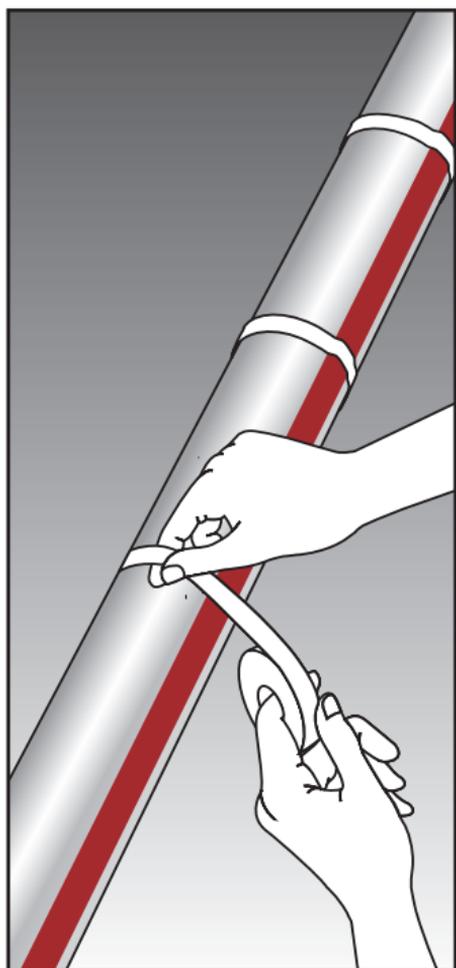




RAYCHEM

Industrial Heat-Tracing

Installation and Maintenance Manual for
Series Resistance Heating Cable Systems for Pipes



Salvaguardias y advertencias importantes

ADVERTENCIA: PELIGRO DE INCENDIO O DESCARGAS ELÉCTRICAS.

Los sistemas de rastreo de calor de nVent RAYCHEM deben instalarse correctamente para asegurar un funcionamiento correcto y evitar cortocircuitos e incendio. Lea estas advertencias importantes y siga cuidadosamente todas las instrucciones de instalación.

- Para reducir el peligro de incendio producido por el arqueo eléctrico sostenido si el cable de calefacción se daña o se instala en forma incorrecta y para cumplir con los requerimientos de nVent certificaciones de agencias y códigos eléctricos nacionales, se debe utilizar protección para equipos de falla a tierra en cada circuito de derivación del cable de calefacción. El arqueo no puede ser detenido por los disyuntores de circuito convencionales.
- Las homologaciones y el rendimiento de los sistemas de trazado eléctrico se basan en el uso de componentes y accesorios aprobados. No utilice piezas alternativas.
- Las terminaciones de los cables deben mantenerse secas antes, durante y después de la instalación.
- El cable de calefacción dañado puede producir arqueo eléctrico o incendios. Utilice únicamente las cintas de fibra de vidrio o abrazaderas aprobadas para fijar el cable a la tubería.
- Si hay daños en el cable calefactor o en los componentes, estos elementos deben repararse o sustituirse. Para obtener asistencia, póngase en contacto con nVent.
- Use sólo aislación resistente al fuego compatible con la aplicación y la temperatura máxima de exposición del sistema a rastrear.
- Para prevenir el incendio o explosión en ubicaciones peligrosas, verifique que la temperatura máxima de la cubierta exterior del cable calefactor sea inferior a la temperatura de autoignición de los gases en el área. Para obtener información adicional, consulte la documentación de diseño.
- Los cables calefactores pueden alcanzar altas temperaturas en funcionamiento y causar quemaduras si se tocan. Evite el contacto cuando los cables estén energizados. Aísle la tubería antes de energizar el cable. Procure que su personal esté adecuadamente formado.
- Las Fichas de datos de seguridad de los materiales (MSDS por sus siglas en inglés) están disponibles en nuestro sitio Web en nVent.com.

CONTENIDOS

1	Información general	1
	1.1 Uso del manual	1
	1.2 Instrucciones de seguridad	2
	1.3 Sistema típico	2
	1.4 Códigos eléctricos	3
	1.5 Garantía y aprobaciones	3
	1.6 Construcción del cable calefactor	4
	1.7 Identificación del cable calefactor	5
	1.8 Directrices generales para la instalación	6
	1.9 Almacenamiento del cable de calefacción	7

2	Comprobaciones previas a la instalación	8
	2.1 Comprobación del material recibido	8
	2.2 Comprobación de la tubería que se va a trazar	8
	2.3 Comprobación de las herramientas	8

3	Instalación de cable de calefacción	9
	3.1 Tendido de cables calefactores	9
	3.2 Instalación directamente sobre tubería	14
	3.3 Instalación en canalización	15
	3.4 Detalles de instalación típica	16

4	Instalación de componentes	19
	4.1 Instalación general de componentes	19

5	Control y monitoreo	21
	5.1 Información general	21
	5.2 Instalación de sensores de temperatura en las tuberías	22
	5.3 Instalación de seguridad para altas temperaturas en tuberías plásticas	23

6	Aislamiento térmico y señalización	24
	6.1 Comprobaciones previas a la instalación	24
	6.2 Indicaciones para la instalación de aislamiento	24
	6.3 Marcas	26
	6.4 Prueba post aislamiento	26

7	Corriente y protección eléctricas	27
	7.1 Clasificación de voltaje	27
	7.2 Carga eléctrica	27
	7.3 Cableado de control de temperatura	29

8	Puesta en marcha y mantenimiento preventivo	30
	8.1 Pruebas de puesta en servicio	30
	8.2 Mantenimiento preventivo	31

9	Procedimientos de prueba	33
	9.1 Inspección visual	33
	9.2 Prueba de resistencia de aislación (Megger)	33
	9.3 Prueba de resistencia y continuidad	37
	9.4 Prueba de capacitancia	38
	9.5 Comprobación de alimentación	40

10	Guía para la solución de problemas	42
-----------	---	-----------

11	Guía para la solución de problemas	48
-----------	---	-----------

12	Registro de instalación e inspección	52
-----------	---	-----------

1

Información general

Los sistemas de trazado eléctrico de resistencia en serie SC de nVent RAYCHEM se utilizan en tuberías de metal y plástico aisladas térmicamente. Estos sistemas deben instalarse respetando los requisitos establecidos en la documentación de diseño que nVent proporciona con cada proyecto.

En nVent nos encargamos del calor que necesita (We manage the heat you need) ofreciéndole un completo servicio integrado que incluye desde el diseño original hasta la especificación del producto y la instalación de todo el sistema. Si se requiere, también brindamos mantenimiento futuro de la instalación.

1.1 **Uso del manual**

Este manual abarca los principios básicos de instalación y mantenimiento de los sistemas de trazado eléctrico de resistencia en serie (SC) de nVent RAYCHEM. Utilice este manual junto con la documentación de diseño proporcionada por nVent, así como el material siguiente:

- Hojas de datos de SC, SC/H, SC/F (H57027, H57961)
- Hojas de datos de componentes y accesorios SC, SC/H, SC/F (H57780, H57943A)

Para obtener asistencia técnica o información relativa a los cables de los sistemas de trazado eléctrico SC, póngase en contacto con su representante de nVent o directamente con nVent.

nVent

7433 Harwin Drive

Houston, TX 77036

USA

Tel: +1.800.545.6258

Tel: +1.650.216.1526

Fax: +1.800.527.5703

Fax: +1.650.474.7711

thermal.info@nVent.com

nVent.com



Importante: Para que la garantía de nVent y las aprobaciones de agencia apliquen, se deben seguir las instrucciones incluidas en este manual y paquetes de producto.

1

Información general

1.2 Instrucciones de seguridad

La seguridad y fiabilidad de cualquier sistema de trazado eléctrico depende de un diseño, instalación y mantenimiento apropiados. El diseño, manipulación, instalación o mantenimiento incorrectos de cualquiera de los componentes del sistema puede causar falta o exceso de calentamiento en las tuberías o daños en el sistema de cables calefactores, pudiendo provocar el desperfecto del sistema, una descarga eléctrica o un incendio. Las directrices e instrucciones de esta guía son importantes. Síguelas cuidadosamente para minimizar dichos riesgos y garantizar que el sistema SC tenga un comportamiento fiable.

Ponga especial atención a lo siguiente:

- Las instrucciones importantes están marcadas con la palabra  **Importante**
- Las advertencias están señaladas con la palabra  **ADVERTENCIA**

1.3 Sistema típico

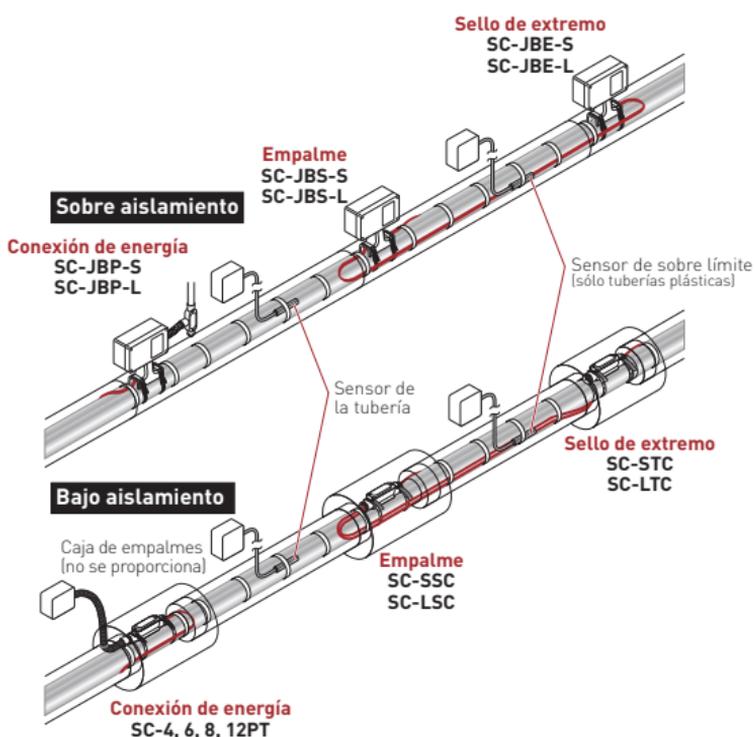


Figura 1: Sistema típico de cable calefactor SC

1

Información general



Importante: Los cables calefactores SC nVent RAYCHEM son productos tecnológicos. Todas las aplicaciones precisan el diseño de nVent.

1.4 Códigos eléctricos

Las Secciones 427 (sistema de tuberías y contenedores) y 500 (áreas clasificadas) del Código Eléctrico Nacional (NEC) y la Parte 1 del Código Eléctrico Canadiense, Secciones 18 (áreas de riesgo) y 62 (espacio eléctrico fijo y calefacción en superficie) rigen la instalación de sistemas de trazado eléctrico. Todas las instalación de sistemas de rastreo de calor deben cumplir con estas normas y con otros códigos locales o nacionales aplicables.

1.5 Garantía y aprobaciones

Los cables calefactores SC y los componentes de nVent RAYCHEM han sido homologados para su utilización en áreas de ries-go y en áreas seguras. Para obtener más detalles consulte las hojas de datos específicas de los productos.



La garantía limitada estándar de nVent es válida para todos los productos. Se puede ver la garantía completa en nVent.com. Para tener derecho a una garantía ampliada de 10 años, regístre-se en línea antes de que transcurran los 30 días siguientes a la instalación en nVent.com.

1

Información general

1.6 Construcción del cable calefactor

Los cables calefactores SC de nVent RAYCHEM proporcionan protección eléctrica frente a la congelación y mantenimiento de la temperatura en tuberías largas. Estos cables están disponibles en configuraciones de conductor único, doble o triple, como aparece en la Figura 2.

