

## PROJETO BÁSICO DE MONITORAMENTO DA ETA CDI

### 1. OBJETO

O presente projeto tem por objetivo monitorar os deslocamentos tri-ortogonais superficiais, bem como os eventuais deslocamentos subterrâneos, de pontos eleitos pela empresa NOUH Engenharia, em seu relatório técnico de visita às instalações da obra de execução da Cortina Atirantada, encaminhado à CESAMA em versão final em maio de 2019.

Objetiva, portanto, levantar subsídios para embasamento de parecer técnico que comprove a estabilidade do maciço após as obras executadas, para no futuro permitir a utilização das unidades objeto da ampliação executada na ETA.

### 2. DESCRIÇÃO

O projeto de monitoramento foi dividido em duas fases:

Fase 1 – Monitoramento da estabilidade inicial: visa identificar, logo ao final das obras de construção da cortina atirantada, se foi obtida a interrupção dos deslocamentos do maciço, conforme previsto no projeto elaborado pela NOUH Engenharia. Esta fase se faz necessária tendo em vista que o monitoramento efetuado pela CESAMA utilizada equipamentos topográficos, cuja precisão de todo o processo, tem erro superior aos deslocamentos potenciais, o que levaria a uma incerteza na conclusão. Esta fase também irá ser o requisito para início do monitoramento na fase 2. Esta fase 1 tem prazo de 3 meses.

Fase 2 – Monitoramento de ciclo hidrológico: estando dentro do previsto o resultado do monitoramento da fase 1, será iniciado o monitoramento do maciço por período de mais 9 meses, totalizando assim 12 meses de efetivo monitoramento, fechando um ciclo hidrológico, condição mínima para atestação da estabilidade final da área.

#### 2.1. FASE 1

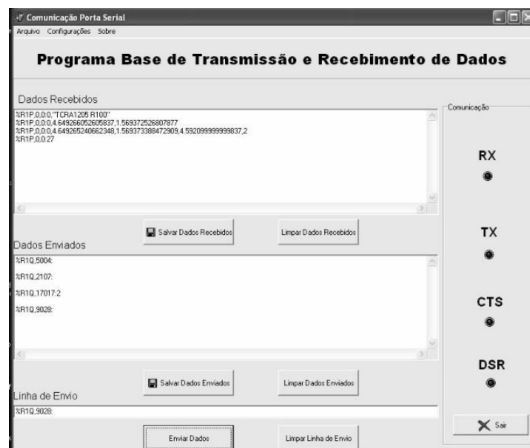
Para avaliação dos deslocamentos serão utilizadas instrumentações para avaliação de possíveis deslocamentos superficiais e também subterrâneos.

### 2.1.1. MONITORAMENTO DOS DESLOCAMENTOS SUPERFICIAIS

Para os deslocamentos superficiais será adotada a técnica de monitoramento contínuo de pontos, de forma automática, com uso de equipamento geodésico permanentemente estacionado em ponto estipulado pela equipe da NOUH Engenharia, permitindo avaliação de 26 pontos alvo nas estruturas (também identificados pela equipe da NOUH Engenharia) e ainda eventualmente até 3 marcos de referência (Benchmarks) estrategicamente posicionados para monitoramento comparativo do comportamento dos deslocamentos, calibrações e aferições.

O equipamento consiste numa estação geodésica robotizada, capaz de localizar de forma automática (ou previamente programada) os pontos alvo de medição, obtendo assim seu posicionamento espacial com relação ao ponto de estacionamento, e também dos marcos de referência, de forma a eliminar o erro sistemático ou eventual da operação humana no processo de leitura.

O equipamento deverá ficar permanentemente instalado e efetuando leituras seqüenciais e contínuas de forma a apresentar os dados de acompanhamento dos deslocamentos tri-ortogonais em período horário, diário e mensal de cada ponto.



