



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN
INGENIERÍA**

FACULTAD DE QUÍMICA

**“ PROPUESTA DE ESTANDARIZACIÓN DE BRIDAS
DE RESINA EPÓXICA REFORZADA CON FIBRA DE
VIDRIO PARA INSTALACIONES INDUSTRIALES
ACORDE A LA METODOLOGÍA DE ASTM”**

T E S I S

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

MAESTRO EN INGENIERÍA

INGENIERÍA DE SISTEMAS - ING. Y ADMINISTRACIÓN DE
PROYECTOS

PRESENTA:

ING. JULIO CHRISTOPHER RODRÍGUEZ RAYA

TUTOR:

M. en C. LETICIA LOZANO RÍOS

MÉXICO, D.F. 2012





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 **M. A. Fernando José Báez Ramos**

Secretario **M. C. Ezequiel Millán Velasco**

Vocal **M. C. Jorge Luis Aguilar González**

1er. Suplente **Ing. Francisco Jerónimo Nieto Colín**

2do. Suplente **M. C. Leticia Lozano Ríos**

Lugar donde se realizó la tesis:

Facultad de Química. UNAM

Tutor de tesis:

M.C. Leticia Lozano Ríos

FIRMA

AGRADECIMIENTOS Y
DEDICATORIAS

A Dios, a mi familia y maestros...

A todos los que de alguna forma me han apoyado en la culminación de este proyecto.

ÍNDICE

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	2
OBJETIVO E HIPÓTESIS.....	3
1.0 ANTECEDENTES.....	6
1.1 Antecedentes generales de sistemas de tuberías.....	7
2. MARCO TEÓRICO.....	9
2.1 Contexto general de tuberías.....	10
2.2 Elementos fundamentales de un sistema de tuberías.....	13
2.3 Sistemas de tuberías de resina epóxica reforzada con fibra de vidrio.....	41
2.4 Consideraciones económicas y comerciales en el uso de tubería de FRP.....	59
2.5 Generalidades de códigos normas y especificaciones.....	61
2.6. Fuentes de las normas.....	62
2.7 Esquema mexicano de normalización.....	64
2.8. Códigos normas y especificaciones.....	65
2.9 Aplicación de normas y criterios de interpretación.....	65
2.10. Alcance , campo de aplicación y estructura de algunas normas.....	67
2.11. Requisitos de las normas para los materiales y su control.....	67
2.12. Especificaciones ASTM.....	67
3.0 MEMORIA DE CALCULO DE BRIDAS DE RESINA EPÓXICA REFORZADA CON FIBRA DE VIDRIO DE ½” A 24” CON RANGO DE PRESIÓN DE 150# Y 300#.....	70
3.1 Objetivo de memoria de calculo.....	71
3.2 Referencias.....	71

3.3 Relaciones matemáticas	72
3.4 Terminología usada para el calculo de bridas de resina epóxica reforzada con fibra de vidrio de ½” a 24” con rango de presión de 150# y 300#.....	73
3.5 Procedimiento de calculo para diseño de bridas atornilladas	78
3.6 Memoria de calculo particular por diámetro y designación para determinación de dimensiones de bridas.....	88
3.7 Memoria de calculo de factores por diámetro y designación para determinación de esfuerzos resultantes en bridas.....	128
3.8 Tabla de dimensiones bridas clasificación T1A1.....	168
3.9 Tabla de dimensiones bridas clasificación T2B2.....	169
4.0.- PROPUESTA DE ESTANDARIZACIÓN DE BRIDAS DE RESINA EPÓXICA REFORZADA CON FIBRA DE VIDRIO.....	170
4-1.0 ALCANCE.....	172
4-2.0 DOCUMENTOS DE REFERENCIA	172
4-2.1 Estándares ASTM.....	172
4-2.2 Estándares ASME.....	173
4-2.3 Estándares AWWA	173
4-2.3 Estándares API	174
4-3.0 INFORMACIÓN DE COMPRA MÍNIMA	174
4-4.0 CLASIFICACIÓN	174
4-5.0 MATERIALES	175
4-6.0 REQUISITOS GENERALES.....	176
4-7.0 REQUISITOS DE DISEÑO.....	177
4-8.0 REQUISITOS DE FUNCIONAMIENTO	177
4-9.0 DIMENSIONES.....	178

4-10.0 TOLERANCIAS.	180
4-11.0 MÉTODOS DE PRUEBA.	181
4-12.0 RECHAZO DEL PRODUCTO.	182
4.11 MARCA DEL PRODUCTO.	182
5.0 CONCLUSIONES.	184
6.0.-BIBLIOGRAFÍA.	188

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años han tenido lugar cambios importantes en el uso de nuevos materiales ; específicamente a la sustitución de materiales metálicos por materiales de resina , esto aunado a la creciente competitividad , y la tendencia de globalización , han conducido a una nueva dinámica en la construcción de plantas industriales, los proyectos cada vez exigen tiempos de ejecución mas cortos y al menor costo posible.

Uno de los elementos fundamentales para el cumplimiento de las exigencias actuales es la aplicación de nuevos materiales que permitan mejorar la vida útil de una planta, ahorrar tiempo y reducir costos directos e indirectos en la instalación de componentes de plantas industriales , su importancia radica en el volumen de operaciones que las empresas de construcción realizan y el capital que en ellas se maneja .

Dado el volumen de operaciones de selección materiales que se manejan en una empresa constructora, deben realizarse cuidadosamente todas y cada una de ellas, sobre todo en asegurarse que el producto seleccionado cumpla con los requerimientos especificados por ingeniería así como con las expectativas del cliente.

Sin embargo al seleccionar materiales de reciente creación se carece de una estandarización para la adquisición y funcionamiento de tales materiales, por lo que se dependerá en gran medida de los diferentes criterios o practicas con los que cuenten los proveedores, lo cual en algunos casos no asegura un funcionamiento confiable ni repetibilidad en la calidad del bien adquirido, así mismo las dimensiones y la resistencia máxima permisible estará limitado a lo indicado por el proveedor.

Es por ello que mi interés en el desarrollo de este trabajo radica en el planteamiento de la estandarización de bridas de resina epóxica reforzada con fibra de vidrio para instalaciones industriales acorde a la metodología de ASTM.

OBJETIVO

El objetivo que se pretende es realizar la propuesta de estandarización de bridas de resina epóxica reforzada con fibra de vidrio para instalaciones industriales acorde a la metodología de ASTM, remarcar la importancia que tiene la estandarización de nuevos materiales en beneficio del proveedor, comprador y usuario final ; así como estudiar la problemática que se tiene cuando no existe una estandarización de materiales de reciente creación , establecer las dimensiones y tolerancias para la fabricación de bridas de resina epóxica reforzada con fibra de vidrio para prever interferencias con instalaciones así como establecer las dimensiones de los elementos de ensamble como tornillería , indicar los requerimientos y elementos mínimos a cumplir que deberán ser incluidos para la estandarización de bridas de resina epóxica reforzada con fibra de vidrio para instalaciones industriales; además de servir como una propuesta para un estándar internacional bajo la figura del comité 20.23 perteneciente a la ASTM.

Se hace hincapié en la estructura de estandarización bajo el esquema ASTM puesto que éste , permite establecer de manera clara y detallada los requerimientos a cumplir para poder ser considerado aceptable o perteneciente a una designación.

El presente trabajo es un esfuerzo por establecer un estándar en bridas de resina epóxica reforzada con fibra de vidrio para instalaciones industriales.

HIPÓTESIS

La aplicación de un “estándar de bridas de resina epóxica reforzada con fibra de vidrio para instalaciones industriales acorde a la metodología de ASTM” permitirá establecer los lineamientos técnicos cualitativos y cuantitativos necesarios para determinar los criterios aceptación para bridas de resina epóxica reforzada con fibra de vidrio para plantas industriales .

La aplicación de un “estándar de bridas de resina epóxica reforzada con fibra de vidrio para instalaciones industriales acorde a la metodología de ASTM” permitirá obtener los siguientes beneficios:

- Establecer una guía clara de los elementos mínimos de información que deberá proporcionar el comprador en el proceso de cotización y compra de bridas resina epóxica reforzada con fibra.
- Fomentar la normalización en la fabricación de bridas resina epóxica reforzada con fibra de vidrio por parte de los proveedores los cuales buscarán obtener la designación de cumplimiento con un estándar para asegurar el buen funcionamiento de sus productos.
- Fomentar la mejora continua a favor del cumplimiento con el estándar de bridas de resina epóxica reforzada con fibra de vidrio.
- Reducir los tiempos de selección y especificación por parte del comprador al estar identificados plenamente los requisitos mínimos por parte del fabricante para el cumplimiento de un estándar.
- Predeterminar las dimensiones de bridas de resina epóxica reforzada con fibra de vidrio para instalaciones industriales.
- Contar con procedimientos estandarizados de fabricación e inspección incorporados a las mejores prácticas internacionales y a los participantes en la estandarización y sus interrelaciones.

- Evitar retrasos y retrabajos en construcción al estar predeterminadas las dimensiones de las bridas de resina epóxica reforzada con fibra de vidrio para instalaciones industriales .

1. ANTECEDENTES

1 ANTECEDENTES

1.1 ANTECEDENTES GENERALES DE UN SISTEMA DE TUBERÍAS

Hoy en día, la tubería de poliéster reforzada con fibra de vidrio ofrece muchas opciones y ventajas técnicas y económicas respecto de la que se fabrica con otros materiales y, además, es una alternativa que promete seguir creciendo.

Si viajamos por el tubo del tiempo podemos aquilatar su importancia. La historia nos cuenta que las primeras sociedades urbanas o ciudades se instalaron cerca de los grandes ríos debido a que, además del elemento vital, éstos ofrecían tierras fértiles aledañas y vías de comunicación.

Mesopotamia entre el Tigris y el Eufrates, la cultura India alrededor de los ríos Indo y Ganges, y la China en las proximidades del río Amarillo.

En la medida en que las ciudades fueron creciendo, surgió la necesidad cada vez más apremiante de conducir hacia uno y otro sentido distintos tipos de fluidos (agua potable, aguas negras, gas, petróleo) y más adelante cables para líneas de electricidad y telecomunicaciones, de manera que en la actualidad esta interconexión de sistemas de cables y tuberías se ha convertido en las entrañas que hacen viable nuestro modo de vida.

En un principio estos fluidos viajaban por algunos canales naturales, pero después hubo necesidad de fabricar diversos tipos de tuberías, como las de madera o, sin importar demasiado sus consecuencias en la salud física de las personas, las de plomo, que se empleaban para llevar agua, y que, por cierto, dio pie al nombre de “plomeros” a quienes las instalaban, y que sigue vigente aunque ya no se usan este tipo de tubos.

En la actualidad, coexisten varios sistemas de conducción que utilizan tuberías y diversas conexiones fabricadas con materiales diversos; plásticos, metales y fibrocemento. De ahí que la tubería se defina, en términos generales, como un conducto, es decir, un medio que cumple con la función de “conducir” agua u otros fluidos. Cuando el producto transportado es petróleo, se habla de un oleoducto, y cuando lo que se transporta es gas, de un gasoducto. También es posible enviar mediante extensiones de tubería materiales que, si bien no son un fluido, se ajustan a este sistema: hormigón, cemento, cereales, cables o fibra óptica, hasta documentos encapsulados.

Proyectar y diseñar instalaciones destinadas al transporte de fluidos, no es tarea fácil. El tema de selección de tubería, accesorios y materiales, requiere de conocimientos especiales que suelen ser un tema muy complejo.

La tubería se clasifica de acuerdo con el fluido que debe movilizar, el material utilizado y el lugar donde se utilice.

Hace algunos años, la mayoría recomendaban y preferían el uso de tubería de acero para las instalaciones debido a que tienen la idea, a veces equivocada, de que es más durable y resistente que el plástico. Actualmente, todavía existe un grupo importante de quienes le apuestan al acero y lo siguen eligiendo para la construcción. Sin embargo, deben saber que no es la única alternativa que tienen, ya que hoy existen muchos tipos de materiales con los que se ha logrado cubrir, sin problemas, las múltiples necesidades de los sistemas de conducción.

Gradualmente, la tubería de resina reforzada con fibra de vidrio está sustituyendo a la de acero en la construcción de plantas industriales debido a los altos precios que registran ahora el acero y otros metales. Por su parte, los precios de la tubería de resina se mantienen estables, además de que es más ligera y, además de especialidades de aplicación de uso industrial, como la de la resina epóxica reforzada con Fibra de Vidrio. Por si fuera poco, cuando se requiere resistencia a la corrosión, presión y alta temperatura, la tubería de resina epóxica reforzada con fibra de vidrio ofrece mejores alternativas, es fácil de trabajar e instalar, incluso, puede ser ignífuga y no produce ruido.

2. MARCO TEÓRICO

2. MARCO TEÓRICO

2.1 CONTEXTO GENERAL DE TUBERÍAS

Definición.- Se puede llamar tubería a cualquier cuerpo hueco, el cual puede al realizarse un corte transversal presentar una silueta con cualquier forma geométrica; puede seguir cualquier dirección (regular o irregular) sobre su eje longitudinal; además puede conducir entre sus paredes a sólidos, líquidos, gases, vapores, o mezclas de los anteriores.

La tubería común se identifica por su diámetro nominal definido como NPS (nominal pipe size o tamaño nominal de tubo) el cual no es igual al diámetro exterior, sino a un diámetro definido por convención a principios del siglo XX. Por su cedula (modo indirecto de indicar grosor) .

Materiales para tuberías.

Selección de acuerdo a sus propiedades mecánicas y químicas.

Todo fluido a ser conducido por una tubería tiene un material idóneo que soporte sus propiedades de resistencia química bajo las condiciones de presión, temperatura, viscosidad, etc. Todas las compañías manufactureras de tuberías, y de equipos y accesorios relacionados con ellas tienen tablas de resistencia química que sugieren materiales adecuados a cada fluido. Es enteramente razonable la designación de un material de tubería idóneo, pero muchas veces se dificulta su uso desde el punto de vista económico. Por lo que debe haber un compromiso entre la corrosión, erosión y contaminación de producto contra el costo.

También se debe tomar en cuenta las propiedades de este material para las solicitudes bajo los esfuerzos mecánicos que va a recibir, así como las facilidades de soldadura y montaje. Diferentes pueden ser los puntos de vista y parámetros para clasificar los materiales de tuberías: comportamiento químico, mecánico, dureza, rugosidad, resistencia a la fatiga, a la vibración, conductividad térmica, etc.

Las tuberías pueden ser clasificadas en:

- Tuberías hechas con materiales ferrosos.
- Tuberías hechas con materiales no ferrosos.
- Tuberías hechas con materiales no metálicos.

Materiales ferrosos.

Debido a que desde la revolución industrial los materiales de hierro (hierro fundido, acero y sus aleaciones) han probado ser los materiales que dan mejores condiciones de resistencia química y mecánica contra el costo, en la actualidad son los materiales mas comunes de tubería.

Dependiendo del procedimiento de manufactura las tuberías de acero se fabrican: Con costura, la cual se realiza rolando placa de acero y luego soldándola, y sin costura , la cual se manufactura con un lingote incandescente de acero que se estira y se rola.

Materiales no ferrosos.

Las tuberías de materiales no ferrosos se han estado usando aun antes que las de hierro, pero debido a su más difícil manufactura, resistencia física, comportamiento mecánico, resistencia química y costo; han sido relegadas a un papel secundario.

Podemos hablar entonces de tuberías de cobre, plomo, níquel, bronce, latón, aluminio, Zirconio, titanio, etc.

Estos materiales siguen normas diferentes a las de acero al carbón, son relativamente de alto costo, y su selección se basa generalmente en su resistencia particular a ciertos fluidos de proceso, a su buena transferencia de calor , o a sus propiedades mecánicas a altas temperaturas.

Materiales plásticos.

Las tuberías plásticas se han desarrollado como un buen medio para conducir fluidos con gran actividad química; generalmente están compuestas de un polímero único o como resultado de una mezcla de diferentes polímeros. En el primer caso tenemos: tuberías de polímeros de vinilo (PVC), de propileno, de etileno (PE), de butileno (PB), poliolefinas y poliésteres.

En el segundo caso tenemos:

Acrilo nitrilo butadieno estireno (ABS), Celulosa acetato butirato (CAB), etc. Haciendo hincapié en que las tuberías hechas de poliéster y epoxy, son generalmente reforzadas con fibra de vidrio.

Cabe hacer notar que en contraposición a su alta resistencia química, se opone su generalmente pobre resistencia mecánica; por lo que es muy común soportarla con camisas de tubería metálica u otros tipos de soporte.

Tuberías de asbesto y concreto (civiles).

El uso de tubería en la ingeniería civil ha hecho uso de las tuberías en dos diferentes vertientes: Agua Potable y Drenaje.

En la conducción de agua potable para la conducción de los cabezales de distribución principales (acueductos) se usa generalmente tubería de acero principalmente galvanizada, también tubos de concreto reforzado, actualmente y con un amplio desarrollo en el futuro se están utilizando tuberías de polímeros reforzados, tanto para nuevos acueductos como para recubrir los existentes que se encuentran dañados. Para tuberías de agua potable secundarias y dependiendo del terreno se ha estado usando asbesto cemento y plástico reforzado.

Tuberías especiales.

Resulta obvio que existe una amplia variedad de fluidos, sólidos, líquidos, gaseosos y hasta plasma (aceleradores de partículas y reactores de fusión) en donde se tienen que confinar fluidos con características físicas y químicas muy especiales; en consecuencia el espectro de materiales y perfil de una tubería casi no tiene límite.

2.2 ELEMENTOS FUNDAMENTALES DE UN SISTEMA DE TUBERÍAS

Conceptos generales.

Ante la imposibilidad física de interconectar equipos en general por medio de una tubería que fuera de trazo continuo, se hace necesario usar piezas que cambien de dirección y elevación a las tuberías, y que les permitan divergir a dos o mas direcciones; ya que no existe hasta el presente ningún sistema que pueda realizar este trabajo, es necesario trabajar con tramos de tubería, que se unen por medio de diversos artículos llamados accesorios que aumentan su versatilidad.

Accesorios se llama a todos aquellos artículos que se conectan a las tuberías y que le permiten cambiar de dirección, cambiar de diámetro, o divergir en dos o mas ramales. Los accesorios se fabrican de placa maquinada, tubería, fundirse o forjarse, en el caso de plásticos puede moldearse.

Clasificación y usos.

Para reunir los tramos de tubería con sus accesorios se puede hacer usos de los siguientes métodos de unión:

- a) Unión por cordón de soldadura a tope (BW).
- b) Unión por soldadura de caja (SW).
- c) Unión por medio de roscado.
- d) Unión por bridas atornilladas (Uniones bridadas)
- e) Uniones de sujeción rápida (uniones rápidas)
- f) Uniones Especiales.

La unión por cordón de soldadura a tope es generalmente tratándose de acero al carbón, el medio mas económico a prueba de fugas para unir tuberías, pero estas virtudes se ven opacadas por su nula facilidad de desarme.

La unión de tuberías por soldaduras a enchufe tiene varios casos: uniones de alta presión de acero forjado, uniones de media y baja presión para cobre con soldadura fundida.

En el caso de uniones de soldaduras de caja de acero forjado se trata de una familia de accesorios de alta presión cuyos rangos están en: 2 000, 3 000, 6 000 y 9 000 psig.

Las tuberías se pueden unir roscando la tubería por el lado exterior (roscado macho) y unirlo con accesorios con roscado interior (roscado hembra); y estos accesorios entre si con roscados macho ó hembra. Este sistema de unión seria universal si no fuera que a partir de 2"Ø se vuelve cada vez mas difícil enroscar una pieza contra otra; los tubos deben de ser de pared de un grosor apropiado (para poder quitar el material de la rosca), y el fluido tiende a meterse entre las roscas.

El medio mas versátil para unir tuberías y sus accesorios es por medio de bridas, lo cual incrementa su mantenimiento; las bridas son caras y frecuentemente su uso de limita a ser compañeras de bridas de tanques, equipos, válvulas, instrumentos , o líneas de proceso que requieren de limpieza periódica.

Codos: Realizan el cambio de dirección de una tubería en 45° ó 90°. Normalmente de usan codos de radio largo (lo cual indica que su radio de curvatura es 1.5 veces su diámetro nominal para tubos de 3/4"Ø y mas grandes)



Codo de 90° radio largo

También se pueden obtener codos de radio corto, cuyo radio de curvatura es igual al diámetro nominal.

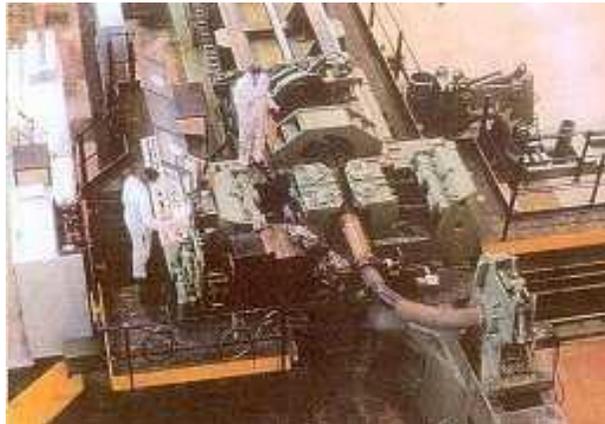


Codo de 90° radio corto



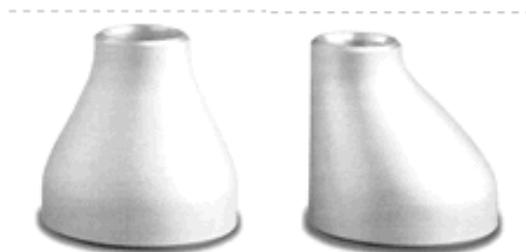
Codo de 45°

Bends: Se realizan con tubería recta; los radios comunes de curvatura son de 3 a 5 veces el diámetro nominal, codos de radio mas largo se pueden realizar doblando en caliente. Solo las tuberías sin costura o soldadas por resistencia eléctrica, son apropiadas para doblarse.



Doblez de curvas de tubería.

Reducciones: Realizan la unión entre dos tuberías de diferente diámetro; se pueden obtener en dos formas: concéntrica (coinciden los centros de tubería) y excéntrica (coinciden las paredes de tubería). La reducción excéntrica se usa cuando es necesario mantener el fondo o el tope de una tubería a un nivel dado.



Reducciones excéntricas y concéntricas.

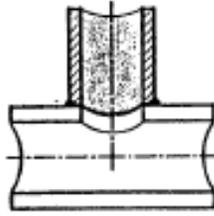
Suajes: Se usa para reducir el diámetro de una tubería cuando existen grandes reducciones; un suaje realiza el cambio de diámetro en una forma mas abrupta que una reducción: Se encuentran regularmente en forma concéntrica y excéntrica; existen suajes tipo vénturi que permiten el flujo menos abrupto.



Suajes excéntrico y concéntrico

Codos de mitrados: Los codos de gajos o segmentados, no son propiamente accesorios, ya que se fabrican en campo a partir de la propia tubería. El uso de codos de gajos para realizar cambios de dirección, se restringe a situaciones de emergencia por falta de materia o a líneas de baja presión de 10" en adelante, si la caída de presión es despreciable; en estos casos el uso de codos estándar sería mas caro. Se debe usar con cautela, ya que un codo de dos gajos a 90° tiene seis veces la caída de presión que uno común, y uno de tres gajos el doble.

Injerto (Stub-in): Es un termino que indica soldar una tubería directamente a la pared de la tubería principal (cabezal); es el método mas general y menos caro de soldar un ramal (tubería secundaria) a cabezales arriba de 51 mm (2")Ø; un injerto debe reforzarse convenientemente en la unión. No se debe realizar en tuberías menores a 51 mm Ø, porque puede entrar material de la soldadura y restringir el flujo.



Injerto de tubería

Tés rectas o reductoras soldables. Se emplean para sacar ramales a 90° de la trayectoria del cabezal; las rectas tienen la salida del ramal, de igual diámetro que las demás, y son fácilmente obtenibles; las tés reductoras son igualmente comerciales.



Tés reducción

Los accesorios siguientes ofrecen un medio alternativo de conexión a un cabezal principal, sin necesidad de reforzamiento; generalmente están preformados a la curvatura de la tubería a la cual se van a unir.

Weldolet: Interconecta ramales a 90° reduciendo el diámetro, la proyección es menor que la de una te; se pueden obtener con fondo plano, para conectarse a tapones o tapas de recipientes.



Elbolet :Realiza ramales reductores saliendo tangentes a codos de radio largo o corto.



Latrolet: Hace un ramal reducido a 45° sobre una tubería recta.



Cruces rectas o reductoras: Las primeras se pueden obtener generalmente en almacén, pero las reductoras son de muy difícil obtención; es preferible usar té y no cruces debido a su economía, obtenibilidad y disminución de número de artículos en inventario para mantenimiento; a excepción de donde el espacio es restringido en tuberías marinas o trabajos críticos. No se necesita reforzar la unión.



Yes rectas o reductora: Permite una entrada a lo largo de todo el diámetro de la tubería (comúnmente con ángulo de 45°), donde la baja resistencia al flujo es importante; yes rectas con igual diámetro se obtienen en pesos “std” y “xs”. Yes reductoras o con ángulos diferentes a 45° se obtienen solo bajo pedido especial, el refuerzo se requiere donde es necesario restablecer la fortaleza de la junta, a los esfuerzos totales de la tubería. Las yes reductoras se ordenan similarmente a las tes, excepto que se debe indicar el diámetro y el ángulo.



Injerto angulado En este tiempo de uso raro, puede ser obtenido de proveedores en ángulos de 90° y 45° ; se prefiere realizarlos en campo. Necesita revisarse en cada caso sus esfuerzos mecánicos. Si se desea otro ángulo o reducción, incluyendo excentricidades, solo se podrá conseguir con orden especial.



Tapón cachucha Se usa para sellar el final de tuberías de diámetro mediano o pequeño. Se pueden usar tapones planos los cuales son placas cortadas especialmente en campo. Es recomendable revisar mecánicamente estos tapones, ya que las placas planas no resisten bien la presión.



Cople enchufable : Une tubería a tubería.

Cople reductor enchufable. Junta dos tuberías de diferente diámetro.



Los accesorios mostrados a continuación son un medio alternativo de conexión a un cabezal principal, sin necesidad de reforzamiento; generalmente están preformados a la curvatura de la tubería a la que se unen.

Socket: Saca ramales a 90° del mismo diámetro o reducidos, sobre tubería recta; se pueden obtener socket de base plana para tapas o recipientes.



BRIDAS

Es el medio más versátil para unir tuberías y sus accesorios, equipos y recipientes, debido a su facilidad de montaje.

Debido a su forma de unión a tuberías y accesorios, se pueden encontrar en el mercado los siguientes tipos de bridas:

Brida de cuello soldable (welding neck flange):Existe en su forma estándar y larga; las regulares se usan para unir las a tuberías o accesorios soldados a tope; presentan dificultad para alinearlas a la tubería, pero se consideran muy apropiadas para condiciones severas de temperatura ó esfuerzos grandes de corte, impacto o vibración. Las bridas de cuello largo se usan principalmente como parte de equipos o boquillas de tanques.

Se debe poner especial atención al requerirla al diámetro interior de la brida, para que coincida con el diámetro interior de la tubería o accesorio (el diámetro interior cambia con respecto a la cedula).



Brida deslizable (slip-on flange). Según se muestra en la figura , necesita dos cordones de soldadura para colocarse, la soldadura interior tiene gran oportunidad de estar sujeta a corrosión. Tiene poca resistencia al impacto y vibración, es mas fácil de alinearla que la de cuello soldable; además existe la posibilidad de que la hendidura que ocasiona la unión, aumente las perdidas por fricción al crear remolinos. Es mas barata que la de cuello soldable, pero cuesta mas colocarla. Se ha calculado que los esfuerzos que soporta bajo presión interna, son apenas un tercio que los correspondientes a la de cuello soldable.



Brida de caja (Socket Weld flange). La brida tiene un hueco donde se inserta la tubería con un tope (a diferencia de la deslizable). Se suelda por la parte exterior de la brida; este tipo de brida se usa para altas presiones, por lo que frecuentemente se suelda por la parte interior, esmerilando la soldadura para proveer un diámetro interior liso, sin bolsas ni bordes; cuando se coloca la soldadura interior su resistencia estática se iguala a la deslizante, pero su resistencia a la fatiga es 50% menor.



Brida roscada (screwed flange). Estándar o reductora, se usa para conectar sistemas roscados a un equipo bridado, usada principalmente a presiones medias y en diámetros no mayores a 38 mm Ø. Se debe sellar con un cordón de soldadura cuando la presión exceda a 500 psig ó la temperatura de 320°C.



Brida loca (lap-joint flange). Usada siempre con su pareja inseparable la punta abocinada (stub end), es una manera económica de unir tuberías a materiales caros como aleaciones y aceros inoxidable, ya que la brida es de acero al carbón, y solo el stub end debe ser del material de la tubería. Es útil de donde es necesario hacer corresponder sus barrenos con los de una brida compañera, como en el caso de boquillas de tanques, en donde es necesario evitar el excesivo esfuerzo flexionante en las juntas. No debe usarse en tuberías de diámetro grande, ni en tuberías de pared muy delgada.



Brida ciega (blind flange). Se usa para cerrar el extremo de una tubería bridada, la cual se espera alguna vez se amplié, o necesite limpieza periódica.



Tipo de cara de bridas y acabados.

Los fabricantes ofrecen muchos acabados de la cara de una brida (cara de una brida es la parte plana donde se apoya una brida con su compañera); se clasifica generalmente en 5 tipos:

Cara realzada (raised face) La cara realzada se usa en cerca del 80% de todas las bridas. Es un realce de 1.5 mm (1/16”) para bridas de 150 # y 300 # [# es el símbolo de libras / pulgada cuadrada nominales(psig)] la expresión 53 nominal indica que pueden siempre soportar de una manera común las 150 psi, aunque en la practica puedan soportar algo mas que esa presión. Y de 6.3 mm (1/4”) de alto para rangos mayores. Rango en una brida es la presión común máxima que puede soportar para un buen funcionamiento.

Cara plana (flat face) Son las de uso mas común para acompañar bridas que no sean de acero, sobre boquillas de bombas, etc; Y para acompañar válvulas y accesorios de fierro fundido (FoFo) de 125 # y 250 #. Esto se debe a que el FoFo es frágil y no soporta el cantiléver que forma el resalte de la brida. Las bridas de cara plana usan empaques cuyo diámetro exterior es igual al exterior de la brida, eso reduce el peligro de que el FoFo, bronce o plástico de la brida se quiebre cuando se realice el apriete.

Cara para empaque anillado (ring-joint face) Es la cara mas cara, pero al mismo tiempo se considera la junta mas eficiente para servicios de alta temperatura y presión, ambas bridas son semejantes. Esta cara no es propensa a dañarse al manejarla en la superficie en contacto con el empaque, cuando este esta fuera de servicio. El uso de estas caras puede incrementar la aceptación de empaques de arillo “O” metálicos para sellos de procesos químicos.

Cara de brida loca (lap joint facing) Esta conformado su perfil interior para acomodar la punta abocinada (stub end); la combinación de la brida y el stub end, presentan una geometría similar a las bridas de cara realzada, y puede ser usado donde puedan existir esfuerzos de tensión.

Tipo de sujetadores (tornillos, birlos, etc)

Para sujetar una brida con su compañera se usan sujetadores (tornillos, espárragos , birlos ó tuercas) para ese objetivo se barrenan agujeros en las bridas los cuales están angularmente igual espaciados con respecto al centro y con un circulo de barrenado definido.

Una brida definido un diámetro nominal “ Ø “ y norma de brida (ANSI ó ISO) deberá tener dimensiones específicas de: diámetro exterior, grosor, circulo de resalte, numero de agujeros, diámetro de los agujero, etc. Es importante hacer resaltar que cuando una brida no coincida en forma de espejo con otra, debe ponerse especial cuidado pues no corresponden al mismo rango de presión.

Es muy importante que las bridas (sobretodo cuando estén fijas) sean colocadas a horcajadas (straddle centerlines), de tal manera que el ángulo que forman los dos ejes radiales con respecto al centro quede centrado siempre entre los ejes teóricos fundamentales Norte-sur (el norte de la planta, no el norte geográfico) , y arriba-abajo (sobre la plomada). Esto evitará que cuando colocan algún accesorio, válvula o equipo con bridas fijas no quede descuadrado.

Comúnmente para sujetar una brida se usan: tornillos de maquina y birlos. El tornillo de maquina tiene en un extremo una cabeza la cual generalmente es hexagonal (pudiéndose usar cuadrada), no es aconsejable usar otro tipo de cabeza. El birlo es un tornillo continuo sin cabeza en los extremos, se usa en los extremos una tuerca comúnmente hexagonal para sujetarlo. Es importante usar una rondana para facilitar el apriete del lado de la tuerca.



Los birlos han desplazado ampliamente a los tornillos para sujetar bridas debido a que son mas fáciles de remover si están corroídos. La confusión con otros tornillos en un equipo se evita, y si no se encuentra en almacén se puede cortar un esparrago (tramo recto largo de tornillo) o maquinado por un torno.

Existen tipos diferentes de roscas, cada una con una mayor cantidad de hilos de rosca que la anterior:

NPT American Standard Pipe Taper Thread
NPSC American Standard Straight Coupling Pipe Thread
NPTR American Standard Taper Railing Pipe Thread
NPSM American Standard Straight Mechanical Pipe Thread
NPSL American Standard Straight Locknut Pipe Thread
NPTF American Standard Pipe Thread Tapered (Dryseal)
BSPP British Standard Pipe Thread Parallel
BSPT British Standard Pipe Thread Tapered

Sin embargo el estándar ASME B16.5 indica las características específicas para los elementos de unión de bridas.

Tipo de empaque y empaquetaduras.

Los empaques se usan para hacer un sello resistente a las fugas entre dos superficies. Los patrones comunes de configuración para bridas de tuberías son:

Cara completa que se usan para colocarse entre bridas de cara plana y los de anillo que solo cubren la cara de realce de la brida. Los materiales que se usan ampliamente son los asbestos comprimidos, pero debido a que afectan a la salud de las personas, han sido siendo sustituidos por otros materiales como los de metal rellenos de asbesto.



Válvulas

Las válvulas tienen como función básica el control del flujo de un fluido, tanto en dirección como en cantidad, lo cual se realizará por la inserción de un objeto (elemento de control de flujo), y la acción anterior permitirá la diversificación, restricción o regulación de flujo.

Especificación de una válvula.

La especificación de una válvula es un proceso concienzudo que involucra muchas variadas definiciones, a continuación se enlistan los criterios mínimos que se deben tomar en cuenta:

- a) Tipo de válvula.
- b) Material de que está hecha (mucho cuidado con el material en contacto con el fluido).
- c) Tipo de conexiones (roscada, soldable, bridada ,etc)
- d) Rango de presión de operación.
- e) Diámetro nominal.
- f) Definición del elemento de control y sus asientos.
- g) Definición del vástago y bonete (incluidos sus empaques).
- h) Definición del volante o artefacto de operación de la válvula.

A continuación se tratará de explicar de la manera más sencilla cada una de las partes de una válvula.

Clasificación de válvulas.

Los catálogos de fabricantes ofrecen una amplia variedad de tipos de válvulas, en consecuencia se puede hacer uso de diferentes criterios para la clasificación de una válvula.

Clasificación de válvulas de acuerdo a su función.

De acuerdo a la función realizada por la válvula se puede clasificar en:

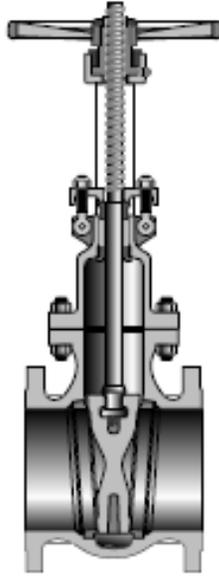
- a) Abre - cierre. Válvulas que solo trabajan eficientemente cerrando o abriendo completamente el flujo a través.
- b) Reguladoras. Pueden variar el porcentaje de flujo en forma proporcional.
- c) De retención. Permiten el flujo en una sola dirección.
- d) Diversificación. Permiten dos o mas rutas alternativas de flujo (normalmente llamadas de varias vías).
- e) Seguridad y alivio. Evacuan fluido de un sistema.

Clasificación de acuerdo a los mecanismos básicos y a los elementos de control del fluido.

El mecanismo de ajuste del elemento de control de flujo, es un accesorio crítico para permitir el control del porcentaje de flujo a través del cuerpo de la válvula. Siempre considerando este punto, los diseñadores de varias manufactureras de válvulas, tienen avanzados métodos para aislar el mecanismo que regula el movimiento del elemento de control de flujo, del fluido siendo manipulado en la válvula.

De acuerdo al mecanismo se podrían clasificar las válvulas de la siguiente manera:

- a) De compuerta Controlan interponiendo una compuerta al flujo. Aunque es una válvula de mecanismo antiguo, excede el número de los otros tipos de válvula en los servicios donde se requiere flujo ininterrumpido y pequeña caída de presión. Los servicios de regulación no se recomiendan para estas válvulas, dado que se erosiona o daña la compuerta y el sello cuando se usa para restringir flujo. Además se produce turbulencia con la compuerta en la posición parcialmente abierta.



Válvula de compuerta

Cuando la válvula está enteramente abierta, la compuerta está elevada completamente fuera del pasaje de flujo, de manera que el fluido fluye directo a través del orificio que tiene esencialmente el mismo diámetro de la tubería. Las principales características de los servicios que nos puede dar la válvula de compuerta incluyen: servicio sin regulación completamente cerrado o abierto, operación poco frecuente, y resistencia mínima al flujo.

Los principales elementos estructurales en la válvula de compuerta son como se muestran en la figura el volante, vástago, bonete, compuerta, asiento y cuerpo. Estas válvulas son asequibles con ensambles de vástago de los siguientes tipos:

- a) Vástago no saliente rosca interior, que es ventajosa donde el espacio de operación es limitado.
- b) Vástago no saliente rosca exterior (O S & Y) , que requiere mas espacio pero evita exponer la rosca al fluido de proceso.
- c) Vástago saliente rosca interior, que expone la rosca del vástago al fluido de proceso, y por eso no debe usarse con fluidos corrosivos.

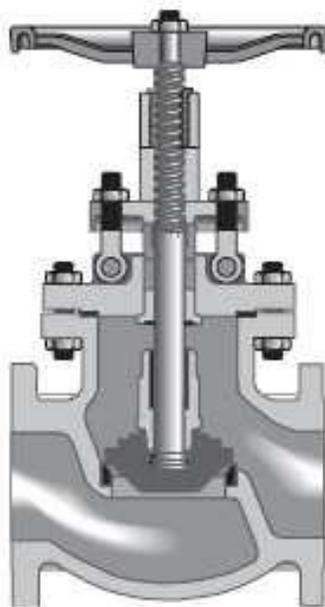
Los siguientes tipos de bonetes se obtienen generalmente con estas válvulas:

- a) Bonetes con rosca hembra o macho para válvulas de tamaño pequeño y servicio de baja presión.
- b) Bonetes con tuerca unión para válvulas pequeñas y de frecuente mantenimiento.
- c) Bonetes bridados con tornillos para válvulas grandes y de servicio de alta temperatura y presión.
- d) Bonetes con abrazaderas para presión moderada y necesidad de limpieza frecuente.
- e) Bonetes sellados a presión para servicios de alta presión y temperatura.
- f) Bonetes de borde sellado para servicios de alta presión y temperatura.
- g) Bonetes de asentadera sellada para servicios de alta presión y temperatura.

Se pueden obtener los siguientes elementos de control de flujo en las válvulas de compuerta:

- a) Disco (compuerta) colido o de cuña simple con asientos cónicos para aceite, gas, aire, lodos y líquidos pesados.
- b) Cuñas flexibles , el disco es solido solo a través de la mitad, con ambas superficies de los asientos flexibles, para presiones y temperaturas fluctuantes.
- c) Disco de cuña bipartida . Un diseño de bola-cavidad donde las dos espaldas de las cuñas se ensamblan, para que ambas caras se ajusten a las superficies de los asientos, de manera que cada disco se mueva independientemente para un buen sello; útil para gases incondensables, líquidos a temperatura normal y fluidos corrosivos, todos ellos a baja presión.
- d) Válvulas de doble disco o discos paralelos, opera paralelo al asiento, el disco se ve forzado por separadores o cuñas, para forzar el disco contra la superficie del asiento; útil para gases incondensables.
- e) De globo Interponen un disco sujeto al extremo de un vástago, para controlar proporcionalmente el flujo.

Las válvulas de globo se usan principalmente para regular el flujo de fluidos, aunque también se pueden usar para abre-cierra. El cambio de dirección (como se ve en la figura) del flujo del fluido, dos ángulos rectos, dos veces, a través de la válvula, causa turbulencia y caída de presión; esa turbulencia limita la vida del asiento.



Válvula de globo

Las principales características de servicio de una válvula de globo son:

Operación frecuente, estrangulamiento para control de flujo a cualquier grado deseado, cierre positivo para gases y aire, y una tolerablemente alta resistencia al flujo y caída de presión.

Los principales elementos estructurales que son típicos de una válvula de globo son: Volante, vástago, bonete, asientos ,disco y cuerpo.

Se pueden obtener ensambles de vástago de los siguientes tipos:

- a) Vástago saliente rosca interior, no sugerida para las líneas manejando material corrosivo, a causa de que las roscas del vástago solo se protegen parcialmente.
- b) Vástago saliente rosca exterior.
- c) Vástago deslizante para abre-cierre rápido.

Se pueden obtener generalmente los siguientes tipo de bonetes:

- a) Bonete rosca hembra y bonete rosca macho; para válvulas pequeñas y baja temperatura y presión.
- b) Bonete unión, para válvulas pequeñas y de frecuente mantenimiento.
- c) Bonete bridado (con tornillos) para válvulas grandes y/o altas temperaturas y presión; los empaques del bonete sellan la unión cuerpo-bonete.
- d) Bonete sellado a presión, para servicios de alta temperatura y presión.
- e) Bonete de asentadera sellada, para servicio de alta temperatura y presión.

Se encuentran en el mercado los siguientes elementos de control de flujo:

- a) Disco compuesto. En este caso el disco tiene una cara plana que se oprime contra una superficie de asiento plana, anular, metálica; no se recomienda para vapor, gasolina y otros líquidos; este disco provee cierre positivo para gases y aire.
- b) Disco de metal. Aquí existe una línea de contacto entre una superficie de asiento cónica o esférica, y un asiento conico. No se recomienda para servicio de control, pero provee cierre positivo para líquidos. Este tipo es deseable donde los depósitos podrían dañar los asientos.
- c) Disco macho. Tiene una amplia superficie de asiento, a causa de su configuración cónica alargada, que favorece al disco macho manejar servicios de; pero ofrece mínima resistencia a la erosión y corrosión

De pistón o macho .

Las válvulas macho como las de compuerta se usan principalmente en servicios abre-cierre sin estrangulamiento; dado que el flujo a través de la válvula es uniforme e ininterrumpido. Hay poca turbulencia dentro de la válvula , por lo cual la caída de presión a través es baja. Sus principales ventajas son : acción rápida, operación simple, espacio mínimo de instalación, y cierre hermético (con macho cónico).

Son dos los grupos principales de válvulas macho:

Lubricada, para prevenir fugas entre la superficie del macho y el asiento del cuerpo, además de reducir la fricción durante el giro. El lubricante es inyectado bajo presión para prevenir la fuga del líquido de proceso entre la cara del macho y el cuerpo, adicionalmente tendrá como efecto reducir la fricción al girar el macho. El macho está provisto con ranuras que permiten al lubricante realizar el sello; la presión del lubricante levanta el macho y permite la fácil operación. La ventaja de las válvulas macho lubricadas es su rápida operación, pero tienen un rango de temperatura limitado dependiendo del lubricante usado.

No-lubricada, que tiene una cubierta el macho que elimina la necesidad de la lubricación. Las válvulas macho no lubricadas se obtienen de dos tipos
Del tipo levadizo, que opera con un elevador mecánico que levanta el macho para permitir la fácil rotación.

La de camisa de elastómero ó de macho cubierto. El elastómero es incrustado o cubierto sobre el metal del cuerpo de la válvula rodeando completamente al macho. El material mas usado el teflón es durable e inerte para casi todas las sustancias químicas, además tiene bajo coeficiente de fricción y es autolubricante

Válvula de bola También llamada de esfera rotatoria. Controla el flujo haciendo girar una esfera, con un barreno concéntrico y de diámetro similar al nominal. Son básicamente válvulas macho modificadas; aunque han sido asequibles por largo tiempo, su uso se encontraba limitado a causa del sello metal-metal, que no podía proveerse a la bola. Los avances en los plásticos han permitido que los asientos metálicos sean remplazados con asientos modernos de elastómeros y plastómeros.

La bola tiene una garganta de admisión que se une con la del cuerpo en la posición abierta; las válvulas de bola se usan principalmente para servicios abre-cierre; no trabaja satisfactoriamente en estrangulamiento; son rápidas de operar, fáciles de mantener, no requieren lubricación, dan sello hermético con bajo torque y exhiben una caída de presión que es función del tamaño de garganta seleccionado.

La válvula de bola esta limitada a las temperaturas y presiones permitidas; uno de sus inconvenientes es que algún fluido puede ser atrapado entre los asientos y el hoyo de la bola, lo cual es indeseable en muchos casos (aunque existen camisas interiores que lo evitan, pero aumentan el precio). Las válvulas de bola

no se limitan a un fluido en particular, se pueden usar en: vapor, agua, aceite, gas, aire, fluidos corrosivos, lodos y materiales en polvo secos

Generalmente la mayoría de los fabricantes usan materiales para los asientos de TFE, Nylon, Buna N y Neopreno, su uso estará limitado por la temperatura.

Los asientos de grafito se desarrollaron para operación hasta de 1000 °F.

El vástago en una válvula de bola no está sujeto normalmente a la bola, generalmente se ranura la bola, y la terminal del vástago se perfila de acuerdo a ella, de manera que hace girar la bola. El vástago se sella con anillos “ O “ ó empaques convencionales de TFE, ó de material impregnado de TFE mantenido en su sitio por anillos de compresión.

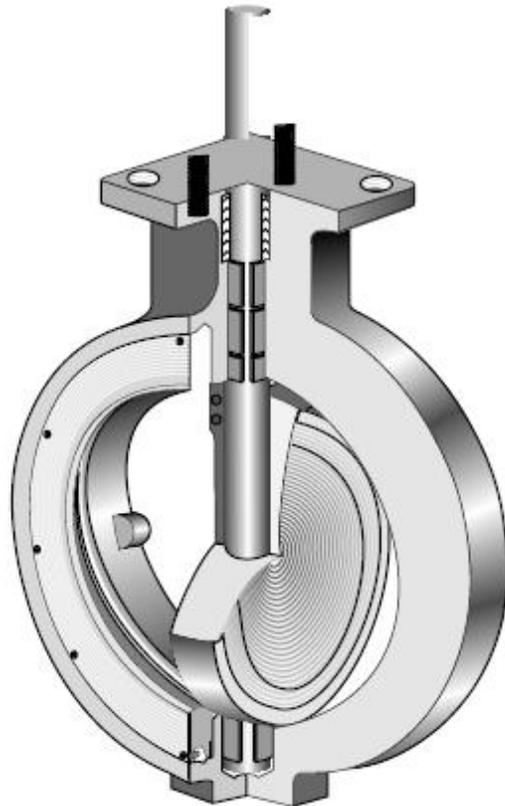
Las válvulas de bola se fabrican en un amplio espectro de materiales: Fierro fundido, fierro dúctil, bronce, aluminio, acero inoxidable, latón, titanio, zirconio, tantalio y muchas aleaciones resistentes a la corrosión, además de plásticos. El rango de tamaños va de 6.3 mm a 760 mm de diámetro nominal.

Las terminales del cuerpo generalmente son: caja soldable, bridadas, clamp, roscadas, etc. Hay también la posibilidad de cambiar las piezas terminales a varios materiales de construcción.



Válvula de mariposa Gira un disco apoyado en dos extremos, sobre un eje perpendicular al de la válvula. Las válvulas de mariposa es uno de los tipos de válvula mas viejos conocido; son simples, ligeras y de bajo costo; los costos de mantenimiento también son bajos, debido a que tienen un mínimo de partes móviles. Las válvulas de mariposa se usan principalmente en servicios de control y abre-cierre, de grandes flujos de líquidos y gases a presiones relativamente bajas. Su diseño abierto recto de lado a lado, previene el deposito de cualquier solido y proporciona baja caída de presión; la operación es rápida y fácil con una manija; es posible brincar la válvula de completamente abierta a

completamente cerrada con un giro de 90°. Además ocupa poco espacio a lo ancho de la tubería, debido a que es muy angosta. La regulación de flujo se realiza por el disco de la válvula sellando contra el asiento. Las características principales de los servicios de la válvula de mariposa, son: completamente abierta, estrangulamiento ó completamente cerrada; tiene cierre positivo para gases y líquidos, y baja caída de presión. Los principales elementos estructurales de una válvula de mariposa son: el disco de control de flujo (mariposa) y la carcasa del cuerpo



Válvula de mariposa Existen en el mercado 3 tipos principales:

a) Tipo Oblea. Esta válvula simplemente se mantiene entre las dos bridas de las tuberías adyacentes, siendo sujeta por los tornillos de estas, que pasan a través de barrenos realizados para el caso en el cuerpo.

b) Tipo bridado. Tiene su cuerpo con terminales bridadas, las cuales se unen a las bridas de las tuberías o equipos.

c) Tipo roscado. Se atornilla directamente contra las tuberías.

El flujo a través se controla por medio de un disco que tiene aproximadamente el mismo diámetro que la tubería a la cual se conecta; a través del disco pasa una flecha (el vástago) que se soporta en ambos extremos al esqueleto del cuerpo y que se sujeta al disco con tornillos o pasadores, dando forma a la parte superior del disco para recibir una punta cuadrada del vástago. Rotando el vástago 90° (y en consecuencia el disco) se abre ó cierra completamente el flujo; el estrangulamiento se da con el movimiento del disco a posiciones intermedias, en donde se mantiene por medio de un cuadrante y un accesorio de amarre. Para asegurar su apropiado posicionamiento, el vástago se mantiene firmemente apoyado en ambos extremos por bujes, que se sellan para prevenir cualquier contacto con el fluido conducido; generalmente este sello consiste de un prensaestopas convencional con anillos “O”.

De acuerdo a como se realiza el sello contra los asientos y sus características de fuga, se clasifican dentro de dos grupos principales:

Asientos metálicos.- En este caso los asientos permiten que para la válvula sea apropiado manipular semisólidos, ya que los materiales abrasivos no pueden causar algún daño a estos asientos.

Asientos plásticos.- En este caso se emplean camisas de elastómeros o plásticos que recubren el asiento o el disco, para proveer una cubierta a prueba de fuga. Los materiales comúnmente usados con este objetivo son: Buna, viton, hule natural, TFE, Hypalon, etc. Tales válvulas de cierre hermético se limitan en temperatura por los materiales de su asiento y sello.

