



**DIRECTRICES DE LA ESPECIFICACIÓN
PARA LA UTILIZACIÓN DEL PYROGEL XT Y
XTF
EN TUBERÍAS Y EQUIPOS A TEMPERATURAS
ALTAS**

ÍNDICE

1. Extensión.....	3
2. Requisitos generales del sistema.....	3
3. Procedimientos de instalación.....	5
4. Requisitos de QC/QA.....	8
5. Apéndice A: Materiales para aislamiento y proveedores de suministros.....	9
6. Apéndice B: Imágenes	10
7. Apéndice C: Resortes de expansión del aislamiento.....	13

1. Extensión

- 1.1.1 Estas especificaciones proporcionan las directrices del diseño y la aplicación para el uso del Pyrogel XT como aislamiento térmico y Pyrogel XTF como protección pasiva contra fuego. Se aplica a tuberías y equipos que operan a temperaturas de servicio superiores a la ambiental.
- 1.1.2 Estas directrices no pretenden ser exhaustivas, y otras opciones de aplicación que no figuran en ellas pueden ser apropiadas. Para recomendaciones específicas, póngase en contacto con Aspen Aerogels.
- 1.1.3 Este documento se ofrece como una guía únicamente, y debe ser empleado a discreción del usuario. No se pretende dar garantía de los procedimientos, ya sea expresa o implícita.

2. Requisitos generales del sistema

2.1 Materiales y accesorios aprobados

- 2.1.1 Las descripciones, nombres de productos y fabricantes de los materiales y accesorios especificados pueden ser encontrados en el Apéndice A.

2.2 Requisitos de almacenamiento

- 2.2.1 Los materiales para aislamiento de aerogel deben ser almacenados en un ambiente limpio, seco y protegido.
- 2.2.2 Si el material tiene que ser almacenado en un entorno al aire libre, debe ser colocado sobre paletas y completamente cubiertos con una lona impermeable o plástico.

2.3 Preparación de la superficie

- 2.3.1 Antes de que cualquier material de aislamiento sea aplicado, las superficies a ser aisladas deben ser limpiadas y libre de hielo, humedad u otras imperfecciones.

2.4 Espesor del Pyrogel XT/XTF para aislamiento térmico y/o protección pasiva contra incendios

- 2.4.1 El espesor total del aislamiento en cada pieza de equipo o de la tubería se determinará a partir de los valores k dados a conocer y los parámetros específicos del proyecto. Para obtener ayuda en la generación del espesor correcto para el aislamiento térmico y/o la protección pasiva contra incendios, póngase en contacto con Aspen Aerogels.
- 2.4.2 Para situaciones donde el aislamiento térmico también será utilizado como protección pasiva contra incendios, Pyrogel XTF debe ser el material a elegir. Pyrogel XTF es idéntico al Pyrogel XT, excepto que tiene un bloque de material

aislante fibroso para alta temperatura, está disponible únicamente en espesores de 10 mm y es de color gris, para diferenciarlo visualmente del Pyrogel XT.

- 2.4.3 Al diseñar tanto para el aislamiento térmico como para protección pasiva contra incendios, deberá utilizarse el mayor de los dos criterios sobre el espesor.
- 2.4.4 Cada capa debe ser enumerada con un lápiz de grasa para facilitar la inspección.
- 2.4.5 El Pyrogel XT es fabricado en espesores de 5 mm o bien de 10 mm (0,2 ó 0,4 pulg.). La determinación del espesor a utilizar debe incluir la consideración del tamaño de la tubería, tal como se describe a continuación:
 - Para tuberías o tubos con diámetros menores de 100 mm (4 pulg), debe utilizarse material de 5 mm o material con canales en V de 10 mm (ver Apéndice A).
 - Para tuberías con diámetros iguales o superiores a 100 mm, puede utilizarse ya sea material de 5 mm o 10 mm.

2.5 *Aislamiento de anillos de apoyo*

- 2.5.1 El aislamiento de los anillos de apoyo no es necesario para tuberías verticales o tanques que no requieren que el aislamiento sirva como protección contra el fuego.
- 2.5.2 Dependiendo del material de revestimiento y del diseño, puede que sea necesario un anillo de soporte en o cerca de la parte inferior de cualquier tendido vertical para soportar el revestimiento.

