



# Modelo 6140

## Inclinômetro In-Place

### String Vertical

Manual de instruções





## **DECLARAÇÃO DE GARANTIA**

A GEOKON garante que seus produtos estão livres de defeitos de materiais e de fabricação, sob uso e serviço normais por um período de 13 meses a partir da data de compra. Se a unidade apresentar falha, deverá ser devolvida à fábrica para avaliação, com frete pré-pago. Após inspeção pela GEOKON, se a unidade apresentar defeito, será reparada ou substituída gratuitamente. No entanto, a GARANTIA É ANULADA se a unidade apresentar evidência de adulteração ou danos como resultado de corrosão ou corrente excessiva, calor, umidade ou vibração, especificação inadequada, aplicação incorreta, uso indevido ou outras condições operacionais fora do escopo ou do controle da GEOKON. Desgaste ou danos aos componentes causados por uso indevido não são garantidos. Isso inclui fusíveis e baterias.

A GEOKON fabrica instrumentos científicos cujo uso indevido é potencialmente perigoso. Os instrumentos devem ser instalados e usados apenas por pessoal qualificado. Não há garantias, exceto as declaradas neste documento. Não há outras garantias, expressas ou implícitas, incluindo, entre outras, garantias implícitas de comerciabilidade e de adequação a uma finalidade específica. A GEOKON não é responsável por quaisquer danos ou perdas causados a outros equipamentos, sejam diretos, indiretos, incidentais, específicos ou emergentes que o comprador pode experimentar como resultado da instalação ou uso do produto. O único recurso do comprador para qualquer violação deste acordo pela GEOKON ou qualquer violação de qualquer garantia pela GEOKON não excederá o preço de compra pago pelo comprador à GEOKON pela unidade ou unidades, ou equipamento diretamente afetado por tal violação. A GEOKON não reembolsará, em nenhuma circunstância, o reclamante por perdas incorridas na remoção e/ou reinstalação de equipamentos.

Todas as precauções de precisão foram tomadas na preparação de manuais e/ou software. No entanto, a GEOKON não assume responsabilidade por quaisquer omissões ou erros que possam surgir nem assume responsabilidade por quaisquer danos ou perdas que resultem do uso dos produtos de acordo com as informações contidas no manual ou software.

Nenhuma parte deste manual de instruções pode ser reproduzida, por qualquer meio, sem o consentimento por escrito da GEOKON. As as informações contidas neste documento são consideradas precisas e confiáveis. No entanto, a GEOKON não assume nenhuma responsabilidade por erros, omissões ou interpretação errônea. As informações contidas neste documento estão sujeitas a alterações sem notificação.

A marca e o logotipo GEOKON® são marcas registradas no Escritório de Marcas e Patentes dos Estados Unidos.



# ÍNDICE

---

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	1
<b>2. INSTALAÇÃO</b>	2
<b>2.1 CONEXÕES DE CABOS</b>	2
<b>2.2 TESTES PRELIMINARES</b>	2
<b>2.3 CONECTE O CONTRAPESO DA SUSPENSÃO</b>	3
<b>2.4 ORIENTAÇÃO DO SENSOR</b>	3
<b>2.5 INSTALAÇÃO DOS SENSORES NO TUBO</b>	4
<b>2.6 LEITURA</b>	8
<b>2.7 CONECTOR À PROVA D'ÁGUA DE QUATRO PINOS</b>	9
<b>3. PROTOCOLO MODBUS RTU</b>	10
<b>3.1 INTRODUÇÃO AO MODBUS</b>	10
<b>3.2 VISÃO GERAL DO MODBUS RTU</b>	10
<b>3.3 TABELAS MODBUS</b>	10
<b>4. COMO FAZER LEITURAS</b>	12
<b>4.1 DATALOGGERS COMPATÍVEIS</b>	12
<b>5. REDUÇÃO DE DADOS</b>	13
<b>5.1 CÁLCULO DE INCLINAÇÃO</b>	13
<b>5.2 CÁLCULO DE DESLOCAMENTO</b>	13
<b>5.3 EFEITOS DA TEMPERATURA</b>	15
<b>5.4 FATORES AMBIENTAIS</b>	15
<b>6. SOLUÇÃO DE PROBLEMAS</b>	16
<b>APÊNDICE A. ESPECIFICAÇÕES</b>	17
<b>A.1 MODELO 6140 INCLINÔMETRO IN-PLACE STRING VERTICAL</b>	17
<b>A.2 LISTA DE PEÇAS</b>	18
<b>APÊNDICE B. LAYOUT DE INSTALAÇÃO TÍPICO</b>	21
<b>B.1 MONTAGEM-PADRÃO DA CADEIA IPI VERTICAL MODELO 6140</b>	21
<b>B.2 MONTAGEM DE EXTENSÃO DA CADEIA IPI VERTICAL MODELO 6140</b>	22
<b>APÊNDICE C. RELATÓRIOS DE CALIBRAÇÃO TÍPICOS</b>	23
<b>APÊNDICE D. SISTEMA ENDEREÇÁVEL MODBUS</b>	27
<b>D.1 PARÂMETROS DE COMUNICAÇÃO MODBUS</b>	27
<b>D.2 CÓDIGOS DE ERRO</b>	27
<b>APÊNDICE E. PROGRAMAÇÃO CRBASIC</b>	28

<b>E.1 EXEMPLO DE PROGRAMA CR1000</b> .....	28
<b>E.2 EXEMPLO DE PROGRAMA CR6</b> .....	28
<b>APÊNDICE F. SISTEMA DE GUINCHO DE INSTALAÇÃO/REMOÇÃO</b> .....	30
<b>F.1 INSTALAÇÃO DE UMA CADEIA USANDO O SISTEMA DE GUINCHO</b> .....	31
<b>F.2 REMOÇÃO DE UMA CADEIA USANDO O SISTEMA DE GUINCHO</b> .....	36
<b>APÊNDICE G. AJUSTE DO CABO DE SUSPENSÃO</b> .....	39
<b>G.1 CONEXÃO DO SUPORTE DE SUSPENSÃO</b> .....	39

## 1. INTRODUÇÃO

---

O princípio de funcionamento do GEOKON modelo 6140 Inclinômetro In-place String Vertical é a utilização de sensores de inclinação MEMS (sistemas microeletromecânicos) para fazer medições precisas de inclinação sobre segmentos de um tubo de inclinômetro.

O modelo 6140 Inclinômetro In-Place String Vertical consiste em uma cadeia de sensores de inclinação MEMS biaxiais, instalados em um robusto invólucro de polímero processado. Uma roda com mola e duas rodas fixas permitem que a cadeia se encaixe positivamente nas ranhuras do revestimento do inclinômetro convencional de 70 ou 85 mm, mantendo o azimute com profundidade. A cadeia inteira é mantida em tensão anexando um contrapeso de suspensão no sensor mais abaixo e pendurando a cadeia na parte superior do tubo usando um cabo de suspensão e um suporte de apoio.

Os sensores na cadeia de inclinômetro são conectados mecanicamente com conjuntos de cabos metálicos de alta resistência, que podem girar livremente em torno do ponto de conexão. Os sensores são conectados eletricamente por meio de um cabo de barramento comum, enquanto o sensor superior inclui um conector à prova d'água que permite fácil montagem no dispositivo de leitura escolhido (PC, dataloggers, sistema SCADA etc.) por meio de um cabo de leitura especificado pelo cliente.

Cada sensor produz leituras calibradas de inclinação (graus angulares) e temperatura (graus Celsius), que podem ser facilmente importadas para o MS Excel ou qualquer software de visualização de inclinômetro, sem a necessidade de converter dados brutos em unidades de engenharia.

O modelo 6140 Inclinômetro In-Place String Vertical usa o protocolo Modbus® Remote Terminal Unit (RTU) padrão da indústria para comunicação. Utiliza uma interface elétrica RS-485 (half duplex), reconhecida por sua prevalência, simplicidade e sucesso como camada física industrial robusta. O monitoramento pode ser realizado usando Registradores Digitais de Alta Tensão e Endereçáveis GeoNet, Conversor de Barramento Endereçável Modelo 8020-38, Dataloggers Série Modelo 8600, Datalogger Campbell Scientific ou qualquer outro dispositivo capaz de operar como um cliente Modbus RTU e que tenha uma porta RS-485.

Para cadeias de 50 sensores ou mais, deve-se considerar o uso de um guincho de instalação/remoção modelo 6140-HOIST. Para mais informações, consulte o Apêndice F.

## 2. INSTALAÇÃO



Vídeo de instalação

Para uma demonstração visual assista ao [Vídeo de instalação do modelo 6140](#).

### 2.1 CONEXÕES DE CABOS

Ao fazer conexões de cabos, alinhe o ponto de orientação na parte externa do conector macho com os dois pontos de orientação na parte externa do conector fêmea (Figura 1). Isso garantirá que os pinos e receptáculos dos conectores estejam corretamente alinhados. Para evitar a entrada de água, pressione os conectores até que estejam totalmente encaixados (Figura 2). Para segurança adicional, a GEOKON recomenda colar os conectores com fita adesiva elétrica ou preta.

**Observação:** Para facilitar o acoplamento, graxa dielétrica é aplicada nos conectores machos. Não remova essa graxa.

**Cuidado!** Deve-se tomar cuidado para evitar cortar ou danificar a capa do cabo, o que poderia introduzir umidade no interior da cadeia, causando danos irreparáveis aos sensores.

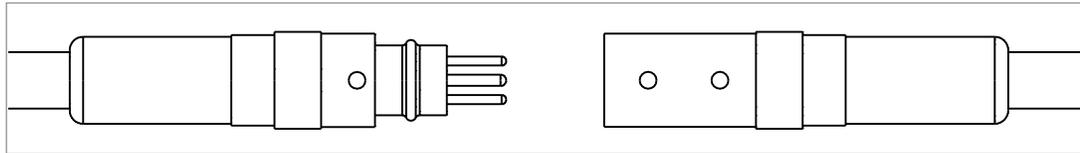


FIGURA 1: Detalhe da conexão do cabo

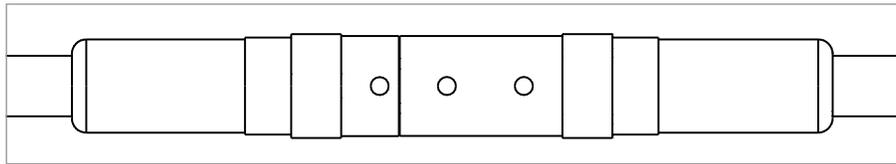


FIGURA 2: Cabos conectados

### 2.2 TESTES PRELIMINARES

Antes da instalação, verifique o funcionamento adequado dos sensores realizando as etapas abaixo.

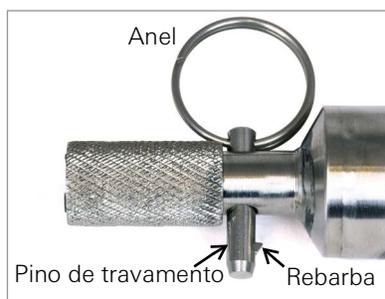
#### Para cadeias contendo menos de 100 sensores, pule para a etapa 4

1. Coloque as seções da cadeia na ordem correta, consultando as etiquetas nas caixas para transporte. Não retire das caixas.
2. Conecte as seções da cadeia conectando o conector de cabo macho de uma seção ao conector fêmea da próxima. Os conectores são marcados com fita codificada por cores entre as seções. As caixas para transporte são etiquetadas em ordem de sequência e por identificação de cadeia, se aplicável. (Consulte a Seção 2.1 para detalhes da conexão do cabo.)
3. Repita esse processo até que toda a cadeia esteja conectada. O cabo de suspensão metálico não precisa ser conectado neste momento.
4. Conecte o conector de cabo macho do sensor mais acima da cadeia no conector fêmea do cabo de leitura.
5. Conecte o IPI string a um Datalogger ou PC (consulte a Seção 2.6 para mais informações.)
6. Inclinar a caixa para transporte de um lado para outro deve produzir leituras crescentes ou decrescentes para todos os sensores. A temperatura indicada na leitura deve estar próxima da ambiente. Repita esse processo com as caixas para transporte restantes. **Se algum desses testes preliminares falhar, consulte a Seção 6! para solução de problemas.**

Assim que os testes preliminares forem concluídos, desconecte a cadeia do dispositivo de leitura e desconecte as seções da cadeia umas das outras (se aplicável). **Ao desconectar, não puxe pelo cabo, segure os conectores e separe-os com cuidado.**

### 2.3 CONECTE O CONTRAPESO DA SUSPENSÃO

1. Remova o pino de travamento do contrapeso da suspensão pressionando a rebarba e puxando o anel.



**FIGURA 3:** Detalhes do pino de travamento

2. Retraia a luva da mola no contrapeso da suspensão.



**FIGURA 4:** Retraia a luva da mola

3. Acople o parafuso de cabeça esférica do sensor do terminal ao receptor no contrapeso e, em seguida, solte a luva da mola.