Las válvulas se mariposa se obtienen en un amplio espectro de metales, también en una amplia variedad de recubrimientos: Sus rangos de tamaño van comúnmente de 2”Ø en adelante.

De diafragma Las válvulas de diafragma se usan para servicios de estrangulamiento y abre-cierre; realizan en el flujo de líquidos un amplio e importante rango de servicios. En este tipo de válvulas el diafragma aísla el fluido de proceso del mecanismo de operación; el fluido no puede entrar y causar fallas de servicio. Cuando la válvula esta abierta, el diafragma se retira de la vía de flujo, y el fluido tiene un flujo uniforme y recto; cuando la válvula esta cerrada, el diafragma esta herméticamente asentado sobre una acanaladura o área circular del fondo de la válvula.

Las principales aplicaciones de las válvulas de diafragma incluyen presiones de operación bajas, lodos que podrían obstruir ó corroer las partes de trabajo de la mayoría de los demás tipos de válvulas. Las válvulas no requieren de empaque del vástago; su esperanza de vida depende de la presión, temperatura y frecuencia de operación; uno de sus principales problemas es que el diafragma es roto por el mecanismo de opresión.

Los principales elementos estructurales de una válvula de diafragma son: el cuerpo, el bonete y el diafragma flexible. Los tipos generales de cuerpo son:

El de garganta recta.

El de garganta acanalada o Saunders.



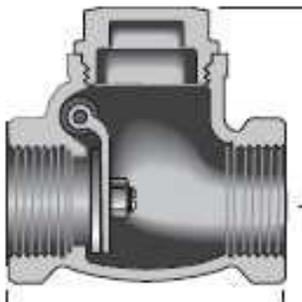
La válvula de retención esta destinada a impedir una inversión de la circulación. La circulación del líquido en el sentido deseado abre la válvula; al invertirse la circulación, se cierra.

Válvula de retención de columpio. La válvula de retención de columpio abre con la presión de la línea, a la que el flujo en dirección normal causará que el disco oscile elevándose y alejándose del asiento; se cierra cuando la presión decrece y alcanza cero (en 88 este caso el disco se mantiene contra el asiento por su propio peso), también se puede cerrar usando un contrapeso externo conectado a la flecha del columpio a través del cuerpo de la válvula. Esta válvula tiene el inconveniente de que el columpio en ciertos casos (suciedad ú oxidación) tiende a quedarse atorada en la posición abierta.

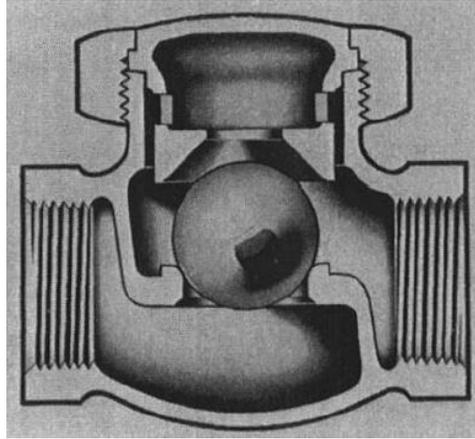
Las válvulas de retención de columpio se usan en bajas velocidades de fluido donde los retrocesos son poco frecuentes; se usa comúnmente acompañada de una válvula de compuerta. Las principales características del servicio de estas válvulas, son: mínima resistencia al flujo, servicios de baja velocidad y cambios poco frecuentes de sentido de flujo.

Las partes principales de construcción de una válvula de columpio son: el cuerpo, el disco, la flecha del columpio y la tapa.

Hay dos tipos principales de diseño: de forma recta y en forma de Ye. Las de forma recta tienen un disco colgado de arriba, de manera tal que la superficie del asiento esta ligeramente en Angulo; esto le permite al disco oscilar a abierto a bajas presiones, los anillos del asiento son reemplazables.

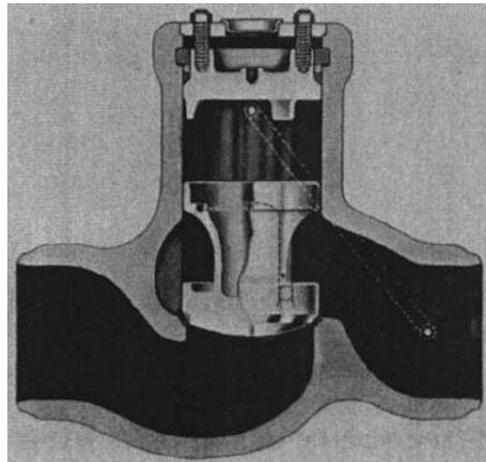


Válvula de retención de bola. Similar a las levadizas, solo que en este caso el elemento de retención es una bola, que puede rotar libremente, descansando sobre la superficie de asentamiento cuando el flujo retrocede; su uso se limita a pequeños tamaños y para servicios domésticos o viscosos.



Válvula de retención de pistón. Muy similar a las levadizas, está equipada con un mecanismo consistente de un pistón y un cilindro, que amortigua los efectos durante la operación, sus características de flujo e instalación son similares a las levadizas.

Válvula

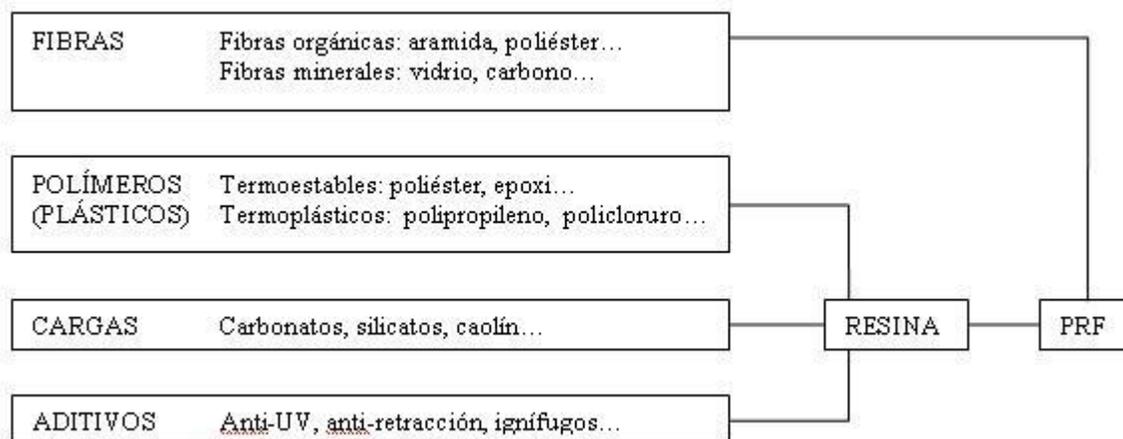


2.3 SISTEMAS DE TUBERÍAS DE RESINA EPÓXICA REFORZADA CON FIBRA DE VIDRIO .

Los tubos de PRFV están constituidos por distintas capas o componentes cada uno con una función específica, pero que en el total confieren unas magníficas prestaciones a los tubos y accesorios.

Componentes

Los plásticos reforzados con fibras (PRFV) están compuestos por un polímero (también llamado la matriz) que junto a las cargas y aditivos forman la resina, y unas fibras determinadas.



Matrices

Podemos clasificar los plásticos básicamente en termoplásticos y termoestables. Los primeros tienen las macromoléculas unidas por fuerzas de baja intensidad, que pueden ser rotas con un simple calentamiento, dando lugar al plástico fundido. En cambio, las macromoléculas de los plásticos termoestables están unidas por fuerzas que llegan a igualar las que unen a los propios átomos dentro de ellas mismas, por lo que se romperán antes de separarse. Esto implica que no cambiarán de estado sólido a líquido al incrementar la temperatura.

Matrices termoestables

Las resinas líquidas termoestables consisten en una serie de precursores líquidos o semilíquidos, que deben curarse para alcanzar el estado sólido, por medios químicos, térmicos (altas temperaturas), o por medio de radiaciones (UV, gamma, electrones o microondas). Una vez curadas, tienen gran cantidad

de enlaces cruzados, y no pueden volver a fundir sin sufrir una grave degradación.

A continuación se indican las más utilizadas, así como sus propiedades más relevantes:

Resinas epóxi

La importancia de las matrices epóxi está en la capacidad del radical epóxido para reaccionar con una gran variedad de otros radicales orgánicos y formar enlaces cruzados sin la aparición de un producto condensado.

Las resinas epóxi se caracterizan por tener baja retracción, buen comportamiento a temperatura elevada (hasta 180 °C) y buena resistencia a los agentes químicos.

Podemos distinguir dos tipos principales de resinas epóxi, según la estructura química en la que se basan:

- TGMDA (dianilina tetraglicil metileno): esta molécula es el componente mas importante de las formulaciones de resinas epoxi para aplicaciones de alta tecnología. Presenta una alta densidad de entrecruzamiento.
- - DGEBA (diglicil éter de bisfenol A): cura a menor densidad de entrecruzamiento que la anterior. La diferencia entre la densidad de entrecruzamientos en el curado será la que determinará las diferentes propiedades de las resinas.

Además de éstas dos, podemos encontrar otras resinas epóxi con características en función de las anteriores, como son las novolacas, las resinas epóxi trifuncionales y la resina epóxi bisfenol F

En las resinas epóxi es muy importante la elección del agente de curado, ya que éste determina las propiedades térmicas y mecánicas últimas de la resina. Hay tres tipos básicamente:

- Aminas: las aminas alifáticas curan la resina a temperatura ambiente, pero poseen baja temperatura de servicio; las aromáticas proporcionan las resinas con mejores propiedades, pero requieren temperaturas de curado de 120-175°C; y las cicloalifáticas tienen propiedades intermedias entre las dos anteriores.

- Anhídridos: curan resinas epóxi Bisfenol A a 120-175°C

Resinas de poliéster no saturado:

Constituyen la familia más importante de resinas termoestables utilizadas en materiales compuestos. El curado de estas resinas puede realizarse de múltiples maneras, con aditivos químicos, calentamiento o radiación. Además, la configuración y composición química de la resina poliéster endurecida determinan sus características y sus propiedades (flexibilidad, dureza, resistencia mecánica, química, etc.), de manera que mediante una elección acertada de dichos parámetros, podemos variar considerablemente las características de la resina elegida. En definitiva, las resinas de poliéster no saturado son el sistema más versátil, pudiendo ser adaptado a multitud de procesos y necesidades.

Como se ha indicado, dentro de esta familia hay gran variabilidad de propiedades, he aquí los rangos de valores que podemos encontrar:

- Resistencia a flexión (MPa): 80 – 140
- Resistencia a tracción (MPa): 40 – 85
- Modulo de tracción (GPa): 2 – 3.5
- Porcentaje de elongación: 1.2 – 4.8
- HDT(T^a de deflexión bajo carga)(°C) = 50 – 136

Resinas fenólicas:

Estas resinas son generalmente empleados como componentes en aislantes de equipos eléctricos, reductores y materiales que sufran desgaste. Esto es debido a que, aunque las resinas epoxi reforzadas con fibra de carbono o de vidrio presentan mejores propiedades mecánicas, estas resinas, con los mismos refuerzos, tienen una mejor comportamiento frente al fuego, la llama y las emisiones tóxicas al ser expuestas al fuego.

Además, podemos destacar las siguientes propiedades:

- Excelentes características eléctricas
- Resistencia al choque y a la abrasión.
- Resist. al ataque químico, especialmente a los disolventes orgánicos.
- Excelente adhesión a otras resinas.

Resinas de bismaleimida y poliimida:

En la línea de las anteriores, estas resinas vienen a sustituir a las resinas epoxi cuando las temperaturas de servicio son muy elevadas, ofreciendo buenas prestaciones hasta los 300 – 350 °C., a costa de una mayor absorción de humedad y menores valores de dureza que las epoxi.

Matrices termoplásticas

Por otra parte, es posible encontrar matrices termoplásticas reforzadas con altas prestaciones. Estas matrices se han desarrollado con el doble objetivo de obtener materiales aptos para altas temperaturas que tengan elevada resistencia al impacto. El resultado de los avances en este campo son matrices más duras, con mayores resistencias que las termoestables y una menor absorción de agua. Además no tienen un tiempo determinado para su moldeo ni necesitan curado, lo que supone menores costos, y el proceso de reciclaje es más fácil.

Las matrices más importantes son el polieter eterketona (PEEK), el sulfuro de polifenileno (PPS) y la polieterimida (PEI), y la poliamidaimida (PAI).

A continuación un breve resumen de sus características más relevantes:

PEEK: El PEEK es un material termoplástico parcialmente cristalino, que ofrece una combinación única de altas propiedades mecánicas, resistencia a la temperatura (rango de temperaturas de trabajo entre -60°C y 250°C) y excelente resistencia química.

Otras características:

- Alto límite de fatiga y elevada tenacidad
- Muy buena resistencia al desgaste
- Muy buena resistencia al desgaste
- Resistencia intrínseca a la llama
- Muy bajo nivel de humo durante la combustión
- Buenas propiedades dieléctricas y de aislamiento eléctrico

PPS: Al igual que el anterior, este material presenta propiedades termoplásticas incluso en el material compuesto final. Presenta una resistencia química y térmica sobresaliente (232°C continuos) y una excelente resistencia a la baja temperatura. Además es inerte a la mayoría de los compuestos químicos en un amplio rango de temperaturas. Requiere alta temperatura para su proceso.

PEI: Características más importantes: Resistencia inherente a la llama, baja emisión de humos, resistencia a altas temperaturas por largo tiempo, estabilidad dimensional, estabilidad química e hidrolítica.

PAI: Esta matriz se moldea como un material termoplástico pero que tras el post curado presenta propiedades parcialmente termoestables, lo que permite aumentar la resistencia a altas temperaturas.

Cargas

En la industria de los materiales compuestos se utilizan diferentes productos que pueden ser incorporados al material compuesto fibra-resina para aportar características particulares o reducir el costo del mismo. En general, establecemos la distinción entre cargas y aditivos según la cantidad: las cargas siempre se utilizan en mayores cantidades que los aditivos.

Podemos dividir las cargas en dos grandes grupos, las reforzantes y las no reforzantes, que buscan la disminución del costo global del material compuesto.

Cargas reforzantes

Entre las cargas reforzantes, las más utilizadas son las microesferas de vidrio, cuyo interés principal reside en su geometría que reparte regularmente los esfuerzos de las piezas, evitando de esta forma las concentraciones de tensiones.

Como la relación superficie / volumen es mínima, no influyen mucho en la viscosidad de la resina, por lo que se pueden usar en porcentajes altos. Pueden ser macizas o huecas, y tienen un diámetro comprendido entre 10 y 150 micras.

En algunos casos concretos pueden emplearse otros tipos de microesferas, con características superiores a las de vidrio pero considerablemente más caras:

- Microesferas huecas de carbono: densidad de 120 kg/m³ y diámetro entre 5 y 150 micras.
- Microesferas huecas orgánicas (epoxi, fenólicas, poliestireno o cloruro de vinilo/acronitrilo): densidad entre 100 y 500 kg/ m³ y diam. entre 10 y 800 micras y prestaciones sensiblemente menores.

Cargas no reforzantes

Entre las cargas no reforzantes, las más utilizadas son de origen mineral y se incorporan a la resina en proporciones compatibles con las características buscadas y el precio, que generalmente es bajo, debido a que estas cargas son

simplemente extractos de rocas o minerales. Las más utilizadas son carbonatos, silicatos y sílices.

Además hay otra serie de cargas no reforzantes, entre las que destacan por su uso extendido las siguientes:

- Cargas ignífugas: hidrato de aluminio, óxido de antimonio, boratos de zinc, productos orgánicos variados
- Cargas conductoras (de la electricidad o del calor): Polvos metálicos, microesferas metalizadas, negro de humo, filamentos metálicos muy finos...

Aditivos

Los aditivos son sustancias empleadas en los PRFV en menor cantidad que las cargas con el objeto de incrementar las prestaciones del material. Cada tipo de aditivo tiene generalmente la propiedad de intervenir en una sola característica específica, por lo que es común emplear más de un tipo de aditivo conjuntamente, siempre que sean compatibles.

Sin embargo es necesario advertir que si se ocupa demasiados aditivos a la vez se corre el riesgo de modificar otras propiedades del polímero base, por lo que es conveniente limitar el número de aditivos utilizados en una misma matriz.

Estos son los tipos de aditivos más empleados:

- Lubrificantes: interno (modifica las fuerzas de cohesión intermoleculares, disminuyendo la viscosidad de la resina sin alterar sus propiedades) o externo (aflora a la superficie de la resina para reducir su tendencia a pegarse a los moldes).
- Agentes antiestáticos: empleados en resinas incapaces de dispersar las cargas iónicas que se puede dar sobre la superficie del producto durante la fabricación.
- Agentes antioxidantes: garantizan unas prestaciones prolongadas del material frente a la acción de los rayos UV y del ozono.
- Agentes que modifican las propiedades mecánicas: se trata de Monoceros añadidos durante la fabricación del compuesto polimérico de base y que influyen en un parámetro específico (p.e. la rigidez del material) manteniendo casi invariables las demás características.
- Agentes retardantes de la llama e ignífugos.

- Conservantes: impiden que el material sea atacado por microorg., insectos o roedores.
- Pigmentos: preparados a partir de productos insolubles, en forma sólida, de origen mineral u orgánico
- Colorantes: compuestos solubles en agua o disolvente orgánico que se utilizan poco debido a su mala resistencia química.
- Pastas colorantes: son dispersiones de pigmentos en un soporte pastoso, de fácil incorporación y dispersión en la resina.

Fibras

La fibra es el componente de refuerzo del material compuesto, por lo que las características del PRFV (especialmente su resistencia mecánica, rigidez y dureza) van a estar muy determinadas por la fibra utilizada en su fabricación. Estas son las fibras más utilizadas y sus características más importantes:

Fibra de vidrio

Esta es la fibra más empleada en los PRFV, especialmente en aplicaciones industriales, debido a su gran disponibilidad, sus buenas características mecánicas y a su bajo costo.

Existe una gran variedad de fibras de vidrio disponibles en el mercado, en las que priman distintas características, entre las que destacan:

- aislamiento eléctrico
- resistencia química
- alta resistencia mecánica
- elevado módulo de elasticidad
- propiedades dieléctricas
- transparencia a los rayos X

Y, por supuesto, también encontramos vidrios que reúnen dos o más de estas características. Las diferencias radican básicamente en los silicatos presentes en el vidrio, normalmente un silicato alcalino y uno alcalinotérreo.

Las principales características de la fibra de vidrio son:

- Alta adherencia fibra-matriz
- Resistencia mecánica, con una resist. Específica (tracción/densidad) superior a la del acero.
- Características eléctricas: aislante eléctrico, buena permeabilidad. dieléctrica, permeable a las ondas electromagnéticas.
- Incombustibilidad. No propaga la llama ni origina humos o toxicidad.
- Estabilidad dimensional (bajo coef. de dilatación)
- Compatibilidad con las materias orgánicas.
- Imputrescibilidad, insensible a roedores e insectos
- Débil conductividad térmica (ahorro de calefacción).
- Excesiva flexibilidad.
- Bajo costo.

El proceso de fabricación consiste en el estiramiento a muy alta temperatura, por tracción mecánica o por acción de fluidos en movimiento, de una veta de vidrio fundido y su inmediata solidificación.

Las materias primas básicas que se utilizan en la fabricación de las tuberías de PRFV son:

Resina epóxica , fibras de vidrio y cargas inertes.

En el proceso de fabricación del tubo, la resina de poliéster solidifica formando enlaces químicos tridimensionales. Por ello, el PRFV es un plástico termoestable, que conserva su estabilidad dimensional en un medio caliente.

Procesos de fabricación

Existen hoy en día tres sistemas de fabricación de tuberías de PRFV.

- Mandril de avance en continuo
- Centrifugado
- Enrollamiento cruzado

A continuación se detallan cada uno de los procesos de fabricación:

Mandril de Avance Continuo

El proceso de fabricación de Mandril de Avance en Continuo consta de la aplicación de los diferentes componentes encima de un mandril metálico que realiza la función de molde interior.

El peculiar movimiento de las partes que componen el mandril provoca el desplazamiento circunferencial y de avance al mismo tiempo de las materias primas aplicadas encima de éste, con lo que se produce un avance en continuo del tubo ya fabricado.

A medida que la tubería ya fabricada abandona el mandril metálico, se cortan de forma consecutiva los tubos a la longitud estándar deseada mediante un sistema de corte especial.

Las materias primas con las que se realiza este tipo de tubería son:

- Resina de poliéster, que actúa como ligante de los diferentes componentes
- Fibras de vidrio, que se aplican tanto cortadas como en continuo en sentido circunferencial y que forman la estructura del tubo confiriéndole resistencia a la presión interna y resistencia a tracción tanto circunferencial como axial.
- Cargas de arena silícea.

Centrifugado

El proceso de fabricación por Centrifugado, básicamente consiste en introducir mediante un alimentador en el interior de un molde cilíndrico que gira a una velocidad establecida la resina, las cargas, la fibra de vidrio y el cuarzo en las proporciones fijadas.

Una vez las materias primas están dentro del molde, el curado de la resina y la compactación se producen por un aumento de la temperatura y una centrifugación a alta velocidad lo que hace que se desaloje el aire que pudiera haberse introducido en la pared del tubo durante la dosificación de los distintos componentes.

Finalmente el molde es enfriado y retirado el tubo al que se le coloca el manguito de unión, quedando en condiciones de ser utilizado.

La tubería de poliéster centrifugado se fabrica a partir de cuatro componentes básicos:

- Resina epóxica, que actúa como ligante de los diferentes componentes.
- Cargas, obtenidas a partir de mármol cristalino y utilizadas para mezclar con la resina.
- Cuarzo.
- Fibra de vidrio (cortada) que forma la estructura del tubo y le confiere resistencia a la presión interna y resistencia a tracción tanto circunferencial como axial.

Enrollamiento cruzado

El proceso de fabricación de Enrollamiento cruzado consta de la aplicación de los diferentes componentes encima de un mandril metálico fijo que realiza la función de molde interior.

El mandril metálico realiza un movimiento de rotación sobre su eje, en el cual se van aplicando las materias primeras mediante un cabezal principal. Este cabezal se desplaza en sentido longitudinal, realizando un movimiento de ida y vuelta a una velocidad específica para proporcionar el ángulo de aplicación de la fibra de vidrio deseado.

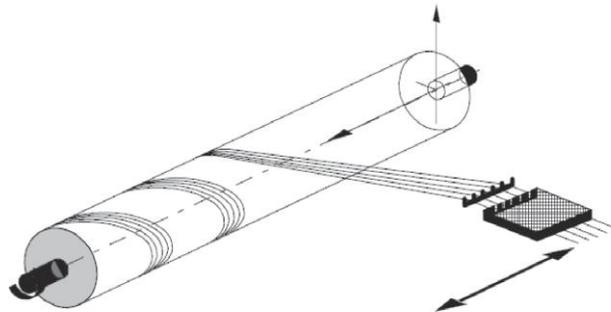
El espesor de la pared de la tubería se consigue a partir del número de avances que el cabezal realiza.

Una vez conseguido el espesor y curada la resina, la tubería se extrae del mandril metálico.

Las materias primas con las que se realiza este tipo de tubería son:

Las materias primas con las que se realiza este tipo de tubería son:

- Resina de epóxica , que actúa como ligante de los diferentes componentes.
- Fibras de vidrio, en forma de hilo en continuo que se aplican en sentido circunferencial y que forman la estructura del tubo y le confieren resistencia a la presión interna y resistencia a tracción tanto circunferencial como axial.
- Cargas de arena.



Propiedades y ventajas principales

Resistentes a la corrosión

- Larga vida útil.
- No necesita revestimientos, recubrimientos, protección catódica u otros medios de protección contra la corrosión.
- Bajos costos de mantenimiento.
- Propiedades hidráulicas que se mantienen constantes con el paso del tiempo.

Alta resistencia mecánica

- Resistencia a altas presiones.
- Resistencia a la abrasión.
- Una celeridad de onda menor de la que se obtiene con tuberías de otros materiales redonda en una reducción de costos en los diseños para sobrecargas de presión por golpe de ariete.

Superficie interior lisa

- Bajas pérdidas por rozamiento suponen menores exigencias de energía de bombeo y menores costos operativos.

- Una menor acumulación de lodos ayuda a reducir los costos de limpieza.

Ligereza

(25% del peso de la fundición y 10% del peso del hormigón)

- Menor costo de transporte (anidables).
- Menor costo de instalación.
- No requiere costosos equipos de manipulación. Uniones de precisión
- Un menor número de uniones reduce el tiempo de instalación.
- Un mayor número de tuberías por vehículo reduce los costos de transporte.
- Uniones estancas diseñadas para eliminar infiltraciones y exfiltraciones.

Diversidad de accesorios

- Existe una completa gama de accesorios realizados en PRFV para complementar la tubería.
- Posibilidad de fabricar accesorios con un diseño específico y particular según el caso.

Conexiones con otros materiales

- Existen soluciones fiables para unir las tuberías de PRFV con tuberías de otros materiales ya sea para realizar rehabilitaciones, reparaciones o sustituciones de tubos en mal estado. Las juntas mecánicas o conexiones embreadas son las más utilizadas.

Las tuberías de PRFV cumplen todas las exigencias recogidas en las normas de producto correspondientes. En el siguiente apartado destacamos algunos de los ensayos que se les realizan para garantizar su idoneidad al uso.

Ensayos a largo plazo

Las tuberías de PRFV son consideradas como plásticas debido a que una de las principales materias primas es la resina de poliéster. Por ello es necesario realizar ensayos a largo plazo que determinen una vida útil de servicio mínima de 50 años.

Los parámetros básicos de diseño son los siguientes:

- HDB (Base Hidrostática de Diseño). Ensayo de resistencia a largo plazo a la presión interna
- Sb. Ensayo a largo plazo en deflexión circunferencial con entorno acuoso.

Sc. Ensayo a largo plazo de resistencia al ataque químico desde el interior de un segmento de tubo sometido a deflexión (para condiciones de saneamiento sin presión)

- Rigidez circunferencial específica. Ensayo a largo plazo de capacidad de rigidez.

Aplicaciones

Una ventaja sobre los materiales tradicionales es que las tuberías de PRFV se distinguen por su larga vida útil y reducidos costos de operación y mantenimiento.

Por ello, se están utilizando ampliamente en:

- Conducciones y redes de distribución de agua (potable y bruta)
- Conducciones y redes de riego
- Conducciones y redes de saneamiento
- Colectores e impulsiones de aguas residuales
- Colectores para aguas pluviales
- Colectores para estaciones desaladoras
- Colectores para estaciones depuradoras
- Tuberías de carga de centrales hidroeléctricas
- Emisarios submarinos, tomas de agua de mar y sistemas de refrigeración
- Sistemas de alimentación, circulación y evacuación de agua en centrales eléctricas
- Aplicaciones industriales (plantas químicas, alimenticias,...)

NORMATIVA Y CERTIFICACIÓN

Las normas que recogen las exigencias que deben cumplir son:

Especificaciones para tuberías, accesorios y uniones.

AWWA C-950. Fiberglass Pressure Pipe

ASTM D-3517. Fiberglass Pressure Pipe

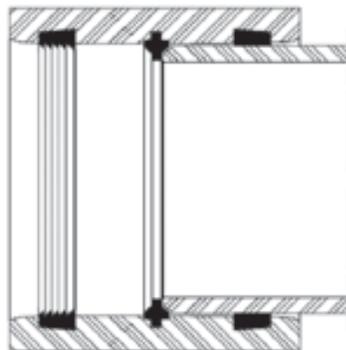
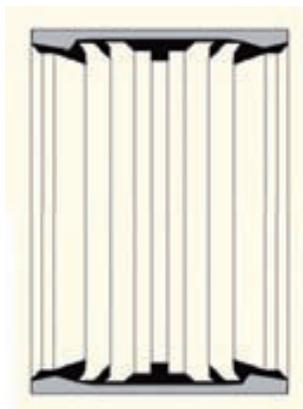
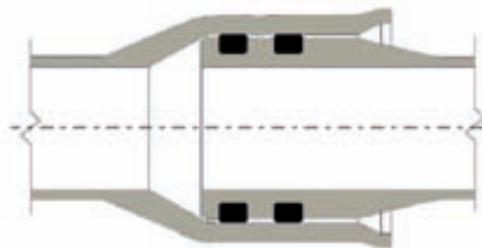
ASTM D-3262. Fiberglass Sewer Pipe

ASTM D-3754. Fiberglass Sewer and Industrial Pressure Pipe

SISTEMAS DE UNIÓN

Uniones flexibles

La estanqueidad de las uniones de tubos PRFV se produce en general por medio de una junta elástica que se puede suministrar en un manguito (separado o montado en un extremo del tubo) o en la copa del tubo. Los acoplamientos llevan una junta elastomérica que sirve de tope central de montaje. Estos manguitos disponen de un sistema de junta elástica, que difiere según el fabricante, y que se ajusta fácilmente produciendo una unión (entre tubos o tubos y accesorios) totalmente estanca y de comportamiento equivalente al tubo.

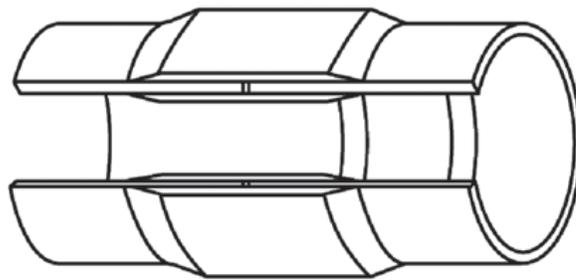


Uniones rígidas

Existen dos tipos de unión rígida disponibles para las tuberías de PRFV: la unión química laminada y la unión mediante brida de PRFV.

La unión química laminada une ambos extremos de la conducción mediante la aplicación de capas de tejido de fibra de vidrio impregnado con resina de poliéster. Una vez endurecida la resina de poliéster queda como resultante una unión rígida soldada cuyas propiedades de resistencia mecánica y de estanquidad son iguales o superiores a las de la propia tubería.

La aplicación o instalación de este tipo de unión requiere ser realizada por personal calificado.



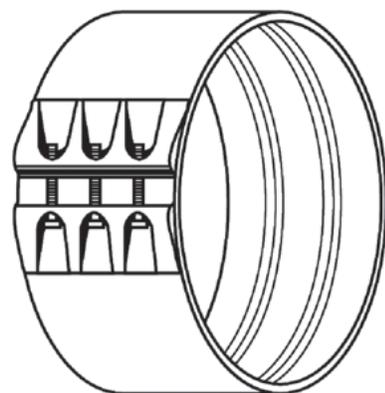
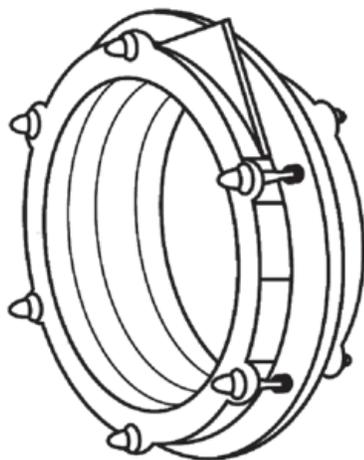
Unión química laminada



Unión embridada en PRFV

Uniones alternativas

Los tubos PRFV también permiten el uso de otros sistemas de conexión tales como bridas o acoplamientos mecánicos (flexibles o rígidos).



Manguito mecánico rígido Unión mecánica flexible

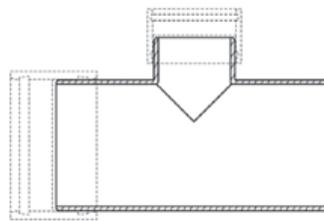


ACCESORIOS

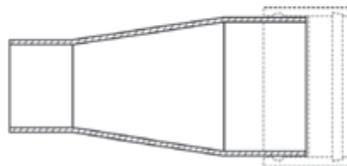
Existe una gama completa de accesorios en PRFV en todo el rango de diámetros y presiones.

Los accesorios más usuales y que corresponde a los elementos fundamentales de un sistema de tuberías mencionados anteriormente son los siguientes:

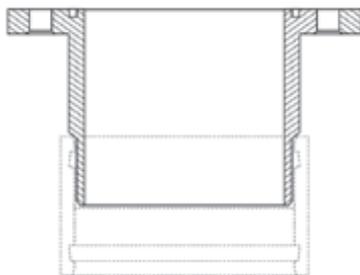
Codos, tes, reducciones, bridas, acoplamientos, pozos de registro y bridas



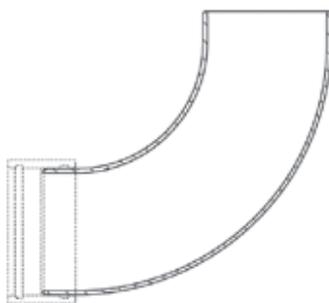
Te



Reducción



Brida



Codo

2.4 CONSIDERACIONES ECONÓMICAS Y COMERCIALES EN EL USO DE TUBERÍA DE FRP

Conforme la fibra de vidrio reforzada continua ganando una mayor aceptación en la industria, las demandas en los niveles de rendimiento de los productos se han incrementado. El mercado mexicano requiere innovar sus productos actuales en respuesta a los cambios requeridos en la industria.

Hay una gran movilización, casi perfecta, en el mercado de aplicaciones no corrosivas. Lo único que impide que sea realmente perfecto es la desaceleración económica de los Estados Unidos. Sin embargo, existen otros factores que impulsan el mercado mundial y que hacen que sea muy fuerte en la actualidad. Uno de ellos es el aumento de la actividad en ambientes corrosivos, como pozos de petróleo, instalaciones de desalinización, centrales eléctricas de carbón y propiedades costeras.

Otro factor es el aumento de los costos del aluminio y el acero inoxidable., un par de años atrás, los ingenieros estaban dispuestos a pagar un poco más por el acero inoxidable porque estaban más familiarizados con el material. Pero esto cambia a medida que la diferencia de precios es más marcada y más difícil de superar.

El Agua para plantas de fuerza, agua de servicios, agua potable, agua tratada de mar, agua contraincendio (subterráneo), agua congénita, agua unidades anionicas, oxido de aluminio, gasolinas, gasolinas con alcohol, alcoholes, drenajes pluvial, drenaje aceitoso, drenaje sanitario son algunos fluidos en los cuales actualmente se utiliza para su conducción tubería de acero al carbono ó aleaciones y pudiesen ser sustituidos por tubería de FRP. Además el FRP no es afectado por el ataque en bajas concentraciones de ácido sulfhídrico ni por hipoclorito de sodio

El FRP ha alcanzado un crecimiento muy importante en el campo de las batallas contra la corrosión. Dependiendo de las condiciones específicas, FRP puede ofrecer tan buen servicio o incluso mejor que otros materiales como el acero inoxidable pero a un menor precio. Comparado con aleaciones exóticas super-resistentes como Hastelloy, Iconel, Monel u otros el FRP puede costar mucho menos. Si consideramos la reducción de costos por estructuras de soporte, aislamientos o mantenimiento que nos permite el FRP los ahorros potenciales pueden ser mas dramáticos.

Como se muestra en la siguiente tabla la diferencia entre costos de materiales se ha vuelto significativa

Material de tuberías utilizados para los costos de construcción,

Material	Costo de la Construcción	Comparación de Costos
FRP	\$ 300.000	1, 0
De acero inoxidable 317L	\$ 600.000	2, 0
Alto contenido en níquel 276aleación C-276	1.500.000 dólares	5.0

Materiales en torres de desulfuración

Torre de desulfuración del cuerpo de diferentes materiales u

Material	Absorbedor		Absorbedor	
	Costo de la Construcción	Comparación de Costos	Costo de la Construcción	Comparación de Costos
FRP	\$ 175.000	1, 0	\$ 750.000	1, 0
Acero al carbono revestidos con caucho	\$ 200.000	1, 15	\$ 865.000	1, 15
Acero al carbono C-276 (C-276 de acero revestidas)	\$ 350.000	2, 0	1.300.000 dólares	1, 75
C-276 de carbono revestimiento de acero	\$ 475.000	2, 7	1.500.000 dólares	2, 0

Tan solo en estados unidos el mercado de la tubería FRP se estima en mas de 700 millones de dólares anualmente

El costo de la corrosión se ha estimado en más de \$300 mil millones anuales, solamente en los Estados Unidos. Y según el Consejo de Energía y Servicios Públicos de Alberta (AEUB, por sus siglas en inglés), la corrosión es la principal causa de las fallas en tuberías .

Materiales usados en los sistemas de desulfuración

Materiales Resistentes a la corrosión	medios corrosivos		
	De ácido sulfúrico	El ácido clorhídrico	Clorato
De acero inoxidable 317L	25 °C, <5%	No se recomienda	No se recomienda
o FRP	95 °C, <30%	82 °C, <37%	100 °C, la concentración total
Aleación C-276	95 °C, <30%	82 °C, <5%	65 °C, <20.000 ppm

Algunos de los fabricantes mas importantes en México de tubería de FRP y accesorios son listados a continuación es importante señalar que muchos de ellos realizan el diseño y fabricación de manera empírica sin estar sujetos a normatividad debido a la ausencia de esta para algunos componentes.

EMPRESA	PRODUCTO
Grupo Norgam de México	Tubería de frp, frp, rejillas FRP, materiales en frp
Grupo Stoncor	FRP, FRP, Rejillas y placas en resina fenolica reforzadas con fibra de vidrio (FRP), Plataformas modulares fabricadas con resinas plásticas reforzadas con fibra de vidrio (FRP)
Start fiber	FRP, REJILLA DE FRP, Tubería, TUBERÍA RECUBIERTAS
SIESA	FRP Handrail, Tubería de PUDF, Tubería de kynar, Tubería
Ameron	Tuberías y Ductos de fibra de vidrio
PITSA	Tuberías y Ductos de fibra de vidrio
Kemlite Glasbord	Tubería de frp, frp, rejillas FRP, materiales en frp
Plastimarmol	Tanques de FRP, Tanques anticorrosivos de fibra de vidrio Tuberías de FRP

2.5 GENERALIDADES DE CÓDIGOS NORMAS Y ESPECIFICACIONES

Los códigos, normas y especificaciones son documentos que rigen y regulan actividades industriales.

Existe una variedad muy amplia de áreas productos, servicio y sistemas objeto de las normas , y el alcance, campo de aplicación, extensión y estructura de estas también es muy variado.

Los documentos que gobiernan o establecen lineamientos para las actividades relacionadas con las diferentes industrias tiene el propósito de asegurar que solo se producirán bienes seguros y confiables, y que las personas relacionadas con sus operaciones no estén expuestas a peligros indebidos ni a condiciones que puedan resultar dañinas a su salud.

2.6 FUENTES DE LAS NORMAS

Organizaciones privadas y gubernamentales son las entidades que desarrollan, emiten y actualizan las normas que aplican a particulares áreas de interés. Las áreas de interés de estos grupos se traslapan, por lo tanto es necesario hacer algunos acuerdos a fin de duplicar duplicación de esfuerzos.

Cada organización que prepara normas de consenso tiene comités o grupos para realiza sus funciones .Los miembros de esos comités o grupos de trabajo son especialistas en sus campos , y preparan borradores o versiones preliminares de las normas, mismos que son revisados por grupos mas amplios antes de ser aprobadas.

Cada comité principal es seleccionado, entre productores usuarios y representantes del gobiernos de manera que se incluyan personas de todos los sectores involucrados a fin de que los intereses de todos los grupos estén representados. Para evitar el control o la influencia indebida de un grupo de interés, debe alcanzarse un consenso de un alto porcentaje de todos los miembros

Luego los gobiernos federales desarrollan o adoptan normas para aquellos bienes o servicios que son de interés publico mas bien que del dominio privado. Los mecanismos para desarrollar los documentos federales o militares son similares a los de organizaciones privadas.

El instituto Nacional Americano de Normas. (ANSI) es una Organización privada responsable de coordinar las normas nacionales para uso en los Estados unidos de América .El ANSI no prepara realmente las normas , sino que forma grupos de revisión de interés nacional que determinan si las normas propuestas son de interés publico . si hay un consenso en relación al valor general de la norma especifica, entonces esta puede ser adoptada como una norma nacional americana. La adopción de una norma por el ANSI, por si misma, no alcanza el estado de norma obligatoria, sin embargo si esta norma es citada por una regla o regulación gubernamental, entonces si puede estar respaldada por la fuerza de la ley.

Algunas asociaciones que contribuyen al desarrollo de normas y que son adoptadas por la ANSI son las siguientes:

- Sociedad Estadounidense de Acústica (ASA)
- Asociación Estadounidense de Fabricantes de Engranajes (AGMA)
- Instituto Estadounidense de Aeronáutica y Astronáutica (AIAA)
- Instituto Estadounidense de Hierro y Acero (AISI)
- Sociedad Estadounidense de Ensayos No Destructivos (ASNT)
- Sociedad Estadounidense de Pruebas y Materiales (ASTM)
- Asociación Estadounidense de Obras Hidráulicas (AWWA)
- Sociedad Estadounidense de Soldadura (AWS)

Otros países industrializados también desarrollan y emiten sus propias normas a manera de ejemplo, se citan otras designaciones de normas nacionales y los organismos responsables de estas.

BS- Normas Británicas, emitidas por la Asociación Británica De Normas (British Standards Association)

DIN – Normas Alemanas, emitidas por el Instituto Alemán De Normas (Deutsche Industrie Normen)

JIS- Normas Japonesas emitidas por la Asociación Japonesa De Normas (Japanese Industrial Standard)

NF- Normas Francesas emitidas por la Asociación Francesa de Normalización (Association Francaise de Normalisation).

En un contexto internacional relacionado con normas, opera la organización internacional para la normalización (International Organization for Standardization- ISO). La ISO tiene su sede en Ginebra, Suiza y esta compuesta por más de 90 países miembros y consta aproximadamente de 80 comités técnicos que preparan normas preliminares.

2.7 ESQUEMA MEXICANO DE NORMALIZACIÓN

En los estados unidos mexicanos, la dirección general de normas –DGN- es el organismo dedicado a realizar coordinar las actividades relacionadas con la normalización, metrología, certificación y acreditamiento.

La dirección de normalización coordina el procedimiento de elaboración de las normas oficiales mexicanas (NOM) emitidas por la Secretaria de Economía (SE), acredita organismos nacionales de normalización y actividades de la Comisión Nacional de Normalización.

Las normas oficiales mexicanas (NOM) son de carácter obligatorio y son expedidas por las dependencias de la administración publica federal según su ámbito de competencia. Las NOM tienen como finalidad establecer las características y/o especificaciones que deben reunir los productos y procesos cuando estos puedan constituir un riesgo para la seguridad de las personas , el medio laboral y el medio ambiente en general , y también para la preservación de los recursos naturales.

Por otra partes las normas mexicanas (NMX) son de cumplimiento voluntario y son emitidas por los organismos nacionales de normalización privados. Estas normas determinan la calidad, funcionamiento o métodos de prueba de productos y servicios

Los organismos nacionales de normalización son las personas morales que tienen por objeto elaborar normas mexicanas

Otras áreas, sistemas y funciones que integran o participan en la SE y la DGN en actividades relacionadas con la normalización son:

- Metrología
- Sistema nacional de libración
- Dirección de acreditamiento
- Sistema nacional de acreditamiento de laboratorios de pruebas
- Organismos de certificación
- Unidades de verificación
- Dirección de certificación oficial
- Dirección de asuntos internacionales
- Centro de información

2.8 CÓDIGOS NORMAS Y ESPECIFICACIONES

Código (code) Es un conjunto de requisitos y condiciones que regulan de manera integral el diseño, materiales, construcción, fabricación, montaje , instalación, inspección, pruebas , reparación, operación y mantenimiento de instalaciones, equipos, estructuras y componentes específicos

Norma (Standard)

El termino “norma” , tal y como es empleado por distintas organizaciones se aplica de manera indistinta a especificaciones, códigos, métodos, practicas recomendadas , definiciones de términos, clasificaciones y símbolos gráficos que han sido aprobados por un comité patrocinador (vigilante) de cierta sociedad técnica y adoptados por esta.

Especificación (Specification)

Una especificación es un documento que describe de forma clara y concisa los requisitos esenciales y técnicos para un material, producto, sistema o servicio.

También indica los procedimientos métodos, clasificaciones o equipos a emplear para determinar si lo requisitos especificados para el producto han sido cumplidos o no.

Prácticas recomendadas y guías

Son normas cuyo puposito es brindar asistencia, a través de la descripción de reglas y principios de efectividad comprobada sobre una actividad especifica, para que los usuarios puedan entenderlos y apreciarlos de manera adecuada antes de emplear algún proceso, técnica o método.

2.9 APLICACIÓN DE LAS NORMAS Y CRITERIOS DE INTERPRETACIÓN

EL cumplimiento con los requisitos de las normas es obligatorio cuando tales normas están referidas o especificadas en jurisdicciones gubernamentales o cuando estas estén incluidas en contratos u otros documentos de compra

El cumplimiento de las practicas recomendadas es opcional, sin embargo si estos son referidos en códigos o especificaciones aplicable o acuerdos contractuales, su uso se hace obligatorio.

El usuario de una norma debe conocer completamente el alcance, el uso previsto y el campo de aplicación de esta, aspectos que están indicados en la introducción o el alcance de cada documento.

En las normas hay diferencias en cuanto a la forma de lograr el cumplimiento de los requisitos, algunas establecen exigencias específicas que no permiten acciones alternativas, otras permiten acciones o procedimientos alternos siempre y cuando se cumpla con los criterios estipulados, mismo que generalmente están dados como requisitos mínimos.

Por otra parte los requisitos mínimos de una norma particular pueden no ser suficientes para satisfacer las necesidades de cada usuario, por lo que algunos usuarios pueden encontrar que resulta indispensable recurrir a requisitos adicionales para obtener las características de calidad que necesitan cubrir.

Las especificaciones, ASTM por ejemplo, de materiales y productos, incluyen los requisitos suplementarios previstos para especificar las características adicionales correspondientes, pero en circunstancias especiales, aun estos podrían resultar insuficientes.

Hay algunas palabras claves que se emplean ampliamente en las normas a fin de asegurar su interpretación correcta, es conveniente precisar su significado e intención:

Shall y will (Debe de), indican requisitos obligatorios, tales como el uso de ciertos materiales o la realización de determinadas acciones o ambas cosas. Estos son términos que se encuentran con frecuencia en los códigos y especificaciones.

Should (Podría, debiera), denota que el requisito o aspecto al que se refiere no es obligatorio, pero se recomienda como una buena práctica. Las prácticas recomendadas generalmente emplean esta palabra.

May (puede), indica que la aplicación de la provisión a la cual se hace referencia es de carácter opcional.

2.10 ALCANCE , CAMPO DE APLICACIÓN Y ESTRUCTURA DE ALGUNAS NORMAS

Las normas mexicanas relacionadas “con estructuras, líneas de tuberías, equipos y componentes soldados no cubren la amplia gama de este tipo de bienes que se producen en el país, por lo que para cubrir las necesidades relacionadas con su diseño se tiene que recurrir a normas extrajeras.

Por otra parte, la globalización de las actividades industriales y comerciales impone el empleo de las normas nacionales del país de las partes que se contratan en el suministro de bienes, las de la nación de las partes contratadas para su suministro o las normas de uso común en el país de las organizaciones propietarias de la tecnología o desarrolladoras de la ingeniería de los productos o servicios a suministrar, es frecuente el uso de normas de aceptación internacional

Las situaciones que involucran los hechos anteriores se complican debido a que muchos fabricantes, contratistas y firmas de ingeniería y de servicios de inspección y control de calidad que operan en México, desconocen el alcance, campo de aplicación, interpretación y características generales de la gran variedad de normas existentes.

2.11 REQUISITOS DE LAS NORMAS PARA LOS MATERIALES Y SU CONTROL

De una u otra forma, las diferentes normas establecen una serie de requisitos para los materiales a ser empleados en los trabajos cubiertos por sus respectivos campos, así como para la inspección, pruebas y control de dichos materiales.

Por ejemplo, el código ASME BPV, en su sección II, partes A, B y C, recopila las especificaciones de los materiales adoptados para ser empleados en la construcción de calderas y recipientes a presión. Las especificaciones materiales base las adopto de la ASTM, y las relacionadas a los consumibles las adopto de la AWS

2.12 ESPECIFICACIONES ASTM

La Sociedad Americana de Pruebas y Materiales

(The American Society for Testing and Materials – ASTM) desarrolla y publica especificaciones a ser usadas en la producción y prueba de materiales. Los comités de esta asociación son los que desarrollan las especificaciones .Estas

especificaciones cubren muchos de los materiales empleados en la industria y comercio, con excepción de aquellos productos de relativa reciente creación.

Esta asociación publica un libro anual de normas ASTM que incorpora las normas nuevas y revisadas. Actualmente esta compuesta por de 15 secciones formadas por 65 volúmenes y un índice. Las especificaciones para los productos metálicos, métodos de prueba y procedimientos analíticos de interés en la industria de la soldadura se encuentran en las tres primeras secciones compuestas por 17 volúmenes.

Sin embargo la ASTM desarrolla estándares muy variables que van desde juguetes hasta súper aleaciones para la industria nuclear y aeronáutica.

Cuando ASME adopta una especificación ASTM para ciertas aplicaciones ya sea de manea completa y fiel o en forma revisada , le antepone una letra “ S” al prefijo ASTM correspondiente . Así la especificación ASME SA-36 es igual o idéntica a la ASTM A-36 de la edición correspondiente.

Muchas especificación ASTM incluyen requisitos suplementarios que deben ser especificados por el comprador si se desea que tales requisitos sean aplicados.

Ente estos se pueden citar los relacionados con el tratamiento al vacío del material, pruebas de tensión adicionales y pruebas de impacto o inspección especificada. El productor de un material o producto es responsable del cumplimiento de estos con todos los requisitos obligatorios y suplementarios de la especificación ASTM correspondiente, mientras que el usuario del material o producto es responsable de verificar que el productor a cumplido con todos los requisitos.

Algunos códigos permiten a los usuarios realizar las pruebas requeridas por ASTM u otra especificación para verificar que el material cumple con los requisitos. Si los resultados de esas pruebas cumplen con los requisitos de la especificación designada el material puede ser usado para esa aplicación,

Las especificaciones ASTM para materiales, ya sea que se trate de una especificación en particular, o esta haga referencia a otra de requisitos generales para un tipo de material o aplicación , son similares entre ellas ya también a especificaciones de materiales emitidos por otra asociaciones. En términos generales , la estructura, contenido y requisitos de este tipo de norma son los siguientes:

- **ALCANCE** Indica los materiales y productos a los que la especificación aplica. A veces esta sección incluye otros datos como el tipo grado y clasificación , y la calidad, servicio y aplicación al que están destinados, por ejemplo, material para aplicación estructural o para operar a altas temperaturas
- **DOCUMENTOS APLICABLES** En esta parte se incluyen todas aquellas normas de referencia relacionadas tales como requisitos generales, métodos de prueba o análisis y normas dimensionales.
- **DESCRIPCIÓN/DEFINICION DE TÉRMINOS** Algunas especificaciones en particular las de requisitos generales describen o definen los términos empleados.
- **PERTENENCIA DE LOS MATERIALES** En algunas especificaciones, esta parte hace referencia a algunos requisitos y a normas aplicables para la entrega de un material no especificado de alguna manera y no disponible en las formas de producto cubiertas por la especificación.
- **REQUISITOS GENERALES DE ENTREGA** Se establece que el material o producto correspondiente debe satisfacer los requisitos estipulados por la especificación vigente de requisitos generales aplicables.
- **BASES DE COMPRA** Establece la información que deben incluir los pedidos o las ordenes de compra para describir adecuadamente el material deseado a fin de evitar posibles confusiones .Los principales aspectos involucrados son:

Designación ASTM (incluyendo tipo , clase, grado) y la fecha de emisión de la especificación, cantidad , nombre del material (Acero al carbono) forma del producto (perfiles, placa, barra) , tamaño, condición y tipo de tratamiento, condición superficial (acabado), reportes de prueba, certificados de calidad, requisitos suplementarios y adicionales.

