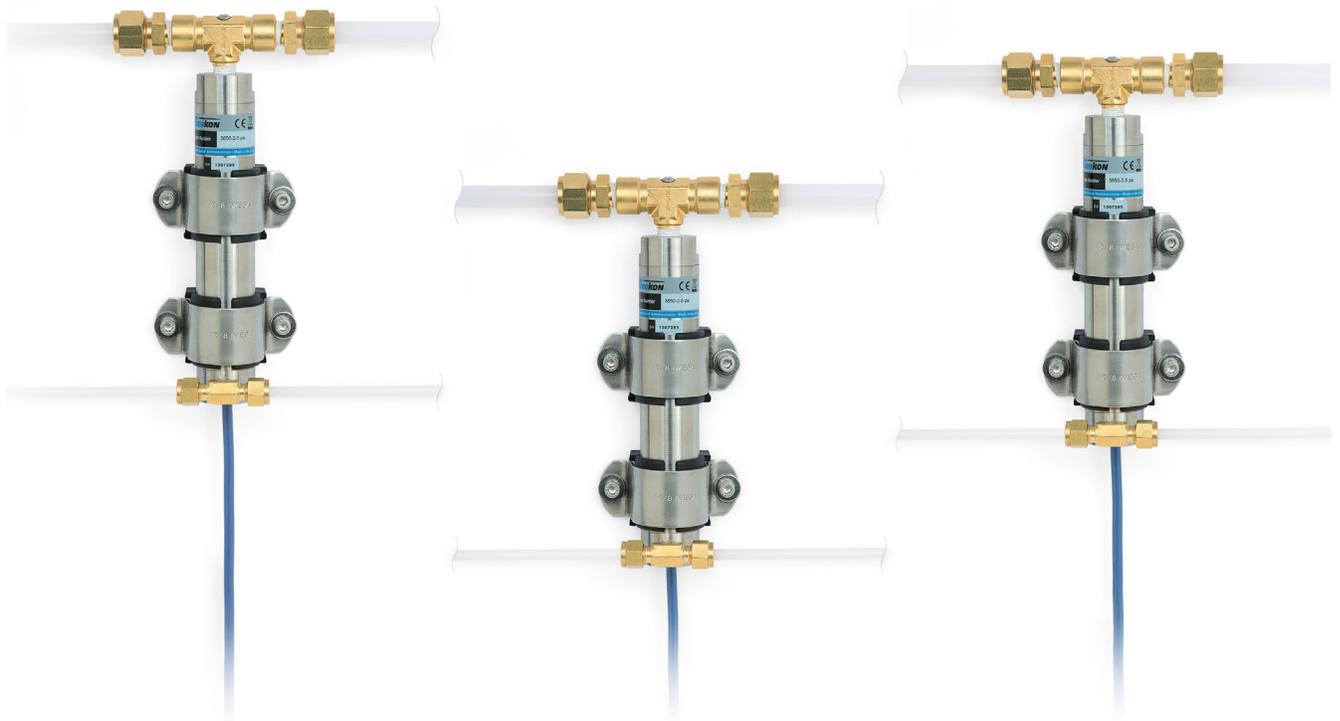

Modelo Serie 4655

Sistema de asentamiento multipunto

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 ante 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. TEORÍA DE FUNCIONAMIENTO	1
2. INSTALACIÓN	2
2.1 ACCESORIOS INCLUIDOS	2
2.2 INSTALACIÓN DEL DEPÓSITO Y SENSORES	2
2.3 INSTALACIÓN DE LA TUBERÍA	3
2.3.1 LÍNEA DE LÍQUIDO	3
2.3.2 CONDUCTO DE VENTILACIÓN	4
2.3.3 LÍNEA PUENTE	4
3. LLENADO DEL SISTEMA	5
3.1 LLENADO DESDE EL DEPÓSITO	5
3.2 LLENADO DESDE EL EXTREMO DE LA TUBERÍA	7
4. COLOCACIÓN DE LOS CABLES	9
5. REALIZANDO LAS LECTURAS	10
5.1 GK-404 CONSOLA DE LECTURA DE CUERDA VIBRANTE	10
5.1.1 OPERACIÓN DE LA GK-404	10
5.2 GK-405 CONSOLA DE LECTURA DE CUERDA VIBRANTE	11
5.2.1 CONECTAR SENSORES CON CONECTORES DE PASO ADJUNTOS DE 10 PUNTOS	11
5.2.2 CONECTAR SENSORES CON CONDUCTORES DESCUBIERTOS	11
5.2.3 OPERACIÓN DE LA GK-405	11
5.3 MEDICIÓN DE TEMPERATURAS	11
6. REDUCCIÓN DE DATOS	13
6.1 CÁLCULO DE LA ELEVACIÓN DEL SENSOR	13
6.2 CORRECCIÓN PARA ASENTAMIENTO O LEVANTAMIENTO DE LA TERMINAL DEL DEPÓSITO	15
6.3 CORRECCIONES DE TEMPERATURA	15
APPENDIX A. ESPECIFICACIONES	17
A.1 ESPECIFICACIONES DEL MODELO 4655	17
A.2 ESPECIFICACIONES DE PRESIÓN DEL TRANSDUCTOR	17
APPENDIX B. DERIVACIÓN DE LA TEMPERATURA DEL TERMISTOR	18
B.1 RESISTENCIA DE TERMISTOR DE 3KΩ	18
B.2 RESISTENCIA DE TERMISTOR DE 10KΩ	19
APPENDIX C. MONTAJE DEL TUBO SWAGELOK	20
C.1 INSTALACIÓN	20
C.2 INSTRUCCIONES PARA VOLVER A MONTAR	21

