
Modelo Serie 4420

Medidor de grietas

Manual de instrucciones



DECLARACIÓN DE GARANTÍA

GEOKON garantiza que sus productos estarán libres de defectos en sus materiales y su mano de obra, bajo uso y funcionamiento normal, durante un período de 13 meses a partir de la fecha de compra. Si la unidad no funciona correctamente, debe ser devuelta a la fábrica para su evaluación, con el flete pagado. Una vez que sea examinada por GEOKON, si se determina que la unidad está defectuosa, se reparará o reemplazará sin cargos. Sin embargo, la **GARANTÍA SE INVALIDA** si la unidad muestra evidencias de haber sido manipulada o de haber sido dañada como resultado de corrosión o corriente, calor, humedad o vibración excesivos, especificaciones incorrectas, mala aplicación, mal uso u otras condiciones de funcionamiento fuera del control de GEOKON. Los componentes que se desgastan o dañan por el uso incorrecto no tienen garantía. Esto incluye los fusibles y las baterías.

GEOKON fabrica instrumentos científicos cuyo uso indebido es potencialmente peligroso. Los instrumentos están diseñados para ser instalados y utilizados solo por personal calificado. No hay garantías, excepto las que se indican en este documento. No existe ninguna otra garantía, expresa o implícita, incluyendo, sin limitación a, las garantías de comercialización implicadas o de adecuación para un propósito en particular. GEOKON no se hace responsable por cualquier daño o pérdida causada a otros equipos, ya sea directo, indirecto, incidental, especial o consecuente que el comprador pueda experimentar como resultado de la instalación o uso del producto. La única compensación para el comprador por cualquier incumplimiento de este acuerdo por parte de GEOKON o cualquier incumplimiento de cualquier garantía por parte de GEOKON no excederá el precio de compra pagado por el comprador a GEOKON por la unidad o las unidades, o el equipo directamente afectado por tal incumplimiento. Bajo ninguna circunstancia, GEOKON reembolsará al reclamante por pérdidas incurridas al retirar y/o volver a instalar el equipo.

Se tomaron todas las precauciones para garantizar la exactitud en la preparación de los manuales y/o el software; sin embargo, GEOKON no asume responsabilidad alguna por omisiones o errores que puedan surgir ni asume responsabilidad por daños o pérdidas que resulten del uso de los productos de acuerdo con la información contenida en el manual o software.

No se puede reproducir ninguna porción de este manual de instrucciones, por ningún medio, sin el consentimiento por escrito de geokon. La información contenida en este documento se considera precisa y confiable. Sin embargo, GEOKON no asume responsabilidad alguna por errores, omisiones o malas interpretaciones. La información en este documento está sujeta a cambios sin aviso previo.

El logotipo y el nombre comercial GEOKON® son marcas comerciales registradas en la Oficina de Patentes y Marcas Registradas de los Estados Unidos.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. INSTALACIÓN	2
2.1 PRUEBAS PRELIMINARES	2
2.2 INSTALACIÓN DEL MEDIDOR DE GRIETAS	2
2.2.1 ANCLAJES	2
2.2.2 INSTALACIÓN CON ACCESORIOS DE SOLDADURA	4
2.2.3 INSTALACIÓN CON ANCLAJES DE FIJACIÓN	4
2.2.4 INSTALACIÓN CON ANCLAJES DE EXPANSIÓN	5
2.3 NOTA ESPECIAL DE INSTALACIÓN	6
3. PROTECCIÓN DEL INSTRUMENTO	7
3.1 EMPALME Y TERMINADO DE CABLES	7
3.2 PROTECCIÓN CONTRA DAÑOS MECÁNICOS	7
3.3 PROTECCIÓN DE CABLES Y CONECTORES	8
3.4 PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN	8
3.5 PROTECCIÓN CONTRA INTERFERENCIA ELÉCTRICA	8
3.6 PROTECCIÓN CONTRA LA LUZ DEL SOL Y CAMBIOS DE TEMPERATURA	8
3.7 PROTECCIÓN CONTRA RAYOS	8
4. REALIZANDO LAS LECTURAS	10
4.1 GK-404 CONSOLA DE LECTURA DE CUERDA VIBRANTE	10
4.1.1 OPERACIÓN DE LA GK-404	10
4.2 GK-405 CONSOLA DE LECTURA DE CUERDA VIBRANTE	11
4.2.1 CONECTAR SENSORES CON CONECTORES DE PASO ADJUNTOS DE 10 PUNTOS	11
4.2.2 CONECTAR SENSORES CON CONDUCTORES DESCUBIERTOS	11
4.2.3 OPERACIÓN DE LA GK-405	11
4.3 MEDICIÓN DE TEMPERATURAS	11
5. REDUCCIÓN DE DATOS	13
5.1 CÁLCULO DEL DESPLAZAMIENTO	13
5.2 CORRECCIÓN DE LA TEMPERATURA	14
5.3 FACTORES AMBIENTALES	15
6. SOLUCIÓN DE PROBLEMAS	16
APPENDIX A. ESPECIFICACIONES	19
APPENDIX B. DERIVACIÓN DE LA TEMPERATURA DEL TERMISTOR	20

APPENDIX C. MODELO 4420HT, VERSIÓN DE ALTA TEMPERATURA	21
APPENDIX D. MONITOREO 3D	23
D.1 MATRIZ DE 3 MEDIDORES DE GRIETAS	23
D.2 INSTALACIÓN DE LA MATRIZ 3D	23
D.3 MATRIZ MÉNSULA 3D ALTERNATIVA MODELO 4420-3	25
APPENDIX E. MEDIDOR DE GRIETAS DE BAJO PERFIL MODELO 4420-3	27
E.1 INSTALACIÓN	27
E.1.1 PRUEBAS PRELIMINARES	27
E.1.2 INSTALACIÓN DEL MEDIDOR DE GRIETAS	28
E.2 ESPECIFICACIONES	29
E.3 TERMISTOR	30
E.4 FACTOR DE CORRECCIÓN DE LA TEMPERATURA	30

FIGURAS

FIGURA 1: MEDIDOR DE GRIETAS DE CUERDA VIBRANTE MODELO 4420	1
FIGURA 2: MODELO 4420-3, -12.5, -25 VISTA DETALLADA	1
FIGURA 3: TIPOS Y DIMENSIONES DE ANCLAJES	3
FIGURA 4: INSTALACIÓN CON ACCESORIOS DE SOLDADURA	4
FIGURA 5: INSTALACIÓN CON ANCLAJES DE FIJACIÓN	4
FIGURA 6: INSTALACIÓN CON ANCLAJES DE EXPANSIÓN	5
FIGURA 7: INSTALACIÓN TÍPICA DE LA PLACA DE PROTECCIÓN	7
FIGURA 8: ESQUEMA DE PROTECCIÓN CONTRA RAYOS	9
FIGURA 9: CONSOLA DE LECTURA GK-404	10
FIGURA 10: CONSOLA DE LECTURA GK-404	10
FIGURA 11: CONSOLA DE LECTURA GK-405	11
FIGURA 12: HOJA DE CALIBRACIÓN NORMAL DEL MEDIDOR DE GRIETAS	14
FIGURA 13: MATRIZ 3D NORMAL: VISTA SUPERIOR	23
FIGURA 14: MATRIZ 3D NORMAL: VISTA FRONTAL	23
FIGURA 15: MATRIZ MÉNSULA 3D: VISTA SUPERIOR	26
FIGURA 16: MATRIZ MÉNSULA 3D: VISTA FRONTAL	26
FIGURA 17: PLANO DEL MEDIDOR DE GRIETAS DE CUERDA VIBRANTE DE BAJO PERFIL MODELO 4420-3	27
FIGURA 18: ENSAMBLAJE DEL MEDIDOR DE GRIETAS USANDO UN DISCO DE REFERENCIA Y DOS ANCLAJES	28
FIGURA 19: ENSAMBLAJE DEL MEDIDOR DE GRIETAS CON UN SOLO ANCLAJE Y SIN DISCO DE REFERENCIA	28

TABLAS

TABLA 1: RANGO DE LECTURA DEL MEDIDOR DE GRIETAS	3
TABLA 2: DISTANCIAS ENTRE LOS ANCLAJES DEL MEDIDOR DE GRIETAS	3
TABLA 3: DIMENSIONES DE PROTECTORES DE RANGO EXTENDIDO.....	7
TABLA 4: MULTIPLICADORES PARA LA CONVERSIÓN DE UNIDADES DE INGENIERÍA	13
TABLA 5: CONSTANTES DEL CÁLCULO DEL COEFICIENTE TÉRMICO.....	15
TABLA 6: ESPECIFICACIONES DEL MEDIDOR DE GRIETAS MODELO 4420.....	19
TABLA 7: RESISTENCIA DE TERMISTOR DE 3K Ω	20
TABLA 8: MODELO 4420HT RESISTENCIA DE TERMISTOR DE 10K Ω	22
TABLA 9: MATRIZ 3D, VERSIÓN NORMAL.....	23
TABLA 10: MATRIZ 3D, VERSIÓN MÉNSULA.....	26
TABLA 11: ESPECIFICACIONES DEL MEDIDOR DE GRIETAS MODELO 4420-3.....	29

ECUACIONES

ECUACIÓN 1: CÁLCULO DE DÍGITOS	13
ECUACIÓN 2: CÁLCULO DEL DESPLAZAMIENTO.....	13
ECUACIÓN 3: CAMBIO EN EL DESPLAZAMIENTO	13
ECUACIÓN 4: CÁLCULO DEL DESPLAZAMIENTO CON CORRECCIÓN TÉRMICA	14
ECUACIÓN 5: CÁLCULO DEL COEFICIENTE TÉRMICO	14
ECUACIÓN 6: RESISTENCIA DE TERMISTOR DE $3K\Omega$	20
ECUACIÓN 7: MODELO 4420HT RESISTENCIA DE TERMISTOR DE $10K\Omega$	21
ECUACIÓN 8: DESPLAZAMIENTO, CORREGIDO POR TEMPERATURA	30

1. INTRODUCCIÓN

GEOKON Los medidores de grietas de cuerda vibrante Modelo 4420 están diseñados para medir el movimiento entre grietas de tensión en suelos, uniones en piedra y concreto, uniones de construcción en edificios, puentes, oleoductos, presas y más.

Este instrumento consiste en una serie de elementos sensibles de cuerda vibrante con un resorte con tratado térmico y libre de tensión, conectado a la cuerda en un extremo y a una varilla de conexión en el otro. La unidad está completamente sellada y opera a presiones de hasta 250 psi. Conforme la varilla de conexión sale del cuerpo del medidor, el resorte se alarga provocando un incremento en la tensión, lo cual es percibido por el elemento de cuerda vibrante. El aumento en la tensión (deformación) de la cuerda es directamente proporcional a la extensión del eje. Este cambio en la tensión permite al Modelo 4420 medir la abertura en la unión con mucha precisión.

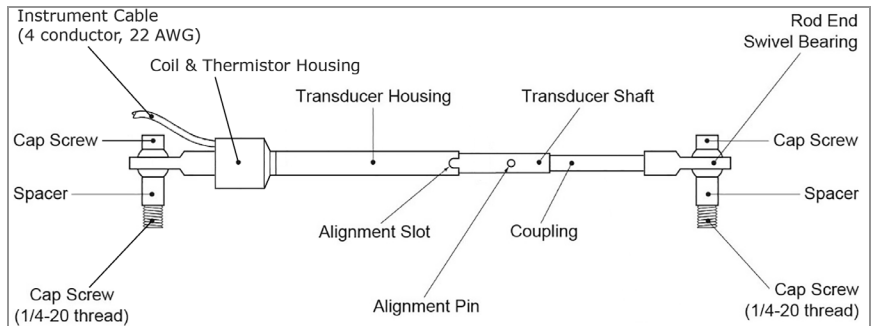


FIGURA 1: Medidor de grietas de cuerda vibrante Modelo 4420

Los modelos 4420-3, 4420-12.5 y 4420-25 son un poco diferentes al medidor de grietas estándar porque ofrecen ajuste en la distancia con una barra roscada de extensión y una tuerca de bloqueo.