3.0 MEMORIA DE CALCULO DE BRIDAS DE RESINA EPÓXICA REFORZADA CON FIBRA DE VIDRIO DE ½” A 24” CON RANGO DE PRESIÓN DE 150# Y 300#.

3.0 MEMORIA DE CALCULO DE BRIDAS DE RESINA EPÓXICA REFORZADA CON FIBRA DE VIDRIO DE ½” A 24” CON RANGO DE PRESIÓN DE 150# Y 300#.

3.1 OBJETIVO

Presentar una análisis a detalle del cálculo de dimensiones de bridas de resina epóxica reforzada con fibra de vidrio para diámetros de ½” a 24” utilizadas en instalaciones industriales en rangos de presión de 150# y 300# las cuales servirán como fundamento y evidencia técnica del funcionamiento adecuado y cumplimiento a los requerimientos generales y de diseño correspondientes a la propuesta de estandarización citadas en el presente trabajo de investigación.

3.2 REFERENCIAS DE CALCULO.

- ASME B31.3-2008. Process piping*
ASME B16.20-2007. Metallic Gaskets
for pipe Flanges
ASME CODE BOILER AND PRESSURE VESSEL CODE SECCION
VIII “RULES FOR CONSTRUCCION OF PRESSURE VESSELS”
ASME B16.5 2009 Pipe Flanges and Flanged Fittings
- D 2310 Classification for Machine-Made Fiberglass (Glass-Fiber-Reinforced Thermosetting-Resin) Pipe*
- D 2992 Practice for Obtaining Hydrostatic or Pressure Design Basis for “Fiberglass” (Glass-Fiber-Reinforced Thermosetting-Resin) Pipe and Fittings*
- D 2996 Specification for Filament Wound “Fiberglass” (Glass-Fiber-Reinforced-Thermosetting Resin) Pipe*
- D 2997 Specification for Centrifugally Cast “Fiberglass” (Glass-Fiber-Reinforced-Thermosetting Resin) Pipe*
- D 4024 Specification for Machine Made “Fiberglass” (Glass-Fiber-Reinforced Thermosetting Resin) Flanges F 412 Terminology Relating to Plastic Piping Systems*

D 5421 Specification for Contact Molded “Fiberglass” (Glass-Fiber-Reinforced Resin)

ASTM D5685 - 05 Standard Specification for "Fiberglass" (Glass-Fiber-Reinforced Thermosetting-Resin) Pressure Pipe Fittings

F 477 Specification for Elastomeric Seals (Gaskets) for Joining Plastic Pipe

3.3 RELACIONES MATEMÁTICAS

Las Relaciones matemáticas aplicables para el diseño de conexiones bridadas atornilladas con empaques están basadas en reglas de diseño fundamentadas en las siguientes relaciones matemáticas , el diseño de un brida involucra la selección de empaques, cara de brida, tamaño de cuello y espesor de brida, las dimensiones de la brida deberán ser de tal forma que los esfuerzo en la brida calculados de acuerdo a las relaciones matemáticas citadas en la presente memoria de calculo no excedan los esfuerzos permisibles especificados en las tablas. Bridas diseñadas bajo estas reglas deberán de cumplir con los requisitos de acuerdo con los criterios de diseño contenidos en los códigos y estándares ASME aplicables.

3.4 TERMINOLOGÍA USADA PARA EL CÁLCULO DE BRIDAS DE RESINA EPÓXICA REFORZADA CON FIBRA DE VIDRIO DE ½" A 24" CON RANGO DE PRESIÓN DE 150# Y 300#.

Los símbolos se describen a continuación se utilizan en las fórmulas para el diseño de las bridas

A = Diámetro exterior de la brida

A_B = Área de la sección transversal de los espárragos utilizando la raíz del diámetro de la rosca

A_m = Área de la sección transversal total requerida de espárragos

B = diámetro interior de la brida.

b = Superficie efectiva de contacto del empaque

C = Diámetro del círculo de barrenos

C_b = Factor de conversión

m = 0.5 para unidades inglesas

d = factor de forma

$$d = \frac{U}{V} h_0 g_0^2$$

d_i = Diámetro del barreno

e = factor de forma

$$\ell = \frac{F}{h_0}$$

F = factor de forma

f = Factor de corrección de tensión en cuello

G = diámetro de la ubicación de la reacción de la carga del empaque

g_0 = espesor de cuello en la parte menor

g_1 = espesor de cuello en la parte de la cara de la brida

$$g_1 = g_0 + \frac{t}{2}$$

H = Fuerza hidrostática total

$$= 0.785G^2P$$

H_D = Fuerza hidrostática en el área interior de la brida

H_G = Carga en empaque

H'_{gy} = Carga de compresión requerida para el asiento del empaque en G

H_p = Carga total de compresión en la superficie de contacto de la junta

$$= 2b\pi Gmp = H - H_D$$

H'_p = Superficie total ajustada de contacto para empaques de cara completa

$$H'_p = \frac{h_G}{h'_G} H_p$$

H_T = Diferencia entre la fuerza hidrostática total y la Fuerza hidrostática en el área interior de la brida

$$H_T = H - H_D$$

h = Longitud de cuello

h_D = Distancia radial del círculo de barrenos, al círculo en el cual H_D actúa

h_G = Círculo de barrenos en donde H_G actúa

$h'_G =$ Distancia radial del círculo de barrenos, al círculo en el cual H_G actúa

$h''_G =$ Brazo de palanca

$h_o =$ factor de forma

$$= \sqrt{BG_0}$$

$h_T =$ Distancia radial de círculo de barrenos al círculo donde radial H_T actúa .

$K =$ Radio del diámetro exterior de la brida al diámetro interior de la brida

$$= A/B \text{ (figura NM2-4)}$$

$L =$ factor de forma

$$L = \frac{te + 1}{t} + \frac{t^3}{d}$$

$M_D =$ Componente del momento debido a H_D

$$= H_D h_D$$

$M_G =$ Componente del momento debido a H_G ,

$$= H_G h''_G$$

$M_o =$ momento total que actúa sobre la brida, para las condiciones de operación o asiento de empaques

$$M_o = W \frac{(C - G)}{2}$$

$M_T =$ Componente del momento debido a H_T

$$= H_T h_T$$

m = Factor de empaque

$m = 0.50$ de 75A dureza shore

N_1 = Factor de junta

$$N_1 = \frac{3}{4} t e + 1$$

n = numero de tornillos

P = Presión de diseño interna

R = Distancia radial del diámetro de barrenos al punto de intersección del cuello y parte trasera de la brida. Para este caso se aplica

S_a = Tensión admisible en espárragos a temperatura atmosférica

S_b = Tensión admisible en espárragos a la temperatura de diseño

S_{fo} = Tensión admisible para el material de la brida a temperatura de diseño

S_H = Esfuerzo longitudinal calculado en el cuello

S_R = Esfuerzo radial calculado en la brida

S_{RAD} = Esfuerzo radial calculado en el círculo de barrenos debido al momento

S_T = Esfuerzo tangencial calculado en la brida

T = Factores que involucran K

t = Espesor de brida

U = factores que involucran K

$V =$ factor para forma para bridas de cuello

$W =$ Carga promedio de los tornillos de la brida

$W_{m1} =$ Carga mínima requerida en los tornillos para las condiciones de operación

$W_{m2} =$ Carga mínima requerida en los tornillos para el asiento de empaques

$Y =$ Factores que involucran K

$y =$ Unidad de carga del empaque o superficie de contacto

$Z =$ Factor de forma que involucra K

3.5 PROCEDIMIENTO DE CALCULO PARA DISEÑO DE BRIDAS ATORNILLADAS

a)Cargas en espárragos

a.1)Requisitos generales

1) En el diseño de una conexión bridada sujeta con espárragos, los cálculos se deberán realizar en todo momento con las condiciones de diseño que sean críticas

2)En el diseño de bridas que sean conectadas a un tubo o conexión espigada se deberá de considerar el factor de diseño crítico en el cuello de brida

a.2)Condiciones de diseño.

1)Condiciones de operación. Las condiciones necesarias para resistir la fuerza hidrostática de la presión de diseño tienden a ser parte de la unión, y para mantener el empaque o la superficie de contacto de la junta bajo suficiente compresión para asegurar una junta hermética. La carga mínima es función de la presión de diseño, el material del empaque y la superficie efectiva de contacto que garantice una junta efectiva.

2).Asiento de empaques. Las condiciones existentes cuando la junta se encuentra asentada por la acción la carga inicial de los espárragos cuando se ensamblan las bridas a presión y temperatura ambiente

Los valores y dimensiones son tomadas de la tabla del anexo III que permiten la inter cambiabilidad con bridas especificadas de acero de acuerdo a ASME B 16.5.

Bajo esta premisa

A= 6 in

B= 2.44 in

C= 4.75 in

P= 150 psi (Tabla I categoría de Presión Máxima a temperatura ambiente)

m= 0.5 Constante para empaques de neopreno

$y = 50$ psi Constante de carga para empaques de neopreno

$$A_B = 1.2271 \text{ in}$$

$S_a = 25000$ psi (Esfuerzo permisible para tornillería T. Ambiente ASTM A193 Gr B)

$S_a = 25000$ psi (Esfuerzo permisible para tornillería T. Diseño ASTM A193 Gr B)

$S_{f0} = 5000$ psi (Tabla V grado I)

$$d_1 = 0.75 \text{ in}$$

$$g_0 = 0.62 \text{ in}$$

$$h = 1.5 \text{ in}$$

$$n = 4$$

$t =$ Valor supuesto

Calculo esfuerzo en tornillos, bridas y cuello

$$h_G = (C-B)/4 = (4.75-2.44)/4 = 0.578 \text{ in}$$

$$h'G = (A-C)/4 = (6-4.75)/4 = 0.3125 \text{ in}$$

$$G = C - 2h_G = 4.75 - (2)(0.578) = 3.595 \text{ in}$$

$$b = 0.25(C-B) = 0.25(4.75-2.44) = 0.5775 \text{ in}$$

$$H'gy = (h_G/h'G)(b(\pi)Gy)$$

$$= (0.578/0.3125)(0.5775 \times \pi \times 3.595 \times 50)$$

$$= 602.66 \text{ lb}$$

$$W_{m2} = b(\pi)Gy + H'gy$$

$$= (0.5775)(\pi)(3.595)(50) + 602.66 = 928.77 \text{ lb}$$

$$H_p = 2b(\pi)GmP = (2)(0.5775)(\pi)(3.595)(50)(150) = 978.34 \text{ lb}$$

$$H'p = H_p(h_G/h'G) = 978.34 (0.578/0.3125) = 1807.98 \text{ lb}$$

$$H = 0.7854 G^2P = 0.7854 \times 3.595^2 \times 150 = 1522.57 \text{ lb}$$

$$W_{m1} = H + H_p + H'p = 1522.57 + 978.34 + 1807.98$$

$$= 4308.91 \text{ lb}$$

Am es igual al mayor de Wm_2/Sa o Wm_1/Sb como se indica a continuación:

$$928.77/25000 = 0.037151 \text{ in}^2 < 4308.91/25000 = 0.172356 \text{ in}^2$$

$$A_B = 1.27188 \text{ in}^2$$

$$W = 0.5 (0.172356 + 1.27188) (25000) = 17494.29 \text{ lb}$$

$$g_1 = (t/2) + g_o = (0.69/2) + (0.62) = 0.965 \text{ in}$$

$$H_D = 0.7854B^2P = 0.7854 \times 2.44^2 \times 150 = 701.936 \text{ lb}$$

$$H_T = H - H_D = 1522.57 - 701.936 = 820.634 \text{ lb}$$

$$h_D = R + 0.5 g_1 = 0.845 + 0.5 \times 0.965 = 1.3275 \text{ in}$$

$$h_T = 0.5 (R + g_1 + h_G) = 0.5 (0.845 + 0.965 + 0.578) = 1.19375 \text{ in}$$

$$M_D = H_D h_D = (701.936 \times 1.3275) = 931.100 \text{ in-lb}$$

$$M_T = H_T h_T = 820.634 \times 1.19375 = 980.29 \text{ in-lb}$$

$$M_o = M_D + M_T = 931.100 + 980.29 \text{ in-lb}$$

$$H_G = W - H = 17494.299 - 1522.57 = 15971.72 \text{ lb}$$

$$h'_G = (h_G \times h'_G / (h_G + h'_G)) = (0.578 \times 0.3125) / (0.578 + 0.3125) \\ = 0.2027 \text{ in}$$

$$M_G = H_G \times h'_G = 15971.72 \times 0.2027 = 3238.6476 \text{ in-lb}$$

$$K = A/B = 6 / 2.44$$

$$T = \frac{K^2 (1 + 8.55246 \log_{10} K) - 1}{(1.04720 + 1.9448 K^2) (K - 1)}$$

$$T = 1.3515$$

$$U = \frac{K^2 (1 + 8.55246 \log_{10} K) - 1}{1.36136 (K^2 - 1) (K - 1)}$$

$$U = 2.52$$

$$Y = \frac{1}{K - 1} \left[0.66845 + 5.71690 \frac{K^2 \log_{10} K}{K^2 - 1} \right]$$

$$Y = 2.293$$

$$Z = \frac{K^2 + 1}{K^2 - 1}$$

$$Z = 1.396$$

Cálculo de factores de forma F y V para bridas

$$A = (g_1/g_0) - 1 = 0.556451$$

$$C = 43.68(h/h_0)^4 = 96.62391589$$

$$C_1 = 1/3 + A/12 = 0.37970$$

$$C_2 = 5/42 + 17A/336 = 0.147201$$

$$C_3 = 1/210 + A/360 = 0.00630760$$

$$C_4 = 11/360 + 59A/5040 + (1 + 3A)/C = 0.064695$$

$$C_5 = 1/90 + 5A/1008 - (1 + A)^3/C = -0.0251518545$$

$$C_6 = 1/120 + 17A/5040 + 1/C = 0.02055965$$

$$C_7 = 215/2772 + 51A/1232 + (60/7 + 225A/14 + 75A^2/7 + 5A^3/2)/C = 0.320652$$

$$C_8 = 31/6930 + 128A/45,045 + (6/7 + 15A/7 + 12A^2/7 + 5A^3/11)/C = 0.03357$$

$$C_9 = 533/30,240 + 653A/73,920 + (1/2 + 33A/14 + 39A^2/28 + 25A^3/84)/C = 0.04628$$

$$C_{10} = 29/3780 + 3A/704 - (1/2 + 33A/14 + 81A^2/28 + 13A^3/12)/C = -0.01990$$

$$C_{11} = 31/6048 + 1763A/665,280 + (1/2 + 6A/7 + 15A^2/28 + 5A^3/42)/C = 0.0185$$

$$C_{12} = 1/2925 + 71A/300,300 + (8/35 + 18A/35 + 156A^2/385 + 6A^3/55)/C = 0.0072937$$

$$C_{13} = 761/831,600 + 937A/1,663,200 + (1/35 + 6A/35 + 11A^2/70 + 3A^3/70)/C = 0.003091$$

$$C_{14} = 197/415,800 + 103A/332,640 - (1/35 + 6A/35 + 17A^2/70 + A^3/10)/C = 0.002885$$

$$C_{15} = 233/831,600 + 97A/554,400 + (1/35 + 3A/35 + A^2/14 + 2A^3/105)/C = 0.001429$$

$$C_{16} = C_1C_7C_{12} + C_2C_8C_3 + C_3C_8C_2 - (C_3^2C_7 + C_8^2C_1 + C_2^2C_{12}) = 0.0003516$$

$$C_{17} = [C_4C_7C_{12} + C_2C_8C_{13} + C_3C_8C_9 - (C_{13}C_7C_3 + C_8^2C_4 + C_{12}C_2C_9)]/C_{16} = 0.111804$$

$$C_{18} = [C_5C_7C_{12} + C_2C_8C_{14} + C_3C_8C_{10} - (C_{14}C_7C_3 + C_8^2C_5 + C_{12}C_2C_{10})]/C_{16} = -0.01392$$

$$C_{19} = [C_6C_7C_{12} + C_2C_8C_{15} + C_3C_8C_{11} - (C_{15}C_7C_3 + C_8^2C_6 + C_{12}C_2C_{11})]/C_{16} = 0.0372$$

$$C_{20} = [C_1C_9C_{12} + C_4C_8C_3 + C_3C_{13}C_2 - (C_3^2C_9 + C_{13}C_8C_1 + C_{12}C_4C_2)]/C_{16} = 0.09681$$

$$C_{21} = [C_1C_{10}C_{12} + C_5C_8C_3 + C_3C_{14}C_2 - (C_3^2C_{10} + C_{14}C_8C_1 + C_{12}C_5C_2)]/C_{16} = -0.1898$$

$$C_{22} = [C_1C_{11}C_{12} + C_6C_8C_3 + C_3C_{15}C_2 - (C_3^2C_{11} + C_{15}C_8C_1 + C_{12}C_6C_2)]/C_{16} = 0.045426$$

$$C_{23} = [C_1C_7C_{13} + C_2C_9C_3 + C_4C_8C_2 - (C_3C_7C_4 + C_8C_9C_1 + C_2^2C_{13})]/C_{16} = -0.138598$$

$$C_{24} = [C_1C_7C_{14} + C_2C_{10}C_3 + C_5C_8C_2 - (C_3C_7C_5 + C_8C_{10}C_1 + C_2^2C_{14})]/C_{16} = 0.6697$$

$$C_{25} = [C_1C_7C_{15} + C_2C_{11}C_3 + C_6C_8C_2 - (C_3C_7C_6 + C_8C_{11}C_1 + C_2^2C_{15})]/C_{16} = -0.04530$$

$$C_{26} = -(C/4)^{1/4} = -2.21695$$

$$C_{27} = C_{20} - C_{17} - 5/12 + C_{17}C_{26} = -1.142532$$

$$C_{28} = C_{22} - C_{19} - 1/12 + C_{19}C_{26} = -0.15786$$

$$C_{29} = - (C/4)^{1/2} = -4.91487$$

$$C_{30} = - (C/4)^{3/4} = -10.89603$$

$$C_{31} = 3A/2 - C_{17}C_{30} = 2.05290$$

$$C_{32} = 1/2 - C_{19}C_{30} = -5.361071$$

$$C_{33} = 0.5C_{26}C_{32} + C_{28}C_{31}C_{29} - (0.5C_{30}C_{28} + C_{32}C_{27}C_{29}) = -5.36107$$

$$C_{34} = 1/12 + C_{18} - C_{21} - C_{18}C_{26} = 0.22839$$

$$C_{35} = - C_{18}(C/4)^{3/4} = 0.1517$$

$$C_{36} = (C_{28}C_{35}C_{29} - C_{32}C_{34}C_{29})/C_{33} = -0.2117$$

$$C_{37} = [0.5C_{26}C_{35} + C_{34}C_{31}C_{29} - (0.5C_{30}C_{34} + C_{35}C_{27}C_{29})]/C_{33} = 0.070195$$

$$E_1 = C_{17}C_{36} + C_{18} + C_{19}C_{37} = -0.0349798120945626$$

$$E_2 = C_{20}C_{36} + C_{21} + C_{22}C_{37} = -0.207168280082663$$

$$E_3 = C_{23}C_{36} + C_{24} + C_{25}C_{37} = 0.695938197813828$$

$$E_4 = 1/4 + C_{37}/12 + C_{36}/4 - E_3/5 - 3E_2/2 - E_1 = 0.409462762632151$$

$$E_5 = E_1(1/2 + A/6) + E_2(1/4 + 11A/84) + E_3(1/70 + A/105) = -0.0729106561003$$

$$E_6 = E_5 - C_{36} (7/120 + A/36 + 3A/C) - 1/40 - A/72 - C_{37}(1/60 + A/120 + 1/C) =$$

$$E_6 = -0.0885797930941284$$

Una vez obtenidos los valores A, C, E₆ y E₄ se determina F y V.

$$F = - \frac{E_6}{\left(\frac{C}{2.73}\right)^{1/4} \times \frac{(1+A)^3}{C}} =$$

$$F = - \frac{-0.0885797930941284}{\left(\frac{96.62391586530}{2.73}\right)^{1/4} \times \frac{(1+0.55645162903226)^3}{96.62391586530}} = 0.9306$$

$$V = \frac{E_4}{\left(\frac{2.73}{C}\right)^{1/4} \times (1+A)^3} =$$

$$V = \frac{0.40946276632151}{\left(\frac{2.73}{96.623915865301}\right)^{1/4} \times (1+0.556451612903226)^3} = 0.2648$$

$$f = -C_{36} / (1+A) = -(-0.211725740766776) / (1+0.556451612903226) = 0.1360$$

Una vez obtenidos los factores de forma se realizan los siguientes cálculos

$$d = \frac{U}{V} h_0 g_0^2 =$$

$$d = \frac{2.52}{0.2648} (1.229)(0.62^2) = 4.4971$$

$$M = M_o / B = 783.35$$

Cálculo de espesor de cara de la brida "t" mínimo requerido

$$t = 0.29 \left(\frac{MY}{S_{f0}} \right)^{1/2} =$$

$$t = 0.29 \left(\frac{783.35 \times 2.293}{5000} \right)^{1/2} = 0.479463 \text{ in}$$

$$N_1 = (4/3) te + 1 = 1.2720 = 1.21$$

$$L = \frac{te+1}{T} + \frac{t^3}{d} = \frac{0.479(0.7566)+1}{1.3515} + \frac{0.5^3}{4.4971} = 1.0328$$

Obtenidos los valores mínimos requeridos de fabricación de la brida es necesario validar que la suma mayor de los esfuerzos sea menor que el esfuerzo máximo permisible del material

Esfuerzo en el cuello de la brida

$$S_H = fM / Lg_1^2 = (0.136031)(783.35) / (1.032) (0.965) = 110.796 \text{ psi} < 5000 \text{ psi}$$

Esfuerzo radial en la brida

$$S_R = N_1 M / Lt^2 = (1.2720) (783.95) / (1.032) (0.479)^2 = 4197.08 \text{ psi} < 5000 \text{ psi}$$

Esfuerzo tangencial en la brida

$$S_T = (YM / t^2) - ZS_R = \{ [(2.293) (783.95)] / 0.479^2 \} - [(1.396) (4197.08)]$$

$$S_T = 1952.14 \text{ psi} < 5000 \text{ psi}$$

Sumatoria de esfuerzos

$$a) \quad 0.5 (S_H + S_R) = 0.5 (4307.88) = 2153.94 \text{ psi}$$

$$b) \quad 0.5 (S_H + S_T) = 0.5 (2062.934) = 1031.467 \text{ psi}$$

$$2153.94 \text{ psi} > 1031.467 \text{ psi}$$

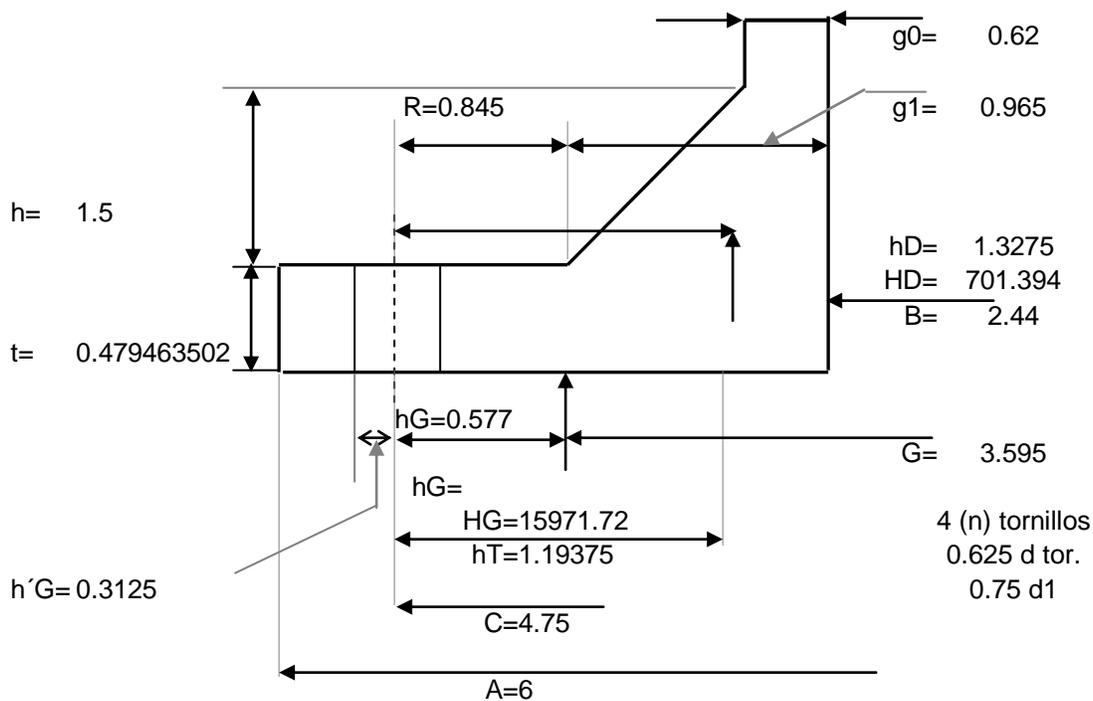
Sumatoria de esfuerzos máximos en brida

$$\Sigma_s = 2153.94 \text{ psi}$$

La sumatoria de esfuerzos es menor que el esfuerzo máximo permisible del material

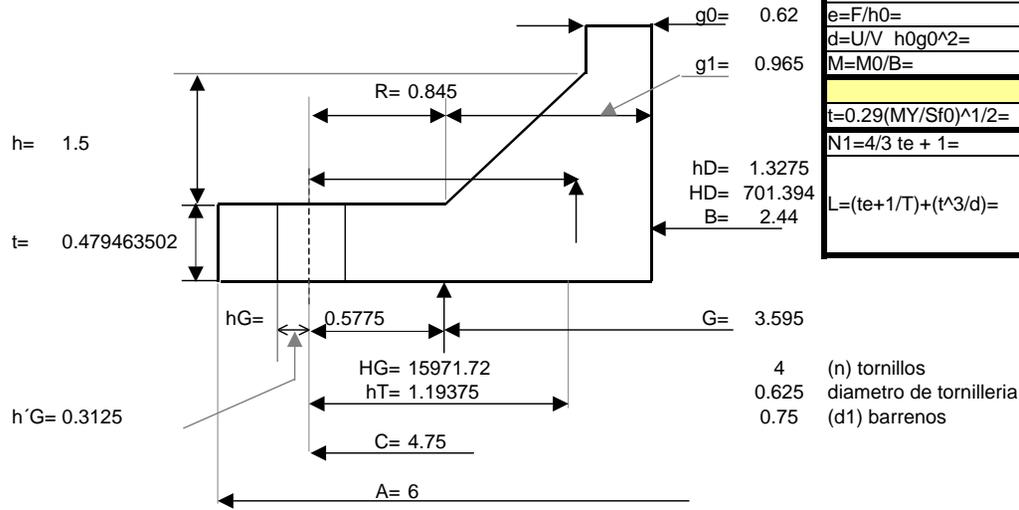
$$2153.94 \text{ psi} < 5000 \text{ psi}$$

por lo tanto se valida que las características de dimensión y forma de la brida son adecuadas para el funcionamiento de la brida.



CALCULO DE BRIDAS POR DIAMETRO

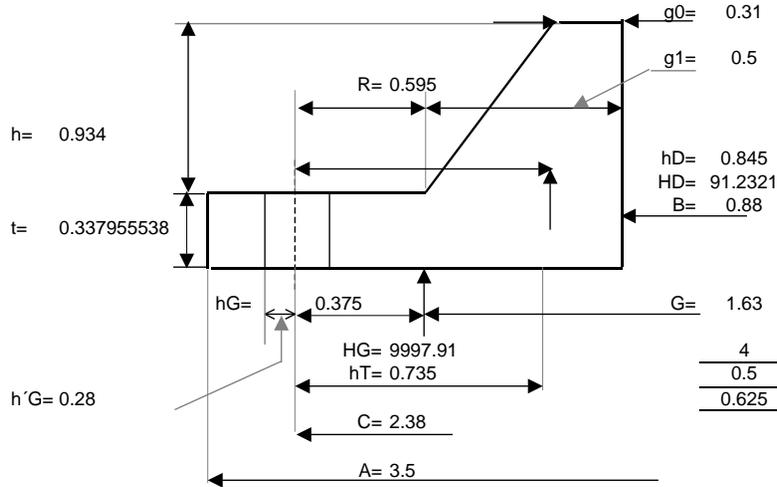
Condiciones de diseño				Calculo de tornilleria			
Presion de diseño P=	150			Nivel de reaccion hG=C-B/4=	0.578	hG'=A-C/4=	0.3125
Temperatura de diseño T=	180			G=C-2hG=	3.595	b=0.25 (C-B)=	0.5775
Temperatura de atm. T=	70			H'gy=(hG/h'G)(b(pi)Gy)=	602.6619088		
Material=	MATERIAL BRIDA			Wm2=b(pi) Gy+H'gy=	928.7776603		
Material de tornillos=	C.S. A193 GR B			Hp=2b(pi)GmP=	978.3472545		
Material de empaque=	NEOPRENO			H'p=Hp(hG/h'G)=	1807.985726		
Esfuerzos permisibles	Brida	Temperatura de diseño Sfo=	3000	H=0.7854G^2P=	1522.579385		
	Tornillos	Temperatura de diseño Sb=	25000	Wm1=H+Hp+H'p=	4308.912366		
		Temperatura de atm. Sa=	25000	Am=mayor de Wm2/Sa o Wm1/Sb=	0.172356495		
Factor de empaque				AB=# tornillos X OD tornillos=	1.2271875		
y=	50	m=	0.5	W0.5(Am+AB)Sa =	17494.29993		
Cargas en bridas		Nivel de reaccion		Momentos en bridas			
HD=0.7854B^2p=	701.3936	hD=R+0.5g1=	1.3275	MD=HDhD=	931.1000252		
HT=H-HD=	821.1858	hT=0.5(R+g1+hG)=	1.19375	MT=HThT=	980.290512		
				Mo=MD+MT=	1911.390537		
Momento flexor							
HG=W-H=	15971.72	h''G=(hGh'G/hG+h'G)=	0.20277	MG=HGh''G=	3238.647688		
Esfuerzo permisible		Calculo de esfuerzos		Factores de forma			
Sf0<=>=	3000	Cuello Largo SH=fM/Lg^2 =	110.796	K=A/B=	T=	Z=	Y=
Sf0=	3000	Esfuerzo Radial SR=N1M/Lt^2=	4197.08	T=	1.352	1.39629	2.2927
Sf0=	3000	Esfuerzo Tang. ST=(YM/t^2)-ZSR=	1952.14	g1/g0=	2.459016393		
Sf0=	5000	Mayor de 0.5 (SH+SR) ó (SH+ST)=	2153.94	h0=(Bg0)^1/2=	1.229959349		
		Esfuerzo radial en Barrenos		h/h0=	1.219552501		
Sf0=	3000	SRAD=6MG/(t^2((pi)C-nd1)=	7089.78	F=	0.930640455		
				V=	0.264873212		
				f=	0.136031046		
				e=F/h0=	0.756643263		
				d=U/V h0g0^2=	4.497127743		
				M=M0/B=	783.3567776		
Espesor requerido							
				t=0.29(MY/Sf0)^1/2=	0.479463502		
				N1=4/3 te + 1=	1.272087121		
				L=(te+1/T)+(t^3/d)=	1.032803354		



3.6 Memoria de calculo particular por diámetro y designación para determinación de dimensiones de bridas 1/2" T1A1

CALCULO DE BRIDAS POR DIAMETRO

Condiciones de diseño				Calculo de tornilleria				
Presion de diseño P=	150			Nivel de reaccion hG=C-B/4=	0.375	hG'=A-C/4=	0.28	
Temperatura de diseño T=	180			G=C-2hG=	1.63	b=0.25 (C-B)=	0.375	
Temperatura de atm. T=	70			H'gy=(hG/h'G)(b(pi)Gy)=	128.5917188			
Material=	MATERIAL BRIDA			Wm2=b(pi) Gy+H'gy=	224.6068688			
Material de tornillos=	C.S. A193 GR B			Hp=2b(pi)GmP=	288.04545			
Material de empaque=	NEOPRENO			H'p=Hp(hG/h'G)=	385.7751563			
Esfuerzos permisibles	Brida	Temperatura de diseño Sfo=	5000	H=0.7854G^2P=	313.009389			
	Tornillos	Temperatura de diseño Sb=	25000	Wm1=H+Hp+H'p=	986.8299953			
		Temperatura de atm. Sa=	25000	Am=mayor de Wm2/Sa o Wm1/Sb=	0.0394732			
Factor de empaque				AB=# tornillos X OD tornillos=	0.7854			
y=	50	m=	0.5	W0.5(Am+AB)Sa =	10310.915			
Cargas en bridas		Nivel de reaccion		Momentos en bridas				
HD=0.7854B^2p=	91.23206	hD=R+0.5g1=	0.845	MD=HDhD=	77.09109408			
HT=H-HD=	221.7773	hT=0.5(R+g1+hG)=	0.735	MT=HThT=	163.0063339			
				Mo=MD+MT=	240.097428			
Momento flexor								
HG=W-H=	9997.906	h''G=(hGh'G/hG+h'G)=	0.16031	MG=HGh''G=	1602.717693			
Esfuerzo permisible	Calculo de esfuerzos			Factores de forma				
	T=	Z=	Y=	U=				
Sf0<>=	5000	Cuello Largo SH=fM/Lg^2 =	82.0363	K=A/B=	3.977272727			
Sf0=	5000	Esfuerzo Radial SR=N1M/Lt^2=	1965.59	T=	1.012930332			
Sf0=	5000	Esfuerzo Tang. ST=(YM/t^2)-ZSR=	1241.34	g1/g0=	1.612903226			
Sf0=	5000	Mayor de 0.5 (SH+SR) ó (SH+ST)=		1023.82	h0=(Bg0)^1/2=	0.522302594		
		Esfuerzo radial en Barrenos			h/h0=	1.788235422		
Sf0=	5000	SRAD=6MG/(t^2((pi)C-nd1)=	16916.9	F=	1.321140615			
				V=	0.339266628			
				f=	0.149925823			
				e=F/h0=	2.529454437			
				d=U/V h0g0^2=	0.236310928			
				M=M0/B=	272.8379863			
Espesor requerido								
				t=0.29(MY/Sf0)^1/2=	0.337955538			
				N1=4/3 te + 1=	1.641132352			
				L=(te+1/T)+(t^3/d)=	1.994506439			



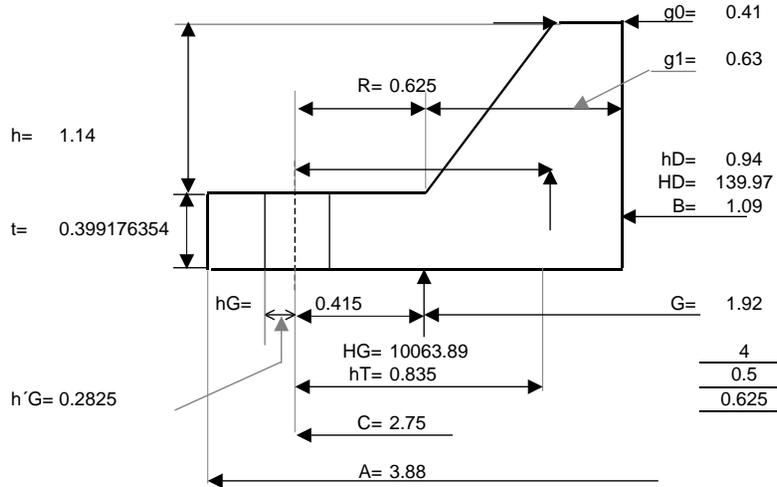
n=	4	d1=	0.625
dn	0.5	g0=	0.31
A=	3.5	g1=	0.5
B=	0.88	h=	0.934
C=	2.38	M=	272.84
AB	0.7854		
R=	0.595		

- 4 (n) tornillos
- 0.5 diametro de tornilleria
- 0.625 (d1) barrenos

3/4" T1A1

CALCULO DE BRIDAS POR DIAMETRO

Condiciones de diseño				Calculo de tornilleria			
Presion de diseño P=	150			Nivel de reaccion hG=C-B/4=	0.415	hG'=A-C/4=	0.2825
Temperatura de diseño T=	180			G=C-2hG=	1.92	b=0.25 (C-B)=	0.415
Temperatura de atm. T=	70			H'gy=(hG/h'G)(b(pi)Gy)=	183.8653372		
Material=	MATERIAL BRIDA			Wm2=b(pi) Gy+H'gy=	309.0266812		
Material de tornillos=	C.S. A193 GR B			Hp=2b(pi)GmP=	375.484032		
Material de empaque=	NEOPRENO			H'p=Hp(hG/h'G)=	551.5960116		
Esfuerzos permisibles	Brida	Temperatura de diseño Sfo=	5000	H=0.7854G^2P=	434.294784		
	Tornillos	Temperatura de diseño Sb=	25000	Wm1=H+Hp+H'p=	1361.374828		
		Temperatura de atm. Sa=	25000	Am=mayor de Wm2/Sa o Wm1/Sb=	0.054454993		
Factor de empaque				AB=# tornillos X OD tornillos=	0.7854		
y=	50	m=	0.5	W0.5(Am+AB)Sa =	10498.18741		
Cargas en bridas		Nivel de reaccion		Momentos en bridas			
HD=0.7854B^2p=	139.9701	hD=R+0.5g1=	0.94	MD=HDhD=	131.5718573		
HT=H-HD=	294.3247	hT=0.5(R+g1+hG)=	0.835	MT=HThT=	245.7611437		
				Mo=MD+MT=	377.333001		
Momento flexor							
HG=W-H=	10063.89	h''G=(hGh'G/hG+h'G)=	0.16808	MG=HGh''G=	1691.563602		
Esfuerzo permisible	Calculo de esfuerzos			Factores de forma			
Sf0<>=	5000	Cuello Largo SH=fM/Lg^2 =	143.629	K=A/B=	T=	Z=	Y=
Sf0=	5000	Esfuerzo Radial SR=N1M/Lt^2=	2340.98	T=	1.08622	1.17137	1.5982
Sf0=	5000	Esfuerzo Tang. ST=(YM/t^2)-ZSR=	730.074	g1/g0=	3.559633028		
Sf0=	5000	Mayor de 0.5 (SH+SR) ó (SH+ST)=	1242.31	h0=(Bg0)^1/2=	1.086218873		
		Esfuerzo radial en Barrenos		h/h0=	1.536585366		
Sf0=	5000	SRAD=6MG/(t^2((pi)C-nd1)=	10374.9	F=	0.668505797		
				V=	1.70529561		
				e=F/h0=	0.000333054		
				d=U/V h0g0^2=	0.022893133		
				M=M0/B=	0.152848139		
				f=	0.000498206		
				M=	8.621127441		
				M=	346.1770652		
Espesor requerido							
t=0.29(MY/Sf0)^1/2=				0.399176354			
N1=4/3 te + 1=				1.000149154			
L=(te+1/T)+(t^3/d)=				0.928185716			



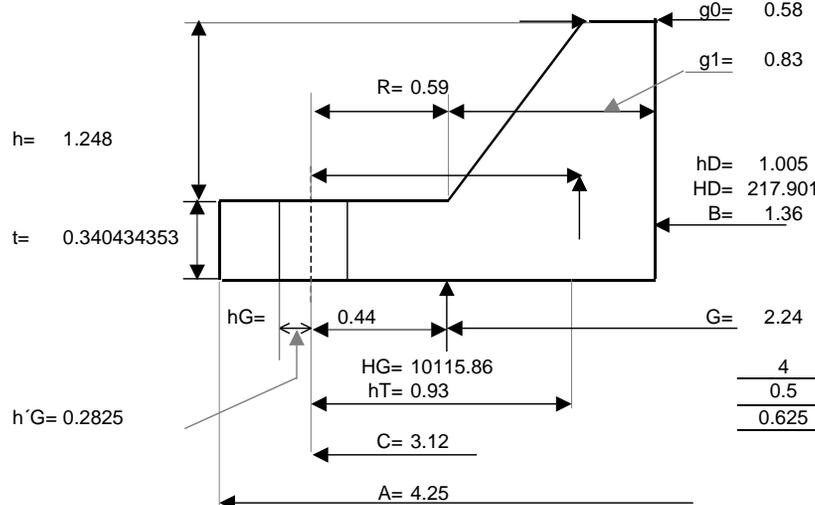
n=	4	d1=	0.625
dn	0.75	g0=	0.41
A=	3.88	g1=	0.63
B=	1.09	h=	1.14
C=	2.75	M=	346.18
AB	0.7854		
R=	0.625		

4 (n) tornillos
0.5 diametro de tornilleria
0.625 (d1) barrenos

1" T1A1

CALCULO DE BRIDAS POR DIAMETRO

Condiciones de diseño				Calculo de tornilleria			
Presion de diseño P=	150			Nivel de reaccion hG=C-B/4=	0.44	hG'=A-C/4=	0.2825
Temperatura de diseño T=	180			G=C-2hG=	2.24	b=0.25 (C-B)=	0.44
Temperatura de atm. T=	70			H'gy=(hG/h'G)(b(pi)Gy)=	241.1325349		
Material=	MATERIAL BRIDA			Wm2=b(pi) Gy+H'gy=	395.9505829		
Material de tornillos=	C.S. A193 GR B			Hp=2b(pi)GmP=	464.454144		
Material de empaque=	NEOPRENO			H'p=Hp(hG/h'G)=	723.3976048		
Esfuerzos permisibles	Brida	Temperatura de diseño Sfo=	5000	H=0.7854G^2P=	591.123456		
	Tornillos	Temperatura de diseño Sb=	25000	Wm1=H+Hp+H'p=	1778.975205		
		Temperatura de atm. Sa=	25000	Am=mayor de Wm2/Sa o Wm1/Sb=	0.071159008		
Factor de empaque				AB=# tornillos X OD tornillos=	0.7854		
y=	50	m=	0.5	W0.5(Am+AB)Sa =	10706.9876		
Cargas en bridas		Nivel de reaccion		Momentos en bridas			
HD=0.7854B^2p=	217.9014	hD=R+0.5g1=	1.005	MD=HDhD=	218.9908829		
HT=H-HD=	373.2221	hT=0.5(R+g1+hG)=	0.93	MT=HThT=	347.0965344		
				Mo=MD+MT=	566.0874173		
Momento flexor							
HG=W-H=	10115.86	h'G=(hGh'G/hG+h'G)=	0.17204	MG=HGh'G=	1740.348669		
Esfuerzo permisible	Calculo de esfuerzos			Factores de forma			
	T=	Z=	Y=	U=			
Sf0<>=	5000	Cuello Largo SH=fM/Lg^2 =	111.806	K=A/B=	3.125		
Sf0=	5000	Esfuerzo Radial SR=N1M/Lt^2=	4216.43	T=	1.176402206		
Sf0=	5000	Esfuerzo Tang. ST=(YM/t^2)-ZSR=	1278.15	g1/g0=	1.431034483		
Sf0=	5000	Mayor de 0.5 (SH+SR) ó (SH+ST)=		2164.12	h0=(Bg0)^1/2=	0.888144132	
		Esfuerzo radial en Barrenos				h/h0=	1.405177329
Sf0=	5000	SRAD=6MG/(t^2(pi)C-nd1)=	12339.3	F=	0.000464414		
Sf0=	5000			V=	0.025501512		
				f=	0.157640199		
				e=F/h0=	0.000522904		
				d=U/V h0g0^2=	23.14503888		
				M=M0/B=	416.240748		
Espesor requerido							
				t=0.29(MY/Sf0)^1/2=	0.340434353		
				N1=4/3 te + 1=	1.000133511		
				L=(te+1/T)+(t^3/d)=	0.851905407		



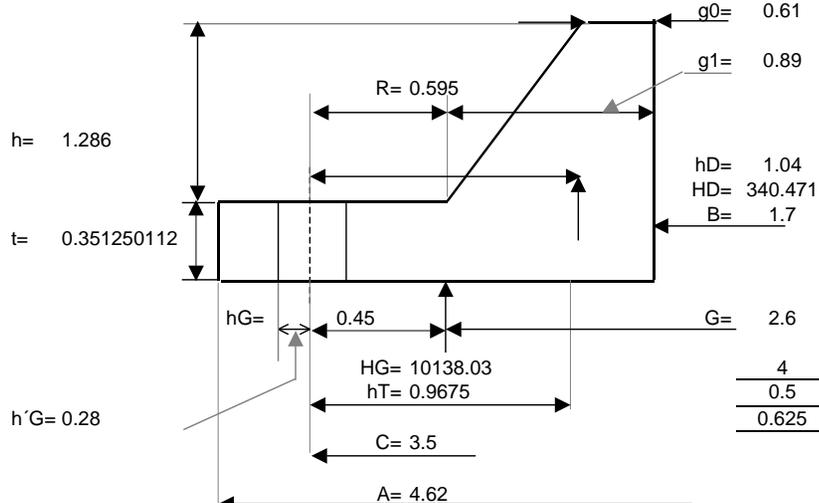
n=	4	d1=	0.625
dn	1	g0=	0.58
A=	4.25	g1=	0.83
B=	1.36	h=	1.248
C=	3.12	M=	416.24
AB	0.7854		
R=	0.59		

- 4 (n) tornillos
- 0.5 diametro de tornilleria
- 0.625 (d1) barrenos

1 1/4" T1A1

CALCULO DE BRIDAS POR DIAMETRO

Condiciones de diseño				Calculo de tornilleria			
Presion de diseño P=	150			Nivel de reaccion hG=C-B/4=	0.45	hG'=A-C/4=	0.28
Temperatura de diseño T=	180			G=C-2hG=	2.6	b=0.25 (C-B)=	0.45
Temperatura de atm. T=	70			H'gy=(hG/h'G)(b(pi)Gy)=	295.3665		
Material=	MATERIAL BRIDA			Wm2=b(pi) Gy+H'gy=	479.1501		
Material de tornillos=	C.S. A193 GR B			Hp=2b(pi)GmP=	551.3508		
Material de empaque=	NEOPRENO			H'p=Hp(hG/h'G)=	886.0995		
Esfuerzos permisibles	Brida	Temperatura de diseño Sfo=	5000	H=0.7854G^2P=	796.3956		
	Tornillos	Temperatura de diseño Sb=	25000	Wm1=H+Hp+H'p=	2233.8459		
		Temperatura de atm. Sa=	25000	Am=mayor de Wm2/Sa o Wm1/Sb=	0.089353836		
Factor de empaque				AB=# tornillos X OD tornillos=	0.7854		
y=	50	m=	0.5	W0.5(Am+AB)Sa =	10934.42295		
Cargas en bridas		Nivel de reaccion		Momentos en bridas			
HD=0.7854B^2p=	340.4709	hD=R+0.5g1=	1.04	MD=HDhD=	354.089736		
HT=H-HD=	455.9247	hT=0.5(R+g1+hG)=	0.9675	MT=HThT=	441.1071473		
				Mo=MD+MT=	795.1968833		
Momento flexor							
HG=W-H=	10138.03	h'G=(hGh'G/hG+h'G)=	0.1726	MG=HGh'G=	1749.851296		
Esfuerzo permisible	Calculo de esfuerzos			Factores de forma			
	T=	Z=	Y=	U=			
Sf0<=>=	5000	Cuello Largo SH=fM/Lg^2 =	109.006	K=A/B=	2.717647059		
Sf0=	5000	Esfuerzo Radial SR=N1M/Lt^2=	4834.54	T=	1.277340833		
Sf0=	5000	Esfuerzo Tang. ST=(YM/t^2)-ZSR=	1463.76	g1/g0=	1.459016393		
Sf0=	5000	Mayor de 0.5 (SH+SR) ó (SH+ST)=		2471.77	h0=(Bg0)^1/2=	1.018331969	
		Esfuerzo radial en Barrenos			h/h0=	1.262849482	
Sf0=	5000	SRAD=6MG/(t^2((pi)C-nd1)=	10016.7	F=	0.000606104		
				V=	0.025777495		
				f=	0.144780997		
				e=F/h0=	0.000595193		
				d=U/V h0g0^2=	33.28611773		
				M=M0/B=	467.7628725		
Espesor requerido							
				t=0.29(MY/Sf0)^1/2=	0.351250112		
				N1=4/3 te + 1=	1.000156796		
				L=(te+1/T)+(t^3/d)=	0.784342001		



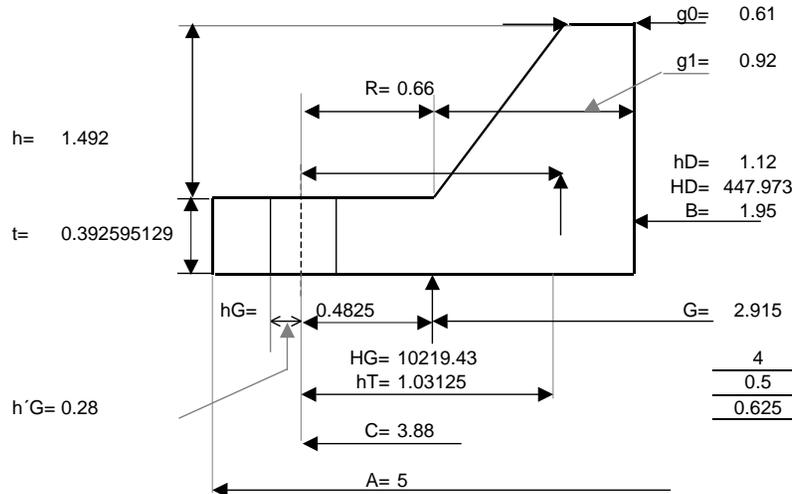
n=	4	d1=	0.625
dn	1.25	g0=	0.61
A=	4.62	g1=	0.89
B=	1.7	h=	1.286
C=	3.5	M=	467.76
AB	0.7854		
R=	0.595		