FIGURAS

FIGURA 1: ACCESORIOS DEL MODELO 4655	2
FIGURA 2: DETALLES DE MONTAJE DEL MODELO 4655	3
FIGURA 3: DEPÓSITO, CÁMARA DESECANTE Y CAJA DE BORNES DEL MODELO 4655-1	4
FIGURA 4: DEPÓSITO DE LÍQUIDO Y CÁMARA DESECANTE CONECTADAS CON UN PUENTE	4
FIGURA 5: LLENADO DESDE EL DEPÓSITO	5
FIGURA 6: REMOVER EL TORNILLO OBTURADOR	6
FIGURA 7: USO DE LA JERINGA PARA LA EXTRACCIÓN DE AIRE O LÍQUIDO	7
FIGURA 8: LLENADO DESDE EL EXTREMO	7
FIGURA 9: REGISTRADOR DE DATOS	9
FIGURA 10: CONSOLA DE LECTURA GK-404	10
FIGURA 11: CONECTOR LEMO A GK-404	10
FIGURA 12: CONSOLA DE LECTURA GK-405	11
FIGURA 13: REPORTE DE CALIBRACIÓN TÍPICO	14
FIGURA 14: HOJA DE CALIBRACIÓN NORMAL DE LA PRESIÓN DEL TRANSDUCTOR	15
FIGURA 15: INSERCIÓN DEL TUBO	20
FIGURA 16: HAGA UNA MARCA EN LA PARTE QUE APUNTA HACIA ABAJO (EN LA POSICIÓN QUE OCUPA EL 6 EN UN RELOJ)	20
FIGURA 17: APRIETE UNA Y UN CUARTO DE VUELTAS	20
FIGURA 18: MARCAS PARA VOLVER A MONTAR	21
FIGURA 19: CASQUILLOS ENCAJADOS EN EL ACCESORIO	21
FIGURA 20: APRIETE LA TUERCA LIGERAMENTE	22

TABLAS

TABLA 1: ESPECIFICACIONES DE PRESIÓN DEL TRANSDUCTOR..... 17

TABLA 2: ESPECIFICACIONES DEL MODELO 4655..... 17

TABLA 3: RESISTENCIA DE TERMISTOR DE 3KΩ..... 18

TABLA 4: RESISTENCIA DE TERMISTOR DE 10KΩ..... 19

ECUACIONES

ECUACIÓN 1: ELEVACIÓN	13
ECUACIÓN 2: CORRECCIÓN DE LA TEMPERATURA	16
ECUACIÓN 3: RESISTENCIA DE TERMISTOR DE 3KΩ	18
ECUACIÓN 4: RESISTENCIA DE TERMISTOR DE 10KΩ	19

1. TEORÍA DE FUNCIONAMIENTO

GEOKON Los sistemas de asentamiento de cuerda vibrante Modelo 4655 son sistemas de asentamiento multipunto que comprenden una serie de sensibles transductores de presión de cuerda vibrante conectados por un tubo de nylon lleno de líquido, que a su vez se conecta a un depósito de líquido. El depósito tiene una gran capacidad de líquido en comparación con el volumen requerido para llenar el sistema, lo cual ayuda a minimizar los efectos de los pequeños cambios en el volumen en la tubería por las variaciones de temperatura.

Cuando está en uso, cualquier cambio en la elevación de un sensor resultará en un cambio en la altura de la columna de líquido entre el depósito y el sensor y en la presión que mide ese sensor. Como todos los sensores comparten la misma línea de líquido y tienen como referencia la misma elevación de líquido en el depósito, pueden medirse los cambios en las elevaciones del sensor, relativas entre ellas.

2. INSTALACIÓN

2.1 ACCESORIOS INCLUIDOS

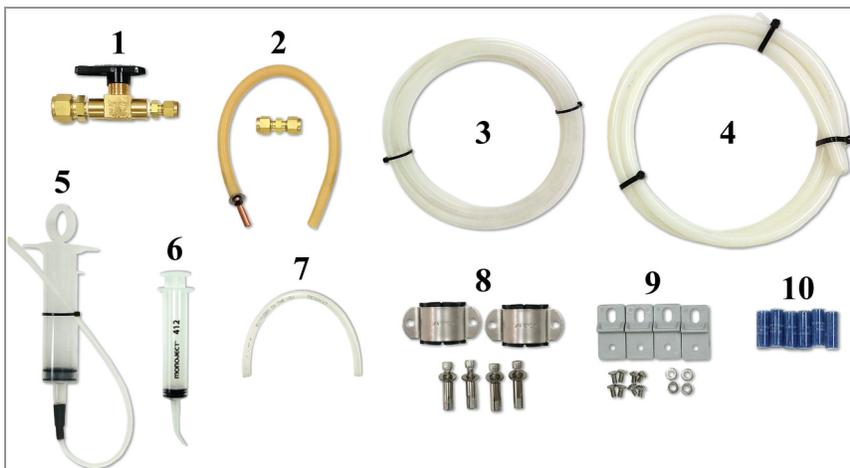


FIGURA 1: Accesorios del Modelo 4655

Los artículos que se muestran en la figura anterior son los siguientes:

1. Válvula bidireccional
2. Tubería de caucho y unión para el aditamento de la bomba de vacío
3. Tubería de conducto de ventilación de polietileno de ¼ de pulgada
4. Tubería de línea de líquido de nylon de ½ pulgada
5. Jeringa para hacer pequeños ajustes en el nivel del fluido en el depósito a través del Swagelok en la tapa
6. Jeringa para extraer aire o líquido del sensor a través del orificio del tornillo obturador
7. Línea puente para conectar el depósito de líquido del sistema de asentamiento a la cámara desecante
8. Soportes de montaje para el sensor y el hardware proporcionado
9. Patas de montaje para la carcasa del depósito y hardware proporcionado
10. Paquetes de desecante de repuesto

2.2 INSTALACIÓN DEL DEPÓSITO Y SENSORES

El primer paso es determinar la elevación de todos los sensores y del depósito. Recuerde que el depósito debe encontrarse sobre todos los sensores y que la diferencia de elevación entre el depósito y cualquier sensor debe estar dentro del rango de la escala total de los transductores de presión. El depósito debe fijarse a una estructura estable o a una cuyo nivel pueda analizarse fácilmente.

Los sensores se instalan fijando los soportes proporcionados al concreto u otra superficie usando los anclajes *drop-in* incluidos o pernos soldados o ajustados al acero u otro material, como se muestra en la Figura 2.

MONTAJE DE LOS SENSORES EN CEMENTO CON LOS ANCLAJES DROP-IN INCLUIDOS

1. Use un dispositivo de nivelación para alinear el primer soporte de montaje de forma vertical a la pared. Marque los puntos en donde instalará los dos anclajes.

