicación para cada uno en función del diámetro, características físicas, económicas y de seguridad del sistema. El límite usualmente es de 1 ½" de diámetro y menores para extremos inserto soldables o roscados y mayor

a 2" para extremos biselados. Los extremos bridados no se recomiendan en condiciones de presión elevadas por el peligro de fugas que representan.

### V.9. ESPECIFICACIÓN DE LA TUBERÍA.

Ya seleccionado el material base a continuación se debe especificar si la tubería contará o no con costura, siendo la última la que ofrece una mayor seguridad al eliminar el riesgo que causa la presencia de costura, su selección dependerá de las condiciones, del costo y su disponibilidad.

#### V.9.1. Cálculo del Espesor de Pared o Cédula de una Tubería.

Otro aspecto a especificar en una tubería será la cédula o espesor de pared, para lo cual ya se debe contar con los datos de diámetros requeridos. Para la obtención de cédula se realizará un cálculo sobre la base del código ANSI B31.3, con él podemos determinar la cédula para tubería metálica. En el caso de termoplásticos se cuenta con una expresión similar aunque también se pueden consultar catálogos que relacionan la cédula con la presión que la tubería puede soportar.

La información requerida para el cálculo es:

- a) Especificación y/o material de la tubería.
- b) Fluido que se maneja.
- c) Sección del código a la que corresponde.
- d) Presión máxima.
- e) Temperatura máxima.
- f) Diámetro de la tubería.

También se cuenta con datos publicados de espesores mínimos permisibles para contener la presión ejercida sobre las paredes del tubo, que se presentan en la **tabla 5**. Por razones de resistencia mecánica, se utiliza cédula 80 para tuberías y niples de acero al carbón roscados en diámetros de 1 1/2" y menores.

DIÁMETRO DE TUBERÍA	ESPELOR MÍNIMO PARA TUBERÍA CON EXTREMOS PLANOS	ESPELOR MÍNIMO PARA TUBERÍA CON EXTREMOS ROSCADOS
1/2"	0.06	0.03
3/4"	0.06	0.04
1"	0.06	0.045
1 1/2"	0.06	0.05
2"	0.06	
3" y 4"	0.06	
6" y 12"	0.09	
14" y 24"	0.12	

**Tabla 5. Espesores mínimos recomendados.**



## V.9.1.a. Fórmula General.

a) Para tubería metálica, la fórmula es:

$$t = \frac{P * D}{2 * (SE + P * Y)} \quad \text{cuando } t < D/6 \quad \text{ó} \quad P/SE < 0.385$$

En donde:

t = Espesor mínimo requerido por la presión que se ejerce en las paredes.

P = Presión de diseño o máxima de trabajo.

D = Diámetro exterior (datos a obtener del ANSI B36.10, B36.19 u otros).

SE = Esfuerzo máximo permisible (datos a obtener de apéndice A de código ANSI B31.3).

Y = Factor de corrección (datos a obtener del código B31.3 o en **tabla 6**)

Con el valor de “t” ya determinado se procede a calcular T de la siguiente manera:

$$t_m = t + c$$

$$TN = t_m + TF$$

finalmente  $TN \rightarrow T$

donde :

$t_m$  = Espesor mínimo requerido incluyendo tolerancias mecánicas, de corrosión y erosión.

c = Suma de tolerancias mecánicas, de corrosión y erosión.

TN = Espesor nominal promedio.

TF = Tolerancia de fabricación sobre la base del tipo de especificación (**tabla 7**)\*.

T = Espesor comercial inmediato superior.

\* La tolerancia de fabricación será un porcentaje o una cantidad adicional al espesor mínimo  $t_m$ .

b) Para tuberías no metálicas.

Se trata de una expresión similar a la usada para tuberías metálicas, difiriendo principalmente en la especificación ASTM del material y algunas consideraciones especiales.

$$t = \frac{P * D}{2 * S + P}$$

En donde:

t = Espesor mínimo requerido por la presión que se ejerce en las paredes.

P = Presión de diseño o máxima de trabajo.

D = Diámetro exterior.

S = Esfuerzo de diseño.

A partir de este punto el procedimiento de cálculo es similar al usado para tuberías metálicas.

MATERIALES	TEMPERATURAS °F (°C)					
	900 (482) y men.	950 (510)	1000 (538)	1050 (566)	1100 (593)	1150 (621) y may.
Aceros Ferríticos	0.4	0.5	0.7	0.7	0.7	0.7
Aceros Austeníticos	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.7
Otros Materiales Dúctiles	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Fundiciones	0.0	-	-	-	-	-

Tabla 6. Factor de corrección "Y" de ANSI B31.3 ed. 1996 para  $t < D/6$ .

ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES ASTM	TOLERANCIA DE FABRICACIÓN	RANGO DE DIÁMETRO DE FABRICACIÓN	
		DE	A
A-53	12.5%	0.125"	26"
A-106	12.5%	0.125"	26"
A-120	12.5%	0.125"	16"
A-134	0.010"	16" y mayores	
A-135	12.5%	2"	30"
A-139	12.5%	4"	92"
A-155	0.010"	16" y mayores	
A-211	-	4"	48"
A-252	12.5%	Todos	
A-312	12.5%	0.125"	30"
A-333	12.5%	Todos	
A-335	12.5%	16" y mayores	
A-336	-	Todos	
A-358	0.010"	8" y mayores	
A-369	0.125"	Todos	
A-376	12.5%	Todos	
A-381	0.010"	16" y mayores	
A-405	12.5%	Todos	
A-409	0.018"	14"	30"
A-426	0.063"	Todos	
A-430	0.125"	Todos	
A-451	0.063"	Todos	
A-452	0.125"	Todos	
A-671	0.010"	16" y mayores	
A-672	0.010"	16" y mayores	
A-691	0.010"	16" y mayores	
B-165	10%	0.75"	4"
B-165	12.5%	6"	8"
B-337	12.5%	0.125"	12"
B-464	12.5%	0.125"	30"

Tabla 7. Tolerancia de fabricación "TF" para varias especificaciones.

#### V.9.2. Descripción de la Tubería.

La descripción de la tubería será sobre la base de código, proporcionando el tipo de material y la especificación ASTM correspondiente.

## V.10. ESPECIFICACIÓN DE CONEXIONES Y ACCESORIOS.

De las conexiones y accesorios ya se mencionaron sus características y posibles aplicaciones dentro de una planta de proceso. Su especificación requiere proporcionar el tamaño o diámetro que dependerá del de la tubería, el tipo de extremo y la cédula que en ocasiones es manejada también como un rango de presión.

### V.10.1. Determinación de Presión y Cédula para Conexiones.

En el caso de bridas, válvulas y conexiones o accesorios bridados se maneja un rango de presión, que corresponde a la clasificación ANSI ya determinada. Para conexiones o accesorios de extremos biselados o soldable a tope (de 2" de diámetro y mayores) el espesor o cédula debe ser el mismo de la tubería. En conexiones o accesorios de diámetro menor a 1 ½" y principalmente con extremos roscados e inserto soldable, se clasifican por presión, la cual se determina por una equivalencia con la cédula de tubería de acuerdo al material de las conexiones, esas equivalencias se muestran en la **tabla 8**.

ESPESOR O CÉDULA DE TUBERÍA	TIPO DE EXTREMO EN LA CONEXIÓN	DESIGNACIÓN DE CLASE O PRESIÓN EN LB/IN <sup>2</sup> A CONEXIONES DE ACERO FORJADO
80 (XS)	Roscado	2,000
160 -	Roscado	3,000
- (XXS)	Roscado	6,000
80 (XS)	Inserto Soldable	3,000
160 -	Inserto Soldable	6,000
- (XXS)	Inserto Soldable	9,000

**Tabla 8. Presión para conexiones y accesorios.**

### V.10.2 Descripción de Conexiones y Accesorios.

Al igual que para tuberías, la descripción deberá estar sujeta a código, proporcionando el tipo de material y su especificación ASTM correspondiente.

## V.11. ESPECIFICACIÓN DE VÁLVULAS.

La selección de una válvula no es una tarea sencilla al contar con una amplia gama de tipos, aplicaciones y diversidad de materiales para cuerpo y bonete, recubrimiento de los mismos en condiciones corrosivas y para las guarniciones como vástago, compuerta o disco y asientos. Sin embargo hay factores a considerar basados en las características principales de ese elemento, aunque muchas veces la elección deberá ser una negociación entre lo óptimo y lo satisfactorio, tomando en cuenta también el factor económico.

#### V.11.1. Selección de una Válvula.

Se deben considerar los siguientes factores:

- a) Tipo de servicio. Si será utilizada para obturar o permitir, regular, cambiar dirección o evitar retroceso del flujo. Considerando grado de hermeticidad, caída de presión, tipo de regulación deseada, velocidad de cierre, dirección del flujo.
- b) Naturaleza del fluido. Es decir el servicio a manejar, se debe considerar la acción corrosiva y erosiva, el peligro de fugas por toxicidad, inflamabilidad, densidad, contaminación, etc.
- c) Temperatura del fluido. Que puede ser máxima, mínima o bajo cero y se debe considerar el efecto que tenga sobre los materiales del cuerpo, guarniciones, empaques, etc.
- d) Presión del fluido. La presión máxima o de vacío se debe considerar para evaluar la resistencia de los materiales, efecto de la temperatura sobre la presión de trabajo, posibilidad de golpe de ariete, etc.
- e) Tamaño de la válvula. Ya que puede ser de paso completo, paso completo y continuo, paso restringido; se debe considerar gasto, caída de presión y distancia entre extremos. Lo anterior impacta seriamente en el aspecto económico.
- f) Conexión a la tubería. Puede ser bridada (cara realzada, junta tipo anillo, etc.), cajas para soldar, biselada y roscada. Se debe de tomar en cuenta la hermeticidad de la conexión, presión de trabajo, permanencia en la línea, tamaño y tiempo de instalación.
- g) Colocación de la válvula. Que puede ser al nivel de piso, elevada, enterrada en espacio limitado, bajo el agua, en lugar inaccesible y se debe considerar cambios de temperatura, corrosión en el medio ambiente, posibilidad de operación (cadena, extensión del vástago, etc.), dimensiones, resistencia estructural, etc.
- h) Operación de la válvula. Si será manual, transmisión de engranes, cadena, motor eléctrico o de aire, extensión u otras, considerando frecuencia de operación, presión diferencial máxima, ubicación, etc. Su selección dependerá de la recomendación del fabricante.
- i) Normas. Conocer la normatividad que aplica en función del tipo de planta en que serán instaladas, tomando en cuenta el diseño de la válvula, seguridad, intercambiabilidad, reglamentos, etc.
- j) Costo. Por tipo de válvula, materiales especiales para el cuerpo, interiores, empaques, tamaño, etc., considerando el costo inicial, de mantenimiento y de reposición.

Se debe asegurar que cumplan con normatividad, que su rigidez estructural sea adecuada para los esfuerzos mecánicos a que estará sometida la línea y que, en caso de incendio, si existiera esa posibilidad, la válvula siga conservando sus características de funcionamiento y sello.

## V.11.2. Determinación de Clase o Rango de una Válvula.

Si cuenta con extremo inserto soldable o roscado su clase o rango se determina igual que una brida con sus condiciones de operación, usando el código API-602. La **tabla 9** muestra esos datos específicamente para materiales forjados.

TEMPERATURA DE SERVICIO		PRESIÓN DE TRABAJO EN lb/in <sup>2</sup> CLASE 800		
°C	°F	ASTM (*2) A-105N Acero al Carbón	ASTM A-182 Gr.F5 a 5%Cr, ½%Mo	ASTM A-182 Gr.F316 18%Cr, 8%Ni y Mo
-29 a 38	-20 a 100	1975	2000	1920
94	200	1800	2000	1655
149	300	1750	1940	1495
205	400	1690	1880	1370
260	500	1595	1775	1275
316	600	1460	1615	1205
344	650	1430	1570	185
371	700	1420	1515	1150
399	750	1345	1420	1130
427	800	1100	1325	1105
455	850	750	1170	1080
482	900	460	940	1050
510	950	275	695	1030
538	1000	140	510	970
566	1050	---	375	960
594	1100	---	275	860
621	1150	---	185	735
649	1200	---	120	550
677	1250	---	---	485
705	1300	---	---	365
732	1350	---	---	275
760	1400	---	---	200

**Tabla 9. Rangos de presión-temperatura (\*1) API-602 para válvulas.**

(\*1) Estos rangos están sujetos a las restricciones aplicables de los estándares y normas vigentes.

(\*2) Los rangos para las válvulas de Acero al Carbón ASTM A-105N fueron extraídos de la norma API-602, como fueron publicados por el Instituto Americano del Petróleo. El acero al carbón no se recomienda para usos prolongados arriba de los 800°F (427°C).

## V.11.3. Descripción de una Válvula.

La descripción deberá estar sujeta a código, proporcionando el tipo de material y su especificación ASTM correspondiente.

## V.12. ESPECIFICACIÓN DE BRIDAS.

## V.12.1. Selección de una Brida.

Para seleccionar la brida adecuada se deberán determinar los siguientes conceptos:

1. Material
2. Clase o Rango
3. Tipo de brida
4. Cara de brida

De los conceptos anteriores el primero se cubre con la selección del material base, el segundo corresponde a la determinación de la clase o rango, los conceptos 3 y 4 dependerá principalmente de las condiciones de operación y el fluido que se maneje, podemos mencionar que los tipos de bridas más usados son la ciega, de cuello e inserto soldable, en cuanto al tipo de cara la realzada y la de anillo son las más requeridas.

#### V.12.2. Descripción de una Brida.

La descripción deberá estar sujeta a código, proporcionando el tipo de material y su especificación ASTM correspondiente.

#### V.13. ESPECIFICACIÓN DE EMPAQUES.

##### V.13.1. Selección de un Empaque.

La selección de un empaque debe considerar factores determinantes como son la naturaleza y temperatura del fluido, presión de cierre de tuercas en tornillos o espárragos, presión interna e hidrostática y la fuerza de escurrimiento en el empaque. A continuación se describen esos factores:

- a) Material. La naturaleza del fluido a manejar determina el material del empaque. Todo material tiene ciertas limitaciones inherentes que restringen su aplicación, muchas de estas limitaciones pueden ser parcial o totalmente eliminadas por varios métodos, incluyendo la inserción de refuerzos o combinando varios materiales dependiendo del caso en particular.

Los materiales para empaques están generalmente agrupados de la siguiente manera:

1. Asbesto comprimido. De uso obsoleto actualmente se sustituye con algunas fibras minerales aglomeradas con elastómeros.
2. Hule con o sin refuerzos. Usado en el manejo de algunos ácidos.
3. Fibra vegetal. Para el manejo de petróleo y algunos solventes.
4. Teflón. Usado para el manejo de ácidos, amoníaco y petróleo.
5. Metal. De ellos el acero inoxidable es usado para manejar ácidos, petróleo y algunos solventes, para vapor dependerá de la temperatura.
6. Semi-metálico: Sobre todo si son del tipo espirometálicas.

- 
- b) Temperatura. Se trata de un factor determinante para la selección del material del cual se fabricará el empaque. El hule, teflón, termoplásticos y elastómeros usados para este fin, cuentan con un límite de temperatura para su uso de acuerdo a sus características.
- c) Presiones. La presión de cierre en las tuercas es la fuerza que mete a la junta dentro de los vacíos de la brida para un sello perfecto. La presión interna del fluido es la fuerza que actúa sobre la parte de la junta expuesta a la presión del fluido y ésta tiende a expulsar el empaque fuera de la brida. La presión hidrostática es la fuerza que tiende a separar las bridas cuando existe una presión interna.

Ahora bien, la presión de cierre en las tuercas, la del fluido y la hidrostática están involucradas en el factor “M”, el cual determina la relación de la fuerza residual de la junta con la presión interna del sistema. La fuerza de escurrimiento es conocida como el factor “Y”, debe ser aplicada a la junta en el área de contacto para que ésta escurra y llene los huecos, es totalmente independiente de la presión interna. Se puede definir como la fuerza mínima para que la junta selle perfectamente.

Los valores de “Y” y “M” (**figura 26**), están referidos a la carga de compresión según el código ASME Secc. VIII Div. 1. En juntas pequeñas a baja presión el valor “Y” será preferencial, mientras que “M” lo será para bridas grandes y altas temperaturas. Como regla general, si se multiplica la presión (psi) y la temperatura (°F), ambas de operación, resultando un valor que no exceda de los presentados en la **tabla 10**, se puede emplear con absoluta seguridad el material de referencia.

- d) Espesores. Cuando las superficies o bridas están perfectamente limpias y planas, una junta delgada generalmente es mejor que una gruesa, pero si las superficies son ásperas o no están alineadas perfectamente, una junta gruesa efectúa un mejor trabajo. La **tabla 11** contiene los espesores más comunes con sus respectivos materiales que fueron base para determinar los valores de P x T.

Considerando los factores mencionados y con información de proveedores se selecciona el empaque más adecuado. La **figura 26** presenta también bosquejos o representaciones de empaques, basada en el código ASME-Sección VIII-División 1 y el ANSI B16.5.

#### V.13.2. Determinación de Cédula y Extremo de un Empaque.

El rango y extremo de un empaque corresponden a los especificados para una brida.

#### V.13.3. Descripción de un Empaque.

La descripción deberá estar sujeta a código, proporcionando el tipo de material y su especificación ASTM correspondiente.

Gasket Group Number	Gasket Material		Gasket Factor m	Minimum Design Seating Stress $\gamma$ , psi	Sketches
Ia	Self-energizing types: O rings, metallic, elastomer, other gasket types considered as self-sealing		0	0	-
	Elastomer without fabric or a high percentage of asbestos fiber: Below 75 Shore durometer 75 or higher Shore durometer		0.50 1.00	0 200	
	Compressed sheet suitable for the operating conditions	0.12 in. thick	2.00	1,600	
		0.06 in. thick	2.75	3,700	
	Elastomer with cotton fabric insertion		1.25	400	
	Elastomer with asbestos fabric insertion, with or without wire reinforcement	3 ply	2.25	2,200	
2 ply		2.50	2,900		
1 ply		2.75	3,700		
Vegetable fiber		1.75	1,100		
Ib	Spiral-wound metal, with asbestos or other nonmetallic filler	Carbon steel	2.50	10,000	
		Stainless steel or Monel	3.00	10,000	
	Corrugated metal or corrugated metal double jacketed with nonmetallic filler	Soft aluminum	2.50	2,900	
		Soft copper or brass	2.75	3,700	
		Iron or soft steel	3.00	4,500	
	Corrugated metal	Soft aluminum	2.75	3,700	
Soft copper or brass		3.00	4,500		
IIa and IIb	Compressed sheet suitable for the operating conditions	0.03 in. thick	3.50	6,500	
	Corrugated metal or corrugated metal double jacketed with nonmetallic filler	Monel or 4%-6% chrome	3.25	5,500	
		Stainless steels	3.50	6,500	
	Corrugated metal	Iron or soft steel	3.25	5,500	
		Monel or 4%-6% chrome	3.50	6,500	
		Stainless steels	3.75	7,600	
	Flat metal jacketed with nonmetallic filler	Soft aluminum	3.25	5,500	
		Soft copper or brass	3.50	6,500	
		Iron or soft steel	3.75	7,600	
		Monel	3.50	8,000	
		4%-6% chrome	3.75	9,000	
Grooved metal	Soft aluminum	3.25	5,500		
	Soft copper or brass	3.50	6,500		
	Iron or soft steel	3.75	7,600		
	Monel or 4%-6% chrome	3.75	9,000		
	Stainless steels	4.25	10,100		
Solid flat metal		Soft aluminum	4.00	8,800	
IIIa and IIIb	Solid flat metal	Soft copper or brass	4.75	13,000	
		Iron or soft steel	5.50	18,000	
		Monel or 4%-6% chrome	6.00	21,800	
		Stainless steels	6.50	26,000	
Ring joint	Iron or soft steel		5.50	18,000	
	Monel or 4%-6% Chrome		6.00	21,800	
	Stainless steels		6.50	26,000	

**FIG. E1 GASKET MATERIALS AND CONSTRUCTION**  
Based upon the ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section VIII, Division 1.  
The details given in this Table are suggested only and are not mandatory.

Figura 19. Materiales para empaques, factor "M" y factor "Y".

PxT	MATERIAL
15,000	Caucho natural
15,000	Neopreno
15,000	Nitrilo o Buna N (NBR)
15,000	Estireno o Buna S (SBR)
15,000	Silicón
40,000	Fibra vegetal
75,000	PTFE
75,000	PTFE impregnado con Asbestos o Grafito

Tabla 10. Valores de PxT máximos para selección de material de empaques.



<b>PxT</b>	<b>MATERIAL</b>
75,000	PTFE envuelto con tres capas de asbesto
75,000	PTFE envuelto con acero corrugado entre dos capas de asbesto
250,000	Grafito
Arriba de 250,000	Espiral de acero inoxidable tipo 304 rellena con PTFE
Arriba de 250,000	Espiral de monel rellena con PTFE
Arriba de 250,000	Espiral de acero inoxidable tipo 304 rellena con asbestos
Arriba de 250,000	Espiral de acero inoxidable tipo 304L o 316L rellena con asbestos
Arriba de 250,000	Espiral de monel rellena con grafito o cerámica

**Tabla 10 (cont). Valores de PxT máximos para selección de material de empaques.**

<b>MATERIAL</b>	<b>ESPESOR MÍNIMO</b>
ELASTÓMEROS	1/16 in
Fibra vegetal	1/16 in
PTFE	1/16 in
PTFE envuelto	3/16 in
Asbestos	1/16 in
Grafito	0.015 in
Metálicos	0.175 in

**Tabla 11. Espesores de empaques.**

#### V.14. ESPECIFICACIÓN DE TORNILLOS Y ESPÁRRAGOS.

Los tres factores importantes a considerar para la selección de espárragos y tornillos son:

- a) Material.
- b) Dimensiones.
- c) Esfuerzos o Resistencia.

El código ANSI B16.5 (tabla 1B ed. 1996), clasifica a los materiales para espárragos y tornillos en:

- Alta Resistencia.
- Resistencia Intermedia.
- Baja Resistencia.
- Aleaciones Especiales y Aleaciones de Níquel.

##### V.14.1. Selección del Material de Tornillos y Espárragos.

La selección del material dependerá del tipo de servicio al que estará sometido, a continuación se dan algunas recomendaciones del código ANSI B16.5, donde también se encuentran dimensiones:

- a) Servicios generales. Se especifica material ASTM A307 Gr. B para tornillos y tuercas, su rango de temperatura va de  $-28^{\circ}\text{C}$  a  $204^{\circ}\text{C}$ , se aplican en bridas de hierro fundido de 125lbs y 250lbs.

- b) Servicios de alta presión y temperatura. Para tornillos y espárragos se especifica acero de aleación ASTM A-193 Gr.B7 con tuercas de acero al carbón ASTM A194 Gr.2H, cuenta con un rango de temperatura de  $-28^{\circ}\text{C}$  a  $538^{\circ}\text{C}$ . Éste material se puede usar con todos los materiales y rangos de bridas, las demás aleaciones son específicas para aplicarse en pre-apretado especial, condiciones muy severas, mayor dureza, incremento de resistencia a la oxidación y corrosión, etc.
- c) Servicio de baja temperatura. Los tornillos y espárragos se especifican de acero de aleación ASTM A320 con tuercas de acero al carbón ASTM A194, su rango de temperatura va de los  $-28^{\circ}\text{C}$  a los  $150^{\circ}\text{C}$ .
- d) Casos especiales. Para este tipo de casos se recomienda revisar con mayor detalle lo presentado en tablas correspondientes dentro de los códigos y estándares recomendados.

#### V.14.2. Determinación de la Cédula y Extremo de un Tornillo o Espárrago.

El rango y extremo no son datos requeridos para estos elementos, pero si el torque de apretado de espárragos, tratamiento térmico y dimensiones como el diámetro, longitud de las dos puntas y total, acabado y número de hilos por pulgada.

#### V.14.3. Descripción de un Tornillo o Espárrago.

La descripción deberá estar sujeta a código, proporcionando el tipo de material, especificación ASTM correspondiente y en ocasiones el tipo de cabeza.

#### V.15. ESPECIFICACIÓN DE TABLA DE RAMALES.

Un ramal es una derivación de tubería de mayor diámetro llamada cabezal a otra de menor diámetro, haciendo uso de diversos accesorios o conexiones soldadas. Al integrar el ramal la tubería se debilita y a menos que su espesor esté excedido para soportar la presión, es necesario reforzar la unión. Lo anterior será el resultado de un análisis de esfuerzos y de flexibilidad.

Existen ciertas conexiones de ramales que tienen resistencia adecuada o se refuerzan al construirse, siempre y cuando:

- a) El ramal se efectúa utilizando una conexión, como una tee, una lateral o una cruz.
- b) El ramal se conecta soldado directamente a la tubería principal, utilizando un tipo y tamaño mínimo de soldadura apropiado y el ramal no exceda  $1\frac{1}{2}$ " de diámetro nominal.
- c) El ramal sea mediante la soldadura de una conexión integralmente reforzada, siempre y cuando la conexión que se surta demuestre que es cuando menos igual de resistente como el cabezal o el tubo del ramal.

Consideraciones adicionales para diseño de ramales.

- a) Además de las cargas por presión, se aplican fuerzas externas y momentos a la conexión del ramal, originados por expansión y contracción, por cargas vivas y muertas, así como por movimientos de terminales y soportes de tuberías. Debe darse especial consideración en el diseño para resistirlos.
- b) Bajo las siguientes circunstancias se deberán evitar las conexiones de ramal directamente al cabezal.
  1. Cuando el diámetro del ramal se aproxime al del cabezal.
  2. Donde pueden imponerse esfuerzos repetitivos sobre la conexión, por medio de vibración, presión pulsante, ciclaje térmico, etc.
- c) Deberá suministrarse la adecuada flexibilidad en líneas de diámetros mayores, a fin de que absorban la expansión térmica y otros movimientos de la línea mayor.

La tabla de ramales nos permite la selección del accesorio con el que se genera el ramal de acuerdo a los diámetros de ambas tuberías. Se incluyen los datos de temperatura y presión a los cuales se realizó el análisis de esfuerzos.

#### V.16. ESPECIFICACIÓN DE NOTAS.

Las notas son de gran importancia sobre todo al momento de construir la planta y ensamblar equipos. Una nota es una aclaración de cómo, porque o cuando utilizar un elemento especificado, es un complemento de la especificación, ya que describe características, condiciones y/o circunstancias a las cuales emplear uno o varios accesorios. Están en función del tipo de planta o área, dado que no se pueden aplicar los mismos criterios de diseño en todas las instalaciones, por ejemplo para un sistema contra incendio en una planta fundidora, en áreas exteriores se requiere que la tubería sea enterrada, que se soldé, que se proteja contra la corrosión, que las válvulas tengan registros de concreto o que tengan poste indicador, etc. Se tiene un número ilimitado de notas y ello dependerá del diseñador, el proceso y el fluido a manejar.

---

---

**CAPÍTULO VI**  
**PROCEDIMIENTO SIMPLIFICADO PARA LA**  
**SELECCIÓN Y ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES**  
**DE TUBERÍAS.**

“LO QUE SABEMOS ES UNA GOTA DE AGUA; LO QUE IGNORAMOS ES EL OCÉANO”

**CAPÍTULO VI**  
**PROCEDIMIENTO SIMPLIFICADO PARA LA SELECCIÓN Y ESPECIFICACIÓN DE**  
**MATERIALES DE TUBERÍAS**

Un procedimiento simplificado es un ejemplo del tipo de documento que se utiliza en firmas de ingeniería para elaborar una especificación de materiales de tuberías, ideal para la persona que cuenta ya con una amplia experiencia y que conoce los conceptos básicos necesarios para aplicarlo, por lo que su tarea se facilita bastante. Sin embargo éste documento carece de información detallada para especificar o seleccionar todos y cada uno de los elementos que conforman un sistema de tuberías, por ello no es práctico para el ingeniero recién egresado o que se integra al diseño de tuberías y que no cuenta con la experiencia necesaria en selección de materiales, diseño de plantas, procesos de fabricación y químicos, etc.

A continuación se presenta un procedimiento de ese tipo, donde para su realización se siguió la estructura que debe tener un documento similar ya que no se encontró un procedimiento para especificación de materiales editado por alguna firma de ingeniería.

**VI.1 PROCEDIMIENTO PARA ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES.**

FIRMA DE INGENIERÍA.	HOJA DE CONTROL DE FIRMAS Y REVISIONES A PROCEDIMIENTOS	PROCEDIMIENTO TÉCNICO #: REV. 0 PAG. 1 DE FECHA. ABRIL 2005			
ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES DE TUBERÍAS.					
REV.	INIC. FIRMA FECHA. ELABORÓ.	INIC. FIRMA FECHA REVISO G.T	INIC. FIRMA FECHA REVISO A.C.	INIC. FIRMA FECHA APROBO	APROBACIÓN USO EN PROYECTO FECHA FIRMA

**Figura 20. Carátula de procedimiento.**

A. Objetivo.

Establecer una guía para la selección de materiales de tubería para cualquier tipo de proceso de acuerdo a códigos y estándares establecidos.

B. Alcance.

- Éste procedimiento cubre los criterios y consideraciones para realizar la especificación de materiales de tuberías usados en el diseño y construcción de una planta de proceso.
- Proporciona datos básicos de diseño y selección de materiales de tuberías para proceso, servicios auxiliares, etc.
- Se deberá utilizar como base para la formulación de listas y requisiciones de material.
- Es general y al aplicarse a un proyecto determinado, deberá complementarse, en caso necesario, con especificaciones particulares de tubería.

C. Generalidades.

Para los sistemas o componentes de tubería que vayan a ser fabricados por firmas establecidas fuera de México, los materiales que se pretendan emplear o suministrar, deberán ser aprobados por el cliente, y podrán ser usados en lugar de otros materiales especificados.

D. Referencias.

Para la elaboración de la especificación deberá tomarse como referencia lo establecido principalmente por los códigos o normas de las siguientes organizaciones.

- ANSI American National Standard Institute.
- ASTM American Society for Testing Materials.
- ASME American Society of Mechanical Engineers
- API American Petroleum Institute.

Todos los códigos, normas y especificaciones que se refieren a este procedimiento, deberán ser en su última edición a la fecha de ésta norma.

E. Definiciones.

- Ingeniería de diseño.- Es el diseño detallado a partir de los requisitos de operación y que cumpla con los requerimientos de las normas aplicables, incluyendo todos los planos necesarios y especificaciones que gobiernan una instalación de tubería.
- Sistemas de tubería.- Consiste de tubo, bridas, tornillería, empaquetaduras, válvulas, dispositivos de alivio, accesorios de tubería y las partes que contienen

presión de otros componentes de la tubería. También incluye suspensiones, soportes y otras unidades de equipo necesarias para evitar sobreesfuerzos de las partes que contienen presión.

- Presión de diseño.- Es la considerada para el cálculo en sistemas de tuberías y no debe ser menor a la presión en las condiciones más severas esperadas durante la operación normal.
- Temperatura de diseño.- Es la temperatura máxima o mínima esperada del metal en las condiciones coincidentes de presión y temperatura.

#### F. Responsabilidades.

##### 1. Gerente de proyecto.

- A. Verificar que el procedimiento sea aplicable para el desarrollo de proyecto y en su caso solicitar un addendum para cumplir con los requerimientos del cliente.

##### 2. Jefe de departamento.

- A. Suministrar al proyecto el procedimiento de la especificación de materiales vigente en el departamento.
- B. Revisar y aprobar el addendum cuando se requiera, donde se indiquen las particularidades del proyecto no contempladas en el procedimiento o cualquier modificación al mismo.
- C. Vigilar que el diseño cumpla con lo indicado en el procedimiento.

##### 3. Jefe de sección.

- A. Verificar la distribución oportuna de la información y de los procedimientos de manera que se encuentren disponibles al inicio de las actividades.
- B. Verificar la aplicación del procedimiento durante la elaboración de los documentos del proyecto.

##### 4. Jefe de grupo.

- A. Revisar que el diseño cumpla con lo establecido en el procedimiento.

#### G. Actividades generales y específicas.

##### 1. Información requerida.

El departamento de proceso deberá proporcionar lo siguiente.

- Copia de los diagramas de proceso que se va a especificar.
- Índice de servicios indicando la clave del fluido o servicio a especificar, así como sus condiciones de presión y temperatura de operación y máxima, viscosidad, etc.

- El diámetro a considerar en tuberías.

2. Cuestionario de diseño.

I. CÓDIGOS Y ESTÁNDARES.

El diseño de tuberías y la selección de materiales deberá ser de acuerdo con los requisitos y recomendaciones de las especificaciones ANSI, ASTM y otros si fuera necesario.

En específico se deben considerar los siguientes códigos.

- ANSI.

B16.5 Para bridas y conexiones bridadas de acero clase 150, 300, 400, 600, 900, 1500 y 2500lbs.

B31.1 Para diseño de tuberías en plantas de potencia.

B31.3 Para diseño de tubería a presión dentro de plantas químicas y refinerías de petróleo.

- ASTM.

Parte 1. Tubería y accesorios de acero.

Parte 2. Fundiciones ferrosas; aleaciones ferrosas.

Parte 4. Acero; recipientes a presión, forjas, vías de ferrocarril, refuerzos, estructural.

II. SELECCIÓN DE ESPECIFICACIÓN YA EDITADA.

En caso de contar ya con una especificación para los servicios a manejar y sus condiciones de operación, aplicar los siguientes pasos.

- Se deberán tener datos como: tipo de fluido, composición química, material básico, tolerancia por corrosión y condiciones de presión y temperatura..
- Una vez que se tiene seleccionada la especificación se deben revisar los siguientes puntos:
  - a) Que el material básico, tolerancia por corrosión, rango y material de los internos, estén de acuerdo a los requerimientos de proceso.
  - b) Revisar que los rangos de presión y temperatura de la especificación seleccionada cubran las condiciones de diseño.
  - c) Se revisa que los materiales para juntas y empaquetaduras sean adecuados para el fluido a ser manejado.
  - d) Revisar que las condiciones especiales en que trabaja el producto estén contempladas en la especificación y/o indique las notas necesarias para que éstas se tomen en cuenta.
  - e) Cuando alguno de los requerimientos anteriores no es cubierto por la



especificación se puede modificar la especificación y crear una nueva a partir de ella.

- f) Se debe verificar que la especificación seleccionada no proporcione materiales sobrados para las condiciones de operación ya que esto puede elevar los costos de construcción.
- Una vez que se ha seleccionado la especificación y que por sus condiciones de operación y servicio, queda dentro de los límites de aplicación, se procede a la obtención de datos requeridos, tales como:
  - a) Cédula, tipo de extremo, presión máxima admisible y material básico para la fabricación de la tubería dentro de los diámetros solicitados.
  - b) Comprobar que la descripción que se tiene en cada concepto corresponda a la que indican los catálogos de proveedores y sobre la base de códigos y estándares.
  - c) Se procede de igual forma con accesorios y refuerzos utilizando la descripción tal y como se enuncia, poniendo mucha atención a las notas que de ellos se tenga.
  - d) Para el caso de las válvulas, se selecciona el tipo más adecuado para el servicio que se requiere de acuerdo a la clase, tipo y diámetro, se determina su descripción que servirá de base en la requisición y elaboración del catalogo de válvulas.
  - e) Para el caso de bridas, se recomienda utilizar siempre empaques adecuados marcados por la especificación, así como la tornillería o espárragos de la misma. El tipo de brida, tornillos y empaques, se seleccionarán sobre la base de las necesidades del elemento a unir y las condiciones de servicio.
- Una vez obtenida toda la información mencionada, se procede a vaciarla en los formatos de concentrado de información y tabla de ramales (previo un análisis de esfuerzos).
- En caso de no contar con una especificación que cubra las condiciones de diseño o que no se pueda acondicionar a ellas, se continua el procedimiento como sigue, para crear una nueva.

### III. SELECCIÓN DEL MATERIAL BASE.

En la selección del material base se debe tomar en cuenta los siguientes factores:

- Nombre y composición química del fluido.
- Condiciones de presión y temperatura de operación, máximas y mínimas por la posibilidad de condiciones anormales de operación, paros y arranque.

Como punto de arranque podrá tomarse en cuenta las tablas de resistencia química editadas por diversos proveedores.