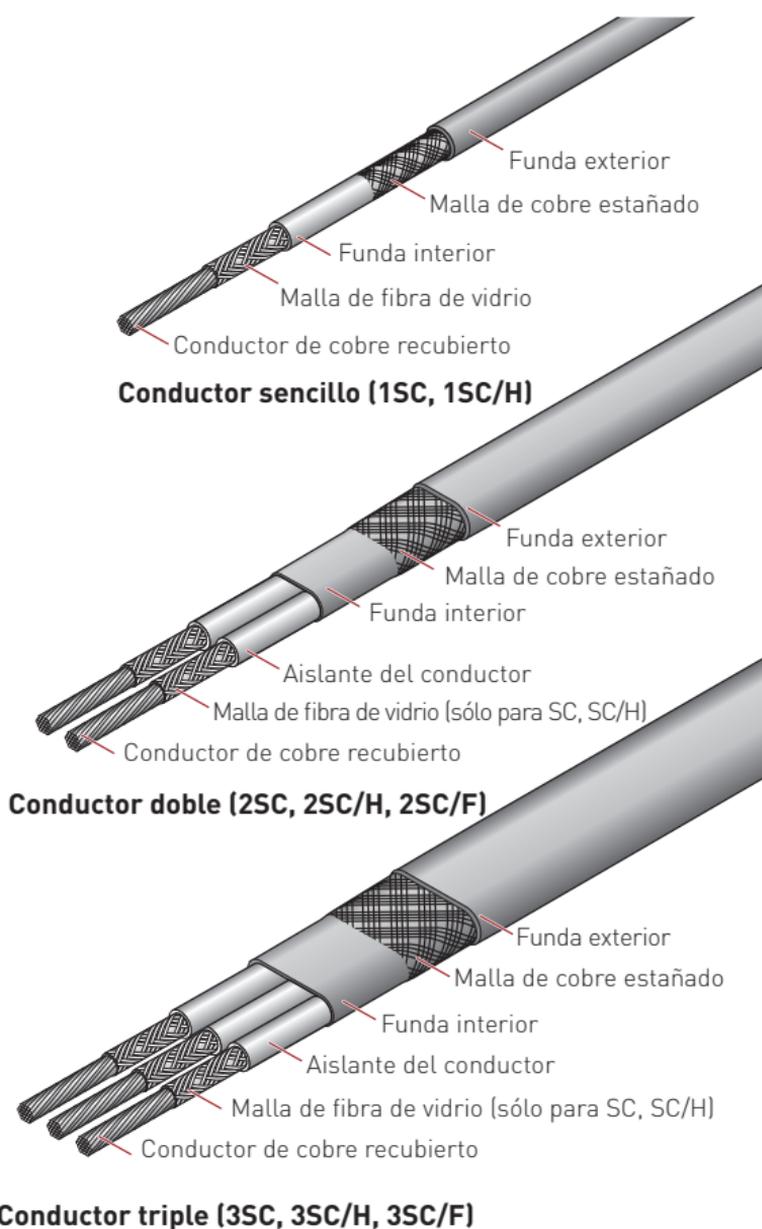


Figura 2: Construcción del cable calefactor SC, SC/H, SC/F

1

Información general

1.7 Identificación del cable calefactor

Se pueden solicitar etiquetas de identificación del circuito, necesarias para las agencias de homologación, a nVent (Ref.: P000000311). Las etiquetas de identificación del circuito proporcionan información como el número de catálogo del cable calefactor, el voltaje de funcionamiento, la corriente de salida, la temperatura máxima de la cubierta del cable, el número de identificación del circuito, la longitud del cable calefactor y la corriente nominal del cable. Si el cable ha sido diseñado para un área peli-grosa, la clasificación del área estará impresa en la sección 'Haz. Locations' de la etiqueta.



Importante: La etiqueta de identificación del circuito debe fijarse de forma permanente a no más de 75 mm (3 pulgadas) de la conexión eléctrica.

nvent RAYCHEM		SC, SC/H, and SC/F		
		Series-Resistance Heating Cable		
Catalog No.	<input type="text"/>	Watts	Volts	Amps
Circuit No.	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Circuit Length	<input type="text"/>			
			Usage Code	Max. Sheath Temperature
Hazardous Locations			<input type="text" value="-W"/>	<input type="text" value="°C"/>
Class <input type="text"/>			Div <input type="text"/>	Group <input type="text"/>
IECEx BAS 06.0049X Ex e II T* (see schedule) Ex tD A21 IP66 Segurança			Min. Installation Temperature: -40°C	
IEx 09.0008X Ex eb IIC T* Gb (* See observation)			See Other Side Voir Aussi Au Verso Veja O Outro Lado	
(1) Except 1SC (2) Temperature code based on design documentation				

Figura 3: Etiqueta típica de identificación del circuito de cables SC (parte delantera)



ADVERTENCIA: Riesgo de incendio o explosión. Asegúrese de que el sistema de cables calefactores SC tal como se identifica en la etiqueta de identificación del circuito cumple los requisitos de la clasificación del área.

1.8 Directrices generales para la instalación

Estas directrices se ofrecen para ayudar al instalador con el proceso de instalación y deben revisarse antes de comenzar la instalación.

- Evite daños al cable calefactor SC de la siguiente forma:
 - No utilice abrazaderas ni bandas metálicas para fijar el cable a la tubería.
 - No instale cables calefactores de distinta longitud a la especificada en la documentación de diseño del sistema.
 - No suministre corriente hasta que no se haya completado la instalación.
 - No permita que los cables calefactores se crucen, superpongan o agrupen. Esto puede causar sobrecalentamiento localizado con riesgo de incendio o desperfecto del cable.
 - Mantenga los sopletes de soldar lejos de los cables y protéjalos de las escorias que puedan caer sobre ellos.
- Asegúrese de que el cliente haya dado la autorización para el trazado en todas las tuberías antes de instalar el cable calefactor.
- Instale el cable de forma que permita la extracción de equipos que requieran mantenimiento, como válvulas, bombas y filtros, sin afectar excesivamente al cable calefactor que los rodea.
- Al instalar el cable sobre válvulas, bombas y otras superficies con formas irregulares, evite doblarlo con un radio de curvatura inferior a 1 pulgada. En bridas y uniones pequeñas donde no resulta práctico doblar los cables muy ajustadamente, se pueden usar láminas o piezas puente metálicas para llenar los espacios entre el cable calefactor y la superficie que se calentará.
- Asegúrese de que el cable calefactor es adecuado para la temperatura continua de exposición que aparece en la Tabla 1.
- Aplique aislamiento térmico tan pronto como sea posible después del trazado eléctrico para evitar daños mecánicos en los cables calefactores. Se debe instalar revestimiento impermeable inmediatamente después de aplicarse el aislamiento para evitar que el aislamiento se humedezca.
- Haga todas las conexiones a los cables de alimentación en las cajas de empalmes elevadas y tópelas cuando no esté trabajando en ellas.
- La temperatura de instalación mínima es -40°C (-40°F).

1

Información general

- Use un controlador de temperatura adecuado para la temperatura del proceso. nVent suministra una amplia gama de controladores de temperatura, entre ellos los controladores de monitoreo electrónico de la serie nVent RAYCHEM.

TABLA 1: TEMPERATURA DE EXPOSICIÓN DEL CABLE CALEFACTOR SC, SC/H, SC/F

Cable calefactor SC	Temperatura máxima de exposición continua
SC	400°F (204°C)
SC/H	480°F (250°C)
SC/F	195°F (90°C)

1.9 Almacenamiento del cable de calefacción

- Guarde los cables calefactores en un lugar limpio y seco y protéjalos de daños mecánicos.
- Guarde los cables calefactores en su embalaje original hasta el momento de su instalación.

2

Comprobaciones previas a la instalación

2.1 Comprobación del material recibido

Revise el diseño del cable calefactor y compare la lista de materiales con los números de catálogo de los cables calefactores y los componentes que haya recibido, para confirmar que sean los adecuados. El voltaje del cable calefactor, el voltaje y la longitud de cada circuito están impresos en la etiqueta de identificación del circuito.

- Asegúrese de que el voltaje nominal del cable sea adecuado para el voltaje de alimentación disponible.
- Inspeccione el cable de calefacción y los componentes en busca de daños producidos durante el traslado.
- Ejecute una prueba de continuidad y de resistencia de aislamiento (100 MΩ como mínimo) en cada cable como se detalla en la Sección 9 y registre los resultados en el Registro de instalación del cable calefactor en la Sección 12.
- Verifique que la temperatura condicional de la cubierta (temperatura nominal) en la etiqueta de identificación del circuito satisfaga los requisitos del área y del material de las tuberías.

2.2 Comprobación de la tubería que se va a trazar

- Asegúrese de que se completen las pruebas mecánicas de las tuberías (purga y pruebas hidrostáticas, por ejemplo) y de que el cliente haya autorizado el trazado del sistema.
- Recorra el sistema y planifique el trazado del cable de calefacción sobre la tubería.
- Verifique que la longitud real de las tuberías, las rutas y la ubicación de accesorios como válvulas, soportes, estribos de suspensión y otros componentes, coincidan con los planos del proyecto.
- Inspeccione las tuberías y canaletas para comprobar si presentan rebabas, superficies rugosas o bordes afilados que puedan dañar el cable calefactor. Elimine en caso de ser necesario.
- Verifique que las cubiertas de todas las superficies estén secas al tacto.

2.3 Comprobación de las herramientas

Para la instalación de sistemas de trazado eléctrico SC son necesarias las siguientes herramientas. En las instrucciones de instalación de cada componente específico se enumeran herramientas adicionales.

- Herramienta de compresión adecuada
- Soplete de gas propano o GLP
- Medidores de prueba adecuados como los descritos en la Sección 9 de este manual.

3

Instalación de cable de calefacción

3.1 Tendido de cables calefactores

Tendido de cables

Utilice un carrete que gire con facilidad y poca tensión. Tienda el cable desde el carrete como se indica en la Figure 4.

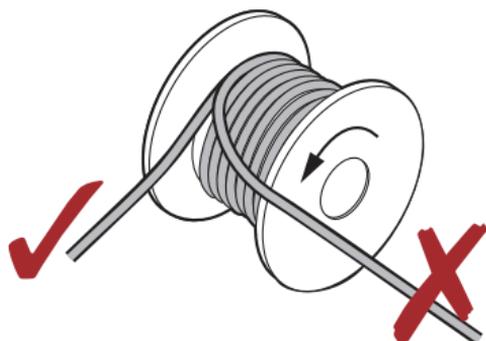


Figure 4: Dirección de tendido

Sitúe los carretes próximos a la tubería que se traceará.

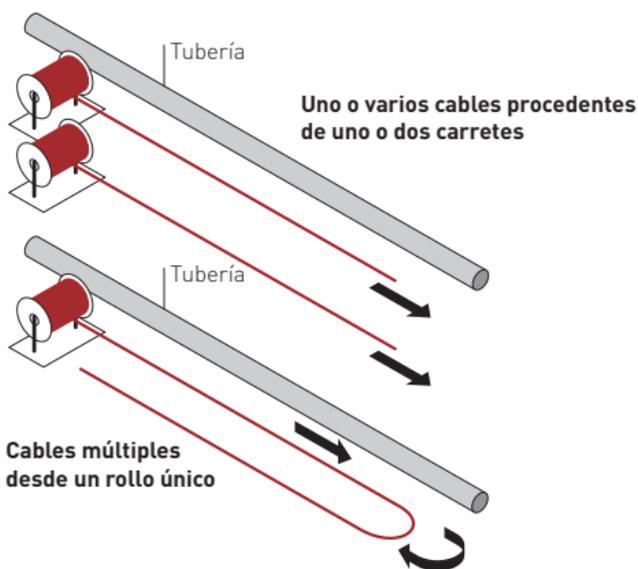


Figure 5: Tendido de cables calefactores SC sencillos y múltiples

3

Instalación de cable de calefacción

Tendido de cables

Extienda el cable a lo largo de la tubería siguiendo el diseño. Asegúrese de que se haya considerado la cantidad suficiente de cable para la instalación de componentes, bucles de servicio y accesorios de las tuberías.

Recomendaciones para tender el cable calefactor:

- Utilice un carrete que se tienda con facilidad y poca tensión. Si el cable de calefacción se engancha, deje de tirarlo.
- Tire del cable calefactor a mano. No tire con dispositivos mecánicos.
- Mantenga el cable de calefacción colgando sin tensarlo pero cerca de la tubería que se está rastreando para evitar la interferencia con los soportes y el equipo.
- Las marcas en el cable de calefacción se pueden utilizar para determinar la longitud del cable.
- Proteja todas las puntas del cable calefactor de la humedad, la contaminación y los daños mecánicos.

 **ADVERTENCIA: Peligro de incendio o choques eléctricos No instale cable dañado. Los componentes y extremos del cable deben mantenerse secos antes y durante la instalación.**

Al tender el cable calefactor EVITE:

- Esquinas afiladas
- Tirar con demasiada fuerza o que se produzcan tirones
- Los retorcimientos y el aplastamiento
- Caminar sobre él o pasarle por encima con equipo

Colocación de cables calefactores

Instale los cables alrededor de la sección inferior de la tubería pero evitando el centro inferior de la misma (Figure 6).

En el caso de dos cables, instálelos entre 30° y 45° a ambos lados del centro inferior de la tubería (Figure 6).

En el caso de tres cables, instale el cable inferior aproximadamente a 10° del centro inferior de la tubería (Figure 6). En una tubería vertical, separe los cables uniformemente alrededor de la circunferencia de la tubería.

