

# CATÁLOGO TÉCNICO

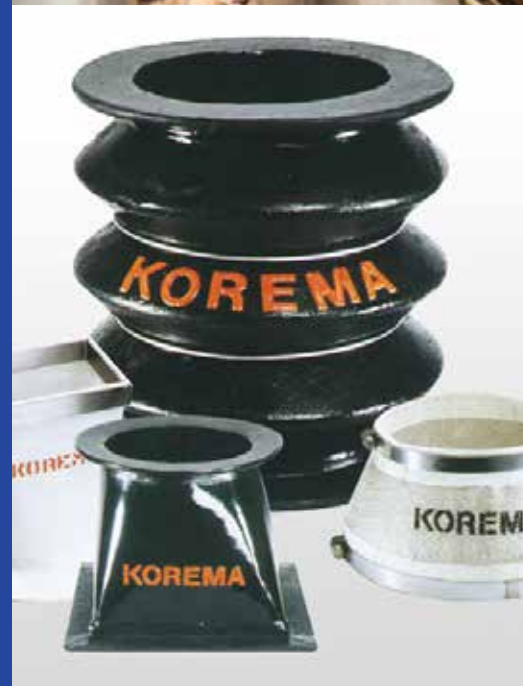
## JUNTAS DE EXPANSIÓN NO METÁLICAS

EXPERTOS EN DESARROLLO DE  
SOLUCIONES DE INGENIERÍA  
PARA LA INDUSTRIA

Asesoramiento. Innovación. Compromiso

**flexilatina**  
Ingeniería y Representaciones

[www.flexilatina.com](http://www.flexilatina.com)





En soluciones flexibles para tuberías, cumplimos con los estándares internacionales de calidad.

Creada en 1987 con el objetivo de representar a Dinatécnica y otras firmas del grupo internacional The Flexible Solutions Group, fabricantes de accesorios flexibles para tuberías industriales.

Después de unos años, con un mejor conocimiento del mercado colombiano, Flexilatina asumió nuevos retos como ensamblar juntas de expansión y prestar asesoría técnica para la selección y montaje de sus productos, contando siempre con la supervisión y aval de los expertos de cada una de las compañías representadas.

Hoy con más de 30 años de experiencia y tras haber desarrollado en el país trabajos de flexibilidad de importante magnitud, hemos ganado la credibilidad de nuestros clientes y un sitio preferencial en el mercado de elementos flexibles para tuberías.

Seguiremos haciendo nuestro mejor trabajo para nuestros clientes, respondiendo con óptima calidad a sus necesidades; contamos con la mejor tecnología, experiencia y conocimientos en soluciones integrales de flexibilidad de tuberías, instrumentación, válvulas, empaquetaduras, inspección y limpieza de oleoductos y transporte de fluidos.

**Juntas de expansión no metálicas**

[www.flexilatina.com](http://www.flexilatina.com)

## ¿Qué son las juntas de expansión no metálicas?



Las juntas de expansión no metálicas son conectores flexibles diseñadas para proporcionar alivio de tensiones y sellar en sistemas de conductos con medios gaseosos. Se fabrican de una amplia variedad de materiales no metálicos, incluidos los elastómeros sintéticos, tejidos, materiales aislantes y fluoroplásticos, dependiendo de los diseños.

### A-2. Industrias / Procesos

Las juntas de expansión no metálicas tienen más de 40 años de funcionamiento y experiencia en las siguientes industrias y procesos.

- Generación de energía;
- Plantas de Combustible Fósil
- Plantas de Turbinas de Gas
- Plantas de Cogeneración
- Plantas de energía nuclear
- Plantas Bio-Masas
- Sistemas de Reducción de la Contaminación
- Plantas de pulpa y papel
- Química y Petroquímica
- Procesamiento de metales primarios
- Plantas de cemento
- Incineración de residuos
- Marina, Onshore y Offshore
- Vapor / Calor / Recuperación del Polvo

### A-3. Capacidades y Ventajas de las Juntas de Expansión

Las juntas de expansión proporcionan flexibilidad en el conducto y se utilizan para permitir 4 situaciones principales:

- Expansión o contracción del conducto debido a cambios en la temperatura.
  - Aislamiento de los componentes para minimizar los efectos
  - Vibraciones o ruidos.
  - Movimiento de los componentes durante las operaciones del proceso.
  - Instalación o extracción de componentes grandes y montaje
- Tolerancias.

### Las ventajas de las juntas de expansión no metálicas incluyen:

#### Movimientos grandes en una longitud corta

Requiere menos juntas de expansión, reduciendo el número total de unidades y proporcionando economías adicionales.

#### Capacidad para absorber movimientos simultáneos fácilmente en más de un plano

Permite al diseñador de tubería o ductos acomodar movimientos compuestos en menos y más simples juntas de expansión.

#### Fuerzas muy bajas requeridas para mover la junta de expansión

La fuerza de reacción de la junta permite su uso para aislar tensiones en equipos grandes, relativamente ligeros. Un ejemplo particular es un escape de turbina de gas donde es crucial minimizar las fuerzas de la expansión del ducto en el bastidor de la turbina.

## Materiales de Construcción Resistentes a la Corrosión

Los materiales de tecnología moderna permiten el uso en condiciones químicas agresivas.

## Resistencia al ruido y vibraciones

Las juntas de expansión no metálicas proporcionan un alto grado de aislamiento de ruido y amortiguación de vibraciones.

## Facilidad de instalación

Las juntas de expansión no metálicas son relativamente ligeras y pueden ser izadas en su lugar con un mínimo de ensamblaje de campo requerido.

## Costo mínimo de reemplazo

La parte de elemento flexible del conjunto de junta de expansión puede ser sustituida de forma sencilla y económica.

## Libertad de diseño

Las juntas de expansión no metálicas pueden adaptarse a la aplicación del conducto con forma cónica, de transición o irregular, permitiendo al diseñador la máxima variedad de opciones.

## Descansos térmicos

Las propiedades auto-aislantes de la tela permiten la simple transición de caliente a frío.

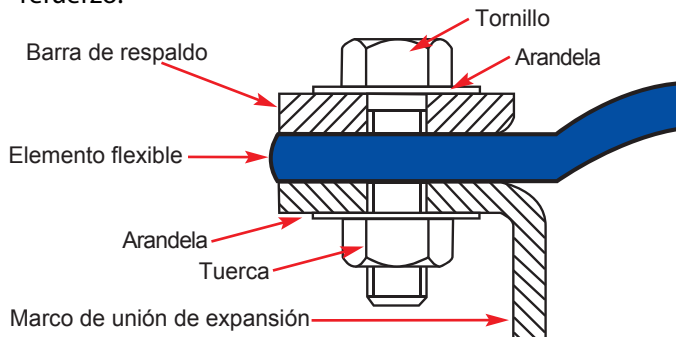
## A-4. Construcción y configuración de la junta de expansión

### A-4.1 Construcción

Hay dos formas básicas de construcción dependiendo del número de capas en la junta de expansión; Construcción de una sola capa y construcción multicapa.

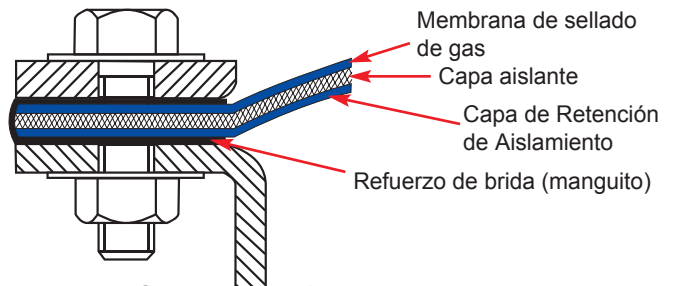
#### A-4.1.1. Construcción de una sola capa

Una junta de expansión formada por una capa consolidada, a menudo construida a partir de elastómeros y materiales de refuerzo o fluoroplásticos y materiales de refuerzo:



### A-4.1.2. Construcción de múltiples capas

Una junta de expansión en la que las diversas capas son de materiales diferentes que no están unidos integralmente entre sí.



### A-4.2. Configuraciones de sujeción

Hay tres tipos de configuraciones de sujeción que pueden emplear una de las construcciones anteriores:

- Configuración de la junta de expansión tipo correa
- Configuración de la junta de expansión con brida
- Configuración de la junta de expansión de tipo combinado

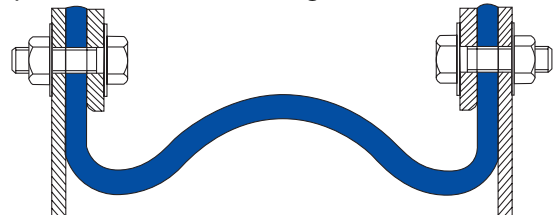
#### A-4.2.1. Configuración de la junta de expansión tipo correa

Una junta de expansión en la que el elemento flexible se hace como una correa plana:



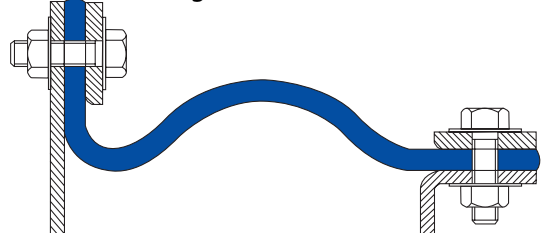
#### A-4.2.2. Configuración de la junta de expansión tipo brida

Una junta de expansión en la que el elemento flexible tiene pestañas formadas en ángulos rectos.