**FIGURA 5:** Pegue o parafuso de cabeça esférica

4. Reinsira o pino de travamento para evitar que a luva se retraia acidentalmente durante o uso.

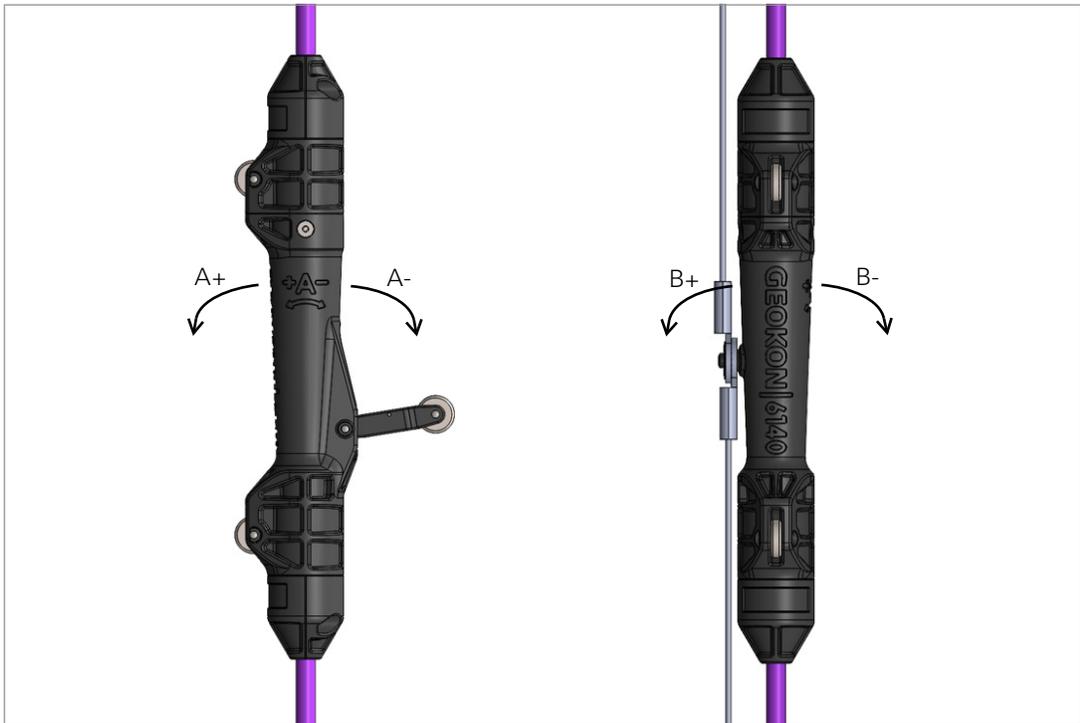


**FIGURA 6:** Conexão concluída

### 2.4 ORIENTAÇÃO DO SENSOR

Todos os sensores devem ser orientados na mesma direção quando instalados no tubo. O dispositivo MEMS monitora as direções A e B (Figura 7). As direções A+ e A- estão voltadas para as rodas do sensor e estão marcadas na caixa do sensor. A direção B+ é 90 graus no sentido horário em relação à direção A+, vista de cima.

Aponte a direção A+ na mesma direção do movimento previsto, por exemplo, em direção à escavação que está sendo monitorada ou encosta abaixo para aplicações de avaliação de estabilidade de talude.



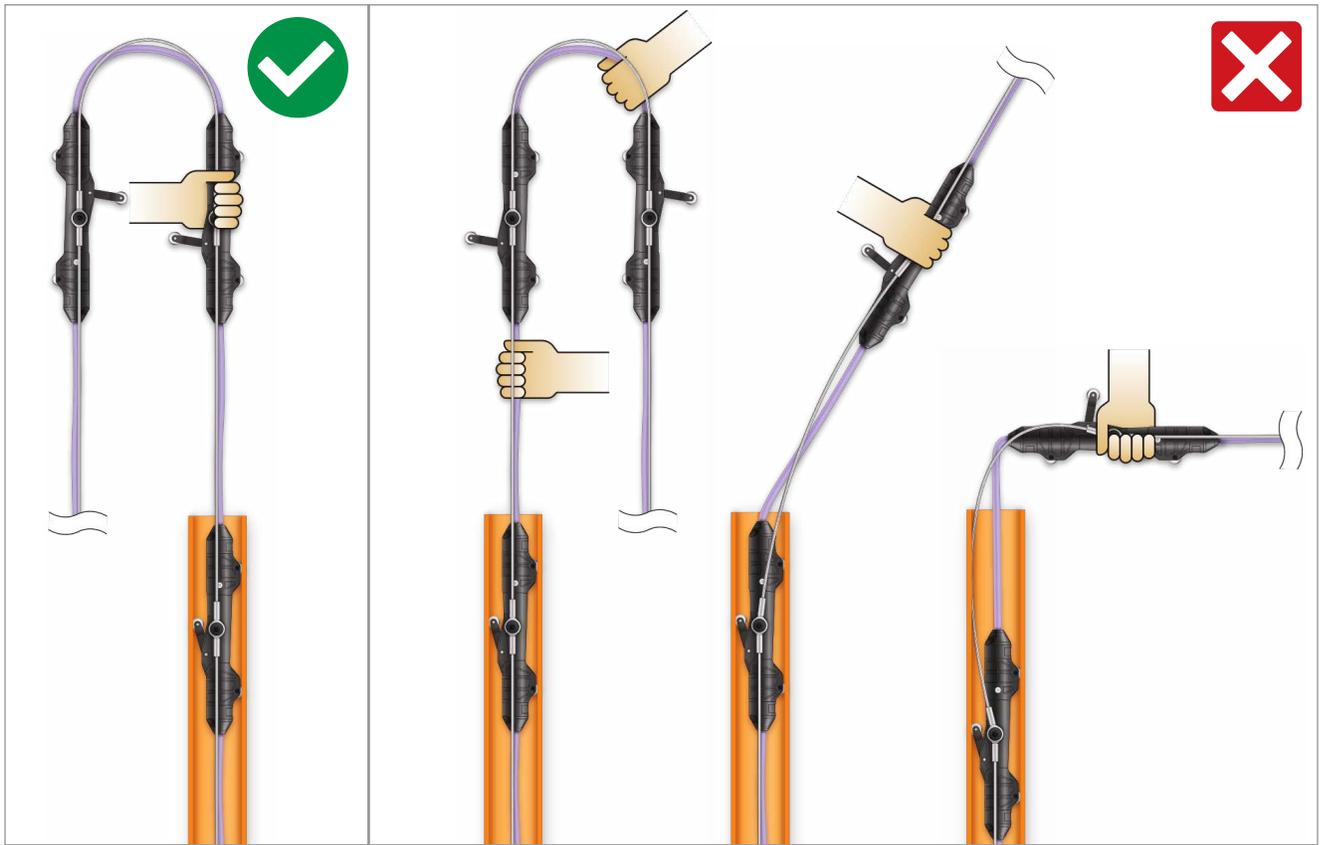
**FIGURA 7:** Direções A e B

## 2.5 INSTALAÇÃO DOS SENSORES NO TUBO

A GEOKON recomenda que a altura do topo do tubo em relação ao nível do solo não seja superior a 0,5 metros (20 polegadas). Isso propicia uma instalação mais fácil com menos potencial de torção do cabo de sinal e dos sensores.

A GEOKON também recomenda o uso do guincho de instalação/remoção modelo 6140-HOIST para sustentar cadeias de 50 sensores ou mais (consulte o Apêndice F). O peso da cadeia aumentará à medida que mais seções dela forem instaladas no tubo.

**Importante! Os sensores devem ser mantidos verticalmente acima do tubo para que o peso da cadeia seja colocado no cabo metálico. Segure a cadeia pelos sensores e não pelo cabo. Falha em fazer isso adicionará tensão ao cabo de sinal e poderá danificar a cadeia inteira; consulte a Figura 8.**



**FIGURA 8:** Orientação do sensor

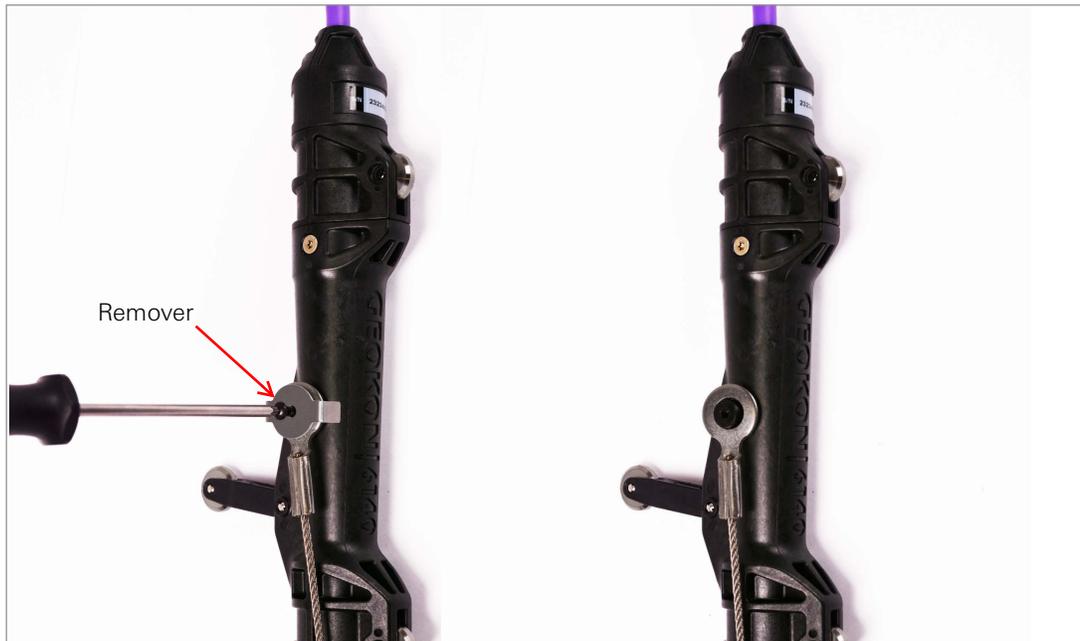
1. Insira o contrapeso da suspensão no tubo. Instale os sensores diretamente da caixa para transporte no tubo de acordo com as etapas a seguir.
2. Insira o sensor inferior, certifique-se de posicionar as três rodas do sensor nas ranhuras do tubo. O sensor deve ser orientado no tubo conforme descrito em Seção 2.4
3. Instale o próximo sensor da cadeia no furo e cada sensor posteriormente, conforme descrito anteriormente, até que o sensor mais acima da cadeia seja alcançado.
4. Insira o suporte do sensor no tubo e, em seguida, insira o sensor superior no suporte.



**FIGURA 9:** Suporte do sensor

**Para cadeias contendo menos de 100 sensores, pule para a etapa 6.**

5. Conecte a próxima seção da cadeia à seção já existente no furo da seguinte forma:
  - a. Usando a chave de fenda fornecida, remova o parafuso e a arruela que prendem o cabo metálico ao sensor superior da seção da cadeia atual.



**FIGURA 10:** Remover parafuso

- b. Pegue o ilhó do cabo metálico do sensor inferior da próxima seção da cadeia e coloque-o sobre o ilhó existente.



**FIGURA 11:** Posicione o ilhó da próxima seção da cadeia sobre o ilhó existente

- c. Prenda os dois ilhós ao sensor superior reinstalando o parafuso e a arruela. A Figura 12 mostra a conexão concluída.



**FIGURA 12:** Fixação dos ilhós dos cabos de segurança, conexão dos cabos de segurança concluída

- d. Combine os conectores de cabo macho e fêmea (fazendo a correspondência de cor a cor) das duas seções da cadeia. (Consulte a Seção 2.1 para detalhes da conexão do cabo.)
  - e. Remova o suporte do sensor da caixa.
  - f. Instale a próxima seção da cadeia no furo e cada seção a seguir, conforme descrito anteriormente, até que o sensor mais alto da cadeia seja alcançado.
  - g. Insira o suporte do sensor no tubo e, em seguida, insira o sensor superior no suporte.
6. Conecte o conector de cabo macho do sensor superior ao conector fêmea do cabo de leitura. (Consulte a Seção 2.1 para detalhes da conexão do cabo.)
  7. Conecte o cabo metálico do sensor superior ao parafuso com olhal na parte inferior do suporte de suspensão usando o conector de ligação rápida.



**FIGURA 13:** Acessório de suporte de suspensão

8. Remova o suporte do sensor do tubo e instale o sensor superior no furo.
9. Posicione o suporte de suspensão no topo do tubo.