Una vez seleccionado el material base, debe fijarse la tolerancia por corrosión, de acuerdo al desgaste previsto del material con el fluido a ser manejado y con la vida útil que quiera darse a las instalaciones.

#### IV. SELECCIÓN DEL MATERIAL DE INTERNOS PARA VÁLVULAS.

Una vez determinado el material base se procede a seleccionar el de los internos de válvulas, juntas y empaquetaduras

Se debe recordar que el material del cuerpo de las válvulas normalmente corresponde al material base, en caso de diferir deberán precisarse las causas, el material para internos deberá ser de mejor calidad considerando los efectos por velocidad, erosión, etc.

#### V. SELECCIÓN DEL TIPO DE VÁLVULA.

Se seleccionará el tipo de válvula a utilizar de acuerdo al tipo de acción que se necesite y las condiciones de diseño requeridas para su servicio.

Se podrá auxiliar de catálogos de proveedores para su descripción de acuerdo a códigos y estándares establecidos además de elaborar el catalogo de válvulas.

#### VI. SELECCIÓN DEL TIPO DE BRIDA.

Se seleccionará el tipo de brida sobre la base de las necesidades del elemento a unir, así como de las condiciones de presión y temperatura, para su mejor selección se puede hacer uso de catálogos de proveedores y de códigos o estándares ya establecidos, para que su descripción sea congruente con los mismos.

#### VII. ESPECIFICACIÓN DEL RANGO DE BRIDAS.

De acuerdo a las condiciones de presión-temperatura se procede a determinar el rango de bridas, basándose en la información tabulada en códigos y estándares.

#### VIII. SELECCIÓN DEL TIPO DE INSPECCIÓN O PRUEBA.

Se debe especificar la inspección o tipo de prueba al que deberá ser sometida el sistema para garantizar su óptimo funcionamiento y evitar posibles fugas o fracturas. Para mayor detalle se puede consultar los códigos ASTM correspondientes al tipo de

material.

#### IX. CORROSIÓN PERMISIBLE.

Para su especificación se debe determinar los efectos que sobre el sistema tenga el desgaste ocasionado por roscado, corrosión y erosión. Los datos publicados por la NACE (The National Association of Corrosion Engineers) pueden servir como guía para la especificación de corrosión permisible.

#### X. DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS DEL SISTEMA.

Cada uno de los elementos a especificar (tubería, niples, conexiones, bridas, válvulas, juntas o empaques, espárragos y tornillos), deberán contar con la siguiente información mínima:

- Diámetro (en casos aplicables).
- Cédula (en casos aplicables).
- Rango de Presión (en casos aplicables).
- Descripción del elemento según código (en todos los casos).

#### XI. ELABORACIÓN DE TABLAS DE RAMALES.

Se llenará el formato establecido para tabla de ramales, según el resultado que arroje un análisis de esfuerzo, su diámetro y lo recomendado en códigos y estándares.

#### XII. NOTAS.

Se enunciarán las notas necesarias para el buen funcionamiento del sistema para satisfacer el diseño, la construcción y el ensamblado del mismo de acuerdo a los requerimientos de proceso y a lo recomendado en códigos y estándares aplicados.

#### XIII. CATÁLOGO DE VÁLVULAS.

Con su tag o clave de identificación y la descripción de cada válvula, se procede a elaborar el catálogo completo para su requisición.

#### XIV. CONCENTRADO DE INFORMACIÓN.

La información completa de todos los elementos a especificar en el sistema será vaciada en los formatos ya establecidos.

VI.1.1. Procedimiento para Seleccionar una Especificación ya Editada.

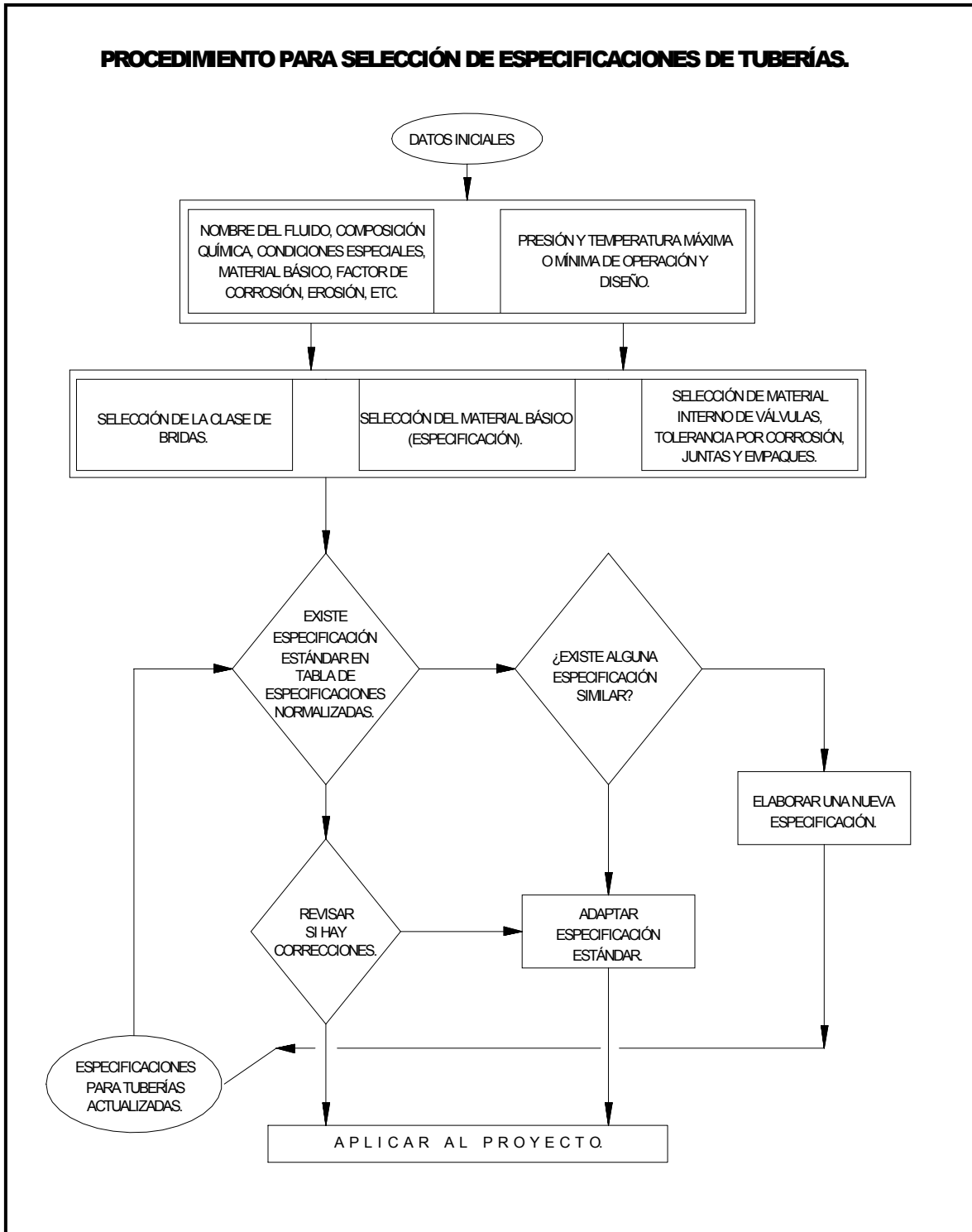


Figura 21. Procedimiento para selección de especificaciones.

VI.2 EJEMPLO DE ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES.

A continuación se presentan las partes que componen una especificación de tuberías editada por una firma de ingeniería formal, generada con un procedimiento similar al presentado en éste capítulo.

a) Carátula: Aquí se presentan los datos del nombre de proyecto, disciplina que la elabora, cliente y firmas de los involucrados en la especificación.

		ESPECIFICACION DE MATERIALES DE TUBERIAS		PROYECTO: 6231 DISCIPLINA: FLEX/MAT. FECHA: MAYO, 1998					
<p>6231/J01T-001</p> <p>ESPECIFICACION DE MATERIALES DE TUBERIAS</p> <p>COPIA DE TRABAJO</p> <p>DEPTO. <u>TUBERIAS</u></p> <p>FECHA <u>19 AGO. 1998</u></p> <p>PROYECTO: 6231 CLIENTE: AQUASISTEMAS PLANTA: USO INTEGRAL DEL AGUA EN REFINERIA</p>									
1		S.D.A.			REV. GENERAL				
0	B.S.H.	S.D.A.		M.M.S.					
REV.	INIC. FECHA	FIRMA ELABORO	INIC. FECHA	FIRMA REVISO	INIC. FECHA	FIRMA REVISO AC	INIC. FECHA	FIRMA APROBO	OBSERVACIONES

Figura 22. Carátula de una especificación de materiales.

b) Tabla de servicios.- Contiene datos como son tipo de servicio, su clave, el rango y temperatura, material básico de tuberías y válvulas, tolerancia por corrosión, etc. Podemos observar que ver una sola especificación puede ser aplicada a varios servicios.

		ESPECIFICACIONES DE TUBERÍAS E INSTRUMENTACION USO INTEGRAL DE AGUA 6231		INDICE	
				PAGINA : 1 FECHA : AGOSTO 1998	
CLASE	SERVICIO	RANGO/CARA TEMP./PRES	MATERIAL BASICO	CUERPO VALVULA INTERIORES	TULERA. IN CORROS. NO
1	AC A0 AFI APJ AS AT AD LD AIP CA CR LF CI ADP LB AP AI AIS ARE APE	150LB/C.R. 86°F (30°C)/285 PSIG	AC.AL CARBON	AC.AL CARBON (DEGREMONT)	.0625 IN 1
10	RS RSD RSE ASE ARW RLP ARE AR AML SOL APE	150LB/C.P. 86°F (30°C)/87 PSIG	POLIPROPILENO	POLIPROPILENO (DEGREMONT)	0.00 IN 1
12	RCV RC	150LB/C.R. 86°F (30°C)/230 PSIG	AC.1NOX.316	AC.1NOX.316 (DEGREMONT)	0.00 IN 1
13	AMP	600LB/C.R. 86°F (30°C)/1440 PSIG	AC.1NOX.904L	AC.1NOX.316L (DEGREMONT)	0.00 IN 1
2	AME AMI ARE	125LB/C.P. 100°F (38°C)/100 PSIG	POLIETILENO ALTA D.		0.00 IN 1
2A	AI LH	125LB/C.P. 100°F (38°C)/50 PSIG	POLIETILENO ALTA D.		0.00 IN 1
2B	AMI AMI APF AT	125LB/C.P. 100°F (38°C)/80 PSIG	POLIETILENO ALTA D.		0.00 IN 1
3	AM	150LB/C.R. 86°F (30°C)/250 PSIG	AC.AL C. C/REC.NULE	AC.1NOX.316L (DEGREMONT)	0.00 IN 1
REV.	FECHA	1	AGO/98		
POR	REVISO	APROBADO			

Figura 23. Tabla de servicios.

c) Especificación de materiales: Aquí se concentra la información de todos los elementos que conforman el sistema de tuberías.

		ESPECIFICACIONES DE TUBERÍAS E INSTRUMENTACION USO INTEGRAL DE AGUA 6231		ESPECIFICACION : 1			
				PAGINA : 2 FECHA : AGOSTO 1998			
SERVICIO	= VER INDICE	INTERIOR DE VALVULAS	: (DEGREMONT)				
MATERIAL	= AC.AL CARBON	RELEVADO DE ESFUERZO	:				
RANGO DE BRIDAS	= 150LB	TOLERANCIA DE CORROSION	: .0625 IN				
LIMITES DE TEMPERATURA	= 86°F (30°C)	TIPO DE INSPECCION	:				
CONCEPTO	NOTAS	TAM. (NPS)	DES/FRAN	EXTREMO	DESCRIPCION	COO LGO	REV
TUBO S/C.		1/4 - 1+1/2	80	?	AC.ASTM A53-B	TBACBDDO	
TUBO S/C.		2 - 10	40		AC.ASTM A53-B	TBACBDDO	
TUBO P/C. ERW		12 - 24	STD		AC.ASTM A53-B	TBDCBDDO	
NIPLES							
SUAJE CONC.		1/2 - 1+1/2	80	P/P	AC.ASTM A234-WPB-5	CBACBDDO 1	
SUAJE CONC.		1/2 - 1+1/2	80	P/R	AC.ASTM A234-WPB-5	CBACBDDO 1	
SUAJE EXC.		1/2 - 1+1/2	80	P/P	AC.ASTM A234-WPB-5	CBACBDDO 1	
SUAJE EXC.		1/2 - 1+1/2	80	P/R	AC.ASTM A234-WPB-5	CBACBDDO 1	
NIPLE S/COST.		1/2 - 1+1/2	80	P/R	AC.ASTM A53-B	THACBDDO 1	
NIPLE S/COST.		1/2 - 1+1/2	80	ROSC.	AC.ASTM A53-B	THACBDDO 1	
NIPLE S/COST.		1/2 - 1+1/2	80	PLANO	AC.ASTM A53-B	THACBDDO 1	
SUAJE CONC.		2 - 2	40	B/P	AC.ASTM A234-WPB-5	CBACBDDO 1	
SUAJE EXC.		2 - 2	40	B/P	AC.ASTM A234-WPB-5	CBACBDDO 1	
CONEXIONES							
COBO 90		1/2 - 1+1/2	3000LB	J.SOLD.	AC.ASTM A105	CCBACBDDO 1	
COBO 45		1/2 - 1+1/2	3000LB	J.SOLD.	AC.ASTM A105	CCBACBDDO 1	
INSERTO REDUCCION		1/2 - 1+1/2	3000LB	J.SOLD.	AC.ASTM A105	CCBACBDDO 1	
MEDIO COMPLE		1/2 - 1+1/2	3000LB	J.SOLD.	AC.ASTM A105	CCBACBDDO 1	
COPIE		1/2 - 1+1/2	3000LB	J.SOLD.	AC.ASTM A105	CCBACBDDO 1	
VALVULAS							
VALV.DE BOLA		1/4 - 1+1/2	1000LB	ROSC.	CUERPO AC.ASTM A216-WCB	TAG	KBACBDDO 1
VALV. GLOBO		1/4 - 1+1/2	800LB	ROBO.	CUERPO AC.ASTM A105	BC-R2A	KBACBDDO 1
V.RET.PISTON		1/2 - 1/2	800LB	ROSC.	CUERPO AC.ASTM A105	RC-B2B	KBACBDDO 1
V.RET.PISTON		1/2 - 1+1/2	800LB	ROSC.	CUERPO AC.ASTM A105	RC-B2A	KBACBDDO 1
VALV.DE BOLA		3/4 - 10	130LB	RF	CUERPO AC.ASTM A216-WCB	BC-10A	KBACBDDO 1
VALV.DE BOLA	914	1+1/2 - 1+1/2	1000LB	ROSC.	CUERPO AC.ASTM A216-WCB	BC-R2C	KBACBDDO 1
VALV.DE BOLA		2 - 2	150LB	SOLD.	CUERPO AC.ASTM A216-WCB	BC-13A	KBACBDDO 1
VALV. MANIPOSA		2 - 6	150LB	RF	CUERPO FO.FO. ASTM A126	MF-18C	KBACBDDO 1
REV.	FECHA	1	AGO/98				
POR	REVISO	APROBADO					

Figura 24. Hoja de especificación de materiales.

d) Tabla de ramales: Se encuentran los datos de presión y temperatura usados para el cálculo de análisis de esfuerzos además de la tabla de ramales ya construida.

TABLA RANGO DE BRIDAS REV		TEMPERATURA		PRESION	
68		66°F	289 PSIG		
42					
36					
24					
20					
18					
16					
14					
12					
10					
8					
6					
4					
3					
2					
1 1/2					
1					
3/4					
1/2					
48	42	36	24	20	18
16	14	12	10	8	6
4	3	2	1 1/2	1	3/4
1/2					

TABLA DE RAMALES		REV
L E Y E N D A S		NOTAS
B	INSERTO SOLDADO	
C	COUPLE	
D	TREADOLET	
E	TE REDUCCION	
H	TE CON INSERTO	
M	WPOLET	
P	INSERTO CON PLACA DE REFUERZO	
S	SOCKLET	
T	TE	
W	MELLOLET	

NOTAS

014. USAR SOLO PARA DISEÑO DE B1

REV.	FECHA	T	AGD/98
FOR	REVISO	APROBO	

Figura 25. Tabla de ramales.

e) Catálogo de válvulas: Esta información se presenta generalmente al final de todas las especificaciones como concentrado de todas las válvulas a utilizar en planta, debe contener el tag o clave de identificación de cada una, su descripción y la especificación en que se encuentra.

CATALOGO DE VALVULAS		PROYECTO : 6231	
		FECHA : 16/08/98	
		PAGINA : 1	
TAC	CLAVE	DESCRIPCION	ESPEC5
BC-13A	KBQDNJF7	VALVULA DE BOLA AC.,ASTM A216-WCB CED. 40 RANGO 150 LB SIN DARLE VER ESPECIFICACION DE VALVULAS DE DEGRONMT. 2" VB-02-B4	1
BC-16A	KBQDNDFG	VALVULA DE BOLA AC.,ASTM A216-WCB RANGO 150 LB C.R. ANSI B16.5 ACAB.,STD VER ESPECIFICACION DE VALVULAS DE DEGRONMT. 3/4" VB-04-A9 1" VB-04-A2 1 1/2" VB-04-A3,VB-05-C7 2" VB-03-A3,VB-04-A7,VB-05-C8 3" VB-03-A4,VB-04-A4,VB-05-C9 4" VB-03-A5,VB-04-A5 10" VB-03-A9	1

Figura 26. Catálogo de válvulas.

---

---

**CAPÍTULO VII**  
**DESCRIPCIÓN DEL CASO DE ESTUDIO.**

**"SI NO TE EQUIVOCAS DE VEZ EN CUANDO, ES QUE NO LO INTENTAS"**



---

---

## CAPÍTULO VII

### DESCRIPCIÓN DEL CASO DE ESTUDIO

Para entender mejor el procedimiento elaborado lo más conveniente es aplicarlo a un proceso, para así reforzar los conocimientos o complementarlos. Con este fin se seleccionó un proceso de tratamiento de agua, donde ese fluido funciona principalmente como servicio auxiliar y en generación de vapor; dicho proceso corresponde a un proyecto elaborado por la *UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO* a través de la *FACULTAD DE QUÍMICA*. Los tratamientos aplicados al agua son básico, intermedio y avanzado, se mejora con ellos su calidad, se reutiliza, se ahorra y se evita efectos negativos al ambiente.

#### VII.1. ANTECEDENTES DEL PROCESO.

La calidad de agua requerida para la industria es variable, dependerá del tamaño de la misma, su necesidad justifica la recirculación y variedad de servicios que la misma puede tener. Las plantas de proceso requieren de esa serie de servicios para su adecuado funcionamiento, por lo anterior el reuso de agua y su racionalización se ha convertido en prioridad en toda industria y en el mundo, reflejándose en el auge de tratamientos para conferirle características de consumo humano e industrial, así como el acondicionamiento para su desecho o disposición final.

Desde el punto de vista ecológico, así como, técnico-económico, el proyecto integral evalúa la posibilidad de reciclar de la manera más conveniente el agua residual tratada, pretendiendo tener descarga cero o cumplir con la normatividad en la descarga a cuerpos receptores. Los objetivos específicos a cumplir son:

- Minimizar el consumo de agua cruda de alimentación en el centro de trabajo.
- Minimizar el consumo y/o pérdidas de agua en el centro de trabajo.
- Usar la mayor cantidad posible de agua residual tratada para los servicios de agua, contra incendio, repuesto a torres de enfriamiento y riego de áreas verdes.
- Minimizar el volumen de efluentes y satisfacer la normatividad ecológica vigente.

Para un proyecto de éste tipo se requiere elaborar el análisis de aguas, emitir un diagnóstico, desarrollar la ingeniería conceptual e ingeniería básica. El resultado del análisis y el diagnóstico será emitir algunas alternativas de reuso y tratamiento de para agua de desecho; en la ingeniería conceptual y básica se habrá seleccionado la alternativa más viable considerando el aspecto técnico-económico, las fuentes de abastecimiento, el grado de tratamiento requerido, la factibilidad del proceso, el cumplimiento con normatividad y todo aquello que sea requerido para reducir el consumo de agua, eficientar su uso y minimizar la descarga.

## VII.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA.

### VII.2.1. Función de la Planta de Tratamiento de Agua.

Se seleccionó el tratamiento de agua más avanzado, con el objetivo de tener una mayor cantidad de sistemas a especificar, así como variedad en fluidos a transportar, el proceso se puede identificar como “Reuso de Agua con Tratamiento Avanzado”.

El sistema de tratamiento es una combinación de operaciones unitarias cuyo objetivo es reducir ciertos constituyentes del agua residual a un nivel aceptable. El tratamiento primario o básico remueve materiales sólidos; el tratamiento secundario consiste en la conversión biológica de compuestos orgánicos disueltos (sistema de lodos activados) y muchas veces es suficiente para cumplir con la normatividad; si lo anterior no sucede se recurre al tratamiento terciario o avanzado que considera la remoción adicional de sólidos suspendidos y/o remoción de nutrientes, generados y utilizados en el tratamiento secundario, surge de la necesidad de darles un tratamiento a los lodos generados, por espesamiento o filtro prensa.

### VII.2.2. Ventajas del Reuso con Tratamiento Avanzado.

Éste reuso reditúa una disminución en el suministro de agua cruda, gracias al aprovechamiento de efluentes que originalmente son desechados por requerir de un tratamiento más complejo. El tratamiento es considerado demasiado costoso, pero necesario por el problema de suministro de agua y de contaminación a los cuerpos receptores de estos efluentes.

### VII.2.3. Sistema de Captación de Agua.

El agua cruda proveniente de la bocatoma entra a una temperatura de 28°C, es transferida a los Vasos de Captación a una presión de descarga 12kg/cm<sup>2</sup>, ahí se comienzan a sedimentar los sólidos de mayor peso además de funcionar como sistema de almacenamiento. Del cárcamo de bombeo de estos vasos se envía a los clarificadores CLA-01A/B a una presión de 7kg/cm<sup>2</sup>.

### VII.2.4. Sistema de Pretratamiento de Agua Planta PTA-01.

La planta es alimentada de los vasos de captación con 11,082.49m<sup>3</sup>/d de agua cruda directamente a los clarificadores, adicionalmente se alimentan 27.012m<sup>3</sup>/d de agua filtrada recuperada provenientes del sistema de tratamiento de purgas y un flujo de 706.43m<sup>3</sup>/d de agua recuperada de

---

retrolavado de filtros de gravedad así como de la planta desmineralizadora, totalizando un flujo de  $11,816.04\text{m}^3/\text{d}$ .

Antes de ingresar a los clarificadores se adiciona una solución de cloro, para evitar el desarrollo de algas; ya en los clarificadores se adiciona una solución de sulfato de aluminio necesario para llevar a cabo el proceso de coagulación, y una solución de polielectrólito, que es un agente coagulante usado para inducir el crecimiento y fortalecer mecánicamente los flóculos. Éste proceso sirve para remover turbidez y color. La solución de sulfato de aluminio y polielectrólito se prepara con agua clarificada y filtrada.

La purga de los lodos generados en el clarificador representa un flujo de  $9.73\text{m}^3/\text{d}$ , es dirigida al cárcamo de recolección CR-02 y enviada al sistema de tratamiento de purgas PTP-01.

El agua clarificada representa un flujo de  $11,806.31\text{m}^3/\text{d}$ , llega a la caja de distribución CD-01A/B para dirigirse a los filtros a gravedad FG-01A/B/C, donde se eliminan los sólidos suspendidos y turbidez, a una temperatura de  $28^\circ\text{C}$ . El agua de retrolavado de estos filtros, cuyo flujo es de  $688.70\text{m}^3/\text{d}$ , se envía al cárcamo de recolección CR-01 por gravedad y posteriormente se recircula al clarificador, adicionando el retrolavado proveniente de la planta desmineralizadora, para ser tratados de nuevo como reuso del proceso.

El agua filtrada, cuyo flujo es de  $11,117.61\text{m}^3/\text{d}$ , es almacenada en el tanque TAF-01, de donde es enviada a diversos servicios como son acondicionamiento y mezclado de químicos, al sistema de enfriamiento de agua, ósmosis inversa y planta desmineralizadora.

#### VII.2.5. Sistema de Tratamiento de Purgas de Lodos PTP-01.

Las purgas lodos provenientes de los clarificadores son tratadas de la siguiente manera:

- Espesamiento de lodos.
- Adición de polielectrólito.
- Deshidratación.

La purga de lodos del clarificador CLA-01A/B, es descargada al cárcamo de recolección CR-02, y enviada al tanque de mezclado TM-04, donde se mezcla con el polielectrólito por agitación, lo cual aumenta el tamaño de los flóculos para lograr una eficiencia mayor en la compactación de los lodos. La solución de polielectrólito se prepara en el tanque TM-03, adicionando agua clarificada.

El efluente del tanque TM-04 se alimenta al filtro prensa FPR-01, donde los lodos deshidratados se mandan a disposición final y el agua filtrada recuperada se envía por gravedad al cárcamo de

recolección CR-03, donde por bombeo se alimentan a los clarificadores CLA-01A/B. La cantidad de purgas de lodos a deshidratar es de  $27.64\text{m}^3/\text{d}$  en total, pues son acumulados con flujo intermitente, el efluente recuperado es de  $27.12\text{m}^3/\text{d}$ .

Los sistemas descritos anteriormente los podemos ver esquematizados en el diagrama de flujo de proceso A-101 hoja 1 de 4 "Planta de Tratamiento Básico PTA-01 y de Tratamiento de Purgas PTP-01".

#### VII.2.6. Tratamiento de Agua en Planta Desmineralizadora UDA-01.

La fuente de suministro procede del tanque de almacenamiento de agua filtrada TAF-01, se le adiciona bióxido de azufre en la succión de las bombas BH-03A/B/C para eliminar el cloro residual, descargando con una presión de  $8\text{kg}/\text{cm}^2$  y una temperatura de  $28^\circ\text{C}$ . El bióxido de azufre es almacenado en el tanque CA-02A/B.

La planta desmineralizadora está constituida por los siguientes equipos: tres unidades catiónicas UC-01A/B/C, tres unidades aniónicas UA-01A/B/C, torre desgasificadora TD-01 y un tanque de agua descarbonatada TC-01. El flujo de agua que ingresa a las unidades catiónicas es de  $741.29\text{m}^3/\text{d}$ , en ellas los cationes son intercambiados por iones hidrógeno de la resina. El agua descationizada fluye a la torre desgasificadora con una presión de  $14.7\text{kg}/\text{cm}^2$  y temperatura de  $28^\circ\text{C}$ , para eliminar o reducir el bióxido de carbono disuelto con aire impulsado ascendentemente con el ventilador centrífugo V-01. El agua desgasificada se almacena en el tanque TC-01 y es transferida con una presión de descarga de  $4.5\text{kg}/\text{cm}^2$  a  $28^\circ\text{C}$ , a las unidades de intercambio aniónicas. En las unidades aniónicas UA-01A/B/C se eliminan todos los aniones del efluente, que son intercambiados por iones hidroxilo de la resina. El agua ya desmineralizada, cuyo flujo es de  $643.03\text{m}^3/\text{d}$ , se envía por gravedad al tanque de almacenamiento TAD-01.

El retrolavado de la unidad catiónica ( $10.65\text{m}^3/\text{d}$ ) y el de la unidad aniónica ( $7.08\text{m}^3/\text{d}$ ) son dirigidos al cárcamo CR-01 para alimentar a los clarificadores y ser integrados al sistema de tratamiento como parte del reuso.

##### VII.2.6.a. Regeneración de las Unidades Catiónicas y Aniónicas.

Para regenerar las unidades catiónicas, cuando la resina se haya agotado, se cuenta con dos tanques de almacenamiento de ácido sulfúrico al 98% TA-01A/B, el tanque TA-01A alimenta al tanque TA-01B por medio de la bomba BH-05, además cuenta con tres bombas dosificadoras BD-05A/B/C, añadiendo agua filtrada del tanque TAF-01.

---

Para regenerar las unidades aniónicas, cuando la resina se haya agotado se cuenta con dos tanques de almacenamiento de sosa cáustica al 50% TA-02A/B, el tanque TA-02A alimenta al tanque TA-02B por medio de la bomba BH-06, además de dos bombas dosificadoras BD-07A/B, añadiendo agua desmineralizada proveniente del tanque TAD-01.

#### VII.2.6.b. Desplazamiento y Enjuague.

El flujo de inyección de regenerante y enjuague lento es de  $36.05\text{m}^3/\text{d}$ , el de enjuague rápido es de  $45.41\text{m}^3/\text{d}$  en unidades catiónicas, para las unidades aniónicas la inyección de regenerante y enjuague lento es de  $15.85\text{m}^3/\text{d}$  y el de enjuague rápido de  $35.11\text{m}^3/\text{d}$ ; los efluentes son enviados a la fosa de neutralización FN-01A/B, con el objeto de acondicionar el pH y eliminar características ácidas o básicas que le confiere el proceso de desmineralización.

#### VII.2.7. Sistema de Neutralización de Efluentes.

Los efluentes generados por el enjuague y regeneración de las unidades aniónicas y catiónicas son neutralizados con la adición de ácido sulfúrico concentrado o sosa cáustica según el resultado de pH que se presente, su mezclado perfecto se da gracias a los agitadores AG-05A/B. El ácido sulfúrico proviene del tanque TA-01A, mientras que la sosa cáustica del tanque TA-02A. El efluente ya neutralizado es enviado a tratamiento como parte del reuso, con un flujo de  $132.42\text{m}^3/\text{d}$ .

#### VII.2.8. Sistema de Generación de Vapor.

El agua almacenada en tanque TAD-01, se alimenta al deareador DEA-01 por bombeo, con una presión de  $6.46\text{kg}/\text{cm}^2$ , temperatura de  $62^\circ\text{C}$  y un flujo de  $2,411.74\text{m}^3/\text{d}$ , el objetivo de este proceso es eliminar el oxígeno y el dióxido de carbono disueltos en el agua con ayuda de una corriente de vapor de 30psig. El agua deareada ( $2,840.39\text{m}^3/\text{d}$ ) se envía a las calderas GV-01/02, con una presión de descarga de  $66.7\text{kg}/\text{cm}^2$  y temperatura de  $82^\circ\text{C}$ . Antes de ingresar a las calderas se inyecta hidracina con la finalidad de evitar corrosión, ésta es almacenada en el tanque TM-05 y mezclada por agitación.

Las purgas de fondo y domo generadas de las calderas son enviadas a los tanques flash TF-01/02 para realizar una separación de fases, dando como resultado un vapor de 30psig y un efluente que será tratado como parte de reuso. Los condensados recuperados de las plantas de proceso y de los tanques TCR-02/03 del sistema de evaporación, son almacenados en el tanque TCR-01, para después enviarse en caso de contingencia al deareador DEA-01 a una presión  $4.2\text{kg}/\text{cm}^2$  y temperatura de  $62^\circ\text{C}$ . El vapor generado en las calderas GV-01/02 es un vapor sobrecalentado de

600psig, que es consumido en proceso, servicios auxiliares y en turbogeneradores para generación de energía eléctrica.

Los sistemas descritos anteriormente los podemos ver esquematizados en el diagrama de flujo de proceso A-101 hoja 2 de 4 "Planta Desmineralizadora UDA-01 y Sistema de Generación de Vapor".

#### VII.2.9. Sistema de Red Contra Incendio.

El agua que abastece a los tanques de almacenamiento TCI-01/02 proviene del tanque de almacenamiento de agua filtrada TAF-01 con un flujo de  $543.13\text{m}^3/\text{d}$ , a una presión de  $4\text{kg}/\text{cm}^2$  y temperatura de  $28^\circ\text{C}$ . El agua almacenada se envía a Red Contra Incendio con un flujo total de  $1,201.02\text{m}^3/\text{d}$ .

#### VII.2.10. Sistema de Agua de Enfriamiento Torre TE-01.

El agua almacenada en el tanque TAF-01, suministra agua de repuesto a la torre de enfriamiento TE-01, con una presión de descarga de  $4\text{kg}/\text{cm}^2$  y un flujo de  $3,395.76\text{m}^3/\text{d}$ . La torre es de tipo tiro inducido y da servicio mediante las bombas BV-07A/B/C/D/E con una presión de  $4.92\text{kg}/\text{cm}^2$  y una temperatura de  $29^\circ\text{C}$ . Aproximadamente  $6,067.46\text{m}^3/\text{d}$  de agua se alimentan a los filtros laterales a presión FP-01A/B/C/D, de esta torre, con el propósito de disminuir el porcentaje de sólidos suspendidos así como la turbidez, el agua filtrada es integrada al bacín de la torre. El flujo de enjuague ( $21.6\text{m}^3/\text{d}$ ) y retrolavado ( $172.8\text{m}^3/\text{d}$ ) de estos filtros proviene del bacín de la torre y se descargan al cárcamo CR-04 para ser enviados al sistema de ósmosis inversa

Se suministra agua de enfriamiento a plantas de proceso y a servicios auxiliares. El flujo de agua de retorno de esta torre de enfriamiento es de  $287,246.77\text{m}^3/\text{d}$ , con una temperatura de  $35^\circ\text{C}$ . La pérdida de agua por evaporación es de  $3,031.27\text{ton}/\text{d}$  y la pérdida de arrastre es de  $587.31\text{m}^3/\text{d}$ .

A la torre de enfriamiento se le adicionan los siguientes químicos:

- Cloro
- Ácido sulfúrico
- Bussan-1009 como biocida
- Kathon como biocida
- Busperse 46 como biodispersante
- Termopolímero optidose 3100 como dispersante
- Phreeguard como inhibidor de corrosión

---

Se inyecta en el bacín ácido sulfúrico, Bussan-1009, Busperse 46, Optidose-3100 y Kathon 1.5%. También se adiciona una solución de cloro, formada por cloro gaseoso y agua clarificada y filtrada. El pHreeGUARD se adiciona directamente a la corriente de suministro de agua de enfriamiento.

La purga de la torre TE-01 es de  $18.95\text{m}^3/\text{d}$ , es enviada al cárcamo CR-04 de donde pasará al sistema de pretratamiento de ósmosis inversa.

#### VII.2.11. Sistema de Pretratamiento de Ósmosis Inversa.

A éste sistema se alimenta la purga de la torre de enfriamiento, el enjuague y retrolavado de los filtros laterales FP-01A/B/C/D de la misma, estos efluentes provienen del cárcamo CR-04 con un flujo total de  $250.44\text{m}^3/\text{d}$ , ingresando antes al sistema de pretratamiento.

En el sistema de pretratamiento, el primer paso se da por los filtros FP-02A/B/C, con la finalidad de eliminar los sólidos suspendidos presentes, el retrolavado y enjuague de estos filtros se lleva a cabo con agua clarificada y filtrada proveniente del tanque de almacenamiento TAF-01 y sus efluentes se dirigen al cárcamo CR-06. El agua filtrada se alimenta al sistema de intercambio iónico compuesto por los suavizadores S-01A/B, donde se remueve parte de la dureza presente en el agua para ser enviada al sistema de ósmosis inversa. La regeneración de las resinas de los suavizadores se hace con salmuera, preparada en el tanque TM-06, adicionando NaCl y agua filtrada, alimentada por el eductor ED-01. El efluente del regenerante, desplazamiento, enjuague y retrolavado, se envía al cárcamo CR-06. Al agua suavizada se le dosifica una solución de bióxido de azufre para eliminar cloro residual y no perjudicar las membranas de ósmosis inversa.

#### VII.2.12. Sistema Avanzado de Ósmosis Inversa SIS-OI-01.

El agua suavizada se alimenta al sistema de ósmosis inversa SIS-OI-01, donde se remueven sólidos. Antes se agrega un químico especial para su acondicionamiento y otro para ajuste de pH, el agua acondicionada tiene un último paso por filtros de tipo cartucho FC-03/04, para eliminar algunos sólidos, antes de ser rebombada por las bombas de alta presión BAP-01/02.

El agua recuperada o permeada es descargada por gravedad al tanque TAP-02 y suministrada a la torre de enfriamiento TE-01. El rechazo es descargado al cárcamo CR-06 para su tratamiento como parte del reuso de agua. Las membranas de osmosis inversa MM-OI-01 cuentan con un sistema interno de limpieza, el cuál está integrado por tanques de preparación de solución de limpieza TAP-01, bombas de recirculación BAP-03 y filtros de cartucho FC-05.