3

Instalación de cable de calefacción

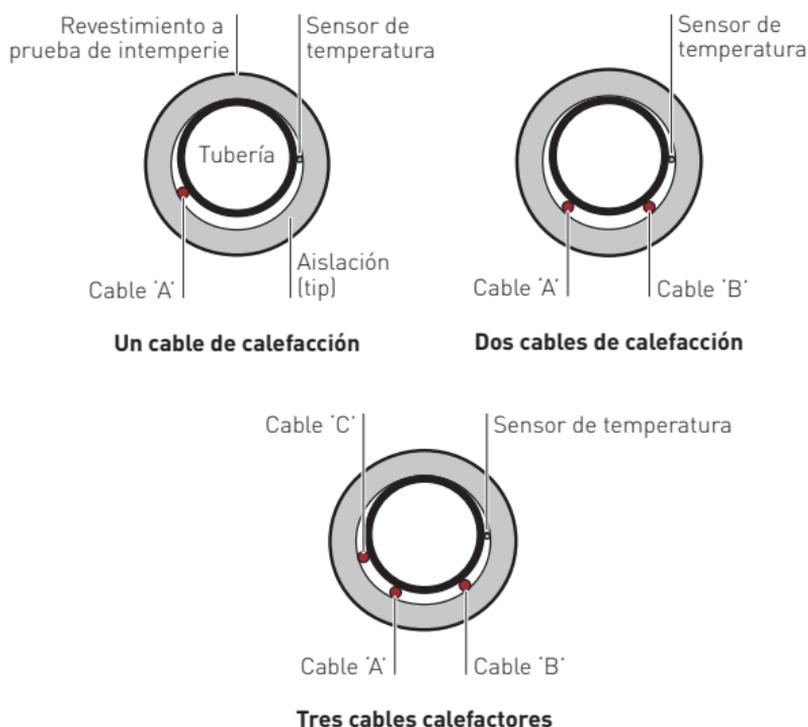


Figure 6: Sección transversal típica de colocación de los cables calefactores SC

Doblar el cable

El cable de calefacción no se dobla fácilmente en una superficie plana. No fuerce al doblar ya que se puede dañar el cable de calefacción.



Figure 7: Doblado del cable calefactor SC

3

Instalación de cable de calefacción

Radio de curvatura mínimo

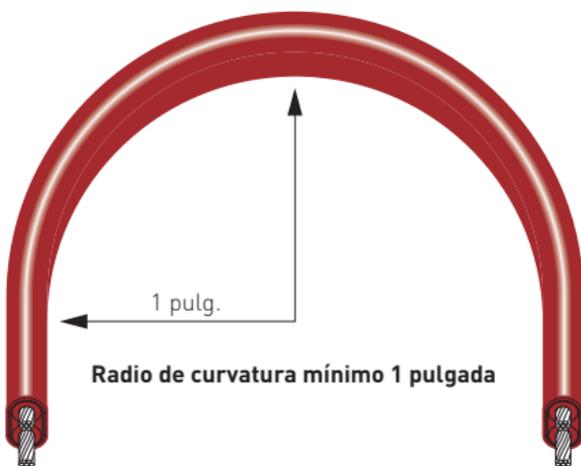


Figure 8: Radio de curvatura mínimo

Crossing the cable

Do not cross, overlap, or group the heating cables.

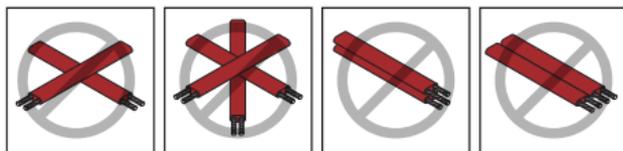


Figure 1: Crossing, overlapping, and grouping

Cruzar el cable

No permita que los cables calefactores se crucen, super-pongan o agrupen.



Importante: Cualquier cambio en la longitud del circuito diseñado alterará la corriente de salida y obligará a reconfirmar el diseño. No corte el cable a ninguna otra longitud que la especificada.

3

Instalación de cable de calefacción

Fijación del cable

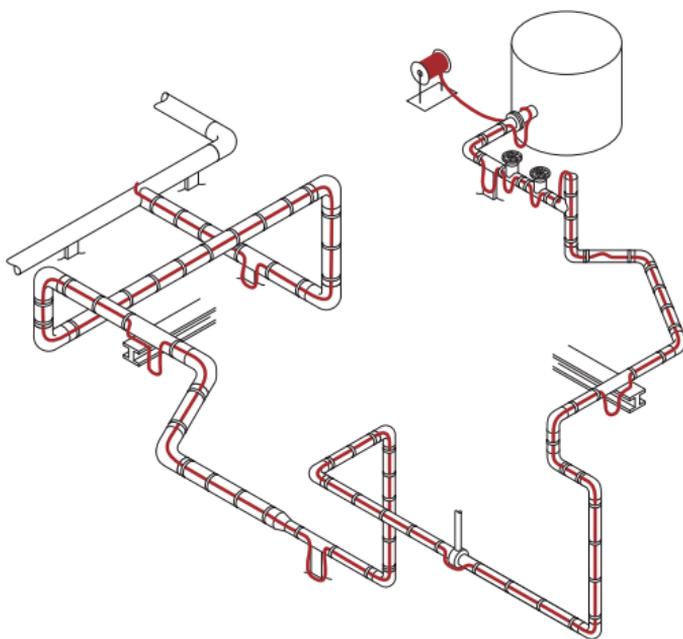


Figure 10: Fijación típica del cable calefactor

Coloque cinta para adherir el cable a la tubería cada 30 cm. Empiece por la punta opuesta al carrete, como se indica en la figura previa. Si se utiliza cinta de aluminio, aplíquela sobre toda la extensión del cable de calefacción después de asegurar el cable con cinta de vidrio. Trabaje en dirección al rollo de cable. Prevea cable calefactor extra en la conexión eléctrica, en todos los lados de los empalmes y las conexiones en T, así como al final del sello para permitir servicios futuros.

Deje una vuelta extra de cable para cada dissipador térmico, como en los soportes, válvulas, bridas e instrumentos de tuberías según se detalla en el diseño. Consulte Sección 3.4 para fijar el cable de calefacción a dissipadores térmicos.



Importante: Instale los componentes del cable calefactor inmediatamente después de sujetar el cable. Si no es posible instalar inmediatamente, proteja de la humedad los extremos del cable de calefacción.

3

Instalación de cable de calefacción

3.2 Instalación directamente sobre tuberías

nVent requiere que complete el Registro de instalación de cable calefactor durante la instalación del mismo y el aislamiento térmico y que conserve este registro para referencia futura.

- Instale todo el equipo auxiliar sobre las tuberías con abrazaderas antes de instalar los cables calefactores.
- Donde sea posible, tienda el cable calefactor a lo largo de la sección de tubería que se traceará.

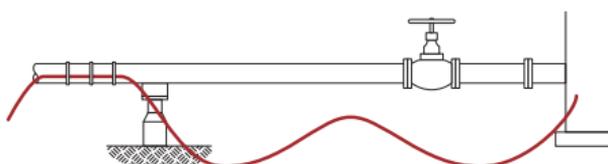


Figure 11: Tendido de cables calefactores

- Fije los cables calefactores a la tubería con cinta de fibra de vidrio a intervalos de 300–450 mm (12–18 pulgadas).
- Deje cable extra según las especificaciones del diseño en todos los accesorios de la tubería.

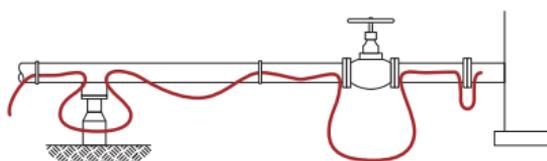


Figure 12: Márgenes para válvulas, bridas y soportes de tubería

- Instale el cable sobre los accesorios de las tuberías conforme a los detalles de instalación de la Sección 3.4.
- Instale las conexiones eléctricas, los empalmes y los extremos finales siguiendo las instrucciones del paquete de componentes.

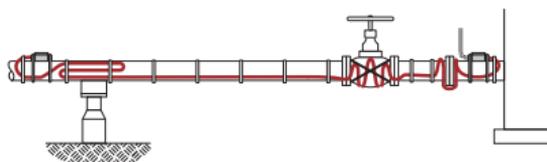


Figure 13: Instalación de cable calefactor SC terminada



Importante: Para mejorar la transferencia térmica se puede utilizar cinta de aluminio AT-180 en los cables calefactores SC. Consulte la documentación de diseño.

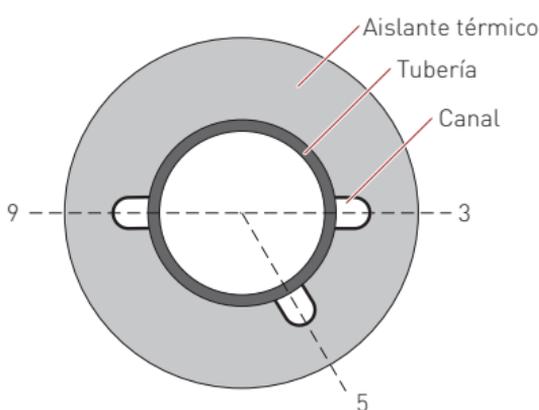
3

Instalación de cable de calefacción

⚠ ADVERTENCIA: Peligro de incendio o choques eléctricos. No instale cable dañado. Tendrá que reemplazarlo.

3.3 Instalación en canalización

Asegúrese de que el número, tamaño y posición de la canalización son los correctos según lo especificado en la documentación de diseño.



Canal semicircular típico:
w: 19,05 mm al.: 7/8"

Figure 14: Tamaño y posición de la canalización en la tubería

⚠ ADVERTENCIA: Para evitar sobrecalentamientos, instale únicamente un cable SC por canalización.

Método de jalado

Tire e inserte el cable calefactor a mano. No tire con dispositivos mecánicos.

Para no dañar la sobrecubierta al tirar, asegúrese de que los extremos de la canalización no tengan rebabas. Bisele los bordes o utilice una guía para dirigir el cable.



Importante: Las canalizaciones deben estar alineadas, limpias de suciedad o residuos para evitar que se dañe el cable calefactor.

3

Instalación de cable de calefacción

Empalmes y componentes

- El número de empalmes y de intervalos de separación depende del diseño del sistema y de la longitud del carrete. El aislamiento debe abrirse y la canalización, interrumpirse para instalar los componentes. Seleccione e instale los componentes de acuerdo con la documentación de diseño proporcionada.
- Utilice cinta de aluminio AT-180 para fijar el cable calefactor SC a la tubería en las zonas externas de la canalización, como las conexiones de la tubería.



Importante: Las tuberías enterradas deben utilizar componentes bajo aislamiento. Consulte Figura 19 en la página 20.

- Vuelva a colocar el aislamiento térmico, hasta el espesor del diseño, y el revestimiento impermeable después de instalar los componentes.
- Utilice más cantidad de aislamiento después de instalar componentes bajo aislamiento.

3.4 Detalles de instalación típica

Envuelva los accesorios de tuberías, equipo y soportes como se muestra en los ejemplos siguientes para compensar apropiadamente mayores pérdidas de calor en disipadores térmicos y facilitar el acceso para mantenimiento. La cantidad de cable de calefacción exacta es determinada en el diseño.

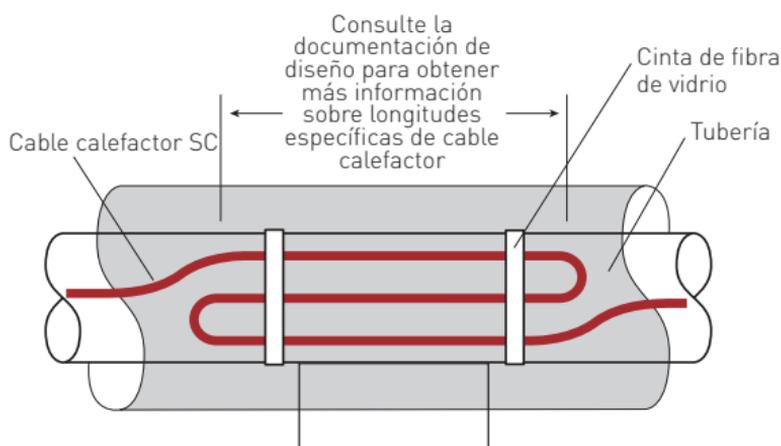


Figure 15: Soporte de tubería

3

Instalación de cable de calefacción

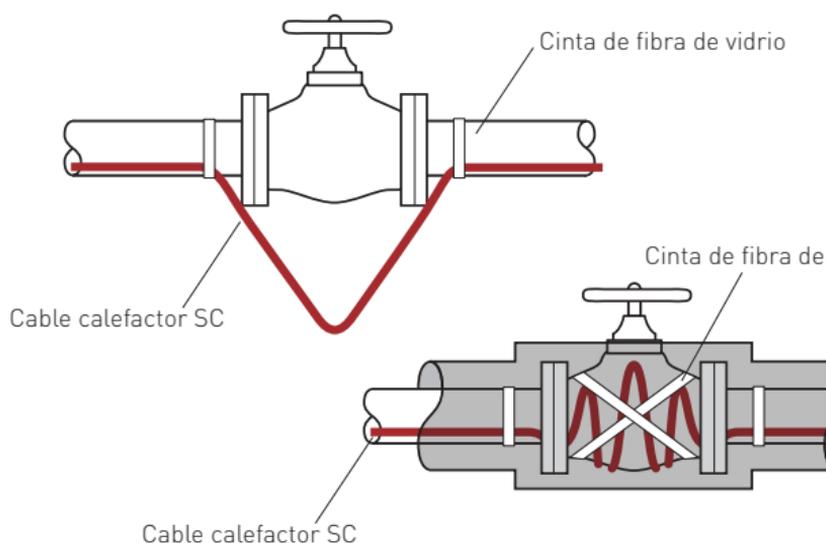


Figure 16: Válvulas

⚠ ADVERTENCIA: Los cables superpuestos se pueden sobrecalentar, dañar y suponer un riesgo de incendio.