- 4 (n) tornillos
- 0.5 diametro de tornilleria
- 0.625 (d1) barrenos

1 1/2" T1A1

CALCULO DE BRIDAS POR DIAMETRO

Condiciones de diseño				Calculo de tornilleria			
Presion de diseño P=	150			Nivel de reaccion hG=C-B/4=	0.4825	hG'=A-C/4=	0.28
Temperatura de diseño T=	180			G=C-2hG=	2.915	b=0.25 (C-B)=	0.4825
Temperatura de atm. T=	70			H'gy=(hG/h'G)(b(pi)Gy)=	380.7115527		
Material=	MATERIAL BRIDA			Wm2=b(pi) Gy+H'gy=	601.6426092		
Material de tornillos=	C.S. A193 GR B			Hp=2b(pi)GmP=	662.7931695		
Material de empaque=	NEOPRENO			H'p=Hp(hG/h'G)=	1142.134658		
Esfuerzos permisibles	Brida	Temperatura de diseño Sfo=	5000	H=0.7854G^2P=	1001.058077		
	Tornillos	Temperatura de diseño Sb=	25000	Wm1=H+Hp+H'p=	2805.985905		
		Temperatura de atm. Sa=	25000	Am=mayor de Wm2/Sa o Wm1/Sb=	0.112239436		
Factor de empaque				AB=# tornillos X OD tornillos=	0.7854		
y=	50	m=	0.5	W0.5(Am+AB)Sa =	11220.49295		
Cargas en bridas		Nivel de reaccion		Momentos en bridas			
HD=0.7854B^2p=	447.9725	hD=R+0.5g1=	1.12	MD=HDhD=	501.729228		
HT=H-HD=	553.0856	hT=0.5(R+g1+hG)=	1.03125	MT=HTHT=	570.3694758		
				Mo=MD+MT=	1072.098704		
Momento flexor							
HG=W-H=	10219.43	h''G=(hGh'G/hG+h'G)=	0.17718	MG=HGh''G=	1810.682822		
Esfuerzo permisible		Calculo de esfuerzos		Factores de forma			
Sf0<>=	5000	Cuello Largo SH=fM/Lg^2=	137.161	K=A/B=	T=	Z=	Y=
Sf0=	5000	Esfuerzo Radial SR=N1M/Lt^2=	4700.75	T=	1.32036	1.35877	2.1902
Sf0=	5000	Esfuerzo Tang. ST=(YM/t^2)-ZSR=	1425.27	g1/g0=	2.564102564		
Sf0=	5000	Mayor de 0.5 (SH+SR) ó (SH+ST)=		2418.95	h0=(Bg0)^1/2=	1.320361431	
		Esfuerzo radial en Barrenos			h/h0=	1.508196721	
Sf0=	5000	SRAD=6MG/(t^2((pi)C-nd1)=	7274.56	F=	1.090642013		
				V=	1.368001583		
				f=	0.000492468		
				e=F/h0=	0.023019791		
				d=U/V h0g0^2=	0.160253239		
				M=M0/B=	0.000451539		
				Espesor requerido			
				t=0.29(MY/Sf0)^1/2=	0.392595129		
				N1=4/3 te + 1=	1.000132954		
				L=(te+1/T)+(t^3/d)=	0.758928764		



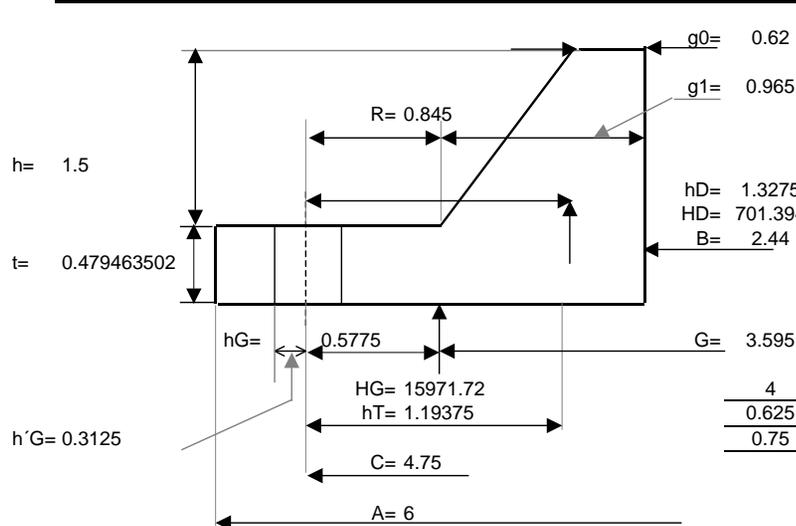
- 4 (n) tornillos
- 0.5 diametro de tornilleria
- 0.625 (d1) barrenos

n=	4	d1=	0.625
dn	1.5	g0=	0.61
A=	5	g1=	0.92
B=	1.95	h=	1.492
C=	3.88	M=	549.79
AB	0.7854		
R=	0.66		

2" T1A1

CALCULO DE BRIDAS POR DIAMETRO

Condiciones de diseño				Calculo de tornilleria					
Presion de diseño P=	150			Nivel de reaccion hG=C-B/4=	0.5775	hG'=A-C/4=	0.3125		
Temperatura de diseño T=	180			G=C-2hG=	3.595	b=0.25 (C-B)=	0.5775		
Temperatura de atm. T=	70			H'gy=(hG/h'G)(b(pi)Gy)=	602.6619088				
Material=	MATERIAL BRIDA			Wm2=b(pi) Gy+H'gy=	928.7776603				
Material de tornillos=	C.S. A193 GR B			Hp=2b(pi)GmP=	978.3472545				
Material de empaque=	NEOPRENO			H'p=Hp(hG/h'G)=	1807.985726				
Esfuerzos permisibles	Brida	Temperatura de diseño Sfo=	5000	H=0.7854G^2P=	1522.579385				
	Tornillos	Temperatura de diseño Sb=	25000	Wm1=H+Hp+H'p=	4308.912366				
		Temperatura de atm. Sa=	25000	Am=mayor de Wm2/Sa o Wm1/Sb=	0.172356495				
Factor de empaque				AB=# tornillos X OD tornillos=	1.2271875				
y=	50	m=	0.5	W0.5(Am+AB)Sa =	17494.29993				
Cargas en bridas		Nivel de reaccion		Momentos en bridas					
HD=0.7854B^2p=	701.3936	hD=R+0.5g1=	1.3275	MD=HDhD=	931.1000252				
HT=H-HD=	821.1858	hT=0.5(R+g1+hG)=	1.19375	MT=HThT=	980.290512				
				Mo=MD+MT=	1911.390537				
Momento flexor									
HG=W-H=	15971.72	h''G=(hGh'G/hG+h'G)=	0.20277	MG=HGh''G=	3238.647688				
Esfuerzo permisible		Calculo de esfuerzos		Factores de forma		T=	Z=	Y=	U=
Sf0<>=	5000	Cuello Largo SH=fM/Lg^2 =	154.162	K=A/B=	2.459016393				
Sf0=	5000	Esfuerzo Radial SR=N1M/Lt^2=	4591.65	T=	1.351572851				
Sf0=	5000	Esfuerzo Tang. ST=(YM/t^2)-ZSR=	1401.21	g1/g0=	1.556451613				
Sf0=	5000	Mayor de 0.5 (SH+SR) ó (SH+ST)=	2372.9	h0=(Bg0)^1/2=	1.229959349				
Sf0=	5000	Esfuerzo radial en Barrenos		h/h0=	1.219552501				
Sf0=	5000	SRAD=6MG/(t^2((pi)C-nd1)=	7089.78	F=	0.000675876				
				V=	0.023808552				
				f=	0.136031046				
				e=F/h0=	0.00054951				
				d=U/V h0g0^2=	50.03112667				
				M=M0/B=	783.3567776				
Espesor requerido									
				t=0.29(MY/Sf0)^1/2=	0.479463502				
				N1=4/3 te + 1=	1.000197603				
				L=(te+1/T)+(t^3/d)=	0.742276723				



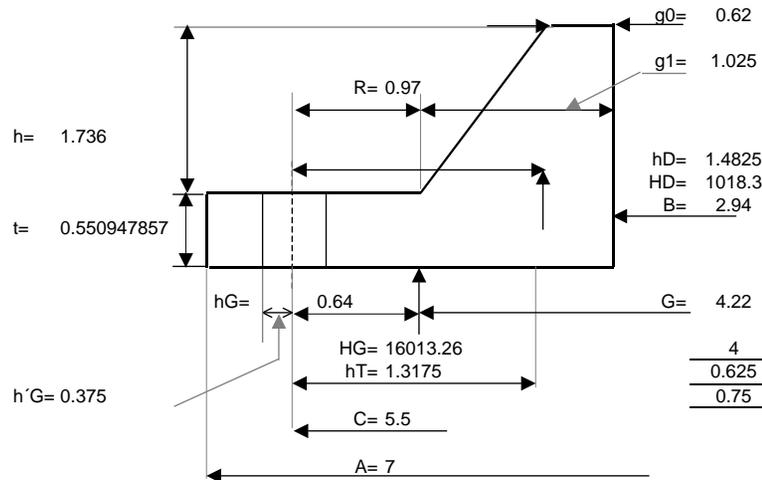
n=	4	d1=	0.75
dn	2	g0=	0.62
A=	6	g1=	0.965
B=	2.44	h=	1.5
C=	4.75	M=	783.36
AB	1.2272		
R=	0.845		

4	(n) tornillos
0.625	diámetro de tornilleria
0.75	(d1) barrenos

2 1/2" T1A1

CALCULO DE BRIDAS POR DIAMETRO

Condiciones de diseño				Calculo de tornilleria				
Presion de diseño P=	150			Nivel de reaccion hG=C-B/4=	0.64	hG'=A-C/4=	0.375	
Temperatura de diseño T=	180			G=C-2hG=	4.22	b=0.25 (C-B)=	0.64	
Temperatura de atm. T=	70			H'gy=(hG/h'G)(b(pi)Gy)=	724.0391066			
Material=	MATERIAL BRIDA			Wm2=b(pi) Gy+H'gy=	1148.280771			
Material de tornillos=	C.S. A193 GR B			Hp=2b(pi)GmP=	1272.724992			
Material de empaque=	NEOPRENO			H'p=Hp(hG/h'G)=	2172.11732			
Esfuerzos permisibles	Brida	Temperatura de diseño Sfo=	5000	H=0.7854G^2P=	2098.007604			
	Tornillos	Temperatura de diseño Sb=	25000	Wm1=H+Hp+H'p=	5542.849916			
		Temperatura de atm. Sa=	25000	Am=mayor de Wm2/Sa o Wm1/Sb=	0.221713997			
Factor de empaque				AB=# tornillos X OD tornillos=	1.2271875			
y=	50	m=	0.5	W0.5(Am+AB)Sa =	18111.26871			
Cargas en bridas		Nivel de reaccion		Momentos en bridas				
HD=0.7854B^2p=	1018.303	hD=R+0.5g1=	1.4825	MD=HDhD=	1509.63348			
HT=H-HD=	1079.705	hT=0.5(R+g1+hG)=	1.3175	MT=HThT=	1422.511453			
				Mo=MD+MT=	2932.144933			
Momento flexor								
HG=W-H=	16013.26	h''G=(hGh'G/hG+h'G)=	0.23645	MG=HGh''G=	3786.386862			
Esfuerzo permisible		Calculo de esfuerzos		Factores de forma				
Sf0<=>=	5000	Cuello Largo SH=fM/Lg^2 =	194.836	K=A/B=	T=	Z=	Y=	
Sf0=	5000	Esfuerzo Radial SR=N1M/Lt^2=	4504.4	T=	1.37574	1.42836	2.3778	
Sf0=	5000	Esfuerzo Tang. ST=(YM/t^2)-ZSR=	1378.59	g1/g0=	1.653225806			
Sf0=	5000	Mayor de 0.5 (SH+SR) ó (SH+ST)=		h0=(Bg0)^1/2=	1.350111107			
		Esfuerzo radial en Barrenos		h/h0=	1.285820101			
Sf0=	5000	SRAD=6MG/(t^2((pi)C-nd1)=		5241.6	F=	0.000585192		
Sf0=	5000				V=	0.020282002		
					f=	0.14973994		
					e=F/h0=	0.00043344		
					d=U/V h0g0^2=	66.86095742		
					M=M0/B=	997.3282086		
Espesor requerido								
				t=0.29(MY/Sf0)^1/2=	0.550947857			
				N1=4/3 te + 1=	1.000179102			
				L=(te+1/T)+(t^3/d)=	0.729555512			

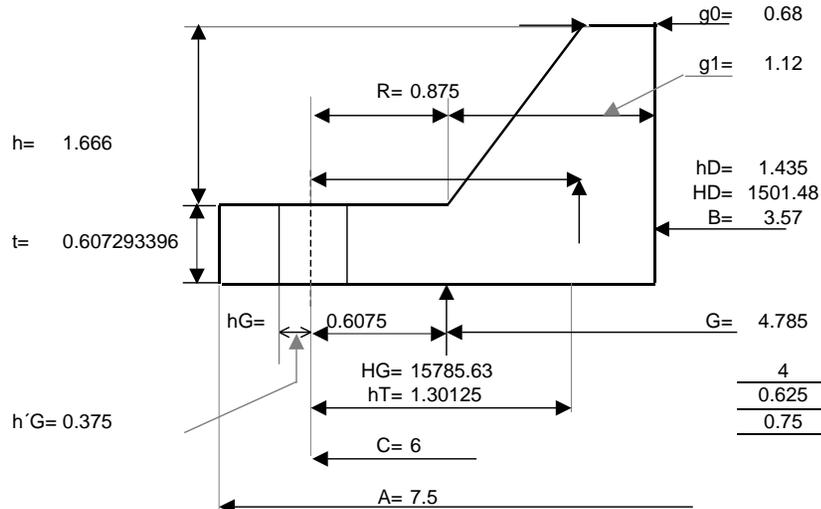


n=	4	d1=	0.75
dn	2.5	g0=	0.62
A=	7	g1=	1.025
B=	2.94	h=	1.736
C=	5.5	M=	997.33
AB	1.2272		
R=	0.97		

3" T1A1

CALCULO DE BRIDAS POR DIAMETRO

Condiciones de diseño				Calculo de tornilleria			
Presion de diseño P=	150			Nivel de reaccion hG=C-B/4=	0.6075	hG'=A-C/4=	0.375
Temperatura de diseño T=	180			G=C-2hG=	4.785	b=0.25 (C-B)=	0.6075
Temperatura de atm. T=	70			H'gy=(hG/h'G)(b(pi)Gy)=	739.7144994		
Material=	MATERIAL BRIDA			Wm2=b(pi) Gy+H'gy=	1196.328388		
Material de tornillos=	C.S. A193 GR B			Hp=2b(pi)GmP=	1369.841666		
Material de empaque=	NEOPRENO			H'p=Hp(hG/h'G)=	2219.143498		
Esfuerzos permisibles	Brida	Temperatura de diseño Sfo=	5000	H=0.7854G^2P=	2697.404267		
	Tornillos	Temperatura de diseño Sb=	25000	Wm1=H+Hp+H'p=	6286.389431		
		Temperatura de atm. Sa=	25000	Am=mayor de Wm2/Sa o Wm1/Sb=	0.251455577		
Factor de empaque				AB=# tornillos X OD tornillos=	1.2271875		
y=	50	m=	0.5	W0.5(Am+AB)Sa =	18483.03847		
Cargas en bridas		Nivel de reaccion		Momentos en bridas			
HD=0.7854B^2p=	1501.477	hD=R+0.5g1=	1.435	MD=HDhD=	2154.61902		
HT=H-HD=	1195.928	hT=0.5(R+g1+hG)=	1.30125	MT=HThT=	1556.200787		
				Mo=MD+MT=	3710.819807		
Momento flexor							
HG=W-H=	15785.63	h'G=(hGh'G/hG+h'G)=	0.23187	MG=HGh'G=	3660.218617		
Esfuerzo permisible	Calculo de esfuerzos			Factores de forma			
	T=	Z=	Y=	U=			
Sf0<=>	5000	Cuello Largo SH=fM/Lg^2 =	96.368	K=A/B=	2.100840336		
Sf0=	5000	Esfuerzo Radial SR=N1M/Lt^2=	4125.41	T=	1.469822792		
Sf0=	5000	Esfuerzo Tang. ST=(YM/t^2)-ZSR=	1269.99	g1/g0=	1.647058824		
		Mayor de 0.5 (SH+SR) ó (SH+ST)=	2110.89	h0=(Bg0)^1/2=	1.558075736		
Sf0=	5000	Esfuerzo radial en Barrenos		h/h0=	1.069267662		
Sf0=	5000	SRAD=6MG/(t^2(pi)C-nd1)=	3757.01	F=	0.001040231		
				V=	0.027053478		
				f=	0.079476049		
				e=F/h0=	0.000667638		
				d=U/V h0g0^2=	81.11971004		
				M=M0/B=	1039.445324		
Espesor requerido							
				t=0.29(MY/Sf0)^1/2=	0.607293396		
				N1=4/3 te + 1=	1.000304089		
				L=(te+1/T)+(t^3/d)=	0.683390995		



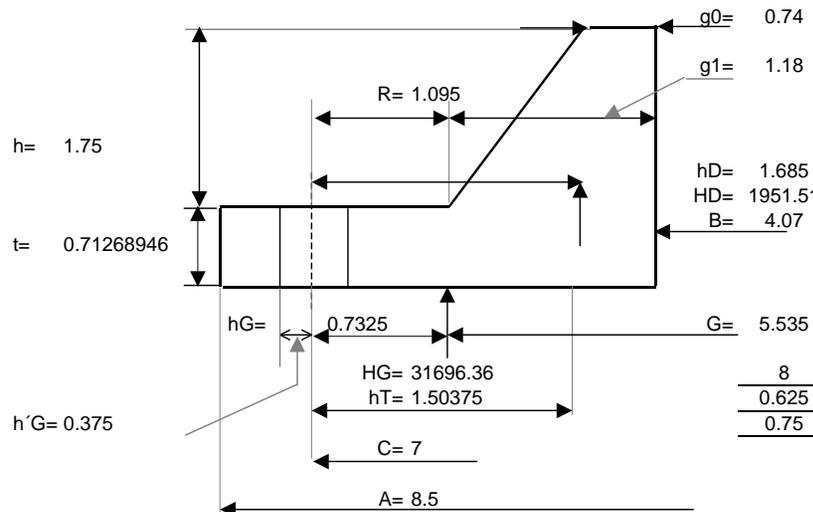
- 4 (n) tornillos
- 0.625 diametro de tornilleria
- 0.75 (d1) barrenos

n=	4	d1=	0.75
dn	3	g0=	0.68
A=	7.5	g1=	1.12
B=	3.57	h=	1.666
C=	6	M=	1039.4
AB	1.2272		
R=	0.875		

3.5" T1A1

CALCULO DE BRIDAS POR DIAMETRO

Condiciones de diseño				Calculo de tornilleria					
Presion de diseño P=	150			Nivel de reaccion hG=C-B/4=	0.7325	hG'=A-C/4=	0.375		
Temperatura de diseño T=	180			G=C-2hG=	5.535	b=0.25 (C-B)=	0.7325		
Temperatura de atm. T=	70			H'gy=(hG/h'G)(b(pi)Gy)=	1244.006095				
Material=	MATERIAL BRIDA			Wm2=b(pi) Gy+H'gy=	1880.869283				
Material de tornillos=	C.S. A193 GR B			Hp=2b(pi)GmP=	1910.589566				
Material de empaque=	NEOPRENO			H'p=Hp(hG/h'G)=	3732.018285				
Esfuerzos permisibles	Brida	Temperatura de diseño Sfo=	5000	H=0.7854G^2P=	3609.253667				
	Tornillos	Temperatura de diseño Sb=	25000	Wm1=H+Hp+H'p=	9251.861517				
		Temperatura de atm. Sa=	25000	Am=mayor de Wm2/Sa o Wm1/Sb=	0.370074461				
Factor de empaque				AB=# tornillos X OD tornillos=	2.454375				
y=	50	m=	0.5	W0.5(Am+AB)Sa =	35305.61826				
Cargas en bridas		Nivel de reaccion		Momentos en bridas					
HD=0.7854B^2p=	1951.511	hD=R+0.5g1=	1.685	MD=HDhD=	3288.295814				
HT=H-HD=	1657.743	hT=0.5(R+g1+hG)=	1.50375	MT=HTHT=	2492.830733				
				Mo=MD+MT=	5781.126547				
Momento flexor									
HG=W-H=	31696.36	h'G=(hGh'G/hG+h'G)=	0.24802	MG=HGh'G=	7861.485462				
Esfuerzo permisible	Calculo de esfuerzos			Factores de forma					
	T=	Z=	Y=	U=					
Sf0<>=	5000	Cuello Largo SH=fM/Lg^2 =	84.3412	K=A/B=	2.088452088				
Sf0=	5000	Esfuerzo Radial SR=N1M/Lt^2=	4098.36	T=	1.474260011				
Sf0=	5000	Esfuerzo Tang. ST=(YM/t^2)-ZSR=	1275.82	g1/g0=	1.594594595				
Sf0=	5000	Mayor de 0.5 (SH+SR) ó (SH+ST)=		2091.35	h0=(Bg0)^1/2=	1.735453831			
		Esfuerzo radial en Barrenos				h/h0=	1.008381767		
Sf0=	5000	SRAD=6MG/(t^2((pi)C-nd1)=	5807.3	F=	0.001256945				
Sf0=	5000					V=	0.031893214		
						f=	0.056436595		
				e=F/h0=	0.000724275				
				d=U/V h0g0^2=	91.47627245				
				M=M0/B=	1420.424213				
Espesor requerido									
				t=0.29(MY/Sf0)^1/2=	0.71268946				
				N1=4/3 te + 1=	1.000387137				
				L=(te+1/T)+(t^3/d)=	0.682613771				



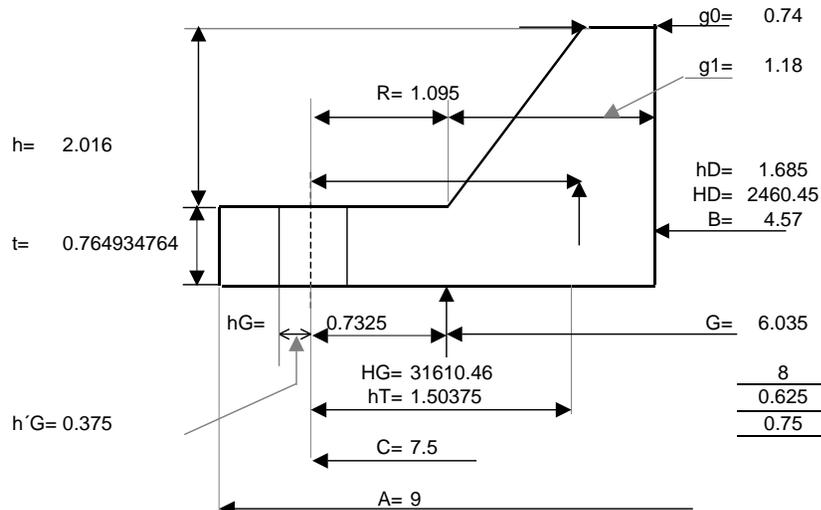
8	(n) tornillos
0.625	diametro de tornilleria
0.75	(d1) barrenos

n=	8	d1=	0.75
dn	3.5	g0=	0.74
A=	8.5	g1=	1.18
B=	4.07	h=	1.75
C=	7	M=	1420.4
AB	2.4544		
R=	1.095		

4" T1A1

CALCULO DE BRIDAS POR DIAMETRO

Condiciones de diseño				Calculo de tornilleria			
Presion de diseño P=	150			Nivel de reaccion hG=C-B/4=	0.7325	h'G=A-C/4=	0.375
Temperatura de diseño T=	180			G=C-2hG=	6.035	b=0.25 (C-B)=	0.7325
Temperatura de atm. T=	70			H'gy=(hG/h'G)(b(pi)Gy)=	1356.382436		
Material=	MATERIAL BRIDA			Wm2=b(pi) Gy+H'gy=	2050.776174		
Material de tornillos=	C.S. A193 GR B			Hp=2b(pi)GmP=	2083.181216		
Material de empaque=	NEOPRENO			H'p=Hp(hG/h'G)=	4069.147308		
Esfuerzos permisibles	Brida	Temperatura de diseño Sfo=	5000	H=0.7854G^2P=	4290.784517		
	Tornillos	Temperatura de diseño Sb=	25000	Wm1=H+Hp+H'p=	10443.11304		
		Temperatura de atm. Sa=	25000	Am=mayor de Wm2/Sa o Wm1/Sb=	0.417724522		
Factor de empaque				AB=# tornillos X OD tornillos=	2.454375		
y=	50	m=	0.5	W0.5(Am+AB)Sa =	35901.24402		
Cargas en bridas		Nivel de reaccion		Momentos en bridas			
HD=0.7854B^2p=	2460.45	hD=R+0.5g1=	1.685	MD=HDhD=	4145.858366		
HT=H-HD=	1830.334	hT=0.5(R+g1+hG)=	1.50375	MT=HThT=	2752.365427		
				Mo=MD+MT=	6898.223793		
Momento flexor							
HG=W-H=	31610.46	h''G=(hGh'G/hG+h'G)=	0.24802	MG=HGh''G=	7840.178867		
Esfuerzo permisible	Calculo de esfuerzos			Factores de forma			
	T=	Z=	Y=	U=			
Sf0<>=	5000	Cuello Largo SH=fM/Lg^2 =	154.728	K=A/B=	1.969365427		
Sf0=	5000	Esfuerzo Radial SR=N1M/Lt^2=	3894.75	T=	1.518136315		
Sf0=	5000	Esfuerzo Tang. ST=(YM/t^2)-ZSR=	1211.55	g1/g0=	1.594594595		
		Mayor de 0.5 (SH+SR) ó (SH+ST)=	2024.74	h0=(Bg0)^1/2=	1.838967101		
Sf0=	5000	Esfuerzo radial en Barrenos		h/h0=	1.096267572		
Sf0=	5000	SRAD=6MG/(t^2(pi)C-nd1)=	4577.78	F=	0.000948471		
				V=	0.026886208		
				f=	0.094565752		
				e=F/h0=	0.000515763		
				d=U/V h0g0^2=	124.6473937		
				M=M0/B=	1509.45816		
Espesor requerido							
				t=0.29(MY/Sf0)^1/2=	0.764934764		
				N1=4/3 te + 1=	1.000295894		
				L=(te+1/T)+(t^3/d)=	0.662553042		

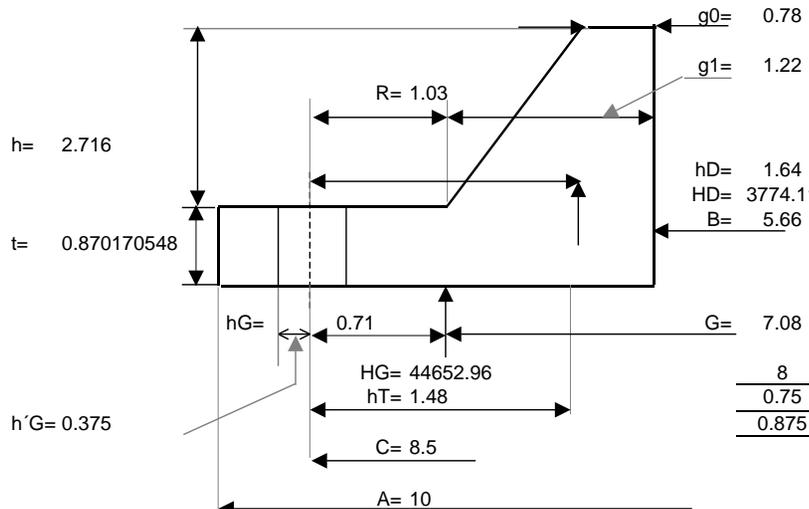


8	(n) tornillos	d1= 0.75
0.625	diámetro de tornilleria	g0= 0.74
0.75	(d1) barrenos	g1= 1.18
		h= 2.016
		C= 7.5
		M= 1509.5
		AB 2.4544
		R= 1.095

5" T1A1

CALCULO DE BRIDAS POR DIAMETRO

Condiciones de diseño				Calculo de tornilleria			
Presion de diseño P=	150			Nivel de reaccion hG=C-B/4=	0.71	hG'=A-C/4=	0.375
Temperatura de diseño T=	180			G=C-2hG=	7.08	b=0.25 (C-B)=	0.71
Temperatura de atm. T=	70			H'gy=(hG/h'G)(b(pi)Gy)=	1494.994449		
Material=	MATERIAL BRIDA			Wm2=b(pi) Gy+H'gy=	2284.604193		
Material de tornillos=	C.S. A193 GR B			Hp=2b(pi)GmP=	2368.829232		
Material de empaque=	NEOPRENO			H'p=Hp(hG/h'G)=	4484.983346		
Esfuerzos permisibles	Brida	Temperatura de diseño Sfo=	5000	H=0.7854G^2P=	5905.391184		
	Tornillos	Temperatura de diseño Sb=	25000	Wm1=H+Hp+H'p=	12759.20376		
		Temperatura de atm. Sa=	25000	Am=mayor de Wm2/Sa o Wm1/Sb=	0.51036815		
Factor de empaque				AB=# tornillos X OD tornillos=	3.5343		
y=	50	m=	0.5	W0.5(Am+AB)Sa =	50558.35188		
Cargas en bridas		Nivel de reaccion		Momentos en bridas			
HD=0.7854B^2p=	3774.114	hD=R+0.5g1=	1.64	MD=HDhD=	6189.547019		
HT=H-HD=	2131.277	hT=0.5(R+g1+hG)=	1.48	MT=HThT=	3154.290179		
				Mo=MD+MT=	9343.837198		
Momento flexor							
HG=W-H=	44652.96	h''G=(hGh'G/hG+h'G)=	0.24539	MG=HGh''G=	10957.46616		
Esfuerzo permisible	Calculo de esfuerzos			Factores de forma			
				T=	Z=	Y=	U=
Sf0<=>	5000	Cuello Largo SH=fM/Lg^2 =	267.547	K=A/B=	1.766784452		
Sf0=	5000	Esfuerzo Radial SR=N1M/Lt^2=	3467.14	T=	1.597770811		
Sf0=	5000	Esfuerzo Tang. ST=(YM/t^2)-ZSR=	1076.83	g1/g0=	1.564102564		
		Mayor de 0.5 (SH+SR) ó (SH+ST)=	1867.34	h0=(Bg0)^1/2=	2.101142546		
Sf0=	5000	Esfuerzo radial en Barrenos		h/h0=	1.292630053		
Sf0=	5000	SRAD=6MG/(t^2((pi)C-nd1))=		F=	0.000572407		
		4406.63		V=	0.022266878		
				f=	0.151711053		
				e=F/h0=	0.000272427		
				d=U/V h0g0^2=	226.0648127		
				M=M0/B=	1650.854629		
Espesor requerido							
				t=0.29(MY/Sf0)^1/2=	0.870170548		
				N1=4/3 te + 1=	1.000177793		
				L=(te+1/T)+(t^3/d)=	0.628934968		

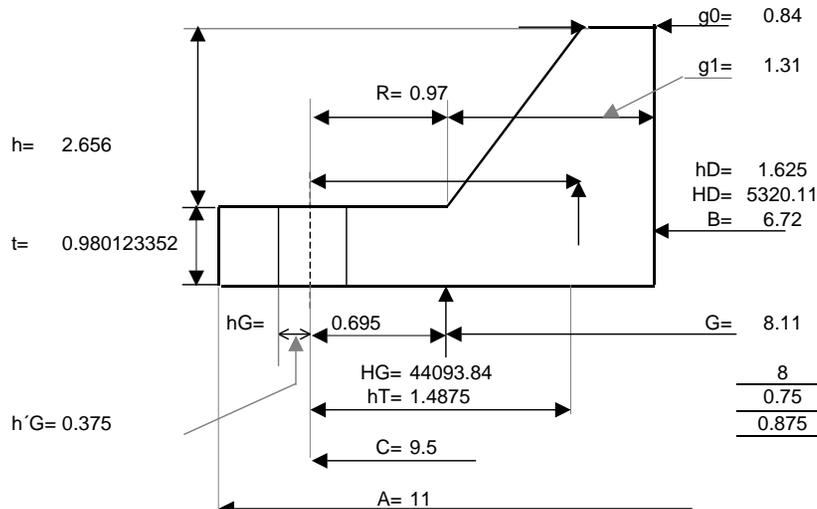


8	(n) tornillos	n=	8	d1=	0.875
0.75	diametro de tornilleria	dn	5	g0=	0.78
0.875	(d1) barrenos	A=	10	g1=	1.22
		B=	5.66	h=	2.716
		C=	8.5	M=	1650.9
		AB	3.5343		
		R=	1.03		

6" T1A1

CALCULO DE BRIDAS POR DIAMETRO

Condiciones de diseño				Calculo de tornilleria				
Presion de diseño P=	150			Nivel de reaccion hG=C-B/4=	0.695	hG'=A-C/4=	0.375	
Temperatura de diseño T=	180			G=C-2hG=	8.11	b=0.25 (C-B)=	0.695	
Temperatura de atm. T=	70			H'gy=(hG/h'G)(b(pi)Gy)=	1640.892342			
Material=	MATERIAL BRIDA			Wm2=b(pi) Gy+H'gy=	2526.265908			
Material de tornillos=	C.S. A193 GR B			Hp=2b(pi)GmP=	2656.120698			
Material de empaque=	NEOPRENO			H'p=Hp(hG/h'G)=	4922.677027			
Esfuerzos permisibles	Brida	Temperatura de diseño Sfo=	5000	H=0.7854G^2P=	7748.611101			
	Tornillos	Temperatura de diseño Sb=	25000	Wm1=H+Hp+H'p=	15327.40883			
		Temperatura de atm. Sa=	25000	Am=mayor de Wm2/Sa o Wm1/Sb=	0.613096353			
Factor de empaque				AB=# tornillos X OD tornillos=	3.5343			
y=	50	m=	0.5	W0.5(Am+AB)Sa =	51842.45441			
Cargas en bridas		Nivel de reaccion		Momentos en bridas				
HD=0.7854B^2p=	5320.111	hD=R+0.5g1=	1.625	MD=HDhD=	8645.180544			
HT=H-HD=	2428.5	hT=0.5(R+g1+hG)=	1.4875	MT=HThT=	3612.393746			
				Mo=MD+MT=	12257.57429			
Momento flexor								
HG=W-H=	44093.84	h''G=(hGh'G/hG+h'G)=	0.24357	MG=HGh''G=	10740.14758			
Esfuerzo permisible		Calculo de esfuerzos		Factores de forma				
Sf0<>=	5000	Cuello Largo SH=fM/Lg^2 =	182.947	K=A/B=	T=	Z=	Y=	
Sf0=	5000	Esfuerzo Radial SR=N1M/Lt^2=	3119.02	T=	1.65183	2.19086	4.1145	
Sf0=	5000	Esfuerzo Tang. ST=(YM/t^2)-ZSR=	979.155	g1/g0=	1.55952381			
Sf0=	5000	Mayor de 0.5 (SH+SR) ó (SH+ST)=		1650.98	h0=(Bg0)^1/2=	2.375878785		
		Esfuerzo radial en Barrenos			h/h0=	1.117902149		
Sf0=	5000	SRAD=6MG/(t^2((pi)C-nd1)=	2936.33	F=	0.000884844			
				V=	0.026807292			
				f=	0.104810796			
				e=f/h0=	0.000372428			
				d=U/V h0g0^2=	282.7507606			
				M=M0/B=	1824.043793			
Espesor requerido								
				t=0.29(MY/Sf0)^1/2=	0.980123352			
				N1=4/3 te + 1=	1.000273769			
				L=(te+1/T)+(t^3/d)=	0.608939515			

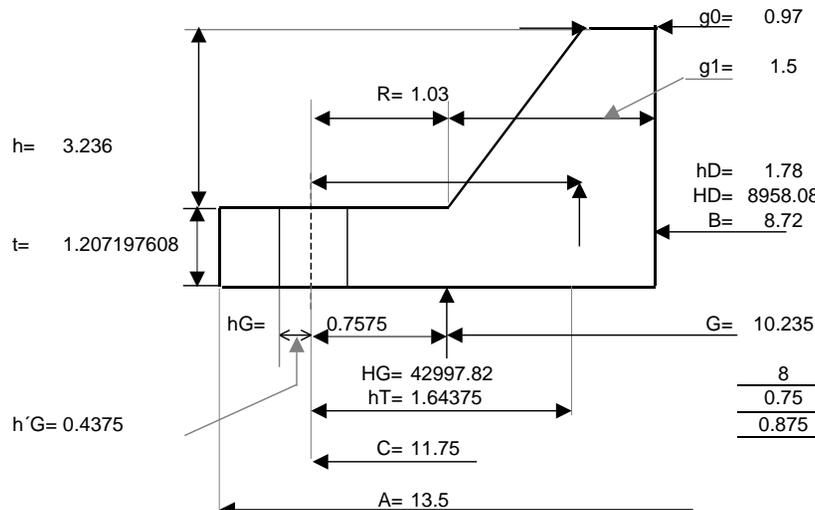


8	(n) tornillos	n=	8	d1=	0.875
0.75	diametro de tornilleria	dn	6	g0=	0.84
0.875	(d1) barrenos	A=	11	g1=	1.31
		B=	6.72	h=	2.656
		C=	9.5	M=	1824
		AB	3.5343		
		R=	0.97		

8" T1A1

CALCULO DE BRIDAS POR DIAMETRO

Condiciones de diseño				Calculo de tornilleria				
Presion de diseño P=	150			Nivel de reaccion hG=C-B/4=	0.7575	hG'=A-C/4=	0.4375	
Temperatura de diseño T=	180			G=C-2hG=	10.235	b=0.25 (C-B)=	0.7575	
Temperatura de atm. T=	70			H'gy=(hG/h'G)(b(pi)Gy)=	2108.608518			
Material=	MATERIAL BRIDA			Wm2=b(pi) Gy+H'gy=	3326.451722			
Material de tornillos=	C.S. A193 GR B			Hp=2b(pi)GmP=	3653.529611			
Material de empaque=	NEOPRENO			H'p=Hp(hG/h'G)=	6325.825554			
Esfuerzos permisibles	Brida	Temperatura de diseño Sfo=	5000	H=0.7854G^2P=	12341.21306			
	Tornillos	Temperatura de diseño Sb=	25000	Wm1=H+Hp+H'p=	22320.56822			
		Temperatura de atm. Sa=	25000	Am=mayor de Wm2/Sa o Wm1/Sb=	0.892822729			
Factor de empaque				AB=# tornillos X OD tornillos=	3.5343			
y=	50	m=	0.5	W0.5(Am+AB)Sa =	55339.03411			
Cargas en bridas		Nivel de reaccion		Momentos en bridas				
HD=0.7854B^2p=	8958.084	hD=R+0.5g1=	1.78	MD=HDhD=	15945.38935			
HT=H-HD=	3383.129	hT=0.5(R+g1+hG)=	1.64375	MT=HThT=	5561.018546			
				Mo=MD+MT=	21506.40789			
Momento flexor								
HG=W-H=	42997.82	h''G=(hGh'G/hG+h'G)=	0.27733	MG=HGh''G=	11924.47417			
Esfuerzo permisible	Calculo de esfuerzos		Factores de forma		T=	Z=	Y=	U=
Sf0<=>	5000	Cuello Largo SH=fM/Lg^2 =	190.73	K=A/B=	1.68982	2.43183	4.6163	5.07
Sf0=	5000	Esfuerzo Radial SR=N1M/Lt^2=	2842.89	T=	1.548165138			
Sf0=	5000	Esfuerzo Tang. ST=(YM/t^2)-ZSR=	899.071	g1/g0=	1.689821988			
Sf0=	5000	Mayor de 0.5 (SH+SR) ó (SH+ST)=	1516.81	h0=(Bg0)^1/2=	1.546391753			
		Esfuerzo radial en Barrenos		h/h0=	2.908332856			
Sf0=	5000	SRAD=6MG/(t^2(pi)C-nd1)=	1641.2	F=	1.112664939			
				V=	0.000896301			
				f=	0.027341983			
				e=F/h0=	0.103611102			
				d=U/V h0g0^2=	0.000308184			
				M=M0/B=	507.7039847			
				Espesor requerido				
				t=0.29(MY/Sf0)^1/2=	1.207197608			
				N1=4/3 te + 1=	1.000279029			
				L=(te+1/T)+(t^3/d)=	0.595463644			



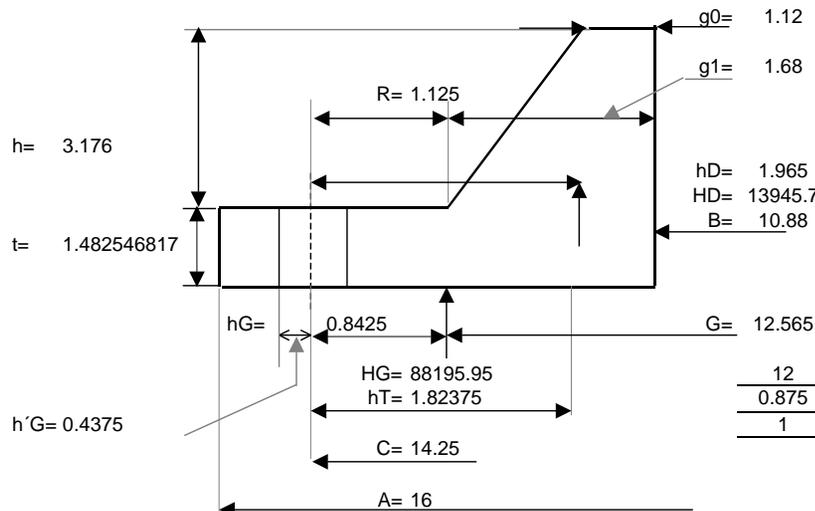
n=	8	d1=	0.875
dn	8	g0=	0.97
A=	13.5	g1=	1.5
B=	8.72	h=	3.236
C=	11.75	M=	2466.3
AB	3.5343		
R=	1.03		

8	(n) tornillos
0.75	diametro de tornilleria
0.875	(d1) barrenos

10" T1A1

CALCULO DE BRIDAS POR DIAMETRO

Condiciones de diseño				Calculo de tornilleria			
Presion de diseño P=	150			Nivel de reaccion hG=C-B/4=	0.8425	h'G=A-C/4=	0.4375
Temperatura de diseño T=	180			G=C-2hG=	12.565	b=0.25 (C-B)=	0.8425
Temperatura de atm. T=	70			H'gy=(hG/h'G)(b(pi)Gy)=	3202.175624		
Material=	MATERIAL BRIDA			Wm2=b(pi) Gy+H'gy=	4865.026468		
Material de tornillos=	C.S. A193 GR B			Hp=2b(pi)GmP=	4988.552531		
Material de empaque=	NEOPRENO			H'p=Hp(hG/h'G)=	9606.526873		
Esfuerzos permisibles	Brida	Temperatura de diseño Sfo=	5000	H=0.7854G^2P=	18599.7515		
	Tornillos	Temperatura de diseño Sb=	25000	Wm1=H+Hp+H'p=	33194.8309		
		Temperatura de atm. Sa=	25000	Am=mayor de Wm2/Sa o Wm1/Sb=	1.327793236		
Factor de empaque				AB=# tornillos X OD tornillos=	7.2158625		
y=	50	m=	0.5	W0.5(Am+AB)Sa =	106795.6967		
Cargas en bridas		Nivel de reaccion		Momentos en bridas			
HD=0.7854B^2p=	13945.69	hD=R+0.5g1=	1.965	MD=HDhD=	27403.27705		
HT=H-HD=	4654.063	hT=0.5(R+g1+hG)=	1.82375	MT=HThT=	8487.848186		
				Mo=MD+MT=	35891.12523		
Momento flexor							
HG=W-H=	88195.95	h''G=(hGh'G/hG+h'G)=	0.28796	MG=HGh''G=	25397.24545		
Esfuerzo permisible	Calculo de esfuerzos			Factores de forma			
	T=	Z=	Y=	U=			
Sf0<>=	5000	Cuello Largo SH=fM/Lg^2 =	32.5084	K=A/B=	1.470588235		
Sf0=	5000	Esfuerzo Radial SR=N1M/Lt^2=	2561.13	T=	1.723481137		
Sf0=	5000	Esfuerzo Tang. ST=(YM/t^2)-ZSR=	845.623	g1/g0=	1.5		
		Mayor de 0.5 (SH+SR) ó (SH+ST)=	1296.82	h0=(Bg0)^1/2=	3.490787877		
Sf0=	5000	Esfuerzo radial en Barrenos		h/h0=	0.909823258		
Sf0=	5000	SRAD=6MG/(t^2(pi)C-nd1)=	2115.8	F=	0.001767971		
				V=	0.043738566		
				f=	0.016308376		
				e=F/h0=	0.000506468		
				d=U/V h0g0^2=	572.6658554		
				M=MO/B=	3298.816657		
Espesor requerido							
				t=0.29(MY/Sf0)^1/2=	1.482546817		
				N1=4/3 te + 1=	1.000563146		
				L=(te+1/T)+(t^3/d)=	0.586346849		



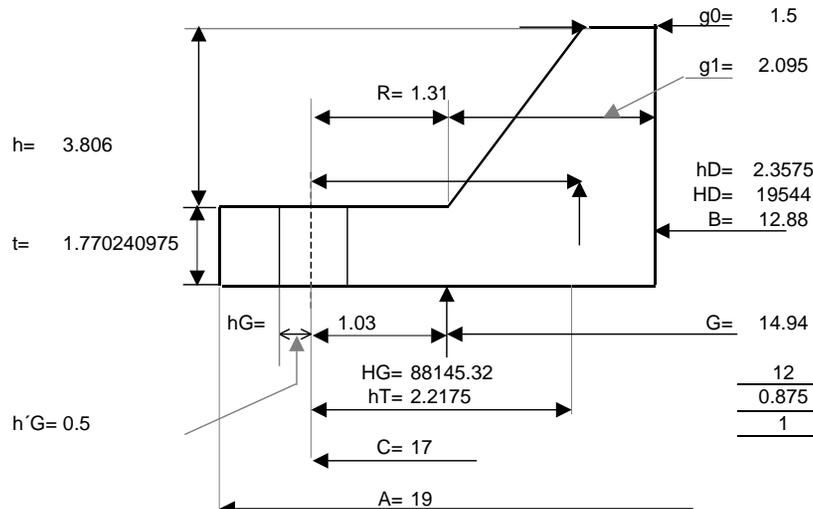
12	(n) tornillos
0.875	diámetro de tornilleria
1	(d1) barrenos

n=	12	d1=	1
dn	10	g0=	1.12
A=	16	g1=	1.68
B=	10.88	h=	3.176
C=	14.25	M=	3298.8
AB	7.2159		
R=	1.125		

12" T1A1

CALCULO DE BRIDAS POR DIAMETRO

Condiciones de diseño				Calculo de tornilleria			
Presion de diseño P=		150		Nivel de reaccion hG=C-B/4=		1.03	hG'=A-C/4= 0.5
Temperatura de diseño T=		180		G=C-2hG=		14.94	b=0.25 (C-B)= 1.03
Temperatura de atm. T=		70		H'gy=(hG/h'G)(b(pi)Gy)=		4979.387619	
Material=		MATERIAL BRIDA		Wm2=b(pi) Gy+H'gy=		7396.566075	
Material de tornillos=		C.S. A193 GR B		Hp=2b(pi)GmP=		7251.535368	
Material de empaque=		NEOPRENO		H'p=Hp(hG/h'G)=		14938.16286	
Esfuerzos permisibles	Brida	Temperatura de diseño Sfo=	5000	H=0.7854G^2P=		26295.61612	
	Tornillos	Temperatura de diseño Sb=	25000	Wm1=H+Hp+H'p=		48485.31434	
		Temperatura de atm. Sa=	25000	Am=mayor de Wm2/Sa o Wm1/Sb=		1.939412574	
Factor de empaque				Momentos en bridas			
y=	50	m=	0.5	AB=# tornillos X OD tornillos=		7.2158625	
Cargas en bridas		Nivel de reaccion		W0.5(Am+AB)Sa = 114440.9384			
HD=0.7854B^2p=	19544.02	hD=R+0.5g1=	2.3575	MD=HDhD=		46075.02541	
HT=H-HD=	6751.597	hT=0.5(R+g1+hG)=	2.2175	MT=HThT=		14971.66602	
				Mo=MD+MT=		61046.69143	
Momento flexor							
HG=W-H=	88145.32	h''G=(hGh'G/hG+h'G)=	0.3366	MG=HGh''G=		29669.83071	
Esfuerzo permisible		Calculo de esfuerzos		Factores de forma		T=	Z=
Sf0<=>	5000	Cuello Largo SH=fM/Lg^2 =	7.07256	K=A/B=		1.72149	2.70056
Sf0=	5000	Esfuerzo Radial SR=N1M/Lt^2=	2579.83	T=		5.1655	5.68
Sf0=	5000	Esfuerzo Tang. ST=(YM/t^2)-ZSR=	845.521	g1/g0=		1.47515528	
Sf0=	5000	Mayor de 0.5 (SH+SR) ó (SH+ST)=	1293.45	h0=(Bg0)^1/2=		1.721492914	
		Esfuerzo radial en Barrenos		h/h0=		1.396666667	
Sf0=	5000	SRAD=6MG/(t^2(pi)C-nd1)=	1371.91	F=		4.395452195	
				V=		0.865894982	
				f=		0.002054301	
				e=F/h0=		0.053155332	
				d=U/V h0g0^2=		0.003842012	
				M=M0/B=		0.00046737	
				Espesor requerido		1056.100925	
				t=0.29(MY/Sf0)^1/2=		4739.649956	
				N1=4/3 te + 1=		1.770240975	
				L=(te+1/T)+(t^3/d)=		1.000620518	
						0.586624566	



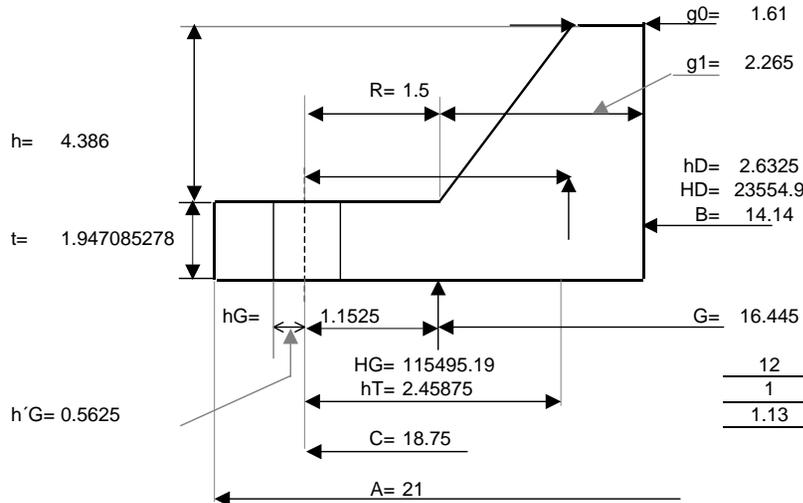
12	(n) tornillos
0.875	diametro de tornilleria
1	(d1) barrenos

n=	12	d1=	1
dn	12	g0=	1.5
A=	19	g1=	2.095
B=	12.88	h=	3.806
C=	17	M=	4739.6
AB	7.2159		
R=	1.31		