**Observação:** Para que o suporte de suspensão fique devidamente assentado no tubo, a borda superior no tubo deve estar limpa e plana.

10. Conecte o cabo de leitura a um datalogger ou PC (consulte a Seção 2.6 para detalhes).
11. As leituras podem ser feitas imediatamente após a instalação; no entanto, a GEOKON recomenda avaliar os dados durante um período de tempo para determinar quando a cadeia está suficientemente estabilizada para obter uma leitura zero precisa.

## 2.6 LEITURA

Se o dataloggers tiver comunicações RS-485 integradas, conecte o cabo de leitura usando o diagrama de fiação abaixo. (O dataloggers deve ter a porta apropriada disponível.)

Dataloggers	Cor do condutor do sensor
485+	BRANCO
485-	VERDE
12V	VERMELHO
GND	PRETO
SHD	NU

**TABELA 1:** Tabela de dataloggers endereçável (RS-485) para fiação do sensor

Caso o seu dataloggers não tenha comunicações RS-485 integradas, o conversor abaixo pode ser utilizado.

### CONVERSOR DE BARRAMENTO ENDEREÇÁVEL MODELO 8020-38

Conversor de barramento endereçável modelo 8020-38 (Figura 14) pode ser utilizado em uma cadeia com **50 sensores ou menos**. O Modelo 8020-38 permite que cadeias endereçáveis sejam conectadas a computadores pessoais, leitores, datalogger e controladores lógicos programáveis. O conversor atua como uma ponte utilizando os protocolos TTL ou USB entre os leitores e as cadeias de sensores habilitados para RS-485 GEOKON.



**FIGURA 14:** Conversor RS-485 a TTL/USB Modelo 8020-38

Se estiver utilizando um Modelo 8020-38 para conectar a cadeia 6140 a uma leitura, faça as conexões conforme mostrado. (Os dataloggers devem ter a porta apropriada disponível.)

Conexão do dataloggers	Cor do condutor	Conexão 8020-38
V+	VERMELHO	12 V (IN)
TX	BRANCO	TX (IN)
RX	VERDE	RX (OUT)
GND	PRETO	GND
SHD	NU	SHIELD

**TABELA 2:** Dataloggers para fiação do modelo 8020-38

Conexão 8020-38	Cor do condutor do sensor
12 V (OUT)	VERMELHO
485+	BRANCO
485-	VERDE
GND	PRETO
SHIELD	NU

**TABELA 3:** Modelo 8020-38 para fiação do sensor

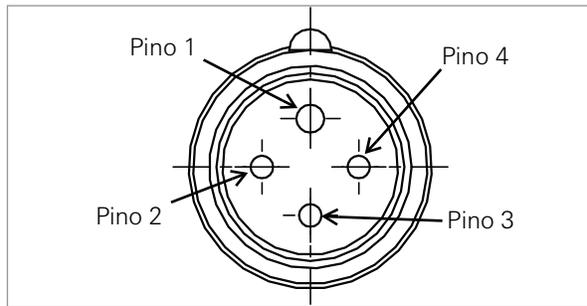
Para mais informações, consulte o [Manual de Instruções do Modelo 8020-38](#).



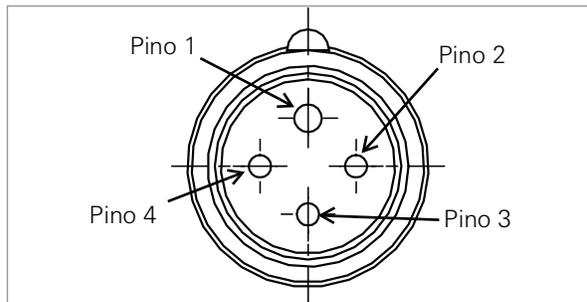
Manual do modelo 8020-38

## 2.7 CONECTOR À PROVA D'ÁGUA DE QUATRO PINOS

As pinagens dos conectores macho e fêmea de quatro pinos são mostradas abaixo; a função de cada fio é detalhada na tabela 4 abaixo.



**FIGURA 15:** Conector macho à prova d'água



**FIGURA 16:** Conector fêmea à prova d'água

Pino	Cor do fio	Função
1	VERMELHO	Alimentação
2	PRETO	Terra
3	BRANCO	RS-485+ alta de dados
4	VERDE	RS-485- dados baixos

**TABELA 4:** Tabela de fiação de quatro pinos

## 3. PROTOCOLO MODBUS RTU

---

### 3.1 INTRODUÇÃO AO MODBUS

Os inclinômetros modelo 6140 usam o protocolo Modbus Remote Terminal Unit (RTU) padrão da indústria para comunicação com o método de leitura escolhido. Cada 6140 é um servidor Modbus. Como o nome sugere, o Modbus foi projetado para funcionar no que é conhecido como rede de barramentos, o que significa que cada dispositivo recebe todas as mensagens que passam pela rede. Os inclinômetros modelo 6140 usam a interface elétrica RS-485 devido à sua prevalência, simplicidade e sucesso como uma camada física industrial robusta.

Mais informações sobre o Modbus podem ser encontradas no seguinte site: <http://www.modbus.org/specs.php>

### 3.2 VISÃO GERAL DO MODBUS RTU

O protocolo Modbus RTU utiliza pacotes (mensagens compostas de múltiplas seções) para comunicar e transferir dados entre dispositivos na rede. O formato geral desses pacotes é o seguinte:

1. Endereço Modbus (um byte) – O endereço do dispositivo específico no barramento. (Rotulado nos sensores como nº 1, nº 2, nº 3 etc.)
2. Código de função (um byte) – A ação a ser executada pelo dispositivo servidor.
3. Dados (multibyte) – A carga útil do código de função que está sendo enviado.
4. Verificação de redundância cíclica ou CRC (dois bytes): Uma verificação de integridade de dados de 16 bits calculada sobre os outros bytes do pacote.

### 3.3 TABELAS MODBUS

As leituras mais recentes do sensor são armazenadas em registros de memória, lidas por meio de um comando Modbus. As leituras de ângulo e temperatura estão disponíveis em formatos processados ou precursores. Endereços e formatos de registro são descritos na tabela 5.

**Note:** A GEOKON armazena o fator do medidor e os deslocamentos no sensor durante o processo de calibração de fábrica. Portanto, as saídas dos eixos A e B são valores corrigidos.

A tabela 6 mostra endereços de controle de dispositivos. Qualquer valor diferente de zero escrito no endereço de disparo inicia um ciclo de medição, atualizando os registros de medição de ângulo e temperatura. Quaisquer anomalias detectadas durante o ciclo de medição mais recente produzem um código de erro diferente de zero. Consulte o Apêndice D para obter uma explicação desses 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	
0x107	13	MSW				
0x108	14	MSW	Uncorrected A-Axis	degrees	float	
	15					
0x109	16	LSW				
	17					
0x10A	18	MSW	Uncorrected B-Axis	degrees	float	
	19					
0x10B	20	LSW				
	21					
0x10B	22	MSW				
	23					
0x117	46		Error Code	N/A	uint16	
	47					

**TABELA 5:** Registro de endereços e formatos

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

**TABELA 6:** Endereço de controle de dispositivos

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	
0x20A	19	MSW				
0x20B	20		Software Version	N/A	uint16	
	21					
0x20C	22		Hardware Version	N/A	uint16	
	23					
0x20C	24					
	25					

**TABELA 7:** Memória não volátil

## 4. COMO FAZER LEITURAS

---

### 4.1 DATALOGGERS COMPATÍVEIS

A GEOKON pode fornecer diversas opções de dataloggers. Os dispositivos compatíveis com este produto estão listados abaixo. Para mais informações e instruções consulte o(s) Manual/Manuais correspondente(s) em [geokon.com/Dataloggers](http://geokon.com/Dataloggers). Contate a dataloggers GEOKON para opções adicionais de dataloggers.



Dataloggers

#### **DATALOGGERS:**

##### ■ **Série 8600 (Suporta até 500 sensores)**

O datalogger MICRO-6000 foi projetado para aceitar a leitura de um grande número de instrumentos de corda vibrante GEOKON para diversas aplicações autônomas de coleta de dados usando os Multiplexadores Modelo 8032 datalogger a GEOKON. A embalagem à prova de intempéries permite que a unidade seja instalada em ambientes de campo onde prevalecem condições inóspitas. O gabinete Nema 4X também possui um recurso de travamento para limitar o acesso ao pessoal de campo responsável.

##### ■ **Séries 8920, 8930 e 8950, Registradores Endereçáveis (suportam até 64 sensores) e Digitais de Alta Tensão (suportam até 500 sensores)**

Os dataloggers das séries modelo 8920, 8930 e 8950 da GEOKON oferecem uma opção de coleta de dados em rede de alto valor para todos os instrumentos de corda vibrante e cadeias de sensores digitais (MEMS IPI e VW) da GEOKON. Cada datalogger vem de fábrica pronto para implantação e pode começar a aquisição de dados em minutos.

Os dados do sensor são coletados e transferidos por meio de uma rede celular, Wi-Fi ou satélite para uma plataforma segura de armazenamento baseada em nuvem, onde podem ser acessados através da OpenAPI da GEOKON. O software de visualização de dados líder do setor, como o programa gratuito Agent da GEOKON pode ser usado com a OpenAPI para visualização e geração de relatórios de dados. O comissionamento, faturamento e configuração são realizados por meio do Portal API fácil de usar da GEOKON.

## 5. REDUÇÃO DE DADOS

---

### 5.1 CÁLCULO DE INCLINAÇÃO

O Sensor Inclinômetro 6140 produz unidades de engenharia simples, graus de inclinação, que foram calibrados para efeitos angulares e de temperatura. Por essa razão, nenhuma correção adicional nos dados gerados é necessária.

### 5.2 CÁLCULO DE DESLOCAMENTO

Existem dois conjuntos de equações disponíveis que calculam o deslocamento do sensor:

**Deslocamento lateral do sensor e deslocamento lateral simplificado do sensor.** Revise as descrições abaixo e execute o método de cálculo preferido. Em ambos os casos, as leituras iniciais devem ser feitas após a instalação para servir como referência. As medições iniciais são então utilizadas como referência e subtraídas de quaisquer medições subsequentes, a fim de determinar o movimento ou mudança na posição de um furo em vários intervalos de tempo.

#### **CÁLCULO DO DESLOCAMENTO LATERAL DO SENSOR**

Desenvolvida especificamente para o conjunto 6140, a equação abaixo leva em consideração os ângulos dos sensores em cada extremidade de qualquer comprimento de medição. A utilização desse método fornece resultados mais precisos e é recomendada pela GEOKON.

O deslocamento lateral relativo ( $D_{rel}$ ) de cada ponto de medição é encontrado usando a seguinte equação:

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

#### **EQUAÇÃO 1: Deslocamento lateral relativo**

Onde:

L = Comprimento do medidor (i.e. espaçamento do sensor)

$\theta$  = Ângulo de inclinação do sensor, conforme descrito acima

O perfil do furo é aproximado acumulando esses deslocamentos laterais relativos em cada ponto de medição, começando pelo sensor inferior. Consulte a Figura 17 abaixo.