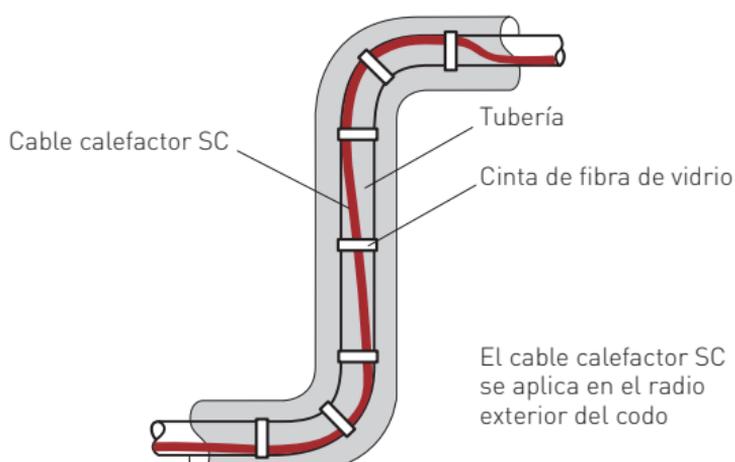


Figure 17: Instalación en codo de 90°

3

Instalación de cable de calefacción

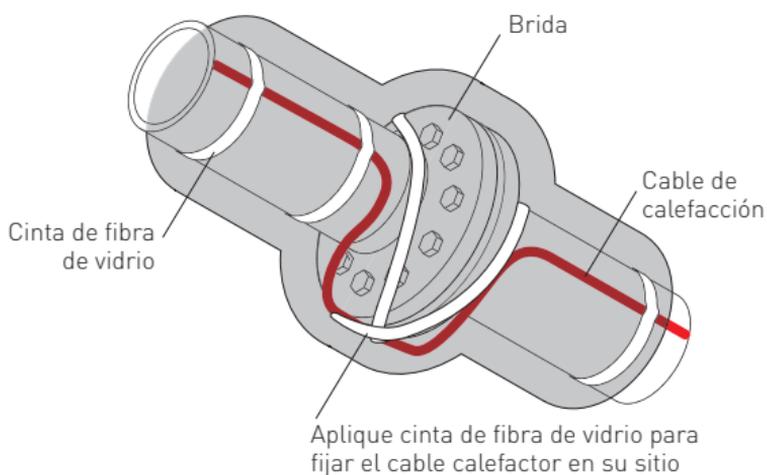


Figure 18: Bridas

⚠ ADVERTENCIA: Los cables superpuestos se pueden sobrecalentar, dañar y suponer un riesgo de incendio.

4

Instalación de componentes

4.1 Instalación general de componentes

Los componentes SC nVent RAYCHEM deben utilizarse con los cables calefactores SC nVent RAYCHEM. Un circuito completo requiere una conexión de alimentación y un sello en el extremo. Los empalmes y accesorios se utilizan conforme se necesiten. Consulte la documentación de diseño del sistema para obtener información sobre los componentes necesarios en el mismo.

Las conexiones eléctricas SC sobre aislamiento incluyen la necesaria caja de empalmes, cables fríos y conexiones. Las conexiones eléctricas SC bajo aislamiento incluyen la transición de cable frío a caliente pero no la caja de empalmes, que deben suministrarla otros fabricantes.

Las instrucciones de instalaciones están incluidas en el kit de componentes. Se deben seguir los pasos para preparar el cable de calefacción y conectar los componentes.

 **ADVERTENCIA: Las conexiones pueden sobrecalentarse. Las conexiones de cable deben comprimir-se y soldarse.**

Recomendaciones para la instalación de componentes

- Los paquetes de conexión deberán ir montados sobre la tubería cuando sea conveniente. Los conductos eléctricos que llevan a los kits de conexión deben poseer drenajes en sus puntos bajos para evitar que se acumule condensación en el conducto. Todas las conexiones del cable de calefacción deben montarse sobre el nivel de sobre el nivel de la pendiente.
- Asegúrese de dejar un bucle de servicio en todos los componentes para su futuro mantenimiento.
- Coloque las cajas de empalmes para que resulten de fácil acceso, pero no donde puedan estar expuestas a maltrato mecánico.
- Los cables calefactores deberán ser instalados sobre, y no debajo de, las abrazaderas de tubería utilizadas para asegurar los componentes.
- Compruebe que tapas, tapones y collarines de la caja de empalmes estén bien apretados para evitar que penetre agua.
- Deben instalarse conductos de drenaje en los componentes sobre aislamiento.

 **ADVERTENCIA: No deben dañarse los conductores. Los conductores dañados pueden sobrecalentarse o provocar cortocircuitos. No rompa los hilos del conductor cuando pele un cable calefactor.**

4

Instalación de componentes

nVent RAYCHEM sc components

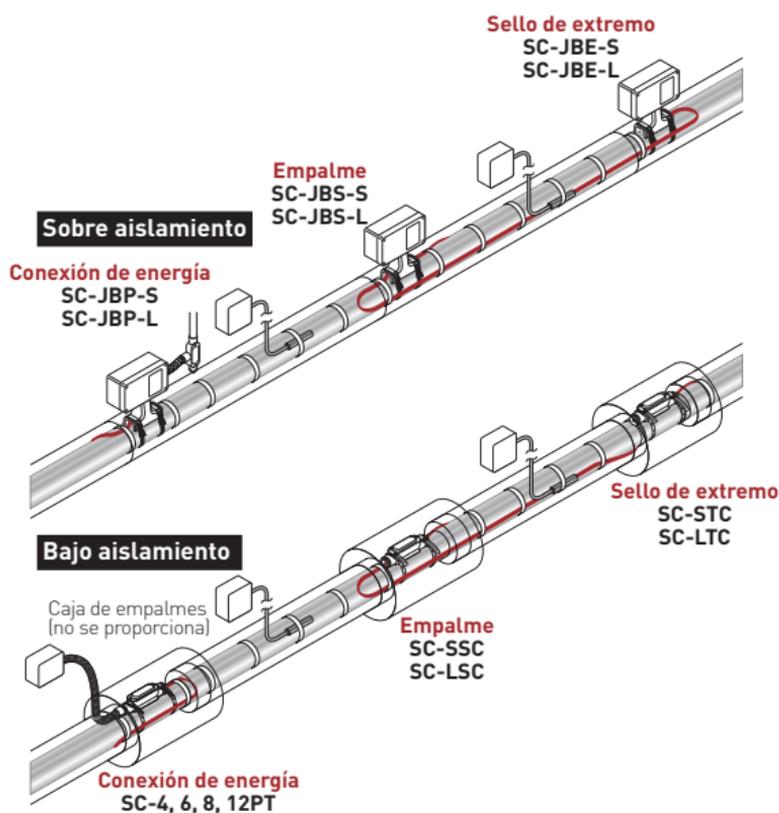


Figura 19: Componentes del cable calefactor SC

⚠ ADVERTENCIA: Peligro de incendio o descargas eléctricas. Deben utilizarse componentes SC nVent RAYCHEM. No utilice puestos no originales o cinta adhesiva de vinil.

5

Control y monitoreo

5.1 Información general

Los productos de control y monitoreo nVent RAYCHEM de nVent están diseñados para su uso con sistemas de trazado eléctrico SC. Existen termostatos, controladores y sistemas de control y monitoreo disponibles. Compare las características de estos productos en la siguiente tabla.

Para obtener información adicional sobre cada producto, consulte la Guía de Diseño y Selección de Productos Industriales o contacte a su representante nVent.

Consulte las instrucciones de instalación proporcionadas con los productos de control y monitoreo. Los sistemas de control y monitoreo podrían requerir la instalación de un técnico eléctrico certificado.

nVent Control and Monitoring Products

	Thermostats		Controladores				
	AMC-F5 AMC-1A AMC-1H	AMC-F5 AMC-1B AMC-2B-2 E507S-LS E507S-2LS-2 Raystat-EX03-A	nVent RAYCHEM Series ¹				
			910	920	200N	T2000	NGC-30
Control							
Sensor de ambiente	■		●	●	●	●	●
Sensor de línea		■	●	●	●	●	●
PASC			●	●	●	●	●
Monitores							
Temperatura ambiente			●	●	●	●	●
Temperatura de tubería			●	●	●	●	●
Falla a tierra			●	●	●	●	●
Corriente			●	●	●	●	●
Ubicación							
Local	■	■	●	●		●	●
Remota			●	●	●	●	●
Peligrosa	AMC-1H	E507S	●	●		●	●
Comunicaciones							
Pantalla local			●	●	●	●	●
Pantalla remota			●	●	●	●	●
Red a DCS			●	●	●	●	●

¹ Los controladores nVent RAYCHEM usados en áreas CID1 requieren el uso de recinto para áreas peligrosas adecuados o sistemas de purga Z.

5.2 Instalación de sensores de temperatura en las tuberías

Fije el sensor de temperatura a la tubería usando cinta de fibra de vidrio. Coloque el elemento sensor paralelo a la tubería y en un lugar donde no se vea afectado por el cable calefactor (Figura 20). Es esencial que el sensor de temperatura esté situado de acuerdo con la documentación de diseño.



Importante: El sensor de temperatura no debe colocarse en un extremo de la tubería, sobre un disipador térmico ni sobre una sección circular de la tubería cuando haya otras secciones estancadas.

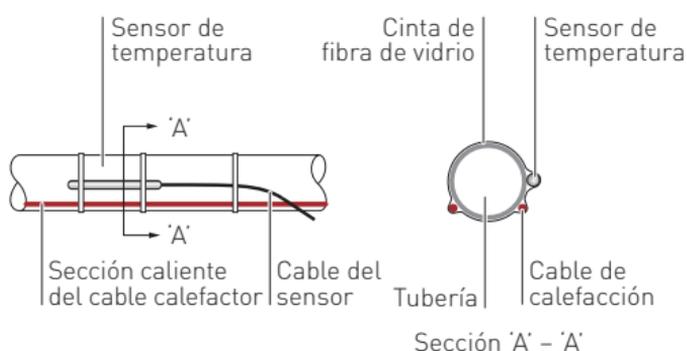


Figura 20: Colocación del sensor de temperatura y el cable calefactor SC

El sensor de temperatura debe fijarse haciendo buen contacto térmico con la tubería y protegido de forma que los materiales de aislamiento no queden atrapados entre el mismo y la superficie calentada. Instale el sensor de temperatura con cuidado porque si se daña puede producir errores de calibración.

5.3

Instalación de seguridad para altas temperaturas en tuberías plásticas

⚠ ADVERTENCIA: Para evitar el sobrecalentamiento debe instalarse un sensor de seguridad para altas temperaturas en las aplicaciones de cable SC en tuberías plásticas.

Colocación del sensor de seguridad para altas temperaturas

Fije el sensor de seguridad directamente a la superficie trasera del cable calefactor, lejos de la tubería, como aparece en la Figura 21.

El sensor debe situarse en la zona más caliente de las tuberías, teniendo en cuenta lo siguiente:

- En dirección contraria al caudal
- Lejos de los disipadores térmicos
- Accesible para su mantenimiento
- En la parte superior de tuberías verticales
- En la dirección de otras fuentes de calor
- Consulte la documentación de diseño.

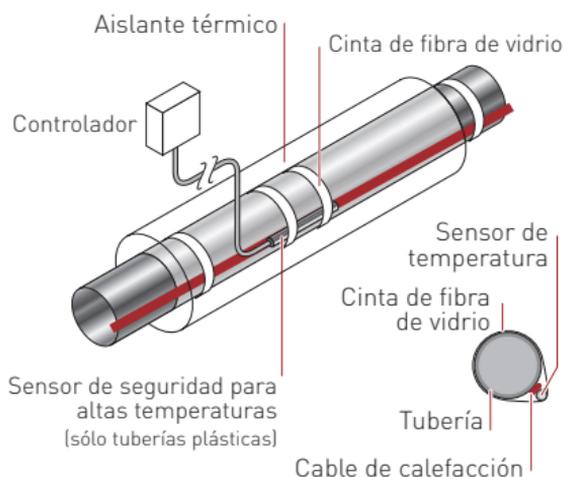


Figura 21: Colocación del sensor de seguridad para altas temperaturas

6

Aislamiento térmico y señalización

6.1 Comprobaciones previas a la instalación

Inspeccione visualmente el cable calefactor y los componentes en busca de posibles daños o instalación incorrecta. El cable dañado deberá extraerse y reemplazarse.

Realice las pruebas de continuidad y resistencia del aislamiento, o pruebas Megger, en cada cable siguiendo el procedimiento de la Sección 9.2. Compruebe que los resultados cumplan los requisitos mínimos indicados en las pruebas A y B y regístrelos en el Registro de instalación del cable calefactor en la Sección 12.