14" T1A1

CALCULO DE BRIDAS POR DIAMETRO

Condiciones de diseño				Calculo de tornilleria			
Presion de diseño P=	150			Nivel de reaccion hG=C-B/4=	1.1525	hG'=A-C/4=	0.5625
Temperatura de diseño T=	180			G=C-2hG=	16.445	b=0.25(C-B)=	1.1525
Temperatura de atm. T=	70			H'gy=(hG/h'G)(b(pi)Gy)=	6099.779159		
Material=	MATERIAL BRIDA			Wm2=b(pi) Gy+H'gy=	9076.8948		
Material de tornillos=	C.S. A193 GR B			Hp=2b(pi)GmP=	8931.346925		
Material de empaque=	NEOPRENO			H'p=Hp(hG/h'G)=	18299.33748		
Esfuerzos permisibles	Brida	Temperatura de diseño Sfo=	5000	H=0.7854G^2P=	31860.30373		
	Tornillos	Temperatura de diseño Sb=	25000	Wm1=H+Hp+H'p=	59090.98813		
		Temperatura de atm. Sa=	25000	Am=mayor de Wm2/Sa o Wm1/Sb=	2.363639525		
Factor de empaque				AB=# tornillos X OD tornillos=	9.4248		
y=	50	m=	0.5	W0.5(Am+AB)Sa =	147355.4941		
Cargas en bridas		Nivel de reaccion		Momentos en bridas			
HD=0.7854B^2p=	23554.88	hD=R+0.5g1=	2.6325	MD=HDhD=	62008.23286		
HT=H-HD=	8305.419	hT=0.5(R+g1+hG)=	2.45875	MT=HThT=	20420.95007		
				Mo=MD+MT=	82429.18293		
Momento flexor							
HG=W-H=	115495.2	h'G=(hGh'G/hG+h'G)=	0.37801	MG=HGh'G=	43657.93957		
Esfuerzo permisible		Calculo de esfuerzos		Factores de forma			
Sf0<>=	5000	Cuello Largo SH=fM/Lg^2 =	58.2382	T=	Z=	Y=	U=
Sf0=	5000	Esfuerzo Radial SR=N1M/Lt^2=	2618.21	1.71714	2.65883	5.0808	5.58
Sf0=	5000	Esfuerzo Tang. ST=(YM/t^2)-ZSR=	851.115	K=A/B=	1.485148515		
Sf0=	5000	Mayor de 0.5 (SH+SR) ó (SH+ST)=	1338.22	T=	1.717144379		
		Esfuerzo radial en Barrenos		g1/g0=	1.406832298		
Sf0=	5000	SRAD=6MG/(t^2((pi)C-nd1))=	1523.75	h0=(Bg0)^1/2=	4.771310093		
Sf0=	5000			h/h0=	0.919244383		
				F=	0.00166121		
				V=	0.045255546		
				f=	0.030115569		
				e=F/h0=	0.000348166		
				d=U/V h0g0^2=	1525.821094		
				M=M0/B=	5829.503743		
Espesor requerido							
				t=0.29(MY/Sf0)^1/2=	1.947085278		
				N1=4/3 te + 1=	1.000508432		
				L=(te+1/T)+(t^3/d)=	0.587594839		



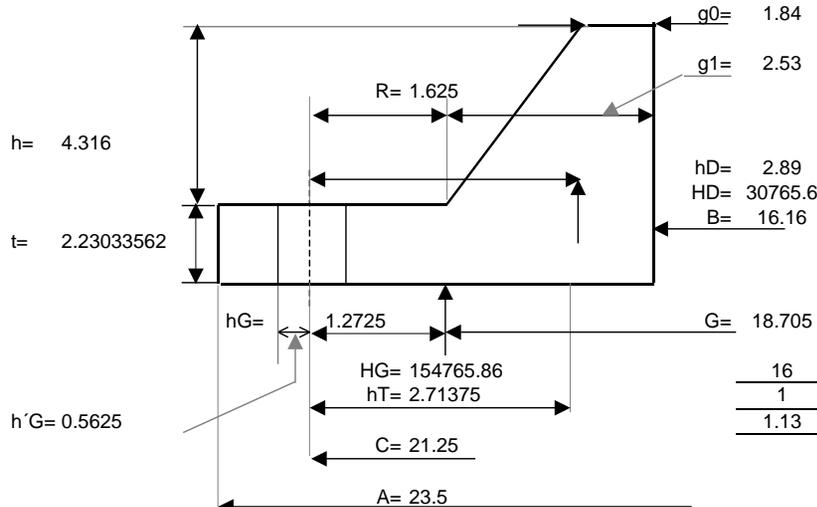
12	(n) tornillos
1	diametro de tornilleria
1.13	(d1) barrenos

n=	12	d1=	1.13
dn	14	g0=	1.61
A=	21	g1=	2.265
B=	14.14	h=	4.386
C=	18.75	M=	5829.5
AB	9.4248		
R=	1.5		

16" T1A1

CALCULO DE BRIDAS POR DIAMETRO

Condiciones de diseño				Calculo de tornilleria				
Presion de diseño P=	150			Nivel de reaccion $hG=C-B/4=$	1.2725	$h'G'=A-C/4=$	0.5625	
Temperatura de diseño T=	180			$G=C-2hG=$	18.705	$b=0.25(C-B)=$	1.2725	
Temperatura de atm. T=	70			$H'gy=(hG/h'G)(b(\pi)Gy)=$	8458.077503			
Material=	MATERIAL BRIDA			$Wm2=b(\pi)Gy+H'gy=$	12196.91333			
Material de tornillos=	C.S. A193 GR B			$Hp=2b(\pi)GmP=$	11216.50749			
Material de empaque=	NEOPRENO			$H'p=Hp(hG/h'G)=$	25374.23251			
Esfuerzos permisibles	Brida	Temperatura de diseño Sfo=	5000	$H=0.7854G^2P=$	41219.01232			
	Tornillos	Temperatura de diseño Sb=	25000	$Wm1=H+Hp+H'p=$	77809.75232			
		Temperatura de atm. Sa=	25000	$Am=mayor\ de\ Wm2/Sa\ o\ Wm1/Sb=$	3.112390093			
Factor de empaque				$AB=\# \text{ tornillos} \times OD \text{ tornillos} =$	12.5664			
y=	50	m=	0.5	$W0.5(Am+AB)Sa =$	195984.8762			
Cargas en bridas		Nivel de reaccion		Momentos en bridas				
$HD=0.7854B^2p=$	30765.56	$hD=R+0.5g1=$	2.89	$MD=HDhD=$	88912.47746			
$HT=H-HD=$	10453.45	$hT=0.5(R+g1+hG)=$	2.71375	$MT=HTHT=$	28368.04771			
				$Mo=MD+MT=$	117280.5252			
Momento flexor								
$HG=W-H=$	154765.9	$h''G=(hGh'G/hG+h'G)=$	0.39007	$MG=HGh''G=$	60369.75666			
Esfuerzo permisible	Calculo de esfuerzos		Factores de forma		T=	Z=	Y=	U=
$Sf0<=>$	5000	Cuello Largo $SH=fM/Lg^2 =$	-66.4332	$K=A/B=$	1.73062	2.79417	5.3548	5.88
$Sf0=$	5000	Esfuerzo Radial $SR=N1M/Lt^2 =$	2493.35	$T=$	1.730615482			
$Sf0=$	5000	Esfuerzo Tang. $ST=(YM/t^2)-ZSR=$	845.649	$g1/g0=$	1.375			
		Mayor de 0.5 (SH+SR) ó (SH+ST)=	1213.46	$h0=(Bg0)^{1/2}=$	5.45292582			
$Sf0=$	5000	Esfuerzo radial en Barrenos		$h/h0=$	0.79150169			
$Sf0=$	5000	$SRAD=6MG/(t^2((\pi)C-nd1))=$	1495.85	F=	0.002848811			
				V=	0.070011399			
				f=	-0.034314813			
				$e=F/h0=$	0.000522437			
				$d=U/V\ h0g0^2=$	1551.67244			
				$M=M0/B=$	7257.458241			
				Espesor requerido				
				$t=0.29(MY/Sf0)^{1/2}=$	2.23033562			
				$N1=4/3\ te + 1=$	1.000873908			
				$L=(te+1/T)+(t^3/d)=$	0.585652475			



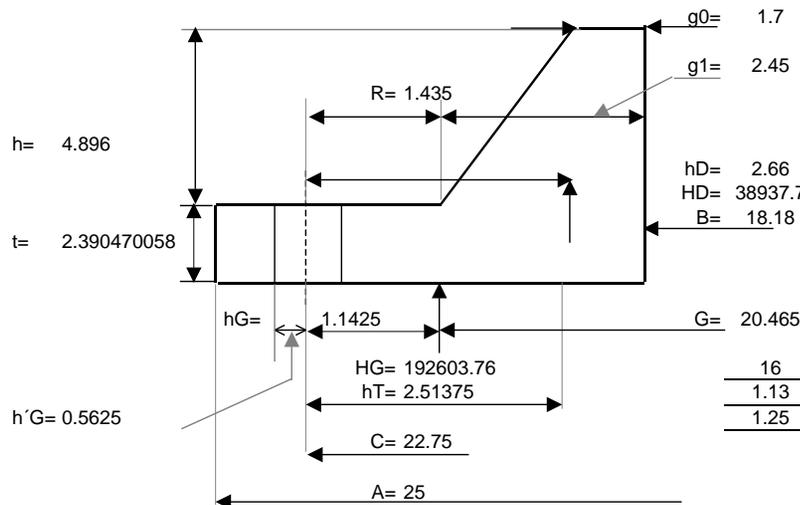
16 (n) tornillos
1 diametro de tornilleria
1.13 (d1) barrenos

n=	16	d1=	1.13
dn	16	g0=	1.84
A=	23.5	g1=	2.53
B=	16.16	h=	4.316
C=	21.25	M=	7257.5
AB	12.566		
R=	1.625		

18" T1A1

CALCULO DE BRIDAS POR DIAMETRO

Condiciones de diseño				Calculo de tornilleria					
Presion de diseño P=	150			Nivel de reaccion hG=C-B/4=	1.1425	hG'=A-C/4=	0.5625		
Temperatura de diseño T=	180			G=C-2hG=	20.465	b=0.25 (C-B)=	1.1425		
Temperatura de atm. T=	70			H'gy=(hG/h'G)(b(pi)Gy)=	7459.720098				
Material=	MATERIAL BRIDA			Wm2=b(pi) Gy+H'gy=	11132.44881				
Material de tornillos=	C.S. A193 GR B			Hp=2b(pi)GmP=	11018.18614				
Material de empaque=	NEOPRENO			H'p=Hp(hG/h'G)=	22379.16029				
Esfuerzos permisibles	Brida	Temperatura de diseño Sfo=	5000	H=0.7854G^2P=	49340.73947				
	Tornillos	Temperatura de diseño Sb=	25000	Wm1=H+Hp+H'p=	82738.0859				
		Temperatura de atm. Sa=	25000	Am=mayor de Wm2/Sa o Wm1/Sb=	3.309523436				
Factor de empaque				AB=# tornillos X OD tornillos=	16.04603616				
y=	50	m=	0.5	W0.5(Am+AB)Sa =	241944.495				
Cargas en bridas		Nivel de reaccion		Momentos en bridas					
HD=0.7854B^2p=	38937.67	hD=R+0.5g1=	2.66	MD=HDhD=	103574.1911				
HT=H-HD=	10403.07	hT=0.5(R+g1+hG)=	2.51375	MT=HThT=	26150.72632				
				Mo=MD+MT=	129724.9175				
Momento flexor									
HG=W-H=	192603.8	h''G=(hGh'G/hG+h'G)=	0.37692	MG=HGh''G=	72597.07169				
Esfuerzo permisible		Calculo de esfuerzos		Factores de forma		T=	Z=	Y=	U=
Sf0<>=	5000	Cuello Largo SH=fM/Lg^2 =	14.5839	K=A/B=	1.375137514				
Sf0=	5000	Esfuerzo Radial SR=N1M/Lt^2=	2180.04	T=	1.76502746				
Sf0=	5000	Esfuerzo Tang. ST=(YM/t^2)-ZSR=	738.997	g1/g0=	1.441176471				
Sf0=	5000	Mayor de 0.5 (SH+SR) ó (SH+ST)=	1097.31	h0=(Bg0)^1/2=	5.559316505				
Sf0=	5000	Esfuerzo radial en Barrenos		h/h0=	0.880683803				
Sf0=	5000	SRAD=6MG/(t^2((pi)C-nd1)=	1480.94	F=	0.001957147				
				V=	0.049442381				
				f=	0.007031482				
				e=F/h0=	0.000352048				
				d=U/V h0g0^2=	2234.110442				
				M=M0/B=	7135.584019				
Espesor requerido									
				t=0.29(MY/Sf0)^1/2=	2.390470058				
				N1=4/3 te + 1=	1.000631171				
				L=(te+1/T)+(t^3/d)=	0.5731545				



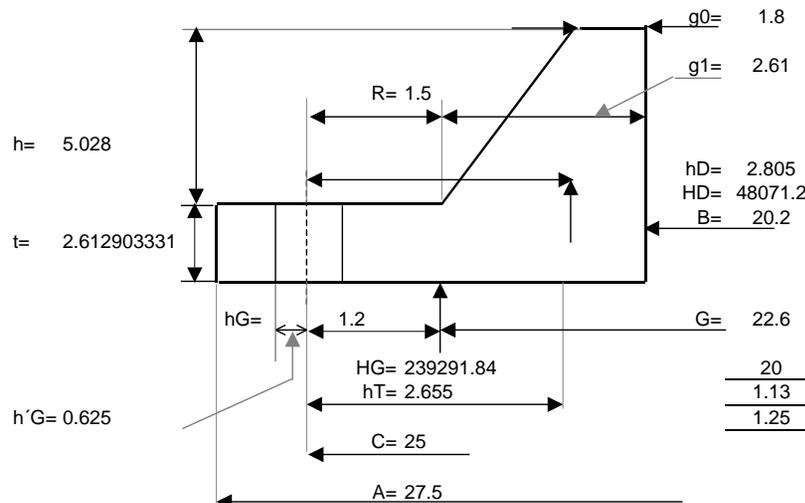
n=	16	d1=	1.25
dn	18	g0=	1.7
A=	25	g1=	2.45
B=	18.18	h=	4.896
C=	22.75	M=	7135.6
AB	16.046		
R=	1.435		

16	(n) tornillos
1.13	diámetro de tornilleria
1.25	(d1) barrenos

20" T1A1

CALCULO DE BRIDAS POR DIAMETRO

Condiciones de diseño				Calculo de tornilleria			
Presion de diseño P=	150			Nivel de reaccion hG=C-B/4=	1.2	hG'=A-C/4=	0.625
Temperatura de diseño T=	180			G=C-2hG=	22.6	b=0.25 (C-B)=	1.2
Temperatura de atm. T=	70			H'gy=(hG/h'G)(b(pi)Gy)=	8179.218432		
Material=	MATERIAL BRIDA			Wm2=b(pi) Gy+H'gy=	12439.22803		
Material de tornillos=	C.S. A193 GR B			Hp=2b(pi)GmP=	12780.0288		
Material de empaque=	NEOPRENO			H'p=Hp(hG/h'G)=	24537.6553		
Esfuerzos permisibles	Brida	Temperatura de diseño Sfo=	5000	H=0.7854G^2P=	60172.6356		
	Tornillos	Temperatura de diseño Sb=	25000	Wm1=H+Hp+H'p=	97490.3197		
		Temperatura de atm. Sa=	25000	Am=mayor de Wm2/Sa o Wm1/Sb=	3.899612788		
Factor de empaque				AB=# tornillos X OD tornillos=	20.0575452		
y=	50	m=	0.5	W0.5(Am+AB)Sa =	299464.4748		
Cargas en bridas		Nivel de reaccion		Momentos en bridas			
HD=0.7854B^2p=	48071.19	hD=R+0.5g1=	2.805	MD=HDhD=	134839.6947		
HT=H-HD=	12101.44	hT=0.5(R+g1+hG)=	2.655	MT=HThT=	32129.3317		
				Mo=MD+MT=	166969.0264		
Momento flexor							
HG=W-H=	239291.8	h'G=(hGh'G/hG+h'G)=	0.41096	MG=HGh'G=	98339.11202		
Esfuerzo permisible		Calculo de esfuerzos		Factores de forma			
Sf0<>=	5000	Cuello Largo SH=fM/Lg^2 =	-41.1336	K=A/B=	T=	Z=	Y=
Sf0=	5000	Esfuerzo Radial SR=N1M/Lt^2=	2115.81	T=	1.77099	3.34364	6.4529
Sf0=	5000	Esfuerzo Tang. ST=(YM/t^2)-ZSR=	737.975	g1/g0=	1.45		
Sf0=	5000	Mayor de 0.5 (SH+SR) ó (SH+ST)=		h0=(Bg0)^1/2=	6.029925373		
		Esfuerzo radial en Barrenos		h/h0=	0.833841165		
Sf0=	5000	SRAD=6MG/(t^2((pi)C-nd1)=	1614.18	F=	0.002401318		
				V=	0.057613949		
				f=	-0.019413003		
				e=F/h0=	0.000398233		
				d=U/V h0g0^2=	2404.579409		
				M=M0/B=	8265.793385		
Espesor requerido							
				t=0.29(MY/Sf0)^1/2=	2.612903331		
				N1=4/3 te + 1=	1.000780409		
				L=(te+1/T)+(t^3/d)=	0.572663196		



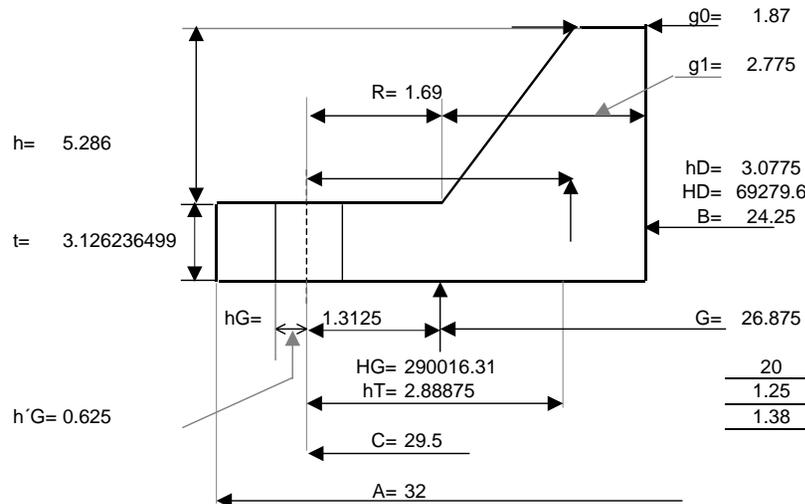
- 20 (n) tornillos
- 1.13 diametro de tornilleria
- 1.25 (d1) barrenos

n=	20	d1=	1.25
dn	20	g0=	1.8
A=	27.5	g1=	2.61
B=	20.2	h=	5.028
C=	25	M=	8265.8
AB	20.058		
R=	1.5		

24" T1A1

CALCULO DE BRIDAS POR DIAMETRO

Condiciones de diseño				Calculo de tornilleria					
Presion de diseño P=	150			Nivel de reaccion hG=C-B/4=	1.3125	hG'=A-C/4=	0.625		
Temperatura de diseño T=	180			G=C-2hG=	26.875	b=0.25 (C-B)=	1.3125		
Temperatura de atm. T=	70			H'gy=(hG/h'G)(b(pi)Gy)=	11635.57828				
Material=	MATERIAL BRIDA			Wm2=b(pi) Gy+H'gy=	17176.32984				
Material de tornillos=	C.S. A193 GR B			Hp=2b(pi)GmP=	16622.25469				
Material de empaque=	NEOPRENO			H'p=Hp(hG/h'G)=	34906.73484				
Esfuerzos permisibles	Brida	Temperatura de diseño Sfo=	5000	H=0.7854G^2P=	85090.11328				
	Tornillos	Temperatura de diseño Sb=	25000	Wm1=H+Hp+H'p=	136619.1028				
		Temperatura de atm. Sa=	25000	Am=mayor de Wm2/Sa o Wm1/Sb=	5.464764113				
Factor de empaque				AB=# tornillos X OD tornillos=	24.54375				
y=	50	m=	0.5	W0.5(Am+AB)Sa =	375106.4264				
Cargas en bridas		Nivel de reaccion		Momentos en bridas					
HD=0.7854B^2p=	69279.64	hD=R+0.5g1=	3.0775	MD=HDhD=	213208.1017				
HT=H-HD=	15810.47	hT=0.5(R+g1+hG)=	2.88875	MT=HThT=	45672.49566				
				Mo=MD+MT=	258880.5974				
Momento flexor									
HG=W-H=	290016.3	h'G=(hGh'G/hG+h'G)=	0.42339	MG=HGh'G=	122789.1648				
Esfuerzo permisible		Calculo de esfuerzos		Factores de forma		T=	Z=	Y=	U=
Sf0<>=	5000	Cuello Largo SH=fM/Lg^2 =	-124.122	K=A/B=	1.319587629				
Sf0=	5000	Esfuerzo Radial SR=N1M/Lt^2=	1914.49	T=	1.789001679				
Sf0=	5000	Esfuerzo Tang. ST=(YM/t^2)-ZSR=	732.863	g1/g0=	1.483957219				
Sf0=	5000	Mayor de 0.5 (SH+SR) ó (SH+ST)=		895.185	h0=(Bg0)^1/2=	6.734055242			
		Esfuerzo radial en Barrenos			h/h0=	0.784965346			
Sf0=	5000	SRAD=6MG/(t^2((pi)C-nd1))=	1158.35	F=	0.00305356				
				V=	0.068991761				
				f=	-0.051137345				
				e=F/h0=	0.00045345				
				d=U/V h0g0^2=	2682.663712				
				M=M0/B=	10675.48855				
Espesor requerido									
				t=0.29(MY/Sf0)^1/2=	3.126236499				
				N1=4/3 te + 1=	1.001063195				
				L=(te+1/T)+(t^3/d)=	0.57115272				



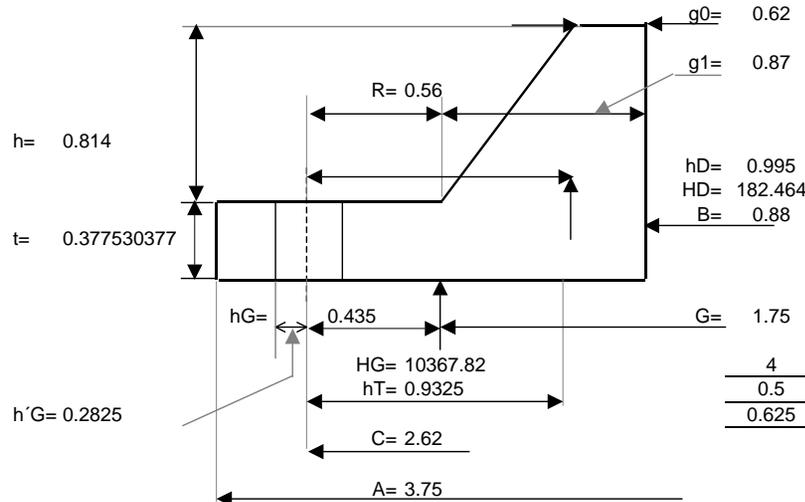
n=	20	d1=	1.38
dn	24	g0=	1.87
A=	32	g1=	2.775
B=	24.25	h=	5.286
C=	29.5	M=	10675
AB	24.544		
R=	1.69		

20	(n) tornillos
1.25	diametro de tornilleria
1.38	(d1) barrenos

1/2" T2B2

CALCULO DE BRIDAS POR DIAMETRO

Condiciones de diseño				Calculo de tornilleria			
Presion de diseño P=	300			Nivel de reaccion hG=C-B/4=	0.435	hG' =A-C/4=	0.2825
Temperatura de diseño T=	180			G=C-2hG=	1.75	b=0.25 (C-B)=	0.435
Temperatura de atm. T=	70			H'gy=(hG/h'G)(b(pi)Gy)=	184.1276469		
Material=	MATERIAL BRIDA			Wm2=b(pi) Gy+H'gy=	303.7047969		
Material de tornillos=	C.S. A193 GR B			Hp=2b(pi)GmP=	717.4629		
Material de empaque=	NEOPRENO			H'p=Hp(hG/h'G)=	1104.765881		
Esfuerzos permisibles	Brida	Temperatura de diseño Sfo=	5800	H=0.7854G^2P=	721.58625		
	Tornillos	Temperatura de diseño Sb=	25000	Wm1=H+Hp+H'p=	2543.815031		
		Temperatura de atm. Sa=	25000	Am=mayor de Wm2/Sa o Wm1/Sb=	0.101752601		
Factor de empaque				AB=# tornillos X OD tornillos=	0.7854		
y=	50	m=	0.5	W0.5(Am+AB)Sa =	11089.40752		
Cargas en bridas		Nivel de reaccion		Momentos en bridas			
HD=0.7854B^2p=	182.4641	hD=R+0.5g1=	0.995	MD=HDhD=	181.5518074		
HT=H-HD=	539.1221	hT=0.5(R+g1+hG)=	0.9325	MT=HThT=	502.7313788		
				Mo=MD+MT=	684.2831861		
Momento flexor							
HG=W-H=	10367.82	h'G=(hGh'G/hG+h'G)=	0.17127	MG=HGh'G=	1775.715172		
Esfuerzo permisible		Calculo de esfuerzos		Factores de forma			
Sf0<>=	5800	Cuello Largo SH=fM/Lg^2 =	104.236	K=A/B=	T=	Z=	Y=
Sf0=	5800	Esfuerzo Radial SR=N1M/Lt^2=	5266.11	T=	0.96912	1.11656	1.3728
Sf0=	5800	Esfuerzo Tang. ST=(YM/t^2)-ZSR=	1609.77	g1/g0=	4.261363636		
Sf0=	5800	Mayor de 0.5 (SH+SR) ó (SH+ST)=		h0=(Bg0)^1/2=	0.738647413		
		Esfuerzo radial en Barrenos		h/h0=	1.102014285		
Sf0=	5800	SRAD=6MG/(t^2((pi)C-nd1)=	13043.4	F=	0.00090192		
				V=	0.032010569		
				f=	0.105150702		
				e=F/h0=	0.001221042		
				d=U/V h0g0^2=	13.38128997		
				M=M0/B=	777.5945297		
Espesor requerido							
				t=0.29(MY/Sf0)^1/2=	0.377530377		
				N1=4/3 te + 1=	1.000345735		
				L=(te+1/T)+(t^3/d)=	1.036358267		



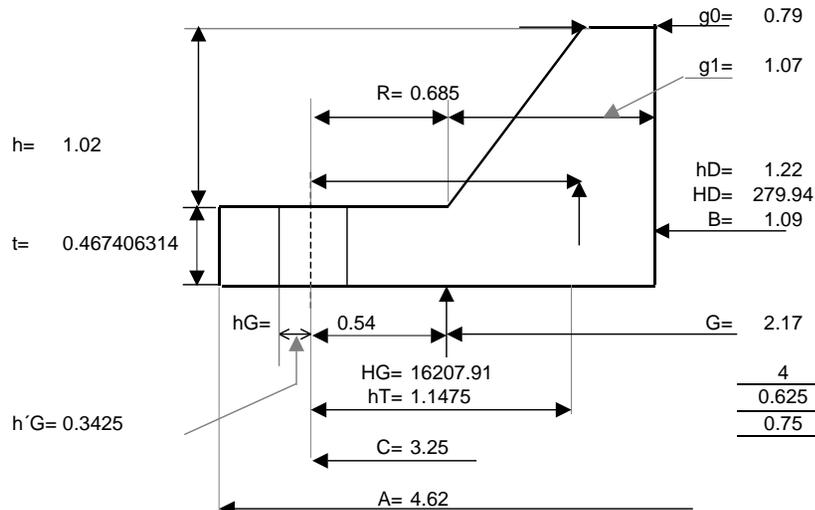
- 4 (n) tornillos
- 0.5 diametro de tornilleria
- 0.625 (d1) barrenos

n=	4	d1=	0.625
dn	0.5	g0=	0.62
A=	3.75	g1=	0.87
B=	0.88	h=	0.814
C=	2.62	M=	777.59
AB	0.7854		
R=	0.56		

3/4" T2B2

CALCULO DE BRIDAS POR DIAMETRO

Condiciones de diseño				Calculo de tornilleria					
Presion de diseño P=	300			Nivel de reaccion hG=C-B/4=	0.54	hG'=A-C/4=	0.3425		
Temperatura de diseño T=	180			G=C-2hG=	2.17	b=0.25 (C-B)=	0.54		
Temperatura de atm. T=	70			H'gy=(hG/h'G)(b(pi)Gy)=	290.2067905				
Material=	MATERIAL BRIDA			Wm2=b(pi) Gy+H'gy=	474.2731345				
Material de tornillos=	C.S. A193 GR B			Hp=2b(pi)GmP=	1104.398064				
Material de empaque=	NEOPRENO			H'p=Hp(hG/h'G)=	1741.240743				
Esfuerzos permisibles	Brida	Temperatura de diseño Sfo=	5800	H=0.7854G^2P=	1109.511018				
	Tornillos	Temperatura de diseño Sb=	25000	Wm1=H+Hp+H'p=	3955.149825				
		Temperatura de atm. Sa=	25000	Am=mayor de Wm2/Sa o Wm1/Sb=	0.158205993				
Factor de empaque				AB=# tornillos X OD tornillos=	1.2271875				
y=	50	m=	0.5	W0.5(Am+AB)Sa =	17317.41866				
Cargas en bridas		Nivel de reaccion		Momentos en bridas					
HD=0.7854B^2p=	279.9401	hD=R+0.5g1=	1.22	MD=HDhD=	341.5269488				
HT=H-HD=	829.5709	hT=0.5(R+g1+hG)=	1.1475	MT=HTHT=	951.9326032				
				Mo=MD+MT=	1293.459552				
Momento flexor									
HG=W-H=	16207.91	h''G=(hGh'G/hG+h'G)=	0.20958	MG=HGh''G=	3396.773392				
Esfuerzo permisible		Calculo de esfuerzos		Factores de forma		T=	Z=	Y=	U=
Sf0<=>	5800	Cuello Largo SH=fM/Lg^2 =	105.253	K=A/B=	4.23853211				
Sf0=	5800	Esfuerzo Radial SR=N1M/Lt^2=	5261.47	T=	0.972483535				
Sf0=	5800	Esfuerzo Tang. ST=(YM/t^2)-ZSR=	1607.94	g1/g0=	1.35443038				
Sf0=	5800	Mayor de 0.5 (SH+SR) ó (SH+ST)=		2683.36	h0=(Bg0)^1/2=	0.92795474			
		Esfuerzo radial en Barrenos			h/h0=	1.09919154			
Sf0=	5800	SRAD=6MG/(t^2(pi)C-nd1)=	12938.4	F=	0.000901719				
				V=	0.033925712				
				f=	0.104870898				
				e=F/h0=	0.000971728				
				d=U/V h0g0^2=	25.86634174				
				M=M0/B=	1186.660139				
Espesor requerido									
				t=0.29(MY/Sf0)^1/2=	0.467406314				
				N1=4/3 te + 1=	1.000340644				
				L=(te+1/T)+(t^3/d)=	1.032709829				



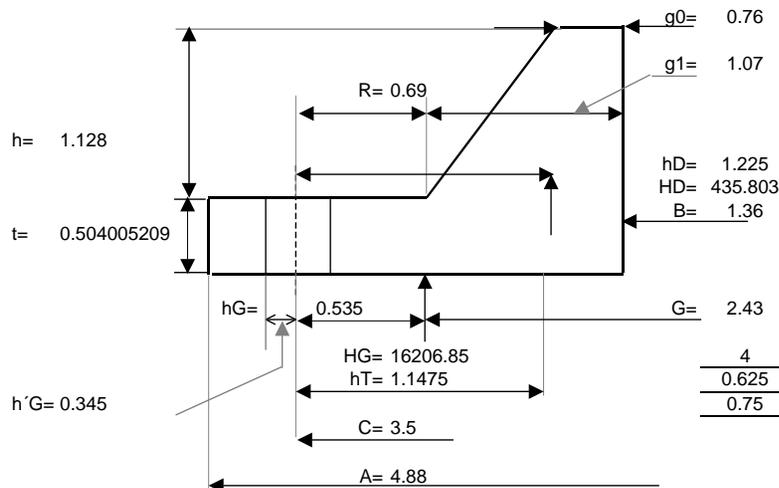
n=	4	d1=	0.75
dn	0.75	g0=	0.79
A=	4.62	g1=	1.07
B=	1.09	h=	1.02
C=	3.25	M=	1186.7
AB	1.2272		
R=	0.685		

4 (n) tornillos
 0.625 diametro de tornilleria
 0.75 (d1) barrenos

1" T2B2

CALCULO DE BRIDAS POR DIAMETRO

Condiciones de diseño				Calculo de tornilleria				
Presion de diseño P=	300			Nivel de reaccion hG=C-B/4=		0.535	hG'=A-C/4=	0.345
Temperatura de diseño T=	180			G=C-2hG=		2.43	b=0.25 (C-B)=	0.535
Temperatura de atm. T=	70			H'gy=(hG/h'G)(b(pi)Gy)=		316.6763533		
Material=	MATERIAL BRIDA			Wm2=b(pi) Gy+H'gy=		520.8882073		
Material de tornillos=	C.S. A193 GR B			Hp=2b(pi)GmP=		1225.271124		
Material de empaque=	NEOPRENO			H'p=Hp(hG/h'G)=		1900.05812		
Esfuerzos permisibles	Brida	Temperatura de diseño Sfo=	5800	H=0.7854G^2P=		1391.312538		
	Tornillos	Temperatura de diseño Sb=	25000	Wm1=H+Hp+H'p=		4516.641782		
		Temperatura de atm. Sa=	25000	Am=mayor de Wm2/Sa o Wm1/Sb=		0.180665671		
Factor de empaque				AB=# tornillos X OD tornillos=		1.2271875		
y=	50	m=	0.5	W0.5(Am+AB)Sa =		17598.16464		
Cargas en bridas		Nivel de reaccion		Momentos en bridas				
HD=0.7854B^2p=	435.8028	hD=R+0.5g1=	1.225	MD=HDhD=		533.8583712		
HT=H-HD=	955.5098	hT=0.5(R+g1+hG)=	1.1475	MT=HhT=		1096.447479		
				Mo=MD+MT=		1630.305851		
Momento flexor								
HG=W-H=	16206.85	h'G=(hGh'G/hG+h'G)=	0.20974	MG=HGh'G=		3399.295144		
Esfuerzo permisible		Calculo de esfuerzos		Factores de forma				
Sfo<=>	5800	Cuello Largo SH=fM/Lg^2 =	121.003	K=A/B=	T=	Z=	Y=	U=
Sfo=	5800	Esfuerzo Radial SR=N1M/Lt^2=	5078.31	T=	1.08082	1.16841	1.5871	1.74
Sfo=	5800	Esfuerzo Tang. ST=(YM/t^2)-ZSR=	1556.1	g1/g0=	3.588235294			
Sfo=	5800	Mayor de 0.5 (SH+SR) ó (SH+ST)=		2599.66	h0=(Bg0)^1/2=	1.080818316		
		Esfuerzo radial en Barrenos			h/h0=	1.407894737		
Sfo=	5800	SRAD=6MG/(t^2((pi)C-nd1)=	10042	h0=	1.016661202			
Sfo=	5800			F=	1.10951416			
				V=	0.000883579			
				f=	0.031544839			
				e=F/h0=	0.107427904			
				d=U/V h0g0^2=	0.000869099			
				M=M0/B=	32.46648055			
				Espesor requerido				
				t=0.29(MY/Sfo)^1/2=	0.504005209			
				N1=4/3 te + 1=	1.000328523			
				L=(te+1/T)+(t^3/d)=	0.929573551			



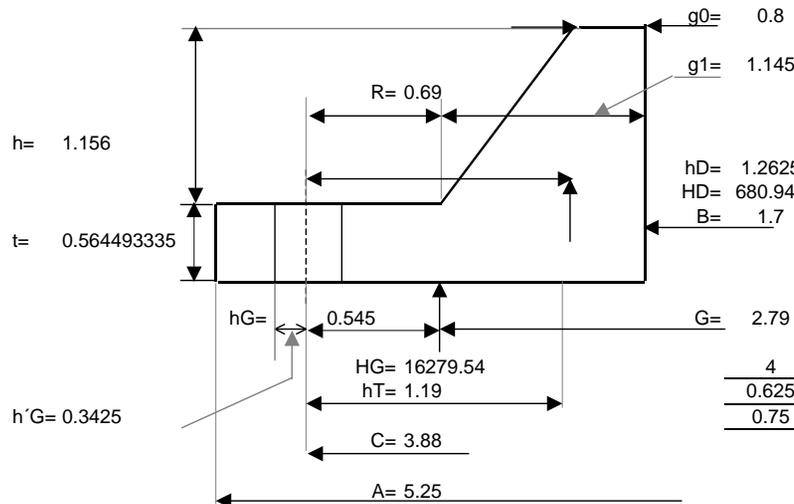
n=	4	d1=	0.75
dn	1	g0=	0.76
A=	4.88	g1=	1.07
B=	1.36	h=	1.128
C=	3.5	M=	1198.8
AB	1.2272		
R=	0.69		

4 (n) tornillos
0.625 diametro de tornilleria
0.75 (d1) barrenos

1 1/4" T2B2

CALCULO DE BRIDAS POR DIAMETRO

Condiciones de diseño				Calculo de tornilleria					
Presion de diseño P=	300			Nivel de reaccion hG=C-B/4=	0.545	h'G=A-C/4=	0.3425		
Temperatura de diseño T=	180			G=C-2hG=	2.79	b=0.25 (C-B)=	0.545		
Temperatura de atm. T=	70			H'gy=(hG/h'G)/(b(pi)Gy)=	380.0646912				
Material=	MATERIAL BRIDA			Wm2=b(pi) Gy+H'gy=	618.9126852				
Material de tornillos=	C.S. A193 GR B			Hp=2b(pi)GmP=	1433.087964				
Material de empaque=	NEOPRENO			H'p=Hp(hG/h'G)=	2280.388147				
Esfuerzos permisibles	Brida	Temperatura de diseño Sfo=	5800	H=0.7854G^2P=	1834.089642				
	Tornillos	Temperatura de diseño Sb=	25000	Wm1=H+Hp+H'p=	5547.565753				
		Temperatura de atm. Sa=	25000	Am=mayor de Wm2/Sa o Wm1/Sb=	0.22190263				
Factor de empaque				AB=# tornillos X OD tornillos=	1.2271875				
y=	50	m=	0.5	W0.5(Am+AB)Sa =	18113.62663				
Cargas en bridas		Nivel de reaccion		Momentos en bridas					
HD=0.7854B^2p=	680.9418	hD=R+0.5g1=	1.2625	MD=HDhD=	859.6890225				
HT=H-HD=	1153.148	hT=0.5(R+g1+hG)=	1.19	MT=HThT=	1372.245932				
				Mo=MD+MT=	2231.934954				
Momento flexor									
HG=W-H=	16279.54	h'G=(hGh'G/hG+h'G)=	0.21032	MG=HGh'G=	3423.97642				
Esfuerzo permisible		Calculo de esfuerzos		Factores de forma		T=	Z=	Y=	U=
Sf0<>=	5800	Cuello Largo SH=fM/Lg^2 =	72.9029	K=A/B=	3.088235294				
Sf0=	5800	Esfuerzo Radial SR=N1M/Lt^2=	4854.82	T=	1.184800303				
Sf0=	5800	Esfuerzo Tang. ST=(YM/t^2)-ZSR=	1497.52	g1/g0=	1.43125				
		Mayor de 0.5 (SH+SR) ó (SH+ST)=	2463.86	h0=(Bg0)^1/2=	1.166190379				
Sf0=	5800	Esfuerzo radial en Barrenos		h/h0=	0.991261822				
Sf0=	5800	SRAD=6MG/(t^2((pi)C-nd1)=	7015.79	F=	0.001285172				
				V=	0.037487442				
				f=	0.061811296				
				e=F/h0=	0.001102026				
				d=U/V h0g0^2=	39.7712168				
				M=M0/B=	1312.902914				
Espesor requerido									
				t=0.29(MY/Sf0)^1/2=	0.564493335				
				N1=4/3 te + 1=	1.000466565				
				L=(te+1/T)+(t^3/d)=	0.84907195				



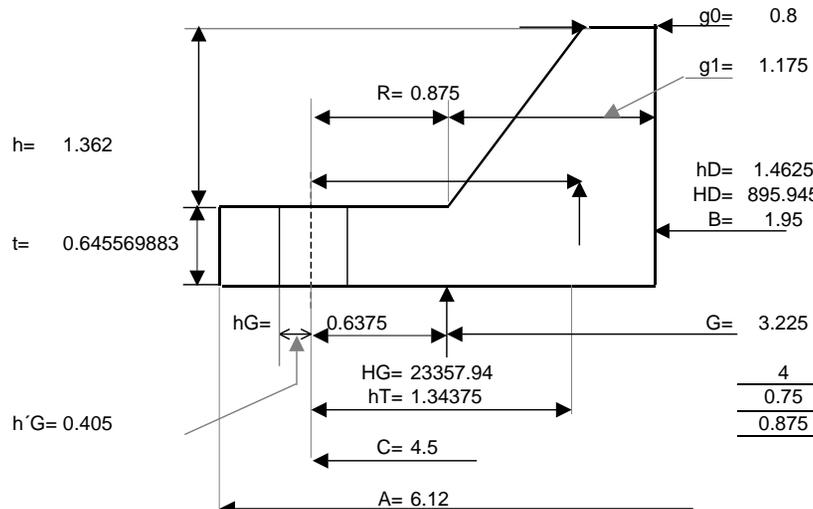
4 (n) tornillos
0.625 diametro de tornilleria
0.75 (d1) barrenos

n=	4	d1=	0.75
dn	1.25	g0=	0.8
A=	5.25	g1=	1.145
B=	1.7	h=	1.156
C=	3.88	M=	1312.9
AB	1.2272		
R=	0.69		

1 1/2" T2B2

CALCULO DE BRIDAS POR DIAMETRO

Condiciones de diseño				Calculo de tornilleria			
Presion de diseño P=	300			Nivel de reaccion hG=C-B/4=	0.6375	hG'=A-C/4=	0.405
Temperatura de diseño T=	180			G=C-2hG=	3.225	b=0.25 (C-B)=	0.6375
Temperatura de atm. T=	70			H'gy=(hG/h'G)(b(pi)Gy)=	508.3419688		
Material=	MATERIAL BRIDA			Wm2=b(pi) Gy+H'gy=	831.2886313		
Material de tornillos=	C.S. A193 GR B			Hp=2b(pi)GmP=	1937.679975		
Material de empaque=	NEOPRENO			H'p=Hp(hG/h'G)=	3050.051813		
Esfuerzos permisibles	Brida	Temperatura de diseño Sfo=	5800	H=0.7854G^2P=	2450.595263		
	Tornillos	Temperatura de diseño Sb=	25000	Wm1=H+Hp+H'p=	7438.32705		
		Temperatura de atm. Sa=	25000	Am=mayor de Wm2/Sa o Wm1/Sb=	0.297533082		
Factor de empaque				AB=# tornillos X OD tornillos=	1.76715		
y=	50	m=	0.5	W0.5(Am+AB)Sa =	25808.53853		
Cargas en bridas		Nivel de reaccion		Momentos en bridas			
HD=0.7854B^2p=	895.9451	hD=R+0.5g1=	1.4625	MD=HDhD=	1310.319636		
HT=H-HD=	1554.65	hT=0.5(R+g1+hG)=	1.34375	MT=HThT=	2089.061223		
				Mo=MD+MT=	3399.380859		
Momento flexor							
HG=W-H=	23357.94	h''G=(hGh'G/hG+h'G)=	0.24766	MG=HGh''G=	5784.87192		
Esfuerzo permisible	Calculo de esfuerzos			Factores de forma			
				T=	Z=	Y=	U=
Sf0<=>=	5800	Cuello Largo SH=fM/Lg^2 =	146.121	K=A/B=	3.138461538		
Sf0=	5800	Esfuerzo Radial SR=N1M/Lt^2=	4877.71	T=	1.173359735		
Sf0=	5800	Esfuerzo Tang. ST=(YM/t^2)-ZSR=	1509.65	g1/g0=	1.46875		
		Mayor de 0.5 (SH+SR) ó (SH+ST)=	2511.91	h0=(Bg0)^1/2=	1.2489996		
Sf0=	5800	Esfuerzo radial en Barrenos		h/h0=	1.090472727		
Sf0=	5800	SRAD=6MG/(t^2(pi)C-nd1)=	7829.45	F=	0.000943454		
				V=	0.030407902		
				f=	0.099275839		
				e=F/h0=	0.000755368		
				d=U/V h0g0^2=	51.7246259		
				M=M0/B=	1743.272235		
Espesor requerido							
				t=0.29(MY/Sf0)^1/2=	0.645569883		
				N1=4/3 te + 1=	1.000365732		
				L=(te+1/T)+(t^3/d)=	0.857870691		



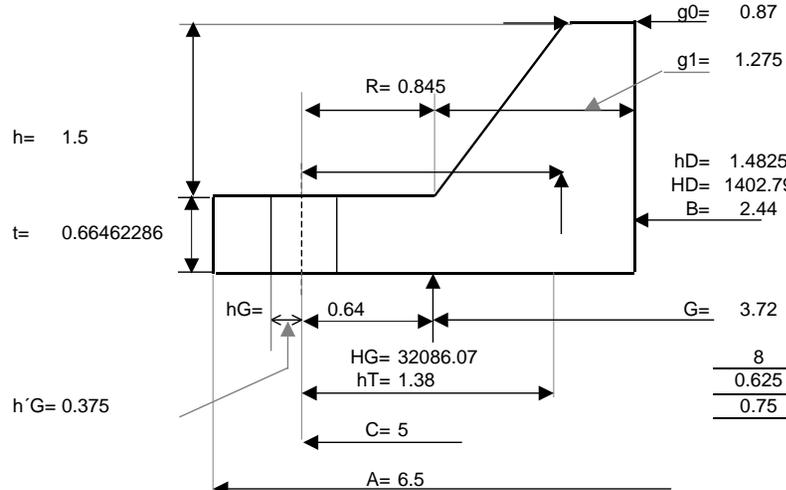
- 4 (n) tornillos
- 0.75 diametro de tornilleria
- 0.875 (d1) barrenos

n=	4	d1=	0.875
dn	1.5	g0=	0.8
A=	6.12	g1=	1.175
B=	1.95	h=	1.362
C=	4.5	M=	1743.3
AB	1.7672		
R=	0.875		

2" T2B2

CALCULO DE BRIDAS POR DIAMETRO

Condiciones de diseño				Calculo de tornilleria			
Presion de diseño P=	300			Nivel de reaccion hG=C-B/4=	0.64	hG'=A-C/4=	0.375
Temperatura de diseño T=	180			G=C-2hG=	3.72	b=0.25 (C-B)=	0.64
Temperatura de atm. T=	70			H'gy=(hG/h'G)(b(pi)Gy)=	638.2524826		
Material=	MATERIAL BRIDA			Wm2=b(pi) Gy+H'gy=	1012.228547		
Material de tornillos=	C.S. A193 GR B			Hp=2b(pi)GmP=	2243.856384		
Material de empaque=	NEOPRENO			H'p=Hp(hG/h'G)=	3829.514895		
Esfuerzos permisibles	Brida	Temperatura de diseño Sfo=	5800	H=0.7854G^2P=	3260.603808		
	Tornillos	Temperatura de diseño Sb=	25000	Wm1=H+Hp+H'p=	9333.975087		
		Temperatura de atm. Sa=	25000	Am=mayor de Wm2/Sa o Wm1/Sb=	0.373359003		
Factor de empaque				AB=# tornillos X OD tornillos=	2.454375		
y=	50	m=	0.5	W0.5(Am+AB)Sa =	35346.67504		
Cargas en bridas		Nivel de reaccion		Momentos en bridas			
HD=0.7854B^2p=	1402.787	hD=R+0.5g1=	1.4825	MD=HDhD=	2079.632071		
HT=H-HD=	1857.817	hT=0.5(R+g1+hG)=	1.38	MT=HThT=	2563.786875		
				Mo=MD+MT=	4643.418946		
Momento flexor							
HG=W-H=	32086.07	h''G=(hGh'G/hG+h'G)=	0.23645	MG=HGh''G=	7586.854282		
Esfuerzo permisible	Calculo de esfuerzos			Factores de forma			
Sf0<>=	5800	Cuello Largo SH=fM/Lg^2 =	114.194	K=A/B=	2.663934426		
Sf0=	5800	Esfuerzo Radial SR=N1M/Lt^2=	5537.92	T=	1.292053655		
Sf0=	5800	Esfuerzo Tang. ST=(YM/t^2)-ZSR=	1707.84	g1/g0=	1.465517241		
Sf0=	5800	Mayor de 0.5 (SH+SR) ó (SH+ST)=		2826.06	h0=(Bg0)^1/2=	1.456983185	
				Esfuerzo radial en Barrenos			h/h0=
Sf0=	5800	SRAD=6MG/(t^2((pi)C-nd1)=	10615.3	F=	0.001139163		
Sf0=	5800			V=	0.033761767		
				f=	0.075916726		
				e=F/h0=	0.000781864		
				d=U/V h0g0^2=	75.50504836		
				M=M0/B=	1903.040552		
Espesor requerido							
				t=0.29(MY/Sf0)^1/2=	0.66462286		
				N1=4/3 te + 1=	1.000389734		
				L=(te+1/T)+(t^3/d)=	0.778252063		



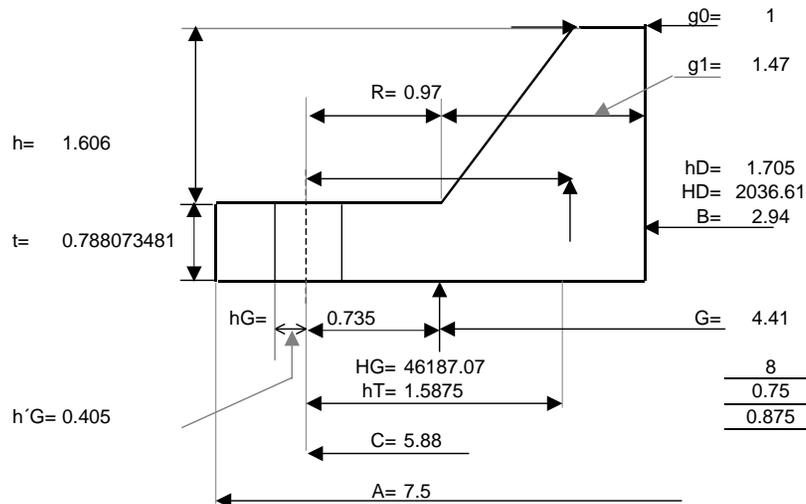
8	(n) tornillos
0.625	diámetro de tornilleria
0.75	(d1) barrenos

n=	8	d1=	0.75
dn	2	g0=	0.87
A=	6.5	g1=	1.275
B=	2.44	h=	1.5
C=	5	M=	1903
AB	2.4544		
R=	0.845		