Los sistemas descritos anteriormente los podemos ver esquematizados en el diagrama de flujo de proceso A-101 hoja 3 de 4 "Sistemas de Enfriamiento, de Agua Contra Incendio, Pretratamiento a Ósmosis Inversa y Ósmosis Inversa SIS-OI-01".

#### VII.2.13. Sistema Avanzado de Evaporación-Cristalización.

Al cárcamo CR-06 llegan las siguientes descargas: 100.18m<sup>3</sup>/d de rechazo de ósmosis inversa, 132.42m<sup>3</sup>/d de efluente de la fosa de neutralización, 53.66m<sup>3</sup>/d compuestos por el retrolavado y enjuague de los filtros FP-02-A/B/C y el regenerante, desplazamiento, enjuague y retrolavado de los suavizadores S-01A/B. Un flujo adicional de 1.14m<sup>3</sup>/d proviene de las purgas de fondos de los tanques flash TF-01/02 que primero son recolectadas en el cárcamo CR-05. El flujo total es de 317.67m<sup>3</sup>/d.

El sistema de evaporación – cristalización es alimentado por las bombas BV-10A/B y se utiliza con la finalidad de remover sólidos, consiste de tres etapas. Antes de ingresar a los evaporadores, se cuenta con un precalentamiento de la corriente, realizada con los intercambiadores de calor COND-01/02, con ayuda del condensado recuperado de los evaporadores.

Después del precalentamiento, se alimenta a la primera etapa del evaporador, constituido por los intercambiadores INT-01/02 y el evaporador EVAP-01, se suministra vapor de 15psi; el vapor producido se emplea para el segundo efecto que se lleva a cabo por los intercambiadores INT-03/04 y el evaporador EVAP-02, el vapor producido pasa al tercer efecto por los intercambiadores INT-05/06 y el evaporador EVAP-03, el vapor producido en éste último efecto se envía al cambiador de contacto directo COND-03, al cual también se alimenta agua de enfriamiento. El condensado recuperado en el COND-03, se transfiere al tanque de recuperación de condensados TCR-02 junto con lo recuperado del COND-01/02. Posteriormente los condensados recuperados son enviados al tanque TCR-01 por las bombas BV-11A/B con un flujo de 3,489.06m<sup>3</sup>/d, para servir como suministro al sistema de generación de vapor, los restantes descargan al tanque TCR-03 para ser enviados también al tanque TCR-01, por las bombas BV-12A/B, con un flujo de 100.93m<sup>3</sup>/d. Los sólidos acumulados en el último evaporador se envían al filtro prensa FPR-02, los sólidos deshidratados se mandan a disposición final y el agua recuperada se envía por gravedad al cárcamo de balance CR-06.

#### VII.2.14. Sistema Avanzado de Tratamiento Biológico.

El drenaje sanitario representa un flujo de 63m<sup>3</sup>/d, es conducido a los desarenadores DA-01A/B, donde también se encuentra una rejilla de limpieza RL-01A/B para detener los sólidos de mayor



---

tamaño. Posteriormente se conduce al cárcamo CR-07 para sedimentar algunos sólidos restantes, al contar con una configuración de dos niveles, éste efluente es enviado al cárcamo CR-08, donde también se alimenta agua aceitosa proveniente de plantas de proceso tratada en un sistema separador de placas.

El efluente proveniente del cárcamo CR-08 alimenta a la planta de tratamiento de aguas negras cuya función es disminuir DQO, DBO<sub>5</sub>, coliformes fecales y sólidos suspendidos, conformada por los siguientes equipos:

- Reactor Biológico RB-01
- Compresores COMP-02A/B
- Sedimentador SED-01
- Digestor de lodos DL-01
- Filtro prensa FPR-03

El efluente pasa primero por el reactor biológico RB-01, para realizar una biodegradación orgánica con ayuda del compresor COMP-02A. La biomasa acumulada se transfiere a un sedimentador secundario SED-01, para eliminar los sólidos suspendidos y el agua proveniente de este equipo ingresa al tanque TM-09, para realizar una cloración con la finalidad de eliminar patógenos con una solución de hipoclorito de sodio y lo restante se incorpora a la línea de alimentación del RB-01

Posteriormente el agua clorada ingresa al filtro a gravedad FG-02 para dar un pulimento de sólidos suspendidos presentes, después se conduce al cárcamo CR-09. El agua tratada es enviada finalmente a los tanques de red contra incendio TCI-01/02. El retrolavado y enjuague del filtro FG-02 se envía a drenaje.

La purga del sedimentador secundario SED-01 ingresa a un tratamiento de lodos. Una parte de esta purga de lodos se recircula al reactor biológico RB-01 para mantener un porcentaje necesario de microorganismos en el equipo. Los lodos restantes alimentan al digestor DL-01 para estabilizar dichos efluentes, esto se lleva a cabo con ayuda del compresor centrífugo COMP-02B. Los lodos se transfieren a un sistema de compactación de lodos, filtro prensa FPR-03, por medio de la bomba de cavidad progresiva BCP-03A/B. El agua filtrada es reenviada al reactor biológico.

Los sistemas descritos anteriormente y que son parte principal del reuso de agua que se logra en esta planta, los podemos ver esquematizados en el diagrama de flujo de proceso A-101 hoja 4 de 4 “Sistema de Evaporación – Cristalización y Planta de Tratamiento Biológico”.









---

---

**CAPÍTULO VIII**  
**ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES DE TUBERÍAS**  
**PARA EL CASO DE ESTUDIO.**

**"NO BASTA SABER, SE DEBE TAMBIÉN APLICAR; NO ES SUFICIENTE QUERER, SE DEBE TAMBIÉN HACER"**

---



---

## CAPÍTULO VIII

### ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES DE TUBERÍAS PARA EL CASO DE ESTUDIO

A continuación se aplicará el procedimiento elaborado en el capítulo V, para la selección y especificación de materiales de tuberías para el caso de estudio descrito anteriormente.

#### VIII.1. INFORMACIÓN DISPONIBLE.

La información con la que se cuenta es:

- Diagramas de Flujo de Proceso DFP A-104 (4 planos)
- Diámetros de tuberías

#### VIII.2. LISTA DE SERVICIOS.

De los diagramas de flujo de proceso obtendremos los servicios a manejar, así como sus condiciones de presión y temperatura. Cabe mencionar que los datos que aparecen en estos diagramas corresponden a condiciones de operación que tendrán que ser transformados a datos de diseño. Para ello se puede seguir la siguiente regla sencilla.

$$T_D (\text{°C}) = T_{op} (\text{°C}) + 30 (\text{°C})$$

$$P_D (\text{kg/cm}^2) = P_{op} (\text{kg/cm}^2) + 2 (\text{kg/cm}^2)$$

#### VIII.3. AGRUPAMIENTO LÓGICO.

Después de generar la lista de servicios se establece un agrupamiento lógico de los mismos para determinar el número de especificaciones basándonos en el servicio o fluido, material y rango de presión. Para ello se asigna material con ayuda de tabla de resistencia química de proveedores así como de lo recomendado en otras especificaciones, en ocasiones ambas difieren siendo de mayor peso lo dicho en las últimas, el contar con una asesoría de una persona de mayor experiencia nos puede ayudar bastante.

Del análisis de cada fluido se ha encontrado que los materiales indicados para el manejo de los mismos son el acero al carbón, al carbón con recubrimiento galvanizado, de baja aleación, inoxidable tipo 304 y CPVC. De la asignación de rango de bridas, vemos que los fluidos manejados con acero al carbón, las condiciones de temperatura y presión máximas son 461°C (861.8°F) y 47Kg/cm<sup>2</sup> (668.6psig) correspondientes a vapor de alta, con ayuda de las tablas de temperatura-presión del ANSI B16.5 se obtiene que el rango recomendado es de 900psig. Para los demás

fluidos manejados con el mismo material, pero con otras condiciones de diseño, se puede asignar una clase 150 en bridas y válvulas. En la **tabla 12** se presenta la información generada hasta el momento, la cual consta de los servicios a especificar con sus condiciones de presión y temperatura de diseño, agrupadas por material recomendado y rango de bridas.

CLAVE	SERVICIO	TEMPERATURA DE DISEÑO		PRESIÓN DE DISEÑO	
		°C	°F	Kg/cm <sup>2</sup>	Lb/in <sup>2</sup> (psig)
<b>MATERIAL: ACERO AL CARBÓN</b>		<b>CLASE O RANGO: 150psig</b>			
ACI	AGUA CONTRA INCENDIO	58.0	136.0	14.3	203.0
ACL	AGUA CLARIFICADA	58.0	136.0	9.0	128.0
AF	AGUA FILTRADA	59.5	139.0	18.3	260.0
AGC	AGUA CRUDA	58.0	136.0	14.06	200.0
AGER	RETORNO DE AGUA DE ENFRIAMIENTO	65.0	149.0	9.0	128.0
AGES	SUMINISTRO AGUA DE ENFRIAMIENTO	59.4	139.0	6.92	98.5
AN	AGUA NEUTRALIZADA	58.0	136.0	3.14	44.6
AOR	AGUA DE ÓSMOSIS RECHAZO	58.0	136.0	9.0	128.0
APR	AGUA PRETRATADA	65.0	149.0	10.0	142.0
ART	AGUA DE RETROLAVADOS	59.0	138.2	10.16	144.5
ASU	SOLUCIÓN ÁCIDO SULFÚRICO 98%	58.0	136.0	9.0	128.0
ATR	AGUA TRATADA	58.0	136.0	9.0	128.0
CDB	CONDENSADO DE BAJA PRESIÓN	125.0	257.0	12.28	174.7
DA	DIÓXIDO DE AZUFRE	58.0	136.0	12.5	177.8
ES	EFLUENTE SANITARIO	60.0	140.0	9.0	128.0
PDC	PURGAS DE DOMO DE CALDERA	95.15	203.2	15.0	213.4
PFC	PURGAS DE FONDO DE CALDERA	95.15	203.2	15.0	213.4
PTE	PURGA DE TORRE DE ENFRIAMIENTO	58.0	136.0	9.0	128.0
SCA	SOLUCIÓN SOSA CAUSTICA 50%	58.0	136.0	9.0	128.0
VBP	VAPOR DE BAJA PRESIÓN (30#)	145.0	293.0	4.14	58.9
VBP	VAPOR DE BAJA PRESIÓN (15#)	130.5	266.9	3.05	43.4
VBP	VAPOR DE BAJA PRESIÓN (2#)	85.11	185.2	2.15	30.5
<b>MATERIAL: ACERO AL CARBÓN</b>		<b>CLASE O RANGO: 600psig</b>			
AAP	AGUA DE ALTA PRESIÓN A CALDERAS	112.0	233.0	68.7	977.0
<b>MATERIAL: ACERO AL CARBÓN GALVANIZADO</b>		<b>CLASE O RANGO: 150psig</b>			
AGS	AGUA DE SERVICIO	58.0	136.0	9.0	128.0
AII	AIRE PARA INSTRUMENTOS	58.0	136.0	9.0	128.0
AII	AIRE PARA INSTRUMENTOS	58.0	136.0	9.0	128.0
AIP	AIRE DE PLANTA	58.0	136.0	9.0	128.0
<b>MATERIAL: ACERO AL CARBÓN DE BAJA ALEACIÓN</b>		<b>CLASE O RANGO: 900psig</b>			
VAP	VAPOR DE ALTA PRESIÓN	461.0	861.8	47.0	668.6
<b>MATERIAL: ACERO INOXIDABLE TIPO 304</b>		<b>CLASE O RANGO: 150psig</b>			
AGD	AGUA DESMINERALIZADA	58.0	136.0	6.5	121.0
AOI	AGUA DE ÓSMOSIS INVERSA	60.0	140.0	9.0	128.0
AS	AGUA SUAVIZADA	59.5	139.0	4.53	64.4
HD	SOLUCIÓN HIDRACINA	58.0	136.0	9.0	128.0
<b>MATERIAL: ACERO INOXIDABLE TIPO 304</b>		<b>CLASE O RANGO: 400psig</b>			
AAO	AGUA DE ALIMENTACIÓN A ÓSMOSIS	59.5	139.0	62.0	882.0
SLO	SOLUCIÓN PARA LIMPIEZA DE OÍ	58.0	136.0	62.0	882.0

Tabla 12. Asignación de rango y material por servicios.



CLAVE	SERVICIO	TEMPERATURA DE DISEÑO		PRESIÓN DE DISEÑO	
		°C	°F	Kg/cm <sup>2</sup>	Lb/in <sup>2</sup> (psig)
<b>MATERIAL: CPVC</b>		<b>CLASE O RANGO: 125psig</b>			
ARG	AGUA DE REGENERACIÓN	58.0	136.0	8.5	121.0
BP	SOLUCIÓN BUSPERSE	58.0	136.0	9.0	128.0
BS	SOLUCIÓN BUSSAN	58.0	136.0	9.0	128.0
CL	SOLUCIÓN CLORO	58.0	136.0	9.0	128.0
HS	SOLUCIÓN HIPOCLORITO DE SODIO	58.0	136.0	9.0	128.0
KT	SOLUCIÓN KATHON	58.0	136.0	9.0	128.0
OP	SOLUCIÓN OPTIDOSE	58.0	136.0	9.0	128.0
PE	SOLUCIÓN POLIELECTROLITO	58.0	136	9.0	128.0
PH	SOLUCIÓN PHREEGUARD	58.0	136.0	9.0	128.0
QA	SOLUCIÓN QUÍMICO DE AJUSTE DE pH	58.0	136.0	9.0	128.0
QAA	SOLUCIÓN QUÍMICO ACOND. DE AGUA	58.0	136.0	9.0	128.0
SA	SOLUCIÓN SULFATO DE ALUMINIO	58.0	136.0	9.0	128.0
SM	SOLUCIÓN SALMUERA	58.0	136.0	4.0	56.9

Tabla 12 cont. Asignación de rango y material por servicios.

Con la información de la tabla anterior se puede establecer un número de especificaciones, siendo un total de once, las cuales son presentadas en la **tabla 13**. Existen fluidos a los que se les asigna el mismo material y rango de bridas pero requieren de una especificación diferente por contar con características físicas, comportamientos o accesorios especiales, ejemplos son el agua contra incendio, de enfriamiento y condensado de vapor.

#### VIII.4. CODIFICACIÓN DE ESPECIFICACIONES.

Después de determinar el número de especificaciones de nuestro sistema, se requiere asignar un código de identificación para cada una, el cual puede elegirse libremente o establecer un pequeño procedimiento. En nuestro caso se asignarán claves o letras, tomando en cuenta el rango, tipo de material, tipo de fluido (servicio o proceso) y un número consecutivo.

Se tienen 4 rangos de presión a los que se les asigna las siguientes letras:

150 PSIG → Letra "A"

400 PSIG → Letra "B"

600 PSIG → Letra "C"

900 PSIG → Letra "D"

Se cuenta con 5 materiales, los cuales se identifican de la siguiente manera:

Acero al Carbón → Letra "A"

Acero Inoxidable Tipo 304 → Letra "B"

Acero al Carbón de Baja Aleación	→ Letra “C”
Acero al Carbón con Recubrimiento Galvanizado	→ Letra “D”
CPVC	→ Letra “E”

Todos los fluidos son considerados como de servicio asignando la letra “S”. Por ejemplo para la especificación número 1 se tiene lo siguiente:

Rango : 150 PSIG	→ Letra “A”
Material : Acero al Carbón	→ Letra “A”
Fluido : Servicio	→ Letra “S”
Número consecutivo:	→ 1

Quedando para la especificación número 1 el código AAS1. En la **tabla 13** también se incluye la codificación designada para todas la especificaciones siguiendo el procedimiento mostrado arriba.

Para la selección de los demás elementos que componen el sistema de tuberías es más práctico utilizar sólo una especificación, presentando en los resultados lo obtenido para las restantes. Se utilizará la número 9 cuyo código de identificación es ABS9, el material base es acero inoxidable tipo 304, restando sólo determinar su clasificación ASTM, el rango de presión es de 150psig y se transportarán fluidos como agua desmineralizada, de ósmosis inversa, suavizada y solución de hidracina.

# DE ESP.	FLUIDOS	MATERIAL BASE	RANGO	CÓDIGO
1	ACL, AF, AGC, AN, AOR, APR, ART, ATR, DA, ES, SCA	ACERO AL CARBÓN	150psig	AAS1
2	AGER, AGES, PTE	ACERO AL CARBÓN	150psig	AAS2
3	AAP	ACERO AL CARBÓN	600psig	CAS3
4	ACI	ACERO AL CARBÓN	150psig	AAS4
5	CDB, PDC, PFC, VBP (30#), VBP (15#), VBP (2#)	ACERO AL CARBÓN	150psig	AAS5
6	ASU	ACERO AL CARBÓN	150psig	AAS6
7	VAP	AC. AL CARBÓN DE BAJA ALEACIÓN	900psig	DCS7
8	AGS, AII, AIP	ACERO AL CARBÓN GALVANIZADO	150psig	ADS8
9	AGD, AOI, AS, HD	ACERO INOXIDABLE TIPO 304	150psig	ABS9
10	AAO, SLO	ACERO INOXIDABLE TIPO 304	400psig	BBS10
11	ARG, BP, BS, CL, HS, KT, OP, PE, PH, QA, QAA, SA, SM	CPVC	125psig	AES11

Tabla 13. Especificaciones generadas.

## VIII.5. SELECCIÓN DE MATERIAL.

Los fluidos a transportar carecen de sales, eliminadas por la desmineralización, suavización y ósmosis inversa, son utilizados para alimentación a calderas, torres de enfriamiento y a la misma ósmosis, donde se requiere evitar corrosión e incrustación. Para conservar esa característica se recomienda el uso de acero inoxidable, pues en caso de aún contener elementos corrosivos, por una pérdida de eficiencia en el proceso, lo puede soportar más que el acero al carbón. La solución de hidracina es utilizada precisamente para evitar la corrosión en calderas.

El material base es acero inoxidable, resta determinar su especificación ASTM, para lo cual tomamos de referencia la **tabla 3 "Especificaciones ASTM más comunes"**. Para el caso de tuberías, la especificación es, Acero Inoxidable ASTM A-312 TP-304. Éste acero es utilizado para servicio generales, corrosivos y de temperaturas extremas, usado en equipos de proceso y en la conducción de fluidos ácidos en industria petroquímica, petrolera y de alimentos.

Las conexiones forjadas para diámetros menores serán de acero inoxidable ASTM A-182 Gr.F304, para conexiones fundidas y diámetros mayores se usa acero inoxidable ASTM A-351 y para conexiones biseladas acero inoxidable ASTM A-403. Para válvulas forjadas y de diámetros menores el material del cuerpo será de acero inoxidable ASTM A-182, si son fundidas y de diámetros mayores se usa acero inoxidable ASTM A-351.

## VIII.6. ESPECIFICACIÓN DE RANGO TEMPERATURA-PRESIÓN (CLASIFICACIÓN ANSI).

A continuación se determina el rango o clasificación ANSI, para lo cual se requiere revisar las tablas del código ANSI B16.5. Las condiciones de diseño son  $9.0\text{kg/cm}^2$  (128psig) y  $60^\circ\text{C}$  ( $140^\circ\text{F}$ ), a esa temperatura y una clase de 150psig, observamos que la presión máxima de trabajo es de 250psig aproximadamente, la cual cubre perfectamente nuestros requerimientos.

PIPE FLANGES AND FLANGED FITTINGS		ASME B16.5-1996			
TABLE 2-2.1 RATINGS FOR GROUP 2.1 MATERIALS					
Nominal Designation	Forgings	Castings	Plates		
18Cr-8Ni	A 182 Gr. F304 (1)	A 351 Gr. CF3 (2)	A 240 Gr. 304 (1)		
	A 182 Gr. F304H	A 351 Gr. CF8 (1)	A 240 Gr. 304H		

NOTES:  
 (1) At temperatures over 1000°F, use only when the carbon content is 0.04% or higher.  
 (2) Not to be used over 800°F.

WORKING PRESSURES BY CLASSES, psig							
Class Temp., °F	150	300	400	600	800	1500	2500
-20 to 100	275	720	960	1440	2160	3600	6000
200	230	600	800	1200	1800	3000	5000
300	205	540	720	1080	1620	2700	4500
400	190	495	660	990	1485	2485	4140
500	170	465	620	930	1395	2330	3880

Figura 27. Asignación de clasificación ANSI.

#### VIII.7. ESPECIFICACIÓN DE CORROSIÓN PERMISIBLE O TOLERANCIA DE CORROSIÓN.

Para este servicio se recomienda una tolerancia de corrosión de 0.00in (0.0mm), ya que se espera que no se presente ningún tipo de corrosión y que por lo tanto no habrá pérdidas en el espesor de pared, sin embargo según lo mostrado en la **tabla 4 “Corrosión permisible recomendada”** se puede especificar 0.05in (1.27mm) para diámetros de ½”, principalmente para el cálculo de cédula. La tubería, conexiones o accesorios en donde se detecte desgaste, se deberán emplazar y determinar la naturaleza del desgaste para solucionarlo.

#### VIII.8. SELECCIÓN DE TIPO DE INSPECCIÓN O PRUEBA.

Para evitar cualquier posible fuga se debe realizar una prueba hidrostática, adicionalmente una de dureza y a la tensión según el código ASTM A-312, también requerirá de un radiografiado, sin relevado de esfuerzos.

#### VIII.9. SELECCIÓN DE EXTREMOS EN TUBERÍA, CONEXIONES Y VÁLVULAS.

No se trata de servicios con presión y temperatura elevadas, pero no es deseable una fuga en el sistema, además de que no se requiere un desmantelamiento constante, por ello se descartan los extremos roscados para diámetros menores y los bridados para mayores. Para garantizar una mayor hermeticidad se selecciona lo siguiente:

- Para diámetros de 2” y menores se especifican tuberías con extremos planos, válvulas y conexiones con extremos inserto soldable.
- Para diámetros de 3” a 12” se especifican tuberías y conexiones con extremos biselados, para válvulas se usarán extremos bridados.

#### VIII.10. ESPECIFICACIÓN DE LA TUBERÍA.

Se ha determinado que el material es acero inoxidable ASTM A-312 TP304, para diámetros pequeños se puede considerar tubería sin costura, para diámetros mayores esto incrementará el costo de instalación, por ello se recomienda con costura.

##### VIII.10.1. Cálculo del Espesor de Pared o Cédula.

Para determinar la cédula de la tubería, se hace uso del método propuesto en el código B31.1, mostrado en el capítulo V. La información disponible para el cálculo es la siguiente:

- a) Especificación y/o material de la tubería: Acero inoxidable ASTM A-312 tipo 304

- b) Fluido que se maneja: Agua Desmineralizada (AD), Agua de Ósmosis Inversa (AOI), Agua Suavizada (AS), Solución de Hidracina (HD)
- c) Sección del código a la que corresponde. Código ANSI B31.3, cuya corrosión permisible recomendada es de 0.05in
- d) Presión máxima: 9Kg/cm<sup>2</sup> (128psig)
- e) Temperatura máxima: 60°C (140°F)
- f) Diámetro de la tubería: Variable
- g) Tabla de dimensiones para tuberías de acero inoxidable ANSI B36.19

#### VIII.10.1.a. Cálculo de Espesor.

La fórmula a utilizar para tuberías metálicas es la siguiente:

$$t = \frac{P * D}{2 * (SE + P * Y)}$$

En donde:

t = Espesor mínimo requerido por la presión que se ejerce en las paredes

P = Presión de diseño o máxima de trabajo de 128psig

D = Diámetro exterior (dato de tabla ANSI B36.19)

SE = Esfuerzo máximo permisible que es de 20Kpsig

Y = Factor de corrección de 0.4

Sustituyendo datos:

$$t = \frac{128 \text{ psig} * 4.5 \text{ in}}{2 * (20000 \text{ psig} + 128 \text{ psig} * 0.4)} = 0.014 \text{ in}$$

Con el valor de "t" se procede a calcular T (espesor comercial inmediato superior)

$$t_m = t + c = 0.014 \text{ in} + 0.05 \text{ in} = 0.064 \text{ in}$$

$$TN = t_m + TF = \frac{t_m}{1 - 0.125} = \frac{0.064}{0.875} = 0.074 \text{ in}$$

finalmente  $TN \rightarrow T$

$$0.074 \text{ in} \rightarrow 0.120 \text{ in} (\text{cédula } 10S)$$

Para acero inoxidable las cédulas más comerciales son la 10S y 40S, aunque es la última la que se encuentra disponible en una mayor variedad de diámetros en el mercado, pero a un mayor precio.

En la solicitud de cotización a un proveedor se encontró la siguiente lista de precios para ambas cédulas.

DIÁMETRO	PRECIO CÉDULA 10S	PRECIO CÉDULA 40S
2"	\$225.00/m lineal	\$350.56/m lineal
4"	\$523.04/m lineal	\$1006.8/m lineal
6"	\$913.92/m lineal	\$2180.6/m lineal
8"	\$1327.2/m lineal	\$3304.0/m lineal

Tabla 14. Precios tubería de acero inoxidable para cédulas 10S y 40S.

Recordando que los criterios para seleccionar un material es su disponibilidad en el mercado y el costo que represente su instalación, la cédula 10S cumple con ambos, además de que por condiciones de operación es la indicada para soportarlas. El anterior análisis de precios es muy sencillo, algo similar e incluso con mayor detalle se debe realizar para los demás elementos, pero en éste trabajo se consideraron más los factores que influyen técnicamente como el tipo de fluido y condiciones de operación para criterios de selección. A continuación se presenta en la **tabla 15** los resultados del cálculo de cédula seleccionada.

D (in)	D ext. (in)	t (in)	tm (in)	TN	T	Cédula
1	1.315	0.004	0.054	0.062	0.109	10S
2	2.375	0.008	0.058	0.066	0.109	10S
2 ½	2.875	0.009	0.059	0.068	0.12	10S
3	3.5	0.011	0.061	0.070	0.12	10S
4	4.5	0.014	0.064	0.074	0.12	10S
6	6.625	0.021	0.071	0.081	0.134	10S
8	8.625	0.028	0.078	0.089	0.148	10S

Tabla 15. Resultados cálculo de cédula.

#### VIII.11. ESPECIFICACIÓN DE CONEXIONES Y ACCESORIOS.

De la **tabla 3** también se obtienen las especificaciones ASTM, para conexiones y accesorios en función del tipo de extremo que se seleccione.

- Acero inoxidable forjado ASTM A-182 F304, en diámetros de 2" y menores, para conexiones inserto soldable, como codos de 45° y 90°, tee, cruz, reducciones, coples, etc.
- Acero inoxidable ASTM A-403 WP304, en diámetros de 3" y mayores, para conexiones soldables o con extremos biselados, tales como codos, reducciones, tees, tapones, etc.
- Acero inoxidable ASTM A-312 TP304 sin costura, para niples de ½" a 2" de diámetro.

---

#### VIII.11.1. Determinación de Presión y Cédula para Conexiones.

Para las conexiones o accesorios de extremos biselados o soldable a tope de 3" de diámetro y mayores, la cédula corresponderá a la de la tubería.

Las conexiones o accesorios de 2" de diámetro y menores, de tipo inserto soldable se clasifican por presión, de acuerdo a la **tabla 8 "Presión para conexiones y accesorios"**. De ella obtenemos que el rango de presión será de 3000lb/in<sup>2</sup> (psig) por corresponder a una cédula por debajo de la 80S, además de que en catálogos de proveedores es la presión mínima que se maneja en accesorios.

#### VIII.12. ESPECIFICACIÓN DE VÁLVULAS.

Las válvulas se seleccionan en función de su aplicación básica, para permitir el paso del flujo (100% abierta o cerrada) se selecciona la de compuerta que además es la más utilizada en una planta industrial sin tener una caída de presión alta; para servicio de estrangulación se selecciona la de globo; para evitar retroceso de flujo se selecciona la de retención o check.

El cuerpo y bonete de válvulas serán también de acero inoxidable, ASTM A-182 F304 para diámetros de 2" y menores, con extremos biselados o de caja para soldar, siendo un acero forjado; ASTM A-351 CF8 (8M) o CF3 (3M), para diámetros de 3" y mayores, con extremos bridados y que es un acero fundido.

En cuanto a los internos y consultando diversos catálogos de proveedores, se especifican también de acero inoxidable con recubrimiento de PTFE en juntas.

Para localizar y seleccionar válvulas en catálogos nos basamos en el material del cuerpo, extremos y clase. Cabe mencionar que para válvulas pequeñas con extremos de caja para soldar la clasificación puede ser 600 u 800, según el proveedor, aunque es más común en clase 800, los catálogos consultados fueron extraídos principalmente del "Internet". La descripción completa de estos elementos se presenta en los resultados finales en el catálogo de válvulas.

#### VIII.12.1. Criterios de Selección.

Para la selección de válvulas se tomo en cuenta lo reportado en catálogos de proveedores. Con respecto a los componentes se considera el servicio y sus requerimientos, a continuación se mencionan algunos criterios para la especificación de la válvula.

- Para su fácil mantenimiento y desmantelamiento, si así se requiere, se especifica bonete bridado para las válvulas de compuerta y globo, tapa atornillada en el caso de la válvula check.
- Como se trata de un fluido corrosivo, para evitar que la rosca del vástago este en contacto con el mismo, se especifica ascendente para válvulas de globo y compuerta.
- El volante en válvulas de compuerta y de globo se especifica fijo o ascendente para que suba y baje unido al vástago, por lo mismo no tiene contacto con el fluido.
- Para el caso de las válvulas check se estima que la inversión no será muy frecuente, por ello se especifica del tipo columpio y tipo bola para que no se presente gran desgaste.
- Las válvulas check se especifican en posición horizontal para garantizar un cierre más efectivo.

### VIII.13. ESPECIFICACIÓN DE BRIDAS.

Por requerimiento mínimo para nuestro proceso se especifica brida inserto soldable, deslizable y ciega. La brida inserto soldable es requerida para válvulas y accesorios en diámetros pequeños, la deslizable tiene un costo bajo pero además de ello ofrece facilidad en el montaje y desmontaje de su instalación, la brida ciega es necesaria en caso de que se necesite bloquear dispositivos o cabezales para realizar conexiones futuras. En cuanto al tipo de cara de las bridas se selecciona la cara realzada que es la más común y por tener condiciones moderadas de presión y temperatura.

Los conceptos a especificar en una brida quedan de la siguiente manera:

1. Material: Para bridas de todo tipo se recomienda material forjado, en este caso acero inoxidable ASTM A-182 Gr.F304
2. Clase o Rango: La clase ya fue determinada y es de 150lb/in<sup>2</sup>
3. Tipo de brida: Los tipos de bridas seleccionados son de inserto soldable o socket weld, deslizable y ciega
4. Cara de brida: La brida se especifica de cara realzada

#### VIII.13.1. Descripción de una Brida.

- Para diámetros de ¼" a 2": Brida tipo inserto soldable clase 150#, acero forjado ASTM A-182 Gr.F304, dimensiones de acuerdo a ANSI B16.5, cédula 10S.
- Para diámetros de 3" a 8": Brida tipo deslizable clase 150#, acero forjado ASTM A-182 Gr.F304, dimensiones de acuerdo a ANSI B16.5.
- Para diámetros de 3" a 8": Brida ciega clase 150#, acero forjado ASTM A-182 Gr.F304, dimensiones de acuerdo a ANSI B16.5.



---

---

#### VIII.14. ESPECIFICACIÓN DE EMPAQUES.

La selección del empaque obedece a diversos factores, aunque su selección se facilita al consultar catálogos de proveedores para la selección de válvulas, donde se especifican con un empaque en particular.

Las variables a considerar son las siguientes:

- Fluido: Agua desmineralizada, de ósmosis inversa, suavizada e hidracina
- Temperatura: 60°C (140°F)
- Presión: 9.0kg/cm<sup>2</sup> (128psig)
- Recomendación: En la selección de válvulas se recomienda acero inoxidable 304, además de ser el adecuado para el tipo de fluido que se maneja
- Rango: El rango para acero inoxidable es de 121.1°C (-250°F) a 1037.7°C (1900°F)

Para comprobar si este material cuenta con la resistencia adecuada, se realiza el producto de presión (psig) y temperatura (°F), y se compara con la información presentada en la **tabla 10** **“Valores de PxT máximos para selección de material de empaques”**.

$$P * T = 128 * 140 = 17920$$

El resultado anterior es menor a 250,000, que es el valor indicado para este material, por lo tanto se garantiza una resistencia adecuada. Ahora se determina el espesor del empaque, que al seleccionar las válvulas en catálogos, se especifica con un espesor de 1/8”.

##### VIII.14.2. Descripción de un Empaque.

- Juntas para bridas 150# ANSI B16.5, cara realzada. Espirometálica de 1/8” de espesor, de acero inoxidable tipo 304 y relleno de material no-asbesto, con anillo metálico centrado de acero al carbón con recubrimiento cadmizado
- Juntas en bonetes de válvulas, espirometálica de 1/8” de espesor, en espiral de acero inoxidable 304 con no-asbesto
- Empaquetadura de prensaestopas, de fibra resilente no-asbesto, impregnada con PTFE

#### VIII.15. ESPECIFICACIÓN DE TORNILLOS Y ESPÁRRAGOS.

La selección de estos elementos se facilita, ya que también fueron recomendados al especificar válvulas por catálogos.

#### VIII.15.1. Selección de Material de Tornillos y Espárragos.

- Para espárragos se especifica acero inoxidable tipo 304 ASTM A-193 Gr.B8
- Las tuercas de acero inoxidable tipo 304 ASTM A-194 Gr.B8

Estos materiales son clasificados como de resistencia intermedia, recomendados para uso general, en todos los tipos y rangos de bridas.

#### VIII.15.2. Descripción de un Tornillo o Espárrago.

- Espárragos de acero inoxidable austenítico tipo 304 ASTM A-193, grado B8, clase 2, tratamiento térmico para solución de carburo, dimensiones según ANSI B16.5.
- Tuercas de acero inoxidable tipo 304 ASTM A-194, grado B8.

#### VIII.16. ESPECIFICACIÓN DE TABLA DE RAMALES.

Como ya se mencionó la construcción de esta tabla requiere de un cálculo de análisis de esfuerzos, por ello sólo se presenta una tabla recomendada y elaborada para el mismo servicio.


#### VIII.17. ESPECIFICACIÓN DE NOTAS.

Las notas aplicables se encuentran en el concentrado de información final.

#### VIII.18. CONCENTRADO DE INFORMACIÓN.

A continuación se presenta este documento con la información completa de todos los elementos del sistema de tuberías.

		ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES DE TUBERÍAS				ESPECIFICACIÓN: ABS9	
		PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA				PÁGINA: 1 DE 2 FECHA: ABRIL 2005	
SERVICIO:	AGD, AO, AS, HD.			MATERIAL BASE:	AC. INOX. 304		
RANGO DE BRIDAS:	150 lb/in <sup>2</sup>			MAT. INTERNOS DE VÁLVULAS:	AC. INOX. 304		
LIM. DE TEMPERATURA:	140°F (60°C)			CÓDIGO DE DISEÑO:	ANSI B31.3		
LIM. DE PRESIÓN:	128 psig (9.0 kg/cm <sup>2</sup> )			PRUEBA:	HIDROSTÁTICA		
TOL. DE CORROSIÓN:	DE 0.00" A 0.05"			TIPO DE INSPECCIÓN (NOTA 1):	RADIOGRAFIADO		
REL. DE ESFUERZOS:	NO						
ELEMENTO	NOTAS	DIÁMETRO	CED/RANGO	EXTREMO	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	
TUBERÍA							
S/COSTURA	2,3	1" - 2"	10S	PLANO	AC.INOX. ASTM A-312 TP304		
C/COSTURA EFW	2,3	2 ½" - 8"	10S	BISELADO	AC.INOX. ASTM A-312 TP304		
CONEXIONES Y ACCESORIOS							
CODO 90°		1" - 2"	3000	INS. SOLD.	AC.INOX. ASTM A-182 F304		
CODO 45°		1" - 2"	3000	INS. SOLD.	AC.INOX. ASTM A-182 F304		
TEE RECTA		1" - 2"	3000	INS. SOLD.	AC.INOX. ASTM A-182 F304		
COPE		1" - 2"	3000	INS. SOLD.	AC.INOX. ASTM A-182 F304		
CRUZ		1" - 2"	3000	INS. SOLD.	AC.INOX. ASTM A-182 F304		
RED. INSERTO		1" - 2"	3000	INS. SOLD.	AC.INOX. ASTM A-182 F304		
TEE REDUCIDA		1" - 2"	3000	INS. SOLD.	AC.INOX. ASTM A-182 F304		
COPE REDUC.		1" - 2"	3000	INS. SOLD.	AC.INOX. ASTM A-182 F304		
TAPÓN CACHUCHA	4,15	1" - 2"	3000	ROSCADO	AC.INOX. ASTM A-182 F304		
CODO 90°	5	2 ½" - 8"	10S	BISELADO	AC.INOX. ASTM A403 WP304		
CODO 45°	5	2 ½" - 8"	10S	BISELADO	AC.INOX. ASTM A403 WP304		
TEE RECTA	5	2 ½" - 8"	10S	BISELADO	AC.INOX. ASTM A403 WP304		
TEE REDUCIDA	5	2 ½" - 8"	10S	BISELADO	AC.INOX. ASTM A403 WP304		
REDUC. CONC.	5	2 ½" - 8"	10S	BISELADO	AC.INOX. ASTM A403 WP304		
REDUC. EXC.	5	2 ½" - 8"	10S	BISELADO	AC.INOX. ASTM A403 WP304		
TAPÓN CACHUCHA	5	2 ½" - 8"	10S	BISELADO	AC.INOX. ASTM A403 WP304		
NIPLE S/COSTURA	4,5,15,16	1" - 2"	40S	PLANO Y ROSCADO	AC.INOX. ASTM A-312 TP304		
NIPOLET	5,15	1" - 2"	40S/3000	PLANOS	AC.INOX. ASTM A-182 Gr.304		
VÁLVULAS							
COMPUERTA	6,7	1" - 2"	800	INS. SOLD.	AC.INOX. ASTM A-182 F304	C12IS	
GLOBO	6,7,8,15	1" - 2"	600	INS. SOLD.	AC.INOX. ASTM A-182 F304	G10IS	
RETENCIÓN	6,7	1" - 2"	800	INS. SOLD.	AC.INOX. ASTM A-182 F304	R13IS	
COMPUERTA	7	2 ½" - 8"	150	BRIDA C.R.	AC.INOX. ASTM A-351 CF8M	C13BCR	
GLOBO	7,8	2 ½" - 8"	150	BRIDA C.R.	AC.INOX. ASTM A-351 CF3	G11BCR	
RETENCIÓN	7	2 ½" - 8"	150	BRIDA C.R.	AC.INOX. ASTM A-351 CF3	R14BCR	
BRIDAS							
INS. SOLDABLE	9	1" - 2"	150 (CED. 10S)	CR	AC.INOX. ASTM A-182 F304		
DESGLIZABLE	9	2 ½" - 8"	150 (CED. 10S)	CR	AC.INOX. ASTM A-182 F304		
CIEGA	9	2 ½" - 8"	150	CR	AC.INOX. ASTM A-182 F304		
EMPAQUES Y JUNTAS							
JUNTA ESPIROMETÁLICA PARA BRIDAS	10	1" - 8"	150	CR	AC.INOX. 304 RELLENO DE NO-ASBESTO, 1/8" DE ESPESOR		
JUNTA ESPIROMETÁLICA EN BONETE	7,10	2 ½" - 8"	150	CR	AC.INOX. 304 CON NO-ASBESTO, 1/8" DE ESPESOR		
EMPAQUE DE PRENSAESTOPA	7,10	2 ½" - 8"	150	CR	FIBRA RESILENTE NO-ASBESTO IMPREGNADA DE (PTFE)		
TORNILLOS, ESPÁRRAGOS Y TUERCAS							
ESPÁRRAGOS	11,12	TODOS	N.A.		AC.INOX. 304 ASTM A-193 Gr.B8, CLASE 2.		
TUERCAS		TODOS	N.A.		AC.INOX. 304 ASTM A-194 Gr.8, CABEZA HEXAGONAL.		

	<b>ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES DE TUBERÍAS</b>	ESPECIFICACIÓN: ABS9
	<b>PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA</b>	PÁGINA: 2 DE 2 FECHA: ABRIL 2005

SERVICIO:	AGD, AO, AS, HD.	MATERIAL BASE:	AC. INOX. 304
RANGO DE BRIDAS:	150 lb/in <sup>2</sup>	MAT. INTERNOS DE VÁLVULAS:	AC. INOX. 304
LIM. DE TEMPERATURA:	140°F (60°C)	CÓDIGO DE DISEÑO:	ANSI B31.3
LIM. DE PRESIÓN:	128 psig (9.0 kg/cm <sup>2</sup> )	PRUEBA:	HIDROSTÁTICA
TOL. DE CORROSIÓN:	DE 0.00" A 0.05"	TIPO DE INSPECCIÓN (NOTA 1):	RADIOGRAFIADO
REL. DE ESFUERZOS:	NO		

TABLA DE RAMALES

		ELEMENTOS									
		TC									
		TC									
			TC								
		TRC	TC								
				TC							
					TC						
DIÁMETROS DE CABEZALES	¾										
	1										
	1 ½										
	2										
	3										
	4										
	6										
	8										
	10										
	12										
		¾	1	1 ½	2	3	4	6	8	10	12
		DIÁMETROS DE RAMALES									

NOTAS 5, 13 Y 14.

NOTAS APLICABLES.

- 1.- ADICIONAL AL RADIOGRAFIADO, SE DEBERÁN APLICAR LAS DEMÁS PRUEBAS QUE MARQUE EL CÓDIGO ASTM A-312 PARA TUBERÍAS.
- 2.- DIMENSIONES DE ACUERDO A CÓDIGO ANSI B36.19.
- 3.- EN CÁLCULO DE ESPESOR DE PARED SE CONSIDERÓ TOL. DE CORROSIÓN DE 0.05" SEGÚN ANSI B31.3.
- 4.- DIÁMETRO DE ACCESORIOS ROSCADOS DE ACUERDO A ANSI B16.11.
- 5.- PROHIBIDO EL USO DE CONEXIONES O ACCESORIOS "HECHIZOS".
- 6.- LAS VÁLVULAS DE INSERTO SOLDABLE DEBERÁN ESTAR CERRADAS ANTES DE LA SOLDADURA.
- 7.- EL FABRICANTE DEBERÁ ESPECIFICAR EN ETIQUETA METÁLICA Y CON LETRA DE GOLPE ATADA AL CUERPO: NÚMERO DE IDENTIFICACIÓN, TIPOS DE EMPAQUE EN JUNTA DE BONETE Y PRENSAESTOPAS.
- 8.- NO USAR VÁLVULAS DE GLOBO EN INSTALACIONES DE TUBERÍAS BAJO NIVEL DE PISO.
- 9.- DIMENSIONES DE ACUERDO A ANSI B16.5.
- 10.- EL TÉRMINO "NO-ASBESTO" CORRESPONDE AL MATERIAL DE FIBRA MINERAL CAPILAR, AGLOMERADA CON ELASTÓMEROS, CON CARACTERÍSTICAS SIMILARES AL ASBESTO PERO SIN TENER LAS FIBRAS QUE CAUSAN CÁNCER PULMONAR.
- 11.- LONGITUD DE CUERDA DE ACUERDO A ANSI B16.5.
- 12.- EL GRADO, CLASE Y SÍMBOLO DE FABRICANTE, DEBEN SER MARCADOS EN UN EXTREMO.
- 13.- EN LOS INSERTOS A LOS CABEZALES DEBERÁ VERIFICARSE SI SE REQUIERE PLACA DE REFUERZO DE ACUERDO AL ANSI B31.3.
- 14.- TODOS LOS RAMALES DEBERÁN CONSTRUIRSE CON ACCESORIOS DE FÁBRICA.
- 15.- ACCESORIOS DE USO PARA DRENES Y PRUEBAS HIDROSTÁTICAS PARA LAS CUALES SE DEBERÁ SOLDAR DESPUÉS DE LA PRUEBA.
- 16.- PARA NIPLES SE CONSIDERÓ CÉDULA 40S POR PÉRDIDAS POR EL ROSCADO.

---

---

**IX**  
**RESULTADOS**  
**CÁLCULO DE CÉDULA**  
**DE TUBERÍAS.**

**"DUDA SIEMPRE DE TI MISMO, HASTA QUE LOS DATOS NO DEJEN LUGAR A DUDAS"**

**1. ESPECIFICACIÓN AAS1.**

**a) DATOS.**

- 1) Especificación y/o material de la tubería: Acero al carbón ASTM A-106 Gr.B, ASTM A-53 Gr.B y ASTM A-672 Gr.A55
- 2) Fluido que se maneja: Agua Clarificada (ACL), Agua Filtrada (AF), Agua Cruda (AGC), Agua Neutralizada (AN), Agua de Ósmosis Rechazo (AOR), Agua Pretratada (APR), Agua de Retrolavados (ART), Agua Tratada (ATR), Dióxido de Azufre (DA), Efluente Sanitario (ES)
- 3) Sección del código a la que corresponde. Código ANSI B31.3 con una corrosión permisible de 0.0625in
- 4) Presión máxima: 18.3Kg/cm<sup>2</sup> (260psig)
- 5) Temperatura máxima: 65°C (149°F)
- 6) Diámetro de la tubería: Variable
- 7) Espesores de tubería de acuerdo a tabla de dimensiones ANSI B36.10

**b) RESULTADOS CÉDULA DE TUBERÍA.**

D (in)	D ext. (in)	t (in)	tm (in)	TN	T	Cédula
¾	1.050	0.007	0.069	0.079	0.113	40
1	1.315	0.009	0.071	0.081	0.133	40
1 1/2	1.900	0.012	0.075	0.085	0.145	40
2	2.375	0.015	0.078	0.089	0.154	40
2 1/2	2.875	0.019	0.081	0.093	0.203	40
3	3.500	0.023	0.085	0.097	0.216	40
4	4.500	0.029	0.092	0.105	0.237	40
6	6.625	0.043	0.105	0.120	0.280	40
8	8.625	0.056	0.118	0.135	0.250	20
12	12.750	0.082	0.145	0.166	0.250	20
16	16.000	0.103	0.166	0.190	0.250	10
18	18.000	0.116	0.179	0.204	0.250	10
24	24.000	0.155	0.218	0.249	0.250	10
30	30.000	0.212	0.274	0.284	0.312	10

Nota: El valor de esfuerzo permisible para los materiales ASTM A-53 Gr.B y ASTM A-106 Gr.B, es de 20Kpsi, con una tolerancia de fabricación de 12.5%. Las celdas sombreadas corresponden al material ASTM A-672 Gr.A55, con un esfuerzo permisible de 18.3Kpsi y una tolerancia de fabricación de 0.010”.

**2. ESPECIFICACIÓN AAS2.**

**a) DATOS.**

- 1) Especificación y/o material de la tubería: Acero al carbón ASTM A-53 Gr.B y ASTM A-134 con costura EFW
- 2) Fluido que se maneja: Suministro de Agua de Enfriamiento (AGES), Retorno de Agua de Enfriamiento (AGER), Purga de Torre de Enfriamiento (PTE)
- 3) Sección del código a la que corresponde. Código ANSI B31.3 con una corrosión permisible de 0.0625in
- 4) Presión máxima: 9.0Kg/cm<sup>2</sup> (128psig)

- 5) Temperatura máxima: 65°C (149°F)
- 6) Diámetro de la tubería: Variable
- 7) Espesores de tubería de acuerdo a tabla de dimensiones ANSI B36.10

**b) RESULTADOS CÉDULA DE TUBERÍA.**

D (in)	D ext. (in)	t (in)	tm (in)	TN	T	Cédula
1	1.315	0.004	0.067	0.076	0.133	40
2	2.375	0.008	0.070	0.080	0.154	40
4	4.500	0.014	0.077	0.088	0.237	40
6	6.625	0.021	0.084	0.096	0.280	40
8	8.625	0.028	0.090	0.103	0.250	20
10	10.750	0.037	0.100	0.114	0.250	20
12	12.750	0.041	0.103	0.118	0.250	20
24	24.000	0.077	0.139	0.159	0.375	20
30	30.000	0.105	0.167	0.177	0.375	STD
36	36.000	0.126	0.188	0.198	0.375	STD
42	42.000	0.146	0.209	0.219	0.375	STD

Nota: Para el material ASTM A-53 Gr.B, el esfuerzo permisible es de 20Kpsi, con una tolerancia de fabricación de 12.5%. Las celdas sombreadas corresponden al material ASTM A-134 con costura EFW, cuyo valor de esfuerzo permisible es de 18.3Kpsi y una tolerancia de fabricación de 0.010”.

**3. ESPECIFICACIÓN CAS3.**

**a) DATOS.**

- 1) Especificación y/o material de la tubería: Acero al carbón ASTM A-106 Gr.B
- 2) Fluido que se maneja: Agua de Alta Presión a Calderas (AAP)
- 3) Sección del código a la que corresponde. Código ANSI B31.3 con una corrosión permisible de 0.0625in
- 4) Presión máxima: 68.7Kg/cm<sup>2</sup> (977psig)
- 5) Temperatura máxima: 112°C (233°F)
- 6) Diámetro de la tubería: Variable
- 7) Espesores de tubería de acuerdo a tabla de dimensiones ANSI B36.10

**b) RESULTADOS CÉDULA DE TUBERÍA.**

D (in)	D ext. (in)	t (in)	tm (in)	TN	T	Cédula
10	10.750	0.258	0.320	0.366	0.594	80
12	12.750	0.305	0.368	0.421	0.688	80
16	16.000	0.383	0.446	0.509	0.844	80

Nota: El valor de esfuerzo permisible para el material ASTM A-106 Gr.B, es de 20Kpsi con una tolerancia de fabricación de 12.5%.

**4. ESPECIFICACIÓN AAS4.**

**a) DATOS.**

- 1) Especificación y/o material de la tubería: Acero al carbón ASTM A-106 Gr.B, ASTM A-53 Gr.B y ASTM A-672 Gr.A55
- 2) Fluido que se maneja: Agua Contra Incendio (ACI)
- 3) Sección del código a la que corresponde. Código ANSI B31.3 con una corrosión permisible de 0.0625in

- 4) Presión máxima: 14.3Kg/cm<sup>2</sup> (203psig)
- 5) Temperatura máxima: 58°C (139°F)
- 6) Diámetro de la tubería: Variable
- 7) Espesores de tubería de acuerdo a tabla de dimensiones ANSI B36.10

**b) RESULTADOS CÉDULA DE TUBERÍA.**

D (in)	D ext. (in)	t (in)	tm (in)	TN	T	Cédula
¾	1.050	0.005	0.068	0.077	0.113	40
1	1.315	0.007	0.069	0.079	0.133	40
1 ½	1.900	0.010	0.072	0.082	0.145	40
2	2.375	0.012	0.075	0.085	0.154	40
2 ½	2.875	0.015	0.077	0.088	0.203	40
3	3.500	0.018	0.080	0.092	0.216	40
4	4.500	0.023	0.085	0.097	0.237	40
6	6.625	0.033	0.096	0.110	0.280	40
8	8.625	0.044	0.106	0.121	0.250	20
10	10.750	0.054	0.117	0.134	0.250	20
12	12.750	0.064	0.127	0.145	0.250	20
16	16.000	0.081	0.143	0.164	0.250	10
20	20.000	0.110	0.173	0.183	0.250	10
24	24.000	0.133	0.195	0.205	0.250	10

Nota: Para los materiales ASTM A-53 Gr.B y ASTM A-106 Gr.B, el valor de esfuerzo permisible es de 20Kpsi, con una tolerancia de fabricación de 12.5%. Las celdas sombreadas corresponden al material ASTM A-672 Gr.A55, cuyo valor de esfuerzo permisible es de 18.3Kpsi y una tolerancia de fabricación de 0.010".

**5. ESPECIFICACIÓN AAS5.**

**a) DATOS.**

- 1) Especificación y/o material de la tubería: Acero al carbón ASTM A-106 Gr.B y ASTM A-53 Gr.B
- 2) Fluido que se maneja: Condensado de Baja Presión (CDB), Purgas de Domo de Calderas (PDC), Purga de Fondo de Caldera (PFC), Vapor de Baja Presión de 30psig, 15psig y 2psig (VBP 30#, VBP 15#, VBP 2#)
- 3) Sección del código a la que corresponde. Código ANSI B31.3 con una corrosión permisible de 0.0625in
- 4) Presión máxima: 15.0Kg/cm<sup>2</sup> (213.4psig)
- 5) Temperatura máxima: 145°C (293°F)
- 6) Diámetro de la tubería: Variable.
- 7) Espesores de tubería de acuerdo a tabla de dimensiones ANSI B36.10.

**b) RESULTADOS CÉDULA DE TUBERÍA.**

D (in)	D ext. (in)	t (in)	tm (in)	TN	T	Cédula
¾	1.050	0.006	0.068	0.078	0.113	40
1	1.315	0.007	0.069	0.079	0.133	40
1 1/2	1.900	0.010	0.073	0.083	0.145	40
2	2.375	0.013	0.075	0.086	0.154	40
2 1/2	2.875	0.015	0.078	0.089	0.203	40
3	3.500	0.019	0.081	0.093	0.216	40



A	A 500	n 071	n 086	n 090	n 027	An
6	6.625	0.035	0.098	0.112	0.28	40
8	8.625	0.046	0.108	0.124	0.25	20
10	10.750	0.057	0.120	0.137	0.25	20
12	12.750	0.068	0.130	0.149	0.25	20
16	16.000	0.085	0.147	0.169	0.25	10
18	18.000	0.096	0.158	0.181	0.25	10
20	20.000	0.106	0.169	0.193	0.25	10
24	24.000	0.127	0.190	0.217	0.25	10

Nota: Para los materiales ASTM A-106 Gr.B y ASTM A-53 Gr.B el valor de esfuerzo permisible es de 20Kpsi, con una tolerancia de fabricación de 12.5%.

## 6. ESPECIFICACIÓN AAS6.

### a) DATOS.

- 1) Especificación y/o material de la tubería: Acero al carbón ASTM A-106 Gr.B y ASTM A-53 Gr.B
- 2) Fluido que se maneja: Ácido Sulfúrico al 98% (ASU)
- 3) Sección del código a la que corresponde. Código ANSI B31.3 con una corrosión permisible de 0.125in
- 4) Presión máxima: 9.0Kg/cm<sup>2</sup> (128psig)
- 5) Temperatura máxima: 58°C (136°F)
- 6) Diámetro de la tubería: Variable
- 7) Espesores de tubería de acuerdo a tabla de dimensiones ANSI B36.10

### b) RESULTADOS CÉDULA DE TUBERÍA.

D (in)	D ext. (in)	t (in)	tm (in)	TN	T	Cédula
3/4	1.050	0.007	0.132	0.151	0.154	80
1	1.315	0.009	0.134	0.153	0.179	80

D (in)	D ext. (in)	t (in)	tm (in)	TN	T	Cédula
1 1/2	1.900	0.013	0.138	0.157	0.200	80
2	2.375	0.016	0.141	0.161	0.218	80
3	3.500	0.023	0.148	0.169	0.216	40
4	4.500	0.030	0.155	0.177	0.237	40
6	6.625	0.044	0.169	0.193	0.280	40

Nota: Para los materiales ASTM A-106 Gr.B y ASTM A-53 Gr.B el valor de esfuerzo permisible es de 20Kpsi, con una tolerancia de fabricación de 12.5%.

## 7. ESPECIFICACIÓN DCS7.

### a) DATOS.

- 1) Especificación y/o material de la tubería: Acero al carbón de baja aleación ASTM A-335 Gr.P11
- 2) Fluido que se maneja: Vapor de Alta Presión (VAP)
- 3) Sección del código a la que corresponde. Código ANSI B31.3 con una corrosión permisible de 0.0625in
- 4) Presión máxima: 47.0Kg/cm<sup>2</sup> (668.6psig)

- 5) Temperatura máxima: 461°C (861.8°F)
- 6) Diámetro de la tubería: Variable
- 7) Espesores de tubería de acuerdo a tabla de dimensiones ANSI B36.10

**b) RESULTADOS CÉDULA DE TUBERÍA.**

D (in)	D ext. (in)	t (in)	tm (in)	TN	T	Cédula
¾	1.050	0.050	0.112	0.128	0.154	80
1	1.315	0.062	0.125	0.143	0.179	80
1 ½	1.900	0.090	0.152	0.174	0.200	80
2	2.375	0.112	0.175	0.200	0.218	80
16	16	0.757	0.819	0.936	1.219	120
18	18	0.851	0.914	1.044	1.375	120
20	20	0.946	1.009	1.153	1.500	120
24	24	1.135	1.198	1.369	1.812	120

Nota 1: Para el material ASTM A-335 Gr.P11 el valor de esfuerzo permisible es de 6.8Kpsi, con una tolerancia de fabricación de 12.5%.

Nota 2: Las tuberías de diámetros de ¾" a 2" se especifican principalmente para la colocación de trampas de vapor y filtros.

**8. ESPECIFICACIÓN ADS8.**

**a) DATOS.**

- 1) Especificación y/o material de la tubería: Acero al carbón ASTM A-106 Gr.B con recubrimiento galvanizado
- 2) Fluido que se maneja: Agua de Servicio (AGS), Aire para Instrumentos (AII), Aire de Planta (AIP)
- 3) Sección del código a la que corresponde. Código ANSI B31.3 con una corrosión permisible de 0.05in
- 4) Presión máxima: 9.0Kg/cm<sup>2</sup> (128.0psig)
- 5) Temperatura máxima: 58°C (136°F)
- 6) Diámetro de la tubería: Variable
- 7) Espesores de tubería de acuerdo a tabla de dimensiones ANSI B36.10

**b) RESULTADOS CÉDULA DE TUBERÍA.**

D (in)	D ext. (in)	t (in)	tm (in)	TN	T	Cédula
¾	1.050	0.003	0.003	0.004	0.113	40
1	1.315	0.004	0.004	0.005	0.133	40
1 ½	1.900	0.006	0.006	0.007	0.145	40

Nota: Para el material ASTM A-106 el valor de esfuerzo permisible es de 20.0Kpsi, con una tolerancia de fabricación de 12.5%.

**9. ESPECIFICACIÓN ABS9.**

**a) DATOS.**

Elaborada en el capítulo 8 como ejemplo.

**b) RESULTADOS CÉDULA DE TUBERÍA.**

Presentados en el capítulo 8, así como el concentrado de información.

**10. ESPECIFICACIÓN BBS10.****a) DATOS.**

- 1) Especificación y/o material de la tubería: Acero Inoxidable ASTM A-312 tipo 304
- 2) Fluido que se maneja: Agua de Alimentación a Ósmosis (AAO), Solución para Limpieza de Ósmosis (SLO)
- 3) Sección del código a la que corresponde. Código ANSI B31.3 con una corrosión permisible de 0.05in
- 4) Presión máxima: 62.0Kg/cm<sup>2</sup> (882.0psig)
- 5) Temperatura máxima: 59.5°C (139.0°F)
- 6) Diámetro de la tubería: Variable
- 7) Espesores de tubería de acuerdo a tabla de dimensiones ANSI B36.19

**b) RESULTADOS CÉDULA DE TUBERÍA.**

D (in)	D ext. (in)	t (in)	tm (in)	TN	T	Cédula
1 ½	1.9	0.041	0.091	0.104	0.145	40S
2	2.375	0.051	0.101	0.116	0.154	40S
2 ½	2.875	0.062	0.112	0.128	0.203	40S
3	3.5	0.076	0.126	0.144	0.216	40S
4	4.5	0.098	0.148	0.169	0.237	40S
6	6.625	0.144	0.194	0.221	0.280	40S

Nota: Para el material ASTM A-312 TP304 el valor de esfuerzo permisible es de 20.0Kpsi, con una tolerancia de fabricación de 12.5%.

**11. ESPECIFICACIÓN AES11.****a) DATOS.**

- 1) Especificación y/o material de la tubería: CPVC.
- 2) Fluido que se maneja: Agua de Regeneración (ARG), Sol. de Busperse (BP), Sol. de Bussan (BS), Sol. de Cloro (CL), Sol. Hipoclorito de Sodio (HS), Sol. Kathon (KT), Sol. Optidose (OP), Sol. Polielectrólito (PE), Sol. Phreeguard (PH), Sol. Químico para Ajuste de Ph (QA), Sol. Químico para Acondicionamiento de Agua (QAA), Sol. Sulfato de Aluminio (SA), Sol. Salmuera (SM).
- 3) Sección del código a la que corresponde. Código ANSI B31.3 con una corrosión permisible 0.00in
- 4) Presión máxima: 9.0Kg/cm<sup>2</sup> (128.0psig)
- 5) Temperatura máxima: 58°C (136°F)
- 6) Diámetro de la tubería: Variable

- 7) Espesores de tubería de acuerdo a tabla de proveedor “CHARLOTTE PIPE AND FOUNDRY COMPANY”, basado en el ASTM D-1784 y ASTM F-441

**b) RESULTADOS CÉDULA DE TUBERÍA.**

El criterio de selección de cédula es con la presión máxima de trabajo que puede soportar la tubería para ese diámetro. Los datos son para una temperatura de 73°F (22.7°C), por lo que hay que aplicar un factor de corrección de 0.5, reportado por el mismo proveedor, para la temperatura de trabajo que es de 136°F (58°C).

D (in)	D ext. (in)	Pared min. (in)	Presión Máx. de Trabajo (psi) a 73°F	Presión Máx. de Trabajo (psi) a 136°F	Presión de Fluido (psi)	Cédula
½	0.840	0.109	600	600*0.5=300	128	40
¾	1.050	0.113	480	480*0.5=240	128	40
1	1.315	0.133	450	450*0.5=225	128	40
1 ½	1.900	0.145	330	330*0.5=165	128	40
2	2.375	0.154	280	280*0.5=140	128	40
3	3.500	0.216	260	260*0.5=130	128	40


---


---

X  
**RESULTADOS**  
**ESPECIFICACIONES DE MATERIALES**  
**(CONCENTRADO DE INFORMACIÓN)**

*"LAS CIENCIAS APLICADAS NO EXISTEN, SÓLO LAS APLICACIONES DE LA CIENCIA"*

**ESPECIFICACIÓN AAS1**

 FACULTAD DE QUÍMICA		ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES DE TUBERÍAS				ESPECIFICACIÓN: AAS1	
		PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA				PÁGINA: 1 DE 3 FECHA: ABRIL 2005	
SERVICIO:	ACL, AF, AGC, AN, AOR, APR, ART, ATR, DA, ES, SCA			MATERIAL BASE:	AC. CARBÓN		
RANGO DE BRIDAS:	150lb/in <sup>2</sup>			MAT. INTERNOS DE VÁLVULAS:	13% CROMO (AISI 410)		
LIM. DE TEMPERATURA:	149°F (65°C)			CÓDIGO DE DISEÑO:	ANSI B31.3		
LIM. DE PRESIÓN:	260psig (18.3kg/cm <sup>2</sup> )			PRUEBA:	HIDROSTÁTICA		
TOL. DE CORROSIÓN:	DE 0.0625"			TIPO DE INSPECCIÓN:	RADIOGRAFIADO Y DUREZA (100%)		
REL. DE ESFUERZOS:	EN SOSA CÁUSTICA						
ELEMENTO	NOTAS	DIÁMETRO	CED/RANGO	EXTREMO	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	
<b>TUBERÍA</b>							
S/COSTURA	2,3	¾" - 2"	40	PLANO	AC. CARBÓN ASTM A-106 Gr.B		
S/COSTURA	2,3	2 ½" - 6"	40	BISELADO	AC. CARBÓN ASTM A-53 Gr.B		
S/COSTURA	2,3	8" - 12"	20	BISELADO	AC. CARBÓN ASTM A-53 Gr.B		
S/COSTURA	2,3	16" - 24"	10	BISELADO	AC. CARBÓN ASTM A-53 Gr.B		
C/COSTURA EFW LONG.	2,3	30"	10	BISELADO	AC. CARBÓN ASTM A-672 GrA55		
<b>CONEXIONES Y ACCESORIOS</b>							
CODO 90°	4	¾" - 2"	3000	INS. SOLD.	AC. CARBÓN ASTM A-105		
CODO 45°	4	¾" - 2"	3000	INS. SOLD.	AC. CARBÓN ASTM A-105		
TEE RECTA	4	¾" - 2"	3000	INS. SOLD.	AC. CARBÓN ASTM A-105		
COPE	4,20	¾" - 2"	3000	INS. SOLD.	AC. CARBÓN ASTM A-105		
CRUZ	4	¾" - 2"	3000	INS. SOLD.	AC. CARBÓN ASTM A-105		
RED. INSERTO	4	¾" - 2"	3000	INS. SOLD.	AC. CARBÓN ASTM A-105		
TEE REDUCIDA	4	¾" - 2"	3000	INS. SOLD.	AC. CARBÓN ASTM A-105		
COPE REDUC.	4	¾" - 2"	3000	INS. SOLD.	AC. CARBÓN ASTM A-105		
SOCKOLET	4	¾" - 2"	3000	INS. SOLD.	AC. CARBÓN ASTM A-105		
LATROLET	4	¾" - 2"	3000	INS. SOLD.	AC. CARBÓN ASTM A-105		
TAPÓN MACHO CABEZA HEX.	5	¾" - 2"	N.A PARA BARRA	ROSCADO	AC. CARBÓN ASTM A-105		
TAPÓN CACHUCHA	5,20	¾" - 2"	3000	ROSCADO	AC. CARBÓN ASTM A-105		
CODO 90° RADIO LARGO	6	2 ½" - 6"	40	BISELADO S/COST.	AC. CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
CODO 45°	6	2 ½" - 6"	40	BISELADO S/COST.	AC. CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
TEE RECTA	6	2 ½" - 6"	40	BISELADO S/COST.	AC. CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
TEE REDUCIDA	6	2 ½" - 6"	40	BISELADO S/COST.	AC. CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
REDUC. CONC.	6	2 ½" - 6"	40	BISELADO S/COST.	AC. CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
REDUC. EXC.	6	2 ½" - 6"	40	BISELADO S/COST.	AC. CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
TAPÓN CACHUCHA	6	2 ½" - 6"	40	BISELADO S/COST.	AC. CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
CODO 90° RADIO LARGO	6	8" - 12"	20	BISELADO S/COST.	AC. CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
CODO 45°	6	8" - 12"	20	BISELADO S/COST.	AC. CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
TEE RECTA	6	8" - 12"	20	BISELADO S/COST.	AC. CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
TEE REDUCIDA	6	8" - 12"	20	BISELADO S/COST.	AC. CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
REDUC. CONC.	6	8" - 12"	20	BISELADO S/COST.	AC. CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
REDUC. EXC.	6	8" - 12"	20	BISELADO S/COST.	AC. CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
TAPÓN CACHUCHA	6	8" - 12"	20	BISELADO S/COST.	AC. CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
CODO 90° RADIO LARGO	6,7	16" - 30"	10	BISELADO S/COST.	AC. CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
CODO 45°	6,7	16" - 30"	10	BISELADO S/COST.	AC. CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
TEE RECTA	6,7	16" - 30"	10	BISELADO S/COST.	AC. CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
TEE REDUCIDA	6,7	16" - 30"	10	BISELADO S/COST.	AC. CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		

 FACULTAD DE QUÍMICA		ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES DE TUBERÍAS				ESPECIFICACIÓN: AAS1	
		PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA				PÁGINA: 2 DE 3 FECHA: ABRIL 2005	
SERVICIO:	ACL, AF, AGC, AN, AOR, APR, ART, ATR, DA, ES, SCA			MATERIAL BASE:	AC. CARBÓN		
RANGO DE BRIDAS:	150lb/in <sup>2</sup>			MAT. INTERNOS DE VÁLVULAS:	13% CROMO (AISI 410)		
LIM. DE TEMPERATURA:	149°F (65°C)			CÓDIGO DE DISEÑO:	ANSI B31.3		
LIM. DE PRESIÓN:	260psig (18.3kg/cm <sup>2</sup> )			PRUEBA:	HIDROSTÁTICA		
TOL. DE CORROSIÓN:	DE 0.0625"			TIPO DE INSPECCIÓN:	RADIOGRAFIADO Y DUREZA (100%)		
REL. DE ESFUERZOS:	EN SOSA CÁUSTICA						
ELEMENTO	NOTAS	DIÁMETRO	CED/RANGO	EXTREMO	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	
<b>CONEXIONES Y ACCESORIOS</b>							
REDUC. CONC.	6,7	16" - 30"	10	BISELADO S/COST.	AC. CARBÓN ASTM A-234 Gr. WPB		
REDUC. EXC.	6,7	16" - 30"	10	BISELADO S/COST.	AC. CARBÓN ASTM A-234 Gr. WPB		
TAPÓN CACHUCHA	6,7	16" - 30"	10	BISELADO S/COST.	AC. CARBÓN ASTM A-234 Gr. WPB		
NIPLE S/COSTURA	1,5,6,20	¾" - 2"	80	PLANO Y ROSCADO	AC. CARBÓN ASTM A-106 Gr. B		
NIPOLET	20	¾" - 2"	80/3000	PLANOS	AC. CARBÓN ASTM A-105		
THREDOLET	20	¾" - 2"	3000	ROSCADOS	AC. CARBÓN ASTM A-105		
<b>VÁLVULAS</b>							
COMPUERTA	8,9	¾" - 2"	800	INS. SOLD.	AC. CARBÓN ASTM A-105	C1IS	
GLOBO	8,9,10,20	¾" - 2"	800	INS. SOLD.	AC. CARBÓN ASTM A-105	G1IS	
RETENCIÓN	8,9	¾" - 2"	800	INS. SOLD.	AC. CARBÓN ASTM A-105	R1IS	
COMPUERTA	9	2 ½" - 30"	150	BRIDA C.R.	AC. CARBÓN ASTM A-216 Gr. WCB	C2BCR	
GLOBO	9,10	2 ½" - 30"	150	BRIDA C.R.	AC. CARBÓN ASTM A-216 Gr. WCB	G2BCR	
RETENCIÓN	9	2 ½" - 30"	150	BRIDA C.R.	AC. CARBÓN ASTM A-216 Gr. WCB	R2BCR	
MACHO TAPÓN	9	¾" - 30"	150	BRIDA C.R.	AC. CARBÓN ASTM A-216 Gr. WCB	M1BCR	
MACHO TIPO BOLA	9	¾" - 30"	150	BRIDA C.R.	AC. CARBÓN ASTM A-216 Gr. WCB	M2BCR	
<b>BRIDAS</b>							
INS. SOLDABLE	11	¾" - 2"	150 (CED.40)	CR	AC. CARBÓN ASTM A-105		
CUELLO SOLDABLE	11	2 ½" - 6"	150(CED.40)	CR	AC. CARBÓN ASTM A-105		
CIEGA	11	2 ½" - 6"	150	CR	AC. CARBÓN ASTM A-105		
CUELLO SOLDABLE	11	8" - 12"	150 (CED.20)	CR	AC. CARBÓN ASTM A-105		
CIEGA	11	8" - 12"	150	CR	AC. CARBÓN ASTM A-105		
CUELLO SOLDABLE	11	16" - 24"	150 (CED.10)	CR	AC. CARBÓN ASTM A-105		
CIEGA	11	16" - 24"	150	CR	AC. CARBÓN ASTM A-105		
CUELLO SOLDABLE	12	30"	150 (CED.10)	CR	AC. CARBÓN ASTM A-181 Gr. CL70		
CIEGA	12	30"	150	CR	AC. CARBÓN ASTM A-181 Gr. CL70		
<b>EMPAQUES Y JUNTAS</b>							
JUNTA ESPIROMETÁLICA PARA BRIDAS	13	¾" - 30"	150	CR	AC. INOX. 304 RELLENO DE NO-ASBESTO, 1/8" DE ESPESOR		
JUNTA ESPIROMETÁLICA EN BONETE	9,13	2 ½" - 30"	150	CR	ACERO SUAVE CON NO-ASBESTO, 1/8" DE ESPESOR		
EMPAQUE DE PRENSAESTOPA	9,13	2 ½" - 30"	150	CR	FIBRA RESILIENTE NO-ASBESTO IMPREGNADA DE GRAFITO Y LUBRICANTE PARA ALTA TEMP.		
<b>TORNILLOS, ESPÁRRAGOS Y TUERCAS</b>							
ESPÁRRAGOS	14,15,16	TODOS	N.A.		AC. CARBÓN ASTM A-193 Gr. B7		
TUERCAS	16	TODOS	N.A.		AC. CARBÓN ASTM A-194 Gr. 2H, CABEZA HEXAGONAL.		