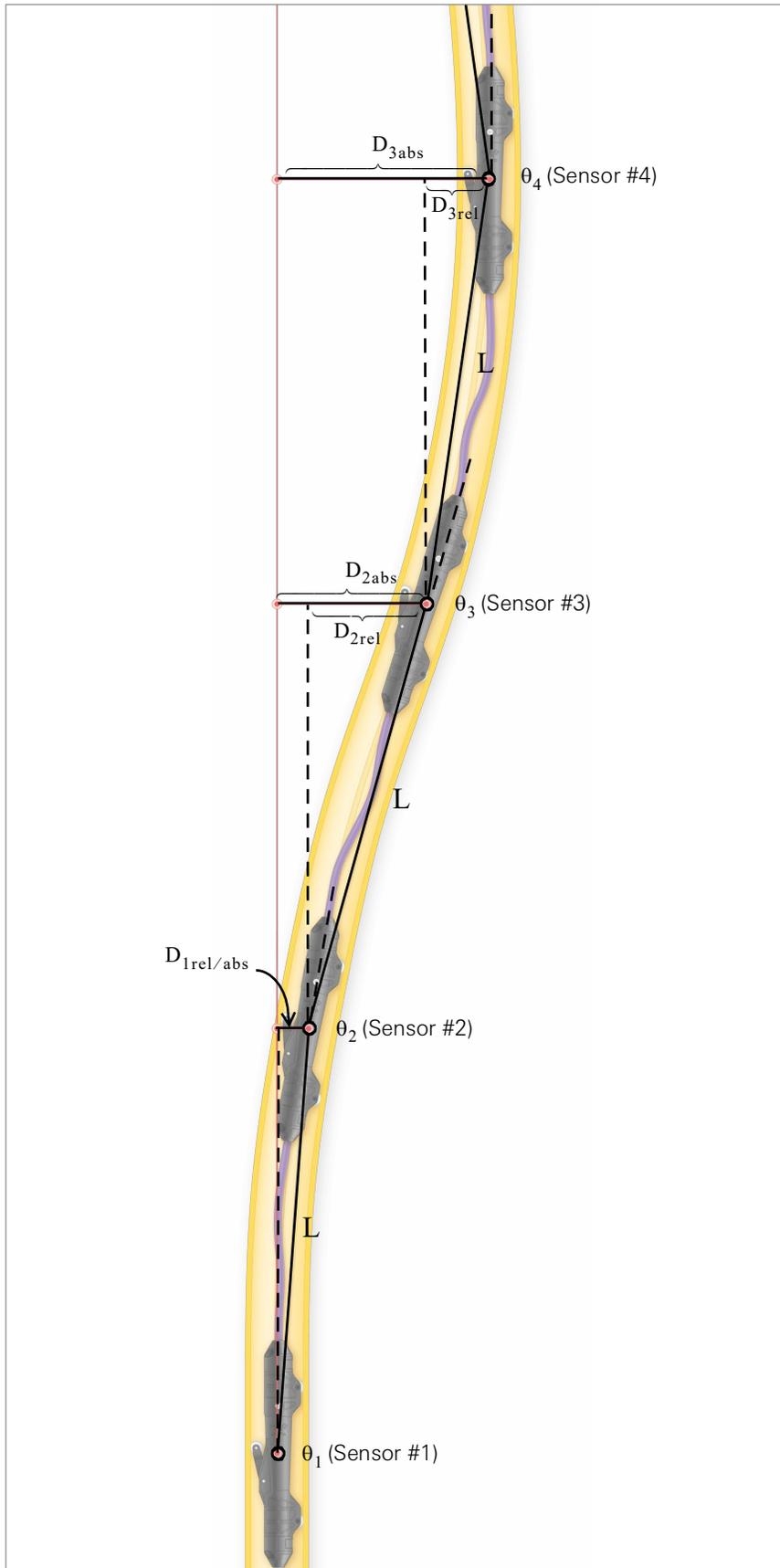
O deslocamento lateral absoluto ( $D_{abs}$ ) em cada ponto de medição é encontrado usando a seguinte equação:

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

**OU**

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

#### **EQUAÇÃO 2: Deslocamento lateral absoluto**



**FIGURA 17:** Intervalos de deslocamento

### **CÁLCULO SIMPLIFICADO DE DESLOCAMENTO LATERAL DO SENSOR**

A equação de deslocamento lateral simplificado do sensor pode ser usada como uma alternativa à equação 1. Esse método introduzirá uma pequena quantidade de erro.

O deslocamento lateral relativo ( $D_{rel}$ ) de cada ponto de medição é encontrado usando a seguinte equação:

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

#### **EQUAÇÃO 3: Deslocamento lateral relativo simplificado**

Onde:

L = Comprimento do medidor (ou seja, espaçamento do sensor)

$\theta$  = Ângulo de inclinação do sensor, conforme descrito acima

O perfil do furo é aproximado acumulando esses deslocamentos laterais relativos em cada ponto de medição, começando pelo sensor inferior. Consulte a Figura 17 acima.

**Com este método, o sensor superior da cadeia será ignorado e não será levado em consideração na equação.** O deslocamento lateral absoluto ( $D_{abs}$ ) em cada ponto de medição é encontrado usando a seguinte equação:

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

**OU**

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

#### **EQUAÇÃO 4: Deslocamento lateral absoluto simplificado**

### **5.3 EFEITOS DA TEMPERATURA**

Numa determinada instalação, os efeitos da temperatura podem provocar alterações reais de inclinação; portanto, cada sensor está equipado com um dispositivo para medir a temperatura do sensor. Isso permite que as alterações de inclinação induzidas pela temperatura sejam distinguidas da inclinação devida a outras fontes.

Um ponto importante a ser observado é que mudanças bruscas de temperatura farão com que tanto a estrutura quanto o sensor sofram alterações físicas transitórias, que aparecerão nas leituras. A temperatura do sensor deve ser sempre registrada e esforços devem ser feitos para obter leituras quando o instrumento e a estrutura estiverem em equilíbrio térmico. O melhor horário para isso tende a ser no final da noite ou nas primeiras horas da manhã.

### **5.4 FATORES AMBIENTAIS**

Como o objetivo da instalação do inclinômetro é monitorar as condições do local, os fatores que podem afetar essas condições devem ser observados e registrados. Efeitos aparentemente menores podem ter uma influência real no comportamento do local que está sendo monitorado e podem fornecer uma indicação precoce de possíveis problemas. Alguns desses fatores incluem, entre outros, detonação, precipitação, níveis de marés ou reservatórios, níveis e sequências de escavação e aterro, tráfego, mudanças de temperatura e barométricas, mudanças de pessoal, atividades de construção próximas, mudanças sazonais etc.



Suporte técnico

## 6. SOLUÇÃO DE PROBLEMAS

---

A manutenção e solução de problemas do Modelo 6140 Inclínômetro In-place String Vertical limitam-se a verificações periódicas das conexões dos cabos. Os sensores são vedados e não há peças que possam ser reparadas pelo usuário.

Caso surjam dificuldades, consulte a lista de possíveis soluções apresentada abaixo. Consulte o Apêndice D sobre os códigos de erro Modbus. Acesse [geokon.com/Technical-Support](http://geokon.com/Technical-Support) para obter ajuda adicional na solução de problemas.

### ***SINTOMA: AS LEITURAS DO SENSOR DE INCLINAÇÃO ESTÃO INSTÁVEIS OU OCORRE FALHA NA LEITURA***

- Existe uma fonte de ruído elétrico nas proximidades? Fontes mais prováveis de ruído elétrico são motores, geradores e antenas.
- Verifique todas as conexões de cabos, terminais e plugues.
- A água pode ter penetrado no interior do sensor de inclinação ou nos conectores. Contate a GEOKON.

## APÊNDICE A. ESPECIFICAÇÕES

### A.1 MODELO 6140 INCLINÔMETRO IN-PLACE STRING VERTICAL

Faixa <sup>1</sup>	±90°
Resolução <sup>2</sup>	±0,00025° (±0,004 mm/m)
Precisão <sup>3</sup>	±0,0075° (±0,13 mm/m)
Não-linearidade	±0,005° na faixa de ±30° (±0,09 mm/m)
Incerteza dependente da temperatura	±0,001°/°C na faixa angular de ±5° (±0,016 mm/m) ±0,0016°/°C na faixa angular de ±15° (±0,026 mm/m) ±0,0026°/°C na faixa angular de ±30° (±0,042 mm/m)
Temperatura de operação	-40 °C a 65 °C (-40 °F to 149 °F)
Tensão da fonte de alimentação	12 VCC (+0%/-10%) para até 250 sensores 15 VCC (+0%/-10%) para 251 a 500 sensores
Corrente operacional <sup>4</sup>	20mA ±1mA Média de 5 mA
Corrente em espera <sup>4</sup>	2 mA ±0.1 mA
Máximo de sensores por cadeia <sup>5</sup>	500
Limites do sensor Datalogger	GeoNet ADR: 64 GeoNet DHP: 500 Modelo 8600: 500
Comprimento máximo da cadeia de caracteres	250 m (1.000 pés)
Comprimento padrão do sensor	0,5 m (2 pés)
Peso, sensor	0,36 kg (0,8 lb)
Peso, peso da suspensão	1,6 kg (3,6 lb)
Materiais	Aço inoxidável 316, polímero processado
Interface	RS-485
Protocolo	MODBUS
Taxa de transmissão	115.200 bps
Tempo de ciclo de aquisição <sup>6</sup>	350 ms
Precisão de temperatura	±0,5 °C
Proteção de entrada	IP68 a 3 MPa (300 m de altura de água)
Cabo elétrico	Quatro condutores, blindagem, revestimento de poliuretano, nominal DE = 7,9 mm

**TABELA 8:** Especificações do inclinômetro modelo 6140

<sup>1</sup> Faixa calibrada: ±30°

<sup>2</sup> Intervalo de confiança de 99% (ou seja, 99 em cada 100 leituras individuais estão dentro desta tolerância).

<sup>3</sup> Inclui percurso aleatório (mudanças entre leituras consecutivas sem causa discernível) e ruído sísmico durante o teste.

<sup>4</sup> As correntes de operação e de espera são para cada sensor individual em uma cadeia.

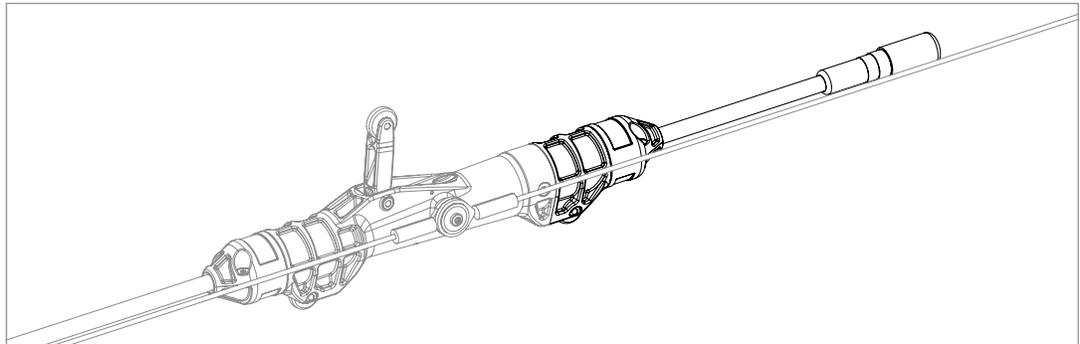
<sup>5</sup> Depende do dataloggers utilizado. Consulte o fabricante do dataloggers.

<sup>6</sup> O tempo desde a gravação de um gatilho até quando um novo valor está disponível para leitura.

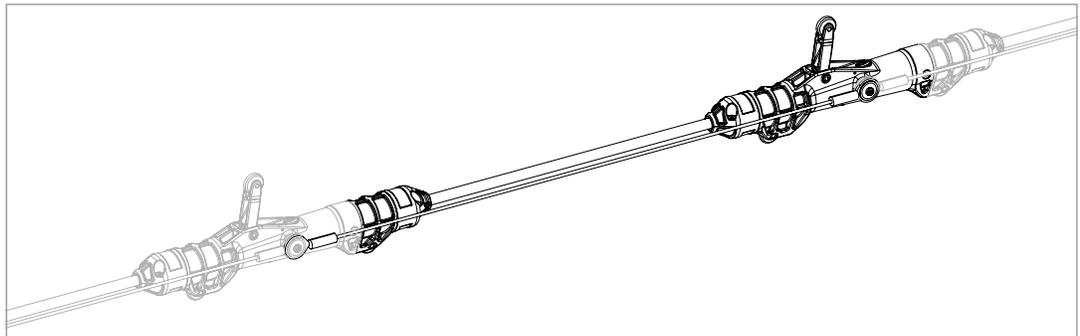
## A.2 LISTA DE PEÇAS

6140-1	Topo do Inclinômetro In-place string, com conector de cabo de leitura
6140-0.5M	Parte do meio do Inclinômetro In-place string, espaçamento de 0,5 m
6140-2FT	Parte do meio do Inclinômetro In-place string, espaçamento de 2 pés
6140-2	Fundo do Inclinômetro In-place string, com conector de contrapeso da suspensão
6140-5-1	Parte inferior do conector Inclinômetro In-place string, espaçamento de 0,5 m, para cadeias com >100 sensores, 1 necessário para cada 100 sensores
6140-5-2	Parte inferior do conector Inclinômetro In-place string, espaçamento de 2 pés, para cadeias com >100 sensores, 1 necessário para cada 100 sensores
6140-3-1	Cabo de suspensão, <5 m de comprimento
6140-3-2	Cabo de suspensão, 6 a 10 m de comprimento
6140-3-3	Cabo de suspensão, 10 a 20 m de comprimento
6140-4	Contrapeso da suspensão
6140-6	Suporte do sensor
6140-HOIST	Guincho de instalação/remoção
6140-REEL-E	Bobina para o modelo 6140-HOIST, inglês
6140 REEL-M	Bobina para o modelo 6140-HOIST, métrico
6180-2	Suporte da suspensão
6180-3-1	Cabo de leitura, fios desencapados com comprimento <15 m
6180-3-2	Cabo de leitura, 16 a 30 m de comprimento, fios desencapados
6180-3V	Cabo de leitura, >30 m de comprimento, fios desencapados