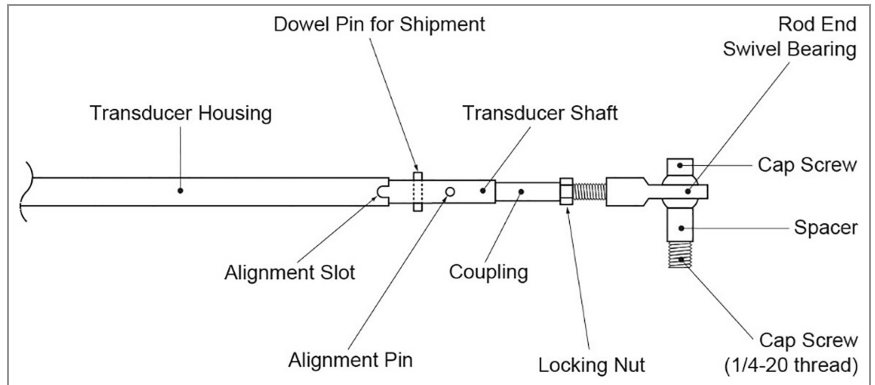


FIGURA 2: Modelo 4420-3, -12.5, -25 Vista detallada

¡PRECAUCIÓN! No gire el eje del medidor de grietas más de 180 grados: Hacerlo podría causar daños irreparables en el instrumento. Use el pin de alineación en el eje del transductor y la ranura en el cuerpo como guía de alineación. Nunca extienda el medidor de grietas más allá de su alcance de operación.

2. INSTALACIÓN

2.1 PRUEBAS PRELIMINARES

Verifique el funcionamiento correcto del medidor cuando lo reciba. Revise también el termistor.

El medidor de grietas normalmente viene con el eje asegurado a aproximadamente el 50% de su alcance.

Para medidores de grietas con un alcance de 100 mm (4 pulgadas) o menos, el eje está asegurado por un pasador colocado con cinta adhesiva (vea la Figura 1).

Para medidores de grietas con un alcance superior a los 100 mm, el eje está asegurado con una funda ranurada de PVC.

Estos dispositivos mantienen el medidor de grietas con tensión para protegerlo durante su envío. Con los separadores para el envío todavía en su lugar, conecte el medidor a una consola de lectura y tome una lectura. (Vea las instrucciones de lectura en la Sección 4.1). Esta lectura deberá ser estable y estar dentro de un rango de 3700 a 5700 dígitos. Tenga en cuenta que los medidores de grietas con un alcance de 3 mm (.125 pulgadas) son enviados con la varilla de empuje completamente replegada y no tienen ningún separador de envío para retirar. Estos medidores deberán tener una lectura dentro de los 2000 y 3000 dígitos.

Revise la continuidad de la corriente eléctrica utilizando un ohmímetro. Asegúrese de tener las siguientes consideraciones:

- La resistencia entre los conductores principales del medidor debe ser de alrededor de 180 ohmios, ± 10 ohmios (128 ohmios para el Modelo 4420HT).
- Recuerde agregar la resistencia del cable, que es de aproximadamente 14.7Ω por cada 1000 pies (48.5Ω por km) de líneas de cobre trenzado a 20°C con calibre de alambre estadounidense 22 (AWG).
- Multiplique este factor por dos para considerar ambas direcciones.
- La resistencia entre los conductores verde y blanco variarán dependiendo de la temperatura.
 - Para medidores de grietas estándar, vea la Tabla 7 en el Apéndice B.
 - Para el medidor de grietas 4420HT, vea la Tabla 8 en el Apéndice C.
- La resistencia entre cualquier conductor y la coraza no deberá exceder los dos megaohmios.

Retire cuidadosamente la funda ranurada de PVC o el pasador antes de continuar. Sujete el eje del transductor para evitar que se precipite hacia el interior de la carcasa del transductor.

2.2 INSTALACIÓN DEL MEDIDOR DE GRIETAS

Para instrucciones adicionales de los Modelos 4420HT y 4420-3, vea el Apéndice C y el Apéndice E respectivamente. Para instrucciones adicionales sobre los conjuntos 3D, vea el Apéndice D.

2.2.1 ANCLAJES

Existen tres tipos de anclajes disponibles:

- Accesorio de soldadura de montaje

■ Anclaje de expansión

■ Anclaje de fijación

El accesorio de soldadura está diseñado para ayudar a montar el medidor de grietas en partes de acero. Los anclajes de expansión con pernos y los anclajes de fijación se usan para instalar el medidor de grietas en concreto o roca. Los anclajes se instalan a una distancia adecuada, dependiendo de la dirección del movimiento anticipada (extensión o compresión). Vea la siguiente tabla.

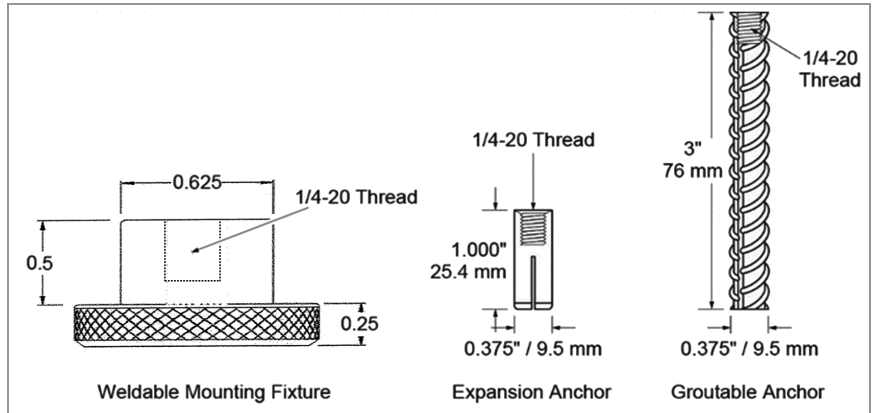


FIGURA 3: Tipos y dimensiones de anclajes

De la Sección 2.2.2 hasta la Sección 2.2.4 encontrará instrucciones detalladas para cada tipo de anclaje. La Sección 2.3 contiene instrucciones especiales para los siguientes modelos:

■ 4420-1-3 mm (.125 pulgadas)

■ 4420-1-12.5 mm (.5 pulgadas)

■ 4420-1-25 mm (1 pulgada)

Modelo y alcance	Alcance medio	Para monitorear extensión	Para monitorear compresión
4420-3 mm (.125 pulgadas)	292.6 mm (11.52 pulgadas)	291.1 mm (11.46 pulgadas)	294.1 mm (11.58 pulgadas)
4420-12.5 mm (0.5 pulgadas)	317 mm (12.5 pulgadas)	310 mm (12.2 pulgadas)	325 mm (12.8 pulgadas)
4420-25 mm (1 pulgada)	343 mm (13.5 pulgadas)	330 mm (13 pulgadas)	356 mm (14 pulgadas)
4420-50 mm (2 pulgadas)	396 mm (15.6 pulgadas)	371 mm (14.6 pulgadas)	422 mm (16.6 pulgadas)
4420-100 mm (4 pulgadas)	554 mm (21.8 pulgadas)	503 mm (19.8 pulgadas)	605 mm (23.8 pulgadas)
4420-150 mm (6 pulgadas)	645 mm (25.4 pulgadas)	569 mm (22.4 pulgadas)	721 mm (28.4 pulgadas)
4420-200 mm (8 pulgadas)	869 mm (34.2 pulgadas)	767 mm (30.2 pulgadas)	970 mm (38.2 pulgadas)
4420-300 mm (12 pulgadas)	1186 mm (46.7 pulgadas)	1034 mm (40.7 pulgadas)	1339 mm (52.7 pulgadas)

Nota para el modelo 4420HT: Debido a la configuración de las juntas en U del Modelo 4420HT, la longitud total del conjunto del medidor es 35 mm (1.375 pulgadas) mayor. Esta longitud debe agregarse a la distancia entre los anclajes como se muestra anteriormente.

TABLA 1: Distancias entre los anclajes del medidor de grietas

Cuando coloque el medidor en posición usando un dispositivo de lectura portátil, use los rangos de lectura en la table de abajo para determinar la posición adecuada.

Lectura de rango medio aproximada	Lectura aproximada para monitorear extensiones	Lectura aproximada para monitorear compresiones
4500-5000	2500-3000	6500-7000

TABLA 2: Rango de lectura del medidor de grietas

Asegúrese de tener las siguientes consideraciones:

■ Tenga en cuenta que la hoja de calibración (vea la Figura 12) proporcionada con el medidor de grietas muestra las lecturas de fábrica a cero, 25%, 50%, 75% y 100% del rango de extensión.

- Estas lecturas pueden usarse como guía para colocar el medidor de grietas en cualquier parte de su rango, anticipándose ya sea al cierre o abertura de la grieta.
- Extienda el medidor de grietas hasta obtener la lectura deseada.
- Sujete el medidor de grietas en esta posición mientras se mide la distancia entre los tornillos con cabeza (colocados dentro de los soportes giratorios, vea la Figura 1).
- Estas mediciones pueden servir como una guía de distancia de espaciado para hacer los orificios o soldar los puntos de anclaje.
- Use el pin de alineación en el eje del transductor y la ranura en el cuerpo como guía de alineación.
- **No gire el eje del medidor de grietas más de 180 grados. Hacerlo podría causar daños irreparables en el instrumento.**

2.2.2 INSTALACIÓN CON ACCESORIOS DE SOLDADURA

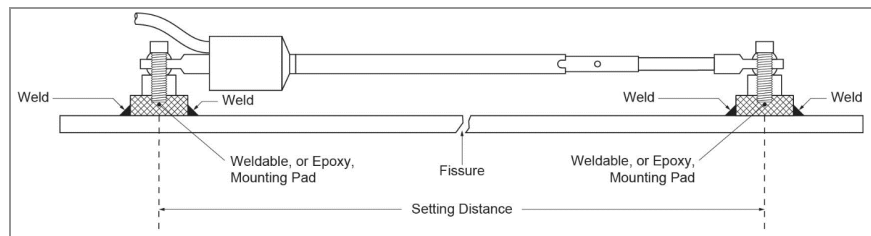


FIGURA 4: Instalación con accesorios de soldadura

INSTRUCCIONES DE INSTALACIÓN:

1. Determine la distancia de colocación adecuada usando los espacios en la lista de la Tabla 1.
2. Esmerile, lije o prepare de alguna otra forma la superficie de acero alrededor del área de cada accesorio de soldadura.
3. Coloque los accesorios de soldadura en las superficies preparadas.
4. Verifique la alineación y luego use soldadura con tachuelas para fijar a la parte.
5. Retire la funda ranurada de PVC o el pasador que aseguran el eje del transductor.
6. Inserte el tornillo con cabeza en el soporte giratorio y a través de la espaciadora de media pulgada en cada extremo.
7. Apriete los tornillos con cabeza a los accesorios de soldadura como se muestra en la Figura 4.
8. Revise y registre la lectura con el dispositivo de lectura portátil. Use la Tabla 2 o las lecturas en la hoja de calibración para verificar la posición.