2. Usando un taladro para mampostería (u otro equipo apropiado), haga dos orificios de 12 mm (½ pulgada) de diámetro y de 37 mm (1.5 pulgadas) de profundidad. Limpie cuidadosamente los orificios, si es posible, soplando con aire comprimido.
3. Inserte los anclajes de expansión en los orificios. (El extremo con rosca debe de estar cerca de la apertura.)
4. Inserte la herramienta de fijación provista, primero por el extremo pequeño en un anclaje. Expande el anclaje golpeando con fuerza varias veces el extremo grande de la herramienta de fijación con un martillo. Haga lo mismo en el segundo anclaje.
5. Repita los pasos del 1 al 4 para el segundo soporte de montaje.
6. Ajuste el sensor a la pared usando los soportes de montaje y el hardware proporcionado, como se ilustra en la figura a continuación.

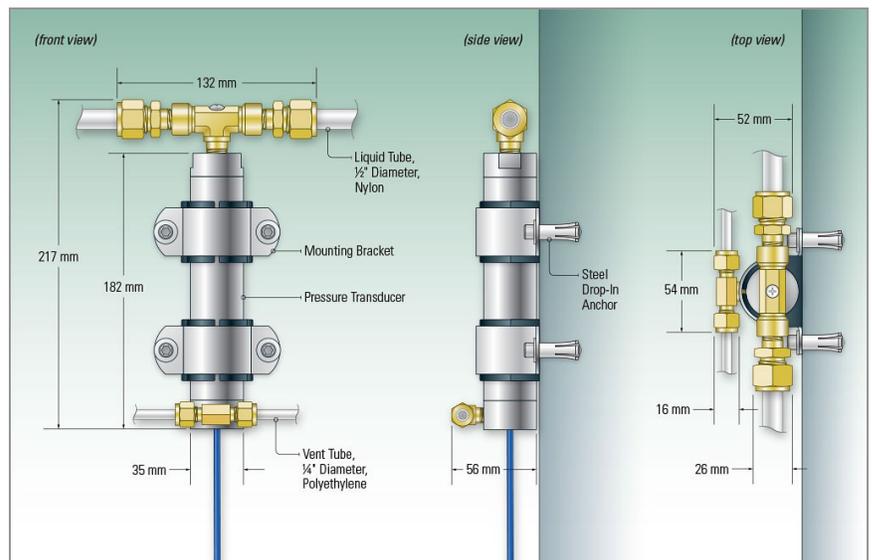


FIGURA 2: Detalles de montaje del Modelo 4655

2.3 INSTALACIÓN DE LA TUBERÍA

La tubería debe instalarse después que los sensores y el depósito se han colocado en posición.

Nota: Los cambios en la temperatura pueden hacer variar la gravedad específica del fluido, lo cual puede ser difícil de corregir. Para evitar este problema, asegúrese de proteger la tubería de la luz solar directa.

Se proporcionan conectores en T para las líneas de líquido y aire; los depósitos se entregan con conectores y tapas para tubería, dependiendo de si el sistema es un sistema serie, un sistema de "ramales", o una combinación de ambos.

2.3.1 LÍNEA DE LÍQUIDO

Para la línea de líquido deben usarse solamente tuberías de nylon porque es el mejor material para mantener el aire fuera del sistema, previniendo la formación de burbujas en las líneas de líquido (que tendrían un efecto negativo en las lecturas). La tubería de líquido debe colocarse de la forma más derecha posible, idealmente dentro de una elevación de ± 9.5 mm (0.375 pulgadas), sin aumentos ni disminuciones. (Se permiten disminuciones mínimas en la línea si se usa un vacío para rellenar.) Los sifones deben evitarse a toda costa. El radio de curvatura mínimo recomendado para la tubería de líquido es de 31.8 mm (1.25 pulgadas).

2.3.2 CONDUCTO DE VENTILACIÓN

La colocación del conducto de ventilación es mucho menos crítico que la de la línea de líquido. Puede colocarse de cualquier forma, mientras se instale por debajo de la línea de líquido (vea la Figura 3). Un extremo del conducto de ventilación debe terminar en el accesorio en forma de T del sensor más apartado en una cámara desecante que se ubique junto al depósito.

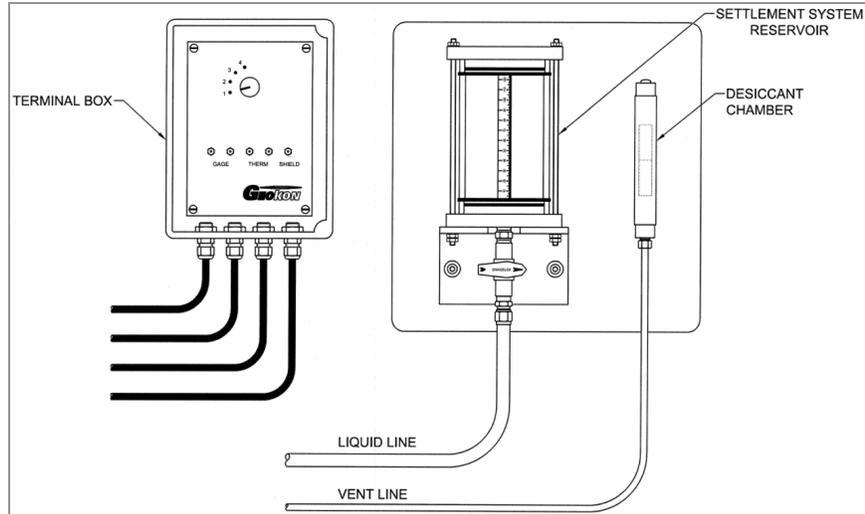


FIGURA 3: Depósito, cámara desecante y caja de bornes del Modelo 4655-1

2.3.3 LÍNEA PUENTE

Use la línea puente incluida para conectar el depósito de líquido del sistema de asentamiento a la cámara desecante. Dependiendo de las condiciones del sitio, agregar o remover el puente puede ayudar a estabilizar las lecturas del sensor.



FIGURA 4: Depósito de líquido y cámara desecante conectadas con un puente

3. LLENADO DEL SISTEMA

Es muy importante eliminar el aire del sistema. Es necesario el uso de un fluido al que se le ha retirado el aire; puede comprar uno de GEOKON. El líquido usado en el sistema debe ser uno del cual se conozca la gravedad específica para convertir el factor de medición del sensor, que se presenta en kPa/mA a mm/mA. La conversión de kPa a mm del agua destilada es: $1 \text{ kPa} = 102.2 \text{ mm de agua}$. Si se usa una mezcla de agua destilada y anticongelante, como etilenglicol o propilenglicol, debe medirse la gravedad específica del fluido, y el factor de medición debe ajustarse con base en esta medida dividiendo 102.2 entre la gravedad específica. Si solo se usa agua o propilenglicol, debe agregarse una pequeña cantidad de etilenglicol anticongelante, (5% por volumen) o un par de cristales de sulfato de cobre para evitar el crecimiento de algas. El líquido proporcionado por GEOKON es una mezcla de propilenglicol y agua al 50/50 con un supresor de algas añadido. Al líquido se le ha retirado el aire, mantenga tapado el contenedor hasta el momento de verter el líquido en el depósito. Evite que se formen burbujas al verterlo.