6.2 Indicaciones para la instalación de aislación

- Asegúrese de que todo el sistema de tuberías esté aislado de acuerdo con la documentación de diseño, incluyendo válvulas, bridas, soportes de tubería y bombas.
- Compruebe que el aislamiento térmico sea adecuado para las temperaturas correspondientes y para la ubicación de la tubería (esto es, exteriores o soterrada).
- Verifique el tipo y espesor del aislamiento respecto a la documentación de diseño.
- El aislamiento debe instalarse adecuadamente y mantenerse seco.
- Para reducir el posible daño del cable de calefacción, aisle tan pronto como sea posible después de realizar el rastreo.
- Compruebe que las conexiones de la tubería, penetraciones en pared y otras áreas irregulares estén completamente aisladas.
- Al instalar revestimiento impermeable, asegúrese de que los taladros, tornillos y bordes cortantes no dañen el cable calefactor. El revestimiento debe instalarse inmediatamente después de aplicarse el aislamiento para evitar que el aislamiento se humedezca.
- Para impermeabilizar la aislación, selle alrededor de todas las uniones que se extienden a través del revestimiento. Revise alrededor de los vástagos de las válvulas, soportes, capilares de termostato y cables de sensor.
- Puede ser necesario un aislamiento mayor para limitar la pérdida de calor de los componentes SC (consulte la Figura 22).

6

Aislamiento térmico y señalización

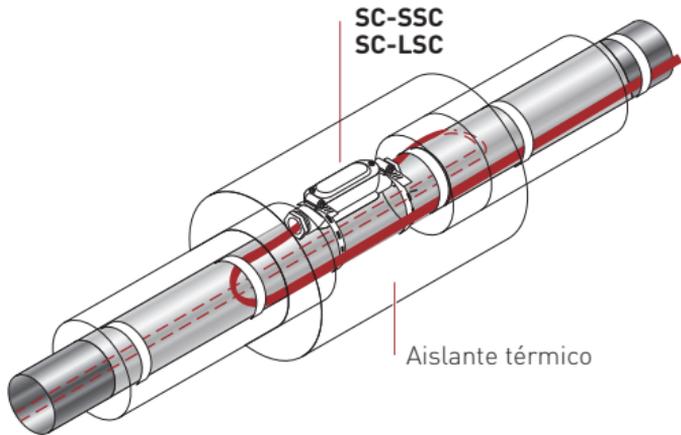


Figura 22: Aislamiento sobredimensionado

- Asegúrese de que el aislante no quede atrapado entre el cable y la tubería, bloqueando la transferencia del calor.
- Para minimizar el “efecto chimenea” en tuberías verticales cuando se usa aislamiento sobredimensionado, instale amortiguadores entre el aislamiento térmico y la tubería a intervalos máximos de 2,45 m (8 pies).
- Para prevenir el sobrecalentamiento localizado, no permita que el aislamiento térmico u otros materiales queden atrapados entre el cable y la tubería. Si se aplica aislamiento de espuma de uretano sobre el cable calefactor SC, debe prestarse especial atención en garantizar que el uretano no quede entre el cable calefactor SC y la tubería. Esto se logra aplicando una tira de cinta de aluminio AT-180 sobre el cable a lo largo de la tubería.



Figura 23: Cinta de aluminio AT-180

⚠ ADVERTENCIA: Utilice únicamente aislamiento ignífugo.

6

Aislamiento térmico y señalización

6.3

Marcas

Instale etiquetas con advertencias como "Trazado eléctrico," o similares a lo largo de las tuberías a intervalos de 3 m (10 pies) en lados alternos, y en equipos que requieran mantenimiento periódico, como válvulas, bombas, filtros, etc., para advertir sobre la presencia de cables calefactores eléctricos.

6.4

Prueba pos aislación

Después de completar el aislamiento, realice una prueba de continuidad y resistencia de aislamiento en cada circuito para confirmar que el cable no haya sido dañado (consulte la Sección 9).

7

Corriente y protección eléctricas

7.1 Clasificación de voltaje

Verifique que el voltaje de alimentación se corresponda al voltaje nominal impreso en la etiqueta de identificación del circuito y especificado en la documentación de diseño.

7.2 Carga eléctrica

La capacidad de los dispositivos de protección contra sobrecorriente debe estar de acuerdo con la documentación de diseño. Si se utilizan dispositivos que no sean aquellos identificados, consulte la corriente nominal (amperios) en la etiqueta de identificación del circuito para determinar la carga eléctrica.

Protección contra fuga a tierra

nVent recomienda protección contra fuga a tierra de 30-mA en todos los circuitos de cables calefactores SC.

nVent, el Código Eléctrico Nacional de los EE.UU. y el Código Eléctrico de Canadá requieren equipos de protección de falla a tierra y una cobertura metálica a tierra en todos los cables de calefacción. Todos los productos nVent RAYCHEM cumplen el requerimiento de cobertura metálica.

A continuación se presentan algunos de los disyuntores de fuga a tierra que satisfacen la protección de equipo requerida para cables calefactores de 1SC y 2SC: Tipo Square D, serie GFPD EHB-EPD (277 V CA), tipo Cutler Hammer (Westinghouse), serie QBGFEP. Los controladores de monitoreo electrónico de la serie nVent RAYCHEM de nVent tienen protección contra fuga a tierra ajustable, eliminando la necesidad de disyuntores de fuga a tierra independientes.

Para cables calefactores de 3SC, la protección contra fuga a tierra pueden proporcionarla bien disyuntores GFPD con 3 polos y 30 mA o un sistema de relé de fuga a tierra como se detalla en la Figura 24. Para obtener más detalles, póngase en contacto con su representante comercial de nVent.

7

Corriente y protección eléctricas

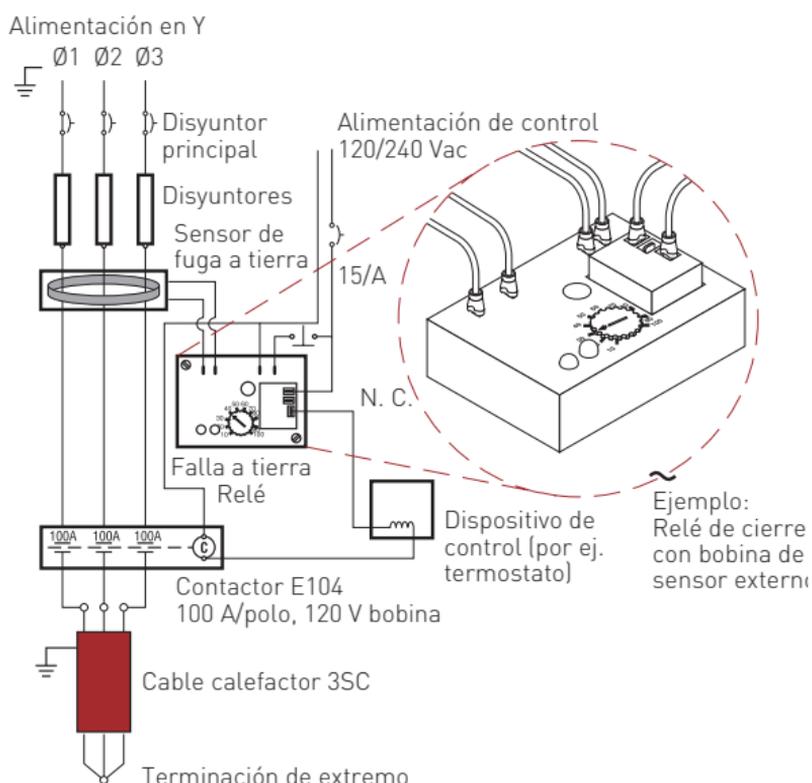


Figura 24: Protección trifásica contra fuga a tierra con sistema de relé

⚠ ADVERTENCIA: Peligro de incendio y descarga
Para reducir el peligro de incendio producido por el arqueo eléctrico sostenido si el cable de calefacción se daña o se instala en forma incorrecta y para cumplir con los requerimientos de nVent, certificaciones de agencias y códigos eléctricos nacionales, se debe utilizar protección para equipos de falla a tierra en cada circuito de derivación del cable de calefacción. El arqueo no puede ser detenido por los disyuntores de circuito convencionales.

⚠ ADVERTENCIA: Riesgo de descarga eléctrica
Desconecte la energía eléctrica antes de hacer conexiones al cable calefactor.

⚠ ADVERTENCIA: Para que la protección contra fuga a tierra sea eficaz, la corriente debe suministrarla un transformador en Y con una referencia a masa sólida.

7

Corriente y protección eléctricas

7.3

Cableado de control de temperatura

Con el controlador se suministran diagramas de cableado para controladores de temperatura típicos. Para conmutar cargas mayores que la corriente o voltaje nominal máximos del controlador se debe usar un contactor. Para obtener más detalles, póngase en contacto con nVent.

Valores nominales de corriente del contactor: Asegúrese siempre de que no se excedan los valores nominales de corriente de los contactos del interruptor.

 **ADVERTENCIA: Peligro de incendio en áreas de riesgo. Las pruebas Megger pueden producir chispas. Asegúrese de que no hayan vapores inflamables en el área antes de realizar esta prueba.**

nVent requiere de la realización de una serie de pruebas en el sistema de rastreo de calor antes de su puesta en marcha. Se recomienda además realizar estas pruebas además en intervalos regulares para el mantenimiento preventivo. Registre y conserve los resultados durante toda la duración del sistema, utilizando el Registro de puesta en servicio del cable calefactor (consulte la Sección 12).

8

Puesta en marcha y mantenimiento preventivo

8.1 Pruebas de puesta en servicio

Se presenta a continuación una breve descripción de cada una de las pruebas. Si desea mayor información sobre los procedimientos de prueba consulte la sección 9.

Inspección visual

Inspeccione la tubería, el aislante y las conexiones a los cables calefactores para localizar daños físicos. Compruebe que no haya humedad en las cajas de empalmes, que las conexiones eléctricas estén apretadas y conectadas a tierra, que el aislamiento esté seco y sellado y que los sistemas de control y monitoreo sean operativos y estén correctamente instalados. Se debe reemplazar el cable de calefacción. Consulte la Sección 9.1 para obtener más información.

Prueba de resistencia del aislante (Megger)

Las pruebas de resistencia de aislamiento (IR) verifican la integridad de la barrera aislante eléctrica entre el elemento calefactor resistivo y la cubierta exterior del cable. La prueba de resistencia de aislamiento es análoga a la prueba de presión en una tubería y detecta daños en la funda o en las terminaciones del cable. La prueba IR puede además utilizarse para aislar el daño en un recorrido único del cable de calefacción. La localización de la falla puede utilizarse para localizar daños adicionales. Se recomiendan pruebas de IR en cinco etapas durante el proceso de instalación, como parte de las inspecciones normales del sistema, y después de cualquier trabajo de reparación o mantenimiento. Consulte la Sección 9.2 para obtener más información.

Prueba de resistencia y continuidad

Las mediciones de las pruebas de resistencia y continuidad aseguran que el producto correcto esté instalado en la longitud de circuito especificada y que los conductores estén bien conectados. Se recomiendan pruebas de continuidad durante la puesta en servicio, antes de poner en marcha el sistema, como parte de las inspecciones normales del sistema, y después de cualquier trabajo de reparación o mantenimiento. Consulte la Sección 9.3 para obtener más información.

Prueba de capacitancia

La longitud del cable calefactor SC instalado puede confirmarse midiendo la capacitancia entre los conductores calefactores y la malla. La prueba de capacitancia debe realizarse al mismo tiempo que la prueba de resistencia y continuidad. Consulte la Sección 9.4 para obtener más información.

8

Commissioning and Preventive Maintenance

Comprobación de alimentación

La comprobación de corriente verifica que el circuito de cables calefactores SC instalado produce la salida de energía especificada en la documentación de diseño y que el disyuntor está correctamente dimensionado. Esta prueba también comprueba que la protección contra fugas a tierra y el control del sistema estén funcionando. Consulte la Sección 9.5 para obtener más información.

8.2 Mantenimiento preventivo

El mantenimiento recomendado para los sistemas de trazado eléctrico SC de nVent consiste en llevar a cabo las pruebas de puesta en servicio de forma regular, de ser posible una vez al año como mínimo. Los sistemas deben comprobarse antes de cada invierno.

Si se encuentran defectos en el sistema de trazado eléctrico SC, consulte la Sección 11 para ayuda en la identificación y solución de problemas. Lleve a cabo las reparaciones necesarias y reemplace las piezas dañadas del sistema.

Los métodos de instalación de cable recomendados dejan cable adicional en todos los accesorios de la tubería (como válvulas, bombas y manómetros) de forma que no se requiera cortar el cable al realizar trabajos de mantenimiento.



Importante: Descargue de energía eléctrica todos los circuitos que hayan podido resultar afectados durante el mantenimiento.



Importante: Proteja el cable de calefacción del daño mecánico o térmico durante el mantenimiento.

Registros de mantenimiento

nVent exige que durante todas las inspecciones se rellene el Registro de Instalación e Inspección (consulte la Sección 12) y que el mismo se conserve para futura referencia.