#### A-4.2.3. Configuración de la junta de expansión de tipo combinada

Una junta de expansión que utiliza tanto el tipo de correa como las configuraciones con bridas.



### A-4.3. Configuraciones de elementos flexibles

Además de las configuraciones de sujeción ilustradas, el elemento flexible puede ser fabricado en una variedad de configuraciones, dependiendo de la aplicación y rendimiento:

Plano • Convexo • Cóncavo • Convoluto

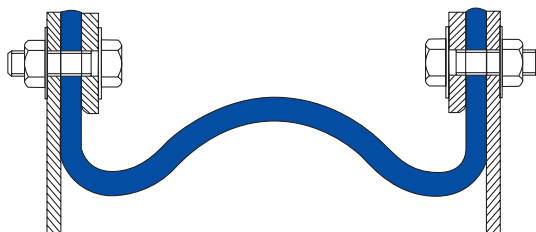
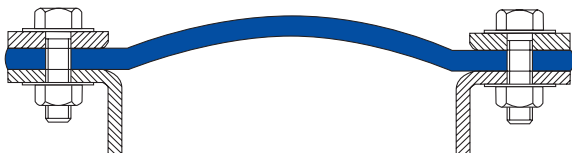
#### A-4.3.1. Configuración de elementos flexibles de tipo plano

Una junta de expansión donde el elemento flexible es una correa plana con dos configuraciones de sujeción alternas.



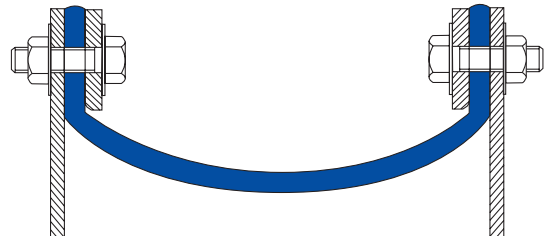
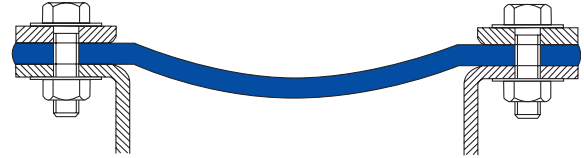
#### A-4.3.2. Configuración de elementos flexibles de tipo convexo

Una junta de expansión donde el arco está preformado para proporcionar una capacidad de movimiento adicional y evitar el plegado del elemento flexible.



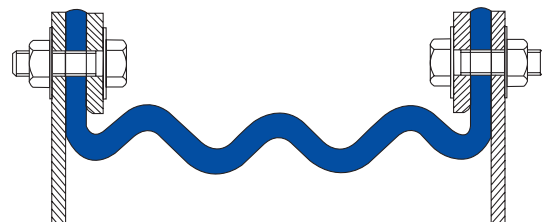
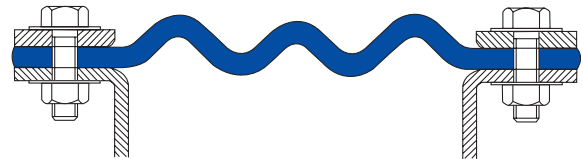
#### A-4.3.3. Configuración de elementos flexibles de tipo cóncavo

Juntas de expansión donde el elemento flexible se forma en forma de "U" o cónica.



#### A-4.3.4. Configuración de elementos flexibles de tipo convoluto

Juntas de expansión en las que los grandes movimientos se acomodan mediante el uso de múltiples convoluciones.



# Crterios de Diseo del Sistema de Juntas de Expansin

## Introduccin

Con el fin de disear la junta de expansin con vida til ptima y fiabilidad de funcionamiento, hay ciertos criterios que deben ser considerados.

### B-1. Datos de los clientes

Nombre del cliente y calificador (OEM, usuario final) Direccin Ciudad (\*): Estado (\*): Cdigo postal Nombre de la persona que presenta los datos, Teléfono, Fax Nombre y pas del proyecto Nuevo o reemplazo

### B-2. Servicio

La informacin sobre el servicio, el tipo de planta y la ubicacin en la planta es probablemente la informacin ms importante para obtener. En la mayoria de los casos, esta informacin proporcionar al proveedor detalles de las exigencias impuestas a las juntas de expansin que el proveedor no obtendr de todos los dems datos de la hoja de especificacin. La experiencia del proveedor con los diferentes tipos de plantas y tecnologas es un conocimiento importante a utilizar.

El tipo de combustible (B-2.2) es importante para determinar la agresividad del gas de combustin. En particular, encontrar el contenido de azufre (SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub>), ya que puede tener una influencia negativa en el material de las juntas de expansin, si no se considera en el diseo inicial.

- B- 2.1 Tipo de planta y ubicacin de la planta. (GT, Caldera, Precipitador, Scrubber, etc.)
- B- 2.2 Tipo de combustible
- B- 2.3 Pico de carga o carga base
- B- 2.4 Nmero de ciclos de arranque / parada por ao
- B- 2.5 Instalacin bajo cubierta o a la intemperie

### B - 3. Medio

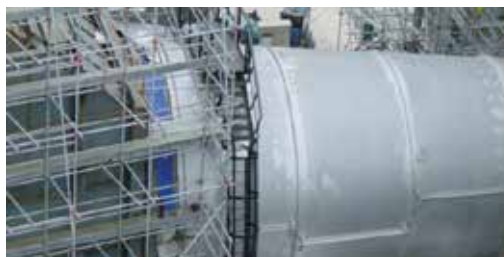
Conocer el medio es esencial para decidir sobre los materiales y el diseo de la construccin del deflector (flow liner), drenaje, etc.

El medio (B-3.1) requiere una descripcin detallada (por ejemplo, el aire debe describirse como aire de combustin, no slo aire).

La condicin media (B-3.3) debe especificarse con una tasa de humedad relativa, ya que es importante saber si el gas de combustin est continuamente hmedo (es decir, agua de condensacin, ya que la combinacin de H<sub>2</sub>O con SO<sub>2</sub> o SO<sub>3</sub> del medio formar H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).

El contenido de polvo (B-3.4) combinado con la velocidad de flujo (B-3.5) determinar si se requiere un cao gua. El proveedor tambin puede decidir instalar una almohada entre el cao gua y la junta de expansin para limitar la acumulacin de polvo.

En relacin con el funcionamiento de una planta, puede ser necesario realizar un lavado para limpiar la acumulacin de cenizas volantes en la canalizacin, el lavado de los intercambiadores de calor o el lavado de las hlices de la turbina de gas.



En todos los casos ser necesario evitar que los lquidos sumerjan las juntas de expansin. La nica excepcin son las juntas de expansin de una sola capa (es decir, de materiales elastomricos o fluoroplsticos instalados en instalaciones de limpieza de gases de combustin).

- B- 3.1 Medio (aire, gases de combustin, etc.)
- B- 3.2 Composicin qumica (SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub>, HF, etc.)
- B- 3.3 Condiciones medias (seco / hmedo)
- B- 3.4 Contenido y carga del polvo (tipo, lbs / ft<sup>3</sup> (mg / m<sup>3</sup>))
- B- 3.5 Velocidad de flujo / volumen (ft / s (m / s))
- B- 3.6 Lavado del conducto / turbina de gas (s / no)

### B-4. Presin - Pulsacin y Aleteo

La presin de funcionamiento del sistema es un factor crucial que afecta al diseo de las juntas de expansin. La naturaleza muy flexible de los materiales trae una serie de problemas de diseo que deben ser abordados. Aunque las presiones operativas mximas en los sistemas de conductos son bajas en comparacin con los sistemas de tuberas, pueden producirse amplias variaciones de presin, tales como un cambio de presiones de pico positivas a negativas en un corto plazo. Tales variaciones deben reflejarse en la presin de diseo especificada por el cliente. El cuidado especial en la eleccin y construccin de materiales debe permitir:

- Contencin de la presin de diseo indicada en todas las condiciones de movimiento y temperatura, sin sobretensar el conjunto de junta de expansin.
- Cambios de presin positiva a negativa que podran atrapar materiales bajo compresin o hacerlos estar en contacto con componentes afilados o calientes de un ducto.
- Elevada presin positiva y compresin permitiendo que los materiales se desgasten en las cabezas de los pernos de las barras de apoyo.
- Cambios en la presin que causan significativos espacios de aire
- Entre las capas de materiales compuestos de las juntas que permitan la circulacin de gas caliente.
- Los aumentos sbitos de presin que ocurren como resultado del funcionamiento del sistema.

#### **B - 4.1. Pulsación**

La pulsación de presión en un ducto o tubería puede ser perjudicial para una junta de expansión, particularmente las fabricadas a partir de capas de tela de vidrio tejida o cerámica. La variación rápida de la presión causa fatiga de las fibras que puede conducir a un fallo prematuro de la junta de expansión. Se requiere precaución especial al diseñar juntas de expansión para los sistemas de escape del motor de combustión para asegurar que la junta no esté instalada demasiado cerca del motor. Se requiere una distancia suficiente para permitir que las fluctuaciones de presión disminuyan.

#### **B-4.2. Vibraciones**

Las vibraciones pueden ser inducidas por los ventiladores, particularmente cuando el sistema está desequilibrado. Los materiales de la junta de expansión conectados a los ventiladores adyacentes deben seleccionarse teniendo esto en cuenta. Para superar el aleteo de los materiales de las juntas, lo que podría conducir a una falla prematura, los materiales deben ser de espesor y densidad suficientes para amortiguar las oscilaciones. Los materiales elastoméricos reforzados se especifican comúnmente para juntas de expansión instaladas en la entrada o salida del ventilador.