2 1/2" T2B2

CALCULO DE BRIDAS POR DIAMETRO

Condiciones de diseño				Calculo de tornilleria			
Presion de diseño P=	300			Nivel de reaccion hG=C-B/4=	0.735	hG'=A-C/4=	0.405
Temperatura de diseño T=	180			G=C-2hG=	4.41	b=0.25 (C-B)=	0.735
Temperatura de atm. T=	70			H'gy=(hG/h'G)/(b(pi)Gy)=	924.015246		
Material=	MATERIAL BRIDA			Wm2=b(pi) Gy+H'gy=	1433.166504		
Material de tornillos=	C.S. A193 GR B			Hp=2b(pi)GmP=	3054.907548		
Material de empaque=	NEOPRENO			H'p=Hp(hG/h'G)=	5544.091476		
Esfuerzos permisibles	Brida	Temperatura de diseño Sfo=	5800	H=0.7854G^2P=	4582.361322		
	Tornillos	Temperatura de diseño Sb=	25000	Wm1=H+Hp+H'p=	13181.36035		
		Temperatura de atm. Sa=	25000	Am=mayor de Wm2/Sa o Wm1/Sb=	0.527254414		
Factor de empaque				AB=# tornillos X OD tornillos=	3.5343		
y=	50	m=	0.5	W0.5(Am+AB)Sa =	50769.43017		
Cargas en bridas		Nivel de reaccion		Momentos en bridas			
HD=0.7854B^2p=	2036.605	hD=R+0.5g1=	1.705	MD=HDhD=	3472.41158		
HT=H-HD=	2545.756	hT=0.5(R+g1+hG)=	1.5875	MT=HThT=	4041.38811		
				Mo=MD+MT=	7513.79969		
Momento flexor							
HG=W-H=	46187.07	h''G=(hGh'G/hG+h'G)=	0.26112	MG=HGh''G=	12060.29449		
Esfuerzo permisible		Calculo de esfuerzos		Factores de forma			
Sf0<>=	5800	Cuello Largo SH=fM/Lg^2 =	51.2723	K=A/B=	T=	Z=	Y=
Sf0=	5800	Esfuerzo Radial SR=N1M/Lt^2=	5413.11	T=	1.32417	1.36313	2.2023
Sf0=	5800	Esfuerzo Tang. ST=(YM/t^2)-ZSR=	1683.74	g1/g0=	2.551020408		
		Mayor de 0.5 (SH+SR) ó (SH+ST)=	2732.19	h0=(Bg0)^1/2=	1.324166402		
Sf0=	5800	Esfuerzo radial en Barrenos		h/h0=	1.47		
Sf0=	5800	SRAD=6MG/(t^2((pi)C-nd1)=	10155.8	F=	1.71464282		
				V=	0.936638221		
				f=	0.001580696		
				e=F/h0=	0.041382846		
				d=U/V h0g0^2=	0.032974202		
				M=M0/B=	0.000921881		
				Espesor requerido			
				t=0.29(MY/Sf0)^1/2=	0.788073481		
				N1=4/3 te + 1=	1.000544882		
				L=(te+1/T)+(t^3/d)=	0.760621877		

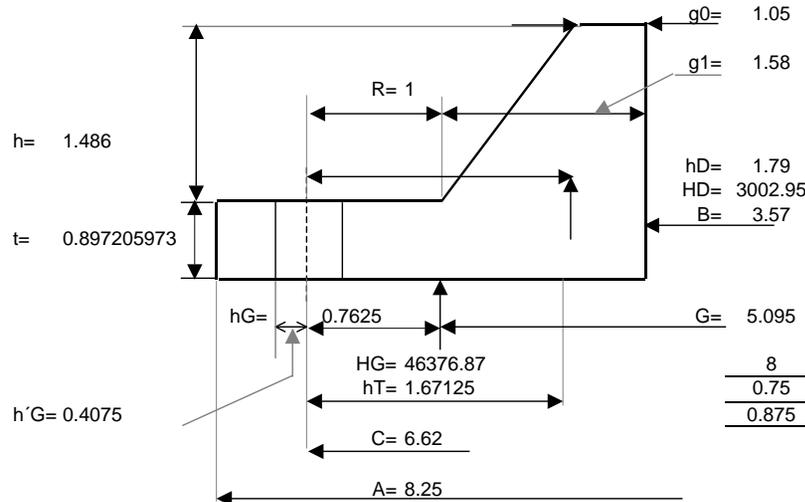


8	(n) tornillos	n=	8	d1=	0.875
0.75	diámetro de tornilleria	dn	2.5	g0=	1
0.875	(d1) barrenos	A=	7.5	g1=	1.47
		B=	2.94	h=	1.606
		C=	5.88	M=	2555.7
		AB	3.5343		
		R=	0.97		

3" T2B2

CALCULO DE BRIDAS POR DIAMETRO

Condiciones de diseño				Calculo de tornilleria				
Presion de diseño P=	300			Nivel de reaccion hG=C-B/4=	0.7625	hG'=A-C/4=	0.4075	
Temperatura de diseño T=	180			G=C-2hG=	5.095	b=0.25(C-B)=	0.7625	
Temperatura de atm. T=	70			H'gy=(hG/h'G)(b(pi)Gy)=	1141.871317			
Material=	MATERIAL BRIDA			Wm2=b(pi) Gy+H'gy=	1752.117299			
Material de tornillos=	C.S. A193 GR B			Hp=2b(pi)GmP=	3661.475895			
Material de empaque=	NEOPRENO			H'p=Hp(hG/h'G)=	6851.227902			
Esfuerzos permisibles	Brida	Temperatura de diseño Sfo=	5800	H=0.7854G^2P=	6116.465471			
	Tornillos	Temperatura de diseño Sb=	25000	Wm1=H+Hp+H'p=	16629.16927			
		Temperatura de atm. Sa=	25000	Am=mayor de Wm2/Sa o Wm1/Sb=	0.665166771			
Factor de empaque				AB=# tornillos X OD tornillos=	3.5343			
y=	50	m=	0.5	W0.5(Am+AB)Sa =	52493.33463			
Cargas en bridas		Nivel de reaccion		Momentos en bridas				
HD=0.7854B^2p=	3002.953	hD=R+0.5g1=	1.79	MD=HDhD=	5375.286475			
HT=H-HD=	3113.512	hT=0.5(R+g1+hG)=	1.67125	MT=HThT=	5203.457151			
				Mo=MD+MT=	10578.74363			
Momento flexor								
HG=W-H=	46376.87	h'G=(hGh'G/hG+h'G)=	0.26557	MG=HGh'G=	12316.37847			
Esfuerzo permisible		Calculo de esfuerzos		Factores de forma				
Sf0<>=	5800	Cuello Largo SH=fM/Lg^2 =	104.18	K=A/B=	T=	Z=	Y=	U=
Sf0=	5800	Esfuerzo Radial SR=N1M/Lt^2=	5079.16	T=	1.39816	1.46079	2.4619	2.71
Sf0=	5800	Esfuerzo Tang. ST=(YM/t^2)-ZSR=	1642.91	g1/g0=	2.31092437			
Sf0=	5800	Mayor de 0.5 (SH+SR) ó (SH+ST)=		2591.67	h0=(Bg0)^1/2=	1.936104336		
		Esfuerzo radial en Barrenos			h/h0=	0.76752062		
Sf0=	5800	SRAD=6MG/(t^2((pi)C-nd1)=	6653.54	F=	0.003354292			
				V=	0.074052073			
				f=	0.063683754			
				e=F/h0=	0.001732495			
				d=U/V h0g0^2=	77.98196795			
				M=M0/B=	2963.233509			
Espesor requerido								
				t=0.29(MY/Sf0)^1/2=	0.897205973			
				N1=4/3 te + 1=	1.001165804			
				L=(te+1/T)+(t^3/d)=	0.725597353			



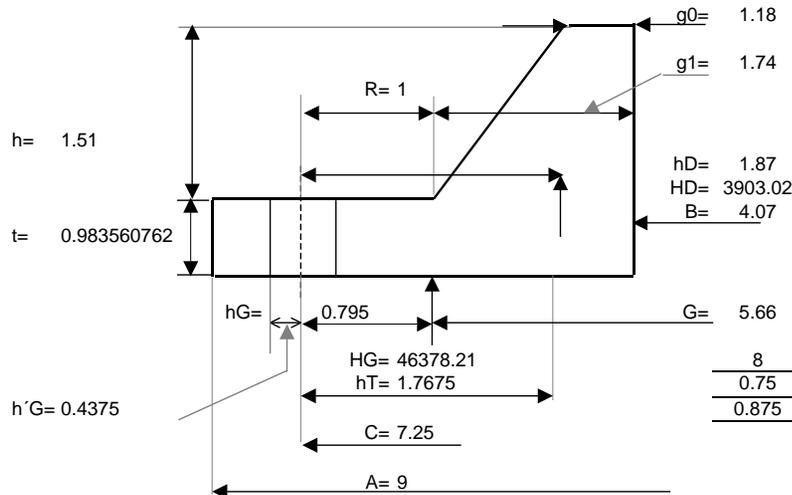
8 (n) tornillos
0.75 diametro de tornilleria
0.875 (d1) barrenos

n=	8	d1=	0.875
dn	3	g0=	1.05
A=	8.25	g1=	1.58
B=	3.57	h=	1.486
C=	6.62	M=	2963.2
AB	3.5343		
R=	1		

3 1/2" T2B2

CALCULO DE BRIDAS POR DIAMETRO

Condiciones de diseño				Calculo de tornilleria			
Presion de diseño P=	300			Nivel de reaccion hG=C-B/4=	0.795	hG'=A-C/4=	0.4375
Temperatura de diseño T=	180			G=C-2hG=	5.66	b=0.25 (C-B)=	0.795
Temperatura de atm. T=	70			H'gy=(hG/h'G)(b(pi)Gy)=	1284.379969		
Material=	MATERIAL BRIDA			Wm2=b(pi)Gy+H'gy=	1991.192845		
Material de tornillos=	C.S. A193 GR B			Hp=2b(pi)GmP=	4240.877256		
Material de empaque=	NEOPRENO			H'p=Hp(hG/h'G)=	7706.279814		
Esfuerzos permisibles	Brida	Temperatura de diseño Sfo=	5800	H=0.7854G^2P=	7548.228072		
	Tornillos	Temperatura de diseño Sb=	25000	Wm1=H+Hp+H'p=	19495.38514		
		Temperatura de atm. Sa=	25000	Am=mayor de Wm2/Sa o Wm1/Sb=	0.779815406		
Factor de empaque				AB=# tornillos X OD tornillos=	3.5343		
y=	50	m=	0.5	W0.5(Am+AB)Sa =	53926.44257		
Cargas en bridas		Nivel de reaccion		Momentos en bridas			
HD=0.7854B^2p=	3903.022	hD=R+0.5g1=	1.87	MD=HDhD=	7298.65065		
HT=H-HD=	3645.206	hT=0.5(R+g1+hG)=	1.7675	MT=HThT=	6442.902195		
				Mo=MD+MT=	13741.55285		
Momento flexor							
HG=W-H=	46378.21	h'G=(hGh'G/hG+h'G)=	0.2822	MG=HGh'G=	13087.96976		
Esfuerzo permisible	Calculo de esfuerzos			Factores de forma			
Sfo<>=	5800	Cuello Largo SH=fM/Lg^2 =	165.145	K=A/B=	2.211302211		
Sfo=	5800	Esfuerzo Radial SR=N1M/Lt^2=	4907.32	T=	1.431307588		
Sfo=	5800	Esfuerzo Tang. ST=(YM/t^2)-ZSR=	1632.04	g1/g0=	1.474576271		
		Mayor de 0.5 (SH+SR) ó (SH+ST)=	2536.23	h0=(Bg0)^1/2=	2.191483516		
Sfo=	5800	Esfuerzo radial en Barrenos		h/h0=	0.689030964		
Sfo=	5800			SRAD=6MG/(t^2((pi)C-nd1)=	5145.26	F=	0.005081907
				V=	0.111330254		
				f=	0.105501702		
				e=F/h0=	0.002318935		
				d=U/V h0g0^2=	78.20880172		
				M=M0/B=	3376.30291		
Espesor requerido							
				t=0.29(MY/Sfo)^1/2=	0.983560762		
				N1=4/3 te + 1=	1.00171061		
				L=(te+1/T)+(t^3/d)=	0.712421366		

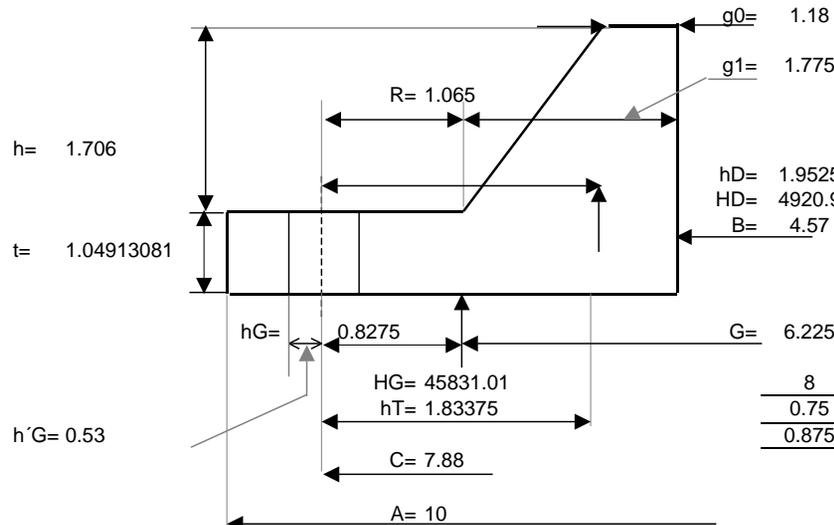


8	(n) tornillos
0.75	diámetro de tornilleria
0.875	(d1) barrenos

n=	8	d1=	0.875
dn	3.5	g0=	1.18
A=	9	g1=	1.74
B=	4.07	h=	1.51
C=	7.25	M=	3376.3
AB	3.5343		
R=	1		

A" T2B2
CALCULO DE BRIDAS POR DIAMETRO

Condiciones de diseño				Calculo de tornilleria			
Presion de diseño P=	300			Nivel de reaccion hG=C-B/4=	0.8275	hG'=A-C/4=	0.53
Temperatura de diseño T=	180			G=C-2hG=	6.225	b=0.25 (C-B)=	0.8275
Temperatura de atm. T=	70			H'gy=(hG/h'G)(b(pi)Gy)=	1263.340397		
Material=	MATERIAL BRIDA			Wm2=b(pi) Gy+H'gy=	2072.48893		
Material de tornillos=	C.S. A193 GR B			Hp=2b(pi)GmP=	4854.891195		
Material de empaque=	NEOPRENO			H'p=Hp(hG/h'G)=	7580.042385		
Esfuerzos permisibles	Brida	Temperatura de diseño Sfo=	5800	H=0.7854G^2P=	9130.422263		
	Tornillos	Temperatura de diseño Sb=	25000	Wm1=H+Hp+H'p=	21565.35584		
		Temperatura de atm. Sa=	25000	Am=mayor de Wm2/Sa o Wm1/Sb=	0.862614234		
Factor de empaque				AB=# tornillos X OD tornillos=	3.5343		
y=	50	m=	0.5	W0.5(Am+AB)Sa =	54961.42792		
Cargas en bridas				Momentos en bridas			
HD=0.7854B^2p=	4920.9	hD=R+0.5g1=	1.9525	MD=HDhD=	9608.057519		
HT=H-HD=	4209.522	hT=0.5(R+g1+hG)=	1.83375	MT=HThT=	7719.211196		
				Mo=MD+MT=	17327.26872		
Momento flexor							
HG=W-H=	45831.01	h''G=(hGh'G/hG+h'G)=	0.32308	MG=HGh''G=	14806.87536		
Esfuerzo permisible	Calculo de esfuerzos			Factores de forma			
				T=	Z=	Y=	U=
Sf0<>=	5800	Cuello Largo SH=fM/Lg^2 =	140.746	K=A/B=	2.188183807		
Sf0=	5800	Esfuerzo Radial SR=N1M/Lt^2=	4880.35	T=	1.439213161		
Sf0=	5800	Esfuerzo Tang. ST=(YM/t^2)-ZSR=	1605.51	g1/g0=	1.504237288		
		Mayor de 0.5 (SH+SR) ó (SH+ST)=	2510.55	h0=(Bg0)^1/2=	2.322197235		
Sf0=	5800	Esfuerzo radial en Barrenos		h/h0=	0.734649053		
Sf0=	5800	SRAD=6MG/(t^2((pi)C-nd1)=	4545.85	F=	0.003980825		
				V=	0.086730999		
				f=	0.082662259		
				e=F/h0=	0.001714249		
				d=U/V h0g0^2=	107.7803931		
				M=M0/B=	3791.524883		
				Espesor requerido			
				t=0.29(MY/Sf0)^1/2=	1.04913081		
				N1=4/3 te + 1=	1.001348854		
				L=(te+1/T)+(t^3/d)=	0.706787668		

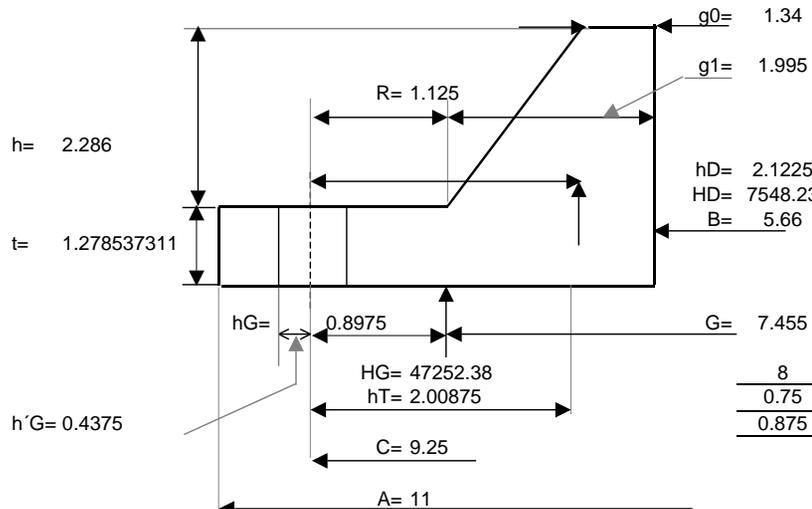


g0=	1.18
g1=	1.775
hD=	1.9525
HD=	4920.9
B=	4.57
hG=	0.8275
HG=	45831.01
hT=	1.83375
C=	7.88
A=	10
G=	6.225
n=	8
dn	4
A=	10
B=	4.57
C=	7.88
AB	3.5343
R=	1.065
d1=	0.875
g0=	1.18
g1=	1.775
h=	1.706
M=	3791.5
(n) tornillos	8
diametro de tornilleria	0.75
(d1) barrenos	0.875

5" T2B2

CALCULO DE BRIDAS POR DIAMETRO

Condiciones de diseño				Calculo de tornilleria			
Presion de diseño P=	300			Nivel de reaccion hG=C-B/4=	0.8975	h'G'=A-C/4=	0.4375
Temperatura de diseño T=	180			G=C-2hG=	7.455	b=0.25 (C-B)=	0.8975
Temperatura de atm. T=	70			H'gy=(hG/h'G)(b(pi)Gy)=	2156.052827		
Material=	MATERIAL BRIDA			Wm2=b(pi) Gy+H'gy=	3207.053508		
Material de tornillos=	C.S. A193 GR B			Hp=2b(pi)GmP=	6306.004089		
Material de empaque=	NEOPRENO			H'p=Hp(hG/h'G)=	12936.31696		
Esfuerzos permisibles	Brida	Temperatura de diseño Sfo=	5800	H=0.7854G^2P=	13095.05863		
	Tornillos	Temperatura de diseño Sb=	25000	Wm1=H+Hp+H'p=	32337.37968		
		Temperatura de atm. Sa=	25000	Am=mayor de Wm2/Sa o Wm1/Sb=	1.293495187		
Factor de empaque				AB=# tornillos X OD tornillos=	3.5343		
y=	50	m=	0.5	W0.5(Am+AB)Sa =	60347.43984		
Cargas en bridas		Nivel de reaccion		Momentos en bridas			
HD=0.7854B^2p=	7548.228	hD=R+0.5g1=	2.1225	MD=HDhD=	16021.11408		
HT=H-HD=	5546.831	hT=0.5(R+g1+hG)=	2.00875	MT=HThT=	11142.19588		
				Mo=MD+MT=	27163.30997		
Momento flexor							
HG=W-H=	47252.38	h''G=(hGh'G/hG+h'G)=	0.29412	MG=HGh''G=	13898.0845		
Esfuerzo permisible	Calculo de esfuerzos			Factores de forma			
	T=	Z=	Y=	U=			
Sf0<=>	5800	Cuello Largo SH=fM/Lg^2 =	47.3008	K=A/B=	1.943462898		
Sf0=	5800	Esfuerzo Radial SR=N1M/Lt^2=	4436.24	T=	1.527972483		
Sf0=	5800	Esfuerzo Tang. ST=(YM/t^2)-ZSR=	1431.32	g1/g0=	1.48880597		
Sf0=	5800	Mayor de 0.5 (SH+SR) ó (SH+ST)=		2241.77	h0=(Bg0)^1/2=	2.75397894	
		Esfuerzo radial en Barrenos			h/h0=	0.830071707	
Sf0=	5800	SRAD=6MG/(t^2((pi)C-nd1)=		2312.48	F=	0.002472452	
				V=	0.05740353		
				f=	0.02598281		
				e=F/h0=	0.000897774		
				d=U/V h0g0^2=	292.211834		
				M=M0/B=	4799.171372		
Espesor requerido							
t=0.29(MY/Sf0)^1/2=				1.278537311			
N1=4/3 te + 1=				1.000860879			
L=(te+1/T)+(t^3/d)=				0.66236551			

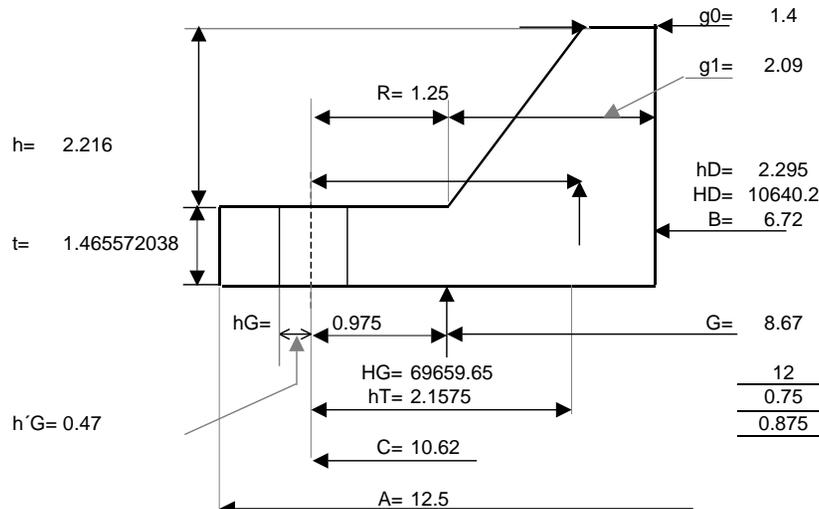


8	(n) tornillos	n=	8	d1=	0.875
0.75	diametro de tornilleria	dn	5	g0=	1.34
0.875	(d1) barrenos	A=	11	g1=	1.995
		B=	5.66	h=	2.286
		C=	9.25	M=	4799.2
		AB	3.5343		
		R=	1.125		

6" T2B2

CALCULO DE BRIDAS POR DIAMETRO

Condiciones de diseño				Calculo de tornilleria					
Presion de diseño P=	300			Nivel de reaccion hG=C-B/4=	0.975	hG'=A-C/4=	0.47		
Temperatura de diseño T=	180			G=C-2hG=	8.67	b=0.25 (C-B)=	0.975		
Temperatura de atm. T=	70			H'gy=(hG/h'G)(b(pi)Gy)=	2754.554462				
Material=	MATERIAL BRIDA			Wm2=b(pi) Gy+H'gy=	4082.390972				
Material de tornillos=	C.S. A193 GR B			Hp=2b(pi)GmP=	7967.01906				
Material de empaque=	NEOPRENO			H'p=Hp(hG/h'G)=	16527.32677				
Esfuerzos permisibles	Brida	Temperatura de diseño Sfo=	5800	H=0.7854G^2P=	17711.29622				
	Tornillos	Temperatura de diseño Sb=	25000	Wm1=H+Hp+H'p=	42205.64205				
		Temperatura de atm. Sa=	25000	Am=mayor de Wm2/Sa o Wm1/Sb=	1.688225682				
Factor de empaque				AB=# tornillos X OD tornillos=	5.30145				
y=	50	m=	0.5	W0.5(Am+AB)Sa =	87370.94603				
Cargas en bridas		Nivel de reaccion		Momentos en bridas					
HD=0.7854B^2p=	10640.22	hD=R+0.5g1=	2.295	MD=HDhD=	24419.30997				
HT=H-HD=	7071.074	hT=0.5(R+g1+hG)=	2.1575	MT=HThT=	15255.84218				
				Mo=MD+MT=	39675.15214				
Momento flexor									
HG=W-H=	69659.65	h''G=(hGh'G/hG+h'G)=	0.31713	MG=HGh''G=	22091.02735				
Esfuerzo permisible		Calculo de esfuerzos		Factores de forma		T=	Z=	Y=	U=
Sf0<=>	5800	Cuello Largo SH=fM/Lg^2 =	182.199	K=A/B=	1.860119048				
Sf0=	5800	Esfuerzo Radial SR=N1M/Lt^2=	4199.3	T=	1.560320392				
Sf0=	5800	Esfuerzo Tang. ST=(YM/t^2)-ZSR=	1449.19	g1/g0=	1.492857143				
		Mayor de 0.5 (SH+SR) ó (SH+ST)=	2190.75	h0=(Bg0)^1/2=	3.067246322				
Sf0=	5800	Esfuerzo radial en Barrenos		h/h0=	0.722472135				
Sf0=	5800	SRAD=6MG/(t^2(pi)C-nd1)=	2699.01	F=	0.004235454				
				V=	0.092545493				
				f=	0.088370195				
				e=F/h0=	0.001380865				
				d=U/V h0g0^2=	235.3531962				
				M=M0/B=	5904.040498				
Espesor requerido									
				t=0.29(MY/Sf0)^1/2=	1.465572038				
				N1=4/3 te + 1=	1.001517818				
				L=(te+1/T)+(t^3/d)=	0.655566263				



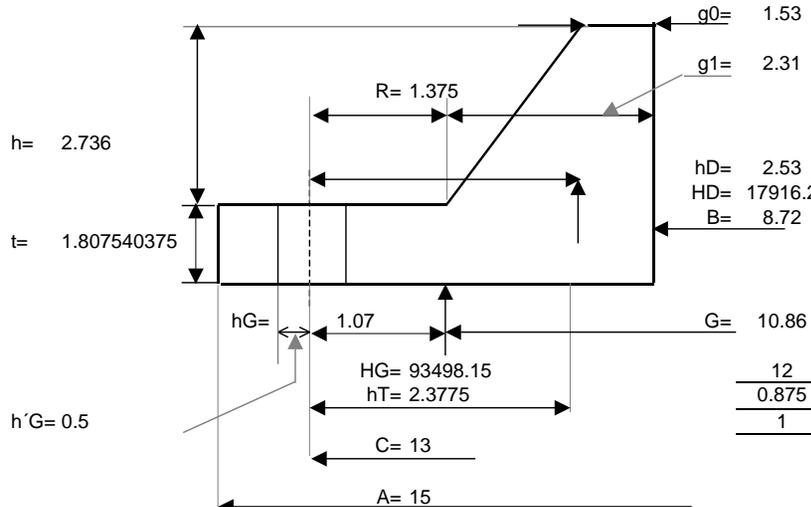
12 (n) tornillos
0.75 diametro de tornilleria
0.875 (d1) barrenos

n=	12	d1=	0.875
dn	6	g0=	1.4
A=	12.5	g1=	2.09
B=	6.72	h=	2.216
C=	10.62	M=	5904
AB	5.3015		
R=	1.25		

8" T2B2

CALCULO DE BRIDAS POR DIAMETRO

Condiciones de diseño				Calculo de tornilleria					
Presion de diseño P=	300			Nivel de reaccion hG=C-B/4=	1.07	hG'=A-C/4=	0.5		
Temperatura de diseño T=	180			G=C-2hG=	10.86	b=0.25 (C-B)=	1.07		
Temperatura de atm. T=	70			H'gy=(hG/h'G)(b(pi)Gy)=	3906.144174				
Material=	MATERIAL BRIDA			Wm2=b(pi) Gy+H'gy=	5731.44519				
Material de tornillos=	C.S. A193 GR B			Hp=2b(pi)GmP=	10951.8061				
Material de empaque=	NEOPRENO			H'p=Hp(hG/h'G)=	23436.86505				
Esfuerzos permisibles	Brida	Temperatura de diseño Sfo=	5800	H=0.7854G^2P=	27788.92855				
	Tornillos	Temperatura de diseño Sb=	25000	Wm1=H+Hp+H'p=	62177.59969				
		Temperatura de atm. Sa=	25000	Am=mayor de Wm2/Sa o Wm1/Sb=	2.487103988				
Factor de empaque				AB=# tornillos X OD tornillos=	7.2158625				
y=	50	m=	0.5	W0.5(Am+AB)Sa =	121287.0811				
Cargas en bridas		Nivel de reaccion		Momentos en bridas					
HD=0.7854B^2p=	17916.17	hD=R+0.5g1=	2.53	MD=HDhD=	45327.90455				
HT=H-HD=	9872.761	hT=0.5(R+g1+hG)=	2.3775	MT=HThT=	23472.48867				
				Mo=MD+MT=	68800.39322				
Momento flexor									
HG=W-H=	93498.15	h''G=(hGh'G/hG+h'G)=	0.34076	MG=HGh''G=	31860.83542				
Esfuerzo permisible		Calculo de esfuerzos		Factores de forma		T=	Z=	Y=	U=
Sf0<>=	5800	Cuello Largo SH=fM/Lg^2 =	175.102	K=A/B=	1.720183486				
Sf0=	5800	Esfuerzo Radial SR=N1M/Lt^2=	3819.64	T=	1.616924696				
Sf0=	5800	Esfuerzo Tang. ST=(YM/t^2)-ZSR=	1343.35	g1/g0=	1.509803922				
		Mayor de 0.5 (SH+SR) ó (SH+ST)=	1997.37	h0=(Bg0)^1/2=	3.652615501				
Sf0=	5800	Esfuerzo radial en Barrenos		h/h0=	0.749052288				
Sf0=	5800	SRAD=6MG/(t^2((pi)C-nd1)=	2028.73	F=	0.003695323				
				V=	0.080664486				
				f=	0.074974064				
				e=F/h0=	0.001011692				
				d=U/V h0g0^2=	437.1310618				
				M=M0/B=	7889.953351				
Espesor requerido									
				t=0.29(MY/Sf0)^1/2=	1.807540375				
				N1=4/3 te + 1=	1.001371506				
				L=(te+1/T)+(t^3/d)=	0.633098857				

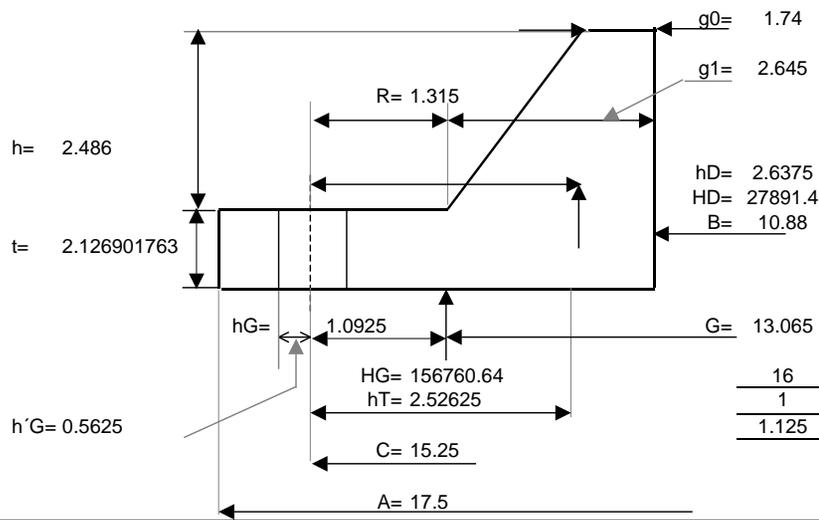


12	(n) tornillos	n=	12	d1=	1
0.875	diametro de tornilleria	dn	8	g0=	1.53
1	(d1) barrenos	A=	15	g1=	2.31
		B=	8.72	h=	2.736
		C=	13	M=	7890
		AB	7.2159		
		R=	1.375		

10" T2B2

CALCULO DE BRIDAS POR DIAMETRO

Condiciones de diseño				Calculo de tornilleria				
Presion de diseño P=	300			Nivel de reaccion hG=C-B/4=	1.0925	hG'=A-C/4=	0.5625	
Temperatura de diseño T=	180			G=C-2hG=	13.065	b=0.25 (C-B)=	1.0925	
Temperatura de atm. T=	70			H'gy=(hG/h'G)(b(pi)Gy)=	4354.624094			
Material=	MATERIAL BRIDA			Wm2=b(pi) Gy+H'gy=	6596.707437			
Material de tornillos=	C.S. A193 GR B			Hp=2b(pi)GmP=	13452.50006			
Material de empaque=	NEOPRENO			H'p=Hp(hG/h'G)=	26127.74456			
Esfuerzos permisibles	Brida	Temperatura de diseño Sfo=	5800	H=0.7854G^2P=	40218.97329			
	Tornillos	Temperatura de diseño Sb=	25000	Wm1=H+Hp+H'p=	79799.21792			
		Temperatura de atm. Sa=	25000	Am=mayor de Wm2/Sa o Wm1/Sb=	3.191968717			
Factor de empaque				AB=# tornillos X OD tornillos=	12.5664			
y=	50	m=	0.5	W0.5(Am+AB)Sa =	196979.609			
Cargas en bridas		Nivel de reaccion		Momentos en bridas				
HD=0.7854B^2p=	27891.38	hD=R+0.5g1=	2.6375	MD=HDhD=	73563.50454			
HT=H-HD=	12327.6	hT=0.5(R+g1+hG)=	2.52625	MT=HThT=	31142.59234			
				Mo=MD+MT=	104706.0969			
Momento flexor								
HG=W-H=	156760.6	h''G=(hGh'G/hG+h'G)=	0.37132	MG=HGh''G=	58208.04192			
Esfuerzo permisible	Calculo de esfuerzos			Factores de forma				
	T=	Z=	Y=	U=				
Sf0<=>	5800	Cuello Largo SH=fM/Lg^2 =	374.077	K=A/B=	1.608455882			
Sf0=	5800	Esfuerzo Radial SR=N1M/Lt^2=	3327.06	T=	1.663932859			
Sf0=	5800	Esfuerzo Tang. ST=(YM/t^2)-ZSR=	1542.9	g1/g0=	1.520114943			
Sf0=	5800	Mayor de 0.5 (SH+SR) ó (SH+ST)=		1850.57	h0=(Bg0)^1/2=	4.350999885		
		Esfuerzo radial en Barrenos			h/h0=	0.57136292		
Sf0=	5800	SRAD=6MG/(t^2((pi)C-nd1)=	2581.26	F=	0.011178167			
				V=	0.242098133			
				f=	0.174595834			
				e=F/h0=	0.002569103			
				d=U/V h0g0^2=	254.7144388			
				M=M0/B=	9623.72214			
Espesor requerido								
				t=0.29(MY/Sf0)^1/2=	2.126901763			
				N1=4/3 te + 1=	1.004098172			
				L=(te+1/T)+(t^3/d)=	0.642043343			

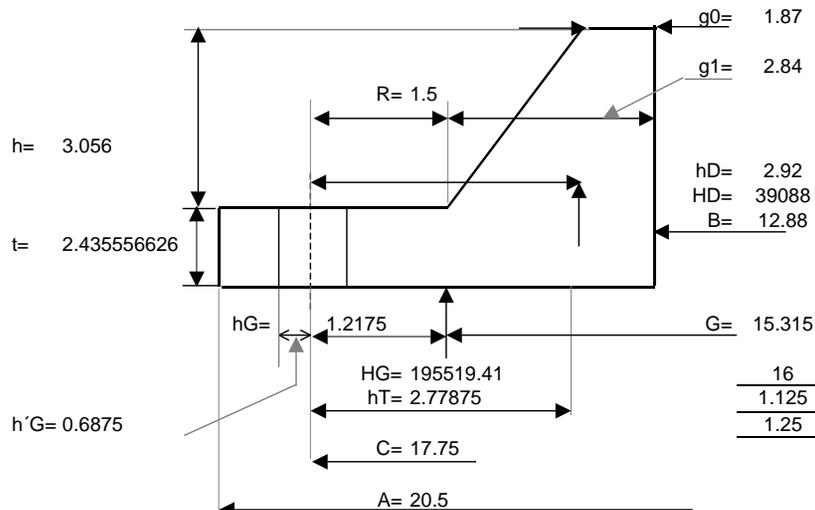


16	(n) tornillos	n=	16	d1=	1.125
1	diametro de tornilleria	dn	10	g0=	1.74
1.125	(d1) barrenos	A=	17.5	g1=	2.645
		B=	10.88	h=	2.486
		C=	15.25	M=	9623.7
		AB	12.566		
		R=	1.315		

12" T2B2

CALCULO DE BRIDAS POR DIAMETRO

Condiciones de diseño				Calculo de tornilleria			
Presion de diseño P=	300			Nivel de reaccion hG=C-B/4=	1.2175	h'G'=A-C/4=	0.6875
Temperatura de diseño T=	180			G=C-2hG=	15.315	b=0.25 (C-B)=	1.2175
Temperatura de atm. T=	70			H'gy=(hG/h'G)(b(pi)Gy)=	5186.84334		
Material=	MATERIAL BRIDA			Wm2=b(pi) Gy+H'gy=	8115.758983		
Material de tornillos=	C.S. A193 GR B			Hp=2b(pi)GmP=	17573.49386		
Material de empaque=	NEOPRENO			H'p=Hp(hG/h'G)=	31121.06004		
Esfuerzos permisibles	Brida	Temperatura de diseño Sfo=	5800	H=0.7854G^2P=	55264.48839		
	Tornillos	Temperatura de diseño Sb=	25000	Wm1=H+Hp+H'p=	103959.0423		
		Temperatura de atm. Sa=	25000	Am=mayor de Wm2/Sa o Wm1/Sb=	4.158361692		
Factor de empaque				AB=# tornillos X OD tornillos=	15.90435		
y=	50	m=	0.5	W0.5(Am+AB)Sa =	250783.8961		
Cargas en bridas		Nivel de reaccion		Momentos en bridas			
HD=0.7854B^2p=	39088.04	hD=R+0.5g1=	2.92	MD=HDhD=	114137.0725		
HT=H-HD=	16176.45	hT=0.5(R+g1+hG)=	2.77875	MT=HThT=	44950.31007		
				Mo=MD+MT=	159087.3826		
Momento flexor							
HG=W-H=	195519.4	h''G=(hGh'G/hG+h'G)=	0.43939	MG=HGh''G=	85908.58492		
Esfuerzo permisible	Calculo de esfuerzos			Factores de forma			
				T=	Z=	Y=	U=
Sf0<=>	5800	Cuello Largo SH=fM/Lg^2 =	358.503	K=A/B=	1.67113	2.30443	4.3524
Sf0=	5800	Esfuerzo Radial SR=N1M/Lt^2=	3314	T=	1.591614907	1.671133412	4.78
Sf0=	5800	Esfuerzo Tang. ST=(YM/t^2)-ZSR=	1425.62	g1/g0=	1.518716578	1.518716578	
Sf0=	5800	Mayor de 0.5 (SH+SR) ó (SH+ST)=		1836.25	h0=(Bg0)^1/2=	4.907708223	
		Esfuerzo radial en Barrenos				h/h0=	0.622693905
Sf0=	5800	SRAD=6MG/(t^2(pi)C-nd1)=	2429.7	F=	0.007808696		
				V=	0.167123165		
				f=	0.147516575		
				e=F/h0=	0.001591108		
				d=U/V h0g0^2=	491.1425219		
				M=M0/B=	12351.50486		
Espesor requerido							
				t=0.29(MY/Sf0)^1/2=	2.435556626		
				N1=4/3 te + 1=	1.002906426		
				L=(te+1/T)+(t^3/d)=	0.630131435		



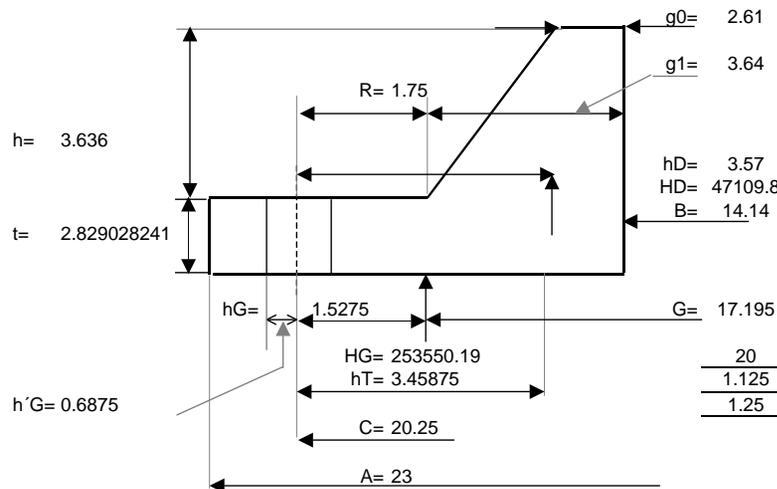
16	(n) tornillos
1.125	diametro de tornilleria
1.25	(d1) barrenos

n=	16	d1=	1.25
dn	12	g0=	1.87
A=	20.5	g1=	2.84
B=	12.88	h=	3.056
C=	17.75	M=	12352
AB	15.904		
R=	1.5		

14" T2B2

CALCULO DE BRIDAS POR DIAMETRO

Condiciones de diseño				Calculo de tornilleria			
Presion de diseño P=	300			Nivel de reaccion hG=C-B/4=	1.5275	hG'=A-C/4=	0.6875
Temperatura de diseño T=	180			G=C-2hG=	17.195	b=0.25 (C-B)=	1.5275
Temperatura de atm. T=	70			H'gy=(hG/h'G)(b(pi)Gy)=	9166.695562		
Material=	MATERIAL BRIDA			Wm2=b(pi) Gy+H'gy=	13292.4587		
Material de tornillos=	C.S. A193 GR B			Hp=2b(pi)GmP=	24754.57885		
Material de empaque=	NEOPRENO			H'p=Hp(hG/h'G)=	55000.17337		
Esfuerzos permisibles	Brida	Temperatura de diseño Sfo=	5800	H=0.7854G^2P=	69665.30005		
	Tornillos	Temperatura de diseño Sb=	25000	Wm1=H+Hp+H'p=	149420.0523		
		Temperatura de atm. Sa=	25000	Am=mayor de Wm2/Sa o Wm1/Sb=	5.976802091		
Factor de empaque				AB=# tornillos X OD tornillos=	19.8804375		
y=	50	m=	0.5	W0.5(Am+AB)Sa =	323215.4949		
Cargas en bridas		Nivel de reaccion		Momentos en bridas			
HD=0.7854B^2p=	47109.77	hD=R+0.5g1=	3.57	MD=HDhD=	168181.8737		
HT=H-HD=	22555.53	hT=0.5(R+g1+hG)=	3.45875	MT=HThT=	78013.94457		
				Mo=MD+MT=	246195.8183		
Momento flexor							
HG=W-H=	253550.2	h''G=(hGh'G/hG+h'G)=	0.47411	MG=HGh''G=	120210.9805		
Esfuerzo permisible		Calculo de esfuerzos		Factores de forma			
Sf0<>=	5800	Cuello Largo SH=fM/Lg^2 =	306.512	K=A/B=	T=	Z=	Y=
Sf0=	5800	Esfuerzo Radial SR=N1M/Lt^2=	3463.46	T=	1.65621	2.21522	4.1657
Sf0=	5800	Esfuerzo Tang. ST=(YM/t^2)-ZSR=	1390.19	g1/g0=	1.626591231		
Sf0=	5800	Mayor de 0.5 (SH+SR) ó (SH+ST)=	1884.99	h0=(Bg0)^1/2=	1.656209205		
Sf0=	5800	Esfuerzo radial en Barrenos		h/h0=	1.394636015		
Sf0=	5800	SRAD=6MG/(t^2((pi)C-nd1)=	2333.66	F=	6.074981481		
				V=	0.598520343		
				f=	0.008726063		
				e=F/h0=	0.199113724		
				d=U/V h0g0^2=	0.146956074		
				M=M0/B=	0.001436393		
				Espesor requerido			
				t=0.29(MY/Sf0)^1/2=	2.829028241		
				N1=4/3 te + 1=	1.003047698		
				L=(te+1/T)+(t^3/d)=	0.630039882		



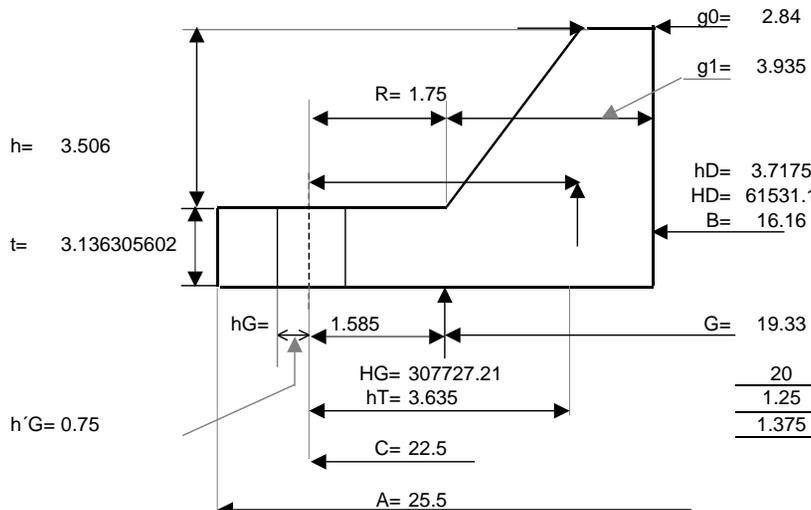
n=	20	d1=	1.25
dn	14	g0=	2.61
A=	23	g1=	3.64
B=	14.14	h=	3.636
C=	20.25	M=	17411
AB	19.88		
R=	1.75		

20 (n) tornillos
1.125 diametro de tornilleria
1.25 (d1) barrenos

16" T2B2

CALCULO DE BRIDAS POR DIAMETRO

Condiciones de diseño				Calculo de tornilleria				
Presion de diseño P=	300			Nivel de reaccion hG=C-B/4=	1.585	hG'=A-C/4=	0.75	
Temperatura de diseño T=	180			G=C-2hG=	19.33	b=0.25 (C-B)=	1.585	
Temperatura de atm. T=	70			H'gy=(hG/h'G)(b(pi)Gy)=	10170.68061			
Material=	MATERIAL BRIDA			Wm2=b(pi) Gy+H'gy=	14983.3055			
Material de tornillos=	C.S. A193 GR B			Hp=2b(pi)GmP=	28875.74936			
Material de empaque=	NEOPRENO			H'p=Hp(hG/h'G)=	61024.08366			
Esfuerzos permisibles	Brida	Temperatura de diseño Sfo=	5800	H=0.7854G^2P=	88039.15382			
	Tornillos	Temperatura de diseño Sb=	25000	Wm1=H+Hp+H'p=	177938.9868			
		Temperatura de atm. Sa=	25000	Am=mayor de Wm2/Sa o Wm1/Sb=	7.117559474			
Factor de empaque				AB=# tornillos X OD tornillos=	24.54375			
y=	50	m=	0.5	W0.5(Am+AB)Sa =	395766.3684			
Cargas en bridas		Nivel de reaccion		Momentos en bridas				
HD=0.7854B^2p=	61531.13	hD=R+0.5g1=	3.7175	MD=HDhD=	228741.9619			
HT=H-HD=	26508.03	hT=0.5(R+g1+hG)=	3.635	MT=HTHT=	96356.68013			
				Mo=MD+MT=	325098.642			
Momento flexor								
HG=W-H=	307727.2	h''G=(hGh'G/hG+h'G)=	0.5091	MG=HGh''G=	156664.1226			
Esfuerzo permisible	Calculo de esfuerzos		Factores de forma		T=	Z=	Y=	U=
Sf0<=>	5800	Cuello Largo SH=fM/Lg^2 =	380.184	K=A/B=	1.67699	2.34229	4.4311	4.87
Sf0=	5800	Esfuerzo Radial SR=N1M/Lt^2=	3191.75	T=	1.577970297			
Sf0=	5800	Esfuerzo Tang. ST=(YM/t^2)-ZSR=	1586.48	g1/g0=	1.676985868			
Sf0=	5800	Mayor de 0.5 (SH+SR) ó (SH+ST)=	1785.97	h0=(Bg0)^1/2=	1.38556338			
		Esfuerzo radial en Barrenos		h/h0=	6.774540575			
Sf0=	5800	SRAD=6MG/(t^2(pi)C-nd1)=	2212.79	F=	0.517525869			
				V=	0.015994535			
				f=	0.376137393			
				e=F/h0=	0.188547974			
				d=U/V h0g0^2=	0.002360977			
				M=Mo/B=	707.3569383			
				Espesor requerido				
				t=0.29(MY/Sf0)^1/2=	3.136305602			
				N1=4/3 te + 1=	1.005553559			
				L=(te+1/T)+(t^3/d)=	0.64433651			



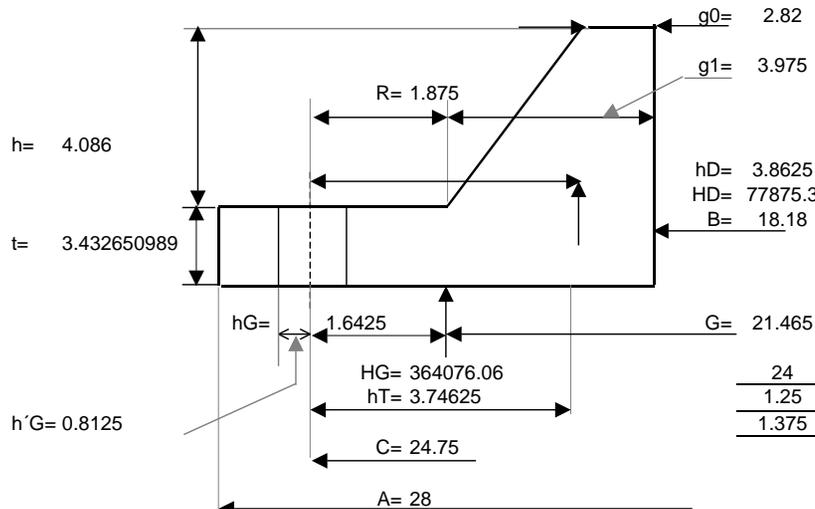
- 20 (n) tornillos
- 1.25 diametro de tornilleria
- 1.375 (d1) barrenos

n=	20	d1=	1.375
dn	16	g0=	2.84
A=	25.5	g1=	3.935
B=	16.16	h=	3.506
C=	22.5	M=	20117
AB	24.544		
R=	1.75		