8

Puesta en marcha y mantenimiento preventivo

Reparaciones

Utilice únicamente cable calefactor y componentes SC nVent RAYCHEM al reemplazar cualquier cable dañado. Si el aislamiento térmico está dañado, repóngalo a su condición original o sustituya con aislamiento nuevo y revestimientos impermeables.

Vuelva a realizar las pruebas al sistema después de las reparaciones.

⚠ ADVERTENCIA: Los daños en cables o componentes pueden ocasionar formación de arco eléctrico sostenido o incendio. No ponga en funcionamiento cables que se hayan dañado. El cable calefactor y los componentes dañados deberán reemplazarse. El cable dañado debe ser sustituido por una persona calificada.

9

Procedimientos de prueba

nVent exige que durante las pruebas se rellene el Registro de Instalación e Inspección y que el mismo se conserve para referencia futura.

9.1 Inspección visual

- Inspeccione visualmente la tubería y las conexiones al cable calefactor en busca de daño físico. Se debe reemplazar el cable de calefacción.
- Verifique que no exista humedad en las cajas de empalmes y que las conexiones eléctricas estén apretadas y conectadas a tierra.
- Compruebe que todas las cajas de empalmes sean adecuadas para la clasificación del área correspondiente y que estén debidamente selladas.
- Busque aislamiento térmico dañado o húmedo, recubrimiento de protección contra la intemperie dañado, ausente o agrietado.
- Compruebe que los sistemas de control y monitoreo y los sensores de seguridad para altas temperaturas no tengan humedad ni corrosión, revise la puesta a punto, el funcionamiento del interruptor, posibles daños en el sensor o capilar, y asegúrese de que sean operativos y estén correctamente instalados.
- Compruebe el tamaño del disyuntor de circuito y el voltaje de alimentación para verificar que sean adecuados para el voltaje y el amperaje del cable calefactor impresos en la etiqueta de identificación del circuito y en la documentación de diseño.
- Verifique las conexiones eléctricas para asegurarse de que los conductores estén aislados en toda su longitud.

9.2 Prueba de resistencia de aislación (Megger)

Frecuencia

Se recomienda que la prueba de resistencia del aislante se lleve a cabo en cinco etapas durante el proceso de instalación y como parte regular del programa de mantenimiento.

- Antes de instalar el cable.
- Antes de instalar los componentes.
- Antes de instalar la aislación térmica.
- Después de instalar la aislación térmica.
- Antes de la puesta en marcha inicial (entrada en servicio).
- Como parte de la inspección regular del sistema.
- Después de cualquier reparación o trabajo de mantenimiento.

Procedimiento

La prueba de resistencia del aislante deberá ser llevada a cabo (con el uso de un megóhmetro) en tres voltajes: 500, 1000 y 2500 V CC. Puede que no se detecten los problemas importantes si la prueba se lleva a cabo sólo a 500 y 1000 volts.

Mida primero la resistencia entre los conductores del cable calefactor y la malla (Prueba A). Posteriormente, mida la resistencia del aislante entre la malla y la tubería metálica (Prueba B). La prueba B no puede realizarse en tuberías plásticas o tras haber instalado componentes bajo aislamiento. Evite que los cables de prueba toquen la caja de empalmes, ya que ello podría ocasionar lecturas imprecisas.

1. Desconecte la energía del circuito.
2. En caso de estar instalado, desconecte el termostato o controlador.
3. Desconecte los conductores del bloque de terminales, si estuviera instalado.
4. Ajuste el voltaje de prueba del megóhmetro a 0 V CC.
5. Conecte el terminal negativo (-) a la funda metálica del cable de calefacción.
6. Conecte el cable positivo (+) a todos los conductores del cable calefactor simultáneamente.
7. Encienda el megóhmetro y configure el voltaje a 500 Vdc y aplique el voltaje durante varios minutos. La aguja del medidor debe dejar de moverse. Una deformación rápida indica un corte. Registre el valor de la resistencia de aislación en el Registro de inspección.
8. Repita los pasos 4 a 7 a 1000 y 2500 Vdc.
9. Apague el megóhmetro.
10. Si el megóhmetro no se autodescarga, descárguelo conectándolo a tierra con una varilla de tierra conveniente. Desconecte el megóhmetro.
11. Repita esta prueba entre la funda y la tubería metálica cuando sea posible.
12. Conecte nuevamente los conductores al bloque terminal.
13. Vuelva a conectar el termostato.

9

Procedimientos de prueba



Importante: Los procedimientos de verificación del sistema y de mantenimiento habitual requieren que las pruebas Megger se lleven a cabo desde el tablero de distribución, a menos que se utilice un sistema de control y monitoreo. Si se está utilizando un sistema de control y monitoreo, retire el equipo de control del circuito y lleve a cabo la prueba desde el cable calefactor directamente.



ADVERTENCIA: Peligro de incendio en áreas de riesgo. Las pruebas Megger pueden producir chispas. Asegúrese de que no hayan vapores inflamables en el área antes de realizar esta prueba.

Crterios de resistencia de aislación

Un circuito instalado adecuadamente, seco y limpio, debe poder medir cientos de megaohmios, sin importar la longitud del cable calefactor o el voltaje medido (0-2.500 V CC).

- Los valores de la resistencia de aislación deben ser superiores a 100 megaohms. Si la lectura es inferior, consulte la sección 11, Guía para la solución de problemas.



Importante: los valores de las Pruebas A y B, para cualquier circuito en particular, no deben variar más del 25% como función de medida del voltaje. Las variaciones superiores podrían indicar la existencia de un problema con su sistema de rastreo de calor, confirme que la instalación sea la correcta y/o contacte a nVent para obtener ayuda.

9

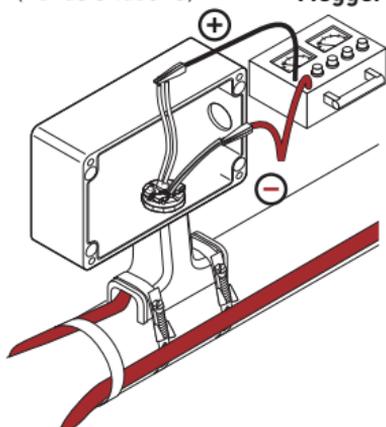
Procedimientos de prueba

Sistemas de componentes sobre aislamiento

Prueba A

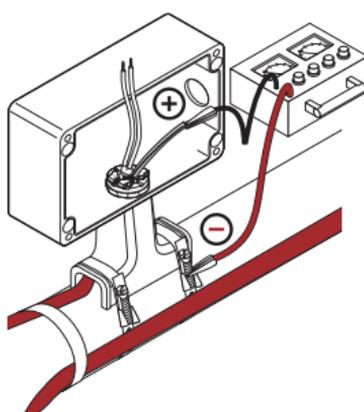
(Funda a tubería)

Megger



Prueba B

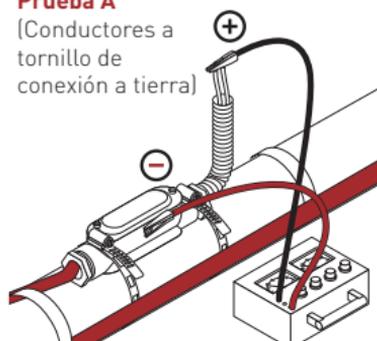
(Funda a tubería)



Sistemas de componentes bajo aislamiento

Prueba A

(Conductores a tornillo de conexión a tierra)



Prueba B

No puede llevarse a cabo en sistemas de componentes bajo aislamiento

Figura 25: Pruebas Megger para componentes sobre y bajo aislamiento

9

Procedimientos de prueba

9.3 Prueba de resistencia y continuidad

La prueba de resistencia y continuidad se realiza utilizando un multímetro digital (DMM) estándar y mide la resistencia entre los conductores de circuitos terminados.

Criterios de prueba

Mida la resistencia del cable calefactor SC con el multímetro DMM. La mayoría de las resistencias de los cables calefactores SC son menores de 100 ohmios. La resistencia aproximada puede calcularse usando la fórmula: Resistencia (ohmios) = voltios / amperios. El voltaje y el amperaje pueden encontrarse en la etiqueta de identificación del circuito y en la documentación de diseño.

- Si la medida de la resistencia es más del 20% superior al valor calculado, consulte la Sección 11, Guía de identificación y solución de problemas.



Importante: Este valor medido es la resistencia a 20°C (68°F), el valor calculado es la resistencia a la temperatura de funcionamiento y puede ser mayor que el valor medido.

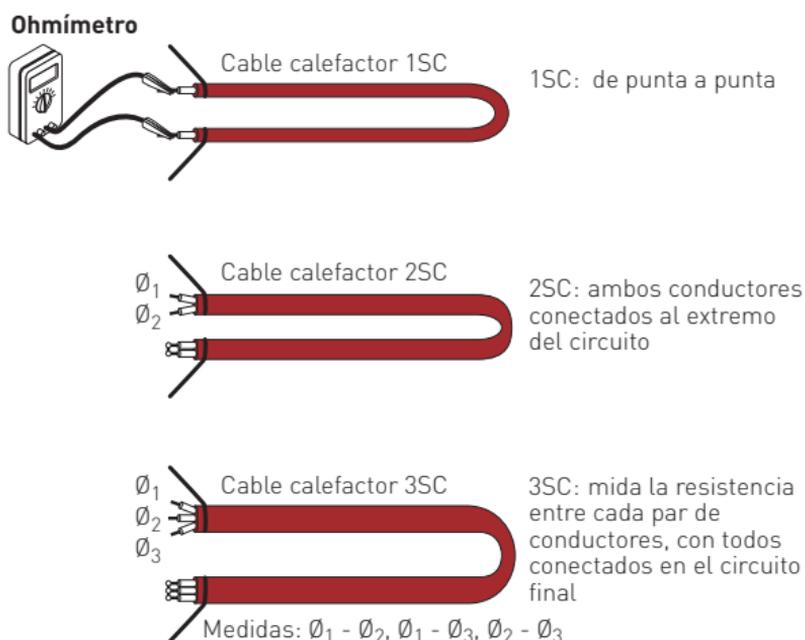


Figura 26: Prueba de resistencia y continuidad

9

Procedimientos de prueba

9.4 Prueba de capacitancia

Conecte el cable negativo del medidor de capacitancia a los conductores y el cable positivo a la propia malla. Ponga el medidor en la gama de los 200 nF. Multiplique la lectura del medidor por el factor de capacitancia correspondiente al cable calefactor correcto que aparece en la Tabla 2 para determinar la longitud total del circuito.

Longitud (pies o m) = capacitancia (nF) x factor de capacitancia (pies o m/nF)

Compare la longitud del circuito calculado con la que aparece en la documentación de diseño y en las tablas de dimensiones de los disyuntores.

Medidor de capacitancia

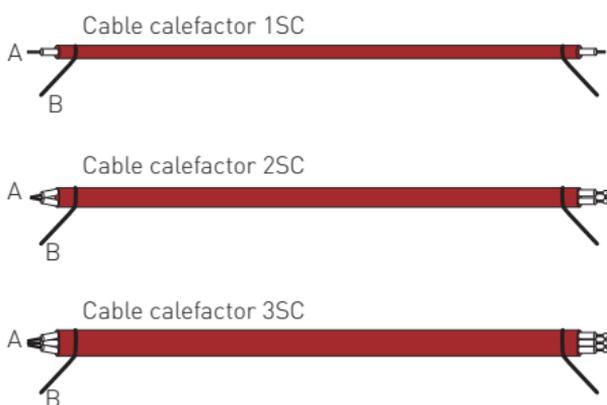
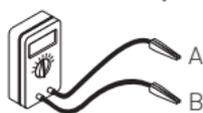


Figura 27: Prueba de capacitancia (Longitud de circuito)t

9

Procedimientos de prueba

TABLA 2: FACTORES DE CAPACITANCIA

Cable calefactor SC	Factor de capacitancia	
	Ft/nF	m/nF
1SC30	25.4	7.7
1SC40	23.5	7.2
1SC50	22.6	6.9
1SC60	19.9	6.1
1SC70	18.1	5.5
1SC80	12.6	3.8
2SC30	22.1	6.7
2SC40	21.4	6.5
2SC50	20.6	6.3
2SC60	19.1	5.8
2SC70	16.1	4.9
2SC80	12.4	3.8
3SC30	15.9	4.9
3SC40	15.2	4.6
3SC50	13.6	4.2
3SC60	12.9	3.9
3SC70	12.1	3.7
3SC80	9.0	2.8



Importante: Los factores anteriores de capacitancia se aplican a los cables calefactores SC, SC/H. Factores de capacitancia para cables calefactores SC/F están pendientes. Contacte a nVent.

9

Procedimientos de prueba

9.5 Comprobación de alimentación

Energice el disyuntor y, después de que se haya estabilizado la corriente, mida la corriente del mismo con un amperímetro empotrable o de panel. El valor medido debe ser aproximadamente el número mostrado en "Amperios" en la etiqueta de identificación del circuito o en la documentación de diseño. Puede haber variaciones de entre el 10% y el 20% debido a desviaciones en el equipo de medición, el voltaje de alimentación y la resistencia del cable. Los controladores de monitoreo electrónico de la serie nVent RAYCHEM de nVent pueden realizar esta función.

