

---

# Modelo 6140

## Cadena De Inclínómetro

### Vertical Fijo

#### 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

---

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>2. INSTALACIÓN</b>	2
<b>2.1 CONEXIONES DE CABLES</b>	2
<b>2.2 PRUEBAS PRELIMINARES</b>	2
<b>2.3 CONECTE EL PESO DE SUSPENSIÓN</b>	3
<b>2.4 ORIENTACIÓN DEL SENSOR</b>	4
<b>2.5 INSTALACIÓN DE LOS SENSORES EN LA CARCASA</b>	4
<b>2.6 DISPOSITIVO DE LECTURA</b>	8
<b>2.7 CONECTOR DE CUATRO PINES RESISTENTE AL AGUA</b>	9
<b>3. PROTOCOLO MODBUS RTU</b>	10
<b>3.1 INTRODUCCIÓN A MODBUS</b>	10
<b>3.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE MODBUS RTU</b>	10
<b>3.3 TABLAS DE MODBUS</b>	10
<b>4. TOMA DE LECTURAS</b>	12
<b>4.1 REGISTRADORES DE DATOS COMPATIBLES</b>	12
<b>5. REDUCCIÓN DE DATOS</b>	13
<b>5.1 CÁLCULO DE LA INCLINACIÓN</b>	13
<b>5.2 CÁLCULO DEL DESPLAZAMIENTO</b>	13
<b>5.3 EFECTOS DE LA TEMPERATURA</b>	15
<b>5.4 FACTORES AMBIENTALES</b>	15
<b>6. SOLUCIÓN DE PROBLEMAS</b>	16
<b>APÊNDICE A. ESPECIFICACIONES</b>	17
<b>A.1 CADENA DE INCLINÓMETRO VERTICAL FIJO MODELO 6140</b>	17
<b>A.2 LISTA DE PIEZAS</b>	18
<b>APÊNDICE B. DISEÑO TÍPICO DE INSTALACIÓN</b>	21
<b>B.1 CONJUNTO ESTÁNDAR DE CUERDA IPI VERTICAL MODELO 6140</b>	21
<b>B.2 CONJUNTO DE EXTENSIÓN DE CUERDA IPI VERTICAL MODELO 6140</b>	22
<b>APÊNDICE C. INFORMES DE CALIBRACIÓN TÍPICOS</b>	23
<b>APÊNDICE D. SISTEMA DIRECCIONABLE MODBUS</b>	27
<b>D.1 PARÁMETROS DE COMUNICACIONES DE MODBUS</b>	27
<b>D.2 CÓDIGOS DE ERROR</b>	27
<b>APÊNDICE E. PROGRAMA DE MUESTRA CR1000</b>	28
<b>E.1 PROGRAMA DE MUESTRA CR1000</b>	28

<b>E.2 PROGRAMA DE MUESTRA CR6</b> .....	28
<b>APÉNDICE F. POLIPASTO DE INSTALACIÓN/EXTRACCIÓN</b> .....	30
<b>F.1 INSTALACIÓN DE UNA CUERDA UTILIZANDO EL SISTEMA DE POLIPASTO</b> .....	31
<b>F.2 QUITAR UNA CUERDA UTILIZANDO EL SISTEMA DE POLIPASTO</b> .....	36
<b>APÉNDICE G. AJUSTE DEL CABLE DE SUSPENSIÓN</b> .....	39
<b>G.1 CONEXIÓN DEL SOPORTE DE SUSPENSIÓN</b> .....	39

## 1. INTRODUCCIÓN

---

El principio de funcionamiento de la cadena de inclinómetro vertical fijo Modelo 6140 de GEOKON es la utilización de sensores de inclinación MEMS (sistemas microelectromecánicos) para realizar mediciones precisas de la inclinación sobre segmentos de una carcasa de inclinómetro.

La cadena de inclinómetro fijo (IPI) vertical Modelo 6140 consta de una serie continua o “cadena” de sensores de inclinación MEMS biaxiales, instalados en carcasas de polímero de diseño resistente. Una rueda con resorte y dos ruedas fijas permiten que la cadena se acople correctamente a las ranuras de la carcasa del inclinómetro convencional de 70 u 85 mm manteniendo el acimut con la profundidad. Toda la cadena se mantiene en tensión colocando un peso de suspensión desde el sensor más inferior y colgando la cadena desde la parte superior de la carcasa usando un cable de suspensión y un soporte.

Los sensores en la cadena inclinométrica están conectados mecánicamente con conjuntos de cables aeronáuticos de alta resistencia, que pueden girar libremente alrededor del punto de conexión. Los sensores se conectan eléctricamente a través de un cable de bus común, mientras que el sensor superior incluye un conector resistente al agua que permite un fácil montaje en el dispositivo de lectura elegido (PC, registrador de datos, sistema SCADA, etc.) a través de un cable de lectura especificado por el cliente.

Cada sensor genera lecturas calibradas de inclinación (grados angulares) y temperatura (grados Celsius), que se pueden importar fácilmente a MS Excel o cualquier software de visualización de inclinómetro, sin la necesidad de convertir datos sin procesar en unidades de ingeniería.

La cadena del IPI vertical Modelo 6140 utiliza el protocolo de unidad terminal remota (RTU) Modbus® estándar de la industria para comunicarse. Emplea una interfaz eléctrica RS-485 (semidúplex), reconocida por su prevalencia, simplicidad y éxito como capa física industrial robusta. El monitoreo se puede lograr utilizando los registradores direccionables y de alta potencia digitales GeoNet, el convertidor de bus direccionable Modelo 8020-38, los registradores de datos de la serie Modelo 8600, los registradores de datos Campbell Scientific o cualquier otro dispositivo capaz de operar como un cliente Modbus RTU y tener un puerto RS-485.

Para cuerdas de 50 sensores o más, se debe considerar el uso de un polipasto de instalación/extracción modelo 6140-HOIST. Para obtener más información, consulte el Apéndice F.



Video de instalación

## 2. INSTALACIÓN

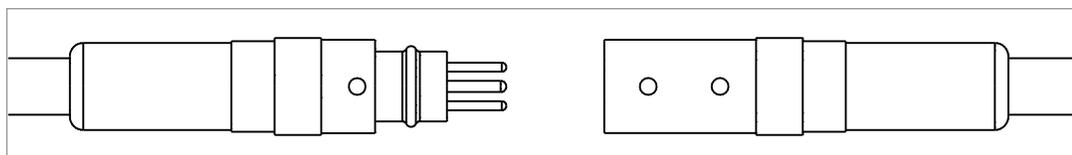
Para una demostración visual, mire el [Video de instalación del Modelo 6140](#).

### 2.1 CONEXIONES DE CABLES

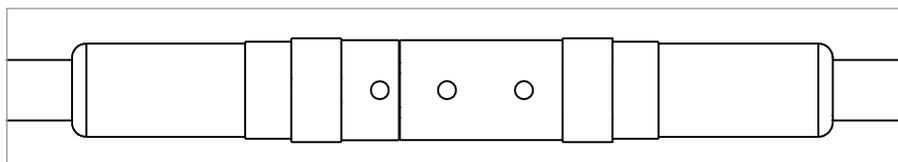
Al realizar las conexiones de los cables, alinee el punto de orientación de la parte exterior del conector macho con los dos puntos de orientación de la parte exterior del conector hembra (Figura 1). Esto garantizará que las clavijas y los receptáculos de los conectores se alineen correctamente. Para evitar la entrada de agua, asegúrese de juntar los conectores hasta que estén completamente acoplados (Figura 2). Para mayor seguridad, GEOKON recomienda pegar los conectores con cinta eléctrica o cinta adhesiva negra.

**Nota:** Para facilitar el acoplamiento, los conectores macho llevan aplicada grasa dieléctrica. No quite esta grasa.

**¡Cautela!** Se debe tener cuidado para evitar cortar o dañar la envoltura del cable, lo que podría provocar la entrada de humedad en el interior del cable, causando así daños irreparables a los sensores.



**FIGURA 1:** Detalle de la conexión de los cables



**FIGURA 2:** Cables conectados

### 2.2 PRUEBAS PRELIMINARES

Antes de la instalación, compruebe el correcto funcionamiento de los sensores siguiendo los pasos que se indican a continuación.

**Para cadenas que contengan menos de 100 sensores, salte al paso 4.**

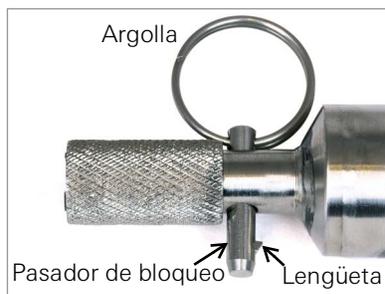
1. Coloque las secciones de cadena en el orden correcto consultando las etiquetas en las cajas de envío. No sacar de las cajas.
2. Conecte las secciones de la cadena conectando el conector del cable macho de una sección al conector hembra de la siguiente. Los conectores están marcados con cinta codificada por colores entre cada sección. Las cajas de envío están etiquetadas en orden de secuencia y mediante identificación de cadena, si corresponde. (Vea la Sección 2.1 en cuanto a los detalles sobre la conexión del cable).
3. Repita este proceso hasta que toda la cadena esté conectada. No es necesario conectar el cable aeronáutico de suspensión en este momento.
4. Conecte el conector del cable macho del sensor superior de la cadena al conector hembra del cable de lectura.
5. Conecte la cadena del IPI a un registrador de datos o una PC (Consulte la Sección 2.6 en cuanto a los detalles.)
6. Inclinar la caja de envío de un lado a otro debería producir lecturas crecientes o decrecientes para todos los sensores. La temperatura indicada en el dispositivo de lectura debería ser cercana a la temperatura ambiente. Repita este proceso con las cajas de envío restantes. **En caso de que**

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

Una vez completadas las pruebas preliminares, desconecte la cadena del dispositivo de lectura y desconecte las secciones de la cadena una de otra (si corresponde). **Al desconectar, no tire del cable; agarre los conectores y separe con cuidado.**

### **2.3 CONECTE EL PESO DE SUSPENSIÓN**

1. Retire el pasador de bloqueo del peso de suspensión presionando la lengüeta y tirando de la argolla.



**FIGURA 3:** Detalles del pasador de bloqueo

2. Retraiga la cubierta del resorte en el peso de suspensión.



**FIGURA 4:** Retraiga la cubierta del resorte

3. Haga coincidir el perno esférico del sensor terminal con el receptor del peso, luego suelte la cubierta del resorte.



**FIGURA 5:** Sujete el perno esférico

4. Vuelva a insertar el pasador de bloqueo para evitar que la cubierta se retraiga accidentalmente durante el uso.

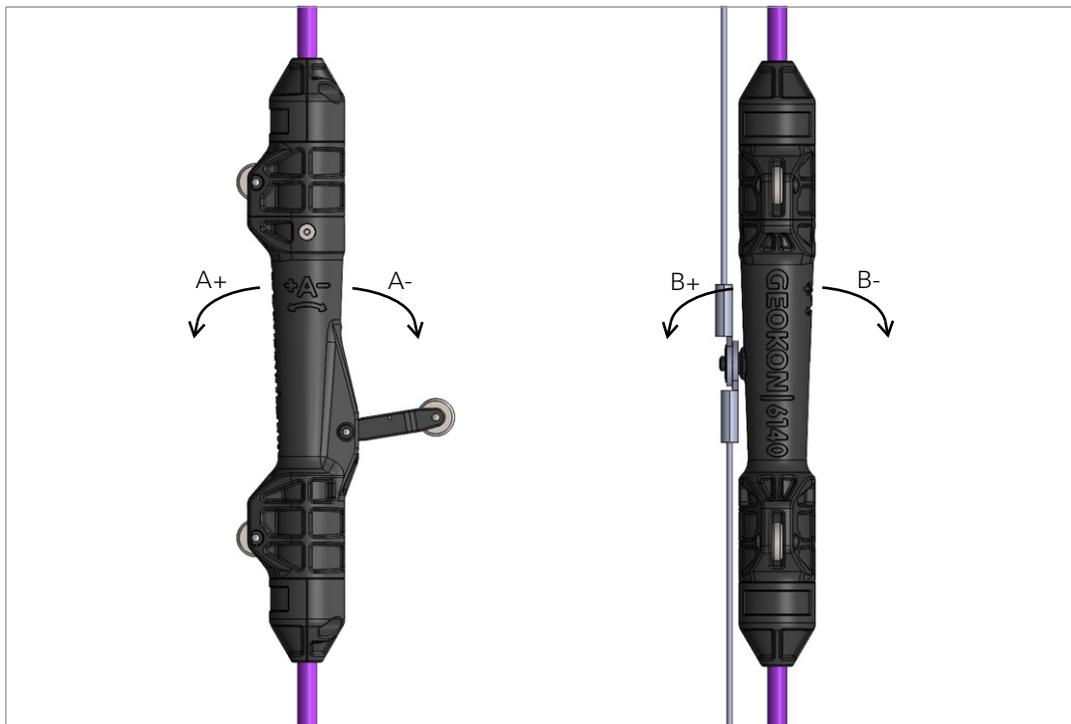


**FIGURA 6:** Conexión completa

## 2.4 ORIENTACIÓN DEL SENSOR

Todos los sensores deben orientarse en la misma dirección cuando se instalan en la carcasa. El dispositivo MEMS monitorea las direcciones A y B (Figura 7). Las direcciones A+ y A- miran hacia las ruedas del sensor y están marcadas en la carcasa del sensor. La dirección B+ es de 90 grados en el sentido de las agujas del reloj desde la dirección A+, visto desde arriba.