 FACULTAD DE QUÍMICA	<b>ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES DE TUBERÍAS</b>  <b>PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA</b>		ESPECIFICACIÓN: AAS1
			PÁGINA: 3 DE 3 FECHA: ABRIL 2005
SERVICIO:	ACL, AF, AGC, AN, AOR, APR, ART, ATR, DA, ES, SCA	MATERIAL BASE:	AC. CARBÓN
RANGO DE BRIDAS:	150lb/in <sup>2</sup>	MAT. INTERNOS DE VÁLVULAS:	13% CROMO (AISI 410)
LIM. DE TEMPERATURA:	149°F (65°C)	CÓDIGO DE DISEÑO:	ANSI B31.3
LIM. DE PRESIÓN:	260psig (18.3kg/cm <sup>2</sup> )	PRUEBA:	HIDROSTÁTICA
TOL. DE CORROSIÓN:	DE 0.0625"	TIPO DE INSPECCIÓN (NOTA 1):	RADIOGRAFIADO Y DUREZA (100%)
REL. DE ESFUERZOS:	EN SOSA CÁUSTICA		

TABLA DE RAMALES															
D I Á M E T R O  C A B E Z A L	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="2">ELEMENTOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>TC</td> <td>TEE DE INS. SOLDABLE</td> </tr> <tr> <td>TRC</td> <td>TEE REDUCIDA DE INS. SOLDABLE</td> </tr> <tr> <td>T</td> <td>TEE RECTA CON EXT. BISELADOS</td> </tr> <tr> <td>TR</td> <td>TEE REDUCIDA CON EXT. BISELADOS</td> </tr> <tr> <td>W</td> <td>WELDOLET</td> </tr> <tr> <td>S</td> <td>SOCKOLET</td> </tr> </tbody> </table>	ELEMENTOS		TC	TEE DE INS. SOLDABLE	TRC	TEE REDUCIDA DE INS. SOLDABLE	T	TEE RECTA CON EXT. BISELADOS	TR	TEE REDUCIDA CON EXT. BISELADOS	W	WELDOLET	S	SOCKOLET
	ELEMENTOS														
	TC	TEE DE INS. SOLDABLE													
	TRC	TEE REDUCIDA DE INS. SOLDABLE													
	T	TEE RECTA CON EXT. BISELADOS													
	TR	TEE REDUCIDA CON EXT. BISELADOS													
W	WELDOLET														
S	SOCKOLET														
NOTAS 6, 17 Y 18															

NOTAS APLICABLES.	
1.- PARA NIPLER SE CONSIDERÓ CÉDULA 80 POR PÉRDIDAS POR EL ROSCADO.	
2.- DIMENSIONES DE ACUERDO A CÓDIGO ANSI B36.10.	
3.- EN CÁLCULO DE ESPESOR DE PARED SE CONSIDERÓ TOL. DE CORROSIÓN DE 0.0625" QUE ES UN VALOR RECOMENDADO POR OTRAS ESPECIFICACIONES PARA ESTE SERVICIO.	
4.- TODAS LAS CONEXIONES DE ½" A 2" SERÁN DEL TIPO INSERTO SOLDABLE. PROHIBIDO SOLDADURAS A TOPE.	
5.- DIÁMETRO DE ACCESORIOS ROSCADOS DE ACUERDO A ANSI B16.11.	
6.- PROHIBIDO EL USO DE CONEXIONES O ACCESORIOS "HECHIZOS".	
7.- PARA DIÁMETROS DE 30" Y MAYORES SE RECOMIENDA CONEXIONES CON COSTURA EFW.	
8.- LAS VÁLVULAS DE INSERTO SOLDABLE DEBERÁN ESTAR CERRADAS ANTES DE LA SOLDADURA.	
9.- EL FABRICANTE DEBERÁ ESPECIFICAR EN ETIQUETA METÁLICA Y CON LETRA DE GOLPE ATADA AL CUERPO: NÚMERO DE IDENTIFICACIÓN, TIPOS DE EMPAQUE EN JUNTA DE BONETE Y PRENSAESTOPAS.	
10.- NO USAR VÁLVULAS DE GLOBO EN INSTALACIONES DE TUBERÍAS BAJO NIVEL DE PISO.	
11.- DIMENSIONES DE ACUERDO A ANSI B16.5.	
12.- DIMENSIONES DE ACUERDO A ANSI B16.47 A (MSS-SP44).	
13.- EL TERMINO "NO-ASBESTO" CORRESPONDE AL MATERIAL DE FIBRA MINERAL CAPILAR, AGLOMERADA CON ELASTÓMEROS, CON CARACTERÍSTICAS SIMILARES AL ASBESTO PERO SIN TENER LAS FIBRAS QUE CAUSAN CÁNCER PULMONAR.	
14.- LONGITUD DE CUERDA DE ACUERDO A ANSI B16.5.	
15.- EL GRADO, CLASE Y SÍMBOLO DE FABRICANTE, DEBEN SER MARCADOS EN UN EXTREMO.	
16.- LOS ESPÁRRAGOS Y TUERCAS DEBERÁN CONTAR CON RECUBRIMIENTO RESISTENTE A LA CORROSIÓN A BASE DE PTFE O CADMIZADOS (10 MICRAS).	
17.- EN LOS INSERTOS A LOS CABEZALES DEBERÁ VERIFICARSE SI SE REQUIERE PLACA DE REFUERZO DE ACUERDO AL ANSI B31.3.	
18.- TODOS LOS RAMALES DEBERÁN CONSTRUIRSE CON ACCESORIOS DE FÁBRICA.	
19.- LOS CÓDIGOS ASTM SÓLO CUBREN DIMENSIONES HASTA 24", PARA DIÁMETROS DE 30" Y MAYORES LAS DIMENSIONES SON SEGÚN MSS PARA PLACAS.	
20.- ACCESORIOS PARA USO EN VENTEOS Y DRENES PARA PRUEBAS HIDROSTÁTICAS, SE DEBERÁ SOLDAR DESPUÉS DE LA PRUEBA.	



**ESPECIFICACIÓN AAS2**

 FACULTAD DE QUÍMICA		ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES DE TUBERÍAS				ESPECIFICACIÓN: AAS2	
		PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA				PÁGINA: 1 DE 3 FECHA: ABRIL 2005	
SERVICIO:	AGES, AGER, PTE			MATERIAL BASE:	AC. CARBÓN		
RANGO DE BRIDAS:	150lb/in <sup>2</sup>			MAT. INTERNOS DE VÁLVULAS:	13% CROMO (AISI 410)		
LIM. DE TEMPERATURA:	149°F (65°C)			CÓDIGO DE DISEÑO:	ANSI B31.3		
LIM. DE PRESIÓN:	128psig (9.0kg/cm <sup>2</sup> )			PRUEBA:	HIDROSTÁTICA		
TOL. DE CORROSIÓN:	DE 0.0625"			TIPO DE INSPECCIÓN:	RADIOGRAFIADO Y DUREZA (100%)		
REL. DE ESFUERZOS:	NO						
ELEMENTO	NOTAS	DIÁMETRO	CED/RANGO	EXTREMO	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	
<b>TUBERÍA</b>							
S/COSTURA	2,3	1" - 2"	40	PLANO	AC.CARBÓN ASTM A-53 Gr.B		
C/COSTURA	2,3	3" - 6"	40	BISELADO	AC.CARBÓN ASTM A-53 Gr.B		
C/COSTURA	2,3	8" - 24"	20	BISELADO	AC.CARBÓN ASTM A-53 Gr.B		
C/COSTURA EFW	2,3	30" - 42"	STD	BISELADO	AC.CARBÓN ASTM A-134 CON ROLADO DE PLACA A-285 Gr.C		
<b>CONEXIONES Y ACCESORIOS</b>							
CODO 90°	4	1" - 2"	3000	INS. SOLD.	AC.CARBÓN ASTM A-105		
CODO 45°	4	1" - 2"	3000	INS. SOLD.	AC.CARBÓN ASTM A-105		
TEE RECTA	4	1" - 2"	3000	INS. SOLD.	AC.CARBÓN ASTM A-105		
COPE	4,19	1" - 2"	3000	INS. SOLD.	AC.CARBÓN ASTM A-105		
CRUZ	4	1" - 2"	3000	INS. SOLD.	AC.CARBÓN ASTM A-105		
RED. INSERTO	4	1" - 2"	3000	INS. SOLD.	AC.CARBÓN ASTM A-105		
TEE REDUCIDA	4	1" - 2"	3000	INS. SOLD.	AC.CARBÓN ASTM A-105		
COPE REDUC.	4	1" - 2"	3000	INS. SOLD.	AC.CARBÓN ASTM A-105		
SOCKOLET	4	1" - 2"	3000	INS. SOLD.	AC.CARBÓN ASTM A-105		
LATROLET	4	1" - 2"	3000	INS. SOLD.	AC.CARBÓN ASTM A-105		
TAPÓN MACHO CABEZA HEXAGONAL	5	1" - 2"	N.A PARA BARRA	ROSCADO	AC.CARBÓN ASTM A-105		
TAPÓN CACHUCHA	5,19	1" - 2"	3000	ROSCADO	AC.CARBÓN ASTM A-105		
CODO 90° RADIO LARGO	6	3" - 6"	40	BISELADO C/COST.	AC.CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
CODO 45°	6	3" - 6"	40	BISELADO C/COST.	AC.CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
TEE RECTA	6	3" - 6"	40	BISELADO C/COST.	AC.CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
TEE REDUCIDA	6	3" - 6"	40	BISELADO C/COST.	AC.CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
REDUC. CONC.	6	3" - 6"	40	BISELADO C/COST.	AC.CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
REDUC. EXC.	6	3" - 6"	40	BISELADO C/COST.	AC.CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
TAPÓN CACHUCHA	6	3" - 6"	40	BISELADO C/COST.	AC.CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
CODO 90° RADIO LARGO	6	8" - 24"	20	BISELADO C/COST.	AC.CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
CODO 45°	6	8" - 24"	20	BISELADO C/COST.	AC.CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
TEE RECTA	6	8" - 24"	20	BISELADO C/COST.	AC.CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
TEE REDUCIDA	6	8" - 24"	20	BISELADO C/COST.	AC.CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
REDUC. CONC.	6	8" - 24"	20	BISELADO C/COST.	AC.CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
REDUC. EXC.	6	8" - 24"	20	BISELADO C/COST.	AC.CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
TAPÓN CACHUCHA	6	8" - 24"	20	BISELADO C/COST.	AC.CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
CODO 90° RADIO LARGO	6,7	30" - 42"	STD	BISELADO S/COST.	AC.CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
CODO 45°	6,7	30" - 42"	STD	BISELADO S/COST.	AC.CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
TEE RECTA	6,7	30" - 42"	STD	BISELADO S/COST.	AC.CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
TEE REDUCIDA	6,7	30" - 42"	STD	BISELADO S/COST.	AC.CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		

 FACULTAD DE QUÍMICA		<b>ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES DE TUBERÍAS</b>  <b>PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA</b>				ESPECIFICACIÓN: AAS2	
						PÁGINA: 2 DE 3 FECHA: ABRIL 2005	
SERVICIO:	AGES, AGER, PTE			MATERIAL BASE:	AC. CARBÓN		
RANGO DE BRIDAS:	150lb/in <sup>2</sup>			MAT. INTERNOS DE VÁLVULAS:	13% CROMO (AISI 410)		
LIM. DE TEMPERATURA:	149°F (65°C)			CÓDIGO DE DISEÑO:	ANSI B31.3		
LIM. DE PRESIÓN:	128psig (9.0kg/cm <sup>2</sup> )			PRUEBA:	HIDROSTÁTICA		
TOL. DE CORROSIÓN:	DE 0.0625"			TIPO DE INSPECCIÓN:	RADIOGRAFIADO Y DUREZA (100%)		
REL. DE ESFUERZOS:	NO						
ELEMENTO	NOTAS	DIÁMETRO	CED/RANGO	EXTREMO	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	
<b>CONEXIONES Y ACCESORIOS</b>							
REDUC. CONC.	6,7	30" - 42"	STD	BISELADO S/COST.	AC.CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
REDUC. EXC.	6,7	30" - 42"	STD	BISELADO S/COST.	AC.CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
TAPÓN CACHUCHA	6,7	30" - 42"	STD	BISELADO S/COST.	AC.CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
NIPLE S/COSTURA	1,5,19	1" - 2"	80	PLANO Y ROSCADO	AC.CARBÓN ASTM A-53 Gr.B		
NIPOLET	19	1" - 2"	80/3000	PLANOS	AC.CARBÓN ASTM A-105		
<b>VÁLVULAS</b>							
COMPUERTA	8,9	1" - 2"	800	INS. SOLD.	AC.CARBÓN ASTM A-105	C3IS	
GLOBO	8,9,10,19	1" - 2"	800	INS. SOLD.	AC.CARBÓN ASTM A-105	G3IS	
RETENCIÓN	8,9	1" - 2"	800	INS. SOLD.	AC.CARBÓN ASTM A-105	R3IS	
COMPUERTA	9	3" - 52"	150	BRIDA C.R.	AC.CARBÓN ASTM A-216 Gr.WCB	C4BCR	
GLOBO	9,10	3" - 24"	150	BRIDA C.R.	AC.CARBÓN ASTM A-216 Gr.WCB	G4BCR	
RETENCIÓN T.C.	9	3" - 12"	150	BRIDA C.R.	AC.CARBÓN ASTM A-216 Gr.WCB	R4BCR	
RETENCIÓN T.D.	9	14" - 24"	150	BRIDA C.R.	AC.CARBÓN ASTM A-216 Gr.WCB	R5BCR	
MACHO TIPO BOLA	9	1" - 4"	150	BRIDA C.R.	AC.CARBÓN ASTM A-216 Gr.WCB	M3BCR	
<b>BRIDAS</b>							
INS. SOLDABLE	11	1" - 2"	150 (CED.40)	CR	AC.CARBÓN ASTM A-105		
DESLIZABLE	11	3" - 6"	150(CED.40)	CR	AC.CARBÓN ASTM A-105		
CIEGA	11	3" - 6"	150	CR	AC.CARBÓN ASTM A-105		
DESLIZABLE	11	8" - 24"	150 (CED.20)	CR	AC.CARBÓN ASTM A-105		
CIEGA	11	8" - 24"	150	CR	AC.CARBÓN ASTM A-105		
DESLIZABLE	12	30" - 42"	150 (STD)	CR	AC.CARBÓN ASTM A-105		
CIEGA	12	30" - 42"	150	CR	AC.CARBÓN ASTM A-105		
<b>EMPAQUES Y JUNTAS</b>							
JUNTA ESPIROMETÁLICA PARA BRIDAS	13	1" - 42"	150	CR	AC.INOX. 304 RELLENO DE NO-ASBESTO, 1/8" DE ESPESOR		
JUNTA ESPIROMETÁLICA EN BONETE	9,13	3" - 42"	150	CR	ARROLLAMIENTO EN ESPIRAL DE AC. INOX 304 CON NO-ASBESTO		
EMPAQUE DE PRENSAESTOPA	9,13	3" - 42"	150	CR	FIBRA RESILENTE NO-ASBESTO IMPREGNADA DE GRAFITO Y LUBRICANTE PARA ALTA TEMP.		
<b>TORNILLOS, ESPÁRRAGOS Y TUERCAS</b>							
ESPÁRRAGOS	14,15,16	TODOS	N.A.		AC.CARBÓN ASTM A-193 Gr.B7		
TUERCAS	16	TODOS	N.A.		AC.CARBÓN ASTM A-194 Gr.2H, CABEZA HEXAGONAL.		


 FACULTAD DE QUÍMICA	<b>ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES DE TUBERÍAS</b>		ESPECIFICACIÓN: AAS2
	<b>PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA</b>		PÁGINA: 3 DE 3 FECHA: ABRIL 2005
SERVICIO:	AGES, AGER, PTE	MATERIAL BASE:	AC. CARBÓN
RANGO DE BRIDAS:	150lb/in <sup>2</sup>	MAT. INTERNOS DE VÁLVULAS:	13% CROMO (AISI 410)
LIM. DE TEMPERATURA:	149°F (65°C)	CÓDIGO DE DISEÑO:	ANSI B31.3
LIM. DE PRESIÓN:	128psig (9.0kg/cm <sup>2</sup> )	PRUEBA:	HIDROSTÁTICA
TOL. DE CORROSIÓN:	DE 0.0625"	TIPO DE INSPECCIÓN:	RADIOGRAFIADO Y DUREZA (100%)
REL. DE ESFUERZOS:	NO		

TABLA DE RAMALES	
D I Á M E T R O  D E C A B E Z	1 TC
	1 ½ TC
	2 TRC TC
	3 T
	4 T
	6 T
	8 T
10 T	
12 T	
14 T	
16 T	
18 T	
20 T	
24 T	
30 T	
36 T	
42 T	


  

ELEMENTOS	
TC	TEE DE INS. SOLDABLE
TRC	TEE REDUCIDA DE INS. SOLDABLE
T	TEE RECTA CON EXT. BISELADOS
TR	TEE REDUCIDA CON EXT. BISELADOS
IP	INSERTO CON PLACA DE REFUERZO
S	SOCKET


NOTAS APLICABLES.	
1.-	PARA NIPLES SE CONSIDERÓ CÉDULA 80 POR PÉRDIDAS POR EL ROSCADO.
2.-	DIMENSIONES DE ACUERDO A CÓDIGO ANSI B36.10.
3.-	EN CÁLCULO DE ESPESOR DE PARED SE CONSIDERÓ TOL. DE CORROSIÓN DE 0.0625" QUE ES UN VALOR RECOMENDADO POR OTRAS ESPECIFICACIONES PARA ESTE SERVICIO.
4.-	TODAS LAS CONEXIONES DE ½" A 2" SERÁN DEL TIPO INSERTO SOLDABLE. PROHIBIDO SOLDADURAS A TOPE.
5.-	DIÁMETRO DE ACCESORIOS ROSCADOS DE ACUERDO A ANSI B16.11.
6.-	LOS CODOS, REDUCCIONES Y TEES DE 30" A 42" SE PODRÁN FABRICAR DE TUBERÍA EN CAMPO DE ACUERDO A ANSI B31.3.
7.-	LOS CODOS DE 90° PARA DIÁMETROS DE 42" SERÁN DE 5 GAJOS MÍNIMO.
8.-	LAS VÁLVULAS DE INSERTO SOLDABLE DEBERÁN ESTAR CERRADAS ANTES DE LA SOLDADURA.
9.-	EL FABRICANTE DEBERÁ ESPECIFICAR EN ETIQUETA METÁLICA Y CON LETRA DE GOLPE ATADA AL CUERPO: NÚMERO DE IDENTIFICACIÓN, TIPOS DE EMPAQUE EN JUNTA DE BONETE Y PRENSAESTOPAS.
10.-	NO USAR VÁLVULAS DE GLOBO EN INSTALACIONES DE TUBERÍAS BAJO NIVEL DE PISO.
11.-	DIMENSIONES DE ACUERDO A ANSI B16.5.
12.-	DIMENSIONES DE ACUERDO A ANSI B16.47 A.
13.-	EL TÉRMINO "NO-ASBESTO" CORRESPONDE AL MATERIAL DE FIBRA MINERAL CAPILAR, AGLOMERADA CON ELASTÓMEROS, CON CARACTERÍSTICAS SIMILARES AL ASBESTO PERO SIN TENER LAS FIBRAS QUE CAUSAN CÁNCER PULMONAR.
14.-	LONGITUD DE CUERDA DE ACUERDO A ANSI B16.5.
15.-	EL GRADO, CLASE Y SÍMBOLO DE FABRICANTE, DEBEN SER MARCADOS EN UN EXTREMO.
16.-	LOS ESPÁRRAGOS Y TUERCAS DEBERÁN CONTAR CON RECUBRIMIENTO RESISTENTE A LA CORROSIÓN A BASE DE PTFE O CADMIZADOS (10 MICRAS).
17.-	EN LOS INSERTOS A LOS CABEZOS DEBERÁ VERIFICARSE SI SE REQUIERE PLACA DE REFUERZO DE ACUERDO AL ANSI B31.3.
18.-	TODOS LOS RAMALES DEBERÁN CONSTRUIRSE CON ACCESORIOS DE FÁBRICA.
19.-	ACCESORIOS DE USO PARA PRUEBAS HIDROSTÁTICAS, SE DEBERÁ SOLDAR DESPUÉS DE LA PRUEBA.


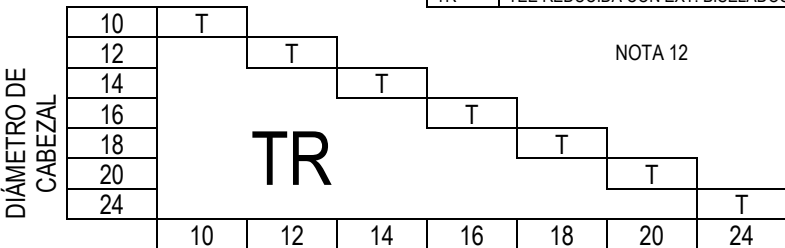
**ESPECIFICACIÓN CAS3**

 FACULTAD DE QUÍMICA		ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES DE TUBERÍAS  PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA				ESPECIFICACIÓN: CAS3  PÁGINA:1 DE 2 FECHA: ABRIL 2005	
SERVICIO:	AAP			MATERIAL BASE:	AC. CARBÓN		
RANGO DE BRIDAS:	600lb/in <sup>2</sup>			MAT. INTERNOS DE VÁLVULAS:	5% CROMO		
LIM. DE TEMPERATURA:	233°F (112°C)			CÓDIGO DE DISEÑO:	ANSI B31.3		
LIM. DE PRESIÓN:	977psig (68.7kg/cm <sup>2</sup> )			PRUEBA:	HIDROSTÁTICA		
TOL. DE CORROSIÓN:	DE 0.0625"			TIPO DE INSPECCIÓN:	RADIOGRAFIADO Y DUREZA (100%)		
REL. DE ESFUERZOS:	SI						
ELEMENTO	NOTAS	DIÁMETRO	CED/RANGO	EXTREMO	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	
<b>TUBERÍA</b>							
S/COSTURA	1,2	¾" - 2"	40	PLANOS	AC.CARBÓN ASTM A-106 Gr.B		
S/COSTURA	1,2	10" - 20"	80	BISELADO	AC.CARBÓN ASTM A-106 Gr.B		
<b>CONEXIONES Y ACCESORIOS</b>							
CURVATURA 90°	3,4	10" - 20"	80	BISELADO S/COST.	AC.CARBÓN ASTM A-106 Gr.B		
CURVATURA 45°	3,4	10" - 20"	80	BISELADO S/COST.	AC.CARBÓN ASTM A-106 Gr.B		
TEE RECTA	3	10" - 20"	80	BISELADO S/COST.	AC.CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
TEE REDUCIDA	3	10" - 20"	80	BISELADO S/COST.	AC.CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
REDUC. CONC.	3	10" - 20"	80	BISELADO S/COST.	AC.CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
REDUC. EXC.	3	10" - 20"	80	BISELADO S/COST.	AC.CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
TAPÓN CACHUCHA	3	10" - 20"	80	BISELADO S/COST.	AC.CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
NIPLE	16,17	¾" - 2"	80	PLANO Y ROSCADO	AC.CARBÓN ASTM A-106 Gr.B		
NIPOLET	16,17	¾" - 2"	80/3000	PLANOS	AC.CARBÓN ASTM A-105 Gr.B		
TAPÓN CACHUCHA	17	¾" - 2"	3000	ROSCADOS	AC.CARBÓN ASTM A-105 Gr.B		
THREDOLET	17	¾" - 2"	3000	ROSCADOS	AC.CARBÓN ASTM A-105 Gr.B		
<b>VÁLVULAS</b>							
COMPUERTA	5,6	10" - 20"	600	BISELADO	AC.CARBÓN ASTM A-216 Gr.WCB	C5BIS	
GLOBO	5,7,8	10" - 20"	600	BISELADO	AC.CARBÓN ASTM A-216 Gr.WCB	G5BIS	
RETENCIÓN	5	10" - 20"	600	BISELADO	AC.CARBÓN ASTM A-216 Gr.WCB	R6BIS	
GLOBO	5,17	¾" - 2"	600	CAJA PARA SOLDAR	AC.CARBÓN ASTM A-105	G15IS	
<b>BRIDAS</b>							
CUELLO SOLDABLE	9	10" - 20"	600 (CED.80)	RTJ ANILLO OCTAGONAL	AC.CARBÓN ASTM A-105		
CIEGA	9	10" - 20"	600	RTJ ANILLO OCTAGONAL	AC.CARBÓN ASTM A-105		
PORTA PLACA DE ORIFICIO	10,15	10" - 20"	600 (CED.80)	RTJ ANILLO OCTAGONAL	AC.CARBÓN ASTM A-105		
<b>EMPAQUES Y JUNTAS</b>							
JUNTA DE BRIDA		10" - 20"	600	RTJ ANILLO OCTAGONAL	DE ANILLO 5 % Cr.		
JUNTA DE BONETE		10" - 20"	600	RTJ ANILLO OCTAGONAL	DE ANILLO 5 % Cr.		
EMPAQUE DE PRENSAESTOPA	5	10" - 20"	600	RTJ ANILLO OCTAGONAL	GRAFITO Y FILAMENTO DE INCONEL, AUTOLUBRICADO, TRENZADO FLEXIBLE CUADROS.		
<b>TORNILLOS, ESPÁRRAGOS Y TUERCAS</b>							
ESPÁRRAGOS	11,12,13	TODOS	N.A.		AC.CARBÓN ASTM A-193 Gr.B7		
TUERCAS	11	TODOS	N.A.		AC.CARBÓN ASTM A-194 Gr.2H		




**ESPECIFICACIÓN AAS4**


 FACULTAD DE QUÍMICA		ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES DE TUBERÍAS  PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA				ESPECIFICACIÓN: AAS4  PÁGINA: 1 DE 2 FECHA: ABRIL 2005	
SERVICIO:	ACI			MATERIAL BASE:		AC. CARBÓN	
RANGO DE BRIDAS:	150lb/in <sup>2</sup>			MAT. INTERNOS DE VÁLVULAS:		13% CROMO	
LIM. DE TEMPERATURA:	139°F (58°C)			CÓDIGO DE DISEÑO:		ANSI B31.3	
LIM. DE PRESIÓN:	203psia (14.3ka/cm <sup>2</sup> )			PRUEBA:		HIDROSTÁTICA	
TOL. DE CORROSIÓN:	DE 0.0625"			TIPO DE INSPECCIÓN:		DUREZA (10%)	
REL. DE ESFUERZOS:	NO						
ELEMENTO	NOTAS	DIÁMETRO	CED/RANGO	EXTREMO	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	
TUBERÍA							
S/COSTURA	1,2,3	¾" - 2"	40	PLANO	AC. CARBÓN ASTM A-106 Gr.B		
S/COSTURA	1,2,3	2 ½" - 6"	40	BISELADO	AC. CARBÓN ASTM A-53 Gr.B		
S/COSTURA	1,2,3	8" - 12"	20	BISELADO	AC. CARBÓN ASTM A-53 Gr.B		
S/COSTURA	1,2,3	16"	10	BISELADO	AC. CARBÓN ASTM A-53 Gr.B		
C/COSTURA EFW LONGITUDINAL	1,2,3	20" - 24"	10	BISELADO	AC. CARBÓN ASTM A-672 Gr.A55 CLASE 22		
CONEXIONES Y ACCESORIOS							
CODO 90°	4	12"	20	BISELADO S/COST.	AC. CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
CODO 45°	4	12"	20	BISELADO S/COST.	AC. CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
TEE RECTA	4	12"	20	BISELADO S/COST.	AC. CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
TEE REDUCIDA	4	12"	20	BISELADO S/COST.	AC. CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
REDUC. CONC.	4	12"	20	BISELADO S/COST.	AC. CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
REDUC. EXC.	4	12"	20	BISELADO S/COST.	AC. CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
TAPÓN CACHUCHA	4	12"	20	BISELADO S/COST.	AC. CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
CODO 90°	4	16" - 24"	10	BISELADO S/COST.	AC. CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
CODO 45°	4	16" - 24"	10	BISELADO S/COST.	AC. CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
TEE RECTA	4	16" - 24"	10	BISELADO S/COST.	AC. CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
TEE REDUCIDA	4	16" - 24"	10	BISELADO S/COST.	AC. CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
REDUC. CONC.	4	16" - 24"	10	BISELADO S/COST.	AC. CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
REDUC. EXC.	4	16" - 24"	10	BISELADO S/COST.	AC. CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
TAPÓN CACHUCHA	4	16" - 24"	10	BISELADO S/COST.	AC. CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
NIPLES S/COST.	13,15	2 ½"	80	CUERDA MACHO NPT	AC. CARBÓN ASTM A-53 Gr.B		
TAPÓN MACHO	14	2 ½"	N.A	ROSCADOS	AC. CARBÓN ASTM A-105 Gr.B		
NIPOLET	15	½" - 2 ½"	80/3000	PLANOS	AC. CARBÓN ASTM A-105 Gr.B		
TAPÓN CACHUCHA	15	½" - 2 ½"	3000	ROSCADOS	AC. CARBÓN ASTM A-105 Gr.B		
THREOLET	15	½" - 2 ½"	3000	ROSCADOS	AC. CARBÓN ASTM A-105 Gr.B		
VÁLVULAS							
COMPUERTA	5	12" - 24"	150	BRIDA C.R.	AC. CARBÓN ASTM A-216 Gr.WCB	C6BCR	
RETENCIÓN	5	12" - 24"	150	BRIDA C.R.	AC. CARBÓN ASTM A-216 Gr.WCB	R7BCR	
MACHO NO LUBRICADA (PARA HIDRANTES)	5	2 ½"	150	ROSCA HEMBRA	AC. CARBÓN ASTM A-216 Gr.WCB	M4RH	
BOLA (PARA ASPERSIÓN Y MONITORES)	5	2" - 6"	150	BRIDA C.R.	AC. CARBÓN ASTM A-216 Gr.WCB	B1BCR	
BRIDAS							
DESLIZABLE	6	8" - 12"	150 (CED.20)	C.R.	AC. CARBÓN ASTM A-105		
CIEGA	6	8" - 12"	150	C.R.	AC. CARBÓN ASTM A-105		
DESLIZABLE	6	16" - 24"	150 (CED.10)	C.R.	AC. CARBÓN ASTM A-105		
CIEGA	6	16" - 24"	150	C.R.	AC. CARBÓN ASTM A-105		


 <p>FACULTAD DE QUÍMICA</p>		<b>ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES DE TUBERÍAS</b>				ESPECIFICACIÓN: AAS4	
		<b>PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA</b>				PÁGINA: 2 DE 2 FECHA: ABRIL 2005	
SERVICIO:		ACI		MATERIAL BASE:		AC. CARBÓN	
RANGO DE BRIDAS:		150lb/in <sup>2</sup>		MAT. INTERNOS DE VÁLVULAS:		13% CROMO	
LIM. DE TEMPERATURA:		139°F (58°C)		CÓDIGO DE DISEÑO:		ANSI B31.3	
LIM. DE PRESIÓN:		203psig (14.3kg/cm <sup>2</sup> )		PRUEBA:		HIDROSTÁTICA	
TOL. DE CORROSIÓN:		DE 0.0625"		TIPO DE INSPECCIÓN:		DUREZA (10%)	
REL. DE ESFUERZOS:		NO					
ELEMENTO	NOTAS	DIÁMETRO	CED/RANGO	EXTREMO	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	
EMPAQUES Y JUNTAS							
JUNTA ESPIROMETÁLICA DE BRIDAS	7	12" - 24"	150	C.R.	AC. INOXIDABLE 304, RELLENO DE NO-ASBESTO, ANILLO CENTRADOR DE AC. CARBÓN CADMIZADO, ESPESOR DE 1/8".		
JUNTA EN BONETE	5,7	2 1/2" - 24"	150	C.R.	ACERO SUAVE CON ALMA DE NO ASBESTO		
EMPAQUE DE PRENSAESTOPA	5,7	2 1/2" - 24"	150	C.R.	FIBRA IMPREGNADA CON GRAFITO Y LUBRICANTE PARA ALTA TEMPERATURA		
TORNILLOS, ESPÁRRAGOS Y TUERCAS							
ESPÁRRAGOS	8,9	TODOS	N.A.		AC. CARBÓN ASTM A-193 Gr. B7		
TUERCAS	8,9,10	TODOS	N.A.		CABEZA HEXAGONAL AC. CARBÓN ASTM A-194 Gr. 2H		
TABLA DE RAMALES							
				ELEMENTOS			
				T TEE RECTA CON EXTREMOS BISELADOS			
				TR TEE REDUCIDA CON EXT. BISELADOS			
DIÁMETRO DE CABEZAL							
		DIÁMETRO DE RAMAL					
NOTAS APLICABLES							
1.- DIMENSIONES DE ACUERDO A ANSI B36.10.							
2.- EN CÁLCULO DE ESPESOR DE PARED SE CONSIDERÓ TOL. DE CORROSIÓN DE 0.0625" QUE ES UN VALOR RECOMENDADO POR OTRAS ESPECIFICACIONES PARA ESTE SERVICIO							
3.- LA TUBERÍA SUBTERRÁNEA DEBERÁ INSTALARSE A UNA PROFUNDIDAD MÍNIMA DE 1m Y PROTEGERSE CON RECUBRIMIENTO EN CASO NECESARIO TAMBIÉN CON PROTECCIÓN CATÓDICA. EN CRUCE DE VÍAS O CALLES DE TRANSITO PESADO LA PROFUNDIDAD DEBERÁ DE SER DE 1.5m MÍNIMO. LA TUBERÍA NO DEBERÁ PASAR DEBAJO DE EDIFICIOS O BODEGAS.							
4.- DIMENSIONES DE ACUERDO A ANSI B16.9.							
5.- EL FABRICANTE DEBERÁ ESPECIFICAR EN ETIQUETA METÁLICA Y CON LETRA DE GOLPE ATADA AL CUERPO: NÚMERO DE IDENTIFICACIÓN, TIPOS DE EMPAQUE EN JUNTA DE BONETE Y PRENSAESTOPAS.							
6.- DIMENSIONES DE ACUERDO A ANSI B16.5.							
7.- EL TÉRMINO "NO-ASBESTO" CORRESPONDE AL MATERIAL DE FIBRA MINERAL CAPILAR, AGLOMERADA CON ELASTÓMEROS, CON CARACTERÍSTICAS SIMILARES AL ASBESTO PERO SIN TENER LAS FIBRAS QUE CAUSAN CÁNCER PULMONAR.							
8.- LONGITUD DE CUERDA DE ACUERDO A ANSI B16.5.							
9.- EL GRADO, CLASE Y SÍMBOLO DE FABRICANTE, DEBEN SER MARCADOS EN UN EXTREMO.							
10.- LOS ESPÁRRAGOS Y TUERCAS DEBERÁN CONTAR CON RECUBRIMIENTO RESISTENTE A LA CORROSIÓN A BASE DE PTFE O CADMIZADOS (10 MICRAS).							
11.- EN LOS INSERTOS A LOS CABEZALES DEBERÁ VERIFICARSE SI SE REQUIERE PLACA DE REFUERZO DE ACUERDO AL ANSI B31.3.							
12.- TODOS LOS RAMALES DEBERÁN CONSTRUIRSE CON ACCESORIOS DE FÁBRICA.							
13.- PARA NIPLES SE CONSIDERÓ CÉDULA 80 POR PÉRDIDAS POR EL ROSCADO.							
14.- ACCESORIO PARA USO EN TOMAS SIAMESAS							
15.- ACCESORIOS DE USO PARA PRUEBAS HIDROSTÁTICAS, SE DEBERÁ SOLDAR DESPUÉS DE LA PRUEBA.							
NOTA GENERAL							
SOLO SE ESPECIFICAN LOS ELEMENTOS BÁSICOS, PARA COMPLEMENTAR SE DEBE MENCIONAR LA INSTALACIÓN TÍPICA DE UNA BOMBA, DISEÑO DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO, SISTEMA DE ASPERSIÓN PARA DIVERSAS INSTALACIONES, ETC. SE PRESENTAN TUBERÍAS Y ACCESORIOS DE DIÁMETROS PEQUEÑOS PARA LA INSTALACIÓN DE HIDRANTES Y MONITORES							