La potencia (vataje) del cable calefactor puede calcularse multiplicando el voltaje medido por la corriente medida, utilizando la siguiente fórmula:

Potencia (vatios) = voltios (V CA) x corriente (amperios)

Compare el vataje calculado al vataje indicado en la etiqueta de identificación del circuito o en la documentación de diseño.



Importante: Para cables calefactores 3SC, debe medirse la corriente de las tres fases. Calcule la potencia de cada fase. A continuación, súmelas para calcular la potencia total del circuito.

Circuit Power =

(Volts Ø-Ø / $\sqrt{3}$) x Amps Ø₁ = _____ Watts Ø₁

(Volts Ø-Ø / $\sqrt{3}$) x Amps Ø₂ = _____ Watts Ø₂

(Volts Ø-Ø / $\sqrt{3}$) x Amps Ø₃ = _____ Watts Ø₃

Prueba de falla a tierra

Pruebe todos los disyuntor de fuga a tierra o sistemas de relé de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

9

Procedimientos de prueba

10

Guía para la solución de problemas

Esta sección describe el modo de localizar desperfectos del cable calefactor SC detectados durante la puesta en servicio o las pruebas de mantenimiento preventivo. Las fallas de cable calefactor pueden ser de tres tipos diferentes: conductores interrumpidos, cortes de conductor a conductor o cortes de conductor a tierra.

Modo 1: Conductores/Cable calefactor interrumpido

Problema: Sin corriente, desperfecto en prueba de comprobación de energía, puede pasar Megger.

Causa: Cables cortados, componentes sin instalar, conexiones mal instaladas.

Caso A: Cable completo interrumpido

Mediciones de datos

- Megger a funda/tierra: Pasar Megger
- Resistencia: Las lecturas de Ohmios se muestran abiertas (∞)
- Prueba de capacitancia: Lectura estable

Acciones:

- Calcule la longitud del circuito partiendo de la capacitancia y compare con la documentación de diseño o mida la capacitancia de cada extremo y utilice la relación para localizar el desperfecto.
- Abra el aislamiento térmico en la distancia estimada de la interrupción, a continuación revise el cable calefactor y sustituya el cable dañado y los componentes, según sea necesario.

Caso B: Cable calefactor SC solo parcialmente interrumpido (al menos un conductor conectado)

Mediciones de datos

- Megger a funda/tierra: Pasar Megger
- Resistencia: Las lecturas de Ohmios se muestran abiertas (A a B= ∞) en 1SC y 2SC. 3SC pueden tener una fase completa conectada.
- Prueba de capacitancia: Lectura estable

10

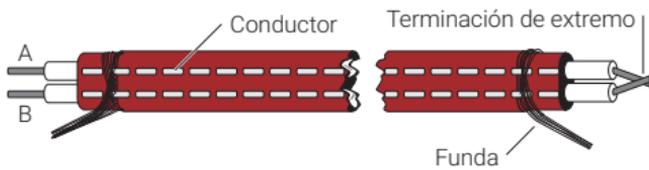
Guía para la solución de problemas

Las secciones siguientes describen la forma en que los procedimientos de prueba de la Sección 9 revelan los diferentes modos de desperfecto.

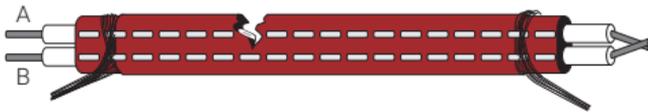
Cuando se detecta un desperfecto, el cable calefactor y/o los componentes deben sustituirse o repararse hasta lograr que el circuito pase las pruebas necesarias.

Modo 1: desperfecto de conductor interrumpido

Caso A: Cable completo



Caso B: Conductor sencillo



Cable calefactor 2SC mostrado como ejemplo

Acciones:

- Si sólo un conductor de cable calefactor está interrumpido, la lectura de capacitancia de todos los conductores a tierra incluirá la longitud total instalada, no la ubicación de la interrupción. Debe quitarse la terminación. La prueba de capacitancia debe realizarse individualmente en cada conductor a tierra para determinar la localización aproximada del desperfecto:

Mida la capacitancia de cada conductor a tierra, desde ambos extremos del circuito, donde:

$$\text{Relación} = \frac{\text{nF delanteros}}{\text{(nF delanteros + nF traseros)}}$$

$$\text{Distancia aproximada} = \text{Longitud de diseño} * \text{Relación}$$

- Abra el aislamiento térmico en la distancia estimada de la interrupción, a continuación revise el cable calefactor y sustituya el cable dañado y los componentes, según sea necesario.

10

Guía para la solución de problemas

Modo 2: Conductores cortados a la vez

Problema: Corriente alta, Posible activación de interruptores de circuito, desperfecto en prueba de comprobación de energía

Causa: Dañomecánico, componentes instalados en forma incorrecta

Caso A: Un conductor a corte de conductor

Mediciones de datos

- Megger a funda/terra: Pasar Megger
- Resistencia: Lecturas de ohmios bajas
- Prueba de capacitancia: Lectura estable

Acciones:

- Compare la resistencia del circuito con la documentación de diseño, utilice la razón de las dos lecturas para estimar la ubicación aproximada del cortocircuito a partir de la conexión eléctrica.
distancia aproximada = longitud de diseño * $\left(\frac{\Omega \text{ medido}}{\text{diseño de } \Omega} \right)$
- Abra el aislamiento térmico en la distancia estimada del desperfecto, a continuación revise el cable calefactor y sustituya el cable dañado y los componentes, según sea necesario.

Caso B: Múltiples cortes de conductor a conductor

Mediciones de datos

- Megger a funda/terra: Pasar Megger
- Resistencia: Lecturas de ohmios bajas
- Prueba de capacitancia: Lectura estable

Acciones:

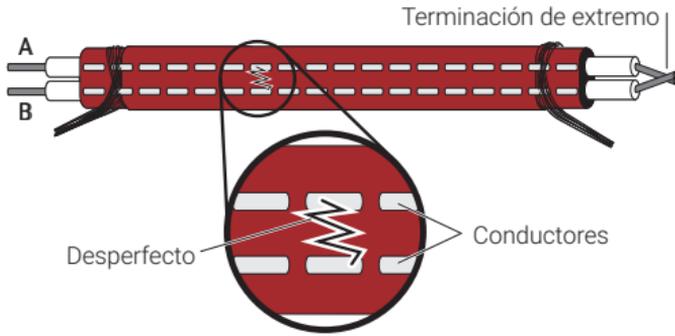
- Abra el aislamiento térmico en la distancia estimada de la interrupción, a continuación revise el cable calefactor y sustituya el cable dañado y los componentes, según sea necesario.
- Si hay varios cortocircuitos entre conductores, la distancia hasta los desperfectos subsiguientes debe determinarse repitiendo las mediciones y los cálculos, en el caso A tras haber realizado cada reparación, hasta que todos los cortocircuitos estén localizados y los cables y componentes, sustituidos.

10

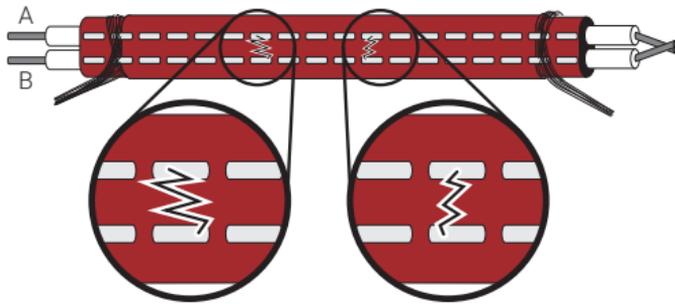
Guía para la solución de problemas

Modo 2: desperfecto entre conductores

Caso A: Desperfecto único



Caso B: Varios desperfectos



Cable calefactor 2SC mostrado como ejemplo

Modo 3: Desperfecto entre conductor y tierra

Problema: Corriente alta, Posible activación de interruptores de circuito, defecto en prueba de comprobación de energía, defecto en prueba Megger:

Causa: Daño mecánico, componentes instalados incorrectamente

Caso A, B y C: defecto entre conductor y tierra

Mediciones de datos

- Megger: Falla Megger
- Resistencia: Las lecturas de ohmios parecen normales o bajas
- Capacitancia: No se puede probar porque hay un cortocircuito entre los conductores y tierra

Acciones:

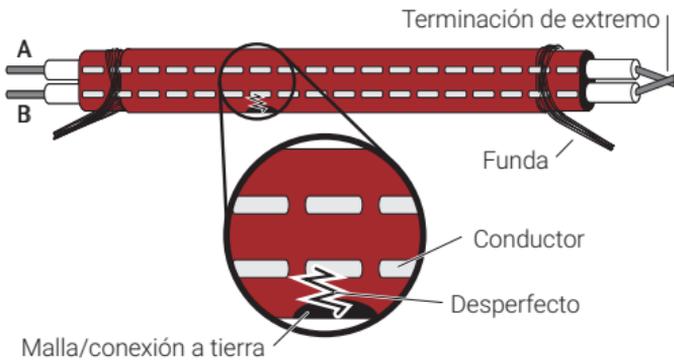
- Retire el sello final y mida la resistencia y la capacitancia entre cada conductor y tierra desde ambos extremos.
- Si no existe falla a tierra en el conductor individual la lectura de resistencia estará abierta (∞) y la capacitancia proporcionará una lectura estable.
- Donde se detecte una falla a tierra use el método de relación para que la resistencia vaya a tierra entre la lectura delantera y trasera para calcular la ubicación de la falla.
- Si se producen varios defectos, repita las pruebas de la relación hasta que se encuentren todos los defectos y se sustituyan los cables calefactores y componentes necesarios.

10

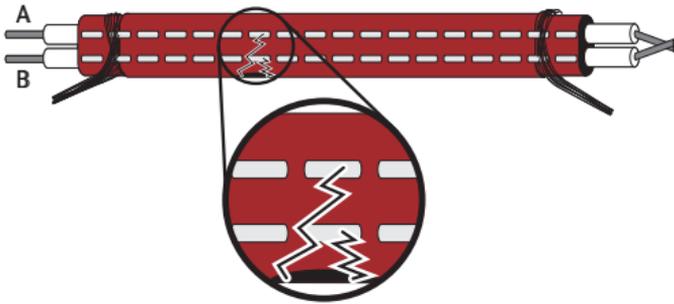
Guía para la solución de problemas

Modo 3: desperfecto entre conductor y tierra

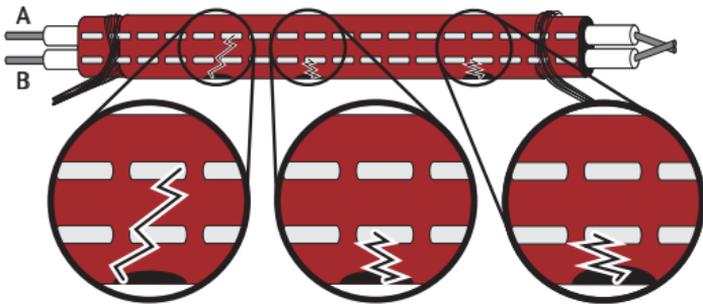
Caso A: Desperfecto de un único conductor a tierra



Caso B: Ubicación única de los desperfectos de varios conductores a tierra



Caso C: Distintas ubicaciones de los desperfectos de varios conductores a tierra



Cable calefactor 2SC mostrado como ejemplo

11

Guía para la solución de problemas

Síntoma

Resistencia del aislante baja o irregular

Causas probables

Cortes en el cable calefactor.

Cortocircuito entre la malla y los hilos conductores del cable calefactor o la malla y la tubería.

Prueba de malla a tubería (Prueba B) en componentes bajo aislamiento.

Arqueo debido a aislación de cable de calefacción dañada.

Humedad en los componentes.

Cables de prueba en contacto con la caja de empalmes/condulet.

Lecturas bajas de IR provocadas posiblemente por temperaturas elevadas de las tuberías.

Pruebas de referencia:

Síntoma

Activación del disyuntor

Causas probables

Disyuntor de menor capacidad que la necesaria.

El cable calefactor es demasiado corto.

Las conexiones y/o empalmes están cortocircuitando.

El daño físico al cable calefactor está produciendo un corte directo.

Cortes en el cable calefactor o humedad en el cable de alimentación eléctrica o en las conexiones.

GFDP de menor tamaño que el necesario (5 mA utilizado en lugar de 30 mA) o error en cableado.

Pruebas de referencia:

11

Guía para la solución de problemas

Acción correctiva

Verifique que no haya cortocircuitos en la corriente, empalmes y conexiones finales, distancias de pelado incorrectas ni signos de humedad. Si el cable de calefacción aún no está aislado, inspeccione visualmente la longitud completa en busca de daños, especialmente en codos y bridas y alrededor de las válvulas. Si el sistema está aislado, desconecte la sección del cable de calefacción entre la alimentación conjuntos, empalmes, etc. y verifique nuevamente para aislar la sección dañada

La malla está conectada a tierra con la tubería en estos componentes, por lo que no se puede realizar la Prueba B.