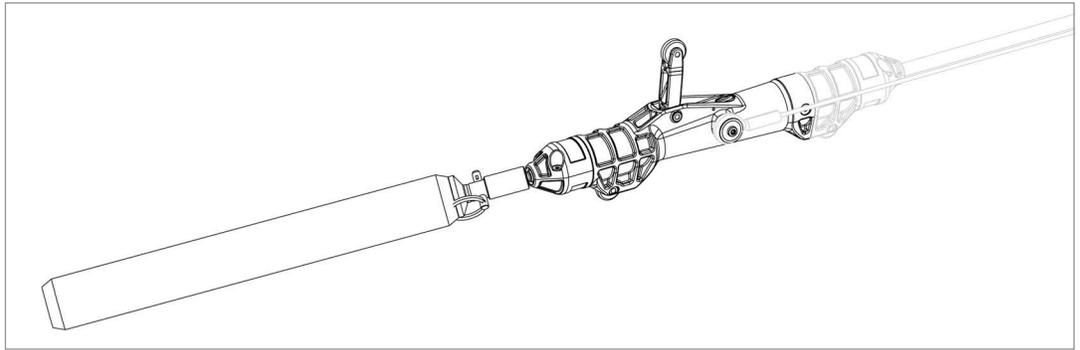
**TABELA 9:** Lista de peças do modelo 6140



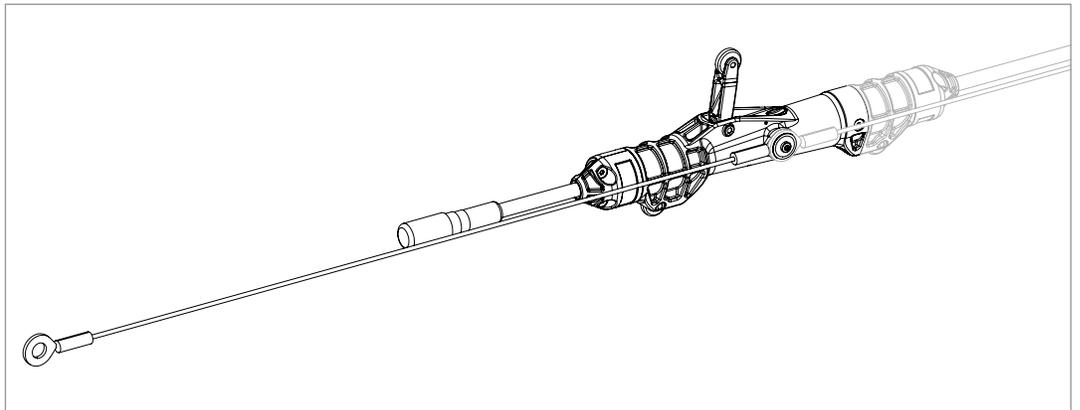
**FIGURA 18:** Parte superior do Inclinômetro In-place string modelo 6140-1, com conector de cabo de leitura



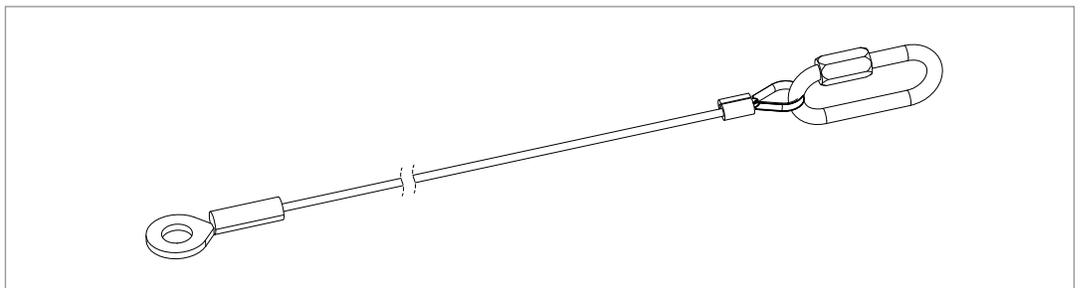
**FIGURA 19:** Parte do meio do Inclinômetro In-place string modelo 6140-0.5M / 6140-2FT, espaçamento de 0,5 m/2 pés



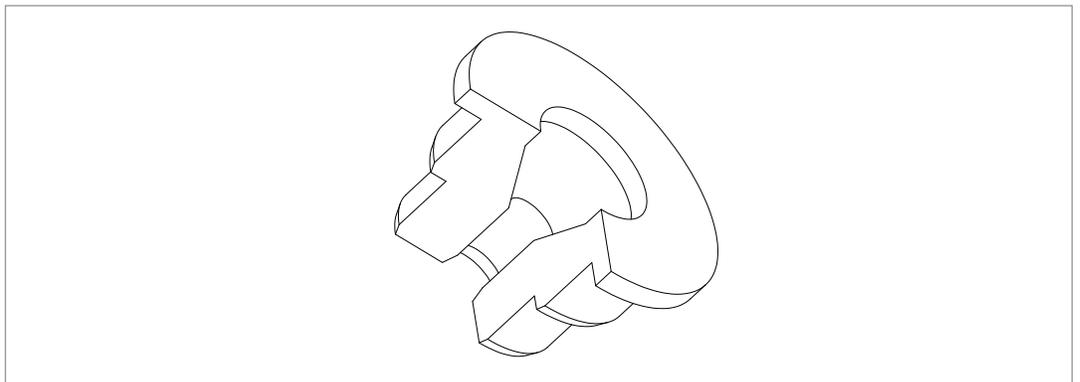
**FIGURA 20:** Parte inferior do Inclinômetro In-place string modelo 6140-2, com contrapeso de suspensão modelo 6140-4 anexado



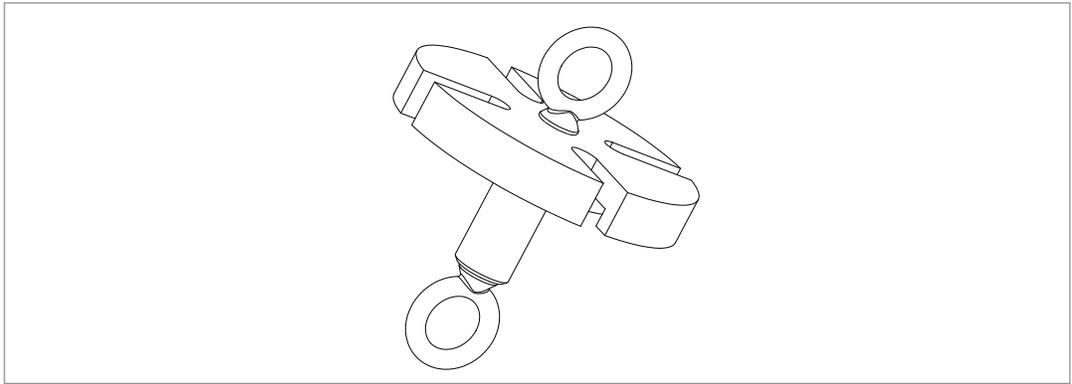
**FIGURA 21:** Parte inferior do conector Inclinômetro In-place string modelo 6140-5-1, -2, espaçamento de 0,5 m/2 pés, para cadeias com >100 sensores, 1 necessário para cada 100 sensores



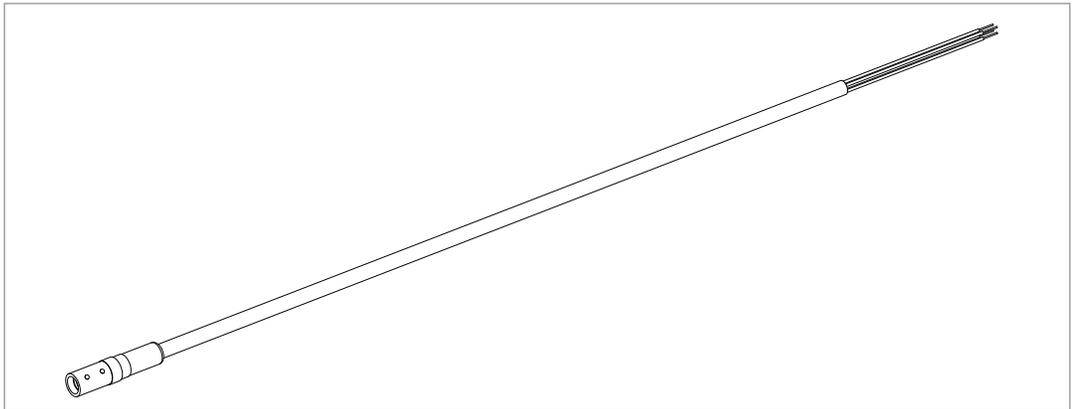
**FIGURA 22:** Cabo de suspensão modelo 6140-3-1, -2, -3



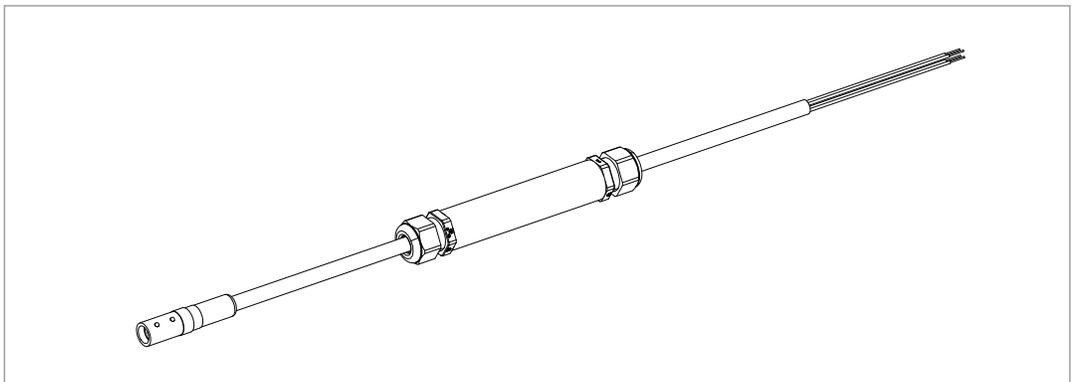
**FIGURA 23:** Suporte do sensor modelo 6140-6



**FIGURA 24:** Suporte da suspensão modelo 6180-2



**FIGURA 25:** Cabo de leitura superior/condutores desencapados modelo 6180-3-1, -3-2 <50 pés



**FIGURA 26:** Cabo de leitura superior/condutores desencapados modelo 6180-3V > 100 pés

## APÊNDICE B. LAYOUT DE INSTALAÇÃO TÍPICO

### B.1 MONTAGEM-PADRÃO DA CADEIA IPI VERTICAL MODELO 6140

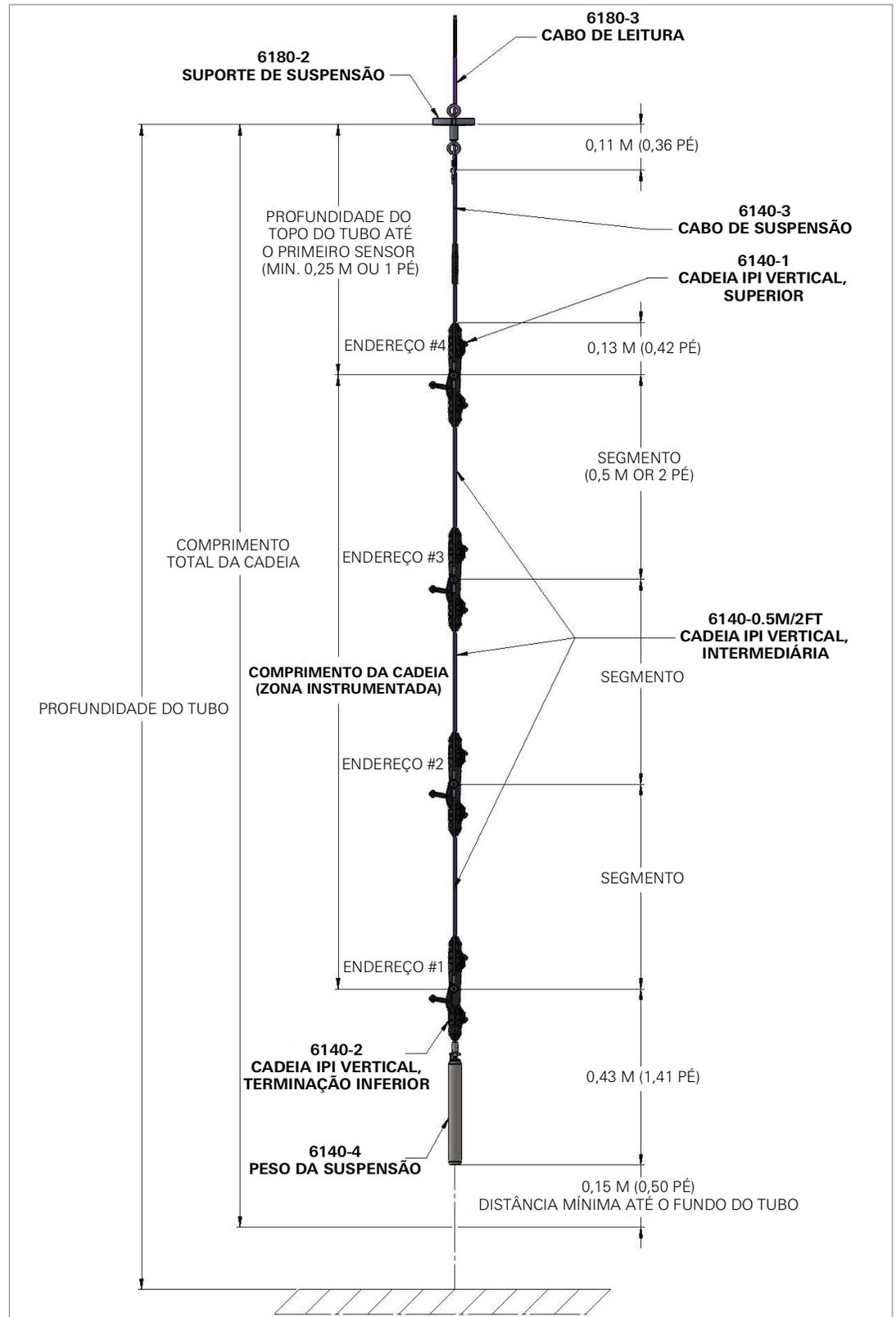


FIGURA 27: Diagrama de montagem padrão

## B.2 MONTAGEM DE EXTENSÃO DA CADEIA IPI VERTICAL MODELO 6140

As cadeias podem ser estendidas conforme mostrado no diagrama abaixo. Para mais informações, entre em contato com a GEOKON.