Apunte la dirección A+ en la misma dirección del movimiento anticipado, p. ej., hacia la excavación que se monitorea o pendiente abajo para aplicaciones de evaluación de pendientes.



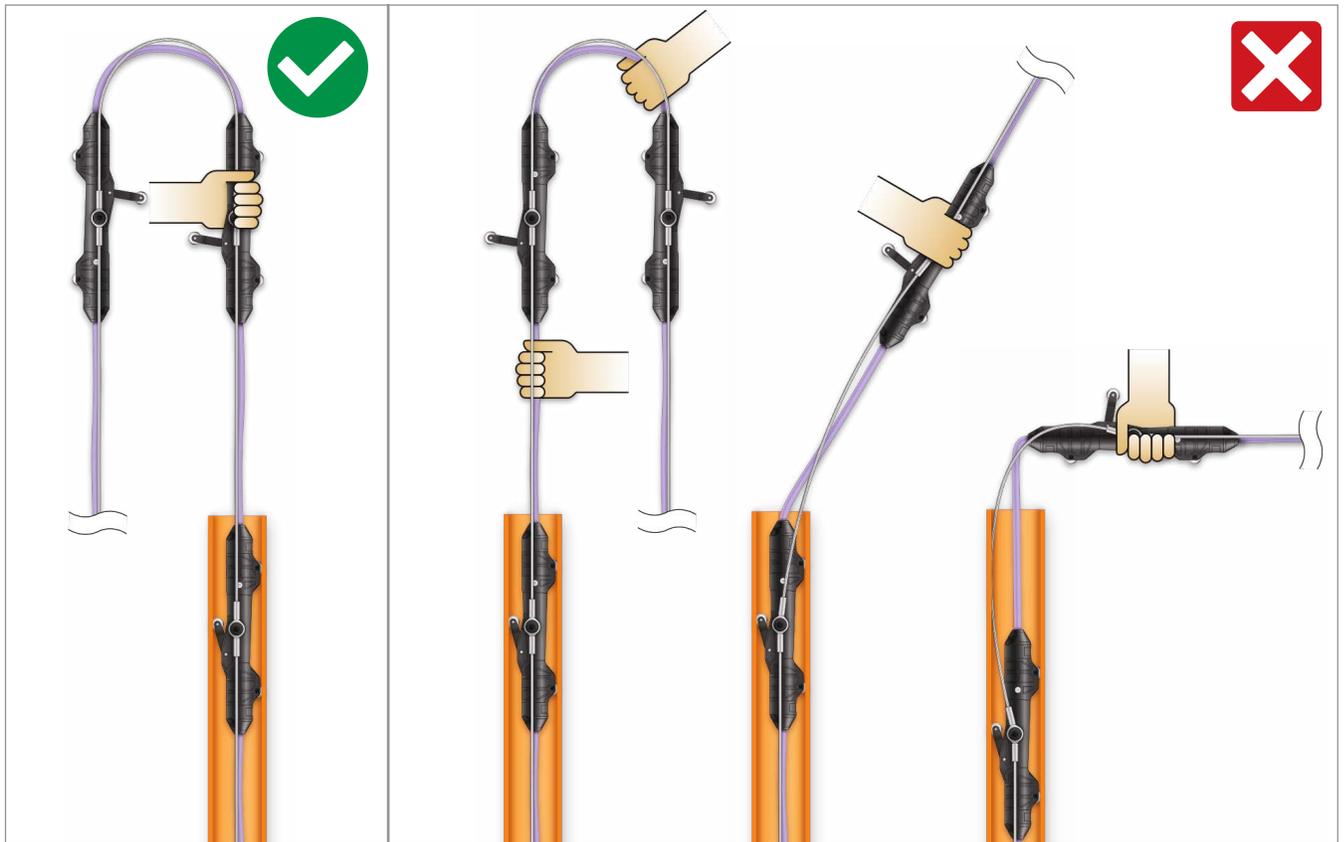
**FIGURA 7:** Direcciones A y B

## 2.5 INSTALACIÓN DE LOS SENSORES EN LA CARCASA

GEOKON recomienda que la altura de la parte superior de la carcasa desde el nivel del suelo no supere los 0,5 metros (20 pulgadas). Esto facilita una instalación más fácil con menos posibilidades de torsión del cable de señal y sensores.

GEOKON también recomienda el uso del polipasto de instalación/extracción modelo 6140-HOIST para soportar cuerdas de 50 sensores o más (consulte el Apéndice F). El peso de la cuerda aumentará a medida que se instalen más secciones de cuerda en la carcasa.

**¡Importante!** Los sensores deben sostenerse verticalmente sobre la carcasa para que el peso de la cuerda sea colocado en el cable del avión. Sujete la cuerda por los sensores, no por el cable. De lo contrario, se agregará tensión al cable de señal y se podría dañar toda la cadena (consulte la Figura 8).



**FIGURA 8:** Orientación del sensor

1. Inserte el peso de suspensión en la carcasa. Instale los sensores directamente desde la caja de envío en la carcasa de acuerdo con los siguientes pasos.
2. Inserte el sensor inferior, asegúrese de colocar las tres ruedas del sensor en las ranuras de la carcasa. El sensor debe orientarse en la carcasa como se describe en la Sección 2.4.
3. Instale el siguiente sensor de la cadena en el barreno, y luego cada sensor, como se describió anteriormente, hasta alcanzar el sensor más alto de la cadena.
4. Inserte el sujetador de sensor en la carcasa, luego inserte el sensor superior en el soporte



**FIGURA 9:** Sujetador de sensor

**Para cadenas que contengan menos de 100 sensores, salte al paso 6.**

5. Conecte la siguiente sección de la cadena a la sección que ya está en el barreno de la siguiente manera:
  - a. Con el destornillador suministrado, retire el tornillo y la arandela que sujetan el cable aeronáutico al sensor superior de la sección de cadena actual.



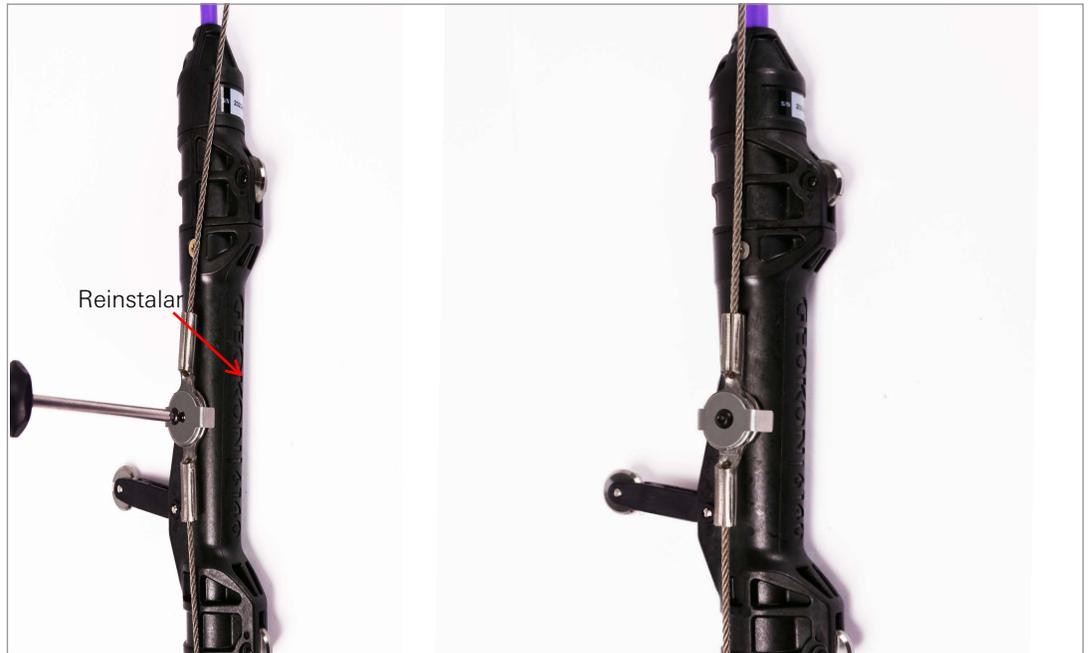
**FIGURA 10:** Quite el tornillo

- b. Tome el ojal del cable aeronáutico del sensor inferior del siguiente tramo de cadena y colóquelo sobre el ojal existente.



**FIGURA 11:** Coloque el ojal de la siguiente sección de la cadena sobre el ojal existente

- c. Asegure ambos ojalas al sensor superior reinstalando el tornillo y la arandela. La Figura 12 muestra la conexión completada.



**FIGURA 12:** Ojales de cable aeronáutico asegurados, conexión de cable aeronáutico completa

- d. Haga coincidir los conectores de cable macho y hembra (que combinen color con color) de las dos secciones de cadena. (Vea la Sección 2.1 en cuanto a los detalles sobre la conexión del cable).
  - e. Retire el sujetador del sensor de la carcasa.
  - f. Instale la siguiente sección de la cadena en el barreno, y cada sección a partir de entonces, como se describió anteriormente, hasta llegar al sensor más alto de la cadena.
  - g. Inserte el sujetador del sensor en la carcasa, luego inserte el sensor superior en el soporte.
6. Conecte el conector del cable macho del sensor superior al conector hembra del cable de lectura. (Vea la Sección 2.1 en cuanto a los detalles sobre la conexión del cable).
  7. Conecte el cable aeronáutico desde el sensor superior al cáncamo en la parte inferior del soporte de suspensión usando el conector de enlace rápido.



**FIGURA 13:** Accesorio de soporte de suspensión

8. Retire el sujetador del sensor de la carcasa e instale el sensor superior en el barreno.
9. Coloque el soporte de suspensión encima de la carcasa.

**Nota:** Para que el soporte de suspensión se asiente correctamente en la carcasa, el borde superior de la carcasa debe estar limpio y plano.

10. Conecte el cable de lectura a un registrador de datos o una PC (Consulte la Sección 2.6 en cuanto a los detalles.)
11. Las lecturas se pueden tomar inmediatamente después de la instalación; sin embargo, GEOKON recomienda evaluar los datos durante un período de tiempo para determinar cuándo la cadena se ha estabilizado lo suficiente para establecer una lectura cero precisa.

## 2.6 DISPOSITIVO DE LECTURA

Si su registrador de datos tiene comunicaciones RS-485 incorporadas, conecte el cable de lectura usando el siguiente diagrama de cableado. (El registrador de datos debe tener disponible el puerto apropiado).

Registrador de datos	Color del conductor de sensores
485+	BLANCO
485-	VERDE
12V	ROJO
GND	NEGRO
SHD	DESCUBIERTO

**TABLA 1:** Tabla de cableado de registrador de datos direccionable (RS-485) a sensor

Si su registrador de datos no tiene comunicaciones RS-485 integradas, se puede utilizar el convertidor a continuación.

### CONVERTIDOR DE BUS DIRECCIONABLE MODELO 8020-38

El convertidor de bus direccionable Modelo 8020-38 (Figura 14) se puede utilizar en una cadena con **50 sensores o menos**. El Modelo 8020-38 permite conectar cables direccionables a computadoras personales, lectores, registradores de datos y controladores lógicos programables. El convertidor actúa como un puente usando los protocolos TTL o USB entre los lectores y las cadenas de sensores habilitadas para RS-485 de GEOKON.



**FIGURA 14:** Convertidor de RS-485 a TTL/USB, Modelo 8020-38

Si utiliza un Modelo 8020-38 para conectar la cadena 6140 a un lector, cablee las conexiones como se muestra. (Los registradores de datos deben disponer del puerto adecuado).

Registrador de datos Conexión	Color del conductor	8020-38 Conexión
V+	ROJO	12 V (IN)
TX	BLANCO	TX (IN)
RX	VERDE	RX (OUT)
GND	NEGRO	GND
SHD	DESCUBIERTO	BLINDAJE

**TABLA 2:** Cableado del registrador de datos al Modelo 8020-38

8020-38 Conexión	Color del conductor de sensores
12 V (OUT)	ROJO
485+	BLANCO
485-	VERDE
GND	NEGRO
SHEILD	DESCUBIERTO

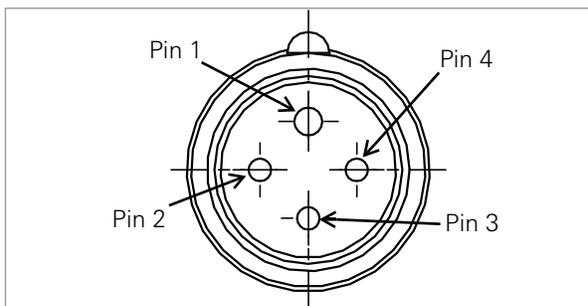
**TABLA 3:** Cableado del Modelo 8020-38 al sensor

Para obtener más información, consulte el [Manual de instrucciones del modelo 8020-38](#).

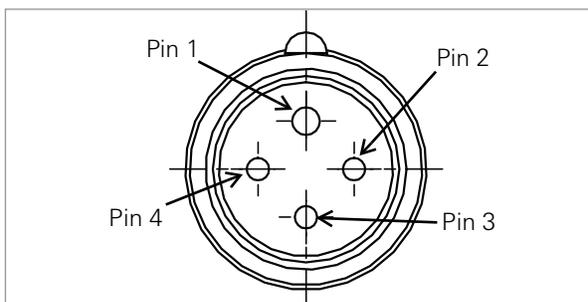


## 2.7 CONECTOR DE CUATRO PINES RESISTENTE AL AGUA

Los pines de los conectores macho y hembra de cuatro pines se muestran a continuación; la función de cada cable se detalla en la Tabla 4 a continuación.