El aleteo en juntas de expansión también puede ser inducido por una alta velocidad del gas, pero normalmente se elimina mediante el diseño cuidadoso de un caño guía adecuado unido al ducto o a la junta. La inclusión de un relleno (almohadilla) puede ayudar a minimizar la vibración.

#### **B-5. Temperatura**

Conociendo la temperatura de operación, la temperatura de diseño y la temperatura ambiente, el fabricante de la junta de expansión puede calcular el gradiente de temperatura a través de la junta de expansión.

La temperatura ambiente es la temperatura del aire circundante sin considerar otros factores como la radiación.

Una información importante es la temperatura del punto de rocío. Es naturalmente posible alcanzar la temperatura del punto de rocío durante la puesta en marcha y parada del sistema (véase Service, B-2.4), por lo que es importante dar los siguientes datos:

B- 5.1. Temperatura del medio (° F) (° C)

B- 5.2. Temperatura de diseño (° F) (° C) Max \_\_\_\_ Min \_\_\_\_

B- 5.3. Temperatura de funcionamiento (° F) (° C)

B- 5.4. Temperatura ambiente (° F) (° C)

B- 5.5. Temperatura del punto de rocío (° F) (° C)

B-5.6. Temperatura máxima presentada \_\_\_\_ Duración / Ocurrencia \_\_\_\_

#### **B-6. Movimientos**

En general, cuanto mayores sean los movimientos, mayor será la longitud activa requerida. El proveedor tiene información sobre la flexibilidad relevante del producto individual, ya que la flexibilidad depende del material para el número de capas y tipos.

B- 6.1. Compresión axial

B- 6.2. Extensión axial

B- 6.3. Lateral

B- 6.4. Torsional

B- 6.5. Angular

B- 6.6. Vibración

#### **B - 7. Geometría de ductos**

La geometría del ducto detalla todas las consideraciones físicas que deben tomarse antes de completar una cotización. El fabricante podrá dar una buena contribución al diseño de las alturas de la brida, barras de apoyo, esquinas, etc.

B- 7.1. Tamaño del ducto (medidas externas)

B- 7.2. Espesor del ducto

B - 7.3. Material del ducto

B - 7.4. Tamaño y material de la conexión de la brida

B - 7.5. Esquina del ducto: radial o cuadrado

B - 7.6. Aislamiento del ducto: (Interno / externo) - entrada Salida

B - 7.7. Dirección del flujo a través del ducto (arriba, abajo, horizontal, angular arriba, angular hacia abajo)

B - 7.8. Interferencias internas y externas.

B-8. Alcance del suministro

Algunos o todos los requisitos enumerados a continuación pueden ser suministrados por el fabricante

B- 8.1. Junta de expansión: tipo de correa, tipo de brida

B- 8.2. Almohadilla de aislamiento

B- 8.3. Deflector interno (caño guía)

B- 8.4. Empaques

B- 8.5. Barras de apoyo, pernos, tuercas, etc

B- 8.6. Instalación

B- 8.7. Supervisión

B- 8.8. Marco de montaje / fijación

B- 8.9. Empalme / ajustes

## Introducción

La conexión de interfaz de la junta de expansión es muy importante. Tan importante como la selección del material, la brida de junta de expansión (marco de montaje o integral) y las bridas de conexión son de igual importancia.

Cuando se diseña el sistema para anclajes, soportes y guías, también se deben considerar las capacidades de movimiento de la junta de expansión.

**Precaución:** El elemento flexible no debe utilizarse como ancla, soporte o guía. Sin embargo, los marcos se pueden diseñar para acomodar estos requisitos.

Para facilitar el diseño de la interfaz se deben considerar las siguientes condiciones:

### C - 1. Movimientos

La dimensión cara a cara de la junta de expansión, tal como está instalada, es una consideración importante del diseño. En general, una mayor dimensión cara a cara da como resultado una mayor capacidad de movimiento.

#### C - 1.1. Tipos de movimientos

Los movimientos tridimensionales del sistema pueden ocurrir de cinco maneras y en cualquier combinación. Estos movimientos se describen a continuación;

**(A) Compresión Axial:** El acortamiento dimensional de la junta de expansión cara a cara es paralelo a su eje longitudinal.

**(B) Extensión axial:** El alargamiento dimensional de la junta de expansión es paralelo a su eje longitudinal.

**(C) Lateral:** El desplazamiento dimensional de las bridas de entrada y de salida de la junta de expansión es perpendicular a su eje longitudinal.

**(D) Torsión:** La torsión de un extremo de la junta de expansión con respecto al otro extremo a lo largo de su eje longitudinal.

**(E) Angular:** El movimiento que se produce cuando una brida de la junta de expansión se mueve a una posición no paralela con la brida opuesta.

**(F) Vibración:** Movimientos rápidos y pequeños que pueden ocurrir en cualquier plano, individual o múltiples planos.

**Nota:** Los movimientos torsionales y angulares se dan generalmente en grados que se pueden calcular en pulgadas, que a su vez se pueden agregar o restar de los tres movimientos básicos; Compresión, extensión y lateral.

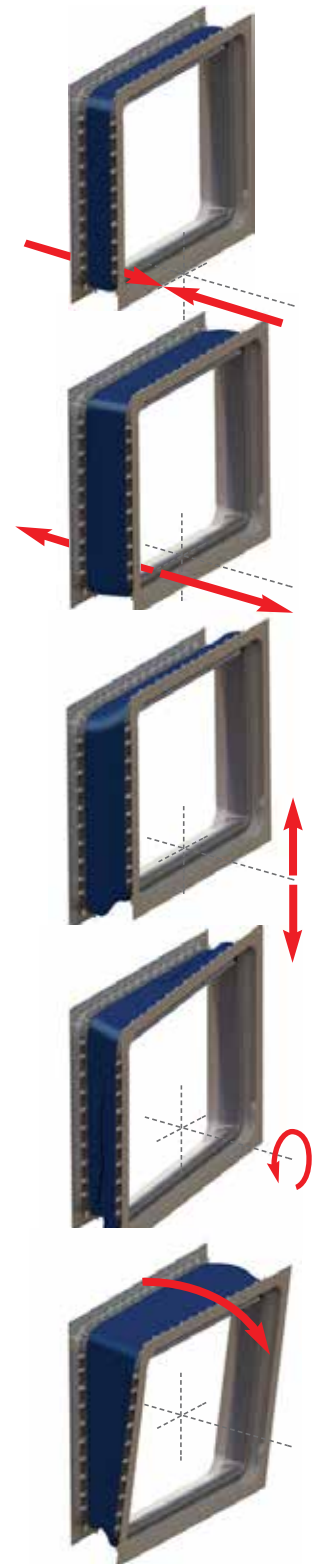
A. Movimiento axial (Compresión)

B. Movimiento axial (Extensión)

C. Movimiento lateral

D. Torsión (Rotación)

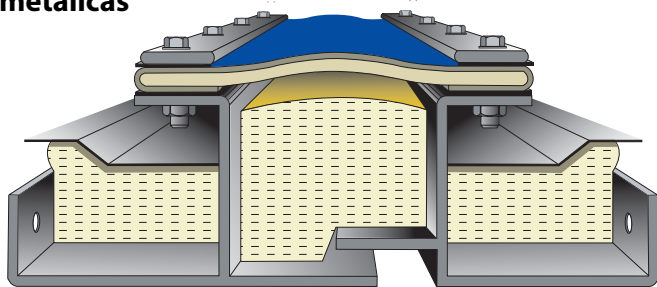
E. Deflexión Angular (Doblado)



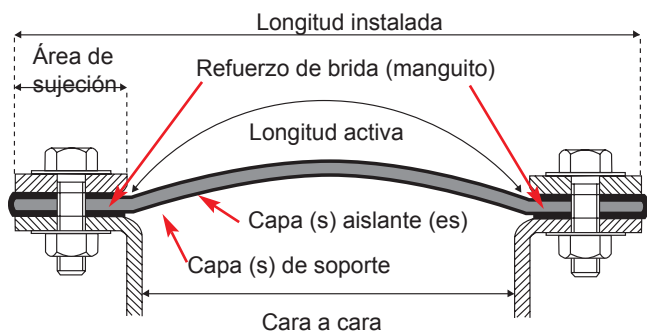


# Consideraciones sobre el diseño de la junta de expansión

## D-1. Componentes para juntas de expansión no metálicas



En esta sección describimos los diversos componentes que contribuyen al rendimiento de los elementos flexibles. El diagrama representa el elemento flexible de una junta de expansión de tipo correa con construcción multicapa.



**Nota:** La longitud activa del elemento flexible es una consideración importante del diseño. Al diseñar la longitud activa, deben considerarse tanto los movimientos como la presión del sistema.

## D - 2. Componentes principales del elemento flexible

La longitud activa es la porción de la parte flexible de la junta que puede moverse libremente. El elemento flexible consiste en una membrana de sellado de gas con una o varias capas opcionales de aislamiento y de soporte y un refuerzo de brida.