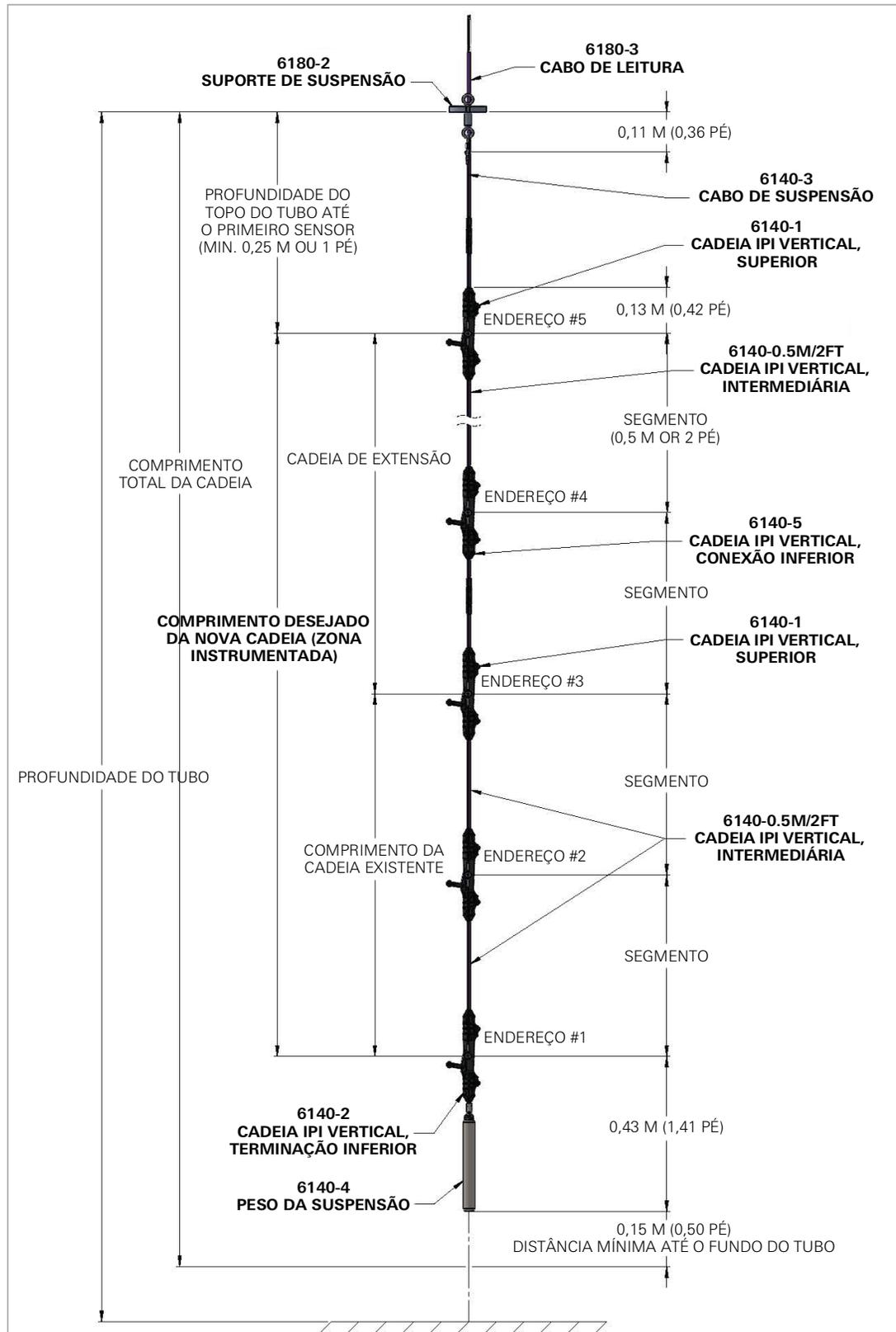


FIGURA 28: Diagrama de montagem da extensão

## APÊNDICE C. RELATÓRIOS DE CALIBRAÇÃO TÍPICOS

**GEEKON®**

**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:** Relatório de calibração angular do eixo 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: *KilBellavance*

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:** Relatório de calibração de temperatura do eixo A

**Calibration Report**Model Number: S-6140-1-CALCalibration Date: December 20, 2023Serial Number: 2330066 BAxisAngularTemperature: 22.0 °CCalibration Instruction: CI-MEMS PCBA (IPI\_TILT, Triaxial)Technician: *R. Priddy*

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:** Relatório de calibração angular do eixo 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:** Relatório de calibração de temperatura do eixo B

## APÊNDICE D. SISTEMA ENDEREÇÁVEL MODBUS

---

### D.1 PARÂMETROS DE COMUNICAÇÃO MODBUS

Configuração de porta	Valor obrigatório
Bits por segundo	115.200
Bits de dados	8
Paridade	Nenhum
Bits de parada	1

TABLE 10: Parâmetros de comunicação Modbus

### D.2 CÓDIGOS DE ERRO

Number	Name	Cause	Remedy
2	Temperature Sensor Range	Temperatura medida fora da faixa. O termistor pode estar muito quente, muito frio ou danificado.	Use sensores adjacentes para validar ou estimar a temperatura.
4	Temperature Sensor Verify	O sensor de temperatura secundário diferia muito do sensor primário de alta precisão.	Use sensores adjacentes para validar ou estimar a temperatura.
8	System Reset	Interrupção inesperada em ciclo de medição anterior.	Certifique-se de que a tensão de alimentação seja suficiente.

TABLE 11: Códigos de erro

**Observação:** O sensor armazena os erros como um campo de bits para compactar as informações. Se ocorrerem dois erros em um ciclo de medição, o código resultante será a soma dos números dos erros, por exemplo, o erro 4 mais o erro 8 aparece como número 12.

## APÊNDICE E. PROGRAMAÇÃO CRBASIC

### E.1 EXEMPLO DE PROGRAMA CR1000

O programa de exemplo a seguir lê uma cadeia de sensores com três sensores biaxiais. A cadeia neste exemplo se comunica com o CR1000 através das portas de controle C1 e C2, que são configuradas como COM1. É necessário um conversor de 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 EXEMPLO DE PROGRAMA CR6

O programa de exemplo a seguir lê uma cadeia de sensores com três sensores endereçáveis. A cadeia neste exemplo se comunica com o CR6 através das portas de controle C1 e C2, que são configuradas como ComC1. O CR6 tem capacidade RS 485 integrada, portanto, nenhum conversor de RS-485 a TTL é necessário.

```
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

```

## **APÊNDICE F. SISTEMA DE GUINCHO DE INSTALAÇÃO/REMOÇÃO**

Inclinômetro In-Place String Vertical Modelo 6140: as cadeias com mais de 50 sensores podem ficar pesados à medida que são abaixados no tubo. Além das condições do tubo e do local, esse peso pode aumentar a dificuldade de instalação e o risco de danos ao sensor devido ao manuseio incorreto. O modelo 6140-HOIST foi projetado para facilitar a instalação ou a remoção de uma cadeia. Independentemente das condições do tubo e do local, a GEOKON recomenda fortemente o uso desse guincho para cadeias que excedam 100 sensores.

O guincho consiste em um sistema de polias, um cabo de apoio enrolado em uma bobina, um conjunto de adaptadores de soquete para uso com uma perfuratriz fornecida pelo cliente e uma alça para uso manual opcional. Os pontos de fixação do guincho (marcados com uma etiqueta amarela) são instalados nos sensores nos intervalos necessários pela fábrica.

A quantidade necessária de bobinas do cabo de apoio dependerá do comprimento da cadeia. Quando a cadeia excede 100 sensores, geralmente são necessárias bobinas adicionais para cada conjunto de 50 sensores subsequentes (até 100 sensores = 1 bobina, 150 sensores = 2 bobinas, 200 sensores = 3 bobinas etc.). O cabo de apoio normalmente é conectado depois que os primeiros 50 sensores são instalados no tubo. Neste ponto, o cabo de apoio é usado com o guincho para sustentar os próximos 50 sensores.



**FIGURA 33:** Guincho de instalação/remoção modelo 6140-HOIST

### F.1 INSTALAÇÃO DE UMA CADEIA USANDO O SISTEMA DE GUINCHO

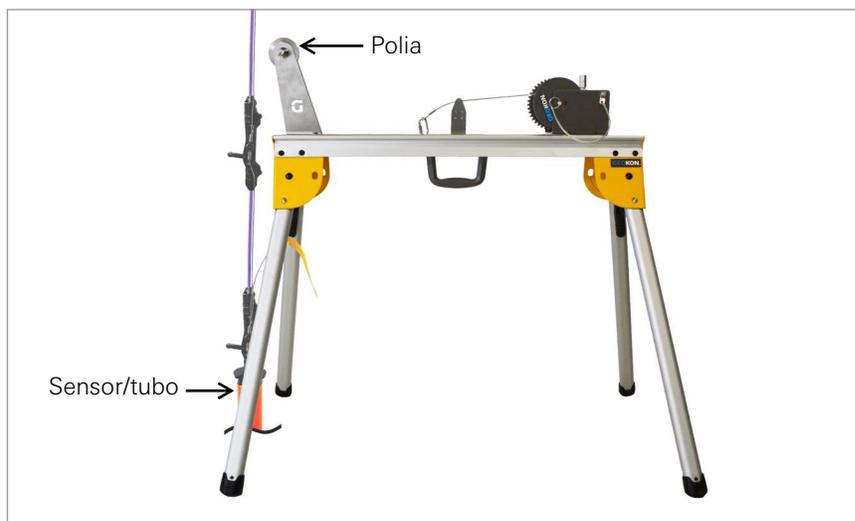
1. Instale a cadeia conforme indicado na Seção 2.5 até que o primeiro ponto de fixação, identificado com uma etiqueta amarela, seja alcançado.
2. Insira o conector do sensor no tubo e, em seguida, insira o sensor marcado com a etiqueta no encaixe.

**Observação:** Todas as outras etapas de instalação (conexão do cabo do sensor, conexão do cabo da aeronave etc.) devem ser executadas em conjunto com o processo do sistema de guincho.