**FIGURA 15:** Conector macho resistente al agua



**FIGURA 16:** FIGURA 16: Conector hembra resistente al agua

Pin	Color del cable	Función
1	ROJO	Alimentación
2	NEGRO	Tierra
3	BLANCO	RS-485+ Datos Alto
4	VERDE	RS-485- Datos Bajo

**TABLA 4:** Diagrama de cableado de cuatro pines

## 3. PROTOCOLO MODBUS RTU

---

### 3.1 INTRODUCCIÓN A MODBUS

Los inclinómetros Modelo 6140 utilizan el protocolo de Unidad Terminal Remota (RTU, por sus siglas en inglés), un estándar del sector, para comunicarse con el método de lectura seleccionado. Cada 6140 es un servidor Modbus. Como su nombre lo sugiere, Modbus se diseñó para trabajar en lo que se conoce como una **red en bus**, lo que significa que cada dispositivo recibe todos los mensajes en el bus. Los inclinómetros Modelo 6140 usan la interfaz eléctrica RS-485 por su prevalencia, simplicidad y éxito como capa física robusta e industrial.

Puede encontrar más información acerca de Modbus en la siguiente página de Internet:

<http://www.modbus.org/specs.php>

### 3.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE MODBUS RTU

El Protocolo RTU de Modbus utiliza paquetes (mensajes conformados por múltiples secciones) para comunicar y transferir datos entre dispositivos dentro de la red. El formato general de estos paquetes es el siguiente:

1. Dirección Modbus (un byte) – La dirección del dispositivo específico en el bus. (Etiquetado en los sensores como #1, #2, #3, etc.)
2. Código de función (un byte) – la acción a ser realizada por el dispositivo esclavo.
3. Datos (múltiples bytes) – la carga útil del código de función que se envía.
4. Verificación de redundancia cíclica o CRC (dos bytes): Una verificación de integridad de los datos de 16 bits calculada respecto a los otros bytes en el paquete.

### 3.3 TABLAS DE MODBUS

Las lecturas más recientes de los sensores se almacenan en registros en memoria y se leen usando un comando de Modbus. Las lecturas de ángulo y temperatura están disponibles en formatos procesados o previos. Las direcciones de registro y los formatos se describen en la Tabla 5.

**Nota:** GEOKON almacena el factor de calibre y las compensaciones en el sensor durante el proceso de calibración de fábrica. Por lo tanto, las salidas de los ejes A y B son valores corregidos.

La Tabla 6 muestra las direcciones de control de los dispositivos. Cualquier valor distinto a cero escrito a la dirección disparadora inicia un ciclo de medición, el cual actualiza los registros de las mediciones de ángulo y temperatura. Toda anomalía detectada durante el ciclo de medición más reciente produce un código de error de “no cero”. Consulte el Apéndice D para ver una explicación de estos códigos.

Register Address	Byte	Word	Parameter	Units	Type	Access
0x100	0	LSW	A-Axis	degrees	float	RO
	1					
0x101	2	MSW				
	3					
0x102	4	LSW	B-Axis	degrees	float	
	5					
0x103	6	MSW				
	7					
0x106	12	LSW	Temperature	°C	float	
	13					
0x107	14	MSW				
	15					
0x108	16	LSW	Uncorrected A-Axis	degrees	float	
	17					
0x109	18	MSW				
	19					
0x10A	20	LSW	Uncorrected B-Axis	degrees	float	
	21					
0x10B	22	MSW				
	23					
0x117	46		Error Code	N/A	uint16	
	47					

**TABLA 5:** Direcciones del registro y formatos

Register Address	Byte	Word	Parameter	Units	Type	Access
0x118	48		Trigger	N/A	uint16	RW
	49					

**TABLA 6:** Dirección de control del dispositivo

Register Address	Byte	Word	Parameter	Units	Type	Access
0x200	0		Drop Address	N/A	uint16	RO
	1					
0x201	2					
	3					
0x202	4					
	5					
0x203	6					
	7					
0x204	8					
	9					
0x205	10		Sensor Type	N/A	string	
	11					
0x206	12					
	13					
0x207	14					
	15					
0x208	16					
	17					
0x209	18	LSW	Serial Number	N/A	uint32	
	19					
0x20A	20	MSW				
	21					
0x20B	22		Software Version	N/A	uint16	
	23					
0x20C	24		Hardware Version	N/A	uint16	
	25					

**TABLA 7:** Memoria no volátil

## 4. TOMA DE LECTURAS

---

### 4.1 REGISTRADORES DE DATOS COMPATIBLES

GEOKON puede proporcionar varias opciones de registrador de datos. Los dispositivos compatibles con este producto se enumeran a continuación. Para más detalles e instrucciones consulte el(los) Manual(es) correspondiente(s) en [geokon.com/Dataloggers](http://geokon.com/Dataloggers). Contacte a GEOKON para opciones adicionales de registradores de datos.

#### **REGISTRADORES DE DATOS:**

##### ■ **Serie 8600 (admite hasta 500 sensores)**

El Registrador de datos MICRO-6000 está diseñado para realizar la lectura de una gran cantidad de instrumentos de cuerda vibrante GEOKON para diversas aplicaciones de recopilación de datos desatendidas mediante el uso de Multiplexores GEOKON Modelo 8032. El embalaje resistente a la intemperie permite instalar la unidad en entornos de campo donde prevalecen condiciones inhóspitas. La carcasa Nema 4X también dispone de un dispositivo de bloqueo para limitar el acceso al personal de campo responsable.

##### ■ **Series 8920, 8930 y 8950, direccionables (admite hasta 64 sensores) y digitales Registradores de alta potencia (admite hasta 500 sensores)**

Los Registradores Modelo Serie 8920, 8930 y 8950 GEOKON ofrecen una opción de recopilación de datos en red de gran valor para todos los instrumentos de cable vibrante y cuerdas con sensores digitales GEOKON (MEMS IPI y VW). Cada registrador viene listo de fábrica para la implementación y puede iniciar la adquisición de datos en cuestión de minutos.

Los datos del sensor se recopilan y transfieren a través de la red celular, Wi-Fi o satelital a una plataforma de almacenamiento segura basada en la nube a la que se puede acceder a través de GEOKON OpenAPI. El software de visualización de datos líder en la industria, como el programa gratuito GEOKON Agent, se puede utilizar con OpenAPI para ver y generar informes de datos. Desde el portal API, que es fácil de usar, se pueden realizar los encargos, la facturación y la configuración.



Registradores de datos

## 5. REDUCCIÓN DE DATOS

---

### 5.1 CÁLCULO DE LA INCLINACIÓN

El sensor del inclinómetro 6140 genera unidades de ingeniería simples, grados de inclinación, que han sido calibradas para efectos angulares y de temperatura. Debido a esto, no se requiere ninguna corrección adicional de los datos generados.

### 5.2 CÁLCULO DEL DESPLAZAMIENTO

Hay dos conjuntos de ecuaciones disponibles que calculan el desplazamiento del sensor:

**Desplazamiento del sensor lateral y desplazamiento del sensor lateral simplificado.** Revise las descripciones a continuación y realice el método de cálculo preferido. En ambos casos se deben tomar lecturas iniciales después de la instalación para que sirvan como punto de referencia. Luego, las mediciones iniciales se utilizan como referencia y se restan de cualquier medición posterior para determinar el movimiento o cambio en la posición de un barreno en varios intervalos de tiempo.

#### **CÁLCULO DEL DESPLAZAMIENTO DEL SENSOR LATERAL**

Desarrollada específicamente para el conjunto 6140, la siguiente ecuación tiene en cuenta los ángulos de los sensores en cada extremo de cualquier longitud de calibre determinada. La utilización de este método proporciona los resultados más precisos y es recomendado por GEOKON.

El desplazamiento lateral relativo ( $D_{rel}$ ) de cada punto de medición se encuentra usando la siguiente ecuación:

$$D_{1rel} = L \sin\left(\frac{\theta_1 + \theta_2}{2}\right)$$

#### **ECUACIÓN 1: Desplazamiento lateral relativo**

Donde:

L = Longitud del calibre (es decir, espaciado del sensor)

$\theta$  = ángulo de inclinación del sensor, como se describe anteriormente

El perfil del barreno se estima acumulando estos desplazamientos laterales relativos en cada punto de medición, comenzando por el sensor del fondo. Consulte la Figura 17 abajo.

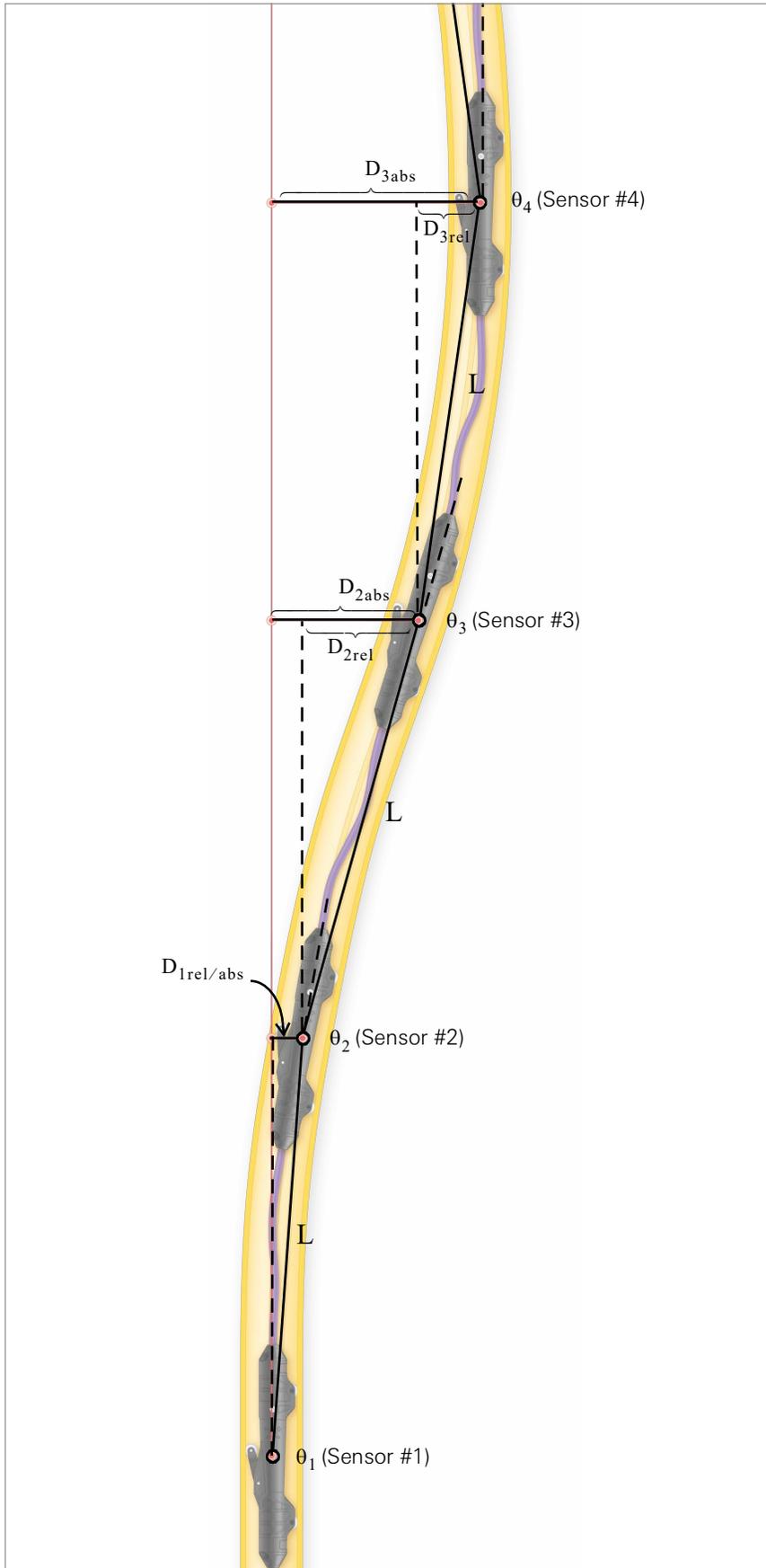
El desplazamiento lateral absoluto ( $D_{abs}$ ) en cada punto de medición se encuentra usando la siguiente ecuación:

$$D_{3abs} = L \sin\left(\frac{\theta_1 + \theta_2}{2}\right) + L \sin\left(\frac{\theta_2 + \theta_3}{2}\right) + L \sin\left(\frac{\theta_3 + \theta_4}{2}\right)$$

**O**

$$D_{3abs} = D_{1rel} + D_{2rel} + D_{3rel}$$

#### **ECUACIÓN 2: Desplazamiento lateral absoluto**



**FIGURA 17:** Intervalos de desplazamiento

### **CÁLCULO SIMPLIFICADO DEL DESPLAZAMIENTO DEL SENSOR LATERAL**

La ecuación de desplazamiento lateral simplificado del sensor se puede utilizar como alternativa a la Ecuación 1. Este método introducirá una pequeña cantidad de error.

El desplazamiento lateral relativo ( $D_{rel}$ ) de cada punto de medición se encuentra usando la siguiente ecuación:

$$D_{1rel} = L \sin \theta_1$$

#### **ECUACIÓN 3: Desplazamiento lateral relativo simplificado**

Donde:

L = Longitud del calibre (es decir, espaciado del sensor)

$\theta$  = ángulo de inclinación del sensor, como se describe anteriormente

El perfil del barreno se estima acumulando estos desplazamientos laterales relativos en cada punto de medición, comenzando por el sensor del fondo. Consulte la Figura 17 arriba.