**ESPECIFICACIÓN AAS5**

 FACULTAD DE QUÍMICA		ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES DE TUBERÍAS				ESPECIFICACIÓN: AAS5	
		PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA				PÁGINA: 1 DE 3 FECHA: ABRIL 2005	
SERVICIO:	CDB, PDC, PFC, VBP(30psig, 15psig Y 2psig)			MATERIAL BASE:	AC. CARBÓN		
RANGO DE BRIDAS:	150lb/in <sup>2</sup>			MAT. INTERNOS DE VÁLVULAS:	13% CROMO (AISI 410)		
LIM. DE TEMPERATURA:	293°F (145°C)			CÓDIGO DE DISEÑO:	ANSI B31.3		
LIM. DE PRESIÓN:	213.4psig (15.0kg/cm <sup>2</sup> )			PRUEBA:	HIDROSTÁTICA		
TOL. DE CORROSIÓN:	DE 0.0625"			TIPO DE INSPECCIÓN:	RADIOGRAFIADO Y DUREZA (10%)		
REL. DE ESFUERZOS:	NO						
ELEMENTO	NOTAS	DIÁMETRO	CED/RANGO	EXTREMO	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	
TUBERÍA							
S/COSTURA	1,2,3	¾" - 2"	40	PLANO	AC.CARBÓN ASTM A-106 Gr.B		
S/COSTURA	2,3	3" - 6"	40	BISELADO	AC.CARBÓN ASTM A-53 Gr.B		
S/COSTURA	2,3	8" - 12"	20	BISELADO	AC.CARBÓN ASTM A-53 Gr.B		
S/COSTURA	2,3	16" - 24"	10	BISELADO	AC.CARBÓN ASTM A-53 Gr.B		
CONEXIONES Y ACCESORIOS							
CODO 90°	4	¾" - 2"	3000	INS. SOLD.	AC.CARBÓN ASTM A-105		
CODO 45°	4	¾" - 2"	3000	INS. SOLD.	AC.CARBÓN ASTM A-105		
TEE RECTA	4	¾" - 2"	3000	INS. SOLD.	AC.CARBÓN ASTM A-105		
COPEL	4	¾" - 2"	3000	INS. SOLD.	AC.CARBÓN ASTM A-105		
CRUZ	4	¾" - 2"	3000	INS. SOLD.	AC.CARBÓN ASTM A-105		
RED. INSERTO	4	¾" - 2"	3000	INS. SOLD.	AC.CARBÓN ASTM A-105		
TEE REDUCIDA	4	¾" - 2"	3000	INS. SOLD.	AC.CARBÓN ASTM A-105		
COPEL REDUC.	4	¾" - 2"	3000	INS. SOLD.	AC.CARBÓN ASTM A-105		
SOCKOLET	4	¾" - 2"	3000	INS. SOLD.	AC.CARBÓN ASTM A-105		
LATROLET	4	¾" - 2"	3000	INS. SOLD.	AC.CARBÓN ASTM A-105		
TAPÓN MACHO CABEZA HEX.	5	¾" - 2"	N.A. PARA BARRAS	ROSCADO	AC.CARBÓN ASTM A-105		
TAPÓN CACHUCHA	5,18	¾" - 2"	3000	ROSCADO	AC.CARBÓN ASTM A-105		
THREDOLET	5,18	¾" - 2"	3000	ROSCADO	AC.CARBÓN ASTM A-105		
CODO 90° RADIO LARGO	6,7	3" - 6"	40	BISELADO	AC.CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
CODO 45°	6,7	3" - 6"	40	BISELADO	AC.CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
TEE RECTA	6,7	3" - 6"	40	BISELADO	AC.CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
TEE REDUCIDA	6,7	3" - 6"	40	BISELADO	AC.CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
REDUC. CONC.	6,7	3" - 6"	40	BISELADO	AC.CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
REDUC. EXC.	6,7	3" - 6"	40	BISELADO	AC.CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
TAPÓN CACHUCHA	6,7	3" - 6"	40	BISELADO	AC.CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
CODO 90° RADIO LARGO	6,7	8" - 12"	20	BISELADO	AC.CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
CODO 45°	6,7	8" - 12"	20	BISELADO	AC.CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
TEE RECTA	6,7	8" - 12"	20	BISELADO	AC.CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
TEE REDUCIDA	6,7	8" - 12"	20	BISELADO	AC.CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
REDUC. CONC.	6,7	8" - 12"	20	BISELADO	AC.CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
REDUC. EXC.	6,7	8" - 12"	20	BISELADO	AC.CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
TAPÓN CACHUCHA	6,7	8" - 12"	20	BISELADO	AC.CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
CODO 90° RADIO LARGO	6,7	16"-24"	10	BISELADO	AC.CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
CODO 45°	6,7	16"-24"	10	BISELADO	AC.CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
TEE RECTA	6,7	16"-24"	10	BISELADO	AC.CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
TEE REDUCIDA	6,7	16"-24"	10	BISELADO	AC.CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
REDUC. CONC.	6,7	16"-24"	10	BISELADO	AC.CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
REDUC. EXC.	6,7	16"-24"	10	BISELADO	AC.CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
TAPÓN CACHUCHA	6,7	16"-24"	10	BISELADO	AC.CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
NIPLES S/COST.	1,18	½" - 2"	80	CUERDA MACHO NPT	AC.CARBÓN ASTM A-106 Gr.B		
NIPOLET	18	½" - 2"	80/3000	PLANOS	AC.CARBÓN ASTM A-105 Gr.B		




 FACULTAD DE QUÍMICA		<b>ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES DE TUBERÍAS</b>  <b>PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA</b>				ESPECIFICACIÓN: AAS5  PÁGINA: 2 DE 3 FECHA: ABRIL 2005	
SERVICIO:	CDB, PDC, PFC, VBP(30psig, 15psig Y 2psig)			MATERIAL BASE:	AC. CARBÓN		
RANGO DE BRIDAS:	150lb/in <sup>2</sup>			MAT. INTERNOS DE VÁLVULAS:	13% CROMO (AISI 410)		
LIM. DE TEMPERATURA:	293°F (145°C)			CÓDIGO DE DISEÑO:	ANSI B31.3		
LIM. DE PRESIÓN:	213.4psig (15.0kg/cm <sup>2</sup> )			PRUEBA:	HIDROSTÁTICA		
TOL. DE CORROSIÓN:	DE 0.0625"			TIPO DE INSPECCIÓN:	RADIOGRAFIADO Y DUREZA (10%)		
REL. DE ESFUERZOS:	NO						
ELEMENTO	NOTAS	DIÁMETRO	CED/RANGO	EXTREMO	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	
<b>VÁLVULAS</b>							
COMPUERTA	8,9	¾" - 2"	800	INS. SOLD.	AC.CARBÓN ASTM A-105	C7IS	
GLOBO	8,9,10,18	¾" - 2"	800	INS. SOLD.	AC.CARBÓN ASTM A-105	G6IS	
RETENCIÓN TIPO BOLA	8,9	¾" - 2"	800	INS. SOLD.	AC.CARBÓN ASTM A-105	R8IS	
COMPUERTA	9	3" - 24"	150	BRIDA C.R.	AC.CARBÓN ASTM A-216 Gr.WCB	C8BCR	
GLOBO	9,10	3" - 24"	150	BRIDA C.R.	AC.CARBÓN ASTM A-216 Gr.WCB	G7BCR	
RETENCIÓN	9	3" - 24"	150	BRIDA C.R.	AC.CARBÓN ASTM A-216 Gr.WCB	R9BCR	
<b>BRIDAS</b>							
INS. SOLDABLE	11	¾" - 2"	150 (CED.40)	CR	AC.CARBÓN ASTM A-105		
CUELLO SOLDABLE	6,11	3" - 6"	150(CED.40)	CR	AC.CARBÓN ASTM A-105		
CIEGA	6,11	3" - 6"	150	CR	AC.CARBÓN ASTM A-105		
CUELLO SOLDABLE	6,11	8" - 12"	150(CED.20)	CR	AC.CARBÓN ASTM A-105		
CIEGA	6,11	8" - 12"	150	CR	AC.CARBÓN ASTM A-105		
CUELLO SOLDABLE	6,11	16" - 24"	150(CED.10)	CR	AC.CARBÓN ASTM A-105		
CIEGA	6,11	16" - 24"	150	CR	AC.CARBÓN ASTM A-105		
<b>EMPAQUES Y JUNTAS</b>							
JUNTA ESPIROMETÁLICA PARA BRIDAS	12	¾" - 24"	150	CR	AC.INOX. 304 RELLENO DE NO-ASBESTO, 1/8" DE ESPESOR, ANILLO CENTRADOR DE AC. AL CARBÓN CADMIZADO		
JUNTA ESPIROMETÁLICA EN BONETE	9,12	¾" - 24"	150	CR	ACERO SUAVE CON ALMA DE MATERIAL NO-ASBESTO		
EMPAQUE DE PRENSAESTOPA	9,12	¾" - 24"	150	CR	FIBRA IMPREGNADA CON GRAFITO Y LUBRICANTE PARA ALTA TEMPERATURA		
<b>TORNILLOS ESPÁRRAGOS Y TUERCAS</b>							
ESPÁRRAGOS	13,14,15	TODOS	N.A.		AC.CARBÓN ASTM A-193 Gr.B7		
TUERCAS	15	TODOS	N.A.		AC.CARBÓN ASTM A-194 Gr.2H, CABEZA HEXAGONAL.		
<b>OTROS</b>							
TRAMPA DE VAPOR	17	¾"	800	INS. SOLD.	AC.CARBÓN ASTM A-105, INTERIORES AC.INOX. A-182 TIPO 304, PRESIÓN DE TRABAJO DE 600#.		
FILTRO TIPO "Y"		1"	800	INS. SOLD.	AC.CARBÓN ASTM A-105, PARA PARTICULAS DE 0.84mm		

 <p>FACULTAD DE QUÍMICA</p>	<b>ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES DE TUBERÍAS</b>		ESPECIFICACIÓN: AAS5																
	<b>PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA</b>		PÁGINA: 3 DE 3 FECHA: ABRIL 2005																
SERVICIO:	CDB, PDC, PFC, VBP(30psig, 15psig Y 2psig)	MATERIAL BASE:	AC. CARBÓN																
RANGO DE BRIDAS:	150lb/in <sup>2</sup>	MAT. INTERNOS DE VÁLVULAS:	13% CROMO (AISI 410)																
LIM. DE TEMPERATURA:	293°F (145°C)	CÓDIGO DE DISEÑO:	ANSI B31.3																
LIM. DE PRESIÓN:	213.4psig (15.0kg/cm <sup>2</sup> )	PRUEBA:	HIDROSTÁTICA																
TOL. DE CORROSIÓN:	DE 0.0625"	TIPO DE INSPECCIÓN:	RADIOGRAFIADO Y DUREZA (10%)																
REL. DE ESFUERZOS:	NO																		
TABLA DE RAMALES																			
		ELEMENTOS																	
		TC	TEE DE INS. SOLDABLE																
		TRC	TEE REDUCIDA DE INS. SOLDABLE																
		T	TEE RECTA CON EXT. BISELADOS																
		TR	TEE REDUCIDA CON EXT. BISELADOS																
		W	WELDOLET																
		S	SOCKOLET																
D I Á M E T R O  C A B E Z A L	¾	TC																	
	1		TC																
	1 ½			TC															
	2				TC														
	3						T												
	4							T											
	6								T										
	8									T									
	10										T								
	12											T							
	14												T						
	16													T					
	18														T				
	20															T			
	24																T		
		¾	1	1 ½	2	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24			
	D	I	Á	M	E	T	R	O	R	A	M	A	L						
NOTAS 7 Y 16																			
NOTAS APLICABLES.																			
1.- PARA NIPLES SE CONSIDERÓ CÉDULA 80 POR PÉRDIDAS POR EL ROSCADO.																			
2.- DIMENSIONES DE ACUERDO A CÓDIGO ANSI B36.10.																			
3.- EN CÁLCULO DE ESPESOR DE PARED SE CONSIDERÓ TOL. DE CORROSIÓN DE 0.0625" QUE ES UN VALOR RECOMENDADO POR OTRAS ESPECIFICACIONES PARA ESTE SERVICIO.																			
4.- TODAS LAS CONEXIONES DE ¾" A 2" SERÁN DEL TIPO INSERTO SOLDABLE. PROHIBIDO SOLDADURAS A TOPE.																			
5.- DIÁMETRO DE ACCESORIOS ROSCADOS DE ACUERDO A ANSI B16.11.																			
6.- EL ESPESOR DE PARED DE CONEXIONES Y BRIDAS INSERTO SOLDABLE, DEBERÁ SER IGUAL AL DE LA TUBERÍA DE ACUERDO A ANSI B36.10.																			
7.- PROHIBIDO EL USO DE CONEXIONES O ACCESORIOS "HECHIZOS".																			
8.- LAS VÁLVULAS DE INSERTO SOLDABLE DEBERÁN ESTAR CERRADAS ANTES DE LA SOLDADURA.																			
9.- EL FABRICANTE DEBERÁ ESPECIFICAR EN ETIQUETA METÁLICA Y CON LETRA DE GOLPE ATADA AL CUERPO: NÚMERO DE IDENTIFICACIÓN, TIPOS DE EMPAQUE EN JUNTA DE BONETE Y PRENSAESTOPAS.																			
10.- NO USAR VÁLVULAS DE GLOBO EN INSTALACIONES DE TUBERÍAS BAJO NIVEL DE PISO.																			
11.- DIMENSIONES DE ACUERDO A ANSI B16.5.																			
12.- EL TÉRMINO "NO-ASBESTO" CORRESPONDE AL MATERIAL DE FIBRA MINERAL CAPILAR, AGLOMERADA CON ELASTÓMEROS, CON CARACTERÍSTICAS SIMILARES AL ASBESTO PERO SIN TENER LAS FIBRAS QUE CAUSAN CÁNCER PULMONAR.																			
13.- LONGITUD DE CUERDA DE ACUERDO A ANSI B16.5.																			
14.- EL GRADO, CLASE Y SÍMBOLO DE FABRICANTE, DEBEN SER MARCADOS EN UN EXTREMO.																			
15.- LOS ESPÁRRAGOS Y TUERCAS DEBERÁN CONTAR CON RECUBRIMIENTO RESISTENTE A LA CORROSIÓN A BASE DE PTFE O CADMIZADOS (10 MICRAS).																			
16.- TODOS LOS RAMALES DEBERÁN CONSTRUIRSE CON ACCESORIOS DE FÁBRICA.																			
17.- LAS TRAMPAS DE VAPOR DEBERÁN QUEDAR ACCESIBLES, DE SER NECESARIO INSTALAR ESCALERAS Y PLATAFORMA.																			
18.- ACCESORIOS DE USO PARA PRUEBAS HIDROSTÁTICAS, SE DEBERÁ SOLDAR DESPUÉS DE LA PRUEBA.																			


**ESPECIFICACIÓN AAS6**

 FACULTAD DE QUÍMICA		ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES DE TUBERÍAS PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA				ESPECIFICACIÓN: AAS6	
						PÁGINA: 1 DE 2 FECHA: ABRIL 2005	
SERVICIO:	ASU	MATERIAL BASE:			AC. CARBÓN		
RANGO DE BRIDAS:	150lb/in <sup>2</sup>	MAT. INTERNOS DE VÁLVULAS:			ALLOY 20		
LIM. DE TEMPERATURA:	136°F (58°C)	CÓDIGO DE DISEÑO:			ANSI B31.3		
LIM. DE PRESIÓN:	128psig (9.0kg/cm <sup>2</sup> )	PRUEBA:			HIDROSTÁTICA		
TOL. DE CORROSIÓN:	DE 0.125"	TIPO DE INSPECCIÓN: (NOTA 1)			RADIOGRAFIADO Y DUREZA (100%)		
REL. DE ESFUERZOS:	SI						
ELEMENTO	NOTAS	DIÁMETRO	CED/RANGO	EXTREMO	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	
<b>TUBERÍA</b>							
S/COSTURA	2,3	¾" - 2"	80	BISELADO	AC.CARBÓN ASTM A-106 Gr.B		
S/COSTURA	2,3	3" - 6"	40	BISELADO	AC.CARBÓN ASTM A-53 Gr.B		
<b>CONEXIONES Y ACCESORIOS</b>							
CODO 90°	4,5,6	¾" - 2"	80	BISELADO	AC.CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
NIPLE SWAGE	4,5	¾" - 2"	80	BISELADO	AC.CARBÓN ASTM A-105		
WELDOLET	4,5	¾" - 2"	80	BISELADO	AC.CARBÓN ASTM A-105		
TEE RECTA	4,5	¾" - 2"	80	BISELADO	AC.CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
TEE REDUCIDA	4,5	¾" - 2"	80	BISELADO	AC.CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
TEE RECTA	4,5	3" - 6"	40	BISELADO	AC.CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
TEE REDUCIDA	4,5	3" - 6"	40	BISELADO	AC.CARBÓN ASTM A-234 Gr.WPB		
TAPÓN MACHO	7	¾" - 2"	N.A. PARA BARRAS	ROSCADO	AC.CARBÓN ASTM A-105		
TAPÓN CACHUCHA	7,14	¾" - 2"	3000	ROSCADO	AC.CARBÓN ASTM A-105		
NIPLE S/COSTURA	14,15	¾" - 2"	160	BISEL/ROSC	AC.CARBÓN ASTM A-106 Gr.B		
NIPOLET	14	¾" - 2"	160	BISELADOS	AC.CARBÓN ASTM A-105		
<b>VÁLVULAS</b>							
COMPUERTA	8	¾" - 6"	150	BRIDA C.R.	ALLOY 20(34% Ni, 20% Cr)	C9BCR	
GLOBO	8,14	¾" - 6"	150	BRIDA C.R.	ALLOY 20(34% Ni, 20% Cr)	G8BCR	
RETENCIÓN	8	¾" - 6"	150	BRIDA C.R.	ALLOY 20(34% Ni, 20% Cr)	R10BCR	
<b>BRIDAS</b>							
CUELLO SOLDABLE	9	¾" - 2"	150(CED.80)	CR	AC.CARBÓN ASTM A-105		
CIEGA	9	¾" - 2"	150	CR	AC.CARBÓN ASTM A-105		
CUELLO SOLDABLE	9	3" - 6"	150(CED.40)	CR	AC.CARBÓN ASTM A-105		
CIEGA	9	3" - 6"	150	CR	AC.CARBÓN ASTM A-105		
<b>EMPAQUES Y JUNTAS</b>							
JUNTA PARA BRIDAS		¾" - 6"	150	CR	DE HOJA DE PTFE, 1/8" DE ESPESOR		
JUNTA EN BONETE	8	¾" - 6"	150	CR	DE HOJA DE PTFE, 1/16" DE ESPESOR		
EMPAQUE DE PRENSAESTOPA	8	¾" - 6"	150	CR	CORDÓN DE PTFE TRENZADO		
<b>TORNILLOS, ESPÁRRAGOS Y TUERCAS</b>							
ESPÁRRAGOS	10,11,12	TODOS	N.A.		AC.CARBÓN ASTM A-193 Gr.B7		
TUERCAS	12	TODOS	N.A.		AC.CARBÓN ASTM A-194 Gr.2H, CABEZA HEXAGONAL.		


 FACULTAD DE QUÍMICA	<b>ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES DE TUBERÍAS</b>		ESPECIFICACIÓN: AAS6							
	<b>PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA</b>		PÁGINA: 2 DE 2 FECHA: ABRIL 2005							
SERVICIO:	ASU	MATERIAL BASE:	AC. CARBÓN							
RANGO DE BRIDAS:	150lb/in <sup>2</sup>	MAT. INTERNOS DE VÁLVULAS:	ALLOY 20							
LIM. DE TEMPERATURA:	136°F (58°C)	CÓDIGO DE DISEÑO:	ANSI B31.3							
LIM. DE PRESIÓN:	128psig (9.0kg/cm <sup>2</sup> )	PRUEBA:	HIDROSTÁTICA							
TOL. DE CORROSIÓN:	DE 0.125"	TIPO DE INSPECCIÓN: (NOTA 1)	RADIOGRAFIADO Y DUREZA (100%)							
REL. DE ESFUERZOS:	SI									
TABLA DE RAMALES										
		ELEMENTOS								
		T	TEE RECTA CON EXT. BISELADOS							
		TR	TEE REDUCIDA CON EXT. BISELADOS							
		W	WELDOLET							
DIÁMETRO DE CABEZAL	¾	T								
	1		T							
	1½			T						
	2	TR			T					
	3					T				
	4	W					T			
	6							T		
	¾	1	1½	2	3	4	6	NOTA 13.		
DIÁMETRO DE RAMAL										
NOTAS APLICABLES										
1.- SE DEBERÁ RELEVAR DE ESFUERZO TODAS LAS SOLDADURAS PARA EVITAR CORROSIÓN EN LA ZONA AFECTADA POR EL CALOR.										
2.- DIMENSIONES DE ACUERDO A CÓDIGO ANSI B36.10.										
3.- EN CÁLCULO DE ESPESOR DE PARED SE CONSIDERÓ TOL. DE CORROSIÓN DE 0.125" POR INCLUIR UN ESPESOR DE SACRIFICIO.										
4.- LOS ESPESORES DE PARED DE LAS CONEXIONES PARA SOLDAR A TOPE DEBERÁN SER IGUALES AL ESPESOR CORRESPONDIENTE AL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA SEGÚN ANSI B36.10.										
5.- TODAS LAS CONEXIONES DEBEN SER PARA SOLDAR A TOPE.										
6.- LOS CODOS DE 90° DE ¾" A 2" DEBERÁN SER DE FABRICA, CON CURVATURA MÍNIMA DE 3 RADIOS.										
7.- PARA USARSE EN CONEXIONES ROSCADAS DE CUERPOS DE BOMBAS, EXTREMOS TERMINALES DE PURGAS Y VENTEOS. SU DIÁMETRO DE ACUERDO A ANSI B16.11.										
8.- EL FABRICANTE DEBERÁ ESPECIFICAR EN ETIQUETA METÁLICA Y CON LETRA DE GOLPE ATADA AL CUERPO: NÚMERO DE IDENTIFICACIÓN, TIPOS DE EMPAQUE EN JUNTA DE BONETE Y PRENSAESTOPAS.										
9.- DIMENSIONES DE ACUERDO A ANSI B16.5.										
10.- LONGITUD DE CUERDA DE ACUERDO A ANSI B16.5.										
11.- EL GRADO, CLASE Y SÍMBOLO DE FABRICANTE, DEBEN SER MARCADOS EN UN EXTREMO.										
12.- LOS ESPÁRRAGOS Y TUERCAS DEBERÁN CONTAR CON RECUBRIMIENTO RESISTENTE A LA CORROSIÓN A BASE DE PTFE O CADMIZADOS (10 MICRAS).										
13.- TODOS LOS RAMALES DEBERÁN CONSTRUIRSE CON ACCESORIOS DE FÁBRICA SIN COSTURA.										
14.- ACCESORIOS DE USO PARA PRUEBAS HIDROSTÁTICAS, SE DEBERÁ SOLDAR DESPUÉS DE LA PRUEBA.										
15.- PARA NIPLES SE CONSIDERÓ CÉDULA 160 POR PÉRDIDAS POR EL ROSCADO.										


**ESPECIFICACIÓN DCS7**

 FACULTAD DE QUÍMICA		ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES DE TUBERÍAS				ESPECIFICACIÓN: DCS7	
		PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA				PÁGINA: 1 DE 2 FECHA: ABRIL 2005	
SERVICIO:	VAP			MATERIAL BASE:	AC. CARBÓN BAJA ALEACIÓN		
RANGO DE BRIDAS:	900lb/in <sup>2</sup>			MAT. INTERNOS DE VÁLVULAS:	13% CROMO		
LIM. DE TEMPERATURA:	861.8°F (461°C)			CÓDIGO DE DISEÑO:	ANSI B31.3		
LIM. DE PRESIÓN:	668.6psig (47.0kg/cm <sup>2</sup> )			PRUEBA:	HIDROSTÁTICA		
TOL. DE CORROSIÓN:	DE 0.0625"			TIPO DE INSPECCIÓN:	RADIOGRAFIADO Y DUREZA (100%)		
REL. DE ESFUERZOS:	SI						
ELEMENTO	NOTAS	DIÁMETRO	CED/RANGO	EXTREMO	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	
TUBERÍA							
S/COSTURA	1,2,12	¾" - 2"	80	BISELADO	AC.CARBÓN ASTM A-106 Gr.B		
S/COSTURA	1,2	16" - 24"	120	BISELADO	AC.CARBÓN ASTM A-335 Gr.P11		
CONEXIONES Y ACCESORIOS							
CODO 90°	3,4,5	16" - 24"	120	BISELADO	AC.CARBÓN ASTM A-234 Gr.WP11		
CODO 45°	3,4,5	16" - 24"	120	BISELADO	AC.CARBÓN ASTM A-234 Gr.WP11		
TEE RECTA	4,5	16" - 24"	120	BISELADO	AC.CARBÓN ASTM A-234 Gr.WP11		
TEE REDUCIDA	4,5	16" - 24"	120	BISELADO	AC.CARBÓN ASTM A-234 Gr.WP11		
REDUCCIÓN CONCÉNTRICA	4,5	16" - 24"	120	BISELADO	AC.CARBÓN ASTM A-234 Gr.WP11		
REDUCCIÓN EXCÉNTRICA	4,5	16" - 24"	120	BISELADO	AC.CARBÓN ASTM A-234 Gr.WP11		
TAPÓN CACHUCHA	4,5	16" - 24"	120	BISELADO	AC.CARBÓN ASTM A-234 Gr.WP11		
TAPÓN CACHUCHA	13,15	¾" - 2"	3000	ROSCADOS	AC.CARBÓN ASTM A-105		
TAPÓN MACHO	13,15	¾" - 2"	N.A. PARA BARRAS	ROSCADOS	AC.CARBÓN ASTM A-105		
THREDOLET	13,15	¾" - 2"	3000	ROSCADOS	AC.CARBÓN ASTM A-105		
NIPLE	13,14	¾" - 2"	160	PLANO Y ROSCADO	AC.CARBÓN ASTM A-106 Gr.B		
NIPOLET	13	¾" - 2"	160	PLANOS	AC.CARBÓN ASTM A-182 F11		
VÁLVULAS							
COMPUERTA	6,16	16" - 24"	600	SOLDABLE	Cr-Mo ASTM A-217 C6	C10SQL	
GLOBO	6,16	16" - 24"	600	SOLDABLE	Cr-Mo ASTM A-217 C6	G9SQL	
RETENCIÓN	6,16	16" - 24"	600	SOLDABLE	Cr-Mo ASTM A-217 C6	R11SQL	
COMPUERTA	6,13	¾" - 1"	600	CAJA PARA SOLDAR	AC. CARBÓN ASTM A-182 F11	C15IS	
GLOBO	6,13	¾"	600	CAJA PARA SOLDAR	AC. CARBÓN ASTM A-182 F11	G14IS	
GLOBO	6,16,17	1"	600	CAJA PARA SOLDAR	AC. CARBÓN ASTM A-182 F11	G16IS	
BRIDAS							
CUELLO SOLDABLE (W.N)	4	16" - 24"	900 (CED.120)	RTJ ANILLO OCTAGONAL	ACERO FORJADO ASTM A-185 F11		
CIEGA	4	16" - 24"	900	RTJ ANILLO OCTAGONAL	ACERO FORJADO ASTM A-185 F11		
EMPAQUES Y JUNTAS							
JUNTA PARA BRIDAS		16" - 24"	900	RTJ	ANILLO OCTAGONAL, 5% Cr.		
JUNTA EN BONETE	6	¾" - 24"	600	RTJ	ANILLO OCTAGONAL, 5% Cr.		
EMPAQUE DE PRENSAESTOPA	6	¾" - 24"	600	RTJ	GRAFITO Y FILAMENTOS DE INCONEL O EQUIVALENTE, AUTOLUBRICADO, TRENZADO CUADRADO FLEXIBLE.		
TORNILLOS, ESPÁRRAGOS Y TUERCAS							
ESPÁRRAGOS	7,8,9	TODOS	N.A.		AC.CARBÓN ASTM A-193 Gr.B16		
TUERCAS	9	TODOS	N.A.		AC.CARBÓN ASTM A-194 Gr2H, CABEZA HEXAGONAL		
OTROS							
TRAMPA DE VAPOR	10	¾"	800	CAJA PARA SOLDAR	AC.CARBÓN ASTM A-182 F11, INTERNOS DE AC.INOX. ASTM A-182 TIPO 304		
FILTRO TIPO "Y"		1"	600	CAJA PARA SOLDAR	AC.CARBÓN ASTM A-182 F-11, PARA PARTÍCULAS DE 0.84mm		

 <p>FACULTAD DE QUÍMICA</p>	<b>ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES DE TUBERÍAS</b>		ESPECIFICACIÓN: DCS7																																									
	<b>PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA</b>		PÁGINA: 2 DE 2 FECHA: ABRIL 2005																																									
SERVICIO:	VAP	MATERIAL BASE:	AC. CARBÓN BAJA ALEACIÓN																																									
RANGO DE BRIDAS:	900lb/in <sup>2</sup>	MAT. INTERNOS DE VÁLVULAS:	13% CROMO																																									
LIM. DE TEMPERATURA:	861.8°F (461°C)	CÓDIGO DE DISEÑO:	ANSI B31.3																																									
LIM. DE PRESIÓN:	668.6psig (47.0kg/cm <sup>2</sup> )	PRUEBA:	HIDROSTÁTICA																																									
TOL. DE CORROSIÓN:	DE 0.0625"	TIPO DE INSPECCIÓN:	RADIOGRAFIADO Y DUREZA (100%)																																									
REL. DE ESFUERZOS:	SI																																											
<b>TABLA DE RAMALES</b>																																												
<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="2">ELEMENTOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>T</td> <td>TEE RECTA CON EXT. BISELADOS</td> </tr> <tr> <td>TR</td> <td>TEE REDUCIDA CON EXT. BISELADOS</td> </tr> </tbody> </table>				ELEMENTOS		T	TEE RECTA CON EXT. BISELADOS	TR	TEE REDUCIDA CON EXT. BISELADOS																																			
ELEMENTOS																																												
T	TEE RECTA CON EXT. BISELADOS																																											
TR	TEE REDUCIDA CON EXT. BISELADOS																																											
<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td rowspan="6" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">DIÁMETRO DE CABEZAL</td> <td>14</td> <td>T</td> <td colspan="3"></td> <td rowspan="6" style="vertical-align: middle;">NOTAS 5 Y 11.</td> </tr> <tr> <td>16</td> <td></td> <td>T</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>18</td> <td></td> <td></td> <td>T</td> <td></td> </tr> <tr> <td>20</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>T</td> </tr> <tr> <td>24</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>T</td> </tr> <tr> <td></td> <td>14</td> <td>16</td> <td>18</td> <td>20</td> <td>24</td> </tr> <tr> <td colspan="7" style="text-align: center;">DIÁMETRO DE RAMAL</td> </tr> </table>				DIÁMETRO DE CABEZAL	14	T				NOTAS 5 Y 11.	16		T			18			T		20				T	24					T		14	16	18	20	24	DIÁMETRO DE RAMAL						
DIÁMETRO DE CABEZAL	14	T				NOTAS 5 Y 11.																																						
	16		T																																									
	18				T																																							
	20						T																																					
	24							T																																				
		14	16	18	20		24																																					
DIÁMETRO DE RAMAL																																												
<b>AISLAMIENTO TÉRMICO</b>																																												
AISLAMIENTO PREFORMADO DE PERLITA EXPANDIDA, ESPECIFICACIONES ASTM C-610, NMX C-261, NOM-009-ENER-1995, IMPERMEABLE AL AGUA. RECUBIERTA CON PLACA DE ACERO AL CARBÓN DE ¼" DE ESPESOR PARA TODOS LOS DIÁMETROS.																																												
<b>NOTAS APLICABLES</b>																																												
1.- DIMENSIONES DE ACUERDO A CÓDIGO ANSI B36.10.																																												
2.- EN CÁLCULO DE ESPESOR DE PARED SE CONSIDERÓ TOL. DE CORROSIÓN DE 0.0625" QUE ES UN VALOR RECOMENDADO POR OTRAS ESPECIFICACIONES PARA ESTE SERVICIO.																																												
3.- CONTARÁN CON UN RADIO DE CURVATURA IGUAL A 5 DIÁMETROS NOMINALES DEL TUBO, EL PROCESO DE DOBLADO DEBE SER POR INDUCCIÓN ELÉCTRICA CON TRATAMIENTO TÉRMICO DESPUÉS DE DOBLAR.																																												
4.- EL ESPESOR DE PARED DE CONEXIONES Y BRIDAS PARA SOLDAR A TOPE, DEBERÁ SER IGUAL AL DE LA TUBERÍA DE ACUERDO A ANSI B36.10.																																												
5.- PROHIBIDO EL USO DE CONEXIONES O ACCESORIOS "HECHIZOS" COMO CAMBIOS DE DIRECCIÓN, TAPONES A GAJOS O TAPAS PLANAS.																																												
6.- EL FABRICANTE DEBERÁ ESPECIFICAR EN ETIQUETA METÁLICA Y CON LETRA DE GOLPE ATADA AL CUERPO: NÚMERO DE IDENTIFICACIÓN, TIPOS DE EMPAQUE EN JUNTA DE BONETE Y PRENSAESTOPAS.																																												
7.- LONGITUD DE CUERDA DE ACUERDO A ANSI B16.5.																																												
8.- EL GRADO, CLASE Y SÍMBOLO DE FABRICANTE, DEBEN SER MARCADOS EN UN EXTREMO.																																												
9.- LOS ESPÁRRAGOS Y TUERCAS DEBERÁN CONTAR CON RECUBRIMIENTO RESISTENTE A LA CORROSIÓN A BASE DE PTFE O CADMIZADOS (10 MICRAS).																																												
10.- LAS TRAMPAS DE VAPOR DEBERÁN QUEDAR ACCESIBLES, DE SER NECESARIO INSTALAR ESCALERAS Y PLATAFORMA.																																												
11.- TODOS LOS RAMALES DEBERÁN CONSTRUIRSE CON ACCESORIOS DE FÁBRICA.																																												
12.- LAS TUBERÍAS DE DIÁMETROS MENORES SE ESPECIFICA PRINCIPALMENTE PARA COLOCACIÓN DE TRAMPAS DE VAPOR O PRUEBAS HIDROSTÁTICAS.																																												
13.- ACCESORIOS DE USO PARA TRAMPAS DE VAPOR Y PRUEBAS HIDROSTÁTICAS PARA LAS CUALES SE DEBERÁ SOLDAR DESPUÉS DE LA PRUEBA.																																												
14.- PARA NIPLES SE CONSIDERÓ CÉDULA 160 POR PÉRDIDAS POR EL ROSCADO.																																												
15.- DIMENSIONES DE ACUERDO A ANSI B16.11.																																												
16.- LAS VÁLVULAS DE COMPUERTA Y GLOBO DE DIÁMETROS MAYORES (16"-24"), DEBERÁN CONTAR CON ADECUACIONES NECESARIAS PARA LA INSTALACIÓN DE BY-PASS PARA VÁLVULAS DE PRECALENTAMIENTO DE LÍNEAS, CON EL OBJETO DE EVITAR CHOQUES TÉRMICOS. LA VÁLVULA SERÁ DE TIPO GLOBO PARA REGULACIÓN DEL FLUJO.																																												
17.- VÁLVULA DE GLOBO PARA PRECALENTAMIENTO DE LÍNEAS, DIÁMETRO SEGÚN CÓDIGO MSS-SP45 "CONEXIONES DE BY-PASS Y DRENAJES".																																												