2.6 *Distancia de la terminación a partir de las bridas*

- 2.6.1 No es necesario terminar el aislamiento con aerogel a cierta distancia de las bridas a menos que su espesor impida la extracción de pernos.
- 2.6.2 Si el espesor del aislamiento impidiera la extracción de los pernos, provocando daños al aislamiento, el aislamiento debe ser terminado a una distancia segura de la brida.

2.7 *Cubiertas desmontables*

- 2.7.1 La construcción de mantas desmontables con Pyrogel XT como los materiales principal interior es aceptable.

2.8 *Recubrimiento*

- 2.8.1 El Pyrogel XT es compatible con todas las formas de revestimiento, incluido el enchape metálico, PVC, masilla de vidrio, plástico reforzado con vidrio (GRP) y sistemas de membranas poliméricas y asfálticas. Consulte las especificaciones del sitio para los procedimientos de instalación del revestimiento.
- 2.8.2 Como es un material flexible, el Pyrogel XT / XTF siempre seguirá el movimiento de los equipos o de la tubería a la que está adherido. Para rígidos, los sistemas de revestimiento totalmente adheridos (por ejemplo, algunas formas

de GRP), se deben adoptar medidas para minimizar la acumulación de tensión entre el revestimiento y el aislamiento de base.

- 2.8.3 Para situaciones donde el aislamiento térmico también será utilizado como protección pasiva contra incendios, Pyrogel XTF debe ser revestido con acero inoxidable o galvanizado.

2.9 Orificios de drenaje de agua

- 2.9.1 Para tuberías y equipos horizontales que funcionan con temperaturas menores de 150°C (300°F), se recomiendan orificios de drenaje. Si se utiliza un taladro, use un tope ajustable para evitar el contacto con el acero que está debajo.
- 2.9.2 Elabore aberturas de 12 mm (½ pulg) a través del revestimiento en la posición horaria de las 6 en tanques y tuberías horizontales.
- 2.9.3 En las tuberías, debe centrarse un orificio de drenaje entre cada soportes de tubo e inmediatamente por debajo de cualquier saliente.
- 2.9.4 En las tuberías y tanques, debe alinearse un orificio de drenaje inmediatamente por debajo de cualquier hundimiento o punto de entrada de agua.

3. Procedimientos de instalación

3.1 Tuberías rectas y equipos horizontales

- 3.1.1 Los materiales de Pyrogel deberán ser aplicados con el método de "envoltura de cigarrillo" alrededor de la tubería, como se ilustra en la Imagen1 del apéndice B. El aislamiento debe aplicarse parejo con el eje longitudinal de la tubería y tensarse alrededor de la circunferencia. Si es necesario, pegue el borde delantero a la tubería con un spray adhesivo aprobado (ver Apéndice A).
- 3.1.2 Las juntas circunferenciales deben ser colocadas extremo con extremo cuidadosamente. Para instalaciones de varias capas a temperaturas de proceso superiores a 200°C (390°F), las juntas circunferenciales deben ser distribuidas en un mínimo de 75 mm (3 pulg) a lo largo del eje longitudinal de la tubería (ver Imagen2).
- 3.1.3 Las juntas longitudinales deben ser colocadas extremo con extremo y sin espacios visibles o ser superpuestas aproximadamente a 25-50 mm (1-2 pulg). En cualquier caso, la ubicación de la parte saliente de cada nueva capa debe ser escalonada o "ser medida", un mínimo de 75 mm (3 pulg).

3.2 Fijación del aislamiento térmico y la protección contra incendios

- 3.2.1 El material debe ser fijado con cinchas, spray adhesivo, grapas de apriete invertido, alambre de acero inoxidable, pasadores o bandas de acero inoxidable.
- 3.2.2 En tuberías y equipos verticales, siempre deben colocarse bandas de acero inoxidable de 19 mm (¾") alrededor de la capa más externa y con un espacio de

separación de 450 mm (18"). En instalaciones de más de cuatro capas, deben instalarse bandas intermedias adicionales sobre cada una de las cuatro capas.