**Con este método, el sensor superior de la cadena se ignorará y no se tendrá en cuenta en la ecuación.** El desplazamiento lateral absoluto ( $D_{abs}$ ) en cada punto de medición se encuentra usando la siguiente ecuación:

$$D_{3abs} = L \sin \theta_1 + L \sin \theta_2 + L \sin \theta_3$$

**O**

$$D_{3abs} = D_{1rel} + D_{2rel} + D_{3rel}$$

#### **ECUACIÓN 4: Desplazamiento lateral absoluto simplificado**

### **5.3 EFECTOS DE LA TEMPERATURA**

En una instalación determinada, los efectos de la temperatura pueden causar cambios reales en la inclinación; en consecuencia, cada sensor cuenta con un dispositivo para leer la temperatura del sensor. Esto permite que se diferencien los cambios en la inclinación inducidos por la temperatura de los debidos a otras causas.

Es importante destacar que los cambios en la temperatura causarán que tanto la estructura como el sensor experimenten cambios físicos transitorios, los cuales aparecen en las lecturas. La temperatura del sensor debe registrarse siempre y deben hacerse esfuerzos para obtener lecturas cuando el instrumento y la estructura estén en equilibrio térmico. El mejor momento para hacer esto suele ser en horas de la noche o temprano en la mañana.

### **5.4 FACTORES AMBIENTALES**

Debido a que el propósito de la instalación del inclinómetro es monitorear las condiciones en la obra, deberían observarse y registrarse los factores que afectan estas condiciones. Algunos efectos aparentemente menores pueden tener gran influencia en el comportamiento de la estructura objeto del monitoreo y podrían dar indicaciones tempranas de problemas potenciales. Algunos de estos factores incluyen, entre otros, detonaciones, lluvias, niveles de las mareas o reservas de agua, niveles y consecuencias de excavaciones o llenados, el tráfico, cambios barométricos y de temperatura, cambios en el personal, actividades de construcción cercanas, cambios estacionales, etc.



Soporte técnico

## 6. SOLUCIÓN DE PROBLEMAS

---

El mantenimiento y la resolución de problemas de la cadena del IPI vertical Modelo 6140 están restringidos a revisiones periódicas de las conexiones de los cables. Los sensores están sellados y no hay partes que los usuarios puedan revisar o reparar.

En caso de que surjan dificultades, consulte la siguiente lista de posibles soluciones. Visite [geokon.com/Technical-Support](http://geokon.com/Technical-Support) para obtener ayuda adicional para la resolución de problemas.

### ***SÍNTOMA: LAS LECTURAS DEL SENSOR DE INCLINACIÓN SON INESTABLES O NO HAY LECTURAS***

- ¿Hay una fuente de interferencia eléctrica cerca? Las fuentes más probables de interferencia eléctrica son motores, generadores y antenas.
- Revise todas las conexiones, los terminales y los enchufes.
- Es posible que el agua haya penetrado al interior del sensor de inclinación o los conectores. Contacte a GEOKON.

## APÉNDICE A. ESPECIFICACIONES

### A.1 CADENA DE INCLINÓMETRO VERTICAL FIJO MODELO 6140

Rango <sup>1</sup>	±90°
Resolución <sup>2</sup>	±0,00025° (±0,004 mm/m)
Precisión <sup>3</sup>	±0,0075° (±0,13 mm/m)
No linealidad	±0,005° en un rango de ±30° (±0,09 mm/m)
Incertidumbre en función de la temperatura	±0,001°/°C en un rango angular de ±5° (±0,016 mm/m)
	±0,0016°/°C en un rango angular de ±15° (±0,026 mm/m)
	±0,0026°/°C en un rango angular de ±30° (±0,042 mm/m)
Temperatura de funcionamiento	-40 °C a 65 °C (-40 °F a 149 °F)
Voltaje de suministro de alimentación	12 VCC (+0%/-10%) para hasta 250 sensores
	15 VCC (+0%/-10%) para 251 a 500 sensores
Corriente de funcionamiento <sup>4</sup>	20 mA ±1 mA pico
	5 mA promedio
Corriente en espera <sup>4</sup>	2 mA ±0.1 mA
Sensores máximos por cadena <sup>5</sup>	500
Límites del sensor del registrador de datos	GeoNet ADR: 64
	GeoNet DHP: 500
	Modelo 8600: 500
Longitud máxima de la cuerda	250 m (1.000 pies)
Longitud estándar del sensor	0,5 m, (2 pies)
Peso, sensor	0,36 kg (0,8 lb)
Peso, peso de la suspensión	1,6 kg (36 lb)
Materiales	Acero inoxidable 316, polímeros de ingeniería superior
Interfaz	RS-485
Protocolo	MODBUS
Tasa de baudios	115.200 bps
Tiempo del ciclo de adquisición <sup>6</sup>	350 ms
Exactitud de temperatura	±0,5 °C
Protección de ingreso	IP68 a 3 MPa (300 m de altura de agua)
Cable eléctrico	Cuatro conductores, protección de papel de aluminio, recubrimiento de poliuretano, diámetro externo nominal = 7,9 mm

**TABLA 8:** Especificaciones del inclinómetro Modelo 6140

<sup>1</sup> Rango calibrado: ±30°

<sup>2</sup> 99% de intervalo de confianza (es decir, que 99 de 100 lecturas individuales caen dentro de esta tolerancia).

<sup>3</sup> Incluye movimientos aleatorios (cambios entre las lecturas consecutivas que no tienen causa discernible) e interferencias sísmicas durante las pruebas.

<sup>4</sup> Las corrientes de funcionamiento y en espera son para cada sensor individual en un cadena de sensores.

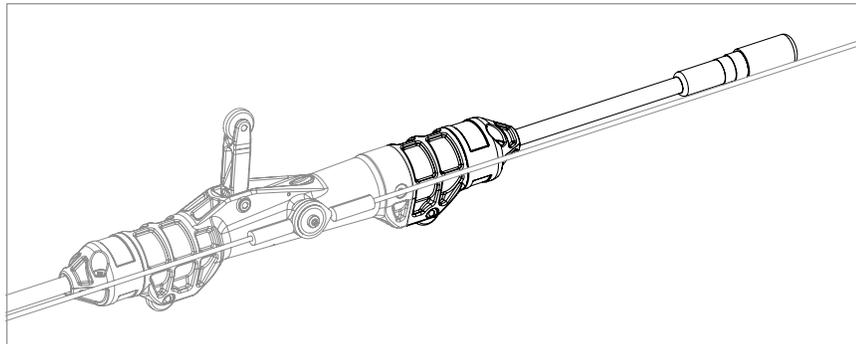
<sup>5</sup> Depende del registrador de datos utilizado. Consulte al fabricante del registrador de datos.

<sup>6</sup> El tiempo desde que se escribe un activador hasta que un nuevo valor está disponible para lectura.

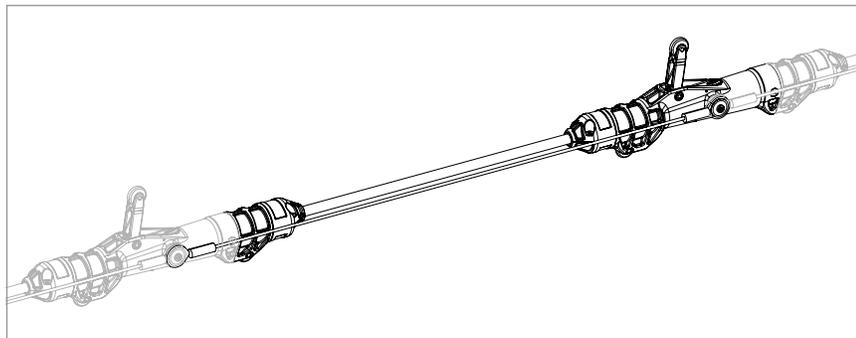
## A.2 LISTA DE PIEZAS

6140-1	Parte superior de cadena de IPI vertical, con conector de cable de lectura
6140-0.5M	Conector medio de cadena de IPI vertical, espaciado de 0,5 m
6140-2FT	Conector medio de cadena de IPI vertical, espaciado de 2 pies
6140-2	Parte inferior de cadena de IPI vertical, con conector de peso de suspensión
6140-5-1	Parte inferior conectora de cadena de IPI vertical, espaciado de 0,5 m, para cadenas con más de 100 sensores, se requiere 1 por cada 100 sensores
6140-5-2	Parte inferior conectora de cadena de IPI vertical, espaciado de 2 pies, para cadenas con más de 100 sensores, se requiere 1 por cada 100 sensores
6140-3-1	Cable de suspensión, menos de 5 m de longitud
6140-3-2	Cable de suspensión, de 6 a 10 m de longitud
6140-3-3	Cable de suspensión, de 10 a 20 m de longitud
6140-4	Peso de suspensión
6140-6	Sujetador de sensor
6140-HOIST	Polipasto de instalación/extracción
6140-REEL-E	Carrete para modelo 6140-HOIST, inglés
6140-REEL-M	Carrete para modelo 6140-HOIST, métrico
6180-2	Soporte de suspensión
6180-3-1	Cable del lector, cables desnudos de <15 m de longitud
6180-3-2	Cable del lector, de 16 a 30 m de longitud, conductores desnudos
6180-3V	Cable del lector, >30 m de longitud, conductores desnudos

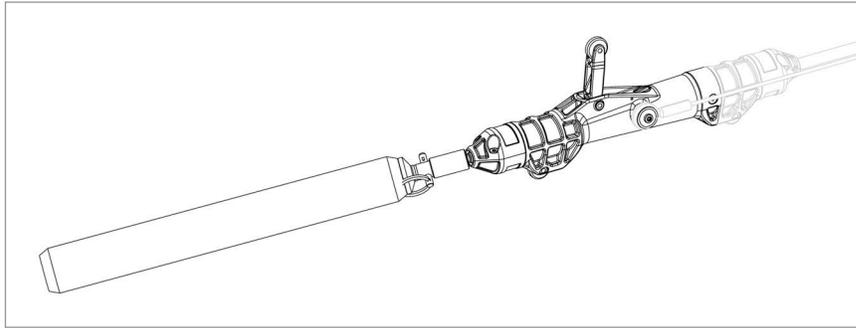
**TABLA 9:** Lista de piezas del Modelo 6140



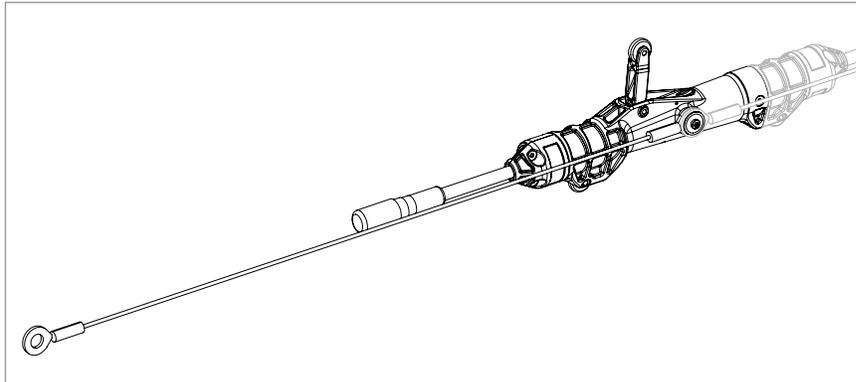
**FIGURA 18:** Parte superior de cadena de IPI vertical Modelo 6140-1, con conector de cable de lectura



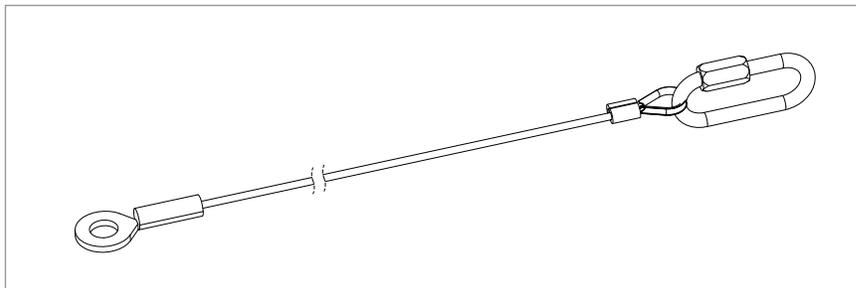
**FIGURA 19:** Modelo 6140-0.5M / 6140-2FT conector medio de cadena de IPI vertical, espaciado de 0,5 m/2 pies



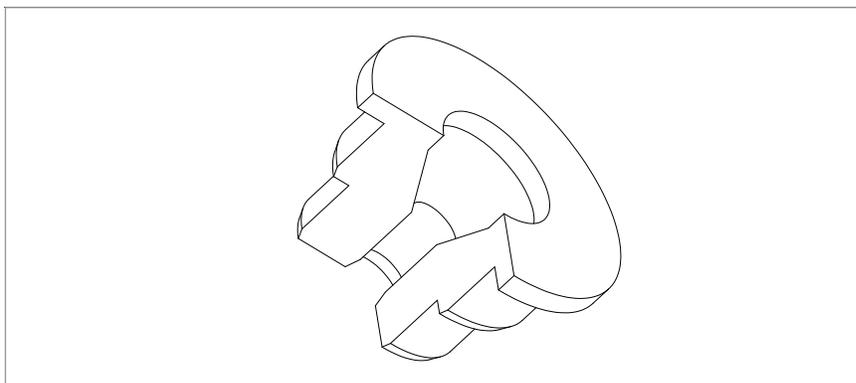
**FIGURA 20:** Parte inferior de cadena de IPI vertical Modelo 6140-2, con peso de suspensión Modelo 6140-4 adjunto