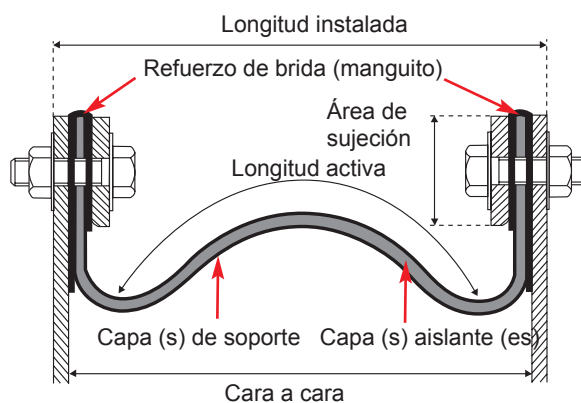
**El sello de gas** es la capa específica en la junta de expansión que está diseñada para evitar la penetración de gas a través del cuerpo de la junta de expansión. Debe ser diseñado para hacer frente a la presión interna del sistema y resistir el ataque químico. La flexibilidad del sello de gas es crucial para manejar los movimientos del ducto. En algunos casos, el sello de gas puede complementarse con una barrera química para mejorar la resistencia química.

**La Cubierta Externa** es la capa expuesta al ambiente externo y que proporciona protección del mismo. En algunos casos, la cubierta exterior también se puede combinar con la junta de gas o actuar como un sello secundario.

**El aislamiento** (o capas aislantes) proporciona una barrera térmica para asegurar que la temperatura de la superficie interior de la junta de gas no exceda su temperatura máxima de servicio. El aislamiento también puede ayudar a reducir y / o eliminar los problemas de condensación.

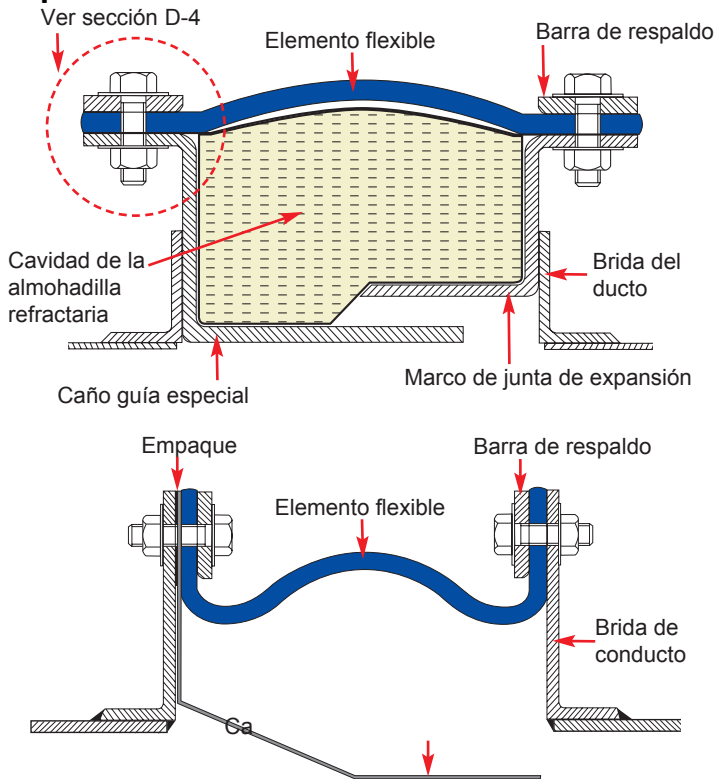
**Las capas de soporte** mantienen el aislamiento en su lugar y proporcionan protección durante el manejo y el funcionamiento del sistema. La selección cuidadosa de materiales adecuados (capaces de soportar las temperaturas de operación del sistema y el ataque químico) es crítica para el éxito del diseño. También se pueden usar capas de soporte para ayudar a crear configuraciones de juntas de expansión arqueadas o enroscadas en las que se requiere una forma específica.

**El refuerzo de brida (manguito)** es una envoltura adicional de tela para proteger la junta de expansión de la degradación térmica y / o mecánica.

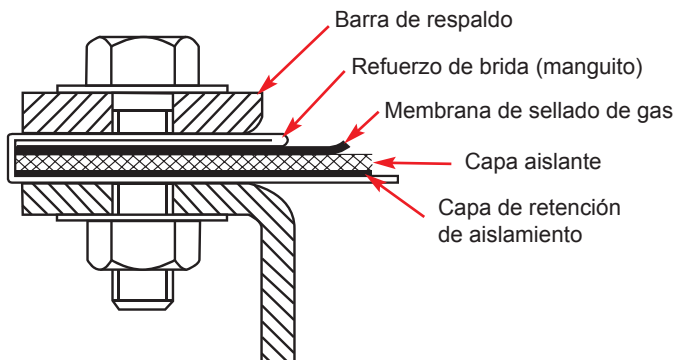


El diagrama anterior representa el elemento flexible de una junta de expansión con brida y construcción multicapa.

### D-3. Anatomía de una junta de expansión no metálica típica



### D-4. Función de los componentes de las juntas de expansión no metálicas



**D - 4.1. Elemento Flexible** es la parte de la junta de expansión que absorbe las vibraciones y los movimientos térmicos del ducto. El elemento flexible consiste de una membrana de sellado de gas con capa (s) aislante opcional, capa (s) de retención de aislamiento y brida. Las capas opcionales se requieren cuando la temperatura del sistema excede el rango de temperatura de la membrana de sellado de gas.

**(A) La Membrana del Sello de Gas** debe ser diseñada para manejar la presión interna del sistema y resistir el ataque químico. La flexibilidad de la membrana del sello de gas es crucial para manejar los movimientos térmicos del ducto. Dado que las presentes membranas de sellado de gas usadas en aplicaciones de ductos de humo tienen limitaciones de temperatura, puede ser necesaria una protección térmica adicional. Consulte (Sección E) para obtener ayuda en la selección de una membrana de sellado de gas adecuada.

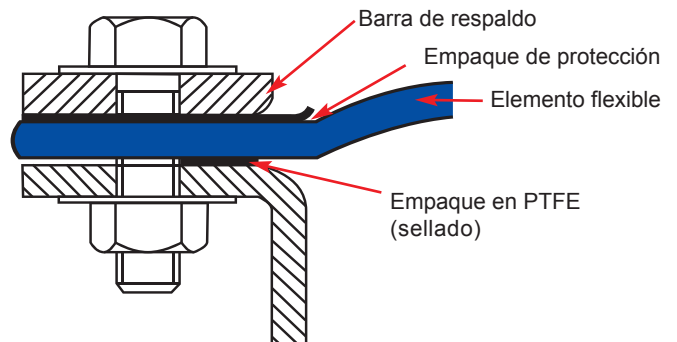
**(B) Las capas aislantes** proporcionan una barrera térmica para asegurar que la temperatura de la superficie interior de la membrana de sellado de gas no excede su temperatura de servicio máxima. El aislamiento también puede ayudar a reducir y / o eliminar los problemas de condensación.

**(C) Las capas de retención de aislamiento** mantienen las capas aislantes en su lugar y proporcionan protección durante el manejo y el funcionamiento del sistema. La selección adecuada de materiales adecuados capaces de soportar las temperaturas del sistema y el ataque químico es fundamental para un diseño exitoso.

**(D) El refuerzo de brida (Manguito)** protege la membrana de sellado de gas en un elemento flexible multicapa de la degradación térmica causada por bridas de metal caliente, barras de soporte y herrajes para pernos.

#### Empaque de protección, Membrana simple

Debido a la alta densidad de los fluoroplásticos, se requiere un empaque compatible con el medio de fluido entre la brida de unión metálica y la membrana de sellado de gas fluoroplástico para proporcionar un sellado adecuado.



Todos los bordes afilados que puedan entrar en contacto con el elemento flexible deben estar lisos o redondeados para evitar daños al elemento flexible.

### D-5. Dispositivos de sujeción

Existen varios métodos de sujeción de juntas de expansión. Algunos de los más comunes se detallan a continuación:

**Tabla D-A: Dispositivos de sujeción**

Tipo de junta de expansión	Dispositivo de sujeción	Sección del ducto	Tamaño del ducto	Presión operacional	Costo del método
CINTURÓN	Worm Drive	Circular	Pequeño	Baja	Bajo
	<i>Comentario: Instalación rápida</i>				
	T-Bolt	Circular	Pequeño / Grande	Baja	Bajo
	<i>Comment: Instalación rápida. Utilice el interruptor en varios segmentos para diámetros mayores, para asegurar una presión uniforme de sujeción</i>				
FLANGED	Barra de respaldo	Circ /Rect	Pequeño / Grande	Baja / Alta	Medio
	<i>Comentario: Capacidad de alta temperatura</i>				
FLANGED	Barra de respaldo	Circ /Rect	Pequeño / Grande	Baja / Alta	Medio
	<i>Comentario: Capacidad de temperatura moderada</i>				

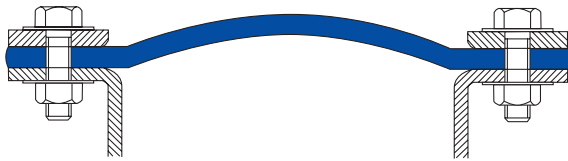
#### D-5.1. Abrazaderas tipo Worm Gear ("Jubilee Clip") o Bolt-Type

Se utiliza en juntas de expansión de tipo circular de diámetro pequeño, y generalmente se fabrica a partir de bandas de acero inoxidable.