- 3.2.3 Cuando el aislamiento sirve como protección pasiva contra incendios, deben instalarse bandas intermedias adicionales sobre cada segunda capa. Las bandas deben tener una separación de 450 mm (18") entre ellas.
- 3.2.4 A altas temperaturas y en tanques verticales grandes, deben utilizarse resortes planos para reducir la tensión de acuerdo con la tabla del Apéndice C.
- 3.2.5 Las cintas de flejado deben utilizarse sólo en la capa de aislamiento más externa de las tuberías o los equipos que operan más de 250°C (480°F). No se pueden utilizar en capas intermedias.
- 3.2.6 El adhesivo en aerosol no debe utilizarse en instalaciones a alta temperatura.

3.3 Codos

- 3.3.1 Es preferible la construcción prefabricada. Las secciones fabricadas en el taller o en el campo son aceptables, como lo es la envoltura en espiral de 5 mm de espesor.
- 3.3.2 Para los codos fabricados, los patrones cornados o de "cola de langosta" deben utilizarse en todos los codos de radio corto, de radio largo, barridos y de empalme soldado mayores de 50 mm (2 pulg) NPS.
- 3.3.3 Cada capa debe ser instalada por separado y fijada en su lugar con cinta pegante, alambre, bandas de acero inoxidable o grapas de apriete invertido.
- 3.3.4 En tubos doblados y soldados <75 mm (3 "NPS), el codo debe ser aislado como una "T" (véase Imagen3).

3.4 Superficies pequeñas o irregulares

- 3.4.1 En tubos y tuberías de diámetro pequeño (<4" NPS), son aceptables prefabricados con ranura en V (ver Apéndice A) o Pyrogel de 5 mm con envoltura de cigarrillo.
- 3.4.2 En superficies irregulares, es preferible la envoltura en espiral con Pyrogel XT de 5mm. El material con envoltura en espiral debe ser pre-cortado en anchos de 50-75 mm (2" - 3"). Proporciona un solapamiento del 50% al envolverse.
- 3.4.3 La cinta flejadora o el aerosol adhesivo puede ser usado para sujetar los extremos.

3.5 Bridas

- 3.5.1 Aislar las bridas sólo cuando lo especifique el ingeniero del propietario.
- 3.5.2 El aislamiento de la brida debe ser creado a partir del aislamiento del tubo adyacente con un arcén de por lo menos 2 veces el cambio del radio (véase la Imagen4). Las bridas deben ser colocadas en bandas. La cavidad debe ser conectada con el mismo espesor de Pyrogel XT que tenga la tubería adyacente.

- 3.5.3 En el caso de bridas de tubos que transporten líquidos combustibles a temperaturas altas, el Pyrogel debe ser terminado en la superficie adyacente de la tubería o equipo y no deben utilizarse para aislar el acople.

3.6 *Conectores en T, casquetes y otros cambios en la dirección del aislamiento*

- 3.6.1 Instalar la manta de aerogel con la misma técnica de "boca de pájaro" que se utilizaría para la instalación del revestimiento. El aislamiento de la junta debe ser escalonado, como se muestra en la Imagen5.

3.7 *Válvulas*

- 3.7.1 Aislar las válvulas sólo cuando lo especifique el ingeniero del propietario.
- 3.7.2 Las válvulas con bridas deber ser aisladas de manera similar a las bridas, con el casquete tratado como una "T" y tapado.
- 3.7.3 Siempre que el aislamiento haga un cambio en la dirección, la junta debe ser "escalonada" (véase la Imagen5).
- 3.7.4 En el caso de válvulas de tubos que transporten líquidos combustibles a temperaturas altas, el Pyrogel debe ser terminado en la superficie adyacente de la tubería o equipo y no deben utilizarse para aislar el acople.

3.8 *Zapatas de tubos*

- 3.8.1 Instale la manta de aerogel alrededor de la tubería adyacente a la zapata del tubo y haga un corte a lo largo de la zapata. Deslice el aerogel a través del área de la zapata y siga envolviéndolo en el otro extremo del área de la zapata.
- 3.8.2 Para algunos tipos de zapatas que tienen una sección soldada a través del centro, puede que sea necesario aplicar el aerogel desde ambos extremos.