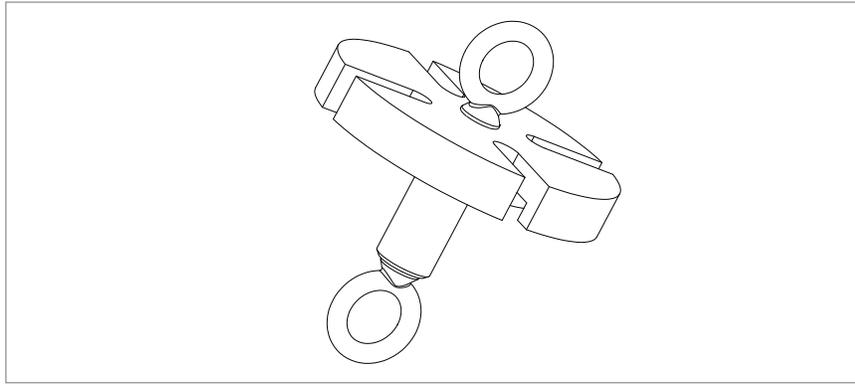
**FIGURA 21:** Modelo 6140-5-1, -2 Parte inferior conectora de cadena de IPI vertical, espaciado de 0,5 m/2 pies, para cadenas con más de 100 sensores, se requiere 1 por cada 100 sensores



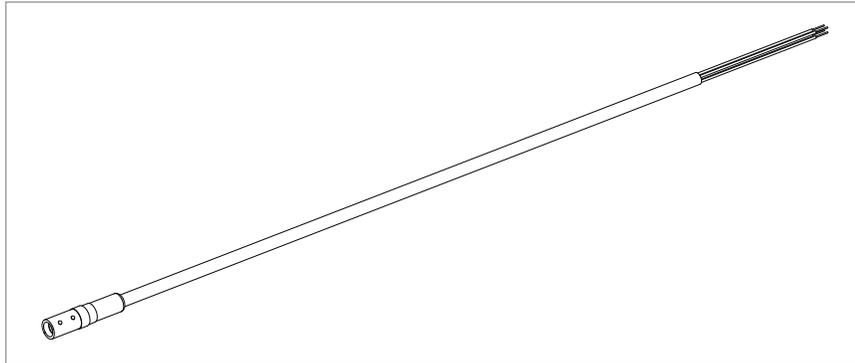
**FIGURA 22:** Modelo 6140-3-1, -2, -3, cable de suspensión



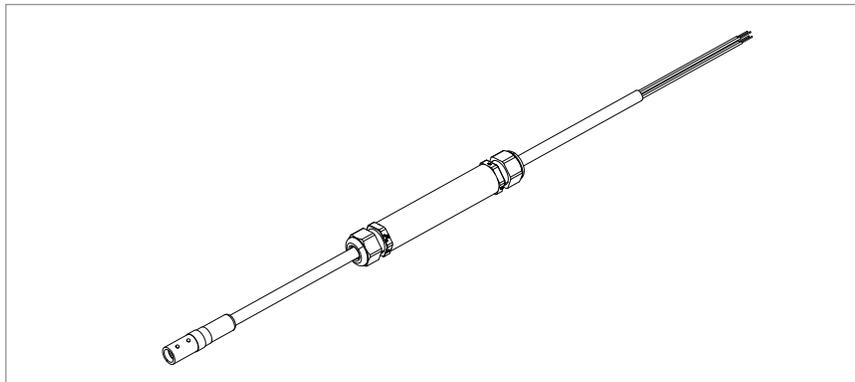
**FIGURA 23:** Modelo 6140-6, sujetador de sensor



**FIGURA 24:** Modelo 6180-2, soporte de suspensión



**FIGURA 25:** Modelo 6180-3-1, cable del lector en la parte superior/conductores desnudos -3-2, <50 pies



**FIGURA 26:** Modelo 6180-3V, cable del lector en la parte superior/conductores desnudos, > 100 pies

## APÉNDICE B. DISEÑO TÍPICO DE INSTALACIÓN

### B.1 CONJUNTO ESTÁNDAR DE CUERDA IPI VERTICAL MODELO 6140

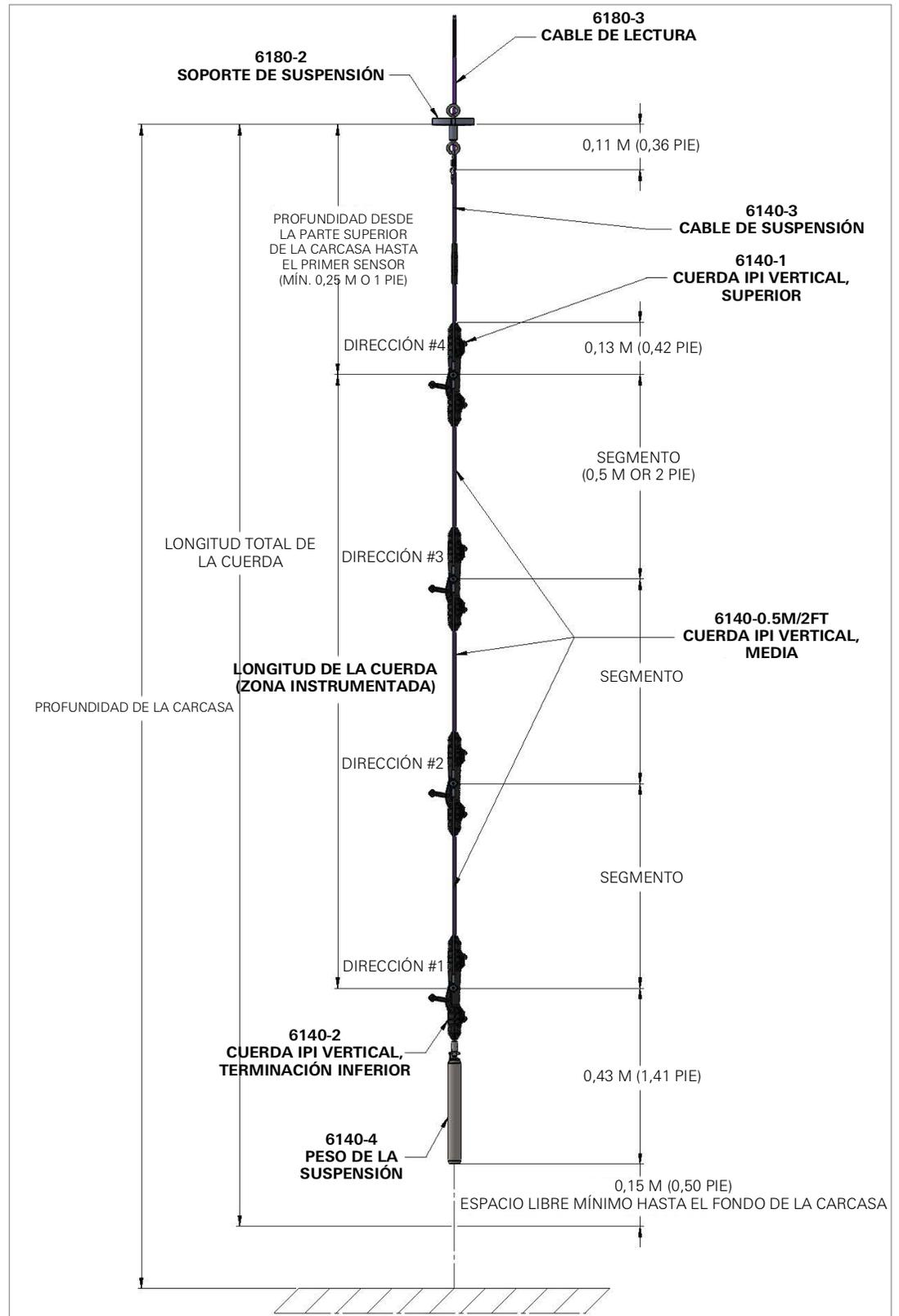


FIGURA 27: Diagrama de montaje estándar

## B.2 CONJUNTO DE EXTENSIÓN DE CUERDA IPI VERTICAL MODELO 6140

Las cuerdas se pueden extender como se muestra en el diagrama siguiente. Para obtener más información, póngase en contacto con GEOKON.

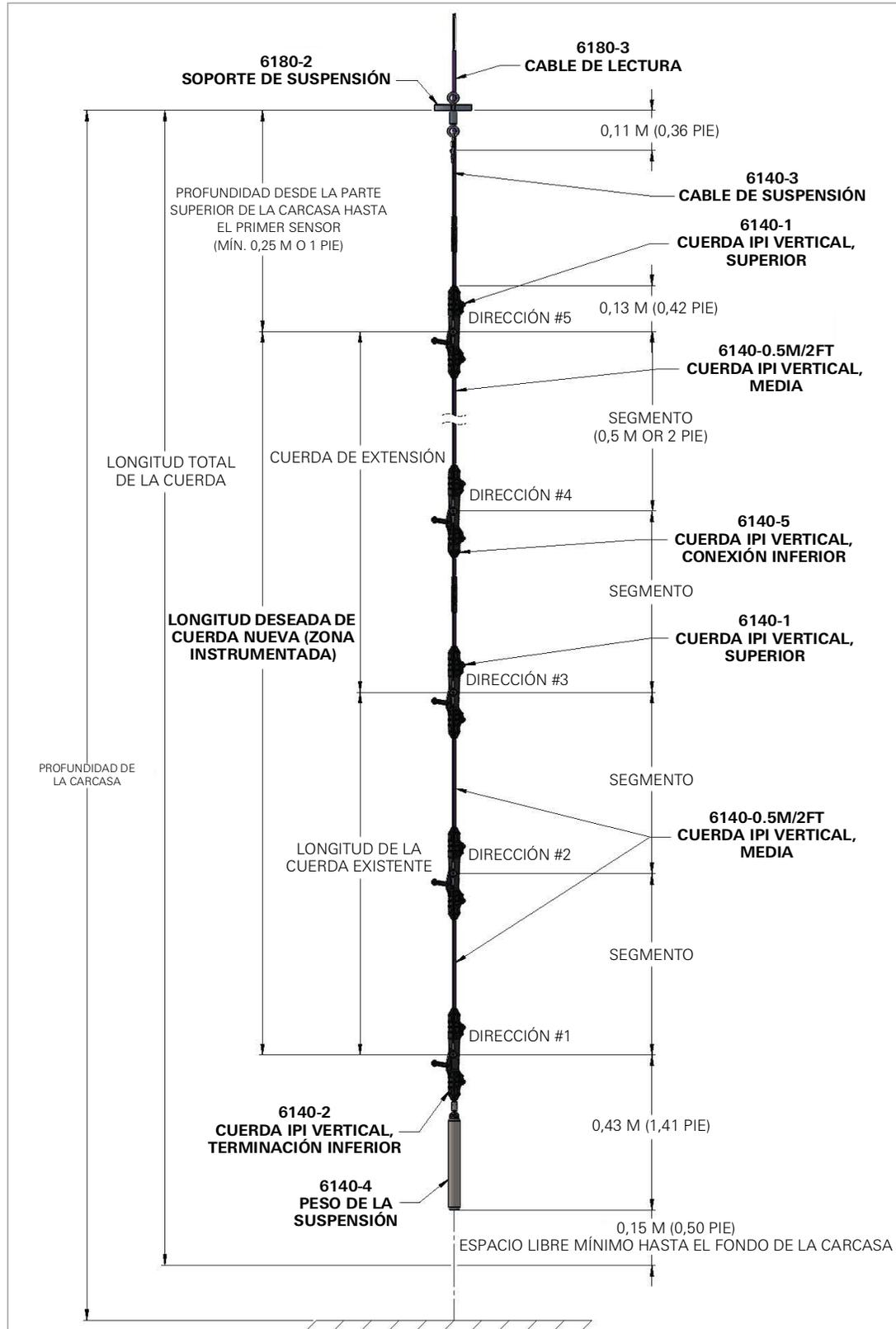


FIGURA 28: Diagrama de ensamblaje de extensión

## APÉNDICE C. INFORMES DE CALIBRACIÓN TÍPICOS

**GOKON.**

**Calibration Report**

Model Number: S-6140-1-CAL Calibration Date: December 20, 2023

Serial Number: 2330066 AAxisAngular Temperature: 22.1 °C

Calibration Instruction: CI-MEMS PCBA (IPI\_TILT, Triaxial) Technician: *R. Rudd*

Reference Average (Angular Degrees)	Sensor Output (Angular Degrees)	Error (Angular Degrees)
-30.0010	-30.0014	-0.0003
-20.0004	-19.9986	0.0018
-14.9999	-15.0019	-0.0020
-10.0001	-9.9986	0.0015
-4.9996	-5.0011	-0.0016
0.0002	-0.0011	-0.0014
5.0000	5.0020	0.0020
9.9998	10.0015	0.0017
15.0003	14.9989	-0.0015
20.0005	20.0000	-0.0005
30.0005	30.0007	0.0002

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.