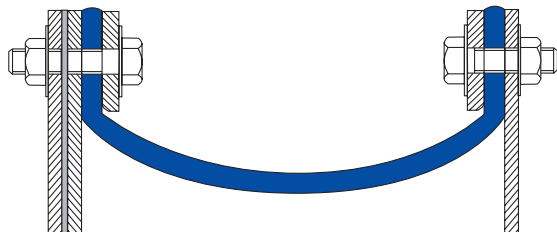
#### D-5.2. Back-Up Bars (Contra brida)

Barras metálicas utilizadas para sujetar el elemento flexible de la junta de expansión a las bridas del ducto o a los bastidores de la junta de expansión. La selección de la barra de apoyo depende de la separación de los pernos, el tamaño del orificio del perno y el ancho de la brida de la junta de expansión. Vea la Tabla G-A; Guía de carga del perno en la página 28.

##### (a) Tipo correa/cinturón

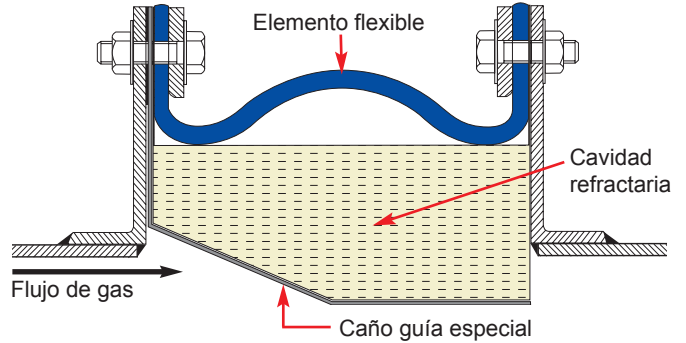


##### (b) Tipo bridada

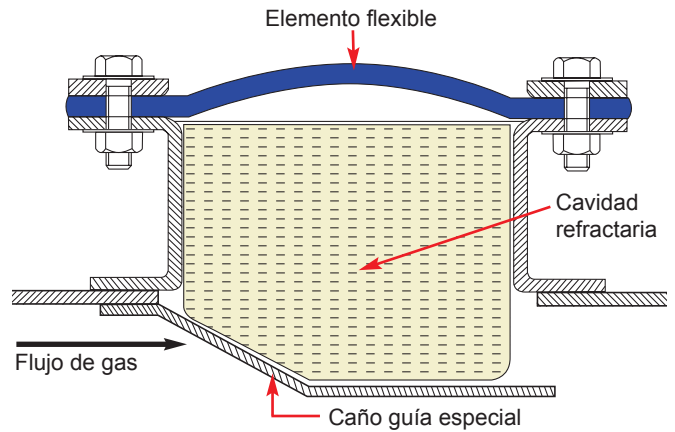


### D-6. Cavity refractaria

Unido por lengüetas o clavijas, llena la cavidad entre el elemento flexible y el caño guía y ayuda a prevenir la acumulación de material particulado. La Cavity refractaria minimiza el combustible no quemado, las cenizas volantes u otras partículas sólidas que se acumulan en la cavidad de la junta de expansión en cantidades tales que pueden dañar



el elemento flexible si se solidifican hasta un estado de cemento. Además, ciertas partículas (cenizas volantes) pueden crear un ambiente corrosivo severo (ácido) cuando se someten a enfriamiento (por debajo del punto de rocío  $H_2SO_4$ ) durante una parada de mantenimiento.



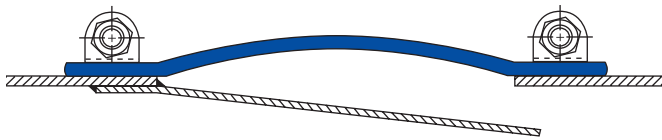
## D - 7. Marcos / Bastidores

El sellado eficaz depende del diseño de los bastidores a los que está unido el elemento flexible. Son posibles muchas variaciones de los bastidores, dependiendo de la estructura a la que se unen las juntas de expansión, pero hay algunas configuraciones básicas que cubren la mayoría de las aplicaciones.

### D - 7.1. Tipo Cinturón

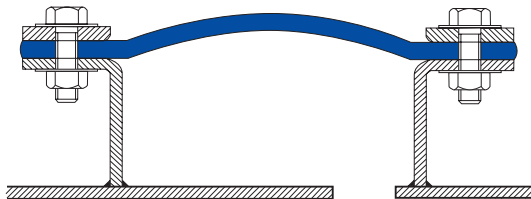
#### (A) Ducto simple

Se puede utilizar eficazmente sólo para ductos circulares que funcionan a baja presión. Para diámetros grandes, se deben instalar bandas de sujeción en varias secciones para garantizar una presión de apriete uniforme.



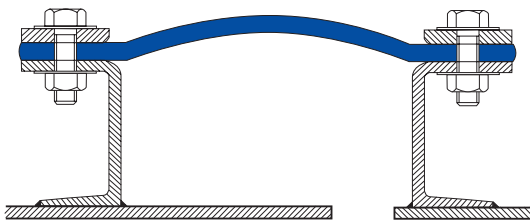
#### (B) Marco de ángulo

Un accesorio de bastidor simple para ductos existentes. Para los ductos circulares los ángulos serían enrollados hacia fuera en longitudes adecuadas para la soldadura. Para los ductos rectangulares se utilizaría una esquina fabricada y radiada para unir las longitudes rectas.

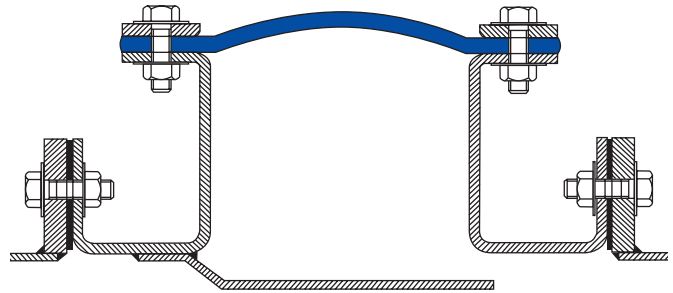


#### (C) Marco de canal

Cuando se utilizan canales de acero laminado (tipo C), deben usarse arandelas cónicas (cuñas) debajo de la brida. Para ductos rectangulares, deben utilizarse esquinas redondeadas.



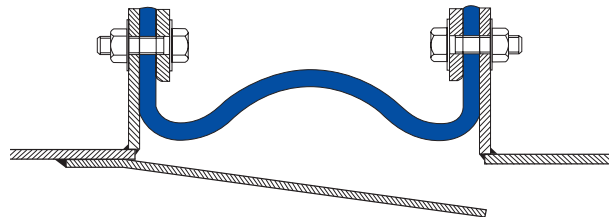
#### (D) Marco fabricado "J o G"



### D - 7.2. Articulaciones de Juntas de Expansión Tipo Brida

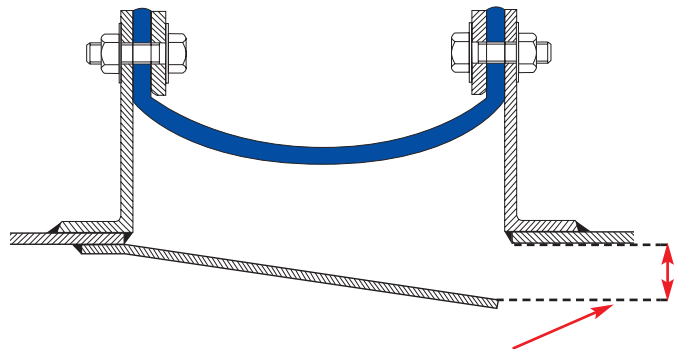
#### (A) Diseño simple del marco usando la barra plana

Cuando en esta configuración se instalan caños guía, éstos deben estar libres del material de obturación, especialmente para juntas rectangulares en las esquinas.



#### (B) Diseño de marco simple usando formas "L"

Cuando se instalan caños guía especiales en esta configuración, deben estar libres del material de sellado, especialmente para juntas rectangulares en las esquinas.



*Se requiere un espacio adecuado*

**Nota:** Para diseños de marcos calientes (por encima de 750 oF / 400 oC), su fabricante miembro de la FSA debe ser consultado para los diseños aplicables.

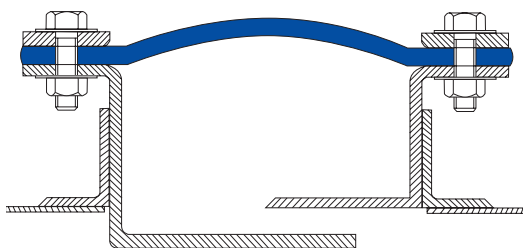
## D - 2. Caño guía

El diseño de caños guía está estrechamente asociado con el diseño de la estructura de la junta de expansión, y este a menudo está formado por parte del bastidor. Muchas variaciones son posibles, pero los tipos más comunes se definen a continuación.

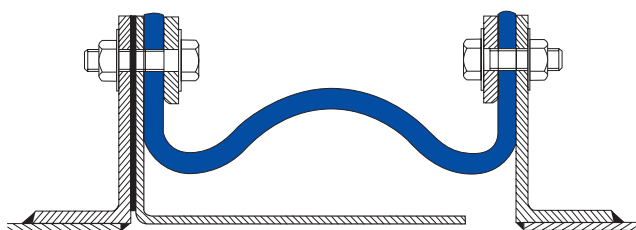
La forma de un caño guía es un aspecto de diseño importante para asegurar que el movimiento no sea restringido. La función principal es evitar la erosión del elemento flexible y de la almohada.

### (A) Caño guía especial telescópico

La superposición permite el uso de una barrera secundaria de cenizas volantes cuando se requiera.