2.2.3 INSTALACIÓN CON ANCLAJES DE FIJACIÓN

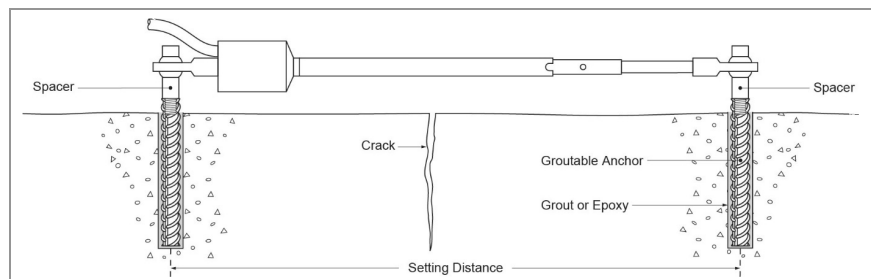


FIGURA 5: Instalación con anclajes de fijación

INSTRUCCIONES DE INSTALACIÓN:

1. Determine la distancia de colocación adecuada usando los espacios en la lista de la Tabla 1.
2. Usando un taladro (u otro equipo apropiado), haga dos orificios de media pulgada de diámetro y de unas tres pulgadas de profundidad en el lugar adecuado. La profundidad de los orificios puede ser menor si se cortan los anclajes del tamaño.
3. Presione los tornillos con cabeza a través de los soportes giratorios y espaciadoras en cada extremo del medidor de grietas y luego apriételos dejándolos un poco flojos en los anclajes de fijación.
4. Para instalaciones en posición de rango medio, asegure el eje del transductor en su lugar dejando la funda ranurada de PVC o el pasador instalados.
5. Llene tres cuartos del orificio con lechada o adhesivo epóxico. Para agujeros en techos, use lechada o adhesivo epóxico de aplicación rápida.
6. Presione y gire los anclajes hacia adentro hasta que las partes superiores queden al ras de la superficie. Limpie cualquier exceso de adhesivo epóxico de la parte superior de los anclajes.
7. Cuando haya secado la lechada o el adhesivo epóxico, instale y apriete los tornillos de fijación.
8. Retire la funda ranurada de PVC o el pasador que aseguran el eje del transductor si no lo había retirado antes.
9. Revise y registre la lectura con el dispositivo de lectura portátil. Use la Tabla 2 para verificar y ajustar la posición según se necesite.

2.2.4 INSTALACIÓN CON ANCLAJES DE EXPANSIÓN

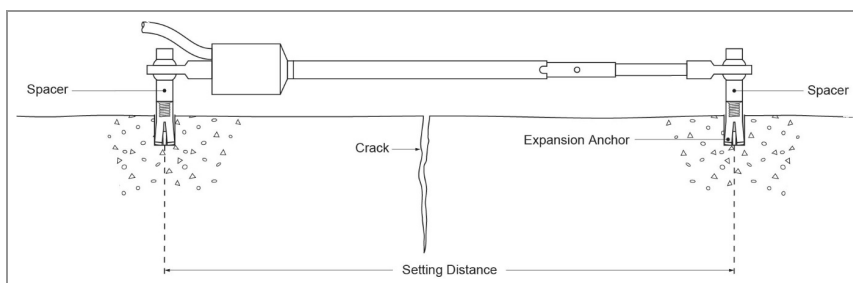


FIGURA 6: Instalación con anclajes de expansión

INSTRUCCIONES DE INSTALACIÓN:

1. Determine la distancia de colocación adecuada usando los espacios en la lista de la Tabla 1.
2. Usando un taladro para mampostería (u otro equipo apropiado), haga dos orificios de 10 mm (3/8 de pulgada) de diámetro y de 32 mm (1.25 pulgadas) de profundidad en el lugar adecuado.
3. Inserte los anclajes de expansión en los orificios, con el extremo ranurado hacia abajo.
4. Inserte la herramienta de fijación en el anclaje, primero por el extremo pequeño. Expandir el anclaje golpeando con fuerza varias veces el extremo grande de la herramienta de fijación con un martillo.
5. Retire la funda ranurada de PVC o el pasador que aseguran el eje del transductor.
6. Presione los tornillos con cabeza a través de los soportes giratorios y espaciadoras en cada extremo del medidor de grietas y luego apriételos en los anclajes.

7. Revise y registre la lectura con el dispositivo de lectura portátil. Use la Tabla 2 para verificar y ajustar la posición según se necesite.

2.3 NOTA ESPECIAL DE INSTALACIÓN

Para los Modelos 4420-1-3 mm (.125 pulgadas), 4420-1-12.5 mm (.5 pulgadas) y 4420-1-25 mm (1 pulgada), tenga en cuenta lo siguiente:

- Si la lectura no se encuentra dentro del rango adecuado después de la instalación, ajústela usando la extensión roscada en el extremo del eje del transductor.
- Para hacer ajustes precisos, sujete el transductor al anclaje en el extremo del cable y remuévalo temporalmente del anclaje opuesto.

PARA HACER UN AJUSTE, SIGA LOS PASOS SIGUIENTES:

1. Afloje la tuerca de bloqueo y luego gire la varilla roscada hacia adentro o hacia afuera del extremo del eje del transductor.
Nota: Sujete el eje del transductor mientras gira la varilla roscada. Nunca gire el transductor más de 180 grados, lo cual podría causar fallas en el medidor.
2. Después de hacer el ajuste, alinee el orificio en el soporte giratorio sobre el anclaje y verifique la lectura.
3. Haga ajustes hasta que la lectura deseada se muestre en el dispositivo de lectura.
4. Presione el tornillo con cabeza a través del soporte giratorio y espaciadora.
5. Apriételo dentro del anclaje.
6. Vuelva a apretar la tuerca de bloqueo.

3. PROTECCIÓN DEL INSTRUMENTO

3.1 EMPALME Y TERMINADO DE CABLES

Las cajas de bornes con entradas de cable selladas están disponibles en GEOKON para todo tipo de aplicaciones. Estas permiten que varios instrumentos terminen en una sola ubicación protegiendo por completo los cables conductores. El panel interior de la caja de bornes puede tener conectores incorporados o una sola conexión con un interruptor giratorio para selección de la posición. Contacte a GEOKON para obtener información específica sobre las aplicaciones.

Debido a que la señal de salida de la cuerda vibrante es una frecuencia y no una corriente o voltaje, las variaciones en la resistencia del cable tienen muy poco efecto sobre las lecturas del instrumento; por lo tanto, empalmar los cables no tiene efectos adversos, y, en ciertos casos, de hecho puede ser conveniente. El cable usado para empalmes debe ser del tipo de cable de par trenzado de alta calidad, con blindaje del 100% y un hilo de drenaje reforzado integral. **Al hacer empalmes, es muy importante que el blindaje de los cables de drenaje se empalmen juntos.** Siempre conserve la polaridad conectando por colores.

Los kits de empalme recomendados por GEOKON incorporan moldes que se posicionan alrededor del empalme y luego se rellenan con epoxi para impermeabilizar las conexiones. Cuando están bien hechos, este tipo de empalmes equivalen o son mejores que los cables en fuerza y propiedades eléctricas. Contacte a GEOKON para obtener materiales para empalmes e instrucciones adicionales para el empalme de cables.

Termine un cable decapando y estañando los conductores individuales y luego conectándolos a un cable de conexión de la consola de lectura. En forma alternativa, use un conector para enchufarlo directamente a la consola de lectura o a un receptáculo en un cable de conexión especial.

3.2 PROTECCIÓN CONTRA DAÑOS MECÁNICOS

Es importante proteger el medidor de grietas contra el daño. GEOKON fabrica placas de protección de acero, modelo 4420-7, para este fin. GEOKON las fabrica usando láminas de acero en forma de canal. La placa de protección estándar es lo suficientemente larga como para cubrir un medidor de grietas de dos pulgadas de longitud, medidores de grietas más largos pueden requerir varias placas de protección unidas con soldadura.

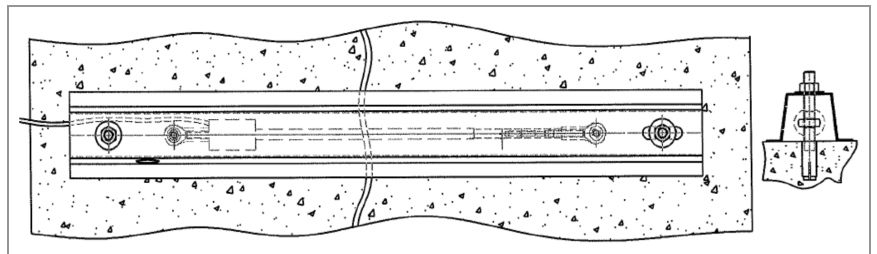


FIGURA 7: Instalación típica de la placa de protección

La tuerca y rondana de montaje deben apretarse solo un poco para permitir que la protección se deslice sobre las varillas roscadas de 3/8. Se proporciona una tuerca adicional como tuerca de seguridad. Las dimensiones esenciales de los protectores de rango extendido se muestran en la tabla a continuación.

Rango	Longitud total	Espacio entre orificios	Longitud de las ranuras
100 mm (4 pulgadas)	36 pulgadas	32.5 pulgadas	2 pulgadas
150 mm (6 pulgadas)	36 pulgadas	31.5 pulgadas	3 pulgadas
200 mm (8 pulgadas)	48 pulgadas	42.5 pulgadas	4 pulgadas
300 mm (12 pulgadas)	60 pulgadas	52.5 pulgadas	6 pulgadas

TABLA 3: Dimensiones de protectores de rango extendido

3.3 PROTECCIÓN DE CABLES Y CONECTORES

El cable debe protegerse de daños accidentales causados por mover el equipo o por rocas sueltas. Esto se logra mejor colocando el cable dentro del conducto flexible y posicionando el conducto en un lugar tan seguro como sea posible. (El conducto flexible está disponible en GEOKON). El conducto puede conectarse a través de conectores pasantes a las placas de protección. (La placa de protección GEOKON cuenta con un troquel estampado que, al ser eliminado, provee un orificio para conectar el conducto conector).

3.4 PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN

Es imprescindible que los puntos de soldadura de la instalación, si existen, se protejan contra la corrosión. Los instrumentos de acero inoxidable no sufrirán corrosión, pero el sustrato puede corroerse, particularmente en puntos de soldadura, a menos que estén cubiertos por una capa resistente al agua. GEOKON le recomienda realizar el procedimiento siguiente:

1. Aplique varias gotas de pegamento de cianoacrilato en el borde de todas las pestañas de montaje con puntos de soldadura. El pegamento se filtrará al interior del espacio entre las pestañas de montaje y el sustrato para brindar una primera línea de defensa.
2. Retire el material de las áreas que necesitan puntos de soldadura.
3. Aplique primer autograbante en aerosol (disponible en su región) sobre las áreas de la pestaña de montaje y cualquier parte de metal expuesto. La idea es proteger los puntos de soldadura del sustrato. Es importante cubrir por completo los bordes de la pestaña de montaje, poniendo atención a la parte de la pestaña que queda bajo el instrumento. Asegúrese de aplicar aerosol debajo de la carcasa de la bobina, si corresponde; no se preocupe si cae aerosol sobre el instrumento.
4. Aplique una capa de pintura en las áreas a las que aplicó el primer.

3.5 PROTECCIÓN CONTRA INTERFERENCIA ELÉCTRICA

Asegúrese de instalar los cables del instrumento tan lejos como sea posible de fuentes de interferencia eléctrica como líneas eléctricas, generadores, motores, transformadores, soldadoras de arco, etc. Los cables nunca deben enterrarse o correr junto a líneas de corriente alterna. Hacerlo provocará que el instrumento reciba la interferencia eléctrica de la línea eléctrica y dificultará la obtención de una lectura estable.

3.6 PROTECCIÓN CONTRA LA LUZ DEL SOL Y CAMBIOS DE TEMPERATURA

Si se fija a una estructura de acero, el coeficiente térmico de expansión de la cuerda vibrante de acero dentro del instrumento es el mismo que el de la estructura. Esto significa que no es necesario corregir la temperatura para la tensión medida al calcular deformaciones inducidas por la carga. Sin embargo, esto solo es verdad si el cable y la estructura de acero subyacente se encuentran a la misma temperatura. Si la luz solar puede afectar directamente al medidor, esta puede elevar la temperatura del cable por encima de la del acero que lo rodea y causar grandes cambios aparentes en la deformación. Por lo tanto, siempre proteja los deformímetros de la luz directa del sol. La protección contra los efectos térmicos se logra mejor cubriendo los deformímetros con una capa de material aislante tal como espuma de poliestireno o fibra de vidrio.