**FIGURA 29:** Informe de calibración angular del eje A

**Calibration Report**Model Number: S-6140-1-CALCalibration Date: December 20, 2023Serial Number: 2330066 AAxisTemperatureTemperature: 21.2 °CCalibration Instruction: CI-MEMS PCBA (IPI\_TILT, Triaxial)

Technician:



SetPoint (Degrees Celsius)	Sensor Output (Angular Degrees)	Error (Angular Degrees/Degree Celsius)
-35	0.1596	0.0000
-20	0.1586	0.0000
-5	0.1611	-0.0001
10	0.1588	0.0000
25	0.1594	0.0000
40	0.1632	0.0003
55	0.1565	-0.0001
70	0.1605	0.0000

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.

**FIGURA 30:** Informe de calibración de temperatura del eje A

## Calibration Report

Model Number: S-6140-1-CAL

Calibration Date: December 20, 2023

Serial Number: 2330066 BAxisAngular

Temperature: 22.0 °C

Calibration Instruction: CI-MEMS PCBA (PI\_TILT, Triaxial)

Technician: *R. Judd*

Reference Average (Angular Degrees)	Sensor Output (Angular Degrees)	Error (Angular Degrees)
-30.0010	-30.0008	0.0002
-20.0004	-20.0011	-0.0007
-14.9999	-15.0001	-0.0003
-10.0001	-9.9993	0.0007
-4.9996	-4.9984	0.0012
0.0002	-0.0004	-0.0006
5.0000	4.9996	-0.0004
9.9998	9.9987	-0.0012
15.0003	15.0012	0.0009
20.0005	20.0009	0.0004
30.0005	30.0003	-0.0002

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.

**FIGURA 31:** Informe de calibración angular del eje B

## Calibration Report

Model Number: S-6140-1-CAL

Calibration Date: December 20, 2023

Serial Number: 2330066 BAxisTemperature

Temperature: 21.2 °C

Calibration Instruction: CI-MEMS PCBA (IPI\_TILT, Triaxial)

Technician: *KilBellavance*

SetPoint (Degrees Celsius)	Sensor Output (Angular Degrees)	Error (Angular Degrees/Degree Celsius)
-35	-0.3092	0.0000
-20	-0.3095	0.0000
-5	-0.3089	0.0000
10	-0.3089	0.0000
25	-0.3092	0.0000
40	-0.3082	0.0001
55	-0.3098	0.0000
70	-0.3091	0.0000

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.

**FIGURA 32:** Informe de calibración de temperatura del eje B

## APPENDIX D. SISTEMA DIRECCIONABLE MODBUS

---

### D.1 PARÁMETROS DE COMUNICACIONES DE MODBUS

Configuración de puertos	Valores requeridos
Bits por segundo	115,200
Bits de datos	8
Paridad	Ninguna
Bits de detención	1
Control de flujo	Ninguna

**TABLA 10:** *Parámetros de comunicaciones de Modbus*

### D.2 CÓDIGOS DE ERROR

Number	Name	Cause	Remedy
2	Temperature Sensor Range	Temperatura medida fuera del rango. El termistor puede estar demasiado caliente, demasiado frío o dañado.	Utilice sensores adyacentes para validar o estimar la temperatura.
4	Temperature Sensor Verify	El sensor de temperatura secundario difiere demasiado del sensor primario de alta precisión.	Utilice sensores adyacentes para validar o estimar la temperatura.
8	System Reset	Interrupción inesperada en el ciclo de medición anterior.	Asegúrese de que el voltaje de suministro de alimentación sea suficiente.

**TABLA 11:** *Códigos de error*

**Nota:** El sensor almacena los errores como un campo de bits para compactar la información. Si ocurren dos errores en un ciclo de medición, el código resultante será la suma de los números de error; por ejemplo, el error 4 más el error 8 aparece como el número 12.

## APÉNDICE E. PROGRAMA DE MUESTRA CR1000

---

### E.1 PROGRAMA DE MUESTRA CR1000

El siguiente programa de muestra lee una serie de sensores con tres sensores biaxiales. El cable en este ejemplo se comunica con el CR1000 a través de los puertos de control C1 y C2, los cuales están configurados como COM1. Se necesita de un convertidor RS-485 a TTL.

```
Public ErrorCode           'Error Code sent back from ModBus Command
Public A_Axis_Degrees(3)  'A Axis Degree Output
Public B_Axis_Degrees(3)  'B Axis Degree Output
Public Celsius(3)         'Temperature Celsius
Public Count              'Counter to increment through sensors

'Define Data Tables
DataTable(Test,1,-1)
  Sample (3,A_Axis_Degrees()),IEEE4)  'Store Degree Reading for A Axis
  Sample (3,B_Axis_Degrees()),IEEE4)  'Store Degree Reading for B Axis
  Sample (3,Celsius()),IEEE4)        'Store Thermistor C Reading
EndTable

'Main Program
BeginProg
  'Open COMport with TTL communications at 115200 baud rate
  SerialOpen (Com1,115200,16,0,50)
  'Read 3 sensors in MEMS String every 10 seconds
  Scan (10,Sec,0,0)
  'Loop through addresses of connected String
  For Count = 1 To 3
    'Reset temporary storage for both Degrees and Temp so not to retain
    'previous reading
    A_Axis_Degrees(Count) = 0
    B_Axis_Degrees(Count) = 0
    Celsius(Count) = 0

    'Flush Serial between readings
    SerialFlush (Com1)

    'Write to register to begin reading MEMS String
    NOTE: ModbusMaster won't send 0x118 unless "&H119" is 'entered
    ModbusMaster (ErrorCode,Com1,115200,Count,6,1,&H119,1,1,50,0)
    'Delay after write register
    Delay (1,1,Sec)

    'Use Modbus command to retrieve A Axis and B Axis Degree Readings
    ModbusMaster (ErrorCode,Com1,115200,Count,3,A_Axis_Degrees(Count),&H101,1,1,50,0)
    ModbusMaster (ErrorCode,Com1,115200,Count,3,B_Axis_Degrees(Count),&H103,1,1,50,0)

    'Use Modbus command to retrieve Thermistor Celsius from string
    ModbusMaster (ErrorCode,Com1,115200,Count,3,Celsius(Count),&H107,1,1,550,0)

    'Delay before proceeding to next reading
    Delay (1,1,Sec)
  Next
  'Call Table to store Data
  CallTable Test
NextScan
EndProg
```

### E.2 PROGRAMA DE MUESTRA CR6

El siguiente programa de muestra lee una serie de sensores con tres sensores direccionables. El cable en este ejemplo se comunica con el CR6 a través de los puertos de control C1 y C2, los cuales están configurados como ComC1. El CR6 tiene capacidad RS 485 incorporada, por lo que no necesita de un convertidor RS-485 a TTL.

```
Public ErrorCode           'Error Code sent back from ModBus Command
Public A_Axis_Degrees(3)  'A Axis Degree Output
Public B_Axis_Degrees(3)  'B Axis Degree Output
Public Celsius(3)         'Temperature Celsius
Public Count              'Counter to increment through sensors

'Define Data Tables
DataTable(Test,1,-1)
```

```

Sample
(3,A_Axis_Degrees(),IEEE4)      'Store Degree Reading for A Axis
Sample
(3,B_Axis_Degrees(),IEEE4)      'Store Degree Reading for B Axis
Sample (3,Celsius()),IEEE4)     'Store Thermistor C Reading
EndTable

'Main Program

BeginProg
'Open COMport with RS-485 communications at 115200 baud rate
SerialOpen (ComC1,115200,16,0,50,3)
'Read 3 sensors in MEMS String every 10 seconds
Scan (10,Sec,0,0)
'Loop through addresses of connected String
For Count = 1 To 3
'Reset temporary storage for both Degrees and Temp so not to retain
'previous reading
A_Axis_Degrees(Count) = 0
B_Axis_Degrees(Count) = 0
Celsius(Count) = 0

'Flush Serial between readings
SerialFlush (ComC1)

'Write to register 0x118 to trigger string
'NOTE: ModbusMaster won't send 0x118 unless "&H119" is entered

ModbusMaster (ErrorCode,ComC1,115200,Count,6,1,&H119,1,1,10,0)
'Delay after write register
Delay (1,1,Sec)

'Use Modbus command to retrieve A Axis and B Axis Degree Readings
ModbusMaster (ErrorCode,ComC1,115200,Count,3,A_Axis_Degrees(Count),&H101,1,1,10,0)
ModbusMaster (ErrorCode,ComC1,115200,Count,3,B_Axis_Degrees(Count),&H103,1,1,10,0)

'Use Modbus command to retrieve Thermistor Celsius from string
ModbusMaster (ErrorCode,ComC1,115200,Count,3,Celsius(Count),&H107,1,1,10,0)

'Delay before proceeding to next reading
Delay (1,1,Sec)
Next
'Call Table to store Data
CallTable Test
NextScan
EndProg

```

## APÉNDICE F. POLIPASTO DE INSTALACIÓN/EXTRACCIÓN

Inclinómetro vertical in situ modelo 6140 Las cuerdas de más de 50 sensores pueden resultar pesadas a medida que se bajan a la carcasa. Junto con las condiciones de la carcasa y del sitio, este peso puede aumentar la dificultad de instalación y el riesgo de daños en el sensor debido a un mal manejo. El modelo 6140-HOIST está diseñado para facilitar la instalación o extracción de una cuerda. Independientemente de las condiciones de la carcasa y del sitio, GEOKON recomienda encarecidamente el uso de este polipasto para cuerdas que superen los 100 sensores.

El polipasto consta de un sistema de poleas, un cable de soporte enrollado en un carrete, un juego de adaptadores de casquillo para usar con un taladro suministrado por el cliente y un mango para uso manual opcional. La fábrica coloca los puntos de fijación para el polipasto (marcados con una etiqueta amarilla) en los sensores en los intervalos necesarios.

La cantidad de carretes de cable de soporte necesarios dependerá de la longitud de la cuerda. Una vez que la cuerda excede los 100 sensores, generalmente se requieren carretes adicionales para cada conjunto de 50 sensores subsiguientes (hasta 100 sensores = 1 carrete, 150 sensores = 2 carretes, 200 sensores = 3 carretes, etc.). El cable de soporte normalmente se coloca después de que se hayan instalado los primeros 50 sensores en la carcasa. En este punto, el cable de soporte se utiliza con el polipasto para sostener los siguientes 50 sensores.



**FIGURA 33:** Polipasto de instalación/extracción modelo 6140-HOIST

## F.1 INSTALACIÓN DE UNA CUERDA UTILIZANDO EL SISTEMA DE POLIPASTO

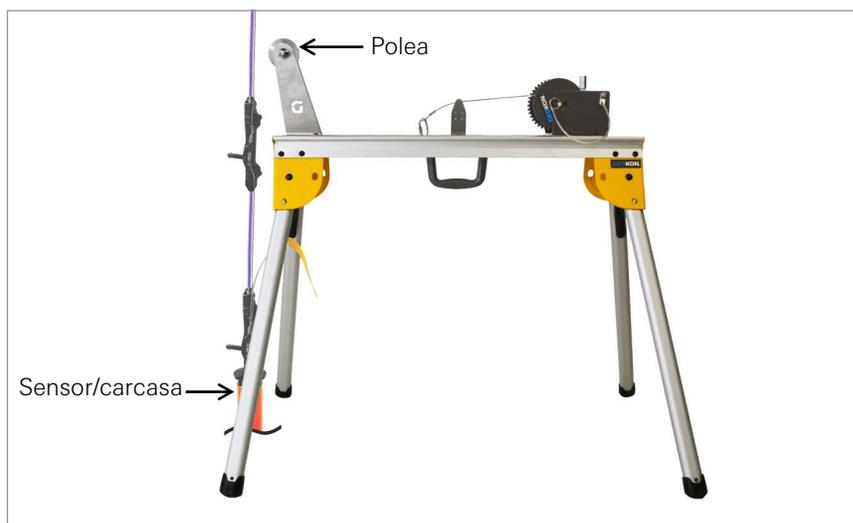
1. Instale la cuerda como se indica en la Sección 2.5 hasta alcanzar el primer punto de fijación, identificado con una etiqueta amarilla.
2. Inserte el soporte del sensor en la carcasa y luego inserte el sensor marcado con la etiqueta en el soporte.

**Nota:** Todos los demás pasos de instalación (conexión del cable del sensor, conexión del cable de la aeronave, etc.) deben realizarse junto con el proceso del sistema de elevación.



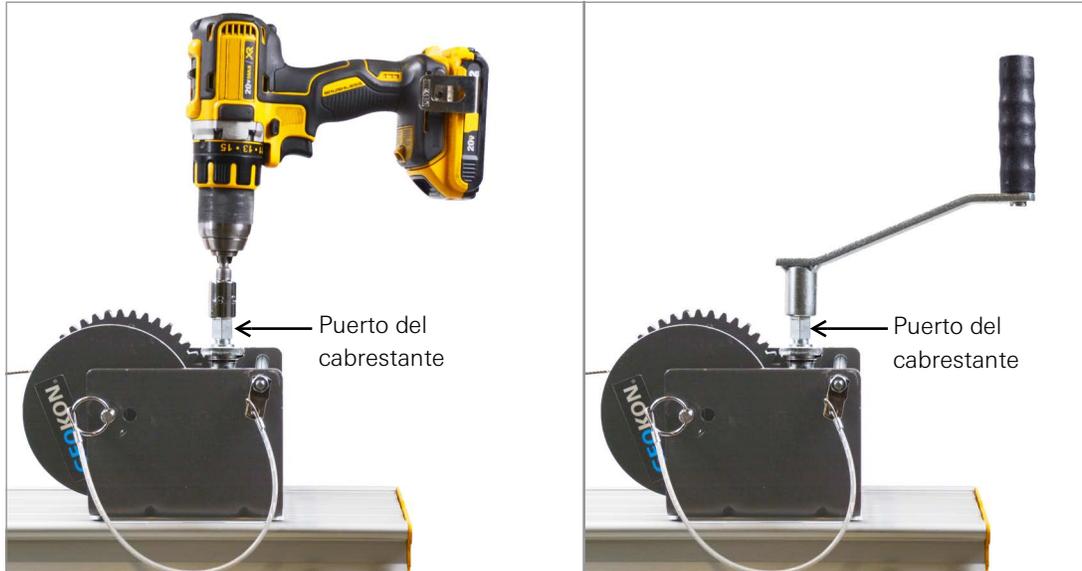
**FIGURA 34:** Punto de fijación del sensor marcado

3. En el bastidor del elevador, presione la palanca de bloqueo de las patas y despliegue las patas hasta que queden bloqueadas en su lugar.
4. Coloque el bastidor del polipasto de modo que la polea quede directamente encima de la carcasa.