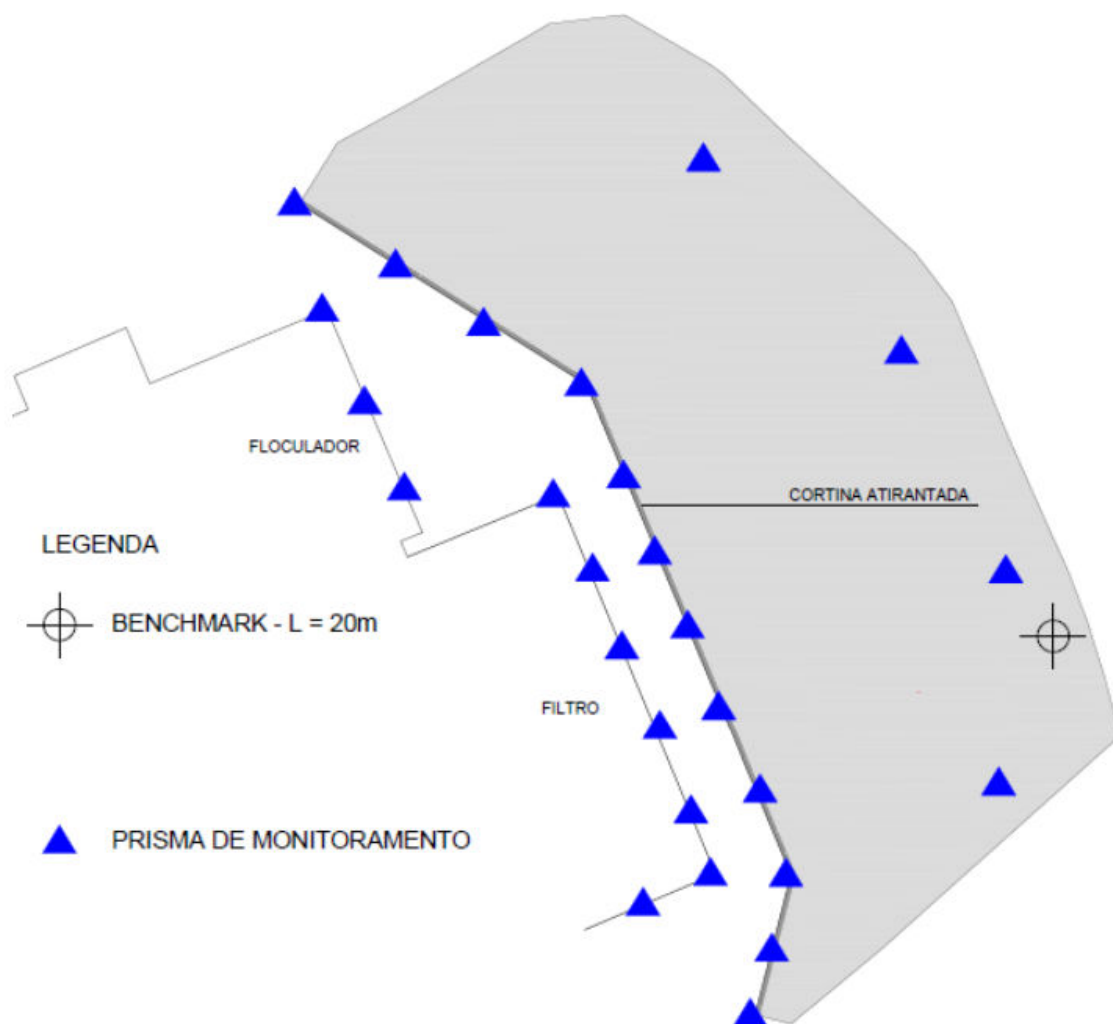
*Exemplo de equipamento e sistema de transmissão de informações*

Para tanto, deverá contar com sistema de suporte alternativo de energia, grau de proteção adequado contra intempéries, sistema automatizado de leituras e envio de dados (GPRS e/ou WIFI e/ou 3G) sem intervenção humana, de forma a garantir uma disponibilidade mensal mínima de 95% do tempo de monitoração (serão

descontadas desta necessidade de disponibilidade aquelas condições atmosféricas que impeçam as leituras, como nevoeiro e/ou chuva).

### 2.1.2. PLANTA DE LOCAÇÃO

Como referência de locação, a planta a seguir foi elaborada pela Noh Engenharia posicionando tanto o ponto de estacionamento do equipamento que efetuará as leituras, como também os pontos alvo e o marco de referência principal para benchmark.