El llenado del sistema es la tarea más difícil debido a problemas asociados con burbujas de aire atrapadas y la necesidad de eliminarlas. Para este proceso se necesitarán dos personas: una para encargarse del depósito y de la bomba de vacío, y otra para monitorear el fluido conforme ingresa al sistema.

Se necesita una bomba de vacío eléctrica para evitar burbujas. (Puede comprar bombas de vacío de GEOKON). Sin una bomba de vacío, se formarán burbujas en la tubería que deberán ser eliminadas. Si no es factible usar una bomba de vacío, use una bomba de vacío manual Mytivac. (Está disponible como accesorio o puede comprarse en una tienda de artículos para autos).

Los sistemas pueden llenarse desde el depósito o desde el extremo de la tubería, como se describe en las secciones siguientes.

3.1 LLENADO DESDE EL DEPÓSITO

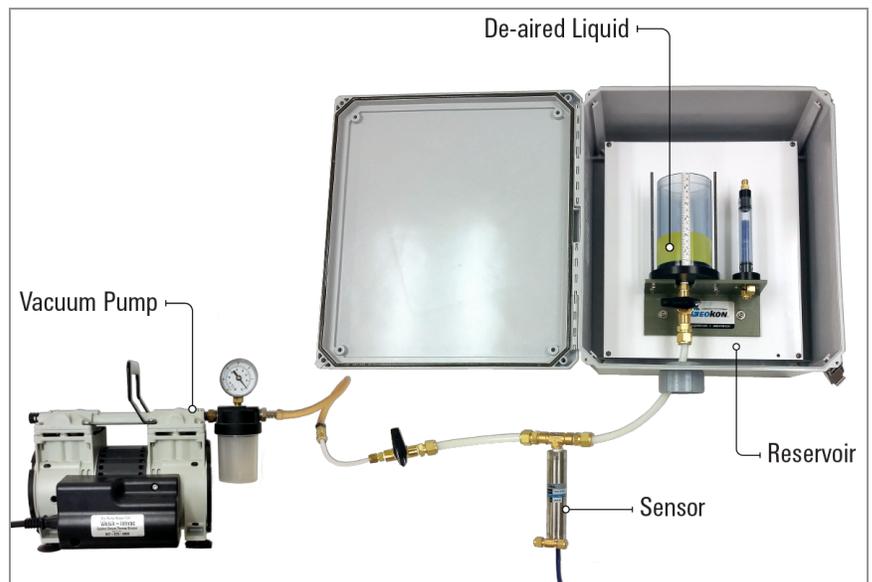


FIGURA 5: Llenado desde el depósito

Primero, fije una tubería de $\frac{1}{2}$ pulgadas (se le han proporcionado tres pies) al último sensor en la cuerda más alejada del depósito. A esa parte de tubería, fije la válvula bidireccional incluida. (Consulte el Apéndice C para ver las instrucciones de Swagelok). Después, puede cortarse y ajustarse al lado opuesto de la válvula una tubería de 6.4 mm ($\frac{1}{4}$ de pulgada), lo suficientemente larga como para llegar a la

bomba de vacío, de la pieza de 3 metros (10 pies) provista. Se incluyen una pieza de tubo de caucho y una unión que pueden facilitar la conexión de la bomba.

Cierre la válvula en el fondo del depósito y luego llene el depósito de líquido al que se le ha retirado el aire. Abra la válvula más cercana a la bomba de vacío y enciéndala para comenzar a evacuar el sistema.

Una recomendación general para el nivel de presión del vacío es por debajo de los 10 Mbar al llenar los sistemas de asentamiento, pero esto podría no ser posible dependiendo del tamaño del sistema y la fuerza de la bomba usada. Mientras más baja la presión, mejor, para garantizar que no haya ninguna fuga en los conectores.

Cuando haya establecido el vacío, llene el depósito con líquido al que se le ha retirado el aire y luego abra la válvula de la base del depósito y permita que el líquido al que se le ha retirado el aire fluya y llene las líneas de cada sensor. Asegúrese de agregar al depósito el líquido al que se le ha retirado el aire conforme entra al sistema para evitar que el aire contamine la tubería. Evite formar burbujas al verter. Vigile el líquido conforme llega a la bomba de vacío y cierre la válvula más cercana a esta antes de que el líquido entre. Apague la bomba.

Precaución: La bomba puede dañarse si le entra líquido.

Si queda aire atrapado en cualquier sensor, debe retirarlo removiendo el tornillo obturador en la parte superior del accesorio en T de cada sensor uno a la vez (Figura 6) y extrayendo el aire o líquido del sensor a través del orificio del tornillo obturador usando la jeringa incluida (Figura 7). Cuando haya removido el aire de todos los sensores, vuelva a colocar los tornillos obturadores. Si se observa alguna burbuja en la línea de líquido, haga que vuelva al depósito, o a uno de los accesorios del sensor, en donde puede permitirse que escape al abrir ligeramente el conector en ese punto y/o abriendo el tornillo obturador en la T. Ajuste el nivel de fluido en el depósito con la jeringa incluida hasta más o menos la mitad.