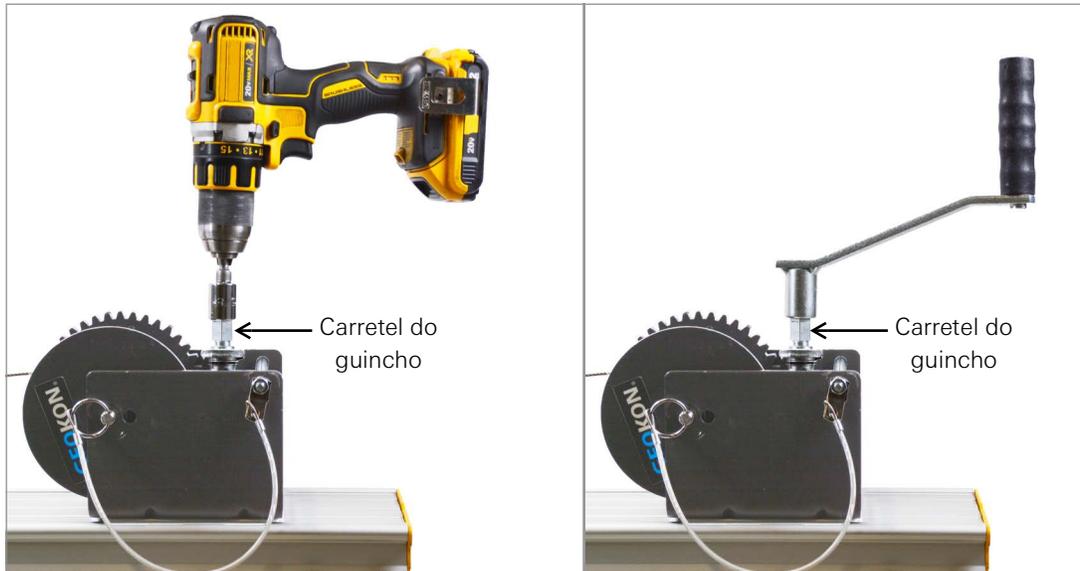
**FIGURA 34:** Ponto de fixação do sensor marcado

3. Na estrutura do guincho, solte a alavanca de travamento das hastes e desdobre as hastes até que elas travem no lugar.
4. Posicione a estrutura do guincho de modo que a polia fique diretamente acima do tubo.



**FIGURA 35:** Estrutura do guincho modelo 6140-HOIST

5. Instale o soquete/adaptador (usado com uma perfuratriz fornecida pelo cliente) ou a alça manual no carretel do guincho da estrutura do guincho (Figura 36).

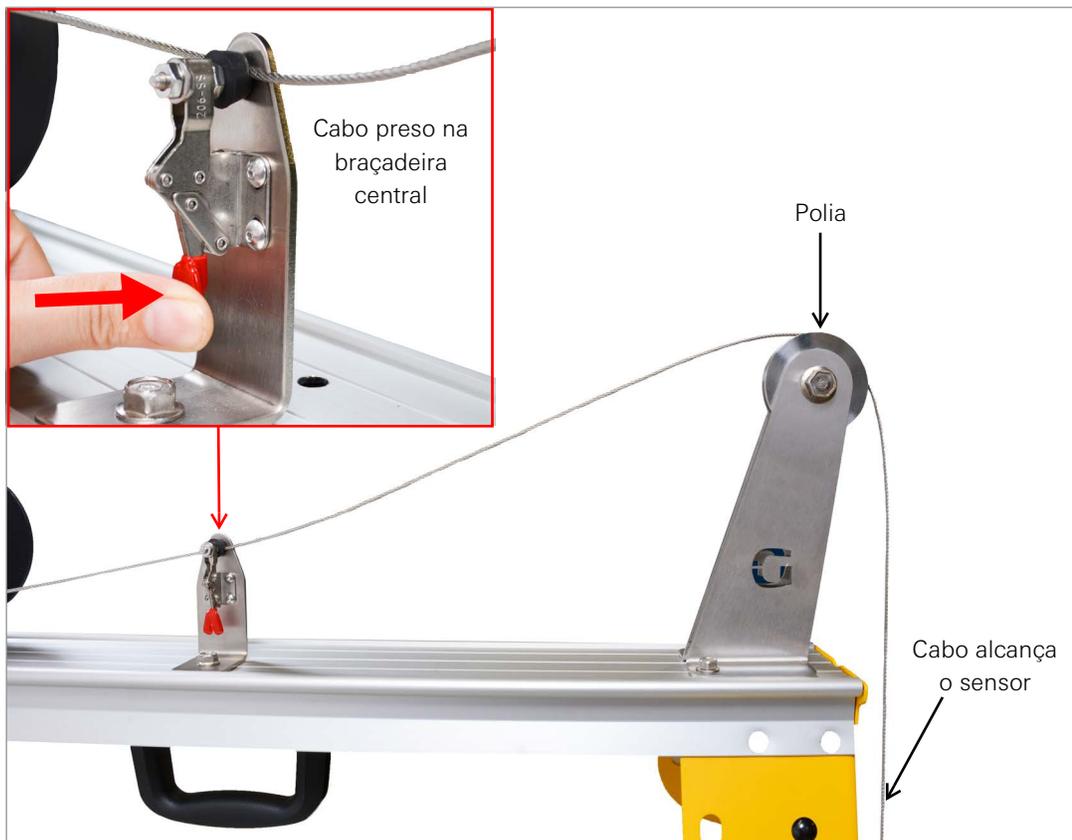


**FIGURA 36:** Perfuratriz (esquerda) ou alça manual (direita) instalada no carretel do guincho

6. Gire o carretel do guincho no sentido anti-horário para desenrolar um trecho do cabo de apoio da bobina, o suficiente para guiar o cabo sobre a polia e até o sensor marcado com a etiqueta.

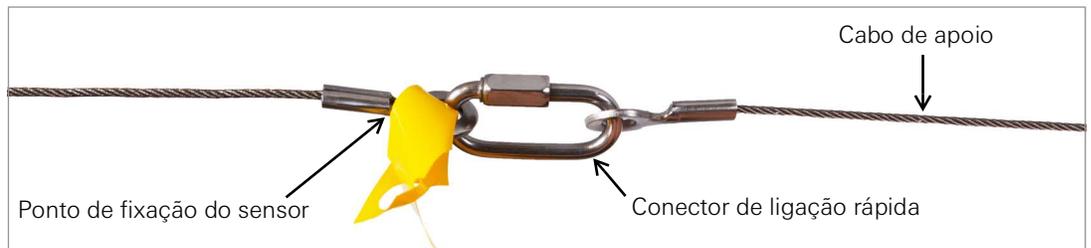
**Importante! Mantenha a tensão no cabo para evitar que ele se desenrole na bobina.**

7. Prenda o cabo no lugar com a braçadeira central para manter a tensão na bobina.



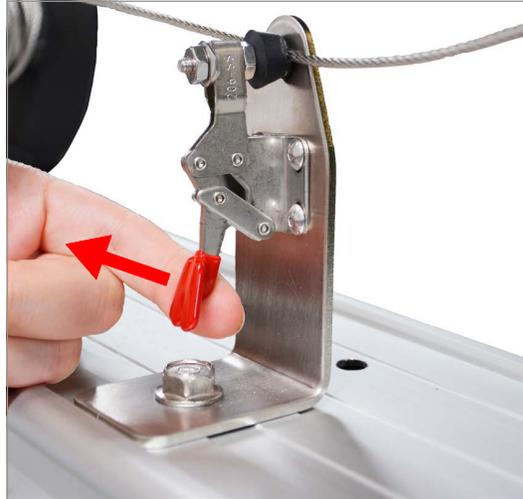
**FIGURA 37:** Cabo de apoio alinhado na polia e preso na braçadeira central

8. Conecte o cabo ao ponto de fixação do sensor usando o conector de ligação rápida.



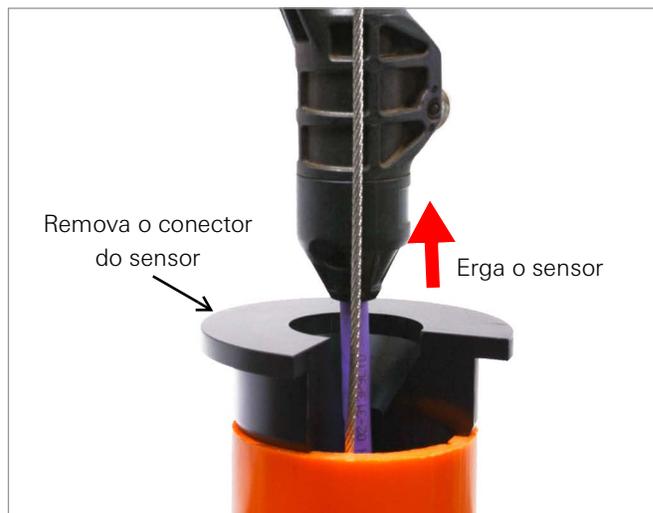
**FIGURA 38:** Cabo de apoio preso ao ponto de fixação com o conector de ligação rápida

9. Solte a braçadeira central.



**FIGURA 39:** Solte a braçadeira central

10. Gire o carretel do guincho no sentido horário para erguer o sensor ligeiramente e remover o conector do sensor.

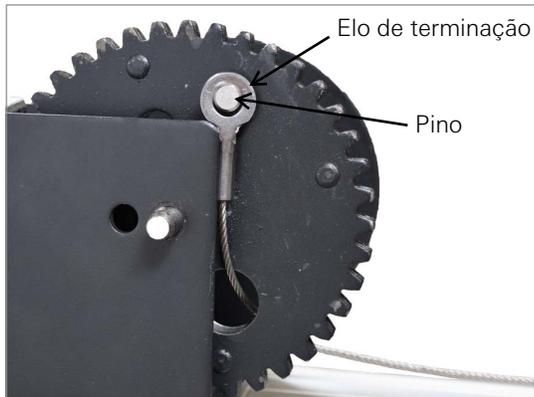


**FIGURA 40:** Sensor erguido do conector do sensor

11. Gire o carretel do guincho no sentido anti-horário para abaixar a cadeia no tubo. Ao abaixá-la, continue a posicionar e instalar os sensores conforme descrito na Seção 2.5.

**Se não forem necessárias bobinas de cabo de apoio adicionais, pule para a etapa 13.**

12. Quando o próximo sensor marcado com a etiqueta for alcançado:
- Insira o conector do sensor no tubo e, em seguida, insira o sensor marcado com a etiqueta no encaixe.
  - Gire a bobina de modo que o pino do elo de terminação fique visível, conforme mostrado na Figura 41, e remova o elo de terminação do pino na parte externa da bobina.



**FIGURA 41:** Remova o elo de terminação

- Coloque o excesso do cabo de apoio ao longo da cadeia e prenda-o ao cabo do sensor com abraçadeiras, logo acima do sensor mais distante que ele puder alcançar.

**Importante! Não corte o elo de terminação do cabo de apoio. Não descarte a bobina. Isso facilitará a remoção da cadeia, se necessário (consulte a Seção F.2).**



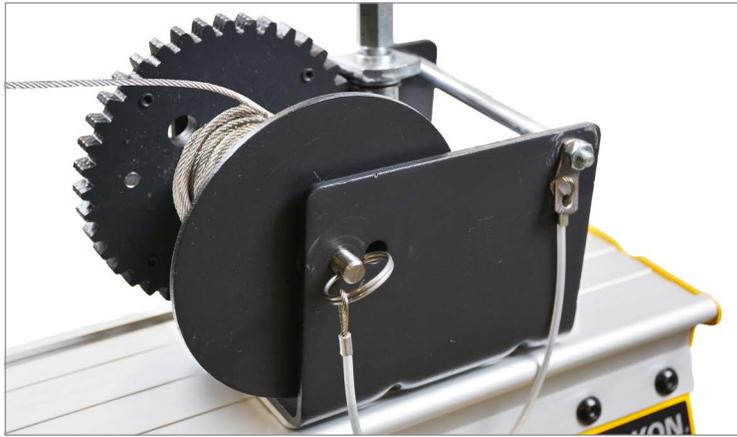
**FIGURA 42:** Prenda o cabo de apoio à cadeia

- Remova o pino de liberação rápida do guincho e remova a bobina vazia. Remova o tubo-guia da bobina e **coloque-o dentro de uma nova bobina.**



**FIGURA 43:** Remova a bobina vazia e o tubo-guia

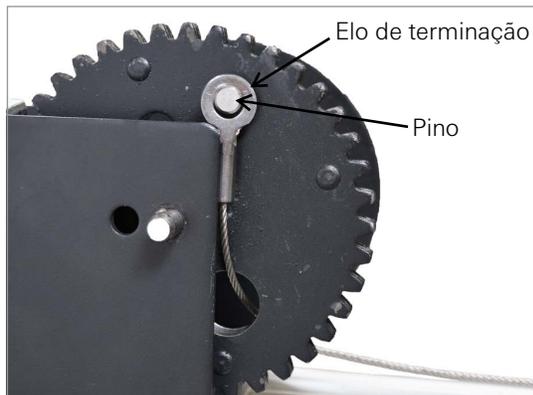
- Instale a nova bobina no guincho, com o cabo pendurado na parte superior. Prenda no lugar com o pino de liberação rápida (Figura 44).