3.9 *Sellado de protuberancias*

- 3.9.1 El equipo o tuberías que funcionan por debajo de 260°C (500°F), las protuberancias deben ser selladas después de la instalación del revestimiento con una tira continua de sellador, aplicado generosamente.
- 3.9.2 En equipos o tuberías que operan por encima de los 260°C, después de que todas las capas de aislamiento han sido instaladas, y antes de la instalación del revestimiento, instale un collar de Pyrogel apretado fuertemente alrededor de todas las protuberancias, excepto las que permitan un drenaje de agua en un punto bajo o en la parte inferior ().
- 3.9.3 No selle alrededor de protuberancias en la posición de las 6 en el reloj, de terminaciones en la parte inferior del aislamiento de un tubo vertical ni en ninguna terminación vertical de un punto bajo.

3.10 Cabezas de tanques

- 3.10.1 Es preferible la construcción prefabricada. La fabricación en el lugar es aceptable.
- 3.10.2 Las costuras deben ser empalmadas. Las juntas en aplicaciones de capas múltiples deben ser escalonadas. La sujeción antes de la aplicación de las cintas y el revestimiento debe hacerse con adhesivo en aerosol.
- 3.10.3 Asegurar el aislamiento con un arnés de bandas de acero inoxidable o tela metálica de acero galvanizado de pollo, anclado a dos bandas circunferenciales situadas detrás de la línea tangente (véase Imagen7). Para las cabezas con una boquilla central, usar un anillo flotante. Las bandas deben colocarse con una separación entre ellas no mayor de 450 mm (18 pulg) en la línea tangente.
- 3.10.4 No es necesario revestimiento en las cabezas de la parte inferior dentro de las faldas de los tanques verticales siempre y cuando el material de aislamiento pueda ser fijado sin revestimiento de manera permanente.

4. Requisitos de QC/QA

- 4.1.1 Es necesaria la inspección visual del aislamiento y de la sujeción antes de instalar el revestimiento. Comprobar:
 - El número correcto y el espesor de las capas.
 - El tipo correcto de material (Pyrogel XT para el aislamiento térmico o Pyrogel XTF para la protección pasiva contra incendios).
 - La correcta sujeción del aislamiento, si es necesario.
 - La aplicación correcta de la funda de la manta alrededor de protuberancias cilíndricas en lugares distintos a la posición de la seis en punto del reloj, por encima del 1/3 inferior de tanques horizontales o dentro de las faldas de tanques.
- 4.1.2 Después de la aplicación del revestimiento, es necesaria la inspección visual del revestimiento y del sellado. Comprobar:
 - El sellado correcto alrededor de protuberancias donde sea necesario.
 - El espaciamiento correcto de las cintas y, si es necesario, los resortes.
 - Material correcto para revestimiento.

5. Apéndice A: materiales para aislamiento y proveedores de suministros

Tabla 1: aislamiento, protección contra fuego y proveedores de materiales y suministros

Componente del sistema	Descrip. de materiales para sistema de aislamiento	Fabricante / Marca comercial	Superficies aplicables
Aislamiento térmico	Manta de aerogel de 5 mm (0.2 pulg) de espesor	Aspen Aerogels / Pyrogel XT	Todo
	Manta de aerogel de 10 mm (0.4 pulg) de espesor	Aspen Aerogels / Pyrogel XT	Tubería ≥ 100 mm (4 pulg) NPS; todos los recipientes y equipos
	Manta de aerogel con canales en V	Sproule Mfg. / Pyrogel XT canales en V	Tubería < 100 mm (4 pulg) NPS
	Codos pre-cortados	Sproule Mfg. / Cubierta de acoples Precision CNC AA	Todos los codos de radio corto, de radio largo, de empalme soldado y barridos
Protección pasiva contra fuego	Manta de aerogel de 10 mm (0.4 pulg) de espesor	Aspen Aerogels / Pyrogel XTF	Todo
	Manta de aerogel con canales en V	Sproule Mfg. / Pyrogel XT canales en V	Tubería < 100 mm (4 pulg) NPS
	Codos pre-cortados	Sproule Mfg. / Cubierta de acoples Precision CNC AA	Todos los codos de radio corto, de radio largo, de empalme soldado y barridos
	Barrera protectora de vapor criogénico	Foster Products / 90-66	Para temperatura de procesos menores de -196°C (-320°F)
Cubre-codos	Cubiertas de aluminio comprimido ajustadas al espesor del aerogel	Sproule Mfg. / AA WeatherJacs	Todos los codos de radio corto y largo hasta 900 mm (36 pulg)
Adhesivo en aerosol	Adhesivo en aerosol, libre de cloruro (lata o suelto)	Foster Products / 85-45 FOS-STIK	Todo
		3M / 78-aerosol	
		Nashua / 357SA	
Cinta de flejado	Cinta de embalado de 12 mm (1/2 pulg) de ancho reforzada con fibra	3M 3297 ó equivalente	Para temperaturas de servicios inferiores a 250°C (480°F)
Puertos TML	Puertos de inspección TML perfil bajo	Tapón brida de acceso / 2½" dia. estilo AG-1	Todo