18" T2B2

CALCULO DE BRIDAS POR DIAMETRO

Condiciones de diseño				Calculo de tornilleria				
Presion de diseño P=	300			Nivel de reaccion hG=C-B/4=	1.6425	hG'=A-C/4=	0.8125	
Temperatura de diseño T=	180			G=C-2hG=	21.465	b=0.25 (C-B)=	1.6425	
Temperatura de atm. T=	70			H'gy=(hG/h'G)(b(pi)Gy)=	11195.38858			
Material=	MATERIAL BRIDA			Wm2=b(pi) Gy+H'gy=	16733.4423			
Material de tornillos=	C.S. A193 GR B			Hp=2b(pi)GmP=	33228.32228			
Material de empaque=	NEOPRENO			H'p=Hp(hG/h'G)=	67172.3315			
Esfuerzos permisibles	Brida	Temperatura de diseño Sfo=	5800	H=0.7854G^2P=	108561.0255			
	Tornillos	Temperatura de diseño Sb=	25000	Wm1=H+Hp+H'p=	208961.6793			
		Temperatura de atm. Sa=	25000	Am=mayor de Wm2/Sa o Wm1/Sb=	8.358467173			
Factor de empaque				AB=# tornillos X OD tornillos=	29.4525			
y=	50	m=	0.5	W0.5(Am+AB)Sa =	472637.0897			
Cargas en bridas		Nivel de reaccion		Momentos en bridas				
HD=0.7854B^2p=	77875.33	hD=R+0.5g1=	3.8625	MD=HDhD=	300793.4686			
HT=H-HD=	30685.69	hT=0.5(R+g1+hG)=	3.74625	MT=HThT=	114956.2806			
				Mo=MD+MT=	415749.7492			
Momento flexor								
HG=W-H=	364076.1	h''G=(hGh'G/hG+h'G)=	0.5436	MG=HGh''G=	197910.7474			
Esfuerzo permisible	Calculo de esfuerzos			Factores de forma				
Sf0<>=	5800	Cuello Largo SH=fM/Lg^2 =	377.939	K=A/B=	T=	Z=	Y=	U=
Sf0=	5800	Esfuerzo Radial SR=N1M/Lt^2=	3105.23	T=	1.69328	2.45765	4.6695	5.13
Sf0=	5800	Esfuerzo Tang. ST=(YM/t^2)-ZSR=	1430.95	g1/g0=	1.540154015			
Sf0=	5800	Mayor de 0.5 (SH+SR) ó (SH+ST)=		1741.58	h0=(Bg0)^1/2=	7.160139663		
		Esfuerzo radial en Barrenos			h/h0=	0.57065926		
Sf0=	5800	SRAD=6MG/(t^2((pi)C-nd1)=	2251.77	F=	0.010713888			
				V=	0.244256628			
				f=	0.163837448			
				e=F/h0=	0.001496324			
				d=U/V h0g0^2=	1196.190058			
				M=M0/B=	22868.52306			
				Espesor requerido				
				t=0.29(MY/Sf0)^1/2=	3.432650989			
				N1=4/3 te + 1=	1.003852268			
				L=(te+1/T)+(t^3/d)=	0.627415474			

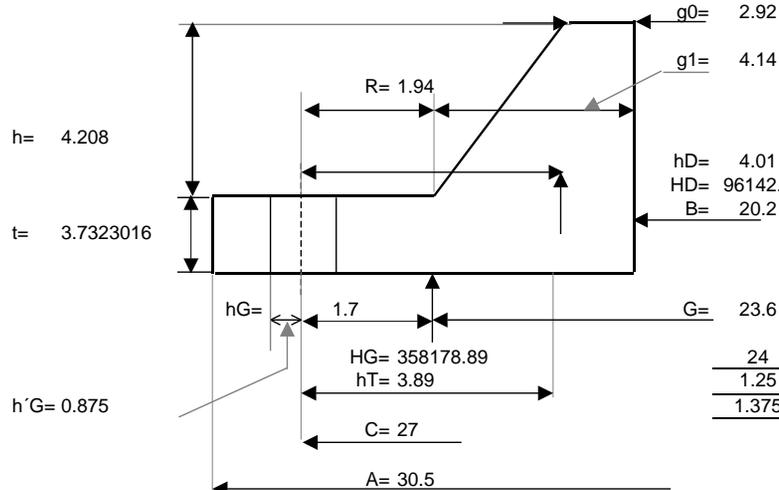


24	(n) tornillos	n=	24	d1=	1.375
1.25	diametro de tornilleria	dn	18	g0=	2.82
1.375	(d1) barrenos	A=	28	g1=	3.975
		B=	18.18	h=	4.086
		C=	24.75	M=	22869
		AB	29.453		
		R=	1.875		

20" T2B2

CALCULO DE BRIDAS POR DIAMETRO

Condiciones de diseño				Calculo de tornilleria			
Presion de diseño P=	300			Nivel de reaccion hG=C-B/4=	1.7	hG'=A-C/4=	0.875
Temperatura de diseño T=	180			G=C-2hG=	23.6	b=0.25 (C-B)=	1.7
Temperatura de atm. T=	70			H'gy=(hG/h'G)(b(pi)Gy)=	12243.98208		
Material=	MATERIAL BRIDA			Wm2=b(pi) Gy+H'gy=	18546.03168		
Material de tornillos=	C.S. A193 GR B			Hp=2b(pi)GmP=	37812.2976		
Material de empaque=	NEOPRENO			H'p=Hp(hG/h'G)=	73463.89248		
Esfuerzos permisibles	Brida	Temperatura de diseño Sfo=	5800	H=0.7854G^2P=	131230.9152		
	Tornillos	Temperatura de diseño Sb=	25000	Wm1=H+Hp+H'p=	242507.1053		
		Temperatura de atm. Sa=	25000	Am=mayor de Wm2/Sa o Wm1/Sb=	9.700284211		
Factor de empaque				AB=# tornillos X OD tornillos=	29.4525		
y=	50	m=	0.5	W0.5(Am+AB)Sa =	489409.8026		
Cargas en bridas		Nivel de reaccion		Momentos en bridas			
HD=0.7854B^2p=	96142.38	hD=R+0.5g1=	4.01	MD=HDhD=	385530.963		
HT=H-HD=	35088.53	hT=0.5(R+g1+hG)=	3.89	MT=HThT=	136494.3833		
				Mo=MD+MT=	522025.3463		
Momento flexor							
HG=W-H=	358178.9	h''G=(hGh'G/hG+h'G)=	0.57767	MG=HGh''G=	206909.1631		
Esfuerzo permisible		Calculo de esfuerzos		Factores de forma			
Sf0<>=	5800	Cuello Largo SH=fM/Lg^2 =	420.937	K=A/B=	T=	Z=	Y=
Sf0=	5800	Esfuerzo Radial SR=N1M/Lt^2=	2945.1	T=	1.70639	2.56274	4.885
Sf0=	5800	Esfuerzo Tang. ST=(YM/t^2)-ZSR=	1514.96	g1/g0=	5.37		
		Mayor de 0.5 (SH+SR) ó (SH+ST)=	1683.02	h0=(Bg0)^1/2=	1.50990099		
Sf0=	5800	Esfuerzo radial en Barrenos		h/h0=	1.706388571		
Sf0=	5800	SRAD=6MG/(t^2((pi)C-nd1)=	1719.7	g1/g0=	1.417808219		
				h0=(Bg0)^1/2=	7.680104166		
				h/h0=	0.547909235		
				F=	0.012758349		
				V=	0.291977498		
				f=	0.176676681		
				e=F/h0=	0.001661221		
				d=U/V h0g0^2=	1203.933024		
				M=M0/B=	25842.83893		
Espesor requerido							
				t=0.29(MY/Sf0)^1/2=	3.7323016		
				N1=4/3 te + 1=	1.004650133		
				L=(te+1/T)+(t^3/d)=	0.632850997		



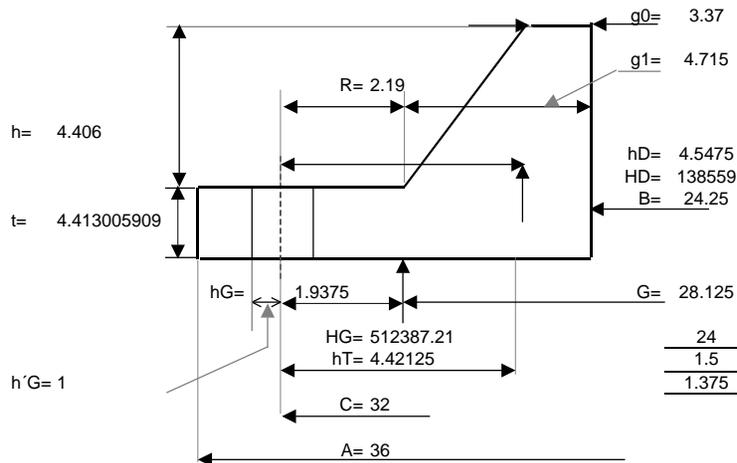
n=	24	d1=	1.375
dn	20	g0=	2.92
A=	30.5	g1=	4.14
B=	20.2	h=	4.208
C=	27	M=	25843
AB	29.453		
R=	1.94		

24 (n) tornillos
 1.25 diametro de tornilleria
 1.375 (d1) barrenos

24”T2B2

CALCULO DE BRIDAS POR DIAMETRO

Condiciones de diseño				Calculo de tornilleria			
Presion de diseño P=	300			Nivel de reaccion hG=C-B/4=	1.9375	hG'=A-C/4=	1
Temperatura de diseño T=	180			G=C-2hG=	28.125	b=0.25 (C-B)=	1.9375
Temperatura de atm. T=	70			H'gy=(hG/h'G)(b(pi)Gy)=	16584.28857		
Material=	MATERIAL BRIDA			Wm2=b(pi) Gy+H'gy=	25143.92139		
Material de tornillos=	C.S. A193 GR B			Hp=2b(pi)GmP=	51357.79688		
Material de empaque=	NEOPRENO			H'p=Hp(hG/h'G)=	99505.73145		
Esfuerzos permisibles	Brida	Temperatura de diseño Sfo=	5800	H=0.7854G^2P=	186379.1016		
	Tornillos	Temperatura de diseño Sb=	25000	Wm1=H+Hp+H'p=	337242.6299		
		Temperatura de atm. Sa=	25000	Am=mayor de Wm2/Sa o Wm1/Sb=	13.4897052		
Factor de empaque				AB=# tornillos X OD tornillos=	42.4116		
y=	50	m=	0.5	W0.5(Am+AB)Sa =	698766.3149		
Cargas en bridas		Nivel de reaccion		Momentos en bridas			
HD=0.7854B^2p=	138559.3	hD=R+0.5g1=	4.5475	MD=HDhD=	630098.3542		
HT=H-HD=	47819.82	hT=0.5(R+g1+hG)=	4.42125	MT=HTHT=	211423.3585		
				Mo=MD+MT=	841521.7127		
Momento flexor							
HG=W-H=	512387.2	h'G=(hGh'G/hG+h'G)=	0.65957	MG=HGh'G=	337957.5237		
Esfuerzo permisible	Calculo de esfuerzos			Factores de forma			
				T=	Z=	Y=	U=
Sf0<=>	5800	Cuello Largo SH=fM/Lg^2 =	482.233	K=A/B=	1.484536082		
Sf0=	5800	Esfuerzo Radial SR=N1M/Lt^2=	2711.38	T=	1.717410792		
Sf0=	5800	Esfuerzo Tang. ST=(YM/t^2)-ZSR=	1846.58	g1/g0=	1.399109792		
		Mayor de 0.5 (SH+SR) ó (SH+ST)=	1596.81	h0=(Bg0)^1/2=	9.040049779		
Sf0=	5800	Esfuerzo radial en Barrenos		h/h0=	0.487386697		
				F=	0.020802582		
Sf0=	5800	SRAD=6MG/(t^2((pi)C-nd1)=	1541.84	V=	0.494156262		
				f=	0.204576506		
				e=F/h0=	0.002301158		
				d=U/V h0g0^2=	1161.147557		
				M=M0/B=	34701.9263		
Espesor requerido							
				t=0.29(MY/Sf0)^1/2=	4.413005909		
				N1=4/3 te + 1=	1.007616268		
				L=(te+1/T)+(t^3/d)=	0.66219924		



n=	24	d1=	1.375
dn	24	g0=	3.37
A=	36	g1=	4.715
B=	24.25	h=	4.406
C=	32	M=	34702
AB	42.412		
R=	2.19		

24 (n) tornillos
1.5 diametro de tornilleria
1.375 (d1) barrenos

3.7 Memoria de calculo de factores por diámetro y designación para determinación de esfuerzos resultantes en bridas. 1/2" T1A1

CALCULO DE FACTORES	
FACTOR	VALOR ADIMENSIONAL
A=	0.612903225806
C=	446.664464682381
C1=	0.384408602151
C2=	0.150057603687
C3=	0.006464413722
C4=	0.044085766251
C5=	0.004757457680
C6=	0.012639482650
C7=	0.154475352083
C8=	0.012750335044
C9=	0.028718620640
C10=	0.002938589764
C11=	0.009526647978
C12=	0.002101216207
C13=	0.001713842765
C14=	0.001218555857
C15=	0.000638890793
C16=	0.000033247516
C17=	-0.001037231604
C18=	0.036124335876
C19=	0.012440297780
C20=	0.150156209296
C21=	-0.109712136003
C22=	0.055392245857
C23=	-0.282637422885
C24=	-0.192287436431
C25=	-0.070339326313
C26=	-3.250725910026
C27=	-0.767630255243
C28=	-0.080821383577
C29=	-10.567218942115
C30=	-34.351132412052
C31=	0.883724758536
C32=	0.927338316275
C33=	-9.662968789191
C34=	0.346600119825
C35=	-1.240911844959
C36=	-0.241815843791
C37=	0.551866623112
E1=	0.043240540037
E2=	-0.115453154787
E3=	-0.162759156013
E4=	0.398025947657
E5=	-0.016839908089
E6=	-0.044386128045

3/4”T1A1

CALCULO DE FACTORES	
FACTOR	VALOR ADIMENSIONAL
A=	0.536585365854
C=	369.386760713182
C1=	0.378048780488
C2=	0.146196283391
C3=	0.006252419667
C4=	0.043902115814
C5=	0.003950997653
C6=	0.012850433898
C7=	0.155721354652
C8=	0.012957649710
C9=	0.028353621581
C10=	0.002472889497
C11=	0.009588798455
C12=	0.002196064824
C13=	0.001684184714
C14=	0.001197431369
C15=	0.000639568678
C16=	0.000036472100
C17=	0.011186299383
C18=	0.032810749104
C19=	0.014369700023
C20=	0.142090748990
C21=	-0.103181458372
C22=	0.053546434451
C23=	-0.257805924975
C24=	-0.124700621862
C25=	-0.065623134622
C26=	-3.099954600882
C27=	-0.768491346867
C28=	-0.088702016604
C29=	-9.609718527527
C30=	-29.789691162584
C31=	1.138114452658
C32=	0.928068925782
C33=	-8.643333833040
C34=	0.321037373452
C35=	-0.977422082612
C36=	-0.234864213203
C37=	0.512838754945
E1=	0.037552826769
E2=	-0.109092803561
E3=	-0.097805322789
E4=	0.379667952742
E5=	-0.015820540969
E6=	-0.042277344436

1”T1A1

CALCULO DE FACTORES	
FACTOR	VALOR ADIMENSIONAL
A=	0.431034482759
C=	170.297066598291
C1=	0.369252873563
C2=	0.140855911330
C3=	0.005959222770
C4=	0.049066709574
C5=	-0.003959325498
C6=	0.015659311237
C7=	0.199279364911
C8=	0.018239086634
C9=	0.031995049757
C10=	-0.003058884014
C11=	0.011985890587
C12=	0.003581037055
C13=	0.001951201867
C14=	0.001520902535
C15=	0.000827205818
C16=	0.000093164939
C17=	0.062679411349
C18=	0.019355805551
C19=	0.025389084753
C20=	0.110033309029
C21=	-0.121674227515
C22=	0.046690906559
C23=	-0.171439545351
C24=	0.269194451418
C25=	-0.049062012140
C26=	-2.554387580422
C27=	-0.878349503750
C28=	-0.126885074300
C29=	-6.524895911014
C30=	-16.667113078642
C31=	1.691236560793
C32=	0.923162746546
C33=	-6.127040888315
C34=	0.273805595706
C35=	-0.322605399841
C36=	-0.225588560632
C37=	0.355241004807
E1=	0.014235291342
E2=	-0.129909958759
E3=	0.290440413198
E4=	0.345747841066
E5=	-0.026669410861
E6=	-0.049365412238

1 1/4 "T1A1

CALCULO DE FACTORES	
FACTOR	VALOR ADIMENSIONAL
A=	0.459016393443
C=	111.093587443963
C1=	0.371584699454
C2=	0.142271662763
C3=	0.006036950299
C4=	0.057325778928
C5=	-0.014569083475
C6=	0.018883022555
C7=	0.262618466996
C8=	0.025993962765
C9=	0.038821240794
C10=	-0.011041544650
C11=	0.015452147180
C12=	0.005496245538
C13=	0.002474533025
C14=	0.002129058406
C15=	0.001123882526
C16=	0.000209106461
C17=	0.095545656304
C18=	0.001025782246
C19=	0.034496477565
C20=	0.096906932749
C21=	-0.151968707025
C22=	0.044485856584
C23=	-0.139271941622
C24=	0.491800145247
C25=	-0.043799843509
C26=	-2.295658323946
C27=	-1.018187660003
C28=	-0.152536080182
C29=	-5.270047140301
C30=	-12.098227585217
C31=	1.844457684912
C32=	0.917346236466
C33=	-5.415341752682
C34=	0.238682668156
C35=	-0.012410147068
C36=	-0.211237848219
C37=	0.171478412064
E1=	-0.013241675404
E2=	-0.164810754930
E3=	0.513708922899
E4=	0.369196428835
E5=	-0.048821112434
E6=	-0.067619827480

1 1/2" T1A1

CALCULO DE FACTORES	
FACTOR	VALOR ADIMENSIONAL
A=	0.508196721311
C=	152.978017873539
C1=	0.375683060109
C2=	0.144759953162
C3=	0.006173562321
C4=	0.053007644194
C5=	-0.008793717054
C6=	0.016584375834
C7=	0.228252034367
C8=	0.021923177965
C9=	0.035820761959
C10=	-0.007074659437
C11=	0.013543766126
C12=	0.004442311123
C13=	0.002259730069
C14=	0.001883201198
C15=	0.000977542814
C16=	0.000137761981
C17=	0.072604469782
C18=	0.016149468811
C19=	0.026810486770
C20=	0.108235667743
C21=	-0.151709889321
C22=	0.047103900679
C23=	-0.167417286224
C24=	0.429656002813
C25=	-0.049667974295
C26=	-2.486808021354
C27=	-0.948654458660
C28=	-0.129712452981
C29=	-6.184214135069
C30=	-15.378953316858
C31=	1.878875833333
C32=	0.912317224441
C33=	-5.976898051539
C34=	0.291353320043
C35=	-0.248361926931
C36=	-0.241693410164
C37=	0.383682957656
E1=	0.008888173776
E2=	-0.159796773029
E3=	0.451062902362
E4=	0.362144632559
E5=	-0.037010744586
E6=	-0.059677327448

2" T1A1

CALCULO DE FACTORES	
FACTOR	VALOR ADIMENSIONAL
A=	0.556451612903
C=	96.623915896530
C1=	0.379704301075
C2=	0.147201420891
C3=	0.006307603687
C4=	0.064695805709
C5=	-0.025151854510
C6=	0.020559658060
C7=	0.320652563806
C8=	0.033570123735
C9=	0.046284862188
C10=	-0.019908314102
C11=	0.018534081720
C12=	0.007293768735
C13=	0.003091535383
C14=	0.002885604477
C15=	0.001429726285
C16=	0.000351668619
C17=	0.111804935521
C18=	-0.013925308665
C19=	0.037288547540
C20=	0.096810203629
C21=	-0.189859769545
C22=	0.045426164782
C23=	-0.138598797305
C24=	0.669773392559
C25=	-0.045304023131
C26=	-2.216951339318
C27=	-1.142532529345
C28=	-0.157862611501
C29=	-4.914873240902
C30=	-10.896034813993
C31=	2.052907889173
C32=	0.906297312156
C33=	-5.361071673978
C34=	0.228396062519
C35=	0.151730648006
C36=	-0.211725740767
C37=	0.070195262017
E1=	-0.034979812095
E2=	-0.207168280083
E3=	0.695938197814
E4=	0.409462762632
E5=	-0.072910656100
E6=	-0.088579793094

2 1/2" T1A1

CALCULO DE FACTORES	
FACTOR	VALOR ADIMENSIONAL
A=	0.653225806452
C=	119.399765333333
C1=	0.387768817204
C2=	0.152097734255
C3=	0.006576420891
C4=	0.062990411759
C5=	-0.023492334759
C6=	0.018911900188
C7=	0.308441622894
C8=	0.032419197422
C9=	0.046152006061
C10=	-0.019495071480
C11=	0.017787145714
C12=	0.006927002849
C13=	0.003121911834
C14=	0.002954570860
C15=	0.001402434553
C16=	0.000312218763
C17=	0.096656745735
C18=	-0.001741992230
C19=	0.030916670409
C20=	0.105415177828
C21=	-0.211283428459
C22=	0.047683708105
C23=	-0.160214597952
C24=	0.729131702240
C25=	-0.050058306437
C26=	-2.337415235449
C27=	-1.128864383172
C28=	-0.138831392082
C29=	-5.463509982908
C30=	-12.770491473075
C31=	2.214192856902
C32=	0.894821075837
C33=	-5.771640961898
C34=	0.288803010385
C35=	0.022246096913
C36=	-0.247553932935
C37=	0.266552148592
E1=	-0.017428844856
E2=	-0.224669175473
E3=	0.755450306941
E4=	0.413666742493
E5=	-0.069873292381
E6=	-0.089076242093

2 1/2" T1A1

CALCULO DE FACTORES	
FACTOR	VALOR ADIMENSIONAL
A=	0.647058823529
C=	57.098981333333
C1=	0.387254901961
C2=	0.151785714286
C3=	0.006559290383
C4=	0.089640391195
C5=	-0.063931906545
C6=	0.028029320308
C7=	0.527012813431
C8=	0.060333724457
C9=	0.070435493866
C10=	-0.051391343717
C11=	0.029521047208
C12=	0.013814678731
C13=	0.005078300812
C14=	0.005372438435
C15=	0.002479245574
C16=	0.001188932995
C17=	0.178019163068
C18=	-0.096459287062
C19=	0.055471403689
C20=	0.090585362238
C21=	-0.238989058596
C22=	0.045017018697
C23=	-0.122047235066
C24=	0.917694957095
C25=	-0.043479250165
C26=	-1.943757545436
C27=	-1.528485600144
C28=	-0.201610677801
C29=	-3.778193395438
C30=	-7.343891920498
C31=	2.277941728644
C32=	0.907375993370
C33=	-5.127018304667
C34=	0.038369637813
C35=	0.708386578912
C36=	-0.130901727845
C37=	-0.626693415850
E1=	-0.154525866557
E2=	-0.279058708249
E3=	0.960919310848
E4=	0.545980183479
E5=	-0.162133993712
E6=	-0.156882271587

3" T1A1

CALCULO DE FACTORES	
FACTOR	VALOR ADIMENSIONAL
A=	0.594594594595
C=	45.162977522050
C1=	0.382882882883
C2=	0.149131274131
C3=	0.006413556414
C4=	0.099154711374
C5=	-0.075717173958
C6=	0.032480940268
C7=	0.599062471863
C8=	0.068889051141
C9=	0.077271079341
C10=	-0.059586501490
C11=	0.033527812293
C12=	0.015994039938
C13=	0.005569279258
C14=	0.005914056654
C15=	0.002793131389
C16=	0.001602945575
C17=	0.209997737300
C18=	-0.132451378348
C19=	0.068545786071
C20=	0.084688215317
C21=	-0.228101810536
C22=	0.043554552522
C23=	-0.107900105250
C24=	0.888705722595
C25=	-0.040447733990
C26=	-1.833076727910
C27=	-1.640103664385
C28=	-0.233974252125
C29=	-3.360170290404
C30=	-6.159449961153
C31=	2.185362446744
C32=	0.922204339351
C33=	-4.929988197458
C34=	-0.063809773708
C35=	0.815827637220
C36=	-0.089993489655
C37=	-0.815491209667
E1=	-0.207248293548
E2=	-0.271241553288
E3=	0.931400801121
E4=	0.587374490036
E5=	-0.187666384892
E6=	-0.174945334502

3 1/2" T1A1

CALCULO DE FACTORES	
FACTOR	VALOR ADIMENSIONAL
A=	0.594594594595
C=	63.088311080975
C1=	0.382882882883
C2=	0.149131274131
C3=	0.006413556414
C4=	0.081641278634
C5=	-0.050208572949
C6=	0.026189707148
C7=	0.457881491590
C8=	0.051066620134
C9=	0.061816395985
C10=	-0.039756374273
C11=	0.025905585917
C12=	0.011586722148
C13=	0.004342061986
C14=	0.004420620030
C15=	0.002108684109
C16=	0.000854006059
C17=	0.160385023907
C18=	-0.069180015784
C19=	0.051797791242
C20=	0.089717388290
C21=	-0.218535976156
C22=	0.044462110945
C23=	-0.120471867457
C24=	0.828954155699
C25=	-0.042639641350
C26=	-1.992839062773
C27=	-1.399818424844
C28=	-0.193893675383
C29=	-3.971407530114
C30=	-7.914376060201
C31=	2.161239285518
C32=	0.909947198979
C33=	-5.068365521784
C34=	0.094824655888
C35=	0.547516660764
C36=	-0.150794037423
C37=	-0.406357630554
E1=	-0.114413548798
E2=	-0.250132341416
E3=	0.864447538616
E4=	0.495160907964
E5=	-0.129530462900
E6=	-0.132010996861

4" T1A1

CALCULO DE FACTORES	
FACTOR	VALOR ADIMENSIONAL
A=	0.564102564103
C=	121.949387779285
C1=	0.380341880342
C2=	0.147588522589
C3=	0.006328856329
C4=	0.059236391841
C5=	-0.017468096459
C6=	0.018436183404
C7=	0.277179000895
C8=	0.028159458826
C9=	0.041684963403
C10=	-0.014070885945
C11=	0.016170992186
C12=	0.005946384133
C13=	0.002733299539
C14=	0.002456625576
C15=	0.001224080266
C16=	0.000237267340
C17=	0.091880946439
C18=	0.003379129887
C19=	0.031178591148
C20=	0.103075112902
C21=	-0.181479228550
C22=	0.046632915220
C23=	-0.154387787672
C24=	0.600968102197
C25=	-0.048164095612
C26=	-2.349794636978
C27=	-1.056786229989
C28=	-0.141142295530
C29=	-5.521534835969
C30=	-12.974472945446
C31=	2.038260699925
C32=	0.904525787327
C33=	-5.667868882017
C34=	0.276131953058
C35=	-0.043842429304
C36=	-0.237291647758
C37=	0.268294837604
E1=	-0.010058396242
E2=	-0.193426721518
E3=	0.624680856516
E4=	0.388297298409
E5=	-0.056024811185
E6=	-0.075939230027

5" T1A1

CALCULO DE FACTORES	
FACTOR	VALOR ADIMENSIONAL
A=	0.559523809524
C=	68.217813319512
C1=	0.379960317460
C2=	0.147356859410
C3=	0.006316137566
C4=	0.076370521833
C5=	-0.041713913948
C6=	0.024879543822
C7=	0.413779269713
C8=	0.045238215300
C9=	0.056387574394
C10=	-0.032664237257
C11=	0.023579529677
C12=	0.010182613671
C13=	0.003886421957
C14=	0.003843229761
C15=	0.001876647874
C16=	0.000669916098
C17=	0.148287792220
C18=	-0.052445361927
C19=	0.049069909879
C20=	0.089499391448
C21=	-0.204332836903
C22=	0.044118023290
C23=	-0.120331745306
C24=	0.765594793244
C25=	-0.042140954933
C26=	-2.032167262393
C27=	-1.316323753207
C28=	-0.188003484347
C29=	-4.129703782341
C30=	-8.392248829852
C31=	2.083753765026
C32=	0.911806893764
C33=	-5.054141414806
C34=	0.128643060737
C35=	0.440134527264
C36=	-0.163454931678
C37=	-0.272679696875
E1=	-0.090064101025
E2=	-0.230992043035
E3=	0.796754593269
E4=	0.463614205931
E5=	-0.109676343800
E6=	-0.116536908418

6" T1A1

CALCULO DE FACTORES	
FACTOR	VALOR ADIMENSIONAL
A=	0.546391752577
C=	66.948406288419
C1=	0.378865979381
C2=	0.146692439863
C3=	0.006279659630
C4=	0.076372840082
C5=	-0.041414117635
C6=	0.025113196743
C7=	0.413244993667
C8=	0.045069704549
C9=	0.056094752131
C10=	-0.032245391775
C11=	0.023571466807
C12=	0.010155185060
C13=	0.003853959763
C14=	0.003795464375
C15=	0.001867029369
C16=	0.000668571372
C17=	0.149610081697
C18=	-0.053129256788
C19=	0.050007184828
C20=	0.088540673514
C21=	-0.200622944556
C22=	0.043820303592
C23=	-0.118109903129
C24=	0.752309198408
C25=	-0.041551863826
C26=	-2.022646852193
C27=	-1.313584760475
C28=	-0.190667089548
C29=	-4.091100288688
C30=	-8.274851120923
C31=	2.057588781100
C32=	0.913802009426
C33=	-5.018800838992
C34=	0.123365297098
C35=	0.439636690090
C36=	-0.160223353224
C37=	-0.276947798818
E1=	-0.090949665517
E2=	-0.226945164786
E3=	0.782740860360
E4=	0.461684419083
E5=	-0.108715732487
E6=	-0.115589865149

8" T1A1

CALCULO DE FACTORES	
FACTOR	VALOR ADIMENSIONAL
A=	0.500000000000
C=	29.930279237488
C1=	0.375000000000
C2=	0.144345238095
C3=	0.006150793651
C4=	0.119936183416
C5=	-0.099170792057
C6=	0.043430822573
C7=	0.753054950583
C8=	0.086546913033
C9=	0.091002466265
C10=	-0.074967781822
C11=	0.042198428634
C12=	0.020528379684
C13=	0.006506748850
C14=	0.006893166498
C15=	0.003430338029
C16=	0.002685705602
C17=	0.278224799653
C18=	-0.206215852036
C19=	0.100707789942
C20=	0.074528289847
C21=	-0.205088118176
C22=	0.040731658537
C23=	-0.084895440002
C24=	0.816408886179
C25=	-0.034795445441
C26=	-1.653913127577
C27=	-1.865850645029
C28=	-0.309871400573
C29=	-2.735428633573
C30=	-4.524161326618
C31=	2.008733878695
C32=	0.955618288545
C33=	-4.665925015073
C34=	-0.258857505324
C35=	0.932953782717
C36=	-0.024462564060
C37=	-1.034519839538
E1=	-0.317206150712
E2=	-0.249048980095
E3=	0.854482224952
E4=	0.677557548220
E5=	-0.238518810863
E6=	-0.211353717490

10" T1A1

CALCULO DE FACTORES	
FACTOR	VALOR ADIMENSIONAL
A=	0.396666666667
C=	24.555202576456
C1=	0.366388888889
C2=	0.139117063492
C3=	0.005863756614
C4=	0.124385876471
C5=	-0.097873206432
C6=	0.050395863601
C7=	0.777677837687
C8=	0.087263244020
C9=	0.089251121838
C10=	-0.070367827783
C11=	0.043969505910
C12=	0.020925631859
C13=	0.006187273763
C14=	0.006339792258
C15=	0.003403892749
C16=	0.002883032786
C17=	0.303831165716
C18=	-0.218707865381
C19=	0.123707567942
C20=	0.065897316296
C21=	-0.173349316184
C22=	0.037677116381
C23=	-0.067546644055
C24=	0.698487499751
C25=	-0.029118629492
C26=	-1.574058549270
C27=	-1.878710965076
C28=	-0.364086739822
C29=	-2.477660316531
C30=	-3.899982403424
C31=	1.779936199903
C32=	0.982457338143
C33=	-4.450687851781
C34=	-0.306284201158
C35=	0.852956826475
C36=	-0.005366010622
C37=	-0.910540924568
E1=	-0.332979029933
E2=	-0.208009478268
E3=	0.725363659581
E4=	0.672700602382
E5=	-0.230869963044
E6=	-0.205480119807

12" T1A1

CALCULO DE FACTORES	
FACTOR	VALOR ADIMENSIONAL
A=	0.406832298137
C=	31.189367531542
C1=	0.367236024845
C2=	0.139631396037
C3=	0.005891994479
C4=	0.106512110568
C5=	-0.076143931865
C6=	0.041767793479
C7=	0.641111114525
C8=	0.071141086259
C9=	0.076031116497
C10=	-0.055062283539
C11=	0.036386779059
C12=	0.016860651800
C13=	0.005222904009
C14=	0.005256588906
C15=	0.002805651375
C16=	0.001877124377
C17=	0.252139192336
C18=	-0.159180335243
C19=	0.099599890076
C20=	0.069183219136
C21=	-0.172969283239
C22=	0.038474514811
C23=	-0.074720566419
C24=	0.688586110662
C25=	-0.030740769128
C26=	-1.671039224226
C27=	-1.670944459325
C28=	-0.310894031644
C29=	-2.792372088903
C30=	-4.666163289192
C31=	1.786771090248
C32=	0.964749350680
C33=	-4.481678042076
C34=	-0.168874302587
C35=	0.742761436671
C36=	-0.042367554456
C37=	-0.734909974091
E1=	-0.243059808840
E2=	-0.204175711726
E3=	0.714343536173
E4=	0.584620282739
E5=	-0.181465905033
E6=	-0.169205322921

14" T1A1

CALCULO DE FACTORES	
FACTOR	VALOR ADIMENSIONAL
A=	0.375000000000
C=	17.143125908377
C1=	0.364583333333
C2=	0.138020833333
C3=	0.005803571429
C4=	0.158901826454
C5=	-0.138670272616
C6=	0.067930633084
C7=	1.040213572137
C8=	0.117872904311
C9=	0.114007380423
C10=	-0.098520495975
C11=	0.058612896278
C12=	0.028672878254
C13=	0.007963825752
C14=	0.008306252373
C15=	0.004531926539
C16=	0.005416092153
C17=	0.403255909044
C18=	-0.332674717223
C19=	0.172960963014
C20=	0.061288999146
C21=	-0.170411649292
C22=	0.036420257742
C23=	-0.057916709866
C24=	0.696145740996
C25=	-0.026674208069
C26=	-1.438823445119
C27=	-2.255317252086
C28=	-0.468734327279
C29=	-2.070212906224
C30=	-2.978670865862
C31=	1.76366627757
C32=	1.015193781460
C33=	-4.456944833925
C34=	-0.557589917335
C35=	0.990928488000
C36=	0.047182867417
C37=	-1.148580773075
E1=	-0.512307583741
E2=	-0.209351466365
E3=	0.724050547077
E4=	0.847605326304
E5=	-0.327188986095
E6=	-0.274005646214

16" T1A1

CALCULO DE FACTORES	
FACTOR	VALOR ADIMENSIONAL
A=	0.441176470588
C=	26.276206467727
C1=	0.370098039216
C2=	0.141369047619
C3=	0.005987394958
C4=	0.124147247064
C5=	-0.100617588014
C6=	0.047878672536
C7=	0.779402079710
C8=	0.088509652313
C9=	0.091417878605
C10=	-0.074021620788
C11=	0.043877536924
C12=	0.021137739950
C13=	0.006433343122
C14=	0.006701740492
C15=	0.003475203966
C16=	0.002897409947
C17=	0.297323328254
C18=	-0.219117482312
C19=	0.114969892185
C20=	0.069512503493
C21=	-0.187385300401
C22=	0.039030313726
C23=	-0.074552165048
C24=	0.751407473439
C25=	-0.031589265753
C26=	-1.600942259165
C27=	-1.892255217716
C28=	-0.343333070723
C29=	-2.563016117181
C30=	-4.103240812918
C31=	1.881753921005
C32=	0.971749153871
C33=	-4.539230067551
C34=	-0.299193285732
C35=	0.899091796246
C36=	-0.010133606356
C37=	-0.984739409429
E1=	-0.335345823613
E2=	-0.226524400837
E3=	0.783270150635
E4=	0.683883375700
E5=	-0.239348927104
E6=	-0.211741479228

18" T1A1

CALCULO DE FACTORES	
FACTOR	VALOR ADIMENSIONAL
A=	0.450000000000
C=	21.116209234597
C1=	0.370833333333
C2=	0.141815476190
C3=	0.006011904762
C4=	0.147112327006
C5=	-0.131030433853
C6=	0.057208175288
C7=	0.958135323360
C8=	0.110410577794
C9=	0.110153181102
C10=	-0.096738064594
C11=	0.053657181314
C12=	0.026588991300
C13=	0.007866843402
C14=	0.008379924508
C15=	0.004305782966
C16=	0.004545543014
C17=	0.359539848253
C18=	-0.298596520252
C19=	0.139903648987
C20=	0.068127185633
C21=	-0.193421585193
C22=	0.038885848056
C23=	-0.071096495796
C24=	0.781331169826
C25=	-0.031167538092
C26=	-1.515789838500
C27=	-2.160411116344
C28=	-0.396415663767
C29=	-2.297618834500
C30=	-3.482707282081
C31=	1.927172047708
C32=	0.987243457116
C33=	-4.583715376172
C34=	-0.474451172935
C35=	1.039924275486
C36=	0.028148853757
C37=	-1.232289081427
E1=	-0.460877624742
E2=	-0.239422488989
E3=	0.817737301848
E4=	0.810810354509
E5=	-0.312260591208
E6=	-0.263787348158

20" T1A1

CALCULO DE FACTORES	
FACTOR	VALOR ADIMENSIONAL
A=	0.483957219251
C=	16.583819642213
C1=	0.373663101604
C2=	0.143533549784
C3=	0.006106230371
C4=	0.184068149373
C5=	-0.183539731071
C6=	0.070265467954
C7=	1.251860663662
C8=	0.147385720187
C9=	0.142543702987
C10=	-0.137463497334
C11=	0.069544368067
C12=	0.035715470605
C13=	0.010425582292
C14=	0.011462590056
C15=	0.005728045329
C16=	0.008065727224
C17=	0.455065950378
C18=	-0.431878412527
C19=	0.173418593778
C20=	0.068690413886
C21=	-0.207658587612
C22=	0.039439374869
C23=	-0.071464112523
C24=	0.842298017796
C25=	-0.032022235864
C26=	-1.426941417347
C27=	-2.589374032885
C28=	-0.464770726243
C29=	-2.036161808539
C30=	-2.905483617024
C31=	2.048122492366
C32=	1.003864883110
C33=	-4.745944269808
C34=	-0.757151685675
C35=	1.254815652144
C36=	0.075885632711
C37=	-1.638916595810
E1=	-0.681564056323
E2=	-0.267083818095
E3=	0.889356692193
E4=	1.036713470220
E5=	-0.444325029683
E6=	-0.355385833112

22" T1A1

CALCULO DE FACTORES	
FACTOR	VALOR ADIMENSIONAL
A=	0.403225806452
C=	64.421602823101
C1=	0.366935483871
C2=	0.139448924731
C3=	0.005881976446
C4=	0.069576112888
C5=	-0.029778278665
C6=	0.025216163623
C7=	0.357484764866
C8=	0.037126028948
C9=	0.047521096280
C10=	-0.021528537748
C11=	0.020733233551
C12=	0.008337947577
C13=	0.003098998617
C14=	0.002829855317
C15=	0.001530400174
C16=	0.000474354323
C17=	0.143385863212
C18=	-0.039389353075
C19=	0.053822474015
C20=	0.080882775383
C21=	-0.154378547646
C22=	0.040707803677
C23=	-0.101697578439
C24=	0.569428219502
C25=	-0.035680417223
C26=	-2.003285666481
C27=	-1.195313859938
C28=	-0.204269794400
C29=	-4.013153461528
C30=	-8.039492806868
C31=	1.757588325577
C32=	0.932705392692
C33=	-4.788706441989
C34=	0.119414401476
C35=	0.316670420716
C36=	-0.147550178755
C37=	-0.175329160921
E1=	-0.069982612031
E2=	-0.173450080674
E3=	0.590689532992
E4=	0.410521518344
E5=	-0.079941183406
E6=	-0.091278269129

24" T1A1

CALCULO DE FACTORES	
FACTOR	VALOR ADIMENSIONAL
A=	0.354430379747
C=	63.764085916309
C1=	0.362869198312
C2=	0.136980108499
C3=	0.005746433595
C4=	0.067062842830
C5=	-0.026097527973
C6=	0.025211641936
C7=	0.338843641644
C8=	0.034528542408
C9=	0.044652020481
C10=	-0.018216816260
C11=	0.019767676178
C12=	0.007743402556
C13=	0.002855250055
C14=	0.002532768547
C15=	0.001420736138
C16=	0.000417352424
C17=	0.140561611169
C18=	-0.034994894554
C19=	0.055110887895
C20=	0.078200237908
C21=	-0.138544364534
C22=	0.039461451245
C23=	-0.096344894608
C24=	0.506337736110
C25=	-0.033383426852
C26=	-1.998154368024
C27=	-1.156089942556
C28=	-0.209102831356
C29=	-3.992620878455
C30=	-7.977872848151
C31=	1.653028230854
C32=	0.939667656173
C33=	-4.730182566596
C34=	0.116957601902
C35=	0.279184819087
C36=	-0.142040329735
C37=	-0.148909339411
E1=	-0.063166838063
E2=	-0.155528130749
E3=	0.524993700748
E4=	0.393541099987
E5=	-0.070899599231
E6=	-0.083512595578

1/2 " T2B2

CALCULO DE FACTORES	
FACTOR	VALOR ADIMENSIONAL
A=	0.407894736842
C=	66.193299092218
C1=	0.367324561404
C2=	0.139685150376
C3=	0.005894945698
C4=	0.068924310151
C5=	-0.029025206113
C6=	0.024816438127
C7=	0.352466115730
C8=	0.036561042503
C9=	0.047113822514
C10=	-0.021050557800
C11=	0.020449641778
C12=	0.008190838480
C13=	0.003071829948
C14=	0.002801048061
C15=	0.001510438064
C16=	0.000457600987
C17=	0.140806061334
C18=	-0.037072351485
C19=	0.052574667326
C20=	0.081698737407
C21=	-0.155071721085
C22=	0.040931228286
C23=	-0.103521702098
C24=	0.569708046444
C25=	-0.036134899040
C26=	-2.016919240251
C27=	-1.186669680945
C28=	-0.201015630454
C29=	-4.067963221694
C30=	-8.204753290467
C31=	1.767121100310
C32=	0.931362174740
C33=	-4.814856579506
C34=	0.126560763941
C35=	0.304169497834
C36=	-0.151247180191
C37=	-0.160127459100
E1=	-0.066787519108
E2=	-0.173982638326
E3=	0.591151601544
E4=	0.408375406315
E5=	-0.078468107954
E6=	-0.090168660368

3/4" T2B2

CALCULO DE FACTORES	
FACTOR	VALOR ADIMENSIONAL
A=	0.431250000000
C=	42.173160556800
C1=	0.369270833333
C2=	0.140866815476
C3=	0.005959821429
C4=	0.089992775680
C5=	-0.056269845839
C6=	0.033499709711
C7=	0.515001209080
C8=	0.056359463773
C9=	0.064102842585
C10=	-0.041266874849
C11=	0.029364853570
C12=	0.013116906517
C13=	0.004362990031
C14=	0.004298908481
C15=	0.002260814955
C16=	0.001137613642
C17=	0.201925546067
C18=	-0.103775319614
C19=	0.076040448532
C20=	0.074738158745
C21=	-0.175108945108
C22=	0.039900259018
C23=	-0.086917386040
C24=	0.682777101628
C25=	-0.033630623360
C26=	-1.801955407844
C27=	-1.471863267737
C28=	-0.256495020294
C29=	-3.247043291858
C30=	-5.851027219267
C31=	1.828346866303
C32=	0.944914734125
C33=	-4.594927338018
C34=	-0.032331539551
C35=	0.607192219748
C36=	-0.088467416828
C37=	-0.533672349070
E1=	-0.162219835858
E2=	-0.203014501909
E3=	0.708414192017
E4=	0.508469200356
E5=	-0.138071697646
E6=	-0.136660255926

1" T2B2

CALCULO DE FACTORES	
FACTOR	VALOR ADIMENSIONAL
A=	0.468750000000
C=	61.764917162954
C1=	0.372395833333
C2=	0.142764136905
C3=	0.006063988095
C4=	0.075001106814
C5=	-0.037861898633
C6=	0.026104855331
C7=	0.399995639572
C8=	0.042802003836
C9=	0.053202059298
C10=	-0.028412472909
C11=	0.022973189439
C12=	0.009679804896
C13=	0.003573280597
C14=	0.003413242641
C15=	0.001761156315
C16=	0.000621749009
C17=	0.153396325751
C18=	-0.052699512310
C19=	0.054613290502
C20=	0.083281901912
C21=	-0.177448736506
C22=	0.042011639567
C23=	-0.106359877762
C24=	0.666026611238
C25=	-0.038037996701
C26=	-1.982304961627
C27=	-1.279694431460
C28=	-0.204195181002
C29=	-3.929532960892
C30=	-7.789532685255
C31=	1.898010693232
C32=	0.925412011416
C33=	-4.843097094296
C34=	0.103616052802
C35=	0.410504573635
C36=	-0.145811387817
C37=	-0.265976999501
E1=	-0.089592322594
E2=	-0.200766316040
E3=	0.691652324851
E4=	0.443793734772
E5=	-0.099009351221
E6=	-0.107017514135

1 1/4" T2B2

CALCULO DE FACTORES	
FACTOR	VALOR ADIMENSIONAL
A=	0.465517241379
C=	49.071519712810
C1=	0.372126436782
C2=	0.142600574713
C3=	0.006055008210
C4=	0.084842998639
C5=	-0.050721892412
C6=	0.030281949588
C7=	0.476420950158
C8=	0.052096521855
C9=	0.061051122262
C10=	-0.037896901958
C11=	0.027167940808
C12=	0.012002302542
C13=	0.004167930014
C14=	0.004104496476
C15=	0.002111596905
C16=	0.000946337573
C17=	0.183135190577
C18=	-0.085396876816
C19=	0.066188617890
C20=	0.079028432044
C21=	-0.182902756450
C22=	0.041165628931
C23=	-0.096298685645
C24=	0.704673237330
C25=	-0.036139882766
C26=	-1.871510978886
C27=	-1.412400463992
C28=	-0.232229047350
C29=	-3.502553344091
C30=	-6.555067037600
C31=	1.898739313243
C32=	0.933870827395
C33=	-4.710455310118
C34=	0.021018020442
C35=	0.559782252333
C36=	-0.111257270332
C37=	-0.461640346104
E1=	-0.136327334693
E2=	-0.210698959265
E3=	0.732070794220
E4=	0.489677268321
E5=	-0.127030365868
E6=	-0.128508523519

1 1/2" T2B2

CALCULO DE FACTORES	
FACTOR	VALOR ADIMENSIONAL
A=	0.470000000000
C=	33.617865293702
C1=	0.372500000000
C2=	0.142827380952
C3=	0.006067460317
C4=	0.107745613239
C5=	-0.081046674321
C6=	0.039664739406
C7=	0.654796613254
C8=	0.073932270206
C9=	0.079676528991
C10=	-0.060507058053
C11=	0.036931595540
C12=	0.017441570602
C13=	0.005591389913
C14=	0.005770516763
C15=	0.002938822580
C16=	0.001966357519
C17=	0.248005612322
C18=	-0.163251976883
C19=	0.091597672668
C20=	0.073998650524
C21=	-0.192875309760
C22=	0.040267032397
C23=	-0.084321013352
C24=	0.763875270336
C25=	-0.034055177547
C26=	-1.702658439276
C27=	-1.705568608031
C28=	-0.290623523990
C29=	-2.899045760837
C30=	-4.936084730535
C31=	1.929176716068
C32=	0.952133873408
C33=	-4.610305924965
C34=	-0.165005689958
C35=	0.805825590322
C36=	-0.048472077191
C37=	-0.827276367734
E1=	-0.251049914005
E2=	-0.229774142361
E3=	0.796135528588
E4=	0.605426305220
E5=	-0.195283909407
E6=	-0.179681962942

2" T2B2

CALCULO DE FACTORES	
FACTOR	VALOR ADIMENSIONAL
A=	0.504761904762
C=	15.158032609548
C1=	0.375396825397
C2=	0.144586167800
C3=	0.006164021164
C4=	0.202335981823
C5=	-0.211166589736
C6=	0.076007525410
C7=	1.400407927470
C8=	0.166482971070
C9=	0.159500248623
C10=	-0.159471729251
C11=	0.077501522179
C12=	0.040402443622
C13=	0.011797897865
C14=	0.013154058955
C15=	0.006469900719
C16=	0.010234121410
C17=	0.500865971201
C18=	-0.500674057042
C19=	0.187658055071
C20=	0.069563030629
C21=	-0.215568165628
C22=	0.039859179861
C23=	-0.072959850856
C24=	0.874784318456
C25=	-0.032738173075
C26=	-1.395229696760
C27=	-2.801860335223
C28=	-0.492958299814
C29=	-1.946665906720
C30=	-2.716046082726
C31=	2.117517916193
C32=	1.009687925367
C33=	-4.848925348829
C34=	-0.900327870863
C35=	1.359853811351
C36=	0.095828887559
C37=	-1.847203699958
E1=	-0.799319281859
E2=	-0.282530042305
E3=	0.928266731545
E4=	1.157484579234
E5=	-0.516073500920
E6=	-0.404171292072

2 1/2" T2B2

CALCULO DE FACTORES	
FACTOR	VALOR ADIMENSIONAL
A=	0.474576271186
C=	9.845495676613
C1=	0.372881355932
C2=	0.143058918483
C3=	0.006080172182
C4=	0.282287524485
C5=	-0.312194628901
C6=	0.111503376063
C7=	2.014719351810
C8=	0.240322213084
C9=	0.221316154549
C10=	-0.232647324304
C11=	0.111385307361
C12=	0.058913150813
C13=	0.016407732136
C14=	0.018427133639
C15=	0.009237593137
C16=	0.021860791097
C17=	0.721701067616
C18=	-0.777470283450
C19=	0.284678507743
C20=	0.065455032589
C21=	-0.208700167294
C22=	0.038706894334
C23=	-0.064148586891
C24=	0.854066557497
C25=	-0.030475839256
C26=	-1.252548059927
C27=	-3.596445517101
C28=	-0.685878459318
C29=	-1.568876642427
C30=	-1.965093394737
C31=	2.130074407726
C32=	1.059419855189
C33=	-5.022958403528
C34=	-1.459255678009
C35=	1.527801718612
C36=	0.155570306010
C37=	-2.211127833656
E1=	-1.294655599627
E2=	-0.284103199262
E3=	0.911472918638
E4=	1.643147738490
E5=	-0.787137129234
E6=	-0.582171421207