**FIGURA 44:** Instale uma nova bobina usando o pino de liberação rápida

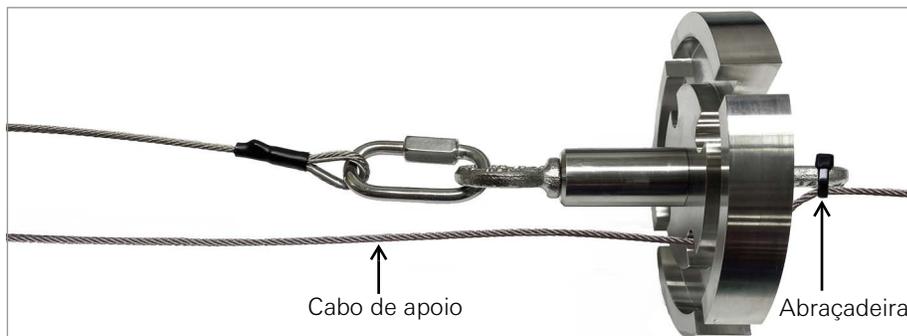
- f. Repita o procedimento da etapa 36 para cada seção de cadeia adicional.
13. Quando o próximo sensor marcado com a etiqueta for alcançado, insira o conector do sensor no tubo e, em seguida, insira o sensor superior no encaixe.
  14. Gire a bobina de modo que o pino do elo de terminação fique visível, conforme mostrado na Figura 46, e remova o elo de terminação do cabo de apoio do pino na parte externa da bobina. Haverá excesso de cabo no topo da cadeia.

**Importante! Não corte o elo de terminação do cabo de apoio. Não descarte a bobina. Isso facilitará a remoção da cadeia, se necessário (consulte a Seção F.2).**



**FIGURA 45:** Remova o elo de terminação

15. Prenda o cabo de apoio ao suporte de suspensão com abraçadeiras.



**FIGURA 46:** Prenda a extremidade de terminação ao suporte de suspensão

16. Conclua a instalação conforme descrito na Seção 2.5.

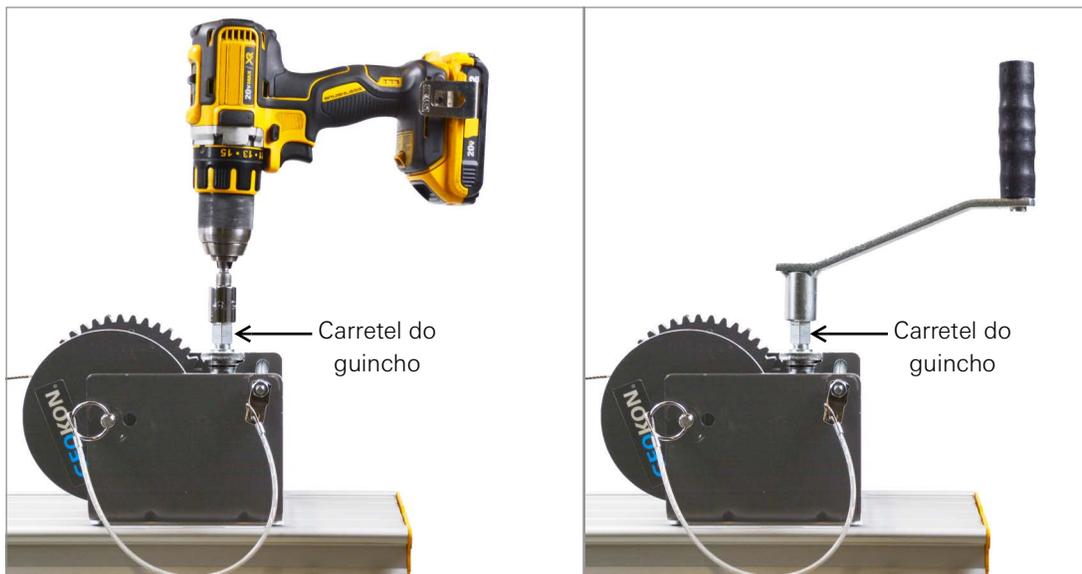
## F.2 REMOÇÃO DE UMA CADEIA USANDO O SISTEMA DE GUINCHO

1. Na estrutura do guincho, solte a alavanca de travamento das hastes e desdobre as hastes até que elas travem no lugar.
2. Posicione a estrutura do guincho com a polia diretamente acima do tubo.
3. Se ainda não estiver no lugar, instale uma bobina vazia na estrutura do guincho. Insira o tubo-guia na bobina e prenda-o no guincho com o pino de liberação rápida.



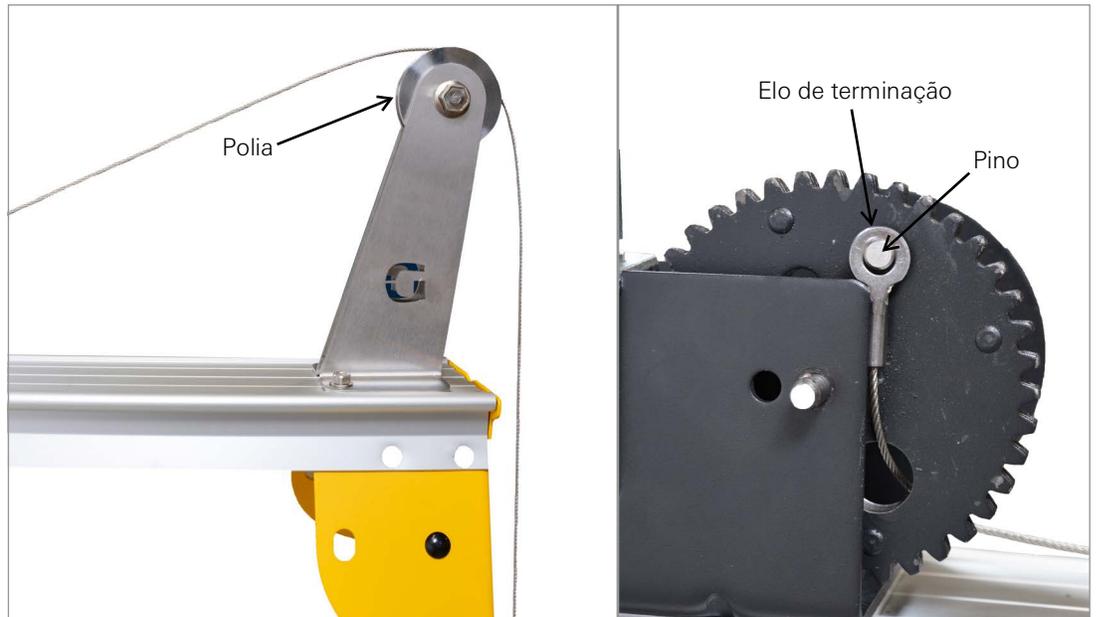
**FIGURA 47:** Instale uma bobina vazia com o pino de liberação rápida

4. Instale o soquete/adaptador (usado com uma perfuratriz fornecida pelo cliente) ou a alça manual no carretel do guincho da estrutura do guincho.



**FIGURA 48:** Perfuratriz (esquerda) ou alça manual (direita) instalada no carretel do guincho

5. Corte as abraçadeiras que prendem o cabo de apoio ao suporte de suspensão ou ao cabo do sensor.
6. Gire a bobina de modo que o pino do elo de terminação fique visível, conforme mostrado na Figura 49. Passe o cabo de apoio sobre a polia e insira o elo de terminação do cabo de apoio através da ranhura na bobina e no pino do lado de fora.



**FIGURA 49:** Cabo de apoio sobre a polia (esquerda) e o elo de terminação instalado em uma bobina vazia (direita)

7. Gire o carretel do guincho no sentido horário para erguer a cadeia ligeiramente. Remova o suporte de suspensão ou o conector do sensor do tubo.
8. Continue girando o carretel do guincho no sentido horário para erguer a cadeia do tubo, guiando os sensores para fora com cuidado.
9. Quando o primeiro sensor marcado com a etiqueta for alcançado, insira o suporte do sensor no tubo e, em seguida, insira o sensor no encaixe.



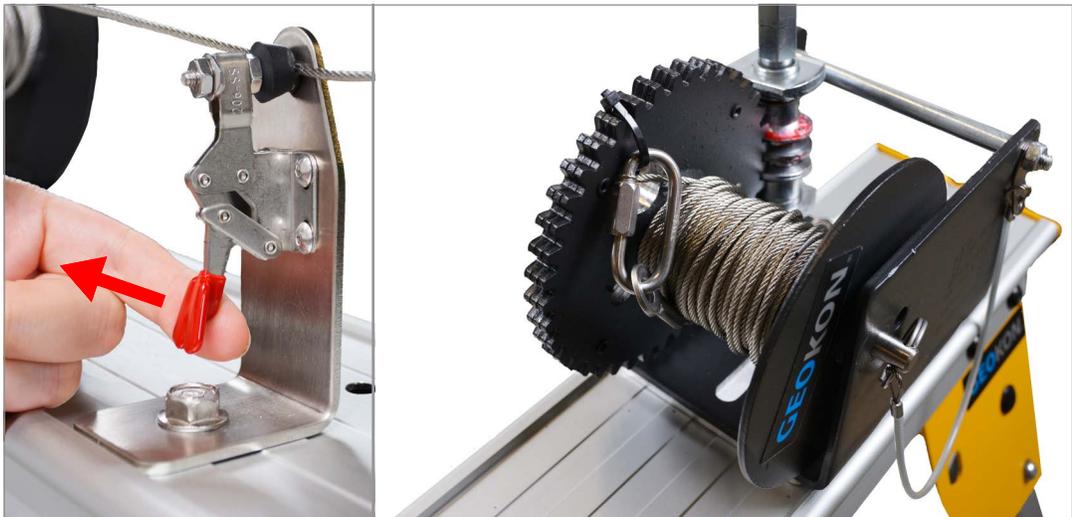
**FIGURA 50:** Ponto de fixação do sensor marcado

10. Prenda o cabo no lugar com a braçadeira central para manter a tensão e evitar que ele se desenrole na bobina.



**FIGURA 51:** Cabo de apoio preso na braçadeira central

11. Desconecte o cabo de apoio do ponto de fixação do sensor.
12. Solte a braçadeira central. Prenda o cabo de apoio à bobina.



**FIGURA 52:** Solte a braçadeira central (esquerda) e prenda o cabo de apoio à bobina (direita)

13. Se houver mais seções do cabo de apoio instaladas, remova a bobina inteira e repita o procedimento da etapa 3.
14. Depois que todos os cabos de apoio tiverem sido desconectados, remova o restante da cadeia manualmente.

## APÊNDICE G. AJUSTE DO CABO DE SUSPENSÃO

O cabo de suspensão Modelo 6140-3 é enviado totalmente montado no comprimento especificado. O comprimento do cabo pode ser reduzido, se necessário, seguindo as instruções nesta seção.

### G.1 CONEXÃO DO SUPORTE DE SUSPENSÃO

Para garantir que a cadeia seja instalada na profundidade correta, some o comprimento da parte inferior do contrapeso até a ponta do sensor superior e subtraia esse valor da profundidade desejada da cadeia (medida da parte superior do tubo até a parte inferior do conjunto de cadeia); o valor resultante é o comprimento do cabo de suspensão.

**Observação:** A GEOKON sugere suspender a cadeia de sensores pelo menos 150 mm (seis polegadas) acima da parte inferior do tubo para compensar detritos e depósitos.

1. Meça o cabo de suspensão até o comprimento calculado, menos 11,4 cm (4,5 polegadas) para considerar o grampo de conexão e o suporte de suspensão.
2. Forme um elo no local medido. Prenda levemente com uma das braçadeiras de cabo fornecidas. Não aperte totalmente nesta fase.



**FIGURA 53:** Elo e braçadeira

3. Coloque o olhal fornecido no elo. Aperte o cabo de suspensão no olhal deslizando a braçadeira do cabo no olhal.



**FIGURA 54:** Insira e aperte o olhal no elo

4. Conecte o cabo metálico ao parafuso com olhal na parte inferior do suporte da suspensão usando o conector de ligação rápida.



**FIGURA 55:** Cabo de suspensão ajustado com suporte

5. Ajuste o cabo de suspensão conforme necessário para que a distância do ressalto rebaixado do suporte de suspensão até a ponta do sensor superior seja igual ao comprimento calculado do cabo de suspensão. Prenda totalmente a braçadeira do cabo a uma especificação de torque de aproximadamente 4,5 lb-pé.
6. Prenda uma segunda braçadeira de cabo a aproximadamente 7,6 cm (3 polegadas) da primeira braçadeira de cabo, apertando totalmente de acordo com a especificação de torque acima.



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

7. Prenda a extremidade solta do cabo de suspensão ao comprimento principal com fita adesiva.



**GEOKON®**

GEOKON  
48 Spencer Street  
Lebanon, New Hampshire  
03766, USA

Telephone: +1 (603) 448-1562  
E-mail: [info@geokon.com](mailto:info@geokon.com)  
Website: [www.geokon.com](http://www.geokon.com)

GEOKON  
tem a certificação  
**ISO 9001:2015**