FIGURA 6: *Remover el tornillo obturador*



FIGURA 7: Uso de la jeringa para la extracción de aire o líquido

3.2 LLENADO DESDE EL EXTREMO DE LA TUBERÍA

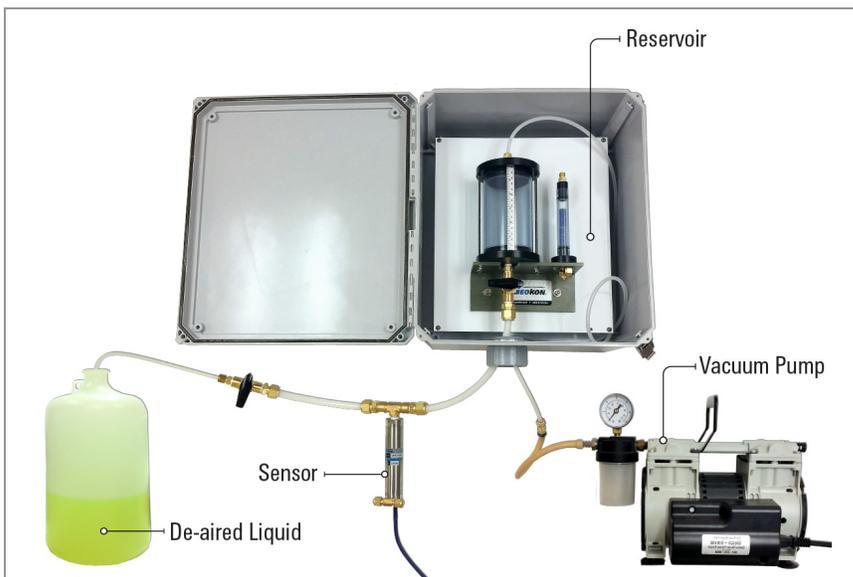


FIGURA 8: Llenado desde el extremo

Primero, fije una tubería de ½ pulgada (se le han proporcionado tres pies) al último sensor en la cuerda. A esa parte de tubería, fije la válvula bidireccional incluida. (Consulte el Apéndice C para ver las instrucciones de Swagelok). Después, corte y ajuste al lado opuesto de la válvula una tubería de 6.4 mm (¼ de pulgada), lo suficientemente larga como para llegar al recipiente que contiene el fluido de asentamiento, de la pieza de 3 metros (10 pies) provista. Inserte el extremo libre del tubo dentro del fluido y cierre la válvula.

En el extremo superior del depósito, fije una tubería de 6.4 mm (¼ de pulgada), lo suficientemente larga como para alcanzar la bomba de vacío. Fije el extremo libre a la bomba de vacío y aplique un vacío al sistema con la válvula del depósito abierta. Se incluyen una pieza de tubo de caucho y una unión que pueden facilitar la conexión de la bomba. Una recomendación general para el nivel de presión del vacío es por debajo de los 10 Mbar al llenar los sistemas de asentamiento, pero esto podría no ser posible dependiendo del tamaño del sistema y la fuerza de la bomba

que se está usando. Mientras más baja la presión, mejor, para garantizar que no haya ninguna fuga en los conectores.

Una vez establecido el vacío, abra la válvula en el extremo del sistema para permitir que el fluido al que se le ha retirado el aire fluya hacia adentro. Para evitar burbujas en el sistema, combine todos los fluidos en un contenedor grande o deje la línea de relleno en un contenedor y siga agregando fluido en él, asegurándose de que el nivel del líquido nunca esté por debajo del extremo del tubo de relleno, por donde podría entrar aire al sistema. Una vez que el fluido haya llenado todo el sistema y que haya entrado en el depósito, desconecte la bomba de vacío y cierre la válvula del extremo. Saque del depósito la extensión de tubo de 6.4 mm (¼ de pulgada) de la bomba de vacío.

Si queda aire atrapado en cualquier sensor, debe retirarlo removiendo el tornillo obturador en la parte superior del accesorio en T de cada sensor uno a la vez (Figura 6 de arriba) y extrayendo el aire o líquido del sensor a través del orificio del tornillo obturador usando la jeringa incluida (Figura 7 de arriba). Cuando haya removido el aire de todos los sensores, vuelva a colocar los tornillos obturadores. Si se observa alguna burbuja en la línea de líquido, haga que vuelva al depósito, o a uno de los accesorios del sensor, en donde puede permitirse que escape al abrir ligeramente el conector en ese punto y/o abriendo el tornillo obturador en la T. Ajuste el nivel de fluido en el depósito con la jeringa incluida hasta más o menos la mitad.

4. COLOCACIÓN DE LOS CABLES

Los cables de cada sensor pueden extenderse hasta la ubicación del dispositivo de lectura en donde pueden conectarse a una caja de bornes (como se muestra en la Figura 3) para una lectura manual, o a un registrador de datos como se muestra en la figura de abajo.

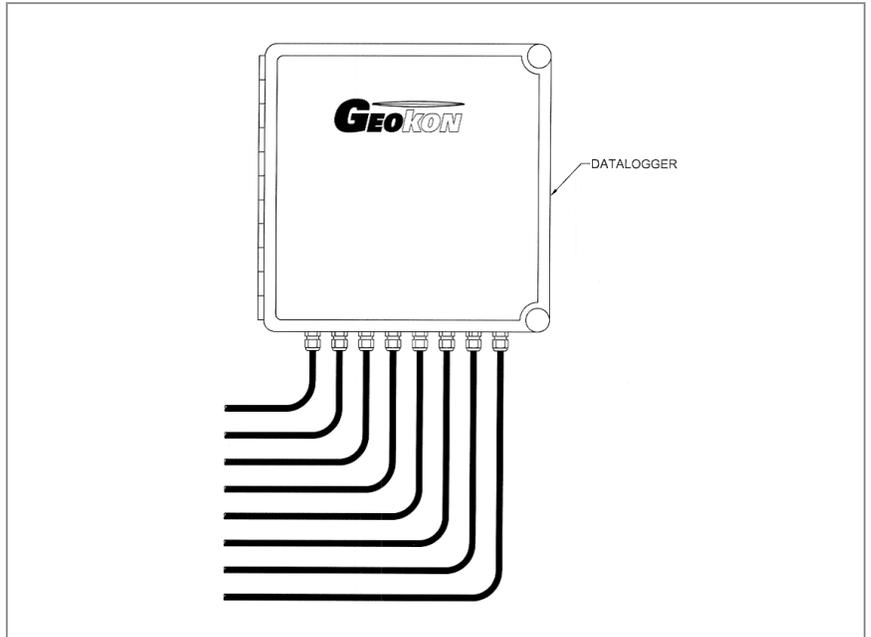


FIGURA 9: Registrador de datos

5. REALIZANDO LAS LECTURAS

5.1 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 ($\mu\epsilon$). La GK-404 también muestra la temperatura del transductor (incorporado en el termistor) con una resolución de 0.1 °C.



FIGURA 10: Consola de lectura GK-404



FIGURA 11: Conector Lemo a GK-404

5.1.1 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 11). 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.