3.7 PROTECCIÓN CONTRA RAYOS

A diferencia de muchos otros tipos de instrumentos de GEOKON disponibles, los deformímetros de cuerda vibrante no cuentan con componentes integrados para protección contra rayos, tales como transorbs o protectores de sobretensión de plasma.

OPCIONES SUGERIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA RAYOS:

- Los tableros pararrayos y las carcasas están disponibles en GEOKON. Estas unidades se instalan en donde los cables del instrumento salen hacia la estructura que se está observando. La carcasa cuenta con una parte superior que se puede retirar para permitir al cliente dar servicio a los componentes o reemplazar el tablero en caso de que la unidad fuera dañada por un rayo. Se hace una conexión entre la carcasa y la conexión a tierra para facilitar el paso de los transientes lejos de los instrumentos. Vea la figura a continuación.
- Los protectores de sobretensión de plasma pueden fijarse con epóxidos en el cable del instrumento, cerca del instrumento. Una correa de conexión a tierra conecta el protector de sobretensión a una conexión a tierra, tal como una estaca de conexión a tierra, o una estructura de acero.

Consulte con el fabricante para obtener más información acerca de las protecciones contra rayos disponibles.

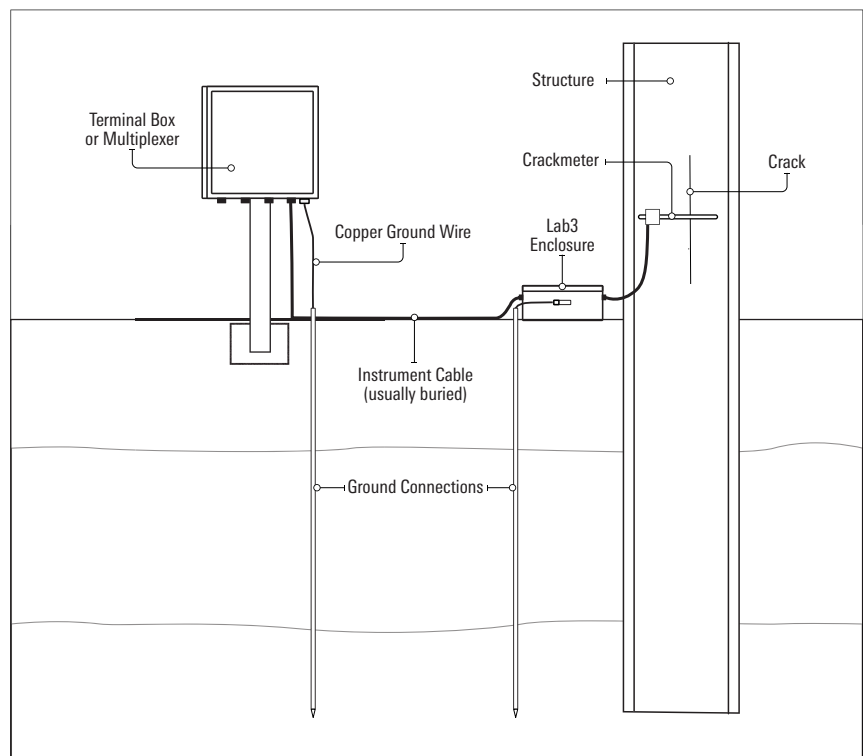


FIGURA 8: Esquema de protección contra rayos

4. REALIZANDO LAS LECTURAS

4.1 GK-404 CONSOLA DE LECTURA DE CUERDA VIBRANTE

La consola de lectura de cuerda vibrante Modelo GK-404 es una unidad portátil, de bajo uso de energía, que es capaz de operar durante 20 horas continuas con dos baterías AA. Está diseñada para las lecturas de todos los instrumentos de cuerda vibrante GEOKON, y tiene la capacidad de mostrar las lecturas como dígitos, frecuencia (Hz), períodos (μ s), o microdeformaciones (μ e). La GK-404 también muestra la temperatura del transductor (incorporado en el termistor) con una resolución de 0.1 °C.



FIGURA 9: Consola de lectura GK-404



FIGURA 10: Conector Lemo a GK-404

4.1.1 OPERACIÓN DE LA GK-404

1. Fije los conductores sueltos alineando el círculo rojo del conector Lemo plata con la línea roja de la parte superior de la GK-404 (vea Figura 10). Inserte el conector Lemo en la GK-404 hasta que quede fijo en su posición.
2. Conecte cada uno de los broches a los conductores del sensor según su color, considerando que el azul representa la protección (descubierto).
3. Para encender la GK-404, presione el botón **Encendido/Apagado** en el panel frontal de la unidad. Se mostrará la pantalla inicial de configuración.
4. Después de un momento, la GK-404 comenzará a tomar lecturas y las mostrará con base en las configuraciones de los botones **Pos** y **Modo**.

La pantalla de la unidad mostrará lo siguiente (de izquierda a derecha):

- La posición actual: configurada por el botón **Pos**, mostrado de la A a la F.
- La lectura actual: configurada por el botón **Modo**, mostrada como un valor numérico seguido por la unidad de medición.
- La lectura de la temperatura del instrumento fijado en grados Centígrados.

Use los botones **Pos** y **Modo** para seleccionar la posición correcta y las unidades a mostrar para el modelo de equipo que adquirió.

La GK-404 continuará tomando mediciones y mostrando las lecturas hasta que la unidad se apague, ya sea en forma manual o por el temporizador de apagado automatizado (en caso de contar con uno).

Para obtener más información, consulte el manual de la GK-404.

4.2 GK-405 CONSOLA DE LECTURA DE CUERDA VIBRANTE

La consola de lectura GK-405 cuenta con dos componentes:

- La unidad de consola de lectura, que consiste en una computadora personal portátil Windows con la aplicación para la consola de lectura de cuerda vibrante GK-405.
- El módulo remoto de la GK-405, está alojado en una carcasa resistente a la intemperie.

El módulo remoto puede conectarse con cables al sensor a través de:

- Conductores sueltos con caimanes, en caso de que el cable sensor termine en cables descubiertos.
- Un conector de 10 pines.

Las dos unidades se comunican de forma inalámbrica a través de Bluetooth®, un protocolo de comunicaciones digitales confiable. Usando Bluetooth, la unidad puede operar desde el receptáculo de un módulo remoto, o, si le es más conveniente, puede retirarse y operarse a hasta 20 metros del módulo remoto.

La GK-405 muestra la temperatura del termistor en grados Celsius.

Para obtener más información, consulte el Manual de Instrucciones de la GK-405.



FIGURA 11: Consola de lectura GK-405

4.2.1 CONECTAR SENSORES CON CONECTORES DE PASO ADJUNTOS DE 10 PUNTOS

Alinee las ranuras del conector del sensor (macho), con el conector adecuado en la consola (conector hembra, sensor etiquetado o célula de carga). Empuje el conector hasta que quede en su posición, luego gire el anillo exterior del conector macho hasta que quede fijo en su posición.

4.2.2 CONECTAR SENSORES CON CONDUCTORES DESCUBIERTOS

Fije los conductores sueltos a los conductores descubiertos del sensor de cuerda vibrante GEOKON conectando cada uno de los broches a los conductores del sensor según su color, considerando que el azul representa la protección (descubierto).

4.2.3 OPERACIÓN DE LA GK-405

Presione el botón de encendido en la unidad de lectura. Una vez que la configuración se termine, se encenderá una luz azul intermitente indicando que los dos componentes están listos para conectarse en forma inalámbrica. Arranque el programa GK-405 VWRA siguiendo los pasos siguientes:

1. Pulse "Iniciar" en la ventana principal de su PC portátil.
2. Seleccione "Programas".
3. Pulse el icono GK-405 VWRA.

Después de unos segundos, la luz azul deberá dejar de parpadear y permanecerá encendida. La ventana de Lecturas en vivo se desplegará en su PC portátil.

Configure el modo Mostrar en la letra correcta requerida para su equipo. Para obtener más información, consulte el Manual de instrucciones de la GK-405.

4.3 MEDICIÓN DE TEMPERATURAS

Todos los instrumentos de cuerda vibrante GEOKON están equipados con un termistor para leer la temperatura. El termistor ofrece una salida de resistencia variable según cambia la temperatura. Los conductores blanco y verde del cable del instrumento generalmente se conectan con el termistor interno.

Las consolas de lectura GK-404 y GK-405 leerán el termistor y mostrarán la temperatura en grados Centígrados.

Nota: Debe utilizar un ohmímetro para leer el deformímetro 4420HT.

PARA LEER LAS TEMPERATURAS USANDO UN OHMÍMETRO:

1. Conecte un ohmímetro a los conductores verde y blanco del termistor que provienen del instrumento. Debido a que los cambios en la resistencia por temperatura son muy grandes, el efecto de la resistencia de los cables generalmente es insignificante. En el caso de los cables más largos, se puede aplicar una corrección, equivalente aproximadamente a 48.5Ω por km (14.7Ω por cada 1000 pies) a 20°C . Multiplique estos factores por dos para contabilizar ambas direcciones.
2. Busque las temperaturas de las resistencias medidas en Apéndice B. Para el 4420HT, vea Apéndice C.

5. REDUCCIÓN DE DATOS

5.1 CÁLCULO DEL DESPLAZAMIENTO

Las unidades básicas que utiliza GEOKON para las mediciones y reducciones de datos de medidores de grietas de cuerda vibrante son dígitos. El cálculo de dígitos se basa en la siguiente ecuación:

$$\text{digits} = \left(\frac{1}{\text{Period}} \right)^2 \times 10^{-3} \text{ or } \text{digits} = \frac{\text{Hz}^2}{1000}$$

ECUACIÓN 1: Cálculo de dígitos

Para convertir dígitos en desplazamiento, aplica la siguiente ecuación:

$$D_{\text{no corregido}} = (R_1 - R_0) \times G \times F$$

ECUACIÓN 2: Cálculo del desplazamiento

Donde:

R_1 es la lectura actual.

R_0 es la lectura inicial, usualmente obtenida durante la instalación.

G es el factor de medición, usualmente milímetros o pulgadas por dígito (vea la figura siguiente).

F es un factor opcional de unidades de ingeniería (vea la tabla siguiente).

	De	Pulgadas	Pies	Milímetros	Centímetros	Metros
A						
Pulgadas	1		12	0.03937	0.3937	39.37
Pies	0.0833		1	0.003281	0.03281	3.281
Milímetros	25.4		304.8	1	10	1000
Centímetros	2.54		30.48	0.10	1	100
Metros	0.0254		0.3048	0.001	0.01	1

TABLA 4: Multiplicadores para la conversión de unidades de ingeniería

Por ejemplo, la lectura inicial R_0 durante la instalación de un medidor de grietas es de 2500 dígitos. La lectura actual, R_1 , es de 6000. El factor de medición es de 0.006223 mm/dígito. El cambio en el desplazamiento es:

$$D_{\text{no corregido}} = (6000 - 2500) \times 0.006223 \times +21.78$$

ECUACIÓN 3: Cambio en el desplazamiento

Tenga en cuenta que un incremento en las lecturas (dígitos) indican un incremento en la extensión.

Para usar los factores de medición polinómicos que se muestran en la hoja de calibración, use el valor de R_0 y los factores de medición A y B con D en cero para calcular el nuevo valor de C. Luego sustituya el nuevo valor de R_1 y use A, B, y el nuevo valor de C para calcular el desplazamiento D.