Reemplace las secciones de cable calefactor dañadas y pele cualquier conexión dañada o inadecuada.

En caso de humedad, seque las conexiones y pruebe nuevamente. Asegúrese de que todas las entradas de conductos estén selladas y que la condensación en los conductos no podrá ingresar a las cajas de conexión de alimentación. Si los hilos conductores del cable calefactor se encuentran expuestos a grandes cantidades de agua, reemplace el cable calefactor.

Elimine los cables de prueba de la caja de empalmes/condulet y vuelva a empezar. Vuelva a probar.

Pruebe nuevamente a temperatura ambiente, si es necesario.

Prueba de Resistencia del Aislante, Inspección Visual

Acción correctiva

Vuelva a comprobar las cargas de corriente del diseño. No instale menos cable del indicado en la etiqueta de identificación del circuito. Compruebe para ver si el tamaño del cable de alimentación existente es compatible con el disyuntor de circuito. Reemplace el disyuntor en caso de que no corresponda. Inspeccione visualmente que las conexiones de alimentación, empalmes y sellos de extremo estén correctamente instaladas, corrija en caso de ser necesario.

Verifique que no haya indicaciones visibles de daños alrededor de las válvulas, bomba o cualquier otra área donde pueda requerirse trabajo de mantenimiento. Compruebe que no exista aislación aplastada o dañada a lo largo de la tubería. Reemplace las secciones dañadas del cable de calefacción.

Reemplace el cable calefactor si fuera necesario. Seque y vuelva a sellar las conexiones y empalmes. Vuelva a probar la resistencia de la aislación usando un megóhmetro.

Reemplace el GFDP menor por uno de 30 mA. Compruebe las instrucciones de cableado del GFPD.

Prueba de Resistencia del Aislante, Prueba de localización de Defectos, Inspección Visual

11

Guía para la solución de problemas

Síntoma

Baja temperatura de tuberías

Causas probables

Temperatura medida con líquido más frío circulando.

Falta aislante o está húmedo.

Circuito demasiado largo del cable calefactor.

No se utilizó suficiente cable calefactor en válvulas, soportes y otros disipadores térmicos.

El controlador de la temperatura no se ajustó bien.

El diseño térmico utilizado es inapropiado.
Voltaje incorrecto aplicado.

El sensor de temperatura está demasiado cerca del cable calefactor SC.

Pruebas de referencia:

Síntoma

Alta temperatura de tuberías

Causas probables

El sensor de temperatura no está en contacto con la tubería.

El controlador de la temperatura no se ajustó bien.

Pruebas de referencia:

Síntoma

Corriente de salida baja o inexistente

Causas probables

Corriente aplicada baja o inexistente.

El circuito es más corto de lo descrito en el diseño, debido a empalmes o conexiones en T no conectadas, o a que el cable calefactor ha sido cortado.

Conexión de componentes inapropiada causando conexión de alta resistencia.

El control del termostato está cableado en posición abierta normal.

El cable calefactor ha sido expuesto a temperaturas excesivas, humedad o productos químicos.

Pruebas de referencia:

11

Guía para la solución de problemas

Acción correctiva

Mida la temperatura cuando la tubería esté estática.

Retire el aislante húmedo y reemplace con aislante seco, y protéjalo con las medidas de resistencia a la intemperie adecuadas.

Los circuitos más largos de cable calefactor derivan en menor potencia de salida. Confirme que la longitud del circuito coincide con la documentación de diseño.

Empalme cable calefactor adicional, pero sin exceder la longitud del circuito indicada en la documentación de diseño.

Reinicie el controlador.

Contacte a su representante de nVent para confirmar el diseño y realizar las modificaciones siguiendo las recomendaciones.

Vuelva a colocar el sensor de temperatura lejos del cable calefactor.

Verificación de Corriente, Prueba Visual

Acción correctiva

Vuelva a instalar el sensor de temperatura en la tubería.

Reinicie el controlador.

Verificación de Corriente, Capacitancia, Inspección Visual

Acción correctiva

Repare las líneas de suministro y equipo eléctricos.

Verifique las rutas y la longitud del cable calefactor (utilice los planos de "construcción" como referencia para el diseño real de las tuberías). Localice y reemplace cualquier cable calefactor dañado, luego vuelva a comprobar la potencia de salida.

Verifique el cableado de las conexiones y cablee de nuevo si es necesario. Verifique que todas las conexiones comprimidas estén conectadas utilizando la herramienta de compresión y la soldadora adecuadas.

Cablee nuevamente el termostato en la posición cerrada normal.

Reemplace el cable calefactor dañado. Repita las pruebas de puesta en servicio.

Prueba de Corriente, Prueba de Localización de Desperfectos, Inspección Visual

12

Registro de instalación e inspección

Instalación de cables calefactores

Ubicación _____

Clasificación de área _____

Número de circuito _____

Fabricante de cable calefactor _____

Planos de ref. _____

Temp. de encendido automático _____

Amp. de circuito _____

N° de cat. de cable calefactor _____

Fabricante de megóhmetro/ N° de modelo _____

Fabricante de multímetro/ N° de modelo _____ Fecha de última calibración _____

Fabricante de medidor de capacitancia/ N° de modelo _____ Fecha de última calibración _____

PRUEBAS: Nota: la resistencia mínima aceptable del aislante debe ser de 100 MΩ.

1. Recibo de cable calefactor

Prueba de resistencia del aislamiento (Prueba A/Prueba B)

Capacitancia (Longitud de circuito) Factor de capacitancia:

2. Después de instalar el cable en la tubería (o tirarlo a través del canal)

Prueba de resistencia del aislamiento (Prueba A/Prueba B)

Capacitancia (Longitud de circuito) Factor de capacitancia:

3. Después de instalar los componentes

(Encierre en un círculo los componentes instalados agregando en nombre de paquete)

Prueba de resistencia del aislamiento (Prueba A/Prueba B)

Capacitancia (Longitud de circuito) Factor de capacitancia:

Resistencia Calculada según la etiqueta de identificación:

4. Inspección visual antes de instalar aislamiento térmico

Cable calefactor instalado correctamente en tubería/canal Sí/No

Calefactor instalado correctamente en válvulas, soportes para tubería otros disipadores térmicos Sí/No

Componentes correctamente instalados y cable terminado Sí/No

La instalación respeta las instrucciones del fabricante y diseño de circuito Sí/No

5. Después de instalar el aislante térmico

Prueba de continuidad

Prueba de resistencia del aislamiento (Prueba A/Prueba B)

Capacitancia (Longitud de circuito) Factor de capacitancia:

Resistencia Calculada según la etiqueta de identificación:

6. Etiqueta e identificación completa (panel, componentes de campo, rótulos de tubería) Sí/No

7. ¿Etiqueta de identificación de circuito conectado a menos de 3 pulgadas de Alimentación? Sí/No

8. Cable calefactor a tierra correctamente instalado Sí/No

9. Aislamiento térmico climático ajustado (todas las penetraciones selladas)

10. Planos, documentación marcada como a medida que se construye

Realizada por _____ Compañía _____

Revisada por _____ Compañía _____

Aceptada por _____ Compañía _____

Aprobada por _____ Compañía _____

12

Registro de instalación e inspección

Número de proyecto _____ Número de línea _____

Número de panel _____ Número de disyuntor _____

Longitud de circuito _____

Vataje de calefactor _____ Source voltage _____

Configuración de voltaje _____ V

Rango de resistencia _____ Ω

Rango de capacitancia _____ nF

Valor de la prueba / Comentarios	Fecha	Iniciales
A: 500 V: 1000 V: 2500 V: B: 500 V: 1000 V: 2500 V: nF: Longitud del circuito:		
A: 500 V: 1000 V: 2500 V: B: 500 V: 1000 V: 2500 V: nF: Longitud del circuito:		
Paquete eléctrico Empalme Terminación		
A: 500 V: 1000 V: 2500 V: B: 500 V: 1000 V: 2500 V: nF: Longitud del circuito: medido:		
A: 500 V: 1000 V: 2500 V: B: 500 V: 1000 V: 2500 V: nF: Longitud del circuito: medido:		

Fecha _____

Fecha _____

Fecha _____

Fecha _____

12

Registro de instalación e inspección

Registro de puesta en servicio del cable calefactor y pruebas anuales

Ubicación _____ Planos de ref. _____
 Clasificación de área _____ Temp. de encendido automático _____
 Número de circuito _____ Amp. de circuito _____
 Fabricante de cable calefactor _____ Cable calefactor _____

Información de diseño:

Longitud de diseño total _____ Longitud instalado total _____
 Tipo de aislamiento térmico _____
 Mantener temperatura de tubería _____

Prueba del cable calefactor

Modelos de instrumentos y fecha de calibración _____ Capacitancia (longitud del circuito) Factor de capacitancia: _____
 Continuidad/Resistencia (Ω) _____
 Resistencia de aislación (100 M Ω mínimo) 500 V: 1000 V: _____

Datos de rendimiento:	Voltios CA		1 fase Línea	
	Panel	Campo		
Inicio				
Segunda prueba				
Tercera prueba				
Temperatura ambiente				
Temperatura de tubería				
Vataje total calculado				

Control de temperatura: (grados)	Sensor temp. ambiente	Punto de ajuste	
Modelo:			
Ubicación:			
Programada S/N:			
Funcionamiento verificado de controles: S/N:			

Alarmas/Monitoreo:		
Tipo:	Temperatura	
	Corriente	
	Falla a tierra	
	Pérdida de voltaje	
Falla a tierra tipo de protección:	Nivel de activación (mA)	

Realizada por _____
 Revisada por _____
 Aceptada por _____
 Aprobada por _____

12

Registro de instalación e inspección

Número de proyecto _____ Número de línea _____
 Número de panel _____ Número de disyuntor _____
 Longitud de circuito _____ Voltaje de alimentación _____
 N° de catálogo _____ Vataje de calefacto _____

Espesor aislamiento térmico _____

Longitud del circuito (m)

2500 V: _____

Corriente en amperes

3 fases			
Fase A	Fase B	Fase C	Neutral
Sensor de tubería	Punto de ajuste	Exceso de límite	Punto de ajuste
Configuración alta	Configuración baja	Operación verificada Sí/No	
Corriente medida		Funcionamiento probado	

Compañía _____ Fecha _____
 Compañía _____ Fecha _____
 Compañía _____ Fecha _____
 Compañía _____ Fecha _____

België/Belgique

Tel +32 16 21 35 02
Fax +32 16 21 36 04
salesbelux@nvent.com

Bulgaria

Tel +359 5686 6886
Fax +359 5686 6886
salesee@nvent.com

Česká Republika

Tel +420 602 232 969
czechinfo@nvent.com

Danmark

Tel +45 70 11 04 00
salesdk@nvent.com

Deutschland

Tel 0800 1818205
Fax 0800 1818204
salesde@nvent.com

España

Tel +34 911 59 30 60
Fax +34 900 98 32 64
ntm-sales-es@nvent.com

France

Tél 0800 906045
Fax 0800 906003
salesfr@nvent.com

Hrvatska

Tel +385 1 605 01 88
Fax +385 1 605 01 88
salesee@nvent.com

Italia

Tel +39 02 577 61 51
Fax +39 02 577 61 55 28
salesit@nvent.com

Lietuva/Latvija/Eesti

Tel +370 5 2136633
Fax +370 5 2330084
info.baltic@nvent.com

Magyarország

Tel +36 1 253 7617
Fax +36 1 253 7618
saleshu@nvent.com

Nederland

Tel +36 1 253 4617
Fax +36 1 253 7618
saleshu@nvent.com

Norge

Tel +47 66 81 79 90
salesno@nvent.com

Österreich

Tel 0800 26 74 10
Fax 0800 29 74 09
salesat@nvent.com

Polska

Tel +48 22 331 29 50
Fax +48 22 331 29 51
salespl@nvent.com

Republic of Kazakhstan

Tel +7 7122 32 09 68
Fax +7 7122 32 55 54
saleskz@nvent.com

Россия

Tel +7 495 926 18 85
Fax +7 495 926 18 86
salesru@nvent.com

Serbia and Montenegro

Tel +381 230 401 770
Fax +381 230 401 770
salesee@nvent.com

Schweiz/Suisse

Tel +41 (41) 766 30 80
Fax +41 (41) 766 30 81
infoBaar@nvent.com

Suomi

Tel 0800 11 67 99
salesfi@nvent.com

Sverige

Tel +46 31 335 58 00
salesse@nvent.com

Türkiye

Tel +90 560 977 6467
Fax +32 16 21 36 04
ntm-sales-tr@nvent.com

United Kingdom

Tel 0800 969 013
Fax 0800 968 624
salesthermalUK@nvent.com

**nVent.com**

©2021 nVent. All nVent marks and logos are owned or licensed by nVent Services GmbH or its affiliates. All other trademarks are the property of their respective owners. nVent reserves the right to change specifications without notice.

RAYCHEM-IM-H57772-SeriesResistanceHT-LS-2108