5.2 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 12: Consola de lectura GK-405

5.2.1 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.

5.2.2 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).

5.2.3 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.

5.3 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.

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 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Multiplique estos factores por dos para contabilizar ambas direcciones.
2. Busque las temperaturas de las resistencias medidas en Apéndice B.

6. REDUCCIÓN DE DATOS

6.1 CÁLCULO DE LA ELEVACIÓN DEL SENSOR

Las lecturas se pueden usar para calcular la elevación del sensor y para trazarla en una gráfica en función del tiempo. La gráfica debe mostrar también la elevación del relleno sobre el sensor al momento de cada lectura. También se puede incluir un gráfico de temperatura. Para el sistema de asentamiento 4655 estándar, usando transductores tipo 4500SV o 4500ALV, las lecturas se reducirán a medida que los sensores se asienten en relación con el depósito.

Para estos sensores, la elevación (E) del sensor se obtiene con la fórmula:

$$E = E_0 - (R_1 - R_0) G + \Delta E_{RES}$$

ECUACIÓN 1: Elevación

Donde:

ΔE_{RES} es cualquier cambio en el nivel del fluido dentro del visor de nivel del depósito. Si desciende el nivel del fluido, ΔE_{RES} es negativo. Si asciende el nivel del fluido, ΔE_{RES} es positivo.

E_0 es la elevación del sensor al momento de la instalación

R_0 es la lectura inicial del sensor

R_1 es la lectura posterior del sensor

G es el factor de calibración suministrado con el sensor

En la Figura 13 se muestra una hoja de calibración típica como la que se suministra de fábrica.

Por ejemplo:

$$E_0 = 541.62 \text{ metros}$$

$$R_0 = 9030$$

$$R_1 = 8800$$

$$G = -0.001697 \text{ metros/dígito}$$

$\Delta E_{RES} = -10 \text{ mm}$ (es decir, el nivel del agua en el visor de nivel del depósito está 10 mm por debajo del nivel medido en el momento de la lectura inicial).

Por lo tanto, la nueva elevación del sensor es:

$$E = 541.62 - (8800 - 9030) \times (-0.001697) + (-0.010)$$

$$E = 541.22 \text{ metros}$$

En otras palabras, hubo un asentamiento de 0.40 metros.

Nota: La hoja de calibración que se muestra en la Figura 13 se desarrolló usando un simple manómetro y solo es útil dentro de un rango de diferencia de tres metros de altura entre el depósito y el sensor. Si la instalación inicial o una gran cantidad de asentamiento excede este rango, existen dos opciones:

1. Seguir usando la hoja de calibración del sistema de asentamiento que se muestra en la Figura 13.
2. Usar la hoja de calibración de la presión del transductor proporcionada con el equipo (Figura 14), desarrollada calibrando el sensor de presión mismo en un rango mayor.

Settlement System Calibration Report

Model Number: 4655-70 kPa Calibration Date: April 2, 2014
 Serial Number: 1400836 Temperature: 21.7 °C
 Transducer Range: 70 kPa Calibration Instruction: CI-4600-4650
 Cable: 3 m Technician:
 Tubing: 5 m

*tubing filled and gage calibrated with 50 / 50 mix water/anti-freeze, specific gravity 1.041

Height of Water Column m	Reading GK 401 Pos. B	Difference
0.5	9419.0	
1.0	9126.0	293.0
1.5	8832.0	294.0
2.0	8537.0	295.0
2.5	8242.0	295.0
3.0	7946.0	296.0

Calibration Factor G: -0.001697 m / digit

Calibration Factor G: -0.00557 ft. / digit

Thermal Factor K: 0.00384 m / °C

Thermal Factor K: 0.01261 ft. / °C

DO NOT EXCEED 7 m (23 feet) BETWEEN RESERVOIR & TRANSDUCER

Wiring Code: Red and Black: Gage White and Green: Thermistor

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 13: Reporte de calibración típico

GEOKON 48 Sponsor St. Lebanon, NH 03766 USA

Vibrating Wire Pressure Transducer Calibration Report

Model Number: 4655-170 kPa Date of Calibration: December 10, 2014
 This calibration has been verified/validated as of 12/15/2017

Serial Number: 1435465 Temperature: 21.90 °C

Calibration Instruction: VW Pressure Transducers Barometric Pressure: 980.7 mbar

Cable Length: 3 meters Technician: Kathy Rogers

Applied Pressure (kPa)	Gage Reading 1st Cycle	Gage Reading 2nd Cycle	Average Gage Reading	Calculated Pressure (Linear)	Error Linear (%FS)	Calculated Pressure (Polynomial)	Error Polynomial (%FS)
0.0	10087	10088	10088	0.383	0.23	-0.004	0.00
34.0	9344	9345	9345	33.90	-0.05	34.00	0.01
68.0	8597	8597	8597	67.62	-0.21	67.97	0.00
102.0	7844	7844	7844	101.6	-0.22	101.9	-0.01
136.0	7083	7084	7084	135.9	-0.04	136.0	0.03
170.0	6319	6319	6319	170.4	0.24	170.0	0.01

(kPa) Linear Gage Factor (G): -0.04511 (kPa/ digit)

Polynomial Gage factors: A: -2.162E-07 B: -0.04157 C: 441.29

Thermal Factor (K): -0.03292 (kPa/ °C)

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

(psi) Linear Gage Factor (G): -0.006543 (psi/ digit)

Polynomial Gage Factors: A: -3.135E-08 B: -0.006029 C: 64.004

Thermal Factor (K): -0.004775 (psi/ °C)

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

Calculated Pressures: Linear, $P = G(R_1 - R_0) + K(T_1 - T_0) - (S_1 - S_0)^*$
 Polynomial, $P = AR_1^2 + BR_1 + C + K(T_1 - T_0) - (S_1 - S_0)^*$

*Barometric pressures expressed in kPa or psi. Barometric compensation is not required with vented transducers.

Factory Zero Reading: 10089 Temperature: 21.5 °C Barometer: 1005.8 mbar

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 14: Hoja de calibración normal de la presión del transductor

6.2 CORRECCIÓN PARA ASENTAMIENTO O LEVANTAMIENTO DE LA TERMINAL DEL DEPÓSITO

Deben hacerse mediciones periódicas del nivel de la elevación del accesorio en el que se ubica la terminal del depósito. Cualquier medida del asentamiento del depósito debe sustraerse de las elevaciones del sensor calculadas.