Vibrating Wire Displacement Transducer Calibration Report

Model: 4420-1-25MM Calibration Date: October 04, 2018
 Serial Number: 1838201 Temperature: 23.4 °C
 Calibration Instruction: CI-4400
 Cable Length: 3 meters Technician: _____

GK-401 Reading Position B

Actual Displacement (mm)	Gauge Reading 1st Cycle	Gauge Reading 2nd Cycle	Average Gauge Reading	Calculated Displacement (Linear)	Error Linear (%FS)	Calculated Displacement (Polynomial)	Error Polynomial (%FS)
0.0	2350	2350	2350	-0.04	-0.17	0.00	-0.01
5.0	3202	3202	3202	5.01	0.05	5.00	0.00
10.0	4050	4049	4050	10.04	0.15	10.00	0.01
15.0	4892	4891	4892	15.03	0.13	15.00	-0.01
20.0	5731	5730	5731	20.01	0.03	20.00	0.00
25.0	6566	6565	6566	24.96	-0.16	25.00	0.01

(mm) Linear Gauge Factor (G): 0.005931 (mm/digit) Regression Zero: 2357

Polynomial Gauge Factors: A: 1.7735E-08 B: 0.005773 C: _____

Calculate C by setting D = 0 and R₁ = initial field zero reading into the polynomial equation

(inches) Linear Gauge Factor (G): 0.0002335 (inches/digit)

Polynomial Gauge Factors: A: 6.9823E-10 B: 0.0002273 C: _____

Calculate C by setting D = 0 and R₁ = initial field zero reading into the polynomial equation

Calculated Displacement: Linear, D = G (R₁ - R₀)

Polynomial, D = AR₁² + BR₁ + C

Refer to manual for temperature correction information.

The above instrument was found to be in tolerance in all operating ranges.
 The above named instrument has been calibrated by comparison with standards traceable to the NIST, in compliance with ANSI Z540-1.
 This report shall not be reproduced except in full without written permission of Geokon Inc.

FIGURA 12: Hoja de calibración normal del medidor de grietas

5.2 CORRECCIÓN DE LA TEMPERATURA

Los transductores de desplazamiento de cuerda vibrante de GEOKON tienen un coeficiente de expansión térmica bajo. Una corrección no será necesaria en la mayoría de los casos. Sin embargo, para alcanzar la máxima precisión, existen correcciones que puede aplicar.

Use la siguiente ecuación para determinar la corrección térmica del instrumento:

$$D_{\text{corregido}} = G(R_1 - R_0) + K(T_1 - T_0)$$

ECUACIÓN 4: Cálculo del desplazamiento con corrección térmica

Donde:

R₁ es la lectura actual

R₀ es la lectura inicial

G es el factor de medición lineal

T₁ es la temperatura actual

T₀ es la temperatura inicial

K es el coeficiente térmico (vea la Ecuación 5)

Las pruebas han determinado que el coeficiente térmico, K, cambia con la posición del eje del transductor. El primer paso en el proceso de corrección de la temperatura es determinar el coeficiente térmico adecuado con base en la siguiente ecuación:

$$K = ((R_1 \times M) + B) \times G$$

ECUACIÓN 5: Cálculo del coeficiente térmico

Donde:

R_1 es la lectura actual

M es el multiplicador, de la Tabla 5

B es la constante, de la Tabla 5

G es el factor de medición lineal de la hoja de calibración proporcionada.

Modelo:	Multiplicador (M):	Constante (B):
4420-3 mm (0.125 pulgadas)	0.000520	3.567
4420-12 mm (0.5 pulgadas)	0.000375	1.08
4420-25 mm (1 pulgada)	0.000369	0.572
4420-50 mm (2 pulgadas)	0.000376	0.328
4420-100 mm (4 pulgadas)	0.000398	0.0864
4420-150 mm (6 pulgadas)	0.000384	-0.3482
4420-200 mm (8 pulgadas)	0.000396	-0.4428
4420-300 mm (12 pulgadas)	0.000424	-0.6778

TABLA 5: Constantes del cálculo del coeficiente térmico

Considere el ejemplo siguiente usando un medidor de grietas modelo 4420-200 mm:

$$R_0 = 4773 \text{ dígitos}$$

$$R_1 = 4589 \text{ dígitos}$$

$$T_0 = 20.3 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_1 = 32.9 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$G = 0.04730 \text{ mm/dígito}$$

$$K = ((4589 \times 0.000396) - 0.4428) \times 0.04730 = 0.065011$$

$$D_{\text{corregido}} = ((R_1 - R_0) \times G) + ((T_1 - T_0) \times K)$$

$$D_{\text{corregido}} = ((4589 - 4773) \times 0.04730) + ((32.9 - 20.3) \times 0.065011)$$

$$D_{\text{corregido}} = (-184 \times 0.04730) + 0.819$$

$$D_{\text{corregido}} = -8.7032 + 0.819$$

$$D_{\text{corregido}} = -7.8842 \text{ mm}$$

También debería considerarse el coeficiente de temperatura de la masa o parte a la que se fije el medidor de grietas. Use el coeficiente de temperatura de la masa o parte, combinado con los cambios en la temperatura de las lecturas inicial a actual para determinar los efectos térmicos de la masa o parte.

5.3 FACTORES AMBIENTALES

Debido a que el propósito de usar un medidor de grietas es monitorear las condiciones de la obra, siempre deberían observarse y registrarse los factores que podrían afectar estas condiciones. Algunos efectos aparentemente menores pueden tener una gran influencia en el comportamiento de la estructura objeto del monitoreo y podrían ser indicaciones tempranas de problemas potenciales. Algunos de estos factores incluyen, entre otros: detonaciones, lluvias, niveles de las mareas, excavaciones o llenados, el tráfico, cambios barométricos y de temperatura, cambios en el personal, actividades de construcción cercanas, cambios estacionales, etc.

6. SOLUCIÓN DE PROBLEMAS

El mantenimiento y la resolución de problemas está restringido a revisiones periódicas de las conexiones del cable y el mantenimiento de las terminales. Una vez instalados, estos instrumentos son generalmente inaccesibles y las soluciones son limitadas. En caso de que surjan dificultades, consulte la siguiente lista de problemas y posibles soluciones. Devuelva cualquier deformímetro defectuoso a la fábrica. **Los instrumentos no deberán abrirse en el campo.** Para obtener información de resolución de problemas y soporte adicional, contacte a GEOKON.

SÍNTOMA: LA RESISTENCIA DEL TERMISTOR ES DEMASIADO ALTA

- ☐ Verifique si existe un circuito abierto. Revise todas las conexiones, terminales y enchufes. Si encuentra algún corte en el cable, únalo siguiendo las instrucciones en la Sección 3.1.

SÍNTOMA: LA RESISTENCIA DEL TERMISTOR ES DEMASIADO BAJA

- ☐ Verifique si existe un corto circuito. Revise todas las conexiones, terminales y enchufes. Si encuentra algún corto en el cable, únalo siguiendo las instrucciones de la Sección 3.1.
- ☐ Puede que el agua haya penetrado en el instrumento. No hay solución.

SÍNTOMA: LAS LECTURAS DEL INSTRUMENTO SON INESTABLES

- ☐ ¿La consola de lectura está posicionada correctamente? Si está utilizando un registrador de datos para registrar las lecturas automáticamente, ¿las configuraciones de excitación de la frecuencia de barrido son correctas?
- ☐ ¿El eje del instrumento se encuentra fuera del rango especificado (ya sea de extensión o retracción) del instrumento? Cuando el eje se encuentra completamente retraído con el pin de alineación dentro de la ranura de alineación, es probable que las lecturas sean inestables porque la cuerda vibrante se encuentra bajo tensión.
- ☐ ¿Hay una fuente de interferencia eléctrica cerca? Los posibles candidatos son generadores, motores, equipo de soldadura por arco, líneas de alto voltaje, etc. De ser posible, mueva el cable del instrumento lejos de líneas de corriente y equipo eléctrico o instale un filtro electrónico.
- ☐ Asegúrese de que el cable blindado de drenaje esté conectado a tierra. Conecte el cable blindado de drenaje a la consola de lectura usando la pinza azul.
- ☐ ¿La consola de lectura o el registrador de datos funcionan con otro instrumento? De no ser así, puede ser que la batería esté baja o posiblemente tenga alguna falla.

SÍNTOMA: EL INSTRUMENTO NO MUESTRA UNA LECTURA

- ☐ ¿La consola de lectura o el registrador de datos funcionan con otro instrumento? De no ser así, puede ser que la batería esté baja o posiblemente tenga alguna falla.
- ☐ ¿El cable está cortado o aplastado? Revise la resistencia del cable conectando un ohmímetro en las cabezas del sensor, la resistencia es de aproximadamente 48.5Ω por km (14.7Ω por cada 1000 pies) de cable de 22 AWG.

Si la resistencia es demasiado alta o infinita, el cable probablemente está roto. Si la resistencia es demasiado baja, los conductores pueden tener un corto. Si existe algún corte o corto, únalo siguiendo las instrucciones en Sección 3.1.

Refiérase a la resistencia esperada para varias combinaciones de cables a continuación.

Niveles de cabezas del sensor de cuerda vibrante

Rojo/Negro $\cong 180\Omega$ ($\cong 128\Omega$ para el Modelo 4420HT)

Verde/Blanco 3000 a 25 °C

Cualquier otra combinación de cables tendrá como resultado una medición de resistencia infinita.

APÉNDICE A. ESPECIFICACIONES

MEDIDOR DE GRIETAS MODELO 4420

En la tabla siguiente se muestra una lista de las especificaciones para todos los modelos, excepto para el medidor de grietas de perfil bajo Modelo 4420-3. Para información sobre ese modelo, vea el Apéndice E.

Rango:	3 mm/ 0.125 pulgadas	12 mm/ 0.5 pulgadas	25 mm/ 1 pulgada	50 mm/ 2 pulgadas	100 mm/ 4 pulgadas	150 mm/ 6 pulgadas	200 mm/ 8 pulgadas	300 mm/ 12 pulgadas
Resolución: ¹	0.025% FSR							
Linealidad:	0.25% FSR							
Cambio térmico cero: ²	<0.05% FSR/°C							
Estabilidad:	<0.2% / año (en condiciones estáticas)							
Rango excesivo:	115% FSR							
Rango de temperatura:	-20 a +80 °C -5 a +175 °F							
Rango de frecuencia:	1400-3500 Hz							
Resistencia de la bobina:	180Ω, +10Ω							
Tipo de cable: ³	Dos pares trenzados (cuatro conductores) 22 AWG Protección de papel aluminio, cubierta de PVC, diámetro total nominal=6.3 mm (0.250 pulgadas)							
Código de cableado:	Rojo y negro son los sensores de cuerda vibrante, blanco y verde son el termistor.							
Longitud: (rango medio, de extremo a extremo)	312 mm (12.3 pulgadas)	337 mm (13.3 pulgadas)	362 mm (14.3 pulgadas)	415 mm (16.4 pulgadas)	573 mm (22.6 pulgadas)	664 mm (26.2 pulgadas)	889 mm (35 pulgadas)	1205 mm (47.5 pulgadas)
Ensamblaje de la bobina Dimensiones: (largo x diámetro total)	31.75 mm/25.4 mm 1.25 pulgadas/1 pulgada							

TABLA 6: Especificaciones del medidor de grietas Modelo 4420

Notas:

¹ Mínimo, una mayor resolución es posible dependiendo del dispositivo de lectura.

² Depende de la aplicación.

³ Cubierta del cable de poliuretano disponible.