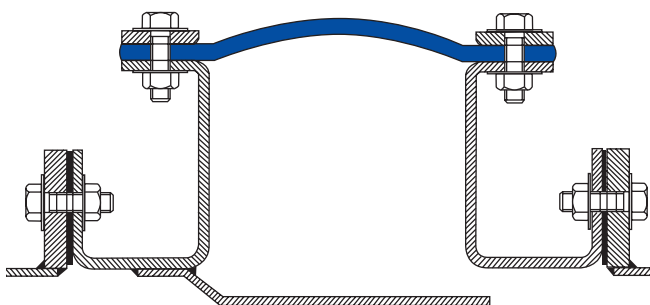


### (B) Tipo de brida simple con caño guía simple



### (C) Soldadura en caño guía

El diseño del marco y los requisitos de movimiento regulan la forma de este caño guía. La separación entre el caño guía y el bastidor y / o ducto se limita generalmente a la requerida para el movimiento lateral y tolerancias de marco y ducto para asegurar que no hay interferencias.



### Otras consideraciones importantes son:

- El tipo y espesor del material en relación con la posibilidad de erosión y corrosión.
- La longitud de cada sección del caño guía debe ser dirigida para compensar el crecimiento térmico.
- Requisitos para el lavado de ductos y la necesidad de proteger las almohadas (barrera de cenizas volantes) y elementos flexibles.
- Los caños guía que se unen mediante soldadura deben considerar la temperatura de funcionamiento antes de diseñar la conexión soldada.
- Para evitar interferencias, debe tenerse en cuenta la separación entre el caño guía y todos los demás componentes.
- Los caños guía deben estar diseñados para que no atrapen polvo o condensación.

## D - 9. Consideraciones de diseño

### D-9.1. Capacidades típicas del movimiento

Una vez establecidos el acero estructural de apoyo y el sistema de ductos, los puntos de anclaje de los ductos deben estar situados de manera que los movimientos de los ductos puedan calcularse tanto a la temperatura de diseño como a la máxima que pueda presentarse, también cualquier efecto mecánico y estructural, sísmica y de viento que afecten el funcionamiento de la junta de expansión.

Las juntas de expansión pueden manejar movimientos combinados axial, lateral, angular y torsional dentro de una unidad. Las ubicaciones de las juntas de expansión deben ser cuidadosamente seleccionadas para mantener el número de juntas de expansión en el sistema al mínimo y aún así absorber todos los movimientos del conducto. Si una ubicación de la junta de expansión tiene movimientos axiales y / o laterales muy grandes, consulte a los fabricantes para una recomendación sobre cómo estos movimientos pueden manejarse de una mejor manera.

Cuando se hayan determinado todos los movimientos y posiciones de juntas de expansión, se debe seleccionar la geometría de la junta de expansión (tipo) para la aplicación. La apertura de abertura requerida en cada ubicación depende de los criterios de movimiento y la geometría (estilo) seleccionados.

La longitud activa del elemento flexible es una consideración importante del diseño. En general, al aumentar la longitud activa de la junta de expansión, se pueden acomodar movimientos mayores (véase la tabla D-B). La cantidad de material "extra" debe considerarse cuando se trate de "vida conjunta de expansión". Estos movimientos se muestran únicamente como un ejemplo y no reflejan movimientos concurrentes. Póngase en contacto con los fabricantes de juntas de expansión para obtener capacidades de movimiento específicas.

### Nota:

1. Los fabricantes recomiendan que la longitud activa no exceda de 16 "(405 mm). Para obtener una longitud activa adicional, consulte a un miembro de la FSA.

2. Tolerancias de apertura de brecha:

Axial: extensión de 1/4 "(6mm), compresión de 1/2" (13mm)

Lateral: 1/2 "(13mm).

3. Movimientos laterales superiores a 75 mm (3 ") El ducto y / o marco de la junta de expansión debe compensar previamente la mitad del movimiento esperado. Revisar los requisitos de compensación con el fabricante.

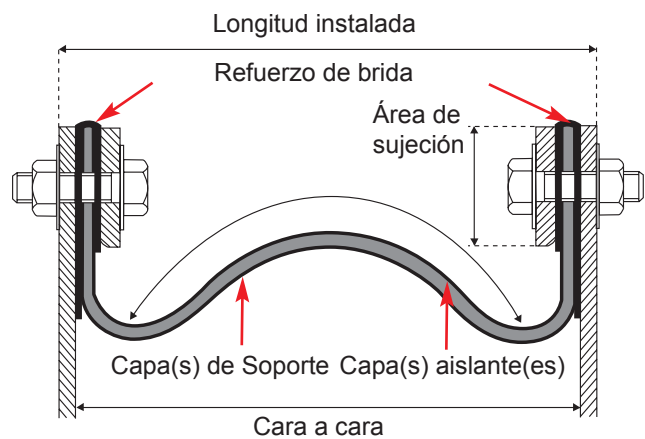


Tabla D-B: Tabla de movimiento típica

TIPO	CARA A CARA	COMPRESIÓN AXIAL	EXTENSIÓN AXIAL	MOVIMIENTO LATERAL
Elastómero de Capa Única o Elemento Flexible Fluoroplástico	06" (150mm)	2" (50mm)	1/2" (13mm)	+/- 1" (25mm)
	09" (230mm)	3" (75mm)	1/2" (13mm)	+/- 1 1/2" (38mm)
	12" (305mm)	4" (100mm)	1" (25mm)	+/- 2" (50mm)
	16" (405mm)	5" (125mm)	1" (25mm)	+/- 2 1/2" (63mm)
Tipo de compuesto Elemento Flexible	06" (150mm)	1" (25mm)	1/2" (13mm)	+/- 1/2" (13mm)
	09" (230mm)	2" (50mm)	1/2" (13mm)	+/- 1" (25mm)
	12" (305mm)	3" (75mm)	1" (25mm)	+/- 1 1/2" (38mm)
	16" (405mm)	4" (100mm)	1" (25mm)	+/- 2" (50mm)

\*La longitud activa se basa en los requisitos de movimiento y es más larga que la dimensión cara a cara mostrada arriba.

Tabla D-C: Requisitos típicos de set back

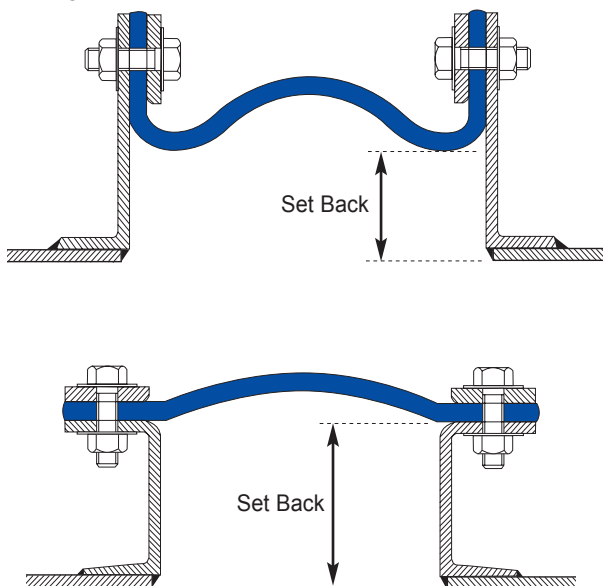
Longitud activa	6" (150mm)	9" (230mm)	12" (305mm)	16" (405mm)
<b>SETBACK:</b> Cinturón plano Presión positiva	3" (75mm)	3" (75mm)	4" (100mm)	6" (150mm)
Cinturón plano Presión negativa	4" (100mm)	6" (150mm)	6" (150mm)	7" (175mm)
Brida integral Presión positiva	1" (25mm)	1 1/2" (38mm)	2" (50mm)	2 1/2" (63mm)
Brida integral Presión negativa	2" (50mm)	3" (75mm)	4" (100mm)	5" (125mm)

**D - 9.2. Retroceso y altura de la brida**

Cuando se establecen las dimensiones de las superficies de montaje del elemento flexible, se deben considerar las siguientes:

**(A) Retraso (altura de parada)**

El retroceso es la distancia que el elemento flexible se mueve hacia fuera de la corriente de gas para permitir los movimientos del sistema y evitar que la junta sobresalga en la corriente de gas o frotar sobre el revestimiento de flujo cuando se opera bajo presiones negativas. El retroceso adecuado también reduce el efecto de transferencia térmica en la cara interna de la junta de expansión y evita la abrasión de partículas en la corriente de gas.



**(B) Altura de la brida**

La altura / anchura mínima de la brida para el tipo de brida integral es de tres pulgadas. Esta dimensión varía con el movimiento del sistema para asegurar un retroceso adecuado. Para determinar la altura total de la brida del conducto de acoplamiento, se debe considerar la altura / anchura de la brida de la junta de expansión más el retroceso recomendado por el fabricante. Para acomodar las desviaciones de las dimensiones estándar, están disponibles modificaciones personalizadas a tamaños estándar.