**ESPECIFICACIÓN ADS8**


 FACULTAD DE QUÍMICA		ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES DE TUBERÍAS				ESPECIFICACIÓN: ADS8	
		PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA				PÁGINA: 1 DE 2 FECHA: ABRIL 2005	
SERVICIO:	AGS, All, AIP			MATERIAL BASE:	AC. CARBÓN CON RECUB. GALV.		
RANGO DE BRIDAS:	150lb/in <sup>2</sup>			MAT. INTERNOS DE VÁLVULAS:	13% CROMO		
LIM. DE TEMPERATURA:	136°F (58°C)			CÓDIGO DE DISEÑO:	ANSI B31.3		
LIM. DE PRESIÓN:	128.0psig (9.0kg/cm <sup>2</sup> )			PRUEBA:	HIDROSTÁTICA		
TOL. DE CORROSIÓN:	DE 0.05"			TIPO DE INSPECCIÓN:	RADIOGRAFIADO Y DUREZA (10%)		
REL. DE ESFUERZOS:	NO						
ELEMENTO	NOTAS	DIÁMETRO	CED/RANGO	EXTREMO	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	
<b>TUBERÍA</b>							
S/COSTURA	1,2,3	¾" – 1 ½"	80	ROSCADOS	AC.CARBÓN ASTM A-106 Gr.B, RECUB. GALV. ASTM A-120		
<b>CONEXIONES Y ACCESORIOS</b>							
TAPÓN MACHO	4,5,6	¾" – 1 ½"	N.A.	ROSCADOS	AC.CARBÓN ASTM A-105, RECUB. GALV. ASTM A-120		
TAPÓN CACHUCHA	4,5,6,14	¾" – 1 ½"	3000	ROSCADOS	AC.CARBÓN ASTM A-105, RECUB. GALV. ASTM A-120		
NIPLE SWAGE	4,5,6	¾" – 1 ½"	3000	ROSCADOS	AC.CARBÓN ASTM A-105, RECUB. GALV. ASTM A-120		
TEE	4,5,6	¾" – 1 ½"	3000	ROSCADOS	AC.CARBÓN ASTM A-105, RECUB. GALV. ASTM A-120		
TEE REDUCIDA	4,5,6	¾" – 1 ½"	3000	ROSCADOS	AC.CARBÓN ASTM A-105, RECUB. GALV. ASTM A-120		
COPELE	4,5,6,14	¾" – 1 ½"	3000	ROSCADOS	AC.CARBÓN ASTM A-105, RECUB. GALV. ASTM A-120		
CRUZ	4,5,6	¾" – 1 ½"	3000	ROSCADOS	AC.CARBÓN ASTM A-105, RECUB. GALV. ASTM A-120		
CODO 90°	4,5,6	¾" – 1 ½"	3000	ROSCADOS	AC.CARBÓN ASTM A-105, RECUB. GALV. ASTM A-120		
CODO 45°	4,5,6	¾" – 1 ½"	3000	ROSCADOS	AC.CARBÓN ASTM A-105, RECUB. GALV. ASTM A-120		
NIPLE S/COSTURA	1,6,14	¾" – 1 ½"	80	PLANO Y ROSCADO	AC.CARBÓN ASTM A-106 Gr.B, RECUB. GALV. ASTM A-120		
NIPOLET	1,14	¾" – 1 ½"	80/3000	PLANOS	AC.CARBÓN ASTM A-105, RECUB. GALV. ASTM A-120		
<b>VÁLVULAS</b>							
COMPUERTA	7	¾" – 1 ½"	600	ROSCADOS	AC.CARBÓN ASTM A-105	C11ROS	
RETENCIÓN	7	¾" – 1 ½"	600	ROSCADOS	AC.CARBÓN ASTM A-105	R12ROS	
GLOBO	7,14	¾" – 1 ½"	600	CAJA PARA SOLDAR	AC.INOX. ASTM A-182 Gr.304L	G15IS	
<b>BRIDAS</b>							
ROSCADA NPT	8	¾" – 1 ½"	150	C.R.	ACERO FORJADO ASTM A-105, RECUB. GALV. ASTM A-120		
INSERTO SOLDABLE	8	¾" – 1 ½"	150	C.R.	ACERO FORJADO ASTM A-182 Gr.F304L		
<b>EMPAQUES Y JUNTAS</b>							
JUNTA PARA BRIDAS	9	¾" – 1 ½"	150	C.R.	ESPIROMETÁLICA DE 1/8" DE ESPESOR, AC.INOX. 304, RELLENA DE NO-ASBESTO, ANILLO CENTRADO DE AC.CARBÓN CADMIZADO.		
JUNTA EN BONETE	9	¾" – 1 ½"	150	C.R.	ESPIROMETÁLICA DE 1/8" DE ESPESOR CON ARROLLAMIENTO EN ESPIRAL DE AC.INOX. 304 CON NO-ASBESTO.		
EMPAQUE DE PRENSAESTOPA		¾" – 1 ½"	150	C.R.	FIBRA IMPREGNADA CON GRAFITO CON LUBRICANTE PARA ALTA TEMPERATURA		
<b>TORNILLOS, ESPÁRRAGOS Y TUERCAS</b>							
TUERCAS		TODOS	N.A.		AC.INOX. ASTM A-194 Gr.8		
ESPÁRRAGOS	10,11	TODOS	N.A.		AC.INOX. ASTM A –193 Gr.B8 Cl.2		

 <p>FACULTAD DE QUÍMICA</p>	<b>ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES DE TUBERÍAS</b>		ESPECIFICACIÓN: ADS8		
	<b>PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA</b>		PÁGINA: 2 DE 2 FECHA: ABRIL 2005		
SERVICIO:	AGS, AII, AIP	MATERIAL BASE:	AC. CARBÓN CON RECUB. GALV.		
RANGO DE BRIDAS:	150lb/in <sup>2</sup>	MAT. INTERNOS DE VÁLVULAS:	13% CROMO		
LIM. DE TEMPERATURA:	136°F (58°C)	CÓDIGO DE DISEÑO:	ANSI B31.3		
LIM. DE PRESIÓN:	128.0psig (9.0kg/cm <sup>2</sup> )	PRUEBA:	HIDROSTÁTICA		
TOL. DE CORROSIÓN:	DE 0.05"	TIPO DE INSPECCIÓN:	RADIOGRAFIADO Y DUREZA (10%)		
REL. DE ESFUERZOS:	NO				
TABLA DE RAMALES					
DIÁMETRO DE CABEZAL		ELEMENTOS			
		Tr	TEE RECTA ROSCADA		
		TRr	TEE REDUCIDA ROSCADA O MÁS SWAGE		
DIÁMETRO DE RAMAL		NOTA 13.			
		¾	Tr		
		1	TRr	Tr	
		1 ½	TRr	TRr	Tr
	¾	1	1 ½		
NOTAS APLICABLES					
1.- PARA TUBERÍAS PEQUEÑAS Y NIPLES SE CONSIDERÓ CÉDULA 160 POR PÉRDIDAS POR EL ROSCADO.					
2.- DIMENSIONES DE ACUERDO A CÓDIGO ANSI B36.10.					
3.- EN CÁLCULO DE ESPESOR DE PARED SE CONSIDERÓ TOL. DE CORROSIÓN DE 0.05" QUE ES UN VALOR RECOMENDADO POR EL CÓDIGO ANSI B31.3, ALGUNAS ESPECIFICACIONES DAN UN VALOR DE 0.0".					
4.- DIMENSIONES DE ACCESORIOS ROSCADOS DE ACUERDO A ANSI B16.11.					
5.- EL TAPÓN MACHO Y EL TAPÓN CACHUCHA, PODRÁN INSTALARSE EN CUERPO DE BOMBAS Y COMPRESORES, ASÍ COMO EN NIPLES POSTERIORES DE BLOQUEOS D EPURGAS Y VENTEOS.					
6.- A LAS UNIONES ROSCADAS SE LES DEBERÁ APLICAR SELLADOR PARA ASEGURAR SU HERMETICIDAD.					
7.- EL FABRICANTE DEBERÁ ESPECIFICAR EN ETIQUETA METÁLICA Y CON LETRA DE GOLPE ATADA AL CUERPO: NÚMERO DE IDENTIFICACIÓN, TIPOS DE EMPAQUE EN JUNTA DE BONETE Y PRENSAESTOPAS.					
8.- DIMENSIONES DE ACUERDO A ANSI B16.5.					
9.- EL TERMINO "NO-ASBESTO" CORRESPONDE AL MATERIAL DE FIBRA MINERAL CAPILAR, AGLOMERADA CON ELASTÓMEROS, CON CARACTERÍSTICAS SIMILARES AL ASBESTO PERO SIN TENER LAS FIBRAS QUE CAUSAN CÁNCER PULMONAR.					
10.- LONGITUD DE CUERDA DE ACUERDO A ANSI B16.5.					
11.- EL GRADO, CLASE Y SÍMBOLO DE FABRICANTE, DEBEN SER MARCADOS EN UN EXTREMO.					
12.- SE PROHIBE EL USO DEL AIRE DE INSTRUMENTOS O D EPLANTA COMO AIRE DE RESPIRACIÓN, POR LO QUE ÉSTE ÚLTIMO DEBERÁ SER INDEPENDIENTE Y CUMPLIR CON LA ESPECIFICACIÓN CG2 DE AIRE RESPIRABLE.					
13.- SE PROHIBE HACER INJERTOS DIRECTOS, INVARIABLEMENTE SE DEBERÁN UTILIZAR ACCESORIOS.					
14.- ACCESORIOS DE USO PARA DRENES Y PRUEBAS HIDROSTÁTICAS PARA LAS CUALES SE DEBERÁ SOLDAR DESPUÉS DE LA PRUEBA.					





**ESPECIFICACIÓN BBS10**

 FACULTAD DE QUÍMICA		ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES DE TUBERÍAS				ESPECIFICACIÓN: BBS10	
		PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA				PÁGINA: 1 DE 2 FECHA: ABRIL 2005	
SERVICIO:	AAO, SLO	MATERIAL BASE:			AC.INOX 304		
RANGO DE BRIDAS:	400lb/in <sup>2</sup>	MAT. INTERNOS DE VÁLVULAS:			AC.INOX 304		
LIM. DE TEMPERATURA:	139°F (59.5°C)	CÓDIGO DE DISEÑO:			ANSI B31.3		
LIM. DE PRESIÓN:	882.0psig (62.0kg/cm <sup>2</sup> )	PRUEBA:			HIDROSTÁTICA		
TOL. DE CORROSIÓN:	DE 0.05"	TIPO DE INSPECCIÓN:			RADIOGRAFIADO Y DUREZA (10%)		
REL. DE ESFUERZOS:	NO	NOTA 1					
ELEMENTO	NOTAS	DIÁMETRO	CED/RANGO	EXTREMO	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	
TUBERÍA							
S/COSTURA	2,3	1 ½" – 2"	40S	PLANOS	AC.INOX. ASTM A-312 TP.304		
C/COSTURA EFW	2,3	3" – 6"	40S	BISELADOS	AC.INOX. ASTM A-312 TP.304		
CONEXIONES Y ACCESORIOS							
CODO 90°		1 ½" – 2"	3000	INS. SOLD.	AC.INOX. ASTM A-182 F304		
CODO 45°		1 ½" – 2"	3000	INS. SOLD.	AC.INOX. ASTM A-182 F304		
TEE RECTA		1 ½" – 2"	3000	INS. SOLD.	AC.INOX. ASTM A-182 F304		
COPE		1 ½" – 2"	3000	INS. SOLD.	AC.INOX. ASTM A-182 F304		
CRUZ		1 ½" – 2"	3000	INS. SOLD.	AC.INOX. ASTM A-182 F304		
RED. INSERTO		1 ½" – 2"	3000	INS. SOLD.	AC.INOX. ASTM A-182 F304		
TEE REDUCIDA		1 ½" – 2"	3000	INS. SOLD.	AC.INOX. ASTM A-182 F304		
COPE REDUC.		1 ½" – 2"	3000	INS. SOLD.	AC.INOX. ASTM A-182 F304		
TAPÓN CACHUCHA	4,16	1 ½" – 2"	3000	ROSCADO	AC.INOX. ASTM A-182 F304		
CODO 90°	5	3" – 6"	40S	BISELADO	AC.INOX. ASTM A403 WP304		
CODO 45°	5	3" – 6"	40S	BISELADO	AC.INOX. ASTM A403 WP304		
TEE RECTA	5	3" – 6"	40S	BISELADO	AC.INOX. ASTM A403 WP304		
TEE REDUCIDA	5	3" – 6"	40S	BISELADO	AC.INOX. ASTM A403 WP304		
REDUC. CONC.	5	3" – 6"	40S	BISELADO	AC.INOX. ASTM A403 WP304		
REDUC. EXC.	5	3" – 6"	40S	BISELADO	AC.INOX. ASTM A403 WP304		
TAPÓN CACHUCHA	5	3" – 6"	40S	BISELADO	AC.INOX. ASTM A403 WP304		
NIPLE S/COSTURA	4,5,15,16	¾" – 2"	80S	PLANO Y ROSCADO	AC.INOX. ASTM A-312 TP304		
NIPOLET	5,16	¾" – 2"	80S	PLANOS	AC.INOX. ASTM A-182 Gr.304		
VÁLVULAS							
COMPUERTA	6,7	1 ½" – 2"	800	INS. SOLD.	AC.INOX. ASTM A-182 F304	C14IS	
GLOBO	6,7,8,16	1 ½" – 2"	600	INS. SOLD.	AC.INOX. ASTM A-182 F304	G12IS	
RETENCIÓN	6,7	1 ½" – 2"	800	INS. SOLD.	AC.INOX. ASTM A-182 F304	R15IS	
COMPUERTA	7	3" – 6"	400	BRIDA C.R.	AC.INOX. ASTM A-351 CF8M	C15BCR	
GLOBO	7,8	3" – 6"	400	BRIDA C.R.	AC.INOX. ASTM A-351 CF3	G13BCR	
RETENCIÓN	7	3" – 6"	400	BRIDA C.R.	AC.INOX. ASTM A-351 CF3	R16BCR	
BRIDAS							
INS. SOLDABLE	9	1 ½" – 2"	400 (CED.40S)	CR	AC.INOX. ASTM A-182 F304		
DESGLIZABLE	9	3" – 6"	400 (CED.40S)	CR	AC.INOX. ASTM A-182 F304		
CIEGA	9	3" – 6"	400	CR	AC.INOX. ASTM A-182 F304		
EMPAQUES Y JUNTAS							
JUNTA ESPIROMETÁLICA PARA BRIDAS	10	1 ½" – 6"	400	CR	AC.INOX. 304 RELLENO DE NO-ASBESTO, 1/8" DE ESPESOR		
JUNTA ESPIROMETÁLICA EN BONETE	7,10	3" – 6"	600	CR	AC.INOX. 304 CON NO-ASBESTO, 1/8" DE ESPESOR		
EMPAQUE DE PRENSAESTOPA	7,10	3" – 6"	600	CR	FIBRA RESILIENTE NO-ASBESTO IMPREGNADA DE (PTFE)		
TORNILLOS, ESPÁRRAGOS Y TUERCAS							
ESPÁRRAGOS	11,12	TODOS	N.A.		AC.INOX. 304 ASTM A-193 Gr.B8, CLASE2.		
TUERCAS		TODOS	N.A.		AC.INOX. 304 ASTM A-194 Gr.8, CABEZA HEXAGONAL.		

 FACULTAD DE QUÍMICA	<b>ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES DE TUBERÍAS</b>		ESPECIFICACIÓN: BBS10				
	<b>PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA</b>		PÁGINA: 2 DE 2 FECHA: ABRIL 2005				
SERVICIO:	AAO, SLO	MATERIAL BASE:	AC.INOX 304				
RANGO DE BRIDAS:	400lb/in <sup>2</sup>	MAT. INTERNOS DE VÁLVULAS:	AC.INOX 304				
LIM. DE TEMPERATURA:	139°F (59.5°C)	CÓDIGO DE DISEÑO:	ANSI B31.3				
LIM. DE PRESIÓN:	882.0psig (62.0kg/cm <sup>2</sup> )	PRUEBA:	HIDROSTÁTICA				
TOL. DE CORROSIÓN:	DE 0.05"	TIPO DE INSPECCIÓN:	RADIOGRAFIADO Y DUREZA (10%)				
REL. DE ESFUERZOS:	NO	NOTA 1					
<b>TABLA DE RAMALES</b>							
DIÁMETRO DE CABEZAL		ELEMENTOS					
		TC	TEE DE CAJA PARA SOLDAR				
		TRC	TEE REDUCIDA DE CAJA PARA SOLDAR				
		T	TEE RECTA CON EXT. BISELADOS				
		TR	TEE REDUCIDA CON EXT BISELADOS				
		S	SOCKOLET 3000# MÁS NIPLE				
DIÁMETRO DE RAMAL		1 ½	TC				
		2	TRC	TC			
		3	S		T		
		4			TR	T	
		6			TR	TR	T
			1 ½	2	3	4	6
		NOTAS APLICABLES					
1.- ADICIONAL AL RADIOGRAFIADO, SE DEBERÁN APLICAR LAS DEMÁS PRUEBAS QUE MARQUE EL CÓDIGO ASTM A-312 PARA TUBERÍAS.							
2.- DIMENSIONES DE ACUERDO A CÓDIGO ANSI B36.19.							
3.- EN CÁLCULO DE ESPESOR DE PARED SE CONSIDERÓ TOL. DE CORROSIÓN DE 0.05" SEGÚN ANSI B31.3.							
4.- DIÁMETRO DE ACCESORIOS ROSCADOS DE ACUERDO A ANSI B16.11.							
5.- PROHIBIDO EL USO DE CONEXIONES O ACCESORIOS "HECHIZOS".							
6.- LAS VÁLVULAS DE INSERTO SOLDABLE DEBERÁN ESTAR CERRADAS ANTES DE LA SOLDADURA.							
7.- EL FABRICANTE DEBERÁ ESPECIFICAR EN ETIQUETA METÁLICA Y CON LETRA DE GOLPE ATADA AL CUERPO: NÚMERO DE IDENTIFICACIÓN, TIPOS DE EMPAQUE EN JUNTA DE BONETE Y PRENSAESTOPAS.							
8.- NO USAR VÁLVULAS DE GLOBO EN INSTALACIONES DE TUBERÍAS BAJO NIVEL DE PISO.							
9.- DIMENSIONES DE ACUERDO A ANSI B16.5.							
10.- EL TÉRMINO "NO-ASBESTO" CORRESPONDE AL MATERIAL DE FIBRA MINERAL CAPILAR, AGLOMERADA CON ELASTÓMEROS, CON CARACTERÍSTICAS SIMILARES AL ASBESTO PERO SIN TENER LAS FIBRAS QUE CAUSAN CÁNCER PULMONAR.							
11.- LONGITUD DE CUERDA DE ACUERDO A ANSI B16.5.							
12.- EL GRADO, CLASE Y SÍMBOLO DE FABRICANTE, DEBEN SER MARCADOS EN UN EXTREMO.							
13.- EN LOS INSERTOS A LOS CABEZALES DEBERÁ VERIFICARSE SI SE REQUIERE PLACA DE REFUERZO DE ACUERDO AL ANSI B31.3.							
14.- TODOS LOS RAMALES DEBERÁN CONSTRUIRSE CON ACCESORIOS DE FÁBRICA.							
15.- PARA NIPLES SE CONSIDERÓ CÉDULA 80S POR PÉRDIDAS POR EL ROSCADO.							
16.- ACCESORIOS DE USO PARA DRENES Y PRUEBAS HIDROSTÁTICAS PARA LAS CUALES SE DEBERÁ SOLDAR DESPUÉS DE LA PRUEBA.							

**ESPECIFICACIÓN AES11**

 FACULTAD DE QUÍMICA		ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES DE TUBERÍAS				ESPECIFICACIÓN: AES11	
		PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA				PÁGINA: 1 DE 2 FECHA: ABRIL 2005	
SERVICIO:		ARG,BP,BS,CL,HS,KT,OP,PE,PH,QA,QAA,SA,SM		MATERIAL BASE:		CPVC	
RANGO DE BRIDAS:		125lb/in <sup>2</sup>		MAT. INTERNOS DE VÁLVULAS:		CPVC	
LIM. DE TEMPERATURA:		136.0°F (58.0°C)		CÓDIGO DE DISEÑO:		ANSI B31.3	
LIM. DE PRESIÓN:		128.0psig (9.0kg/cm <sup>2</sup> )		PRUEBA (NOTA 1):		HIDROSTÁTICA	
TOL. DE CORROSIÓN:		DE 0.00"		NOTA 2 Y 3 PARA SISTEMA GENERAL			
REL. DE ESFUERZOS:		NO					
ELEMENTO	NOTAS	DIÁMETRO	CED/RANGO	EXTREMO	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	
<b>TUBERÍA</b>							
S/COSTURA	4,5	½" - 3"	40	PLANOS	CPVC ASTM F-441, MAT. PRIMA 23447-B SEGÚN ASTM D-1784		
<b>CONEXIONES Y ACCESORIOS</b>							
CODO 90°	6	½" - 3"	40	INS. SOLD.	CPVC F-438-23447B		
CODO 45°	6	½" - 3"	40	INS. SOLD.	CPVC F-438-23447B		
TEE RECTA	6	½" - 3"	40	INS. SOLD.	CPVC F-438-23447B		
COPE	6	½" - 3"	40	INS. SOLD.	CPVC F-438-23447B		
TEE REDUCCIÓN	6	½" - 3"	40	INS. SOLD.	CPVC F-438-23447B		
COPE REDUCC.	6	½" - 3"	40	INS. SOLD.	CPVC F-438-23447B		
REDUCC.BUSHING	6	½" - 3"	40	INS. SOLD.	CPVC F-438-23447B		
TAPÓN CACHUCHA	6	½" - 3"	40	INS. SOLD.	CPVC F-438-23447B		
TAPÓN CACHUCHA	7,12	½" - 3"	40	ROSCADO	CPVC F-438-23447B		
ADAPTADOR HEMBRA	7	½" - 3"	40	ROSCADO	CPVC F-438-23447B		
ADAPTADOR MACHO O NIPLÉ	7,12	½" - 3"	40	ROSCADO	CPVC F-438-23447B		
STUB END (BRIDA ANILLO)	6	½" - 3"	40	INS. SOLD.	CPVC F-438-23447B		
COPE	7,12	½" - 3"	40	ROSCADO	CPVC F-438-23447B		
<b>VÁLVULAS</b>							
BOLA	6	½" - 2"	40	INS. SOLD.	CPVC D1784-23567-A	B2IS	
BOLA	8,13	3"	230	BRIDA C.R.	CPVC D1784-23567-A	B3BCR	
RETENCIÓN TIPO BOLA	6	½" - 2"	40	INS. SOLD.	CPVC D1784-23567-A	R17IS	
RETENCIÓN TIPO BOLA (UNIÓN SIMPLE)	8,13	3"	230	BRIDA C.R.	CPVC D1784-23567-A	R18BCR	
<b>BRIDAS</b>							
CIEGA	8,9	½" - 3"	125	F.F.	CPVC F-438-23447B, CP 816.5, ACAB. STD.		
INS. SOLDABLE	8,9	½" - 3"	125 (CED.40)	F.F.	CPVC F-438-23447B, CP 816.5, ACAB. STD.		
TRASLAPE	8,9	½" - 3"	125	F.F.	CPVC F-438-23447B, CP 816.5, ACAB. STD.		
<b>EMPAQUES Y JUNTAS</b>							
EMPAQUE O-RING		½" - 3"	125	F.F.	O-RING DE EPDM ENLAZADO CON PTFE, 1/8" DE ESPESOR		
JUNTA DE BRIDA (STOP RING)		½" - 3"	125	F.F.	PVDF CARA LLENA ANSI B16.5, 1/8" DE ESPESOR		
<b>TORNILLOS, ESPÁRRAGOS Y TUERCAS</b>							
TORNILLOS Y TUERCAS	10	TODOS	N.A.		ASTM A193 GR.B7, GALVANIZADOS CON ARANDELAS		
TUERCAS	10	TODOS	N.A.		ASTM A194 GR.2H GALVANIZADO		
<b>OTROS</b>							
CEMENTO SOLVENTE		TODOS	N.A.	N.A.	ASTM F-493		

 FACULTAD DE QUÍMICA	<b>ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES DE TUBERÍAS</b>		ESPECIFICACIÓN: AES11											
	<b>PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA</b>		PÁGINA: 2 DE 2 FECHA: ABRIL 2005											
SERVICIO:	ARG, BP, BS, CL, HS, KT, OP, PE, PH, QA, QAA, SA, SM	MATERIAL BASE:	CPVC											
RANGO DE BRIDAS:	125lb/in <sup>2</sup>	MAT. INTERNOS DE VÁLVULAS:	CPVC											
LIM. DE TEMPERATURA:	136.0°F (58.0°C)	CÓDIGO DE DISEÑO:	ANSI B31.3											
LIM. DE PRESIÓN:	128.0psig (9.0kg/cm <sup>2</sup> )	PRUEBA (NOTA 1):	HIDROSTÁTICA											
TOL. DE CORROSIÓN:	DE 0.00"	NOTA 2 Y 3 PARA SISTEMA GENERAL												
REL. DE ESFUERZOS:	NO													
<b>TABLA DE RAMALES</b>														
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">ELEMENTOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>TC</td> <td>TEE RECTA</td> </tr> <tr> <td>TR</td> <td>TEE REDUCCIÓN</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>COPE</td> </tr> </tbody> </table>							ELEMENTOS		TC	TEE RECTA	TR	TEE REDUCCIÓN	C	COPE
ELEMENTOS														
TC	TEE RECTA													
TR	TEE REDUCCIÓN													
C	COPE													
DIÁMETRO DE CABEZAL	1/2	T					NOTA 11							
	3/4	TR	T											
	1	TR	TR	T										
	1 1/2	TR	TR	TR	T									
	2	TR	TR	TR	TR	T								
	3	C	C	C	C	TR		T						
		1/2	3/4	1	1 1/2	2		3						
<b>DIÁMETRO DE RAMAL</b>														
<b>NOTAS APLICABLES</b>														
1.- NO SE RECOMIENDA PROBAR CON AIRE O GAS COMPRIMIDO.														
2.- EL SISTEMA DEBE ESTAR PROTEGIDO DE AGENTES QUÍMICOS, MATERIALES BLOQUEADORES DE FUEGO, SELLANTES D EROSCAS, NO COMPATIBLES CON LOS COMPUESTOS DE CPVC.														
3.- EL SISTEMA DEBERÁ SER ANCLADO ADECUADAMENTE PARA LIMITAR EL MOVIMIENTO DEBIDO A LA PRESIÓN QUE EJERCE EL AGUA.														
4.- PARA DETERMINAR CÉDULA DE TUBERÍA SE CONSIDERARON DATOS DE PROVEEDOR EN FUNCIÓN DE LA PRESIÓN MÁXIMA, A ESTOS DATOS SE LES APLICÓ UN FACTOR DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA YA QUE SON REPORTADOS ORIGINALMENTE PARA 73°F. EL FACTOR DE CORRECCIÓN ES DE 0.5 PARA 136°F.														
5.- NO INSTALAR PERMANENTEMENTE A LUZ SOLAR POR SENSIBILIDAD A RAYOS U.V., APLICAR UNA PINTURA LATEX BASE DE AGUA O RECUBRIR CON AISLAMIENTO.														
6.- UNIONES CEMENTADAS.														
7.- UTILIZAR CINTA TEFLÓN ALREDEDOR DE LA LONGITUD TOTAL DE LAS ROSCAS.														
8.- EL DIÁMETRO, LA CANTIDAD Y EL CÍRCULO DE LOS BARRENOS CORRESPONDE AL DE LAS BRIDAS METÁLICAS DE 150LBS.														
9.- SE DEBERÁ UTILIZAR LA SECUENCIA Y EL APRIETE DE LOS TORNILLOS RECOMENDADO POR EL FABRICANTE.														
10.- LAS ARANDELAS DEBERÁN SER PLANAS.														
11.- RAMALES Y ACCESORIOS DEBERÁN SER DE FÁBRICA.														
12.- ACCESORIOS DE USO PARA DRENES Y PRUEBAS HIDROSTÁTICAS PARA LAS CUALES SE DEBERÁ SOLDAR DESPUÉS DE LA PRUEBA.														
13.- LAS VÁLVULAS DE BOLA BRIDADAS DE 1/2" A 3" TENDRÁN UNA CLASIFICACIÓN DE 230PSIG Y PARA 4" DE 125PSIG.														

---

---

**XI**  
**RESULTADOS**  
**CATÁLOGO DE VÁLVULAS.**

***“SI NO SE PUSÓ BUEN ABONO Y NO SE CUIDÓ LO PLANTADO DIFÍCILMENTE AGRADARÁ LA COSECHA”***

## CATÁLOGO DE VÁLVULAS

CLAVE	DESCRIPCIÓN	ESPEC.	
C1IS	VÁLVULA DE COMPUERTA, CLASE 800 ANSI, EXT. DE CAJA PARA SOLDAR, VOLANTE FIJO ASTM A-197, BONETE Y PRENSAESTOPAS BRIDADO, VÁSTAGO ASCENDENTE, CUÑA SÓLIDA, CUERPO Y BONETE DE AC. AL CARBÓN ASTM A-105, INTERNOS 13% Cr (AISI 410), ASIENTOS ENDURECIDOS CON STELLITE 6B, CÓDIGO API 600 TRIM 5.	AAS1	
C2BCR	VÁLVULA DE COMPUERTA, CLASE 150 ANSI, EXT. BRIDADOS DE CARA REALZADA, VÁSTAGO Y VOLANTE ASCENDENTE, VOLANTE FIJO, BONETE BRIDADO, YUGO ESTÁNDAR DISCO FLEXIBLE, CUERPO DE AC. AL CARBÓN ASTM A-216 Gr.WCB, INTERNOS 13% Cr. (AISI 410), ASIENTOS CON CARAS ENDURECIDAS CON STELLITE 6B, CÓDIGO API 600 TRIM 8.		
G1IS	VÁLVULA DE GLOBO, CLASE 800 ANSI, EXT. DE CAJA PARA SOLDAR, VÁSTAGO Y VOLANTE ASCENDENTE, BONETE BRIDADO, CUERPO DE AC. AL CARBÓN ASTM A-105, INTERNOS 13% Cr. (AISI 410), ASIENTOS CON CARAS ENDURECIDAS CON STELLITE 6B, DISCO LIBRE, CÓDIGO API 600 TRIM 5.		
G2BCR	VÁLVULA DE GLOBO, CLASE 150 ANSI, EXT. BRIDADOS DE CARA REALZADA, VÁSTAGO Y VOLANTE ASCENDENTE, YUGO ESTÁNDAR, BONETE BRIDADO, CUERPO DE AC. AL CARBÓN ASTM A-216 Gr.WCB, INTERNOS 13% Cr (AISI 410), DISCO LIBRE, ASIENTOS ENDURECIDOS CON STELLITE 6B, CÓDIGO API 600 TRIM 8.		
R1IS	VÁLVULA DE RETENCIÓN, CLASE 800 ANSI, EXT. DE CAJA PARA SOLDAR, TIPO BOLA PARA TRABAJAR EN POSICIÓN HORIZONTAL, TAPA BRIDADA, CUERPO DE AC. AL CARBÓN ASTM A-105, INTERNOS 13% Cr (AISI 410), ASIENTOS ENDURECIDOS CON STELLITE 6B, CÓDIGO API 600 TRIM 5.		
R2BCR	VÁLVULA DE RETENCIÓN, CLASE 150 ANSI, EXT. BRIDADOS DE CARA REALZADA, TAPA BRIDADA, TIPO COLUMPIO CON TOPE DE APERTURA, CUERPO DE AC. AL CARBÓN ASTM A-216 Gr.WCB, ASIENTOS 13% Cr (AISI 410), CARAS ENDURECIDAS CON STELLITE 6B, INSTALAR EN POSICIÓN HORIZONTAL, CÓDIGO API 600 TRIM 8.		
M1BCR	VÁLVULA TIPO MACHO LUBRICADO, CLASE 150 ANSI, TAPÓN INVERTIDO DE AC. DE ALEACIÓN ASTM A-487 Gr.4Q, CUERPO DE AC. AL CARBÓN ASTM A-216 Gr.WCB, EXT. BRIDADOS CARA REALZADA. DE ¾" A 6" CON MANERAL PARA APERTURA Y DE 8" A 30" CON ENGRANES.		
M2BCR	VÁLVULA TIPO MACHO DE BOLA, CLASE 150 ANSI, CON ESFERA Y ASIENTOS DE PTFE, CUERPO DE AC. AL CARBÓN ASTM A-216 Gr.WCB, EXT. BRIDADOS DE CARA REALZADA, DE ¾" A 6" CON MANERAL PARA SU APERTURA Y CIERRE Y DE 8" A 30" CON ENGRANES.		
C3IS	VÁLVULA DE COMPUERTA, CLASE 800 ANSI, EXT. DE CAJA PARA SOLDAR, VOLANTE FIJO, VÁSTAGO ASCENDENTE, CUÑA SÓLIDA, BONETE BRIDADO, CUERPO DE AC. AL CARBÓN ASTM A-105, INTERNOS 13% Cr (AISI 410), ASIENTOS CON CARAS ENDURECIDAS CON STELLITE 6B, CÓDIGO API 600 TRIM 5.		AAS2
C4BCR	VÁLVULA DE COMPUERTA, CLASE 150 ANSI, EXT. BRIDADOS DE CARA REALZADA, VOLANTE FIJO, VÁSTAGO ASCENDENTE, YUGO ESTÁNDAR, BONETE BRIDADO, CUERPO DE AC. AL CARBÓN ASTM A-216 Gr.WCB, INTERNOS 13% Cr (AISI 410), ASIENTOS CON CARAS ENDURECIDAS CON STELLITE 6B, CUÑA DE DISCO FLEXIBLE TOTALMENTE GUIADA, CÓDIGO API 600 TRIM 8.		
G3IS	VÁLVULA DE GLOBO, CLASE 800 ANSI, EXT. DE CAJA PARA SOLDAR, VÁSTAGO Y VOLANTE ASCENDENTE, BONETE BRIDADO, CUERPO DE AC. AL CARBÓN ASTM A-105, INTERNOS 13% Cr (AISI 410), ASIENTOS CON CARAS ENDURECIDAS CON STELLITE 6B, DISCO LIBRE, CÓDIGO API 600 TRIM 5.		
G4BCR	VÁLVULA DE GLOBO, CLASE 150 ANSI, EXT. BRIDADOS DE CARA REALZADA, VÁSTAGO Y VOLANTE ASCENDENTE, YUGO ESTÁNDAR, BONETE BRIDADO, CUERPO DE AC. AL CARBÓN ASTM A-216 Gr.WCB, INTERNOS 13% Cr (AISI 410), DISCO LIBRE, ASIENTOS CON CARAS ENDURECIDAS CON STELLITE 6B, CÓDIGO API 600 TRIM 8.		
R3IS	VÁLVULA DE RETENCIÓN, CLASE 800 ANSI, EXT. DE CAJA PARA SOLDAR, TIPO BOLA PARA TRABAJAR EN POSICIÓN HORIZONTAL, TAPA BRIDADA, CUERPO DE AC. AL CARBÓN ASTM A-105, INTERNOS 13% Cr (AISI 410), ASIENTOS ENDURECIDOS CON STELLITE 6B, CÓDIGO API 600 TRIM 5.		
R4BCR	VÁLVULA DE RETENCIÓN, CLASE 150 ANSI, EXT. BRIDADOS DE CARA REALZADA, TAPA BRIDADA, TIPO COLUMPIO CON TOPE DE APERTURA, CUERPO DE AC. AL CARBÓN ASTM A-216 Gr.WCB, ASIENTOS 13% Cr (AISI 410), CON CARAS ENDURECIDAS CON STELLITE 6B, INSTALAR EN POSICIÓN HORIZONTAL, CÓDIGO API 600 TRIM 8.		
R5BCR	VÁLVULA DE RETENCIÓN, CLASE 150 ANSI, DE TIPO DISCO BIPARTIDO O DUO-CHECK, CUERPO COMPACTO DE AC. AL CARBÓN ASTM A-216 Gr.WCB, PARA INSTALARSE ENTRE JUEGO DE BRIDAS, ASIENTOS INTERCAMBIABLES DE BUNA-N CON ANILLO DE AC. INOXIDABLE TIPO 304, VÁSTAGO DE AC. INOXIDABLE 13% Cr.		
M3BCR	VÁLVULA TIPO MACHO DE BOLA, CLASE 150 ANSI, CON ESFERA DE AC. INOXIDABLE ASTM A-351 CF8M, CUERPO DE AC. AL CARBÓN ASTM A-216 Gr.WCB, EXT. BRIDADOS CARA REALZADA, ASIENTOS Y EMPAQUES DE PTFE, CON MANERAL PARA SU APERTURA Y CIERRE.		
C5BIS	VÁLVULA DE COMPUERTA, CLASE 600 ANSI, EXT. BISELADOS PARA SOLDAR, VÁSTAGO ASCENDENTE, VOLANTE FIJO, YUGO ESTÁNDAR, BONETE BRIDADO, CUERPO DE AC. AL CARBÓN ASTM A-216 Gr.WCB, CÓDIGO API 600 TRIM 5.	CAS3	
G5BIS	VÁLVULA DE GLOBO, CLASE 600 ANSI, EXT. BISELADOS PARA SOLDAR, VÁSTAGO Y VOLANTE ASCENDENTE, YUGO ESTÁNDAR, BONETE BRIDADO, CUERPO DE AC. AL CARBÓN ASTM A-216 Gr.WCB, DISCO LIBRE, CÓDIGO API 600 TRIM 5.		
R6BIS	VÁLVULA DE RETENCIÓN, CLASE 600 ANSI, EXT. BISELADOS PARA SOLDAR, TAPA BRIDADA, TIPO BALANCÍN, CUERPO DE AC. AL CARBÓN ASTM A-216 Gr.WCB, INSTALAR EN POSICIÓN HORIZONTAL, CÓDIGO API 600 TRIM 5.		
C6BCR	VÁLVULA DE COMPUERTA, CLASE 150 ANSI, EXT. BRIDADOS DE CARA REALZADA, VOLANTE FIJO, VÁSTAGO ASCENDENTE, BONETE BRIDADO, CUERPO DE AC. AL CARBÓN ASTM A-216 Gr.WCB, INTERNO 13% Cr, ASIENTOS CON CARAS ENDURECIDAS CON STELLITE 6B, DISCO FLEXIBLE TOTALMENTE GUIADO, CÓDIGO API 600 TRIM 8.	AAS4	