APÉNDICE B. DERIVACIÓN DE LA TEMPERATURA DEL TERMISTOR

RESISTENCIA DE TERMISTOR DE 3KΩ

Tipos de termistor:

- YSI 44005, Dale #1C3001-B3, Alpha #13A3001-B3
- Honeywell 192-302LET-A01

Ecuación para obtener la resistencia a la temperatura:

T = 1 / (A+B(LnR)+C(LnR)³) - 273.15

ECUACIÓN 6: Resistencia de termistor de 3KΩ

Donde:

T = Temperatura en °C

LnR = Registro natural de la resistencia del termistor

A = 1.4051 x 10⁻³

B = 2.369 x 10⁻⁴

C = 1.019 x 10⁻⁷

Nota: Coeficientes calculados entre los 50 y los +150 °C.

Ohmios	Temp.	Ohmios	Temp.	Ohmios	Temp.	Ohmios	Temp.	Ohmios	Temp.
201.1 K	-50	15.72 K	-9	2221	32	474.7	73	137.2	114
187.3 K	-49	14.90 K	-8	2130	33	459.0	74	133.6	115
174.5 K	-48	14.12 K	-7	2042	34	444.0	75	130.0	116
162.7 K	-47	13.39 K	-6	1959	35	429.5	76	126.5	117
151.7 K	-46	12.70 K	-5	1880	36	415.6	77	123.2	118
141.6 K	-45	12.05 K	-4	1805	37	402.2	78	119.9	119
132.2 K	-44	11.44 K	-3	1733	38	389.3	79	116.8	120
123.5 K	-43	10.86 K	-2	1664	39	376.9	80	113.8	121
115.4 K	-42	10.31 K	-1	1598	40	364.9	81	110.8	122
107.9 K	-41	9796	0	1535	41	353.4	82	107.9	123
101.0 K	-40	9310	1	1475	42	342.2	83	105.2	124
94.48 K	-39	8851	2	1418	43	331.5	84	102.5	125
88.46 K	-38	8417	3	1363	44	321.2	85	99.9	126
82.87 K	-37	8006	4	1310	45	311.3	86	97.3	127
77.66 K	-36	7618	5	1260	46	301.7	87	94.9	128
72.81 K	-35	7252	6	1212	47	292.4	88	92.5	129
68.30 K	-34	6905	7	1167	48	283.5	89	90.2	130
64.09 K	-33	6576	8	1123	49	274.9	90	87.9	131
60.17 K	-32	6265	9	1081	50	266.6	91	85.7	132
56.51 K	-31	5971	10	1040	51	258.6	92	83.6	133
53.10 K	-30	5692	11	1002	52	250.9	93	81.6	134
49.91 K	-29	5427	12	965.0	53	243.4	94	79.6	135
46.94 K	-28	5177	13	929.6	54	236.2	95	77.6	136
44.16 K	-27	4939	14	895.8	55	229.3	96	75.8	137
41.56 K	-26	4714	15	863.3	56	222.6	97	73.9	138
39.13 K	-25	4500	16	832.2	57	216.1	98	72.2	139
36.86 K	-24	4297	17	802.3	58	209.8	99	70.4	140
34.73 K	-23	4105	18	773.7	59	203.8	100	68.8	141
32.74 K	-22	3922	19	746.3	60	197.9	101	67.1	142
30.87 K	-21	3748	20	719.9	61	192.2	102	65.5	143
29.13 K	-20	3583	21	694.7	62	186.8	103	64.0	144
27.49 K	-19	3426	22	670.4	63	181.5	104	62.5	145
25.95 K	-18	3277	23	647.1	64	176.4	105	61.1	146
24.51 K	-17	3135	24	624.7	65	171.4	106	59.6	147
23.16 K	-16	3000	25	603.3	66	166.7	107	58.3	148
21.89 K	-15	2872	26	582.6	67	162.0	108	56.8	149
20.70 K	-14	2750	27	562.8	68	157.6	109	55.6	150
19.58 K	-13	2633	28	543.7	69	153.2	110		
18.52 K	-12	2523	29	525.4	70	149.0	111		
17.53 K	-11	2417	30	507.8	71	145.0	112		
16.60 K	-10	2317	31	490.9	72	141.1	113		

TABLA 7: Resistencia de termistor de 3KΩ

APÉNDICE C. MODELO 4420HT, VERSIÓN DE ALTA TEMPERATURA

El Modelo 4420HT es un medidor de grietas de alta temperatura, para usarse a 200 °C. Este modelo cuenta con 316 juntas en U de acero inoxidable, en lugar de las cabezas de biela instaladas en medidores de grietas estándares. Debido a la configuración de las juntas en U, la longitud total del conjunto del instrumento es 35 mm (1.375") más largo, lo cuál debe agregarse al determinar la distancia del ancla usando la Tabla 1.

El diámetro con epoxi es ligeramente mayor con la versión de alta temperatura (HT) debido a la protección contra agua y el protector del cable de teflón. Esto resulta en un espacio de unos 14.5 mm (0.569") entre la junta en U y el diámetro exterior del epoxi. El espaciador estándar incluido con los anclajes como se muestra en la Figura 5 y Figura 6 es de unos 12.7 mm (.500 pulgadas); por lo tanto, podría haber interferencia entre el área con epoxi y la superficie. Para asegurarse de que esto no ocurra, gire el conjunto 180 grados sobre su propio eje, o utilice los espaciadores más grandes incluidos.

Los medidores de grietas 4420HT cuentan con un termistor de alta temperatura con un rango de -55 a +300 °C, y una precisión de ±0.5 °C. Para convertir ohmios a temperatura, use la Ecuación 7 o la Tabla 8 a continuación.

Tipo de termistor: Sensor US 103JL1A

Ecuación para obtener la resistencia a la temperatura:

$$T = \frac{1}{A+B(\ln R)+C(\ln R)^3+D(\ln R)^5} - 273.15$$

ECUACIÓN 7: Modelo 4420HT Resistencia de termistor de 10KΩ

Donde:

T = Temperatura en °C

LnR = Registro natural de la resistencia del termistor

A = 1.127670×10^{-3}

B = 2.344442×10^{-4}

C = 8.476921×10^{-8}

D = 1.175122×10^{-11}

Nota: Los coeficientes optimizados para un termistor curva **J** entre las temperaturas de 0 °C y +250 °C.

Ohmios	Temp.	Ohmios	Temp.	Ohmios	Temp.	Ohmios	Temp.	Ohmios	Temp.	Ohmios	Temp.	Ohmios	Temp.	Ohmios	Temp.
32650	0	7402	32	2157	64	763.5	96	316.6	128	148.4	160	76.5	192	42.8	224
31029	1	7098	33	2083	65	741.2	97	308.7	129	145.1	161	75.0	193	42.1	225
29498	2	6808	34	2011	66	719.6	98	301.0	130	142.0	162	73.6	194	41.4	226
28052	3	6531	35	1942	67	698.7	99	293.5	131	138.9	163	72.2	195	40.7	227
26685	4	6267	36	1876	68	678.6	100	286.3	132	135.9	164	70.8	196	40.0	228
25392	5	6015	37	1813	69	659.1	101	279.2	133	133.0	165	69.5	197	39.3	229
24170	6	5775	38	1752	70	640.3	102	272.4	134	130.1	166	68.2	198	38.7	230
23013	7	5545	39	1693	71	622.2	103	265.8	135	127.3	167	66.9	199	38.0	231
21918	8	5326	40	1637	72	604.6	104	259.3	136	124.6	168	65.7	200	37.4	232
20882	9	5117	41	1582	73	587.6	105	253.1	137	122.0	169	64.4	201	36.8	233
19901	10	4917	42	1530	74	571.2	106	247.0	138	119.4	170	63.3	202	36.2	234
18971	11	4725	43	1480	75	555.3	107	241.1	139	116.9	171	62.1	203	35.6	235
18090	12	4543	44	1432	76	539.9	108	235.3	140	114.5	172	61.0	204	35.1	236
17255	13	4368	45	1385	77	525.0	109	229.7	141	112.1	173	59.9	205	34.5	237
16463	14	4201	46	1340	78	510.6	110	224.3	142	109.8	174	58.8	206	33.9	238
15712	15	4041	47	1297	79	496.7	111	219.0	143	107.5	175	57.7	207	33.4	239
14999	16	3888	48	1255	80	483.2	112	213.9	144	105.3	176	56.7	208	32.9	240
14323	17	3742	49	1215	81	470.1	113	208.9	145	103.2	177	55.7	209	32.3	241
13681	18	3602	50	1177	82	457.5	114	204.1	146	101.1	178	54.7	210	31.8	242
13072	19	3468	51	1140	83	445.3	115	199.4	147	99.0	179	53.7	211	31.3	243
12493	20	3340	52	1104	84	433.4	116	194.8	148	97.0	180	52.7	212	30.8	244
11942	21	3217	53	1070	85	421.9	117	190.3	149	95.1	181	51.8	213	30.4	245
11419	22	3099	54	1037	86	410.8	118	186.1	150	93.2	182	50.9	214	29.9	246
10922	23	2986	55	1005	87	400.0	119	181.9	151	91.3	183	50.0	215	29.4	247
10450	24	2878	56	973.8	88	389.6	120	177.7	152	89.5	184	49.1	216	29.0	248
10000	25	2774	57	944.1	89	379.4	121	173.7	153	87.7	185	48.3	217	28.5	249
9572	26	2675	58	915.5	90	369.6	122	169.8	154	86.0	186	47.4	218	28.1	250
9165	27	2579	59	887.8	91	360.1	123	166.0	155	84.3	187	46.6	219		
8777	28	2488	60	861.2	92	350.9	124	162.3	156	82.7	188	45.8	220		
8408	29	2400	61	835.4	93	341.9	125	158.6	157	81.1	189	45.0	221		
8057	30	2316	62	810.6	94	333.2	126	155.1	158	79.5	190	44.3	222		
7722	31	2235	63	786.6	95	324.8	127	151.7	159	78.0	191	43.5	223		

TABLA 8: Modelo 4420HT Resistencia de termistor de 10KΩ

APÉNDICE D. MONITOREO 3D

D.1 MATRIZ DE 3 MEDIDORES DE GRIETAS

El monitoreo de movimientos de las grietas en tres dimensiones, requiere de una matriz de tres medidores de grietas 4420, cada uno para monitorear las dimensiones de X, Y y Z.