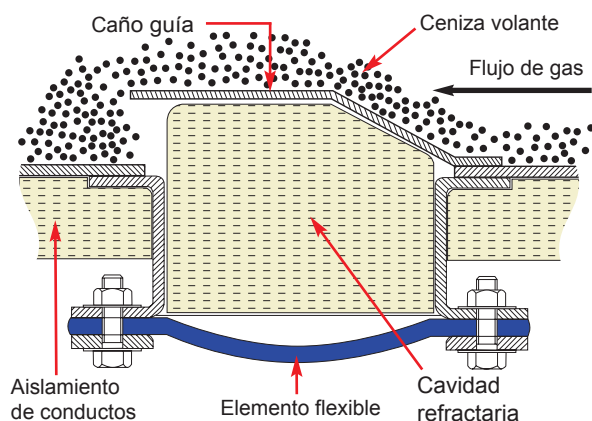
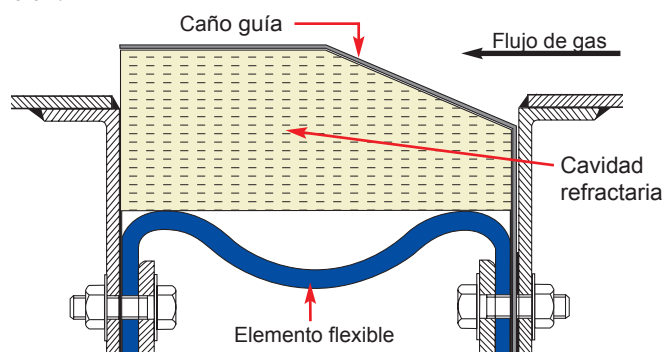
**D-9.3. Métodos de disminución de cenizas volantes y acumulación de partículas abrasivas**

Las cenizas volantes u otras partículas sólidas pueden acumularse en la cavidad de la junta de expansión en cantidades tales que puedan dañar la junta de expansión si se solidifican hasta un estado cementoso. Además, ciertas partículas (cenizas volantes) pueden crear un ambiente severo, corrosivo (ácido) cuando se somete a enfriamiento (por debajo del punto de rocío H2 S04) durante una parada de mantenimiento.

El choque directo de la corriente de gas abrasivo sobre las juntas de expansión de la tela suministradas sin deflectores puede causar deterioro de la junta de expansión. Para proteger contra la erosión, se deben especificar caños guía.

Se pueden incluir diseños o accesorios que ayuden a disminuir la acumulación de partículas. Dichos diseños podrían incluir la colocación de materiales aislantes en la cavidad entre la junta de expansión y el caño guía o instalando la junta de expansión elastomérica al ras del conducto I.D.

En algunos sistemas durante condiciones de funcionamiento anormales hay combustión incompleta, permitiendo la acumulación de combustible no quemado en las cavidades del caño guía que pueden causar incendios que dañan la junta de expansión.



#### D-9.4. Temperatura del sistema

Los sistemas de ductos de alta temperatura con frecuencia están aislados para conservar la energía y ayudar a prevenir la condensación interna y la corrosión de los conductos.

##### D-9.4.1. Capas aislantes

La barrera térmica y las capas de retención adicionales de un elemento de tejido multicapa deben permanecer fuertes y flexibles cuando se exponen a altas temperaturas.

#### D - 9,5. Consideración del sistema

La consideración del sistema incluye la composición del gas, la corrosión, el proceso y las temperaturas del punto de rocío.

##### (A) Composición de gas y aire

Generalmente, el combustible que se utiliza determinará el pH del gas de escape. Los combustibles fósiles como el carbón y el petróleo generarán ambientes

corrosivos de bajo pH. Sin embargo, la industria papelera genera un gas cáustico de alto pH proveniente de calderas de recuperación. Los sistemas de rechazo a la energía operan con medios indefinidos. La selección de la membrana de gas debe tener en cuenta el combustible que se está utilizando y los medios generados.

##### (B) Corrosión

La preocupación debe ser dirigida en dos áreas; el elemento de junta de expansión de la tela / aislamiento y los componentes metálicos. Cualquier elemento reforzado con vidrio o sistema aislante debe estar protegido de medios acuosos. Los componentes metálicos húmedos también son susceptibles de corrosión, por lo tanto, los materiales apropiados deben ser seleccionados para optimizar el rendimiento.

##### C) El proceso

Procesos tales como depuradores húmedos generan un medio saturado y la necesidad de una membrana de gas que está específicamente diseñada para condiciones húmedas. Es importante entender si el proceso contribuye a un ambiente húmedo o seco.

##### (D) Temperaturas del punto de rocío

Si el punto de rocío se produce de forma continua o cíclica, el sistema de junta de expansión se mojará. La comprensión de las temperaturas de punto de rocío facilitará la selección de los materiales de las juntas de expansión adecuadas.

#### D - 9,6. Presión del sistema

De la misma manera que la temperatura, la presión afectará a la estructura (tipo de tela y número de capas), así como al tipo y geometría de la junta de expansión. Los siguientes tipos de presiones deben tenerse en cuenta al diseñar una junta de expansión adecuada. Las juntas de dilatación elastoméricas del ducto de humos pueden diseñarse a una presión máxima de 5 PSI a 400 ° F, con tipos de Fluoroplástico a 3 PSI a 500 ° F. A medida que suben las temperaturas, las presiones operativas máximas admisibles disminuyen.

- Presión positiva
- Presión negativa
- Variaciones en la presión (pulsación) • Sobrepresiones
- Presión de diseño / Prueba

#### D - 9,7. Fugas de juntas de expansión

Las juntas de dilatación de la tela están diseñadas para ser tan herméticas como sea posible. Cuando una cantidad inusual de líquido está presente dentro del ducto, o se especifican requisitos de fugas, se pueden usar materiales especiales de sellado o empaques unidos a la tela para conseguir los resultados deseados. En muchas aplicaciones industriales, la detección de fugas menores por solución de burbujas de jabón se consideran aceptables.



Al reemplazar un elemento de tela, la fuga a través de los agujeros de los pernos se minimiza si los orificios son alineados y perforados en el campo en lugar de perforarlos previamente en fábrica. Los pernos de la contrabrida deben ser apretados de acuerdo a las especificaciones del fabricante para asegurar una presión de sujeción óptima. Póngase en contacto con los fabricantes para obtener más información.

Las juntas de expansión compuestas para alta temperatura no deben considerarse herméticas ni de cero fugas.

### D - 9.8. Ambiente externo

El correcto funcionamiento de las juntas de expansión a alta temperatura requiere que una parte del calor del sistema se disipe al ambiente externo. Las condiciones ambientales anormalmente calientes o una fuente de calor adyacente, una superficie reflectante o un aislamiento de ducto pueden crear temperaturas que exceden los límites de la membrana de sellado de gas y se deben considerar al diseñar el sistema.

Una cubierta externa puede ser usada para ayudar a proteger la junta contra la caída de objetos o la acumulación de materiales combustibles tales como carbón o aserrín. Las cubiertas deben ser diseñadas por el fabricante de la junta de expansión para asegurar que se cumplan los requerimientos de circulación de aire adecuados.

### Buen Diseño vs. Diseño deficiente

CUANDO LA TEMPERATURA MÁXIMA CONTINUA DEL SISTEMA ESTÁ CERCA DEL PUNTO DEL AGUA Y MENOR DE LA TEMPERATURA DE SERVICIO PERMITIDA DEL ELEMENTO FLEXIBLE	
<p><b>Buen diseño</b></p> <p>Multicapa "Tipo cinturón"</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>El elemento flexible de la junta de expansión está completamente aislado para conservar energía, pero fácilmente accesible para inspección y reemplazo</li> </ul>	<p><b>Diseño deficiente</b></p> <p>Capa simple "Estilo cinturón"</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>El conducto y la junta de expansión no están bien aislados.</li> <li>La condensación severa es posible</li> <li>Se pierde una gran cantidad de energía térmica</li> </ul>
<p>Capa simple "Estilo cinturón"</p>	<p><b>Cinturón compuesto para alta temperatura</b></p> <p><b>Causas de aplicación errónea de un cinturón compuesto de "alta temperatura":</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Saturación del aislamiento por condensados</li> <li>Pérdida de calor</li> <li>Deterioro acelerado de los materiales textiles</li> </ul>
CUANDO LA TEMPERATURA MÁXIMA CONTINUA DEL SISTEMA EXCEDE LA TEMPERATURA MÁXIMA DE SERVICIO PERMITIDA DEL ELEMENTO FLEXIBLE	
<p><b>Buen diseño</b></p> <p>Cinturón compuesto para alta temperatura a 900°F</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Minimiza la pérdida de calor y permite un enfriamiento óptimo del elemento flexible</li> <li>El soporte de la brida reduce la temperatura de la correa y el área de fijación crítica, maximizando así la vida útil</li> </ul>	<p><b>Diseño deficiente</b></p> <p>Capa simple "Estilo cinturón"</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>El elemento flexible se expone completamente a la temperatura del sistema</li> <li>Las bridas de fijación están aisladas y giradas, evitando un enfriamiento adecuado y acelerando el deterioro del elemento flexible</li> </ul>
<p><b>Construcción extrema de alta temperatura a 1200°F</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>El aislamiento adicional reduce la temperatura en la cavidad de la junta de expansión a un nivel aceptable</li> </ul>	<p><b>Capa simple "Estilo cinturón"</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>El aislamiento exterior evita el enfriamiento necesario del elemento flexible y las bridas de fijación, lo que resulta en una degradación severa de la junta de expansión</li> </ul>

### G-1. Manejo e instalación

Las juntas de expansión, ya sean premontadas, sin ensamblar o como componentes, deben ser empacadas para llegar al lugar de trabajo en buenas condiciones. Inmediatamente después de la recepción en el lugar de trabajo, el comprador debe verificar que todas las piezas que se muestran en la hoja de embalaje se han recibido en buen estado. Todos los fabricantes de juntas de expansión proporcionan instrucciones detalladas con cada envío y estas instrucciones deben revisarse antes de la instalación. Para asegurar un rendimiento y una vida útil adecuadas, es importante evitar daños mediante un manejo cuidadoso y soportando la junta de expansión durante la instalación.