6. Apéndice B: Imágenes



Imagen1: Instalación de la primera capa de la tubería.



Imagen2: Instalación de la segunda capa en la tubería.

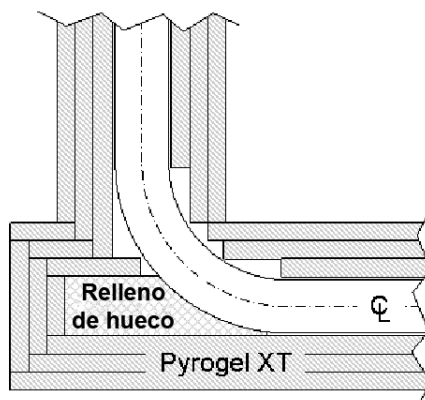


Imagen3: detalles del aislamiento para tubos o codos de pequeño calibre y empalme soldado

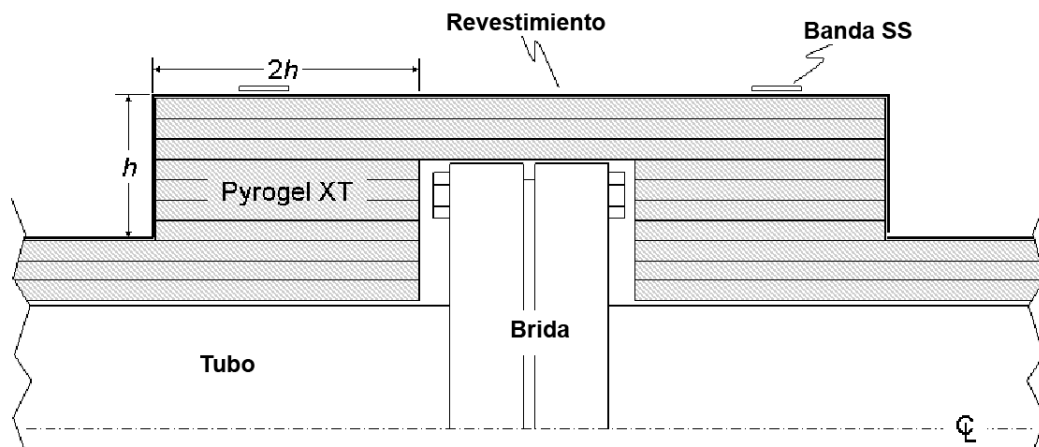


Imagen4: detalles del aislamiento de la brida.