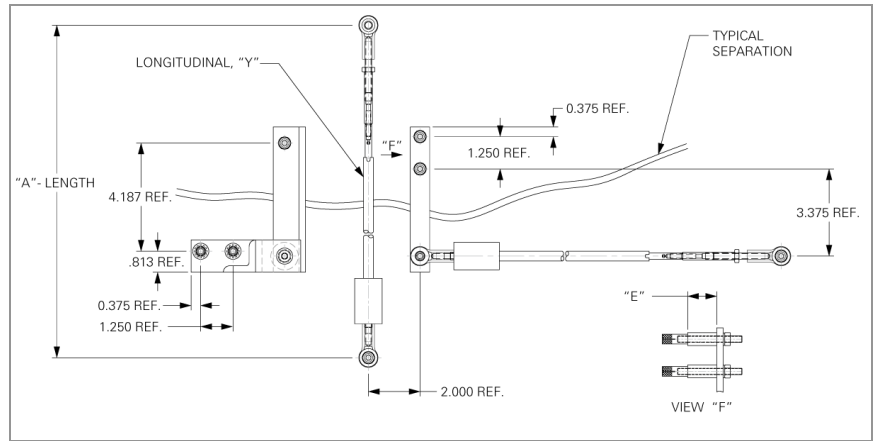


FIGURA 13: Matriz 3D normal: vista superior

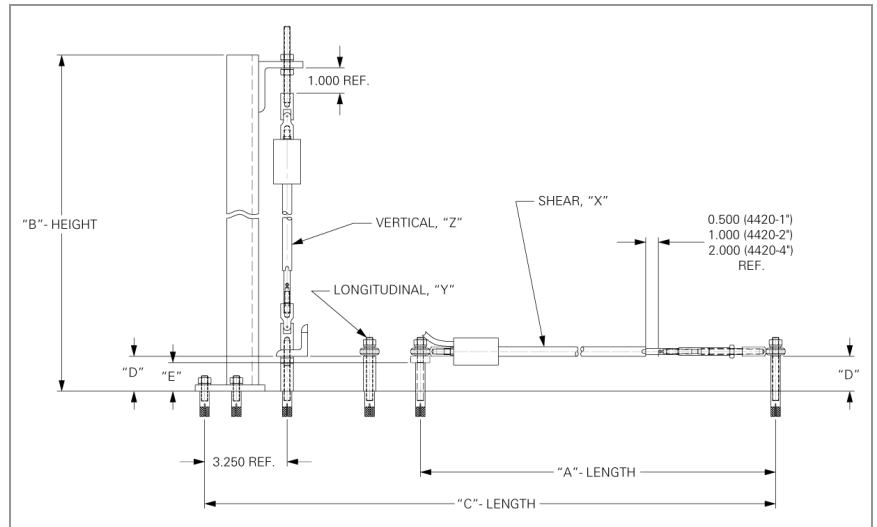


FIGURA 14: Matriz 3D normal: vista frontal

Rango	Longitud 'A' @ rango medio	Altura 'B'	Longitud 'C'	Dimensión 'D'	Dimensión 'E'
25 mm (1 pulgada)	342.90 mm (13.50 pulgadas)	384.56 mm (15.14 pulgadas)	558.80 mm (22 pulgadas)	34.93 mm (1.375 pulgadas)	28.58 mm (1.125 pulgadas)
50 mm (2 pulgadas)	396 mm (15.625 pulgadas)	489.28 mm (19.263 pulgadas)	612.78 mm (24.125 pulgadas)	60.33 mm (2.375 pulgadas)	53.98 mm (2.125 pulgadas)
100 mm (4 pulgadas)	554.81 mm (21.843 pulgadas)	701.88 mm (27.633 pulgadas)	770.71 mm (30.343 pulgadas)	111.13 mm (4.375 pulgadas)	104.78 mm (4.125 pulgadas)

TABLA 9: Matriz 3D, versión normal

Los extremos de los medidores de grietas se fijan a cada lado de la fisura por medio de un soporte o montándolos directamente con anclajes de expansión.

D.2 INSTALACIÓN DE LA MATRIZ 3D ESPACIO ENTRE ANCLAJES

Para distancias, vea la Tabla 1 en la Sección 2.2.1. Cuando coloque el medidor en posición usando un dispositivo de lectura portátil, vea la Tabla 1 en la Sección 2.2.1 para determinar la posición adecuada.

EJE DE LAS X

El eje de las X, como se muestra anteriormente, usa una barra de acero inoxidable de 1/4 x 3/4 de pulgada para transferir el movimiento paralelo a lo largo del eje de la grieta. El sensor requiere de dos orificios separados por una distancia de unos 32 mm (1.25 pulgadas), ambos de 10 mm (3/8 de pulgada) de diámetro y 32 mm de profundidad. Los orificios deben ser perpendiculares a la grieta y estar a una o dos pulgadas. Una vez instalados los anclajes con las espaciadoras encima, sujete la barra de acero inoxidable de 5-5/8 de pulgada de longitud usando las varillas roscadas, las rondanas de seguridad y las tuercas provistas.

Nota: Las espaciadoras utilizadas aquí son 1/8 de pulgada más cortas para aceptar el ancho de la barra. El espacio, elegido de la Tabla 1 en la Sección 2.2.1, se mide luego de forma perpendicular desde el orificio roscado de 1/4-20 en la barra de acero inoxidable. Instale otro anclaje de expansión y espaciadora en este lugar, luego sujete el medidor de grietas con cabezas de biela usando las varillas roscadas, las rondanas de seguridad y las tuercas provistas.

Siga los siguientes pasos de instalación:

1. Usando un taladro para mampostería (u otro equipo apropiado), haga dos orificios de 10 mm (3/8 de pulgada) de diámetro y de 32 mm (1.25 pulgadas) de profundidad a una distancia de 1.25 pulgadas. Los orificios deben ser perpendiculares a, y a una o dos pulgadas de la grieta.
2. Inserte el anclaje de expansión en cada uno de los orificios, con el extremo ranurado hacia abajo.
3. Inserte la herramienta de fijación provista, primero por el extremo pequeño en los anclajes. Expandir cada anclaje golpeando con fuerza varias veces el extremo grande de la herramienta de fijación con un martillo.
4. Retire la funda ranurada de PVC o el pasador que aseguran el eje del transductor.
5. Coloque las espaciadoras sobre los anclajes y sujete la barra de acero inoxidable de 5.625 pulgadas de longitud a los anclajes usando las varillas roscadas, las rondanas de seguridad y las tuercas provistas.

Nota: Las espaciadoras utilizadas aquí son 3.2 mm (1/8 de pulgada) más cortas que las otras para adaptarse al ancho de la barra.

6. Haga otros orificios de 10 mm (3/8 de pulgada) de diámetro y 32 mm (1.25 pulgadas) de profundidad, uno directamente por debajo del orificio roscado de 1/4-20 en la barra de acero inoxidable.
7. Usando el espacio de la Tabla 1 en la Sección 2.2.1, haga otro orificio de 10 mm (3/8 de pulgada) y 32 mm (1.25 pulgadas) de profundidad de forma perpendicular con respecto al que hizo en el paso anterior.
8. Inserte anclajes de expansión en los orificios creados en los pasos cinco y seis con los extremos ranurados hacia abajo.
9. Coloque las espaciadoras sobre los anclajes y sujete el medidor de grietas con cabezas de biela a los anclajes usando las varillas roscadas, las rondanas de seguridad y las tuercas provistas.

EJE DE LAS Y

El eje de las Y monitorea cualquier movimiento perpendicular de la grieta. Se monta usando la misma instalación que con un medidor de grietas estándar, a la que se hace referencia en la Sección 2.2.4, con orificios de 3/8 de pulgada de diámetro y 1 1/4 de pulgada de profundidad a cada extremo de la grieta, y con un espacio elegido de la Tabla 1 en la Sección 2.2.1. Espaciadoras personalizadas provistas para instalarse entre los anclajes de expansión y las cabezas de biela.

Siga los siguientes pasos de instalación:

1. Determine la distancia de colocación adecuada usando la Tabla 1 en la Sección 2.2.1.
2. Usando un taladro para mampostería (u otro equipo apropiado), haga dos orificios de 10 mm (3/8 de pulgada) de diámetro y de 32 mm (1.25 pulgadas) de profundidad en los lugares adecuados.
3. Inserte los anclajes de expansión en los orificios, con el extremo ranurado hacia abajo.
4. Inserte la herramienta de fijación provista en el anclaje, primero por el extremo pequeño. Expandir el anclaje golpeando con fuerza varias veces el extremo grande de la herramienta de fijación con un martillo.
5. Retire la funda ranurada de PVC o el pasador que aseguran el eje del transductor.
6. Presione los tornillos con cabeza a través de los soportes giratorios y espaciadoras en cada extremo del medidor de grietas y luego apriételos en los anclajes.
7. Revise y registre la lectura con el dispositivo de lectura portátil.

EJE DE LAS Z

El eje de las Z, como se muestra anteriormente, mide el movimiento vertical a lo largo de la grieta usando dos soportes: uno para transferir el movimiento a lo largo de la grieta, y uno para montar el sensor de forma vertical. La viga de acero inoxidable en forma de L de 5-5/8 pulgadas se monta de un lado al otro de la grieta instalando un anclaje de expansión a una distancia de unas dos pulgadas de la grieta. Después se alinea el elemento vertical para que el medidor de grietas con juntas en U en ambos extremos, quede en posición vertical con respecto a la abertura. Se proveen dos anclajes de expansión con esta parte, localizados a una distancia de 1-1/4 de pulgada, y no se requieren espaciadoras. Un porcentaje del rango del transductor puede establecerse apretando o aflojando las tuercas en la larga varilla roscada.

La altura real de los medidores de grietas sobre la superficie es determinada por las espaciadoras y es proporcional al rango del sensor, para adaptarse a la cantidad máxima de movimiento.

El hardware 3D estándar incluye anclajes de expansión, pero está diseñado para que puedan intercambiarse por anclajes de fijación.

Para los pasos de la instalación, vea las instrucciones en la sección Sección 2.2.3 para anclajes de fijación y en la Sección 2.2.4 para los anclajes drop-in de expansión.

D.3 MATRIZ MÉNSULA 3D ALTERNATIVA MODELO 4420-3

Puede usar un medidor de grietas en ménsula modelo 4420-3 para construir una versión alternativa de esta matriz 3D, en donde la 4420-3 monitorea el eje vertical de las Z en una disposición de ménsula.

El 4420-3 emplea un deformímetro modelo 4150 para medir los movimientos verticales. Esta versión, que se muestra a continuación, está disponible solamente en un rango de una pulgada.

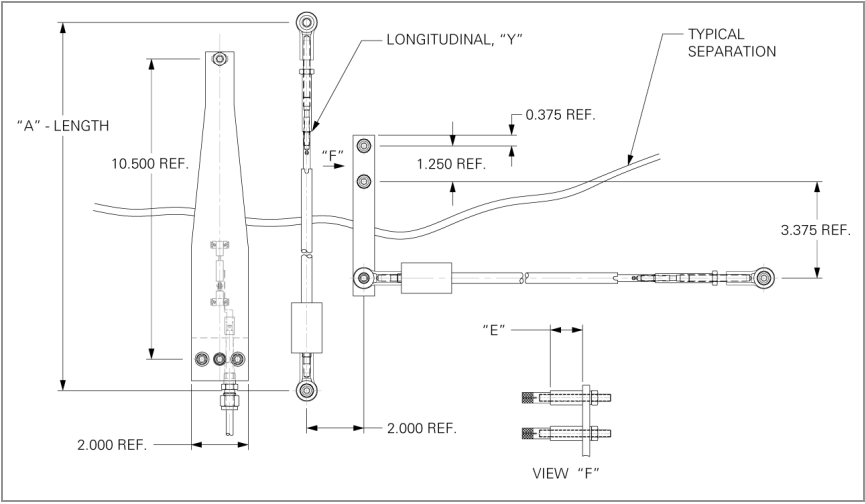


FIGURA 15: Matriz ménsula 3D: vista superior

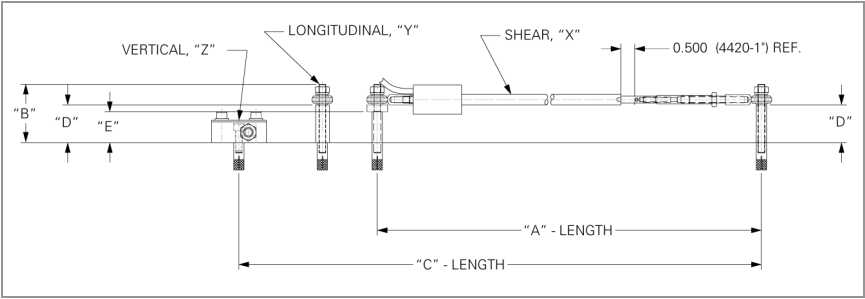


FIGURA 16: Matriz ménsula 3D: vista frontal

Rango	Longitud 'A' @ rango medio	Altura 'B'	Longitud 'C'	Dimensión 'D'	Dimensión 'E'
25 mm (1 pulgada)	342.90 mm (13.50 pulgadas)	53.98 mm (2.125 pulgadas)	558.80 mm (22 pulgadas)	34.93 mm (1.375 pulgadas)	28.58 mm (1.125 pulgadas)

TABLA 10: Matriz 3D, versión ménsula

Para información detallada acerca del medidor de grietas de bajo perfil 4420-3, vea el Apéndice E.