3" T2B2

CALCULO DE FACTORES	
FACTOR	VALOR ADIMENSIONAL
A=	0.504237288136
C=	12.723374847834
C1=	0.375353107345
C2=	0.144559624697
C3=	0.006162563896
C4=	0.233946177121
C5=	-0.253901842938
C6=	0.088629633093
C7=	1.648331580385
C8=	0.197034088616
C9=	0.185626009247
C10=	-0.191617379058
C11=	0.091034017794
C12=	0.048003700597
C13=	0.013810688973
C14=	0.015530078359
C15=	0.007630225949
C16=	0.014413378471
C17=	0.585787376043
C18=	-0.614118437939
C19=	0.221373008552
C20=	0.068626814052
C21=	-0.216912987371
C22=	0.039677832288
C23=	-0.070751878603
C24=	0.882791239617
C25=	-0.032328442688
C26=	-1.335474447307
C27=	-3.135131934951
C28=	-0.560666505842
C29=	-1.783491999410
C30=	-2.381807992188
C31=	2.151588986187
C32=	1.027268001024
C33=	-4.946127358227
C34=	-1.134011598723
C35=	1.462712203634
C36=	0.124343651768
C37=	-2.062848970676
E1=	-0.997938579269
E2=	-0.290229054196
E3=	0.940682387384
E4=	1.354327515139
E5=	-0.628645839500
E6=	-0.479248147905

4" T2B2

CALCULO DE FACTORES	
FACTOR	VALOR ADIMENSIONAL
A=	0.488805970149
C=	20.736959277872
C1=	0.374067164179
C2=	0.143778873490
C3=	0.006119699123
C4=	0.155215951649
C5=	-0.145600546526
C6=	0.058205161401
C7=	1.027498078987
C8=	0.120019223087
C9=	0.119341881349
C10=	-0.109351395064
C11=	0.057244620805
C12=	0.028885527450
C13=	0.008661125514
C14=	0.009405213956
C15=	0.004694219009
C16=	0.005289547671
C17=	0.376121392106
C18=	-0.330290316129
C19=	0.140821923527
C20=	0.070551138555
C21=	-0.206762012790
C22=	0.039850456378
C23=	-0.075723533199
C24=	0.833944003341
C25=	-0.032901930172
C26=	-1.508937566533
C27=	-2.272667371142
C28=	-0.396796291085
C29=	-2.276892579695
C30=	-3.435688748461
C31=	2.025444990137
C32=	0.983820298200
C33=	-4.684877996318
C34=	-0.538582435875
C35=	1.134774722850
C36=	0.038683362083
C37=	-1.403337765326
E1=	-0.513361399603
E2=	-0.259956507951
E3=	0.877187283651
E4=	0.870584731543
E5=	-0.349576478417
E6=	-0.290104160025

6" T2B2

CALCULO DE FACTORES	
FACTOR	VALOR ADIMENSIONAL
A=	0.492857142857
C=	11.900550084820
C1=	0.374404761905
C2=	0.143983843537
C3=	0.006130952381
C4=	0.244598799125
C5=	-0.266012325324
C6=	0.094025477419
C7=	1.727655751186
C8=	0.206208837043
C9=	0.193038964092
C10=	-0.199808776160
C11=	0.095478419561
C12=	0.050332252426
C13=	0.014331932878
C14=	0.016089975848
C15=	0.007966674764
C16=	0.015892240615
C17=	0.616558805755
C18=	-0.649214755127
C19=	0.236525618799
C20=	0.067533576626
C21=	-0.213585575171
C22=	0.039333333872
C23=	-0.068486680361
C24=	0.870764636465
C25=	-0.031676181772
C26=	-1.313338759045
C27=	-3.234689156116
C28=	-0.591163880937
C29=	-1.724858696011
C30=	-2.265323779348
C31=	2.135991038330
C32=	1.035807108691
C33=	-4.950919987857
C34=	-1.204934747475
C35=	1.470681622693
C36=	0.131924077489
C37=	-2.083305566497
E1=	-1.060630941723
E2=	-0.286619623779
E3=	0.927720760149
E4=	1.414388447526
E5=	-0.660943450552
E6=	-0.500343337194

8" T2B2

CALCULO DE FACTORES	
FACTOR	VALOR ADIMENSIONAL
A=	0.509803921569
C=	13.750901475629
C1=	0.375816993464
C2=	0.144841269841
C3=	0.006178026766
C4=	0.220468657752
C5=	-0.236642595253
C6=	0.082775414957
C7=	1.544431840036
C8=	0.184481105010
C9=	0.175073231982
C10=	-0.179021303220
C11=	0.085314660410
C12=	0.044861013942
C13=	0.013018724007
C14=	0.014618709717
C15=	0.007158532680
C16=	0.012578185657
C17=	0.548637934404
C18=	-0.566987735523
C19=	0.205420551734
C20=	0.069385740432
C21=	-0.218147717402
C22=	0.039886116582
C23=	-0.072402393539
C24=	0.886437088864
C25=	-0.032741031007
C26=	-1.361657224948
C27=	-2.998905634062
C28=	-0.528580146906
C29=	-1.854110398252
C30=	-2.524662819631
C31=	2.149831676781
C32=	1.018617629351
C33=	-4.917635291814
C34=	-1.037549631319
C35=	1.431452855062
C36=	0.113196135902
C37=	-1.995004358271
E1=	-0.914698937327
E2=	-0.289866496115
E3=	0.943559917239
E4=	1.272835368837
E5=	-0.582919931814
E6=	-0.448989324295

10" T2B2

CALCULO DE FACTORES	
FACTOR	VALOR ADIMENSIONAL
A=	0.520114942529
C=	4.655119559407
C1=	0.376676245211
C2=	0.145362958402
C3=	0.006206668491
C4=	0.586650447419
C5=	-0.740877059821
C6=	0.224904943120
C7=	4.434232200315
C8=	0.542860740245
C9=	0.482929337124
C10=	-0.561737350849
C11=	0.242611564808
C12=	0.133870975770
C13=	0.036926701381
C14=	0.043061613562
C15=	0.020812239926
C16=	0.110575006264
C17=	1.521278414238
C18=	-1.901056333199
C19=	0.582353592158
C20=	0.066710629991
C21=	-0.227446903266
C22=	0.039509683343
C23=	-0.065744860351
C24=	0.932683984647
C25=	-0.031750659069
C26=	-1.038646380666
C27=	-6.476833676805
C28=	-1.231036692911
C29=	-1.078786304071
C30=	-1.120477490236
C31=	2.484730633329
C32=	1.152514091371
C33=	-6.041169685916
C34=	-3.564801376521
C35=	2.130090829020
C36=	0.265405735738
C37=	-3.531647224797
E1=	-3.553967764000
E2=	-0.349275782961
E3=	1.027367048602
E4=	3.894455527255
E5=	-2.073712141679
E6=	-1.381386795270

12" T2B2

CALCULO DE FACTORES	
FACTOR	VALOR ADIMENSIONAL
A=	0.518716577540
C=	6.567212816011
C1=	0.376559714795
C2=	0.145292207792
C3=	0.006202784144
C4=	0.425856841396
C5=	-0.519711098794
C6=	0.162354572121
C7=	3.165742792013
C8=	0.385617728603
C9=	0.347916789498
C10=	-0.393981686167
C11=	0.173552092232
C12=	0.094810514193
C13=	0.026447532665
C14=	0.030600849490
C15=	0.014823094651
C16=	0.055599777476
C17=	1.094329216053
C18=	-1.314916474537
C19=	0.416396617808
C20=	0.067332079751
C21=	-0.225730719876
C22=	0.039608768318
C23=	-0.067265294346
C24=	0.923936619833
C25=	-0.031996102805
C26=	-1.131957899814
C27=	-5.027151365166
C28=	-0.931464623807
C29=	-1.281328686951
C30=	-1.450410129452
C31=	2.365301046229
C32=	1.103945872338
C33=	-5.588290650854
C34=	-2.494282512274
C35=	1.907168174051
C36=	0.224035867631
C37=	-3.034220349601
E1=	-2.333186570401
E2=	-0.330827649822
E3=	1.005950007491
E4=	2.681395314743
E5=	-1.386905734654
E6=	-0.962782174059

14" T2B2

CALCULO DE FACTORES	
FACTOR	VALOR ADIMENSIONAL
A=	0.394636015326
C=	5.605292681502
C1=	0.366219667944
C2=	0.139014322204
C3=	0.005858115916
C4=	0.424790648282
C5=	-0.470863362126
C6=	0.188067263076
C7=	3.079657819897
C8=	0.361991148651
C9=	0.318228378883
C10=	-0.338053967082
C11=	0.171256248424
C12=	0.089874910661
C13=	0.023139912225
C14=	0.025606499140
C15=	0.013674519061
C16=	0.052122257233
C17=	1.129676284145
C18=	-1.233509282416
C19=	0.500267178825
C20=	0.057709983494
C21=	-0.184267475213
C22=	0.036036276204
C23=	-0.049200602535
C24=	0.763737697196
C25=	-0.025601328118
C26=	-1.088014230653
C27=	-4.839344500909
C28=	-1.091862045646
C29=	-1.183774966104
C30=	-1.287964009013
C31=	2.046936418803
C32=	1.144326121218
C33=	-5.235452120935
C34=	-2.307984126781
C35=	1.588715560535
C36=	0.204950233027
C37=	-2.357618373269
E1=	-2.181420957077
E2=	-0.257399587530
E3=	0.814012183792
E4=	2.509487262099
E5=	-1.249326166008
E6=	-0.869644656956

16" T2B2

CALCULO DE FACTORES	
FACTOR	VALOR ADIMENSIONAL
A=	0.385563380282
C=	3.133364247870
C1=	0.365463615023
C2=	0.138555290074
C3=	0.005832914152
C4=	0.723367668237
C5=	-0.835899383928
C6=	0.328779632104
C7=	5.360721128446
C8=	0.632450308181
C9=	0.542180049380
C10=	-0.597372074781
C11=	0.297697767064
C12=	0.157883578227
C13=	0.039584660352
C14=	0.044157430894
C15=	0.023750599555
C16=	0.160943248686
C17=	1.950236374501
C18=	-2.235402218315
C19=	0.886548399617
C20=	0.055874547641
C21=	-0.182779152730
C22=	0.035524353026
C23=	-0.045470610855
C24=	0.760708885301
C25=	-0.024625418388
C26=	-0.940779235158
C27=	-7.354283616641
C28=	-1.768403705246
C29=	-0.885065569304
C30=	-0.832651309354
C31=	2.202211941202
C32=	1.238185685747
C33=	-5.931241758122
C34=	-4.072309721469
C35=	1.861310584014
C36=	0.261245168477
C37=	-2.947395033599
E1=	-4.338920738164
E2=	-0.272886498798
E3=	0.821410743766
E4=	4.653663376927
E5=	-2.422590462074
E6=	-1.568180129993

18" T2B2

CALCULO DE FACTORES	
FACTOR	VALOR ADIMENSIONAL
A=	0.409574468085
C=	4.632229888849
C1=	0.367464539007
C2=	0.139770136778
C3=	0.005899611618
C4=	0.516484200817
C5=	-0.591465381165
C6=	0.225593584922
C7=	3.791002931065
C8=	0.448967109840
C9=	0.392453228537
C10=	-0.427766978604
C11=	0.210220828954
C12=	0.111546528174
C13=	0.028797684925
C14=	0.032204057686
C15=	0.016967759161
C16=	0.079749886566
C17=	1.374802744865
C18=	-1.555556889569
C19=	0.600487623550
C20=	0.058446068684
C21=	-0.189977015946
C22=	0.036420144887
C23=	-0.050278539658
C24=	0.787054232941
C25=	-0.026234180812
C26=	-1.037367238585
C27=	-5.665685584914
C28=	-1.270326999844
C29=	-1.076130787689
C30=	-1.116342823581
C31=	2.149112880198
C32=	1.170350049200
C33=	-5.513828776923
C34=	-2.895930295283
C35=	1.736534770343
C36=	0.230941083108
C37=	-2.678364300255
E1=	-2.846383068272
E2=	-0.274025833415
E3=	0.845707545868
E4=	3.172818554977
E5=	-1.620548885693
E6=	-1.096611832203

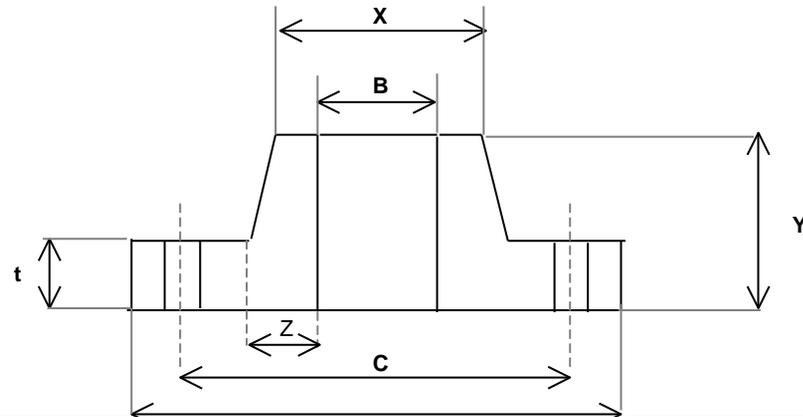
20" T2B2

CALCULO DE FACTORES	
FACTOR	VALOR ADIMENSIONAL
A=	0.417808219178
C=	3.936562150587
C1=	0.368150684932
C2=	0.140186725375
C3=	0.005922483149
C4=	0.607881234960
C5=	-0.710811076756
C6=	0.263771366637
C7=	4.499427161667
C8=	0.535272444937
C9=	0.465786217035
C10=	-0.516090824172
C11=	0.249078997750
C12=	0.133077458000
C13=	0.034365477698
C14=	0.038677788814
C15=	0.020228905787
C16=	0.113072886227
C17=	1.620225933545
C18=	-1.875703929070
C19=	0.702961453533
C20=	0.058783179152
C21=	-0.193229116911
C22=	0.036614470528
C23=	-0.050728803882
C24=	0.800481637625
C25=	-0.026549114989
C26=	-0.996011333617
C27=	-6.459589868863
C28=	-1.449837891153
C29=	-0.992038576693
C30=	-0.988081665771
C31=	2.227627868110
C32=	1.194583323980
C33=	-5.762285964897
C34=	-3.467363850688
C35=	1.853348662728
C36=	0.250493650610
C37=	-2.933395545157
E1=	-3.531911616373
E2=	-0.285909028507
E3=	0.865653449986
E4=	3.855818253026
E5=	-2.001227390078
E6=	-1.325038182045

24" T2B2

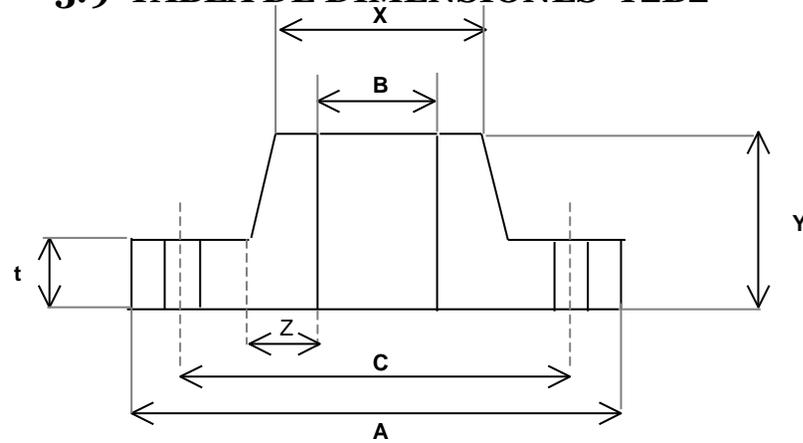
CALCULO DE FACTORES	
FACTOR	VALOR ADIMENSIONAL
A=	0.399109792285
C=	2.464775187381
C1=	0.366592482690
C2=	0.139240674014
C3=	0.005870543074
C4=	0.926720491880
C5=	-1.098072954470
C6=	0.415396052289
C7=	6.930930009010
C8=	0.822859012421
C9=	0.703382260143
C10=	-0.790063077180
C11=	0.383991170075
C12=	0.205447281916
C13=	0.051751424486
C14=	0.058222093860
C15=	0.030928673653
C16=	0.270910487283
C17=	2.498352199118
C18=	-2.941940591698
C19=	1.119895433571
C20=	0.056656655013
C21=	-0.187826884726
C22=	0.035902264869
C23=	-0.046665975865
C24=	0.781091227389
C25=	-0.025253305340
C26=	-0.885991041223
C27=	-8.999104106099
C28=	-2.159543823286
C29=	-0.784980125128
C30=	-0.695485358401
C31=	2.336232063043
C32=	1.278870876989
C33=	-6.391216025175
C34=	-5.277313381693
C35=	2.046076606812
C36=	0.286224993378
C37=	-3.346815203885
E1=	-5.974932813888
E2=	-0.291768579937
E3=	0.852252405018
E4=	6.284790184144
E5=	-3.325204747645
E6=	-2.089889238118

3.8 TABLA DE DIMENSIONES T1A1



Diametro nominal	Diametro exterior de la brida pulg. "A"	Diametro de Bore pulg. "B"	Diametro de circulo de Barrenos pulg. "C"	Diametro de tornillos pulg.	Numero de tornillos	Diametro de perforaciones pulg.	Longitud a lo largo del cuello pulg. "Y"	Diametro del cuello pulg. "X"	Distancia de filete pulg. Min. "Z"	Espesor de cara pulg. "t"
0.5	3.5	0.88	2.38	0.5	4	0.625	1.314	1.19	0.5	0.4
0.75	3.88	1.09	2.75	0.5	4	0.625	1.58	1.5	0.63	0.45
1	4.25	1.36	3.12	0.5	4	0.625	1.748	1.94	0.83	0.5
1.25	4.62	1.7	3.5	0.5	4	0.625	1.846	2.31	0.89	0.6
1.5	5	1.95	3.88	0.5	4	0.625	2.112	2.56	0.92	0.65
2	78.5	72	77	0.625	64	0.75	2.19	3.06	0.97	0.7
2.5	7	2.94	5.5	0.625	4	0.75	2.546	3.56	1.03	0.85
3	7.5	3.57	6	0.625	4	0.75	2.546	4.25	1.12	0.9
3.5	8.5	4.07	7	0.625	8	0.75	2.63	4.81	1.18	0.9
4	9	4.57	7.5	0.625	8	0.75	2.896	5.31	1.18	0.9
5	10	5.66	8.5	0.75	8	0.875	3.596	6.44	1.22	0.9
6	11	6.72	9.5	0.75	8	0.875	3.596	7.56	1.31	1
8	13.5	8.72	11.75	0.75	8	0.875	4.296	9.69	1.5	1.1
10	16	10.88	14.25	0.875	12	1	4.296	12	1.68	1.2
12	19	12.88	17	0.875	12	1	4.996	14.38	2.1	1.2
14	21	14.14	18.75	1	12	1.13	5.696	15.75	2.27	1.35
16	23.5	16.16	21.25	1	16	1.13	5.696	18	2.53	1.4
18	25	18.18	22.75	1.13	16	1.25	6.396	19.88	2.45	1.5
20	27.5	20.2	25	1.13	20	1.25	6.648	22	2.61	1.7
24	32	24.25	29.5	1.25	20	1.38	7.096	26.12	2.78	1.9

3.9 TABLA DE DIMENSIONES T2B2



Diametro nominal	Diametro exterior de la brida pulg. "A"	Diametro de Bore pulg. "B"	Diametro de circulo de Barrenos pulg. "C"	Diametro de tornillos pulg.	Numero de tornillos	Diametro de perforaciones pulg.	Longitud a lo largo del cuello pulg. "Y"	Diametro del cuello pulg. "X"	Distancia de filete pulg. Min. "Z"	Espesor de cara pulg. "t"
0.5	3.75	0.88	2.62	0.5	4	0.625	1.314	1.5	0.87	0.4
0.75	4.62	1.09	3.25	0.625	4	0.75	1.58	1.88	1.07	0.5
1	4.88	1.36	3.5	0.625	4	0.75	1.748	2.12	1.07	0.55
1.25	5.25	1.7	3.88	0.625	4	0.75	1.846	2.5	1.15	0.6
1.5	6.12	1.95	4.5	0.75	4	0.875	2.112	2.75	1.15	0.65
2	6.5	2.2	5	0.625	8	0.75	2.19	3.31	1.275	0.7
2.5	7.5	2.94	5.88	0.75	8	0.875	2.546	3.94	1.47	0.8
3	8.25	3.57	6.62	0.75	8	0.875	2.546	4.62	1.58	0.9
3.5	9	4.07	7.25	0.75	8	0.875	2.63	5.25	1.74	0.9
4	10	4.57	7.88	0.75	8	0.875	2.896	5.75	1.74	1
5	11	5.66	9.25	0.75	8	0.875	3.596	7	1.8	1.1
6	12.5	6.72	10.62	0.75	12	0.875	3.596	8.12	2.1	1.5
8	15	8.72	13	0.875	12	1	4.296	10.25	2.31	2
10	17.5	10.88	15.25	1	16	1.125	4.296	12.62	2.65	2.25
12	20.5	12.88	17.75	1.125	16	1.25	4.996	14.75	2.85	2.5
14	23	14.14	20.25	1.125	20	1.25	5.696	16.75	3.65	3
16	25.5	16.16	22.5	1.25	20	1.375	5.696	19	4	3.25
18	28	18.18	24.75	1.25	24	1.375	6.396	21	4	3.5
20	30.5	20.2	27	1.25	24	1.375	6.648	23.12	4.14	3.75
24	36	24.25	32	1.5	24	1.375	7.096	27.62	4.715	4.5

4.0 PROPUESTA DE ESTANDARIZACIÓN DE BRIDAS DE RESINA EPÓXICA REFORZADA CON FIBRA DE VIDRIO

INTRODUCCIÓN

La propuesta de estandarización de bridas de resina epóxica reforzada con fibra de vidrio que se plantea en el presente estándar con denominación DXXXX- 10 tienen principalmente dos propósitos: generar un fundamento jurídico y técnico que permita precisar y establecer los requisitos para la fabricación de bridas de resina epóxica reforzada con fibra de vidrio para instalaciones industriales, en razón del crecimiento de la actividad y de los cambios tecnológicos observados con tendencia al uso de materiales no metálicos en líneas de conducción y transporte de fluidos.

En el segundo aspecto, es necesario precisar un patrón de dimensiones estandarizado para los sistemas de conducción y transporte de fluidos en instalaciones industriales con la finalidad de establecer las directrices que regulen las dimensiones para fabricantes, compradores y usuarios finales y así evitar problemas de interconexión por diferencias en dimensionamiento, que es la razón primordial que motivó la elaboración de esta propuesta.



Designación DXXXX- 10

Especificación estándar para

“Bridas de resina epóxica reforzada con fibra de vidrio”

1.0 Alcance

1.1 Esta especificación cubre los accesorios de tuberías “Bridas de resina epóxica reforzada con fibra de vidrio” fabricadas con filamento o centrifugación o moldeada. Incluye materiales, proceso de fabricación ,dimensiones , tolerancias, marcado, pruebas” en dimensiones de 1” pulgada hasta 24” para tubería fabricada a partir de la especificación D 2996 o D 2997 o ambas utilizadas en líneas de conducción o transporte de fluidos en la industria.

Este estándar no incluye todas las instrucciones o consideraciones de seguridad. Es responsabilidad del usuario de este estándar establecer las practicas apropiadas de seguridad y salud , así como de determinar la aplicación de regulaciones locales para su uso.

Nota 1 No es alcance de este estándar los polímeros naturales.

Nota2 No es similar ni equivalente a ningún estándar ISO

2.0 Documentos de referencia

2.1 Códigos, estándares y especificaciones que contengan disposiciones relacionadas a la presente especificación constituyen requisitos de esta norma

2.1 Estándares ASTM :

D 618 Practice for Conditioning Plastics for Testing

D 883 Terminology Relating to Plastics

D 1598 Test Method for Time-To-Failure of Plastic Pipe Under Constant Internal Pressure

D 1599 Test Method for Resistance to Short-Time Hydraulic Failure Pressure of Plastic Pipe, Tubing, and Fittings

D 1600 Terminology for Abbreviated Terms Relating to Plastics

D 2143 Test Method for Cyclic Pressure Strength of Reinforced, Thermosetting Plastic Pipe

D 2310 Classification for Machine-Made Fiberglass (Glass-Fiber-Reinforced Thermosetting-Resin) Pipe

D 2992 Practice for Obtaining Hydrostatic or Pressure Design Basis for “Fiberglass” (Glass-Fiber-Reinforced Thermosetting-Resin) Pipe and Fittings

D 2996 Specification for Filament Wound “Fiberglass” (Glass-Fiber-Reinforced-Thermosetting Resin) Pipe

D 2997 Specification for Centrifugally Cast “Fiberglass” (Glass-Fiber-Reinforced-Thermosetting Resin) Pipe

D 4024 Specification for Machine Made “Fiberglass” (Glass-Fiber-Reinforced Thermosetting Resin) Flanges F 412 Terminology Relating to Plastic Piping Systems

D 5421 Specification for Contact Molded “Fiberglass” (Glass-Fiber-Reinforced Resin)

ASTM D5685 - 05 Standard Specification for "Fiberglass" (Glass-Fiber-Reinforced Thermosetting-Resin) Pressure Pipe Fittings

F 477 Specification for Elastomeric Seals (Gaskets) for Joining Plastic Pipe

2.2 Estándares ASME:

B16.5 Pipe Flanges and Flanged Fittings

ASME RTP-1–2007 Reinforced Thermoset Plastic Corrosion-Resistant Equipment

2.3 Estándares AWWA:

AWWA C950-07 Fiberglass Pressure Pipe

AWWA Manual M45, Fiberglass Pipe Design

2.4 Estándares API

API SPECIFICATION 15LR Specification For Low Pressure Fiberglass Line Pipe and Fittings

3.0 Información de compra mínima

El comprador deberá especificar en función de su previa evaluación:

3.1 Designación de la especificación DXXXX- 10

3.2 Clasificación

3.2 Cantidad

3.3 Categorías de presión

3.4 Dimension nominal (NPS)

3.5 Identificación (Ver . sección 13.0 Marcado del producto)

3.6 Requisitos especiales ó suplementarios, si existen.

4.0 Clasificación

4.1 Esta especificación cubre accesorios de fibra de vidrio definidos por su tipo, (método de fabricación), grado (tipo general de resina), rango de presión (identificación que designa el rango de presión) y categoría (tipo de unión) .

4.2 Tipo

Filamento embobinado Accesorios fabricados por un devanado continuo de fibra de vidrio mediante un enrollamiento cruzado de hilo o cinta los cuales pueden ser preimpregnados o impregnados durante el enrollamiento en una cavidad de la brida bajo tensión controlada

4.3 Grados

Grado T1

Grado T2

Las propiedades mecánicas correspondientes a los grados citados forman parte de la tabla V sección 5 de esta especificación

4.4 Rango de presión

El rango de presión debe de indicarse de acuerdo a la designación indicada en la tabla 1 mediante la letra correspondiente al rango de presión requerido.

El rango de presión deberá ser seleccionado de acuerdo a los límites de presión temperatura establecidos en las tablas del anexo I de esta especificación

TABLA I CATEGORÍA DE PRESIÓN

Designación	Rango de presión	
	psi	Mpa
A	150	1.03
B	300	2.07

4.5 Categoría

Categoría 1: Unión integral translapada de brida montada a través directamente en una sección de tubería

5.0 Materiales

- 5.1 Bridas fabricadas de conformidad con esta especificación deberán estar compuestas de las resinas termoestables indicadas en la sección 3.3. La estructura compuesta puede contener elementos granulares o de trazas de material , agentes tixotrópicos, pigmentos o colorantes.
- 5.2 Cuando las resinas, elementos de refuerzo y otros materiales hayan sido compuestas como una sola estructura deben de cumplir con los requerimientos de propiedades mecánicas indicadas en esta especificación para el diseño adecuado de bridas.
- 5.3 Esta especificación clasifica los propiedades mecánicas de las resinas epóxicas para la fabricación de bridas en grados, esta especificación proporciona un sistema de identificación y caracterización los cuales cubren la mayoría de materiales comercialmente disponibles para la fabricación de Bridas de resina epóxica reforzada con fibra de vidrio

La tabla V indica las propiedades mecánicas mínimas de acuerdo al grado correspondiente.

TABLA V PROPIEDADES MECÁNICAS MÍNIMAS DE LA RESINA EPÓXICA

PROPIEDAD MECÁNICA	DESIGNACIÓN DE GRADO	
	Grado T1	Grado T2
Resistencia a la ruptura a corto plazo min Mpa	20305	23206
Resistencia la tensión min Mpa	5000	5800

6.0 Requisitos Generales

Mano de obra- Las bridas deberán de estar totalmente libres de defectos tales como indentaciones, delaminaciones, burbujas, picaduras , inclusiones extrañas o áreas que presenten adelgazamiento de resinas las cuales por su naturaleza o extensión puedan afectar la resistencia y funcionamiento de la brida. La brida debe ser de un tono, color y acabado uniforme.

Diámetro nominal-El diámetro nominal correspondiente a la dimensión nominal de la tubería y bridas las cuales deberán cumplir con la designación numérica NPS y DN que es usada en los estándares internacionales indicada en la tabla II.

TABLA II DIÁMETRO NOMINAL

<u>NPS (in)</u>	<u>DN (mm)</u>
1/2	15
3/4	20
1	25
1 1/4	32
1 1/2	40
2	50
2 1/2	65
3	80
4	100
5	125
6	150
8	200
10	250
12	300
14	350
16	400
18	150
20	500
24	600

7.0 Requisitos de diseño

7.1 Temperatura-La temperatura mostrada correspondiente a cada presión es la temperatura contenida en el interior de la brida. En general esta temperatura es la misma que el fluido contenido o que pasa a través de la brida

En el uso de uniones bridadas a altas o bajas temperatura debe de considerarse el riesgo de fuga como resultado de las fuerzas y momentos desarrollados en líneas conexiones entre equipos y tuberías

7.2 Propiedades mecánicas del material

Las propiedades mecánicas del material debe ser obtenida a través de una prueba en un espécimen que represente las propiedades mecánicas del material de la sección y que cumpla con los requisitos de esta especificación.

7.3 Acabado de cara de bridas

General- este estándar permite el uso únicamente de bridas cara plana para todas sus designaciones.

8.0 Requisitos de funcionamiento

8.1 Los siguientes requisitos de funcionamiento están destinados a proporcionar una clasificación y criterio de funcionamiento con el fin de calificar las pruebas y el diseño de prototipo de construcción que cumpla con los requerimientos de esta especificación.

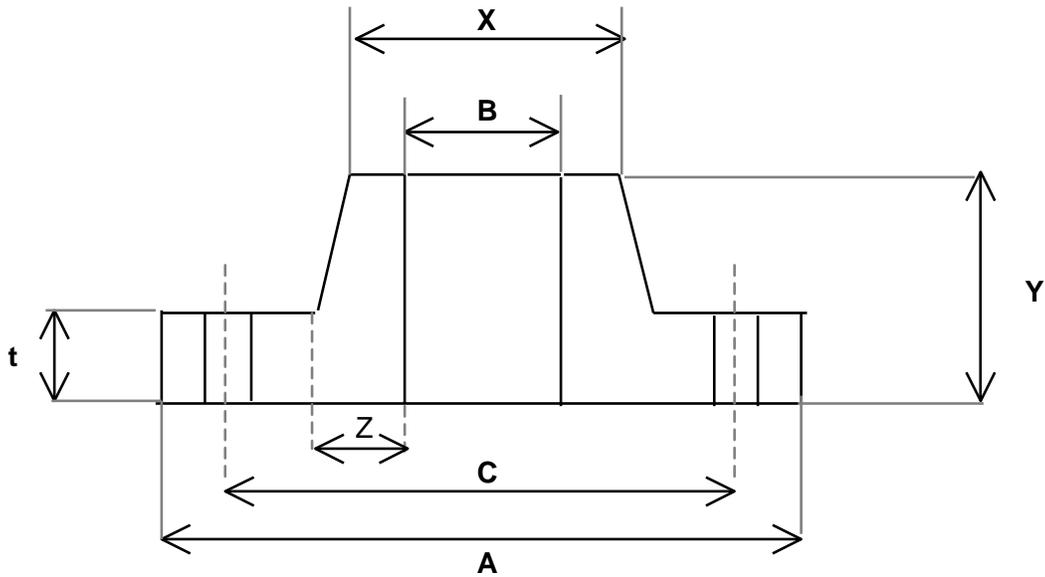
8.2 Las bridas deberán cumplir con los siguientes requisitos de funcionamiento una vez que han sido ensambladas para su prueba de acuerdo a las recomendaciones del fabricante

8.3 Sello- Bridas deberán de resistir una presión de al menos 1.5 veces la presión nominal de diseño sin fugas durante un periodo de al menos 168 hrs de acuerdo al párrafo 11.0 de esta especificación.

8.4 Resistencia a la ruptura en corto plazo-Bridas deberán de resistir una carga hidrostática de al menos 4 veces la presión de diseño sin daño en un periodo de 60 segundos de acuerdo a al párrafo 11.0 de esta especificación.

9.0 Dimensiones

- 9.1 Bridas de diámetro nominal de 24" y menores deberán de cumplir los valores indicados en las tablas del anexo B, número y dimensiones de orificios de birlos deben de cumplir con lo indicado a continuación.



DIMENSIONES DE BRIDAS T1A1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
							PERFORACIONES		TORNILLERIA	
Diametro nominal	Diametro exterior de la brida pulg. "A"	Diametro de Bore pulg. "B"	Longitud a lo largo del cuello pulg. "Y"	Diametro del cuello pulg. "X"	Distancia de filete pulg. Min. "Z"	Espesor de cara pulg. "t"	Diametro de circulo de Barrenos pulg. "C"	Diametro de perforaciones pulg.	Diametro de tornillos pulg.	Numero de tornillos
0.5	3.5	0.88	1.314	1.19	0.5	0.4	2.38	0.625	0.5	4
0.75	3.88	1.09	1.58	1.5	0.63	0.45	2.75	0.625	0.5	4
1	4.25	1.36	1.748	1.94	0.83	0.5	3.12	0.625	0.5	4
1.25	4.62	1.7	1.846	2.31	0.89	0.6	3.5	0.625	0.5	4
1.5	5	1.95	2.112	2.56	0.92	0.65	3.88	0.625	0.5	4
2	78.5	72	2.19	3.06	0.97	0.7	77	0.75	0.625	4
2.5	7	2.94	2.546	3.56	1.03	0.85	5.5	0.75	0.625	4
3	7.5	3.57	2.546	4.25	1.12	0.9	6	0.75	0.625	4
3.5	8.5	4.07	2.63	4.81	1.18	0.9	7	0.75	0.625	8
4	9	4.57	2.896	5.31	1.18	0.9	7.5	0.75	0.625	8
5	10	5.66	3.596	6.44	1.22	0.9	8.5	0.875	0.75	8
6	11	6.72	3.596	7.56	1.31	1	9.5	0.875	0.75	8
8	13.5	8.72	4.296	9.69	1.5	1.1	11.75	0.875	0.75	8
10	16	10.88	4.296	12	1.68	1.2	14.25	1	0.875	12
12	19	12.88	4.996	14.38	2.1	1.2	17	1	0.875	12
14	21	14.14	5.696	15.75	2.27	1.35	18.75	1.13	1	12
16	23.5	16.16	5.696	18	2.53	1.4	21.25	1.13	1	16
18	25	18.18	6.396	19.88	2.45	1.5	22.75	1.25	1.13	16
20	27.5	20.2	6.648	22	2.61	1.7	25	1.25	1.13	20
24	32	24.25	7.096	26.12	2.78	1.9	29.5	1.38	1.25	20

DIMENSIONES DE BRIDAS T2B2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
							PERFORACIONES		TORNILLERIA	
Diametro nominal	Diametro exterior de la brida pulg. "A"	Diametro de Bore pulg. "B"	Longitud a lo largo del cuello pulg. "Y"	Diametro del cuello pulg. "X"	Distancia de filete pulg. Min. "Z"	Espesor de cara pulg. "t"	Diametro de circulo de Barrenos pulg. "C"	Diametro de perforaciones pulg.	Diametro de tornillos pulg.	Numero de tornillos
0.5	3.75	0.88	1.314	1.5	0.87	0.4	2.62	0.625	0.5	4
0.75	4.62	1.09	1.58	1.88	1.07	0.5	3.25	0.75	0.625	4
1	4.88	1.36	1.748	2.12	1.07	0.55	3.5	0.75	0.625	4
1.25	5.25	1.7	1.846	2.5	1.15	0.6	3.88	0.75	0.625	4
1.5	6.12	1.95	2.112	2.75	1.15	0.65	4.5	0.875	0.75	4
2	6.5	72	2.19	3.31	1.275	0.7	5	0.75	0.625	8
2.5	7.5	2.94	2.546	3.94	1.47	0.8	5.88	0.875	0.75	8
3	8.25	3.57	2.546	4.62	1.58	0.9	6.62	0.875	0.75	8
3.5	9	4.07	2.63	5.25	1.74	0.9	7.25	0.875	0.75	8
4	10	4.57	2.896	5.75	1.74	1	7.88	0.875	0.75	8
5	11	5.66	3.596	7	1.8	1.1	9.25	0.875	0.75	8
6	12.5	6.72	3.596	8.12	2.1	1.5	10.62	0.875	0.75	12
8	15	8.72	4.296	10.25	2.31	2	13	1	0.875	12
10	17.5	10.88	4.296	12.62	2.65	2.25	15.25	1.125	1	16
12	20.5	12.88	4.996	14.75	2.85	2.5	17.75	1.25	1.125	16
14	23	14.14	5.696	16.75	3.65	3	20.25	1.25	1.125	20
16	25.5	16.16	5.696	19	4	3.25	22.5	1.375	1.25	20
18	28	18.18	6.396	21	4	3.5	24.75	1.375	1.25	24
20	30.5	20.2	6.648	23.12	4.14	3.75	27	1.375	1.25	24
24	36	24.25	7.096	27.62	4.715	4.5	32	1.375	1.5	24

10.0 Tolerancias

10.1 Con el propósito de determinar el cumplimiento de este estándar, el número de cifras significativas será redondeado de acuerdo a la práctica ASTM E 29. El seguimiento de dicha práctica para la medición de cifras significativas no implica un método particular de medición.

10.2 Del centro a superficie de contacto

<u>Tamaño</u>	<u>Tolerancia</u>
NPS \leq 10	(\pm 0.03in)
NPS \geq 12	(\pm 0.06in)

10.3 Espesor de brida

La tolerancia requerida para el espesor de brida deberá cumplir con lo siguiente:

<u>Tamaño</u>	<u>Tolerancia</u>
NPS \leq 18	(+ 0.12, -0.0 in)
NPS \geq 20	(+ 0.19, -0.0 in)

10.4 Diámetros de cuello de brida

Diámetro exterior

<u>Tamaño</u>	<u>Tolerancia</u>
NPS \leq 5	(+ 0.09, -0.03in)
NPS \geq 6	(+ 0.16, -0.03 in)

Diámetro interior

<u>Tamaño</u>	<u>Tolerancia</u>
NPS \leq 10	(+- 0.03in)
12 \leq NPS \leq 18	(+- 0.06in)
NPS \geq 20	(+ 0.12, -0.06 in)

10.5 Perforaciones

Diámetro de círculo de barrenos.

La tolerancias requeridas para todos los diámetros a círculo de barrenos debe ser la siguiente:

+- 0.06 in

Distancia de agujero de tornillo a agujero de tornillo

La tolerancias requeridas de centro a centro de agujeros de tornillos debe ser la siguiente:

+- 0.03 in

11.0 Método de prueba

11.1 Prueba hidrostática: Bridas no requieren presión de prueba inicial

11.2 Cuando exista desacuerdo o falla en alguna brida instalada el comprador podrá exigir realizar y atestiguar la prueba de diseño para sello , se deberá instalar un arreglo general utilizando empaques y tornillos , presurizando el ensamble a la presión de diseño del sistema y manteniéndolo por un periodo de 168 horas sin goteo o falla visible. No esta permitido el reapriete de tuercas durante el ensayo. Condiciones de prueba: Las pruebas pueden ser realizadas a temperatura y humedad ambiente

En caso de existir falla en el sistema el comprador podrá rechazar el lote completo.

12.0 Rechazo del producto

El incumplimiento de cualquier requerimiento de esta especificación es motivo suficiente para que el comprador rechace el producto por unidad a excepción de lo establecido en 11.2.

13.0 Marcado del producto

13.1 Cada brida deberá ser marcada con la siguiente información:

13.2 La designación “ASTM D XXXXX” indicando el cumplimiento de esta especificación.

13.3 Identificación de la brida de acuerdo con la designación de código en 4.0.

13.4 Diámetro nominal de la brida

13.5 Nombre del fabricante o marca registrada.

13.6 Todas las marcas deberán ser legibles y mantenerse legibles durante el manejo e instalación normal.

ASTM International takes no position respecting the validity of any patent rights asserted in connection with any item mentioned in this standard. Users of this proposal of standard are expressly advised that determination of the validity of any such patent rights, and the risk of infringement of such rights, are entirely their own responsibility.

This proposal of standard is subject to revision at any time by the responsible technical committee and must be reviewed every five years and if not revised, either reapproved or withdrawn

This documents are not ASTM standards, and shall not be reproduced or recirculated in whole or in part without written authorization from the originator. This document is not an ASTM standard; it is going to propose to consideration within an ASTM technical committee but has not received all approvals required to become an ASTM standard. You agree not to reproduce or circulate or quote, in whole or in part, this document outside of ASTM Committee/Society activities, or submit it to any other organization or standards bodies (whether national, international, or other) except with the approval of the originator. If you do not agree with these conditions please immediately destroy all copies of the document.

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

El presente trabajo permitió establecer una propuesta sobre los mecanismos de evaluación y cumplimiento de acuerdos entre fabricantes y consumidores de bridas de resina epóxica reforzada con fibra de vidrio, fundamentados en un amplio análisis matemático y de diseño, que valido las condiciones cuantitativas y cualitativas propuestas para el correcto funcionamiento de bridas en condiciones reales de aplicación .

Así mismo se establecieron parámetros de dimensionamiento que permiten realizar intercambiabilidad e interconexión con instalación existentes en plantas industriales, lo cual da como resultado una aceptación de uso por parte del usuario final toda vez que no se requieren adaptaciones especiales para la interconexión de componentes.

El mercado de fabricación de bridas está establecido por un grupo reducido de fabricantes lo cual limita el desarrollo sustancial de esta industria , dado que el conocimiento y los criterios ingenieriles de diseño son cuidadosamente resguardados y limitados, el acceso a la información sin duda fue una barrera difícil de superar durante el desarrollo de este trabajo , los diferentes fabricantes muestran tendencia a no a proporcionar suficiente información que permita a otros fabricantes integrarse al mercado.

Así mismo pequeños fabricantes al carecer de los conocimientos adecuados realizan bridas de forma” artesanal” sin los lineamientos básicos de fabricación y control de calidad que resultan en problemas de fallas en componentes instalados ya en plantas retrasando la puesta en marcha de proyectos o bien genera considerables riesgos para el usuario final y operarios.

Esta propuesta de estandarización proporcionara a los pequeños fabricantes los requisitos mínimos para cumplir una designación que garantice el buen funcionamiento de interconexión basándose en un proceso repetitivo que valide la calidad de un producto, aumentando la oferta de productos en beneficio de la industria

Por mucho tiempo los fabricantes han establecido sus propios criterios de diseño resultando en problemas sobre el uso de un mismo producto pero de diferentes fabricantes , la estandarización de dimensiones y requisitos mediante la autoridad de ASTM , es una solución clara al problema de interconexión de diferentes fabricantes , la infraestructura involucradas en la revisión de este estándar permitirá establecerlo como un criterio normativo de estandarización a mediano plazo , se ha desarrollado una solución a un tema de interés común para la industria, como miembro activo perteneciente a la ASTM presentaré de manera formal una solicitud al comité para la revisión y distribución de la propuesta desarrollada durante el presente trabajo.

La evidencia técnica elaborada en memorias de calculo permitirá comprobar el funcionamiento adecuado bajo condiciones críticas de diseño, lo cual será una base fundamental para establecer los principios básicos de consenso con los demás miembros del comité y fabricantes.

Es concluyente que bajo una comprobación de diseño fundamentado en códigos internacionales de diseño , es posible establecer los parámetros necesario para una estandarización en cumplimiento con una designación establecida.

El SO₂ es los contaminantes más importantes de la contaminación atmosférica causada por gases de combustión , las cuestiones ambientales han requerido la necesidad de combustibles mas limpios.

Con el fin de resolver los problemas de corrosión resultados de este proceso Europa y los Estados Unidos ha adoptado una gran variedad de materiales resistentes a la corrosión, como el uso de altas aleaciones de níquel C-276, C-22, de acero inoxidable especial de 316, 317LM,319, sin embargo el costo es sumamente elevado , a través de una variedad de experimentos, se ha demostrado que el FRP es un material resistente a la corrosión y con un bajo costo.

De acuerdo a la normatividad ambiental establecida en la **NOM-086-SEMARNAT** la tendencia a la elaboración de combustible de bajo azufre requiere dentro de su refinación la desulfuración de combustibles establecen un crecimiento exponencial en la demanda de tubería de FRP para la construcción de las plantas de refinación como ha sucedido en otros países donde ya ha sido implementado el uso de combustibles limpios por ejemplo en U.S.A el número de plantas de desulfuración de combustibles con componentes de FRP se muestra un alto crecimiento considerando que en el año 2005 únicamente había 3 plantas de desulfuración con este tipo de componentes actualmente suman más de 49 plantas.

En México Petróleos Mexicanos invertirá alrededor de 9000 millones de dólares en las diferentes refinerías para la construcción y modernización de plantas productoras de gasolinas y diesel de ultra bajo contenido de azufre que coadyuvarán al mejoramiento del medio ambiente. El proyecto global de combustibles limpios de Pemex Refinación contempla la construcción de 22 plantas en las seis refinerías del sistema, de las cuales 11 corresponden a unidades de postratamiento de gasolinas, cuatro hidrodeshulfuradoras, cuatro de hidrógeno y tres para tratamiento de azufre, además de la modernización de otras 18 plantas de destilados intermedios.

Estas obras tendrán un impacto muy positivo en el consumo de tubería de FRP quizás con un crecimiento de hasta un 700 % en el mercado de FRP y sus componentes en los próximos 5 años.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

Avallone, E.A., Baumeister, T. Marks' Standard Handbook for Mechanical Engineers
McGraw-Hill.

Beer, F.P., Johnston, Jr., E.R. Mechanics of Materials,
McGraw-Hill,

Gere, J.M., Timoshenko, S.P. Mechanics of Materials, 2nd ed., Brooks/Cole

Oberg, E., Jones, F.D., Horton, H.L., Ryffel, H.H. Machinery's Handbook, 25th ed., Industrial Press (New York).

Groover, Mikell P. Fundamentals of modern manufacturing: materials, processes, and systems
John Wiley & Sons

D 618 Practice for Conditioning Plastics for Testing
ASTM

D 883 Terminology Relating to Plastics
ASTM

D 1598 Test Method for Time-To-Failure of Plastic Pipe Under Constant Internal Pressure
ASTM

D 1599 Test Method for Resistance to Short-Time Hydraulic Failure Pressure of Plastic Pipe, Tubing, and Fittings
ASTM

D 1600 Terminology for Abbreviated Terms Relating to Plastics
ASTM

D 2143 Test Method for Cyclic Pressure Strength of Reinforced, Thermosetting Plastic Pipe
ASTM

D 2310 Classification for Machine-Made Fiberglass (Glass-Fiber-Reinforced Thermosetting-Resin) Pipe

ASTM

D 2992 Practice for Obtaining Hydrostatic or Pressure Design Basis for “Fiberglass” (Glass-Fiber-Reinforced Thermosetting-Resin) Pipe and Fittings

ASTM

D 2996 Specification for Filament Wound “Fiberglass” (Glass-Fiber-Reinforced-Thermosetting Resin) Pipe

ASTM

D 2997 Specification for Centrifugally Cast “Fiberglass” (Glass-Fiber-Reinforced-Thermosetting Resin) Pipe

ASTM

D 4024 Specification for Machine Made “Fiberglass” (Glass-Fiber-Reinforced Thermosetting Resin) Flanges F 412 Terminology Relating to Plastic Piping Systems

ASTM

D 5421 Specification for Contact Molded “Fiberglass” (Glass-Fiber-Reinforced Resin)

ASTM

D5685 - 05 Standard Specification for "Fiberglass" (Glass-Fiber-Reinforced Thermosetting-Resin) Pressure Pipe Fittings

ASTM

F 477 Specification for Elastomeric Seals (Gaskets) for Joining Plastic Pipe

ASTM

B16.5 Pipe Flanges and Flanged Fittings

ASME

RTP-1–2007 Reinforced Thermoset Plastic Corrosion-Resistant Equipment

ASME

B.31.3 Process Piping Code Sección VII.

ASME

BOILER AND PRESSURE VESSEL CODE DIV 1 SECC VIII

ASME

C950-07 Fiberglass Pressure Pipe

AWWA

Manual M45, Fiberglass Pipe Design
AWWA

SPECIFICATION 15LR Specification For Low Pressure Fiberglass Line Pipe and
Fittings
API

15TL4 Recommended Practice for Care and Use of Fiberglass Tubulars
API

Qualification Of 2” Through 16” Pipe And Fittings By Api
Specification 15lr Sixth Edition, Section 4

Los Plásticos Reforzados En Fibra De Vidrio (Prfv), Sus Aplicaciones y
Desarrollo En La Industria

Fiberglass Reinforced Plastic (Frp) Piping Systems Designing Process / Facilities
Piping Systems With Frp A Comparison To Traditional Metallic Materials
Specialty Plastics, Inc.

Smith Fibercast Piping Systems General Specifications Boletin A1301
Fiber Glass Systems Iolwell Varco Company

Engineering And Design Guide Low Pressure
Fiberglass Reinforced Piping Systems

Low Pressure Fiberglass Reinforced
Piping Systems Fiber Glass Systems

Pipe Installation Handbook Fiber Glass Systems
Fibraser Products Frp Catalog

Tuberia De Resina Reforzada Con Fibra De Vidrio Para Recoleccion Y transporte
De Hidrocarburos Y Fluidos Corrosivos Liquidos.
Nrf-012-Pemex-2001

Tubería, Conexiones Y Accesorios A Base De Polímeros Reforzada Con
Fibra De Vidrio En Redes De Agua Contraincendio Costa Afuera.
Nrf-044-Pemex-2004

Integral Line Fibrex Pipe Manual System Design
Fibrex

Integral Line Pipe Manual Power Systems
Fibrex

The “Piping Guide” Dennis J. Whistance David R Sherwood
Syentek

Developing And Revising An ASTM
Standard Editorial And Technical Committee Operations (Tco)

Standards Development In ASTM International
ASTM International & European Office