6.3 CORRECCIONES DE TEMPERATURA

Los efectos de la temperatura sobre el volumen del líquido (densidad del líquido) y sobre la expansión y contracción de líquido confinado pueden ser bastante complejos y, en algunos casos, auto-cancelables. Las líneas de líquido generalmente están bien aisladas, por lo tanto, los efectos de la temperatura tienden a ser insignificantes. Los sistemas expuestos a la atmósfera y a la luz del sol pueden sufrir cambios rápidos de temperatura en diferentes partes del sistema, provocando fluctuaciones significativas en las lecturas. En tales casos, puede que sea necesario tomar precauciones para obtener lecturas en momentos de máxima estabilidad de la temperatura.

Los efectos de la temperatura en el sensor pueden corregirse, pero generalmente son bastante insignificantes, especialmente si el sensor está enterrado.

La corrección de la temperatura de la elevación (ET) se obtiene con la fórmula:

$$E = E_0 - [(R_1 - R_0) G + (T_1 - T_0) K] + \Delta E_{RES}$$

ECUACIÓN 2: Corrección de la temperatura

Donde:

T_0 es la temperatura inicial.

T_1 es la temperatura actual en °C.

K es el factor de corrección de la temperatura en metros/°C.

Un factor térmico solo para el sensor se encuentra en la hoja de calibración. Un factor térmico para el sistema completo puede determinarse de forma empírica al medir la temperatura y los resultados del sensor cuando no está ocurriendo ningún asentamiento y luego calculando el factor K desde la inclinación de la línea de un trazo de la temperatura contra los dígitos de la lectura, por el factor de medición.

APÉNDICE A. ESPECIFICACIONES

A.1 ESPECIFICACIONES DEL MODELO 4655

Rango	70 kPa (7.14 m) H ₂ O
Resolución	0.025% F.S.
Precisión ¹	±0.1% FS
Rango de temperatura ²	-20 °C a +80 °C
Tubería de líquido	12.7 mm (½ pulgada) nylon
Tubería de ventilación	6.4 mm (¼ de pulgada) polietileno
Entrada	Onda cuadrada de la frecuencia de barrido
Salida	Hz
Cable	02-250V6: Dos pares trenzados, cubierta azul de PVC, 6.35 mm de diámetro

TABLA 1: Especificaciones del Modelo 4655

Nota:

¹ Precisión establecida en condiciones de laboratorio

² Otros rangos disponibles sobre pedido.

A.2 ESPECIFICACIONES DE PRESIÓN DEL TRANSDUCTOR

Modelo	4500S	4500AL
Coefficiente térmico	<0.025% FS/°C	<0.1% FS/°C
OD	19.05 mm (0.75 pulgadas)	25.40 mm (1 pulgada)
Longitud	133 mm (5.25 pulgadas)	133 mm (5.25 pulgadas)
Resolución	0.025% FS	
Linealidad ¹	< 0.5% FS.	
Precisión ²	0.1% FS	
Rango excesivo	1.5 x Presión nominal	
Rango de frecuencia	1400-3500 Hz	

TABLA 2: Especificaciones de presión del transductor

Nota:

¹ 0.1% FS de linealidad disponible sobre pedido

² Derivado usando un polinomio de segundo orden

APÉNDICE B. DERIVACIÓN DE LA TEMPERATURA DEL TERMISTOR

B.1 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:

$$T = \frac{1}{A+B(\text{Ln}R)+C(\text{Ln}R)^3} - 273.15$$

ECUACIÓN 3: Resistencia de termistor de 3kΩ

Donde:

T = Temperatura en °C

LnR = Registro natural de la resistencia del termistor

A = 1.4051×10^{-3}

B = 2.369×10^{-4}

C = 1.019×10^{-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 3: Resistencia de termistor de 3KΩ

B.2 RESISTENCIA DE TERMISTOR DE 10KΩ

Tipo de termistor: Sensor US 103JL1A

Ecuación para obtener la resistencia a la temperatura:

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

ECUACIÓN 4: Resistencia de termistor de 10kΩ

Donde:

T = Temperatura en °C

LnR = Registro natural de la resistencia del termistor

A = 1.127670 x 10⁻³

B = 2.344442 x 10⁻⁴

C = 8.476921 x 10⁻⁸

D = 1.175122 x 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 4: Resistencia de termistor de 10kΩ

APÉNDICE C. MONTAJE DEL TUBO SWAGELOK

Estas instrucciones aplican para los accesorios de 25 mm (1 pulgada) y más pequeños.

C.1 INSTALACIÓN

1. Inserte completamente el tubo en el accesorio hasta que choque contra el fondo.

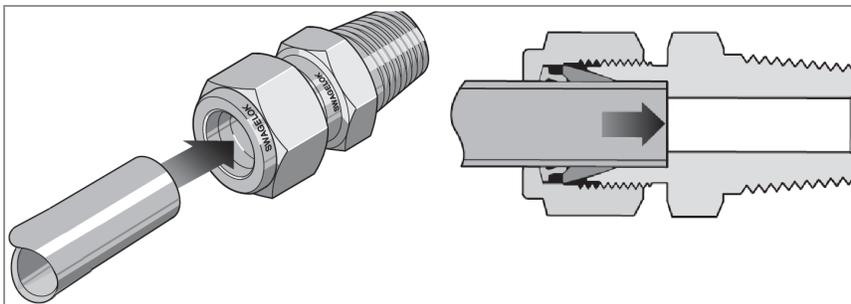


FIGURA 15: Inserción del tubo

2. Gire la tuerca hasta que quede apretada a mano. (Para aplicaciones de alta presión y sistemas de factor de alta seguridad, apriete aún más la tuerca hasta que el tubo no gire a mano o se mueva axialmente en el accesorio).
3. Haga una marca en la tuerca en el lado que apunta hacia abajo (en la posición que ocupa el 6 en un reloj).