APÉNDICE E. MEDIDOR DE GRIETAS DE BAJO PERFIL MODELO 4420-3

GEOKON Los medidores de grietas de cuerda vibrante de bajo perfil Modelo 4420-3 usan un deformímetro Modelo 4150 montado en la parte inferior de una placa de acero inoxidable, un tornillo de presión de punta ovalada ajustable y un cable del instrumento asegurado e impermeabilizado por un conector Swagelok.

El medidor está montado como una ménsula, con el extremo del cable del medidor de grietas fijado a la superficie de montaje por un tornillo con cabeza instalado en un anclaje de expansión, con el otro extremo libre. Este extremo libre permite al tornillo de presión de punta cónica mantener el contacto con la superficie de montaje (o disco de referencia) conforme se mueve.

Las tensiones se miden usando el principio de la cuerda vibrante. Conforme la superficie de montaje se levanta o baja, incrementa o disminuye la tensión en la cuerda vibrante dentro del medidor 4150. Este cambio en la tensión es medido como un cambio en la frecuencia de resonancia de la vibración del cable.

La varilla roscada y las tuercas de bloqueo que la acompañan permite que la lectura de cero se ajuste según se necesite.

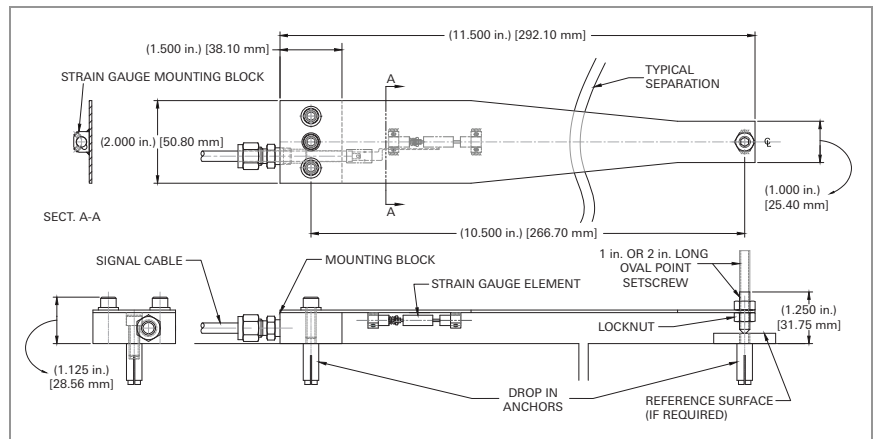


FIGURA 17: Plano del medidor de grietas de cuerda vibrante de bajo perfil Modelo 4420-3

E.1 INSTALACIÓN

E.1.1 PRUEBAS PRELIMINARES

Lleva a cabo una prueba preliminar siguiendo los pasos siguientes:

1. Conecte el medidor a una consola de lectura siguiendo las instrucciones en la Sección 4.1.
2. Observe la lectura mostrada, que normalmente se encuentra entre los 1800 y los 2500 dígitos. La lectura de la temperatura deberá ser equivalente a la temperatura ambiente.

Puede verificar la continuidad de la corriente eléctrica usando un ohmímetro. La resistencia entre los conductores principales deberá ser de alrededor de 50 ohmios. Recuerde añadir la resistencia de los cables, que debe ser de aproximadamente 14.7Ω por cada 1000 pies (48.5Ω por kilómetro) de líneas de cobre trenzado a 20°C con calibre de alambre estadounidense 22 (AWG). Multiplique este factor por dos para considerar ambas direcciones. La resistencia entre los conductores verde y blanco variarán dependiendo de la temperatura; vea la Tabla 7 en el Apéndice B. La resistencia entre cualquier conductor y la coraza no deberá exceder los dos megaohmios.

En caso de que cualquiera de estas pruebas preliminares falle, vea la Sección 6 para identificar y solucionar el problema.

E.1.2 INSTALACIÓN DEL MEDIDOR DE GRIETAS

1. Usando un taladro para mampostería (u otro equipo apropiado), haga un orificio de 9.5 mm (3/8 de pulgada) de diámetro y de 32 mm (1.25 pulgadas) de profundidad a cada lado de la grieta, a una distancia de 267 mm (10.5 pulgadas).

Nota: En superficies de montaje con textura lisa, puede omitirse el disco de referencia. Para instalaciones sin el disco de referencia solo se requiere un orificio y un anclaje de expansión. El ensamblaje completo sin disco de referencia se muestra en la Figura 18 a continuación.

2. Limpie los orificios e inserte los anclajes, con el extremo ranurado hacia abajo.
3. Inserte la herramienta de fijación provista, primero por el extremo pequeño en cada uno de los anclajes. Expanda los anclajes golpeando con fuerza varias veces el extremo grande de la herramienta de fijación con un martillo.
4. Use cemento Loctite en los hilos, atornille el disco de referencia a uno de los orificios de anclaje de expansión roscados hasta que quede apretado en el anclaje.
5. Afloje las tuercas de seguridad del tornillo de presión de punta ovalada. Con la llave provista, retire el tornillo de presión hasta que no haga contacto con la superficie de referencia cuando el medidor está montado.

Nota: Un tornillo de presión es provisto para las instalaciones en las que se espera un 75% o más de incremento en el desplazamiento de la superficie de referencia en relación con el medidor de grietas. Cuando se usa el tornillo de presión de una pulgada, las tuercas de seguridad deben colocarse en la parte inferior del medidor, si el espacio lo permite.

6. Alinee el orificio roscado del lado del cable del medidor de grietas sobre el otro anclaje.
7. Deslice la rondana por el tornillo con cabeza y apriételo dentro del anclaje de expansión.

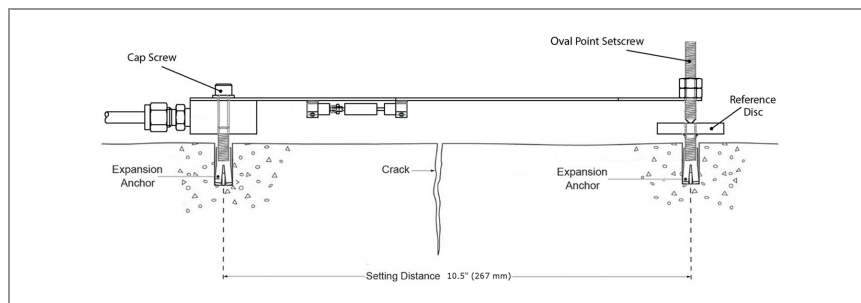


FIGURA 18: Ensamblaje del medidor de grietas usando un disco de referencia y dos anclajes

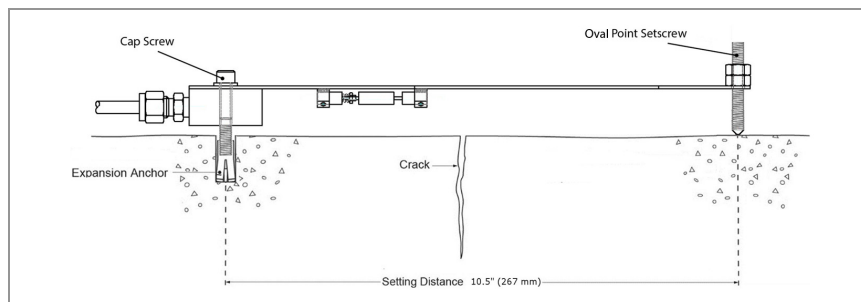


FIGURA 19: Ensamblaje del medidor de grietas con un solo anclaje y sin disco de referencia

8. Conecte el cable a la consola de lectura. Use el botón POS para seleccionar la posición E y el botón de MODO para seleccionar microdeformaciones ($\mu\epsilon$). La hoja de calibración indica las lecturas mínima y máxima recomendadas con base en los puntos de ajuste usados durante el proceso de calibración.

9. Ajuste a la posición cero girando el tornillo de precisión de punta ovalada hasta alcanzar la lectura deseada. La lectura cero correcta puede determinarse por lo siguiente:
 - Si se espera que el tornillo de precisión en el extremo del medidor disminuya solamente en relación con el medidor 4150, ajuste la lectura cero cerca del desplazamiento de 0.0 mm, de acuerdo con la hoja de calibración (alrededor de 2000 dígitos).
 - Si se espera que el tornillo de precisión en el extremo del medidor se incremente solamente en relación con el medidor 4150, ajuste la lectura cero cerca del desplazamiento de 25.4 mm, de acuerdo con la hoja de calibración (alrededor de 12000 dígitos).
 - Para un movimiento desconocido o para ajustar el medidor en un rango medio, ajuste la lectura de cero entre el desplazamiento de 10.2 mm y 15.2 mm, de acuerdo con la hoja de calibración (alrededor de 7000 dígitos).
- Nota:** Las sugerencias anteriores de lectura cero se dan asumiendo que los dos lados de la unión están en el mismo plano cuando se instala el instrumento. Si existe una discrepancia importante entre los dos lados, contacte a geokon para determinar si se requiere una solución personalizada.
10. Cuando se ajuste la lectura, apriete las tuercas de seguridad para asegurar el tornillo de precisión.
 11. En áreas de tráfico intenso, el medidor debe ser protegido por una placa protectora. Para más información, vea la Sección 3.2.

E.2 ESPECIFICACIONES

En la tabla siguiente se muestra una lista de especificaciones.

Rango:	3000 $\mu\epsilon$
Resolución ¹	0.4 $\mu\epsilon$
Exactitud de la calibración	0.1% FS
Exactitud del sistema ²	2.0% FS
Estabilidad:	0.1%/año
Linealidad:	2.0% FSR
Coefficiente térmico	12.2 $\mu\epsilon/^\circ\text{C}$
Rango de temperatura:	-20 a +80 $^\circ\text{C}$ -5 a +175 $^\circ\text{F}$
Posición de la lectura	E
Mostrar unidades	microdeformaciones ($\mu\epsilon$)
Rango de frecuencia:	1400-3500 Hz
Resistencia de la bobina:	+50 Ω
Dimensiones (medidor)	57.2 x 6.4 mm 2.250 x 0.250 pulgadas
Dimensiones (bobina)	19.1 x 6.4 mm (diámetro) 0.750 x 0.250 pulgadas (diámetro)
Lectura del rango medio	2500 $\mu\epsilon$
Lectura mínima	1000 $\mu\epsilon$
Lectura máxima	4000 $\mu\epsilon$

TABLA 11: Especificaciones del medidor de grietas Modelo 4420-3

Notas:

¹ Depende del dispositivo de lectura; las cifras anteriores corresponden al dispositivo de lectura GK-404.

² La exactitud del sistema considera la histéresis, la no linealidad, la desalineación, las variaciones en el factor grupal y otros aspectos de la medición real del programa. La exactitud del sistema a 1.0% FS puede lograrse a través de la calibración individual de cada medidor de grietas.

E.3 TERMISTOR

Rango: -80 a +150 °C

Exactitud: ± 0.5 °C

E.4 FACTOR DE CORRECCIÓN DE LA TEMPERATURA

Puede hacerse una pequeña corrección para cambios en la temperatura. Conforme sube la temperatura, la lectura promedio del sensor bajará aproximadamente un dígito por °C. Para calcular el desplazamiento, corregido por la temperatura, use la siguiente ecuación.

$$D_{\text{corregido}} = G [(R_1 - R_0) + (T_1 - T_0)]$$

ECUACIÓN 8: *Desplazamiento, corregido por temperatura*

El efecto de la temperatura mostrado anteriormente es para un medidor de grietas de perfil bajo que todavía no se ha instalado y es mínimo. El efecto real de la temperatura del instrumento instalado solo pueden ser estimadas empíricamente por mediciones de las deformaciones y la temperatura durante un periodo de tiempo corto.



GEOKON
48 Spencer Street
Lebanon, New Hampshire
03766, USA

Teléfono: +1 (603) 448-1562
Email: info@geokon.com
Sitio web: www.geokon.com

GEOKON
es una compañía
ISO 9001:2015