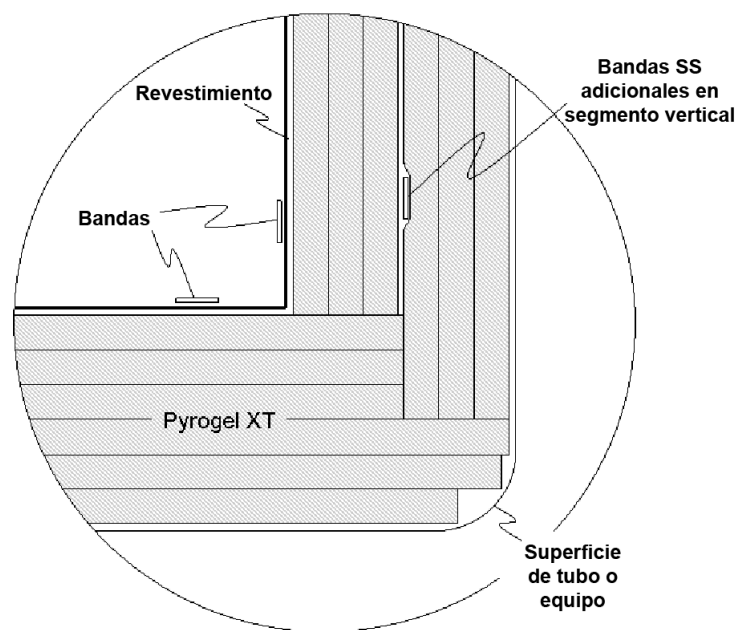


Imagen5: Junta correctamente “escalonada” en un cambio de la dirección del aislamiento (ejemplo, en una conexión en T).

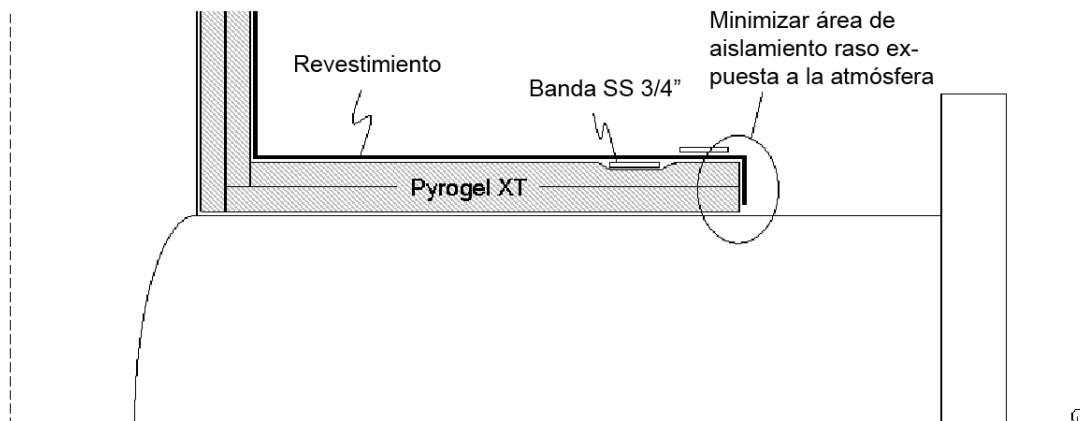


Imagen6: Collar de Pyrogel para terminaciones en equipos que operan a más de 260°C (500°F).

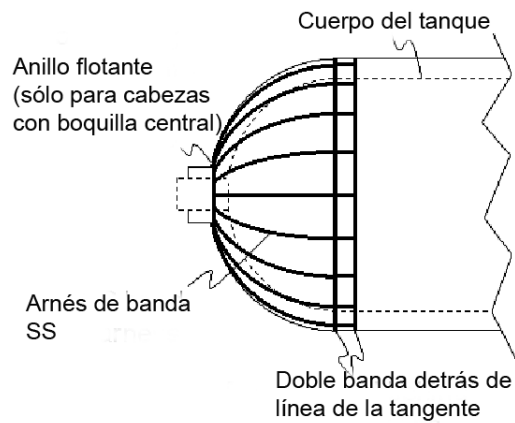


Imagen7: detalles del arnés de la banda de la cabeza del tanque.

7. Apéndice C: Resortes de expansión del aislamiento

Tabla 2: cantidad de resortes planos por banda circunferencial para fijar el aislamiento.

Exterior Diámetro mm (pulg)	Temperatura del acero					
	93□ 93.33□	204□ 204.44□	316□ 315.56□	427□ 426.67□	538□ 537.78□	649□ 1200°F
915 (36)	0	0	0	1	1	1
1830 (72)	0	1	1	1	1	1
3050 (120)	0	1	1	2	2	2
4570 (180)	1	1	2	2	3	3
6100 (240)	1	1	2	3	3	4
7620 (300)	1	2	2	3	4	5