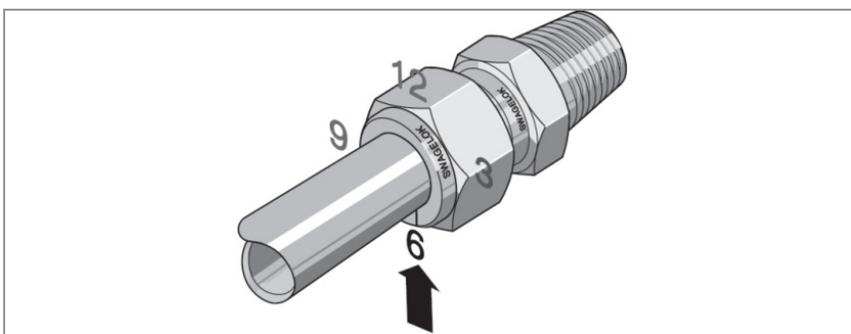


FIGURA 16: Haga una marca en la parte que apunta hacia abajo (en la posición que ocupa el 6 en un reloj)

4. Mientras sujeta firmemente el accesorio, apriete la tuerca una y un cuarto de vueltas, hasta que la marca esté en la posición que ocupa el 9 en un reloj.

Nota: Para accesorios de $\frac{1}{16}$ de pulgada, $\frac{1}{8}$ de pulgada, $\frac{3}{16}$ de pulgada, y 2, 3, y 4 mm, apriete la tuerca tres cuartos de vuelta hasta que la marca esté en la posición que ocupa el 3 en un reloj.

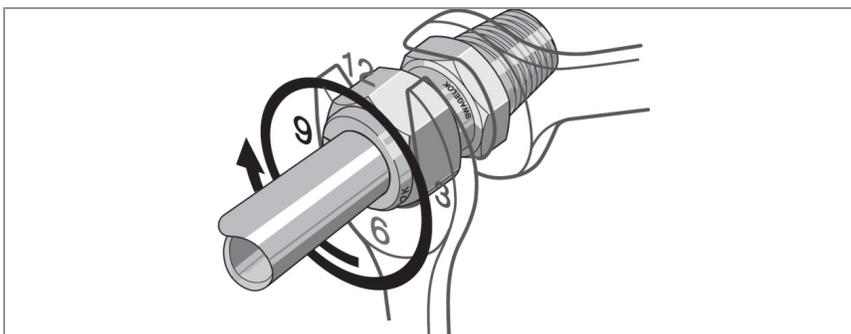


FIGURA 17: Apriete una y un cuarto de vueltas

C.2 INSTRUCCIONES PARA VOLVER A MONTAR

Los accesorios para tubos Swagelok se pueden desmontar y volver a montar muchas veces.

¡Advertencia! Despresurice siempre el sistema antes de desmontar un accesorio para tubos Swagelok.

1. Antes del desmontaje, marque el tubo en la parte posterior de la tuerca, luego haga una línea a lo largo de la tuerca y las partes planas del accesorio. **Estas marcas se usarán durante el montaje para garantizar que la tuerca vuelva a su posición actual.**

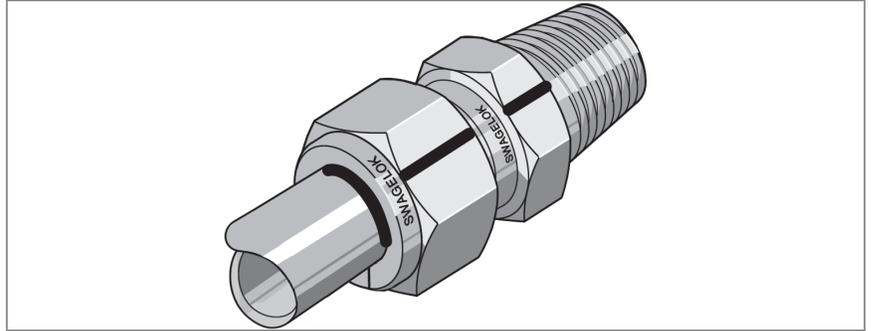


FIGURA 18: Marcas para volver a montar

2. Desmontar el accesorio.
3. Inspeccione los casquillos para ver si están dañados y reemplácelos si es necesario. **Si reemplaza los casquillos, el conector debe tratarse como un nuevo ensamblaje. Consulte la sección anterior para ver las instrucciones de instalación.**
4. Vuelva a montar el accesorio insertando el tubo con los casquillos prehumedecidos en el accesorio hasta que el casquillo delantero encaje en el accesorio.

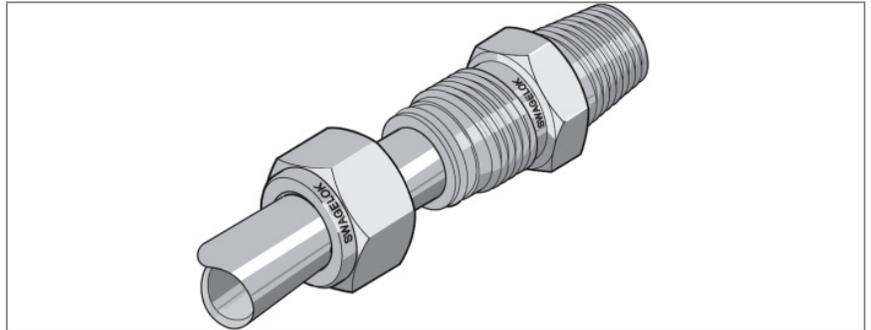


FIGURA 19: Casquillos encajados en el accesorio

5. Mientras sujeta firmemente el accesorio, gire la tuerca con una llave hasta la posición anterior, tal como lo indican las marcas en el tubo y el conector. En este punto, habrá un aumento significativo en la resistencia.
6. Apriete la tuerca ligeramente.

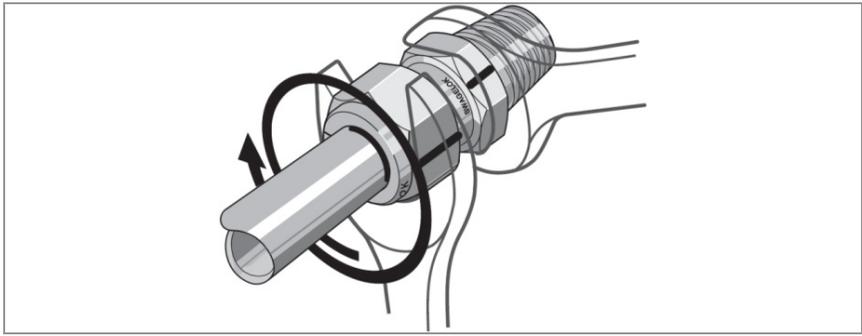


FIGURA 20: *Apriete la tuerca ligeramente*

GEOKON®

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 registrada
que cumple con la norma **ISO**