**FIGURA 35:** Bastidor modelo 6140-HOIST

5. Instale el zócalo/adaptador (usado con un taladro provisto por el cliente) o el mango manual en el puerto del cabrestante del bastidor del polipasto (Figura 36).

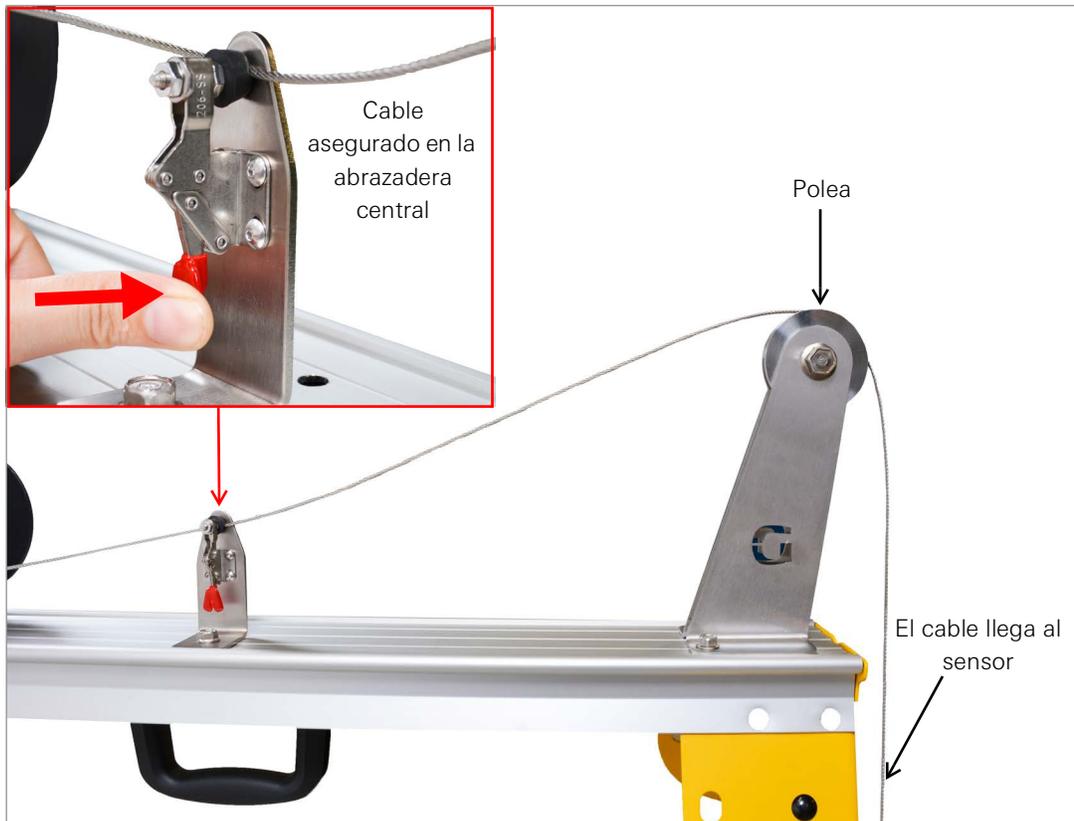


**FIGURA 36:** Taladro (izquierdo) o mango manual (derecha) instalado en el puerto del cabrestante

6. Gire el puerto del cabrestante en sentido antihorario para desenrollar un tramo de cable de soporte del carrete, lo suficiente para guiar el cable sobre la polea y hacia abajo hasta el sensor marcado con la etiqueta.

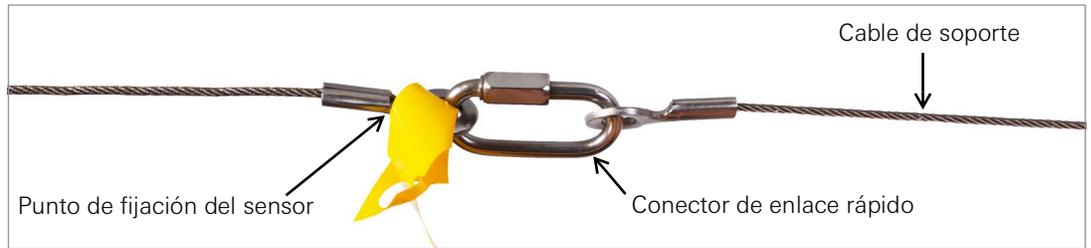
**¡Importante! Mantenga el cable tensado para evitar que se desenrede en el carrete.**

7. Bloquee el cable en su lugar con la abrazadera central para mantener la tensión en el carrete.



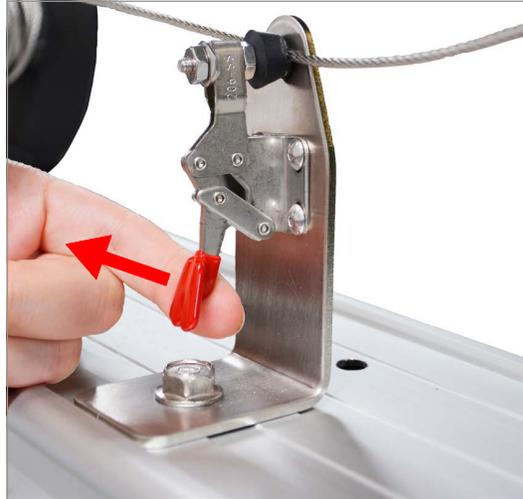
**FIGURA 37:** Cable de soporte alineado en la polea y asegurado en la abrazadera central

8. Conecte el cable al punto de conexión del sensor mediante el conector de enlace rápido.



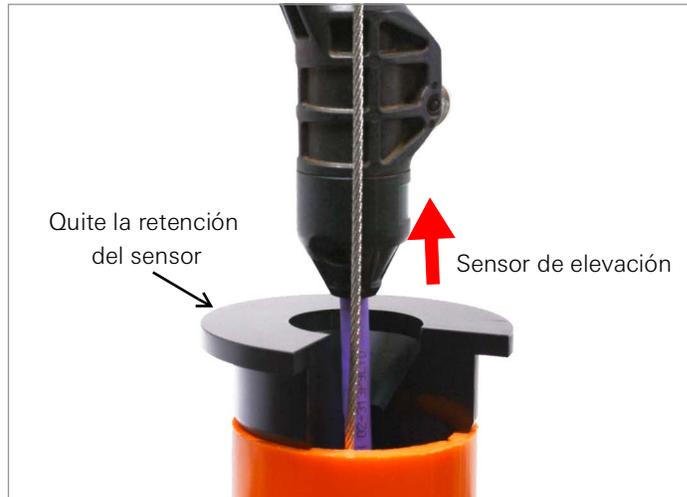
**FIGURA 38:** Cable de soporte fijado al punto de fijación con conector de enlace rápido

9. Suelte la abrazadera central.



**FIGURA 39:** Suelte la abrazadera central

10. Gire el puerto del cabrestante en el sentido de las agujas del reloj para levantar ligeramente el sensor y quitar el soporte del sensor.



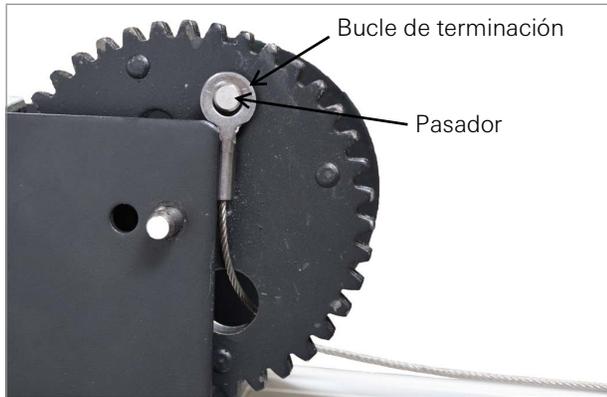
**FIGURA 40:** Sensor levantado del soporte del sensor

11. Gire el puerto del cabrestante en sentido antihorario para bajar la cuerda hasta la carcasa. Mientras baja, continúe posicionando e instalando los sensores como se describe en la Sección 2.5.

**Si no se requieren carretes de cable de soporte adicionales, salte al paso 13.**

12. Cuando se alcanza el siguiente sensor marcado con etiqueta:

- a. Inserte el soporte del sensor en la carcasa y luego inserte el sensor marcado con la etiqueta en el soporte.
- b. Gire el carrete de manera que el pasador del bucle de terminación quede visible como se muestra en la Figura 41 y retire el bucle de terminación del pasador en el exterior del carrete.



**FIGURA 41:** Quitar el bucle de terminación

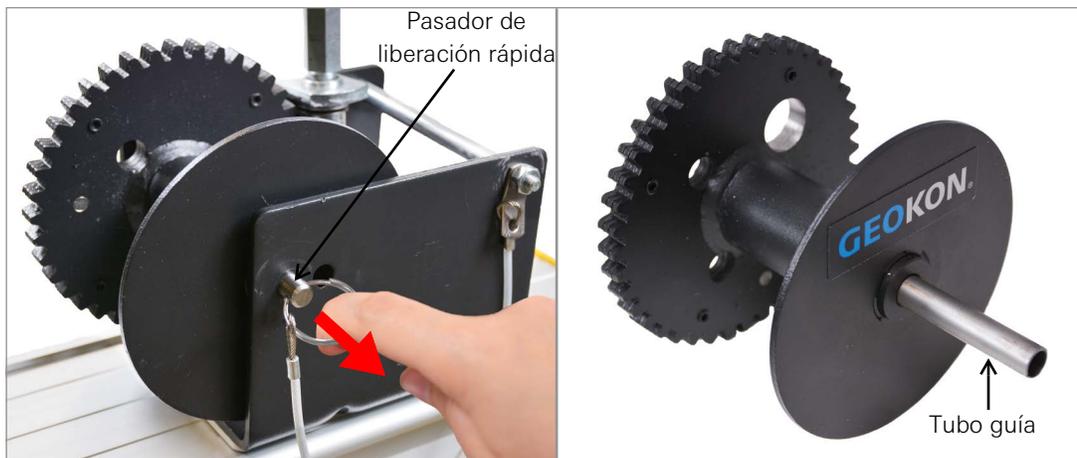
- c. Coloque el cable de soporte sobrante a lo largo de la cuerda y fíjelo al cable del sensor con bridas, justo por encima del sensor más lejano que pueda alcanzar.

**¡Importante! No corte el bucle de terminación del cable de soporte. No deseche el carrete. Estos facilitarán la extracción de la cuerda si es necesario (ver Sección F.2).**



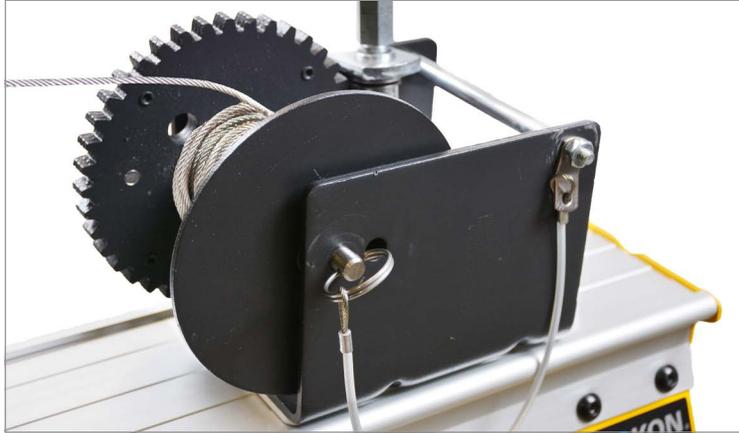
**FIGURA 42:** Cable de soporte fijado a la cuerda

- d. Retire el pasador de liberación rápida del cabrestante y retire el carrete vacío. Quite el tubo guía del carrete y **colóquelo dentro de un nuevo carrete.**



**FIGURA 43:** Retire el carrete vacío y el tubo guía

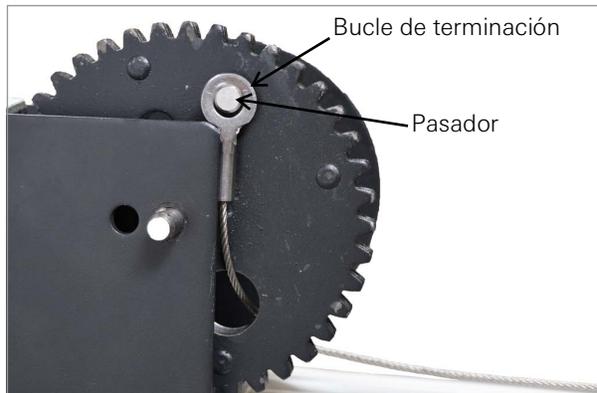
- e. Instale el nuevo carrete en el polipasto, con el cable colgando sobre el lado superior. Asegúrelo en su lugar con el pasador de liberación rápida (Figura 44).