(A) Desembale la junta de expansión cuidadosamente sin golpearla, dejarla caer, o arrastrar la junta de expansión en el piso.

(B) Verifique el sentido de flujo marcado en la junta de expansión o los revestimientos de flujo. La junta de expansión debe instalarse con las flechas de flujo que apuntan en la dirección del flujo. Si la marca no es visible, instale la junta de dilatación con el hueco del revestimiento en el lado aguas abajo.

(C) Las juntas de expansión grandes y pesadas deben ser soportadas durante la instalación y deben ser instaladas con equipos de elevación apropiados tales como grúas o poleas.

(D) No levante las juntas de dilatación uniendo el dispositivo de elevación directamente al elemento flexible. La junta de expansión debe descansar sobre una base de soporte, a la que se pueden fijar tacos de elevación.

(E) Las juntas de dilatación que hayan sido montadas previamente por el fabricante deberán ser levantadas por los puntos de elevación y no por sus correas de transporte, a menos que el fabricante las haya combinado específicamente.

(F) Cualquier cubierta protectora no debe ser removida hasta que la instalación esté completa.

(G) Proteja la junta de expansión de las chispas de soldadura y objetos afilados.

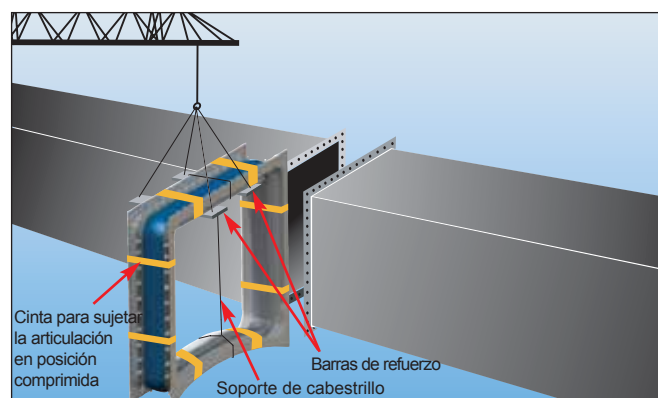
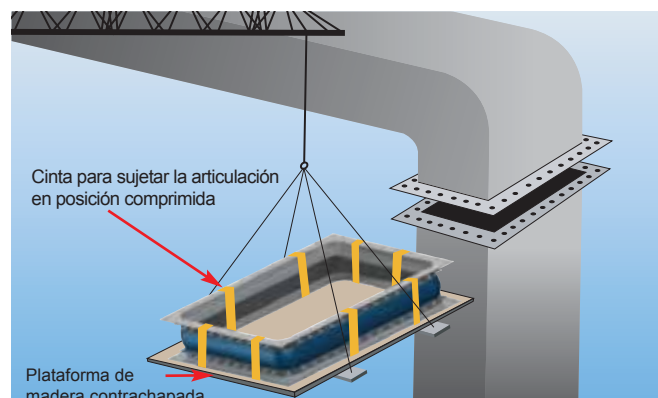
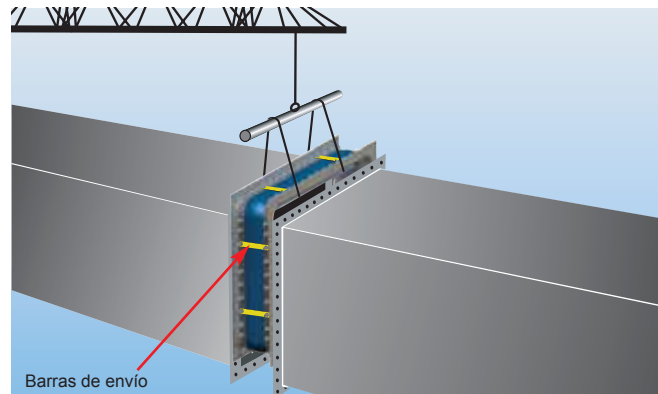
(H) Todas las barras de respaldo, incluyendo sus pernos y tuercas, deben estar en su lugar y apretarlas primero a mano antes de torqupearlas.

(I) Los requisitos de carga de los pernos dependen del tipo de junta de expansión, dimensiones del perno, lubricación del perno, distancia del perno, etc.

(J) No quite las barras de transporte hasta después de instalar la junta de expansión. La intención de las barras de envío es mantener la junta de expansión en su posición de instalación.

(K) Nunca camine ni ponga los andamios encima de la junta de expansión.

(L) Los orificios de la brida de la junta de expansión nunca deben utilizarse como una lengüeta para levantar la junta de expansión.



## G-2. Verificaciones previas a la instalación

### G-2.1. Verificaciones generales

(A) Confirme la ubicación de la junta de expansión y verifique el número de pieza y el número de etiqueta en relación con los planos de instalación.

(B) Se debe comprobar la alineación apropiada de la abertura y los ductos. La abertura no debe exceder las siguientes tolerancias; Axial +1/4 "(6mm), -1/2" (13mm); Lateral 1/2 (13mm) "Si la abertura excede estas tolerancias, entonces el fabricante de la junta de expansión debe ser consultado.

(C) Verifique que los anclajes, soportes y guías del sistema estén de acuerdo con los dibujos del sistema de tuberías / ductos. Cualquier variación de campo de la instalación planificada puede afectar los parámetros de la junta de expansión y reducir la vida útil.

### G-2.2. Verificaciones de la brida de acoplamiento del ducto

(A) Verifique que las bridas de acoplamiento o el área de unión de la junta de expansión del ducto deben ser lisas, limpias, planas y paralelas.

(B) Compruebe que las bridas de acoplamiento están en buenas condiciones y están total y continuamente soldadas y libres de bordes afilados, rebabas, etc.

(C) Compruebe que las dimensiones y los orificios de la brida coincidente y las barras de sujeción estén correctas.

### G-2.3. Verificaciones de la estructura de la junta de expansión

(A) Compruebe que las bridas del marco de la junta de expansión están en buenas condiciones, planas, totalmente soldadas y libres de rebabas de bordes afilados, etc.

(B) Verifique las dimensiones de la brida del bastidor de la junta de dilatación (dimensiones interiores, orificios de los pernos, cara a cara, rectitud de la brida y paralelismo).

(C) Todas las áreas soldadas deben estar suavizadas en los puntos de fijación.

### G-2.4. Verificación Conjunta de Trabajos de Ducto y Expansión

(A) El área alrededor del ducto debe estar despejada de cualquier objeto afilado y protruberancias. Si no se pueden quitar, deben marcarse para evitarlas.

(B) La junta de expansión y los componentes deben mantenerse empacados hasta su instalación.

(C) Verifique que todos los bordes que puedan tocar los materiales flexibles de la junta de expansión estén redondeados.

(D) Si se utilizan dispositivos de manipulación tales como ganchos de grúa o montacargas para manipular las juntas de dilatación, la superficie de contacto debe estar protegida por materiales amortiguadores.

(E) Los caños guía deben estar en buen estado y en la orientación correcta.

(F) Verifique que el atornillado no dañe las capas externas de la junta de expansión durante el funcionamiento.

(G) Si se están realizando operaciones de soldadura o quemado en la proximidad de la junta de expansión, deben utilizarse mantas de soldadura de tela u otra cubierta protectora para proteger el elemento flexible. Estas mantas deben ser removidas antes de la puesta en marcha del sistema.

## G-3. Instalación

(A) Es importante que las juntas de expansión se instalen con la longitud de instalación especificada por el fabricante. Nunca extienda, comprima o torsione lateralmente las juntas de dilatación más allá de las tolerancias de la abertura para compensar los errores dimensionales sin obtener la aprobación por escrito del fabricante.

(B) Cuando una junta de expansión debe ser pre-comprimida o pre-ajustada lateralmente, siga las instrucciones detalladas del fabricante para la instalación.

(C) Todas las juntas de expansión provistas de deflectores (revestimientos de flujo) deben tener flechas de flujo u otros medios adecuados para ayudar al instalador a orientar adecuadamente la junta de expansión a la dirección del flujo.

(D) En las zonas donde el carbón o el polvo de azufre pueda acumularse en la cubierta exterior de la junta de dilatación, pueden ser necesarios protectores. El polvo de carbón o de azufre puede causar combustión espontánea, lo que resulta en quemar las cubiertas exteriores de las juntas de dilatación. Consulte con el fabricante de la junta de expansión para obtener detalles y requisitos para un escudo.

Su mejor socio en soluciones flexibles para tubería

# flexilatina

Ingeniería y Representaciones

**BOGOTÁ** Av. Carrera 40 No 20A-53 Tel (57)  
1-269-0950 Cel:(57) 3106963484

**MEDELLÍN** Carrera 66 AA # 34-61 Of. 205  
Tel (57) 4-448-0894 Cel:(57) 3105764741

**CALI** Calle 25N # 5N - 47 Ofc. 329 C.C.  
Astrocentro Tel: (57) 2-667-3646  
Cel:(57) 3104800919

**BARRANQUILLA** Cr 54 N 68 - 196 L-209  
Prado Office Center Tel (57) 5-3685070 / 3685080  
Cel:(57) 3106963487

[info@flexilatina.com](mailto:info@flexilatina.com)



**DINATECNICA**

**NOSHOK**

**LAMONS**  
Sealing Global - Servicing Local

**Fike**

**KOREMA**

**hydratight**

**ditec**

**LISEGA**

**AEROFLEX**  
INDUSTRIES LIMITED

**ITT**

**BOA Group**

**KOFLOW**

**ALFA**  
ENGINEERING