CLAVE	DESCRIPCIÓN	ESPEC.
R7BCR	VÁLVULA DE RETENCIÓN, CLASE 150 ANSI, EXT. BRIDADOS DE CARA REALZADA, TIPO COLUMPIO, CUERPO DE AC. AL CARBÓN ASTM A-216 Gr.WCB, CON INTERNOS 13% Cr, DISCO LIBRE, ASIENTOS CON CARA ENDURECIDA CON STELLITE 6B, INSTALAR EN POSICIÓN HORIZONTAL, CÓDIGO API 600 TRIM 8.	AAS4
M4RH	VÁLVULA TIPO MACHO NO LUBRICADA, OPERADA CON ¼ DE VUELTA, CUERPO ASTM A-216 Gr.WCB, VÁSTAGO DE UNA SOLA PIEZA ASTM A-351 Gr.CF8M, CAMISA DE TEFLÓN ANCLADA AL CUERPO DE VÁLVULA Y SELLOS SECUNDARIOS DE PTFE PROTEGIDOS CON DIAFRAGMA METÁLICO, EXT. ROSCADOS HEMBRA NPT CLASE 300#, PARA USO EN HIDRANTES.	
B1BCR	VÁLVULA TIPO BOLA, CLASE 150 ANSI, CON ESFERA DE AC. INOXIDABLE ASTM A-351 CF8M, CUERPO DE AC. AL CARBÓN ASTM A-216 Gr.WCB, EXT. BRIDADOS CARA REALZADA, ASIENTOS Y EMPAQUES DE PTFE, CON MANERAL PARA SU APERTURA Y CIERRE DE ¼ DE VUELTA. PARA USO EN ASPERSIÓN Y MONITORES.	
C7IS	VÁLVULA DE COMPUERTA, CLASE 800 ANSI, EXT. DE CAJA PARA SOLDAR, VOLANTE FIJO, BONETE BRIDADO, VÁSTAGO ASCENDENTE, CUÑA SÓLIDA, CUERPO DE AC. AL CARBÓN ASTM A-105, INTERNOS 13% Cr (AISI 410), ASIENTOS CON CARAS ENDURECIDAS CON STELLITE 6B, CÓDIGO API 600 TRIM 5.	AAS5
C8BCR	VÁLVULA DE COMPUERTA, CLASE 150 ANSI, EXT. BRIDADOS DE CARA REALZADA, VÁSTAGO ASCENDENTE, VOLANTE FIJO, YUGO ESTÁNDAR, BONETE BRIDADO, CUERPO DE AC. AL CARBÓN ASTM A-216 Gr.WCB, INTERNOS 13% Cr (AISI 410), DISCO FLEXIBLE Y ASIENTOS CON CARAS ENDURECIDAS CON STELLITE 6B, CÓDIGO API 600 TRIM 5.	
G6IS	VÁLVULA DE GLOBO, CLASE 800 ANSI, EXT. DE CAJA PARA SOLDAR, VÁSTAGO Y VOLANTE ASCENDENTE, BONETE BRIDADO, CUERPO AC. AL CARBÓN ASTM A-105, INTERNOS 13% Cr (AISI 410), ASIENTOS CON CARAS ENDURECIDAS CON STELLITE 6B, DISCO LIBRE, CÓDIGO API 600 TRIM 5.	
G7BCR	VÁLVULA DE GLOBO, CLASE 1650 ANSI, EXT. BRIDADOS DE CARA REALZADA, VÁSTAGO Y VOLANTE ASCENDENTE, YUGO ESTÁNDAR, BONETE BRIDADO, CUERPO DE AC. AL CARBÓN ASTM A-216 Gr.WCB, INTERNOS 13% Cr (AISI 410), DISCO LIBRE Y ASIENTOS ENDURECIDOS CON STELLITE 6B, CÓDIGO API 600 TRIM 5.	
R8IS	VÁLVULA DE RETENCIÓN, CLASE 800 ANSI, EXT. DE CAJA PARA SOLDAR, TIPO BOLA PARA TRABAJAR EN POSICIÓN HORIZONTAL, TAPA BRIDADA, CUERPO AC. AL CARBÓN ASTM A-105, INTERNOS 13% Cr (AISI 410), ASIENTOS ENDURECIDOS CON STELLITE 6B, CÓDIGO API 600 TRIM 5.	
R9BCR	VÁLVULA DE RETENCIÓN, CLASE 150 ANSI, EXT. BRIDADOS DE CARA REALZADA, TAPA BRIDADA, TIPO BALANCÍN, CUERPO DE AC. AL CARBÓN ASTM A-216 Gr.WCB, ASIENTOS 13% Cr (AISI 410) Y ASIENTOS CON CARAS ENDURECIDAS CON STELLITE 6B, INSTALAR EN POSICIÓN HORIZONTAL, CÓDIGO API 600 TRIM 5.	AAS6
C9BCR	VÁLVULA DE COMPUERTA, CLASE 150 ANSI, EXT. BRIDADOS DE CARA REALZADA, VOLANTE FIJO. CUERPO, BONETE E INTERNOS DE ALLOY 20 (34% Ni, 20% Cr), CUÑA SÓLIDA DE ¾" A 2", CUÑA FLEXIBLE DE 3" A 6", BONETE BRIDADO, YUGO ESTÁNDAR Y VÁSTAGO ASCENDENTE ALLOY 20, TUERCA DE VÁSTAGO ASTM B148, TORNILLERÍA DEL MISMO MATERIAL DEL CUERPO.	
G8BCR	VÁLVULA DE GLOBO, CLASE 150 ANSI, EXT. BRIDADOS DE CARA REALZADA, VOLANTE ASCENDENTE, CUERPO, BONETE E INTERNOS DE ALLOY 20 (34% Ni, 20% Cr), DISCO MÓVIL, BONETE BRIDADO, VÁSTAGO ASCENDENTE ALLOY 20, TUERCA DEL VÁSTAGO ASTM B148, TORNILLERÍA DEL MISMO MATERIAL DEL CUERPO.	
R10BCR	VÁLVULA DE RETENCIÓN, CLASE 150 ANSI, EXT. BRIDADOS DE CARA REALZADA, CUERPO, TAPA E INTERNOS DE ALLOY 20 (34% Ni, 20% Cr), TIPO COLUMPIO, TAPA BRIDADA, TORNILLERÍA DEL MISMO MATERIAL DEL CUERPO, INSTALAR EN POSICIÓN HORIZONTAL	
C10SOL	VÁLVULA DE COMPUERTA, CLASE 600 ANSI, EXT. SOLDABLES (EXT. BRIDADOS SOLO EN BOQUILLAS DE EQUIPOS), MATERIAL DEL CUERPO Cr-Mo ASTM A-217 C6, ANILLOS SOLDADOS, DISCO SÓLIDO TOTALMENTE GUIADO, VÁSTAGO 13% Cr, VOLANTE FIJO Y VÁSTAGO ASCENDENTE, BONETE BRIDADO, CÓDIGO API 600 TRIM 5.	DCS7
G9SOL	VÁLVULA DE GLOBO, CLASE 600 ANSI, EXT. SOLDABLES, MATERIAL DEL CUERPO Cr-Mo ASTM A-217 C6, ANILLO SOLDADO, VÁSTAGO 13%Cr, VOLANTE Y VÁSTAGO ASCENDENTE, DISCO LIBRE, BONETE BRIDADO, CÓDIGO API 600 TRIM 5.	
R11SOL	VÁLVULA DE RETENCIÓN, CLASE 600 ANSI, EXT. SOLDABLES, MATERIAL DEL CUERPO Cr-Mo ASTM A-217 C6, TAPA BRIDADA, TIPO BALANCÍN, ANILLOS SOLDADOS, INSTALAR EN POSICIÓN HORIZONTAL, CÓDIGO API 600 TRIM 5.	
C15IS	VÁLVULA DE COMPUERTA, CLASE 600 ANSI, EXTREMOS DE CAJA PARA SOLDAR (EXTREMOS BRIDADOS RTJ SÓLO EN BOQUILLAS DE EQUIPO), CUERPO DE MATERIAL ACERO FORJADO ASTM A-182 F-11, VOLANTE FIJO, VÁSTAGO ASCENDENTE, BONETE SOLDADO, CUÑA SÓLIDA, CÓDIGO API 600 TRIM 5.	
G14IS	VÁLVULA DE GLOBO, CLASE 600 ANSI, EXTREMOS DE CAJA PARA SOLDAR, CUERPO DE MATERIAL ACERO FORJADO ASTM A-182 F-11, VOLANTE Y VÁSTAGO ASCENDENTE, BONETE SOLDADO, DISCO LIBRE, CÓDIGO API 600 TRIM 5.	
G16IS	VÁLVULA DE GLOBO, CLASE 600 ANSI, EXTREMOS DE CAJA PARA SOLDAR, CUERPO DE MATERIAL ACERO FORJADO ASTM A-182 F-11, VOLANTE Y VÁSTAGO ASCENDENTE, BONETE SOLDADO, DISCO LIBRE, CÓDIGO API 600 TRIM 5, DIÁMETRO DE 1", PARA USO COMO BY-PAS EN EL PRECALENTAMIENTO DE LÍNEAS PARA EVITAR CHOQUES TÉRMICOS.	ADS8
C11ROS	VÁLVULA DE COMPUERTA, CLASE 600 ANSI, EXT. ROSCADOS HEMBRA NPT, VOLANTE FIJO, MATERIAL DEL CUERPO AC. AL CARBÓN ASTM A-105, CUÑA SÓLIDA, INTERIORES DE 13% Cr, VÁSTAGO ASCENDENTE, BONETE BRIDADO, CÓDIGO API 600 TRIM 1.	
R12ROS	VÁLVULA DE RETENCIÓN, CLASE 600 ANSI, EXT. ROSCADOS HEMBRA NPT, TIPO DE BOLA PARA TRABAJAR EN POSICIÓN HORIZONTAL, MATERIAL DEL CUERPO AC. AL CARBÓN ASTM A-105, ASIENTOS 13% Cr ASTM A-276-410, BOLA ASTM A-216-420, TAPA BRIDADA DE AC. FORJADO ASTM A-105, CÓDIGO API 600 TRIM 1.	
G15IS	VÁLVULA DE GLOBO, CLASE 600 ANSI, EXTREMOS DE CAJA PARA SOLDAR SOCKET-WELD, VOLANTE Y VÁSTAGO ASCENDENTE, DISCO LIBRE, MATERIAL DEL CUERPO ACERO INOXIDABLE ASTM A-182 Gr.F304L, INTERIORES DE INOXIDABLE 304, BONETE BRIDADO CON TORNILLERÍA DE INOXIDABLE 18Cr-8Ni, CÓDIGO API 600 TRIM 2.	

CLAVE	DESCRIPCIÓN	ESPEC.
C12IS	VÁLVULA DE COMPUERTA, CLASE 800 ANSI, EXT. DE CAJA PARA SOLDAR, CUERPO Y BONETE DE ACERO INOXIDABLE FORJADO ASTM A-182 GR.F304, VOLANTE FIJO, BONETE BRIDADO, VÁSTAGO ASCENDENTE, CUÑA SÓLIDA, ASIENTOS ENDURECIDOS CON STELLITE 6 SEGÚN CÓDIGO API 600 TRIM #12.	ABS9
C13BCR	VÁLVULA DE COMPUERTA, CLASE 150 ANSI, EXT. BRIDADOS DE CARA REALZADA, CUERPO Y BONETE DE ACERO INOXIDABLE FUNDIDO ASTM A-351 CF8M, VÁSTAGO ASCENDENTE, VOLANTE FIJO, YUGO ESTÁNDAR, CUÑA SÓLIDA, ASIENTOS ENDURECIDOS CON STELLITE 6 SEGÚN CÓDIGO API 600 TRIM #12.	
G10IS	VÁLVULA DE GLOBO, CLASE 600 ANSI, EXT. DE CAJA PARA SOLDAR, CUERPO Y BONETE DE ACERO INOXIDABLE FORJADO ASTM A-182 GR.F304, VÁSTAGO ASCENDENTE, VOLANTE ASCENDENTE, BONETE BRIDADO, DISCO LIBRE, ASIENTOS RENOVABLES ENDURECIDOS CON STELLITE 6 SEGÚN CÓDIGO API 600 TRIM #12.	
G11BCR	VÁLVULA DE GLOBO, CLASE 150 ANSI, EXT. BRIDADOS DE CARA REALZADA, CUERPO Y BONETE DE ACERO INOXIDABLE FUNDIDO ASTM A-351 CF3, VÁSTAGO ASCENDENTE, VOLANTE ASCENDENTE, YUGO ESTÁNDAR, BONETE BRIDADO, DISCO LIBRE, ASIENTOS ENDURECIDOS CON STELLITE 6 SEGÚN CÓDIGO API 600 TRIM #12.	
R13IS	VÁLVULA DE RETENCIÓN, CLASE 800 ANSI, EXT. DE CAJA PARA SOLDAR, CUERPO DE ACERO INOXIDABLE FORJADO ASTM A-182 GR.F304, TIPO BOLA PARA TRABAJO EN POSICIÓN HORIZONTAL, TAPA BRIDADA DE MATERIAL DEL CUERPO, ASIENTOS ENDURECIDOS CON STELLITE 6 SEGÚN CÓDIGO API 600 TRIM #12.	
R14BCR	VÁLVULA DE RETENCIÓN, CLASE 150 ANSI, EXT. BRIDADOS DE CARA REALZADA, CUERPO DE ACERO INOXIDABLE FUNDIDO ASTM A-351 CF3, TAPA BRIDADA, TIPO COLUMPIO CON TOPE DE APERTURA, DISCO DE MATERIAL DEL CUERPO, ASIENTOS RENOVABLES ENDURECIDOS CON STELLITE 6 SEGÚN CÓDIGO API 600 TRIM #12.	
C14IS	VÁLVULA DE COMPUERTA, CLASE 800 ANSI, EXT. DE CAJA PARA SOLDAR, CUERPO Y BONETE DE ACERO INOXIDABLE FORJADO ASTM A-182 GR.F304, VOLANTE FIJO, BONETE BRIDADO, VÁSTAGO ASCENDENTE, CUÑA SÓLIDA, ASIENTOS ENDURECIDOS CON STELLITE 6 SEGÚN CÓDIGO API 600 TRIM #12.	BBS10
C15BCR	VÁLVULA DE COMPUERTA, CLASE 600 ANSI, EXT. BRIDADOS DE CARA REALZADA, CUERPO Y BONETE DE ACERO INOXIDABLE FUNDIDO ASTM A-351 CF8M, VÁSTAGO ASCENDENTE, VOLANTE FIJO, YUGO ESTÁNDAR, CUÑA SÓLIDA, ASIENTOS ENDURECIDOS CON STELLITE 6 SEGÚN CÓDIGO API 600 TRIM #12.	
G12IS	VÁLVULA DE GLOBO, CLASE 600 ANSI, EXT. DE CAJA PARA SOLDAR, CUERPO Y BONETE DE ACERO INOXIDABLE FORJADO ASTM A-182 GR.F304, VÁSTAGO ASCENDENTE, VOLANTE ASCENDENTE, BONETE BRIDADO, DISCO LIBRE, ASIENTOS RENOVABLES ENDURECIDOS CON STELLITE 6 SEGÚN CÓDIGO API 600 TRIM #12.	
G13BCR	VÁLVULA DE GLOBO, CLASE 600 ANSI, EXT. BRIDADOS DE CARA REALZADA, CUERPO Y BONETE DE ACERO INOXIDABLE FUNDIDO ASTM A-351 CF3, VÁSTAGO ASCENDENTE, VOLANTE ASCENDENTE, YUGO ESTÁNDAR, BONETE BRIDADO, DISCO LIBRE, ASIENTOS ENDURECIDOS CON STELLITE 6 SEGÚN CÓDIGO API 600 TRIM #12.	
R15IS	VÁLVULA DE RETENCIÓN, CLASE 800 ANSI, EXT. DE CAJA PARA SOLDAR, CUERPO DE ACERO INOXIDABLE FORJADO ASTM A-182 GR.F304, TIPO BOLA PARA TRABAJO EN POSICIÓN HORIZONTAL, TAPA BRIDADA DE MATERIAL DEL CUERPO, ASIENTOS ENDURECIDOS CON STELLITE 6 SEGÚN CÓDIGO API 600 TRIM #12.	
R16BCR	VÁLVULA DE RETENCIÓN, CLASE 600 ANSI, EXT. BRIDADOS DE CARA REALZADA, CUERPO DE ACERO INOXIDABLE FUNDIDO ASTM A-351 CF3, TAPA BRIDADA, TIPO COLUMPIO CON TOPE DE APERTURA, DISCO DE MATERIAL DEL CUERPO, ASIENTOS RENOVABLES ENDURECIDOS CON STELLITE 6 SEGÚN CÓDIGO API 600 TRIM #12.	
B2IS	VÁLVULA DE BOLA, PARA CÉDULA 40, EXT. INSERTO SOLDABLE DE UNA SOLA PIEZA (UNIONES CEMENTADAS), DISEÑO COMPACTO, CUERPO E INTERNOS CPVC ASTM D1784-23567-A, ASIENTOS DE PTFE CUBIERTO CON EPDM	AAS11
B3BCR	VÁLVULA DE BOLA, CLASE 150 ANSI, EXT. BRIDADOS DE CARA REALZADA, DISEÑO COMPACTO, CUERPO E INTERNOS CPVC ASTM D1784-23567-A, ASIENTOS DE PTFE CUBIERTO CON EPDM.	
R17IS	VÁLVULA DE RETENCIÓN, PARA CÉDULA 40, EXT. INSERTO SOLDABLE, TIPO BOLA, CUERPO E INTERNOS DE CPVC ASTM D1784-23567-A, BOLA DE TERMOPLÁSTICO SÓLIDO CPVC, EMPAQUES DE PTFE PARA VERTICAL U HORIZONTAL	
R18BCR	VÁLVULA DE RETENCIÓN, CLASE 150, EXT. BRIDADOS CARA REALZADA UNIÓN SIMPLE, TIPO BOLA, CUERPO E INTERNOS DE CPVC ASTM D1784-23567-A, BOLA DE TERMOPLÁSTICO SÓLIDO CPVC, EMPAQUES DE PTFE PARA VERTICAL U HORIZONTAL.	



---

---

**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

**"LA MAYOR PARTE DE LOS FRACASOS NOS VIENE POR QUERER ADELANTAR LA HORA DE LOS ÉXITOS"**

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

Con el desarrollo de la ingeniería se requiere de una actualización constante en cuanto a procedimientos, normas, y en todo aquello que se relacione con especificar y seleccionar materiales o componentes de un sistema de tuberías. Lo anterior sólo es posible aprendiendo a relacionar, discriminar, agrupar, y analizar la información técnica disponible, la cual se encuentra en gran cantidad por las facilidades que ofrecen los medios de comunicación y el intercambio de datos en forma masiva, sobre todo en el "Internet". Del acceso a esta información y de su correcta interpretación y aplicación para nuestro beneficio y el de los demás, depende que nos encontremos con posibilidades de destacar en un campo cada vez más competitivo.

De ahí la importancia de elaborar un trabajo como el actual, donde se busca que la información no sólo sea comprendida por ingenieros que cuentan con bastante experiencia en el campo de tuberías, sino que también los futuros profesionistas no encuentren mayores obstáculos en su quehacer laboral, al no contar con las herramientas necesarias.

Se debe mencionar que los datos que se presentan aquí referentes a aplicaciones, limitaciones y características de los elementos del sistema de tuberías, materiales de fabricación, normas y estándares, etc., pueden haber sufrido modificaciones justo al momento de terminar éste trabajo, ya que las necesidades y requerimientos de procesos actuales así lo exigen. No obstante el principio sigue siendo el mismo y se puede considerar una guía práctica para aplicarla posteriormente a esos cambios.

Para llevar a cabo la especificación del sistema de tuberías se requiere de una serie de criterios y parámetros que son generalmente proporcionados por códigos y estándares, mencionados dentro de este trabajo.

Se concluye también, que hay aspectos fundamentales para elaborar las especificaciones de materiales de tuberías como lo son el tipo de servicio a manejar, las condiciones de operación y el factor económico. Al no citar otros aspectos, no se debe pensar que carecen de la misma importancia, pero por el papel que desempeñan y el efecto que tienen en la especificación se consideran primordiales los mencionados específicamente.

El tipo de servicio influye de manera directa en la selección del material, pues de sus características se comienza a discriminar entre uno y otro, de acuerdo a la resistencia química que le corresponda y a la corrosión permisible que el mismo fluido determina. En ocasiones es preciso también considerar las condiciones ambientales que predominan en el lugar de instalación, ya que éstas pueden influir en el comportamiento del fluido y de los materiales seleccionados.

En cuanto al material y en específico a su clasificación ASTM, es necesario el estudio y conocimiento completo de ellas, ya que proporcionan datos importantes como límite de temperatura y presión para uso de material, diámetros disponibles, pruebas aplicadas, etc., además de que a puede haber más de dos clasificaciones para un material. El número de clasificaciones ASTM es muy grande que el discriminar entre ellas puede llegar a ser una tarea complicada si se desconocen sus aplicaciones y limitaciones, en la realización de ésta tesis se tuvo la fortuna de contar con asesoría que facilitó éste trabajo.

En cuanto a las condiciones de operación, con éstas se realiza una de las tareas más importantes que es determinar el tipo y rango de bridas, válvulas, conexiones, así como la determinación del espesor o cédula para tuberías, datos que cubren prácticamente la especificación de tuberías.

El aspecto económico influye ampliamente en la concepción de cualquier planta y la especificación de materiales no es la excepción, en éste trabajo no se abordó demasiado este tópico, ya que como criterios de selección se consideraron principalmente las condiciones de operación y características de fluido. Se recomienda en un futuro complementar éste trabajo considerando un análisis económico más profundo que el que se hizo para el caso de tuberías, pues lo ideal sería realizar algo similar para todos los elementos. Se recuerda que los materiales seleccionados deberán contar con una visión a largo plazo, aunque en un principio representen un alto costo, pero que cuenten con disponibilidad en el mercado, siendo necesarios y adecuados para nuestro proceso.

Ahora pensando en la función que tiene la Universidad Nacional Autónoma de México y específicamente la Facultad de Química, en la formación de recursos humanos vinculados con el avance y necesidades actuales de la industria y del país, enfocándolos hacia las disciplinas que ofrezcan fuentes de trabajo reales y que permitan su desarrollo profesional, además de poder alcanzar sus metas personales, ésta tesis ha pretendido ayudar a conseguir ese objetivo proporcionando una herramienta que sea útil como obra de consulta para quien se encuentre interesado en el área de ingeniería de proyectos y en el diseño de plantas, principalmente en el sistema de tuberías.

Aunque hay que decir que siempre será importante contar con una asesoría, ya que un trabajo de éste tipo puede facilitar la labor y eliminar cantidad de horas-hombre, pero hay una serie de consideraciones y criterios que sólo se pueden adquirir con el tiempo, por lo anterior la transmisión de conocimientos, información y experiencia, nunca deberá desecharse.

Como una recomendación final, originado del desarrollo de este trabajo, se sugiere ampliar dentro del programa de la carrera de Ingeniería Química, el conocimiento de materiales y su relación con

la misma, ya que es una parte primordial para el diseño de una planta industrial el conocimiento de los materiales adecuados a utilizar.

También es necesario referirse a materiales metálicos y no metálicos usados en la fabricación de equipos, estructuras, edificios, etc., que en el diseño de una planta son fundamentales y que el ingeniero químico desconoce al menos hasta comenzar su trabajo profesional.

Estas dos recomendaciones podrían enriquecer aún más la formación del estudiante en ingeniería química y dotarlo en su desarrollo profesional con mayores herramientas.

---

---

**BIBLIOGRAFÍA.**

***“UNO NO ES LO QUE ES POR LO QUE ESCRIBE, SINO POR LO QUE HA LEIDO”***

---

---

**BIBLIOGRAFÍA.**

- “Aceros Inoxidables y Aleaciones Especiales, Catálogo General”, Grupo Hastinik, Hastinik, S.A., Edición Julio 2002. Disponible en Internet en <http://www.hastinik.com>
- “Aceros y Aleaciones”, GOODFELLOW. Disponible en Internet en <http://www.goodfellow.com>
- “Asbesto, Composición Química, Propiedades y Efectos Sobre la Salud”, Disponible en Internet en <http://www.librys.com/problemasdequimica/asbestos.html>
- “ASME B31.3-Process Piping”, The American Society of Mechanical Engineers, USA, edición 1996
- “ASME B16.5-Pipe Flanges and Flanged Fittings”, The American Society of Mechanical Engineers, USA, edición 1996
- “ASME B31.3 Process Piping Guide”, LALN Engineering Manual, 2002. Disponible en Internet en <http://engstandards.lanl.gov/engrman/6mech/pdfs/Ch6.ASME.B31.3.R0.pdf>
- “ASME B31-Standards of Pressure Piping”, The Piping Tool Box. Disponible en Internet en [http://www.piping-toolbox.com/40\\_39.html](http://www.piping-toolbox.com/40_39.html)
- “A Piping Tutorial”, ENGINEER C.A., Engineering Design and Analysis Ltd., 2002. Disponible en Internet en <http://www.engineer.ca/engineer/pipingtutorial.htm>
- “Bridas Fabricadas en Acero Forjado A-105N de Acuerdo a ANSI B16.5”. Disponible en Internet en <http://www.eanahuac.com.mx/Tucota/Tucota3C.htm>
- “CASTI Guidebook ASME B31.3 Process Piping”, Woods, Glynn E., CASTI Publishing Inc., 3ª ed. On CD-ROM, Canada, 2001. Disponible en Internet en [http://www.casti.ca/books\\_ebooks/lite/B31\\_3\\_lite.pdf](http://www.casti.ca/books_ebooks/lite/B31_3_lite.pdf)
- “Catalog F-14-Forged Steel Valves and Fittings”, VOGT, Henry Vogt Machine Co, USA, 1989
- “Catalog Forged Pressure Seal or Bolted Bonnet-Gate, Globe and Check Valves, ASME Classes 150-4500, Sizes 2-24in”, VELAN. Disponible en Internet en <http://www.velan.com>
- “Catalog Universal Bimetallic Steam Traps”, VELAN, Disponible en Internet en <http://www.velan.com>
- “Catalog Válvulas de Acero al Carbón, Inoxidable y Aleaciones”, ANKLE S.A de C.V., México, Disponible en Internet en <http://www.ankle.com>
- “Catalog API 603 Cast Stainless Steel Gate, Globe and Check Valves ASME Class 150-300 (Sizes ½”-24””, Class 800 (Sizes ½”-1 ½””, VELAN. Disponible en Internet en <http://www.velan.com>
- “Catalog Forged Steel Gate, Globe and Check Valves API 602”, VELAN. Disponible en Internet en <http://www.velan.com>
- “Catálogo-Válvulas de Acero Forjado al Carbón, Aleado e Inoxidable, Clase 150 a 2500”, WALWORTH, México, 2004. Disponible en Internet en <http://www.walworth.com.mx>

- 
- “Chemical Process Equipment”, Walas, Stanley M., Butterworth-Heinemann, Bostón, 1990
  - “Chemical Resistense Chart”, Little Giant Pump Company, Oklahoma, 1998
  - “¿Cuándo y Cómo Usar las Tuberías de Polietileno?, sus Características y Formas de Realizar las Uniones”, Fundación Erosky, 2002. Disponible en Internet en [http://www.consumer.es/web/es/bricolaje/albanileria\\_y\\_fontaneria/2002/12/31/55751.php](http://www.consumer.es/web/es/bricolaje/albanileria_y_fontaneria/2002/12/31/55751.php)
  - “Descripción de las principales válvulas”, H.O. Clark, Empresa Lanzagorta S.A., 1972
  - “Diseño de Tuberías para Plantas de Proceso”, Rase, Howard F., Editorial Blume, Madrid, 1973
  - “Especificación Unidad de Ósmosis Inversa/Ultrafiltración”, Tecnología Alimentaria ARMFIELD. Disponible en Internet en [http://www.armfield.co.uk/esp\\_ft18\\_datasheet.html](http://www.armfield.co.uk/esp_ft18_datasheet.html)
  - “Estándares y Normas”, International Library Service, Disponible en Internet en <http://www.normas.com/>
  - “Flow Guard Gold, Manual Técnico de Instalación”, Charlotte Pipe and Foundry Company, USA, actualización 2003. Disponible en Internet en <http://www.charlotte.com>
  - “Flujo de Fluidos en Válvulas, Accesorios y Tuberías”, CRANE, División de Ingeniería, Mc. Graw-Hill Interamericana, México, 1987
  - “Forjado y Rolado”. Disponible en Internet en <http://www.forja-mty.com.mx/Estampado.htm>
  - “Fundamentos de la Ciencia e Ingeniería de Materiales”, Smith, William F., 3ª ed., trad. Alicia Larena Pellejero, Mc. Graw Hill Interamericana, España, 1990
  - “IM-570 Fabricación e Instalación Mecánica de Tuberías, Maestría en Gerencia de Proyectos de Ductos”, Acosta, Carlos, UDLA – Puebla, México, 2002. Disponible en Internet en <http://mailweb.udlap.mx/~cacosta/home/Cursos/IM570/Materialdeclase>
  - “Industrial Piping”, Littleton, Charles, 2ª ed., Mc. Graw-Hill, New York, 1962
  - “Información sobre Resistencia Química para CPVC”, CORZAN, CORZAN Sistemas Industriales, México, 2002. Disponible en Internet en <http://www.corzancpvc.com>
  - “Ingeniería de Proyecto para Plantas de Proceso”, Rase, Howard F., 6ª imp., trad. Armando Garza, Salvador Carrasco y José Luis Lepe, Compañía Editorial Continental, S.A., México, 1979
  - “Juntas”, Chesterton Global Solutions, Local Services. Disponible en Internet en <http://www.chesterton.com.mx/productos/index.html>
  - “Juntas de Acoplamiento Dresser”, Supply Insumos para la Industria Petrolera, Disponible en Internet en <http://www.supplypetrolero.com.ar/dresser.htm>
  - “Línea de Productos en CPVC, PVC y HDPE”, BENAVAL. Disponible en Internet en <http://www.benav.cl/servicios.htm>
  - “Lineamiento P.1.0000.06-Estructuración de Planos y Documentos Técnicos de Ingeniería”, PEMEX, 1ª ed., México, 2000
  - “Manual Técnico PAVCO”, PAVCO Sistema de Tubería y Accesorios Presión, USA, Disponible en Internet en <http://www.pavco.com.ve/mpresion>

- 
- “Materiales de Sellos y Asientos para Válvulas”, Worcester, Válvulas Worcester de México S.A., México. Disponible en Internet en <http://www.worcester.com.mx>
  - “Monografía: Tuberías, Fabricación y Usos en Plantas Industriales”, Terán Vargas, Francisco Eduardo, UNAM-Facultad de Química, México, 1976
  - “Norma K-101-Criterios y Recomendaciones de Diseño para Sistemas de Tuberías de Proceso, Servicios Auxiliares e Integración”, PEMEX, revisión 6, México, 1999
  - “Norma No.2.423.03-Diseño de Sistemas de Tubería Termoplástica (PVC, CPVC y PE), PEMEX, 2ª ed., México, 1991
  - “Norma No. 2.425.01-Sistemas de Tuberías en Plantas Industriales”, PEMEX, 2ª ed., México, 1991
  - “Norma NOM-009-ENER-1995-Eficiencia Energética en Aislamientos Térmicos Industriales”, Secretaria de Energía, Diario Oficial de la Federación, México, 1995
  - “Perry’s Chemical Engineers’ Handbook CD-ROM”, Perry, Robert H. and Green, Don W., Mc. Graw-Hill, 1999
  - “Piping Equipment on CD-ROM”, Trouvay and Cauvin, Francia, 2001
  - “Plásticos, Manual Técnico y de Instalación, PVC-CPVC-ABS”, Charlotte Pipe and Foundry Company, USA, actualización Junio 2003. Disponible en Internet en <http://www.charlotte.com>
  - “Procedimiento Técnico 37.TPD-002-Codificación de Líneas en Diagramas”, Bufete Industrial, México, 1994
  - “Procesos y Materiales de Manufactura”, Doyle, Lawrence E., 3ª ed., trad. Julio Fournier González, Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A., México, 1988
  - “Prominent: Chemical Resistance Chart”, Prominent Fluid Controls, Pittsburg. Disponible en Internet en <http://www.prominent.cc/products/general/general.asp>
  - “PVC and Corzan CPVC Schedule 80 Fittings”, Charlotte Pipe and Foundry Company, USA, actualización 2001. Disponible en Internet en <http://www.charlotte.com>
  - “¿Qué es el acero”, Infoacero. Disponible en Internet en <http://infoacero.cl/default.htm>
  - “Servicio de Revelado de Esfuerzos por Resonancia con Equipo Formula 62 Tipo C”, Alfa Corporativo, Alfa Corporativo Técnico Industrial S.A., México, 2005. Disponible en Internet en <http://www.alfacorporativomx.com>
  - “Stainless Steel Tubes, Fittings, Flanges, Valves, Bars, Profiles, Sheets and Plates”, NOXON, Noxon Stainless B.V., Holanda, 2004. Disponible en Internet en <http://www.noxon.nl>
  - “Technical Data CPVC Pipe Fittings Schedule 80”, LASCO, Lasco Fittings, Inc., Printed in USA. Disponible en Internet en <http://www.lascofittings.com>
  - “TEFLÓN”, DuPont México. Disponible <http://www.teflon.com.mx/productosindustriales.html>



- “Tesis: Proceso para Elaborar Especificaciones de Materiales, Empleados en el Diseño y Construcción de Sistemas de Tuberías de Acero, para Plantas Industriales”, González Olivares Anastasio, UNAM-Facultad de Ingeniería, México, 1991
- “Tesis: Desarrollo de Material Didáctico para Apoyar el Curso de Flujo de Fluidos”, Almonaci Victoria Jesús Rubén, UNAM-Facultad de Química, México, 2004
- “Tubería Hidráulica de CPVC Cédula 80”, EMMSA, Empresa Mexicana de Manufacturas S.A, México, 2004. Disponible en Internet en <http://www.emmsa.com.mx/hidr-c80.htm>
- “Válvulas Termoplásticas y Sistemas de Tuberías”, Asahi/America, USA. Disponible en Internet en <http://asahi-america.com>
- “Válvulas: Selección , Uso y Mantenimiento”, Green , Richard W y Cuerpo de Redactores de Chemical Engineering Magazine, trad. Noriega, Francisco, Mc. Graw-Hill, México, 1985
- “VITON, Fluoreslatomero”, DuPont Dow Elastomers. Disponible en Internet en <http://www.dupont-dow.com/Products/Viton/viton.asp>

***“DIOS NO TE HUBIERÁ DADO LA CAPACIDAD DE SOÑAR SIN DARTTE TAMBIÉN  
LA POSIBILIDAD DE CONVERTIR TUS SUEÑOS EN REALIDAD”***