**FIGURA 44:** Instale un nuevo carrete usando el pasador de liberación rápida

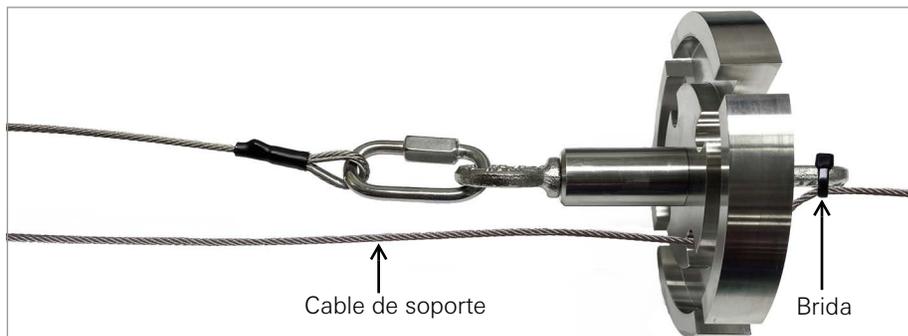
- f. Repita el procedimiento del paso 6 para cada sección de cuerda adicional.
13. Cuando llegue al siguiente sensor marcado con etiqueta, inserte el soporte del sensor en la carcasa y luego inserte el sensor superior en el soporte.
14. Gire el carrete de manera que el pasador del bucle de terminación quede visible como se muestra en la Figura 46 y retire el bucle de terminación del cable de soporte del pasador en el exterior del carrete. Habrá exceso de cable en la parte superior de la cuerda.

**¡Importante! No corte el bucle de terminación del cable de soporte. No deseche el carrete. Estos facilitarán la extracción de la cuerda si es necesario (ver Sección F.2).**



**FIGURA 45:** Quitar el bucle de terminación

15. Fije el cable de soporte al soporte de suspensión con bridas.



**FIGURA 46:** Fije el extremo de terminación al soporte de suspensión

16. Complete la instalación como se describe en la Sección 2.5.

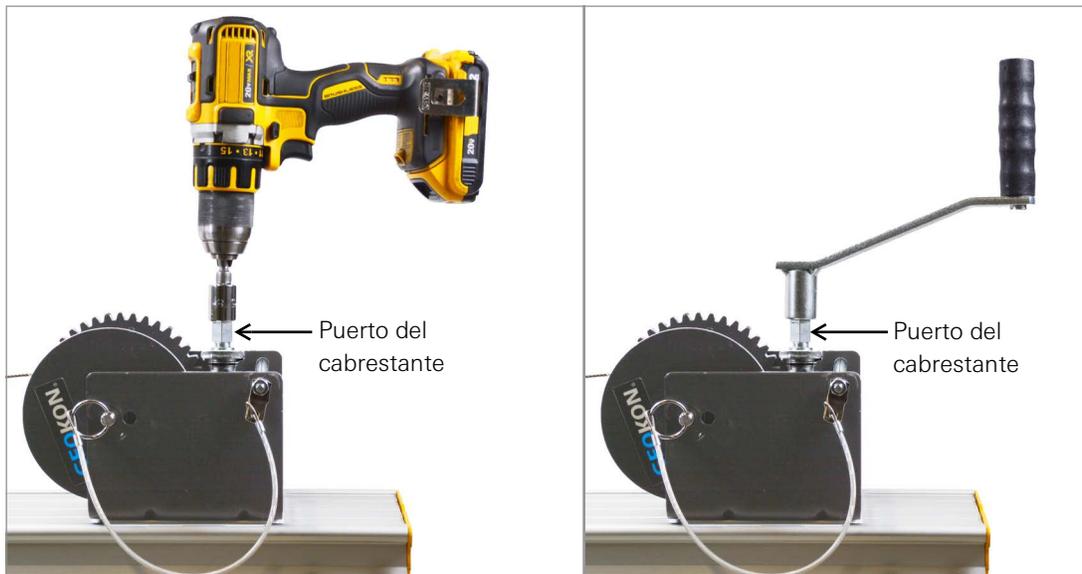
## F.2 QUITAR UNA CUERDA UTILIZANDO EL SISTEMA DE POLIPASTO

1. En el bastidor del elevador, presione la palanca de bloqueo de las patas y despliegue las patas hasta que queden bloqueadas en su lugar.
2. Coloque el bastidor del polipasto con la polea directamente encima de la carcasa.
3. Si aún no está en su lugar, instale un carrete vacío en el bastidor del polipasto. Inserte el tubo guía en el carrete y asegúrelo en el polipasto con el pasador de liberación rápida.



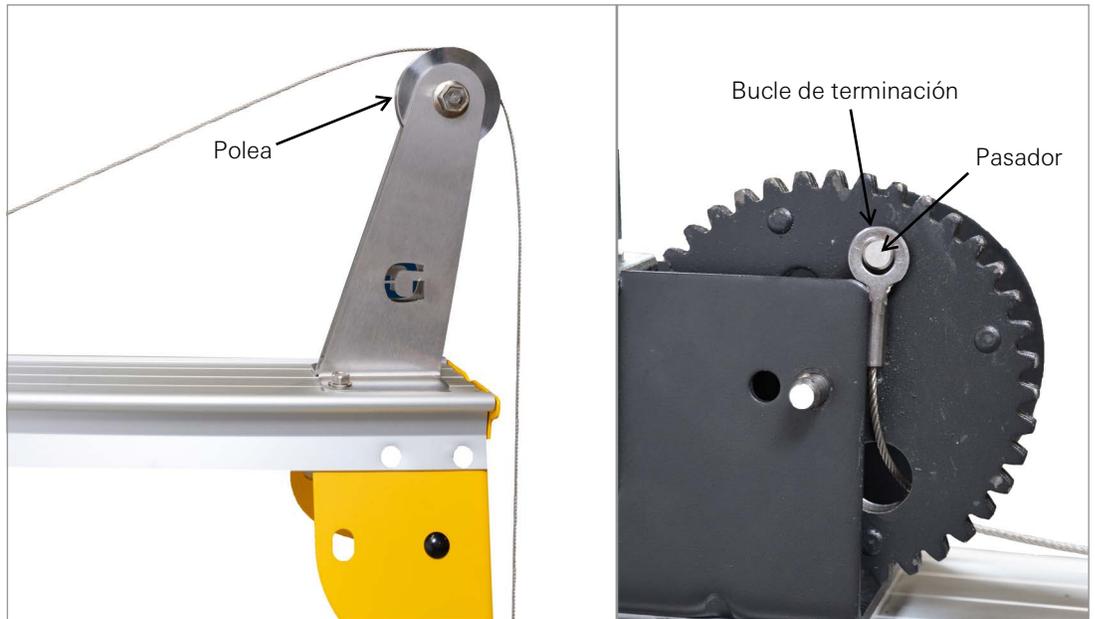
**FIGURA 47:** Instale un carrete vacío con el pasador de liberación rápida

4. Instale el zócalo/adaptador (utilizado con un taladro provisto por el cliente) o el mango manual en el puerto del cabrestante del bastidor del polipasto.



**FIGURA 48:** Taladro (izquierdo) o mango manual (derecha) instalado en el puerto del cabrestante

5. Corte las bridas que sujetan el cable de soporte al soporte de suspensión o al cable del sensor.
6. Gire el carrete de manera que el pasador del bucle de terminación quede visible como se muestra en la Figura 49. Pase el cable de soporte sobre la polea e inserte el bucle de terminación del cable de soporte a través de la ranura en el carrete y sobre el pasador en el exterior.



**FIGURA 49:** Cable de soporte sobre polea (izquierda) y bucle de terminación instalado en carrete vacío (derecha)

7. Gire el puerto del cabrestante en el sentido de las agujas del reloj para levantar ligeramente la cuerda. Retire el soporte de suspensión o el soporte del sensor de la carcasa.
8. Continúe girando el puerto del cabrestante en el sentido de las agujas del reloj para levantar la cuerda de la carcasa, guiando los sensores hacia afuera con cuidado.
9. Cuando llegue al primer sensor marcado con una bandera, inserte el soporte del sensor en la carcasa y luego inserte el sensor en el soporte.



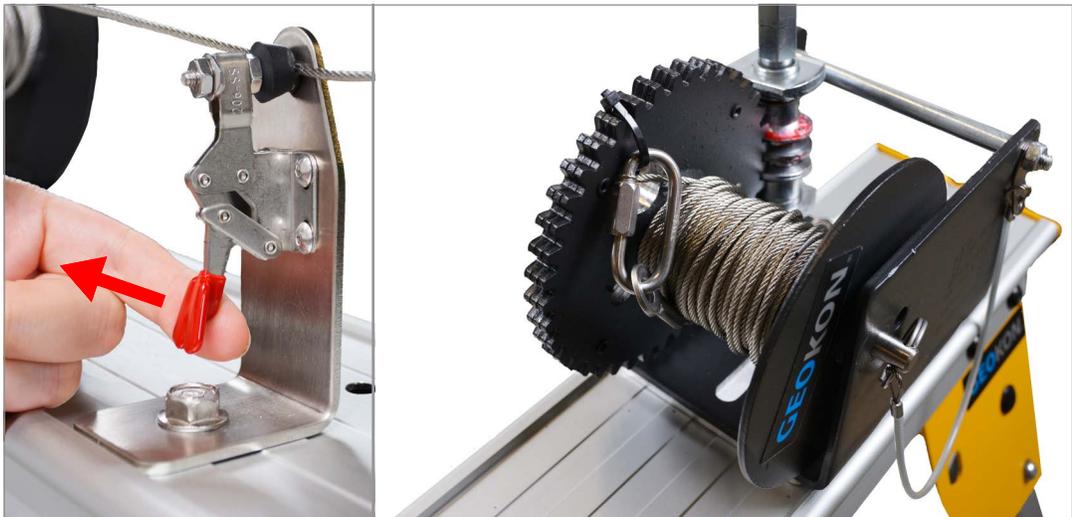
**FIGURA 50:** Punto de fijación del sensor marcado

10. Bloquee el cable en su lugar con la abrazadera central para mantener la tensión y evitar que se desenrede en el carrete.



**FIGURA 51:** Cable de soporte asegurado en la abrazadera central

11. Desconecte el cable de soporte del punto de fijación del sensor.
12. Suelte la abrazadera central. Asegure el cable de soporte al carrete.



**FIGURA 52:** Suelte la abrazadera central (izquierda) y asegure el cable de soporte al carrete (derecha)

13. Si hay más secciones de cable de soporte instaladas, retire el carrete completo y repita el procedimiento desde el paso 3.
14. Una vez que se hayan desconectado todos los cables de soporte, retire el resto de la cuerda con la mano.

## APÉNDICE G. AJUSTE DEL CABLE DE SUSPENSIÓN

El cable de suspensión del modelo 6140-3 se envía completamente ensamblado a la longitud especificada. La longitud del cable se puede acortar si es necesario siguiendo las instrucciones de esta sección.

### G.1 CONEXIÓN DEL SOPORTE DE SUSPENSIÓN

Para asegurar que la cadena esté instalada a la profundidad correcta, sume la longitud desde la parte inferior del peso hasta la punta del sensor superior y reste este valor de la profundidad deseada de la cadena (medida desde la parte superior de la carcasa hasta la parte inferior del conjunto de la cadena); el valor resultante es la longitud del cable de suspensión.

**Note:** GEOKON sugiere suspender la cadena de sensores al menos 150 mm (seis pulgadas) por encima de la parte inferior de la carcasa, para tener en cuenta los escombros y sedimentos.

1. Mida el cable de suspensión hasta la longitud calculada, menos 11,4 cm (4,5 pulgadas) para tener en cuenta el clip de conexión y el soporte de suspensión.
2. Forme un bucle en el lugar medido. Asegúrelo ligeramente con una de las abrazaderas para cables suministradas. No apriete completamente en este paso.



**FIGURA 53:** Bucle y abrazadera

3. Coloque el guardacabo suministrado en el bucle. Apriete el cable de suspensión al guardacabo deslizando la abrazadera del cable hacia el guardacabo.



**FIGURA 54:** Inserte y apriete el guardacabo en el bucle

4. Conecte el cable aeronáutico al cáncamo en la parte inferior del soporte de suspensión usando el conector de enlace rápido.



**FIGURA 55:** Cable de suspensión ajustado con soporte

5. Ajuste el cable de suspensión según sea necesario para que la distancia desde el hombro empotrado del soporte de suspensión hasta la punta del sensor superior sea igual a la longitud calculada del cable de suspensión. Asegure completamente la abrazadera del cable con una especificación de torsión de aproximadamente 4,5 pies-libras.
6. Asegure una segunda abrazadera de cable aproximadamente a 7,6 cm (3 pulgadas) de la primera abrazadera de cable, apretando completamente según la especificación de torsión anterior.



**FIGURA 56:** *Conjunto de cable ajustado final*

7. Asegure el extremo suelto del cable de suspensión a la longitud principal con cinta adhesiva.



**GEOKON®**

GEOKON  
48 Spencer Street  
Lebanon, New Hampshire  
03766, USA

Teléfono: +1 (603) 448-1562  
Email: [info@geokon.com](mailto:info@geokon.com)  
Sitio web: [www.geokon.com](http://www.geokon.com)

GEOKON  
ies una compañía  
**ISO 9001:2015** registrada