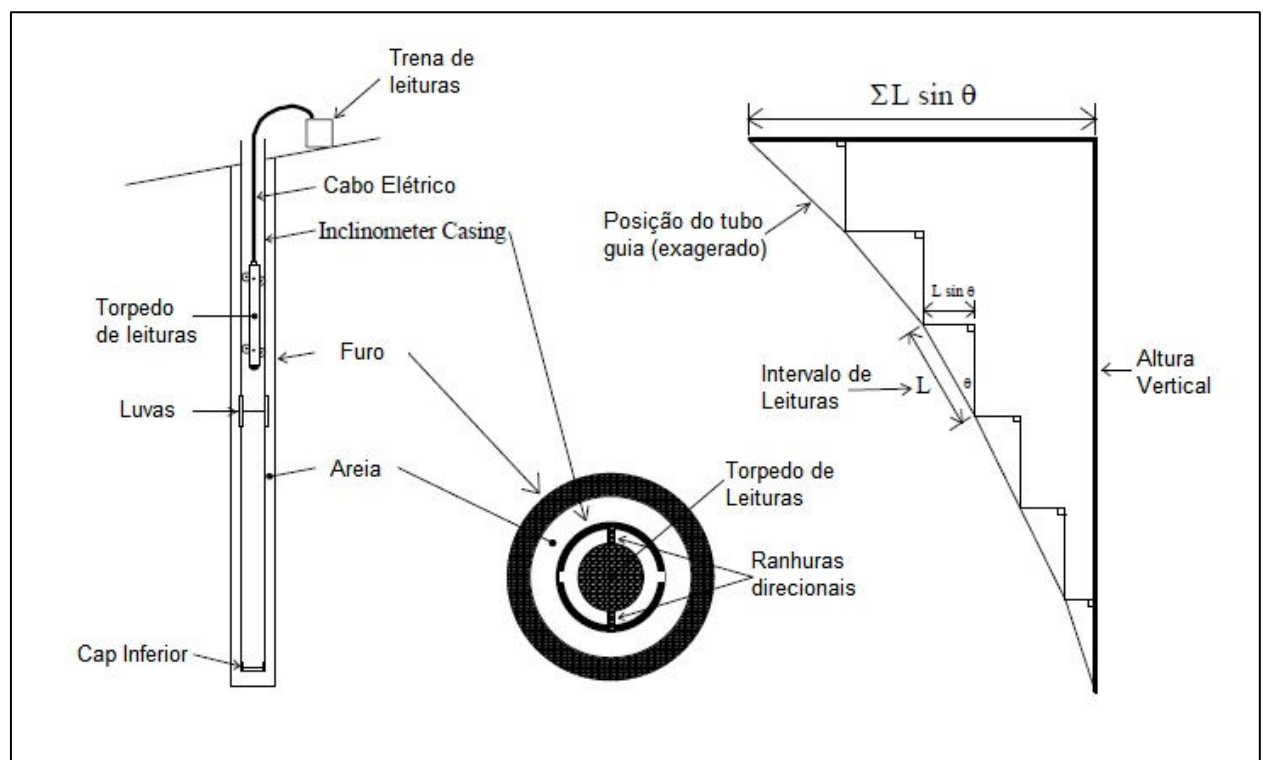


Todos os pontos serão confirmados em campo com base na planta acima e em acordo com a equipe de fiscalização da CESAMA.

### 2.1.3. MONITORAMENTO DOS DESLOCAMENTOS SUBTERRÂNEOS

Para monitoramento de possíveis deslocamentos em profundidade, foi previsto a instalação de 4 inclinômetros. Dois deles a montante da cortina atirantada, com 25m de profundidade, e dois a jusante da cortina atirantada, com 15m de profundidade.

Os inclinômetros são instrumentos utilizados para o monitoramento de movimentos horizontais em profundidade. Normalmente utilizados em taludes com suspeitas de deslizamentos, barragens e qualquer outro tipo de maciço onde haja necessidade de se monitorar movimentos cisalhantes ou de tombamento. O instrumento é composto por tubos guias providos de estrias posicionadas de forma bi-ortogonal. Os tubos são adequadamente direcionados durante a instalação, que ocorre em furos feitos por sonda rotativa conforme detalhe tipo abaixo, ou similar.



O sistema é lido por um torpedo altamente sensível a inclinação ( $\pm 0,008\text{mm}$  para cada 0,5 m), as leituras são realizadas a cada 0,50 m a partir do fundo do furo,

resultando em um perfil de inclinação o qual pode ser comparado após a realização de leituras futuras.

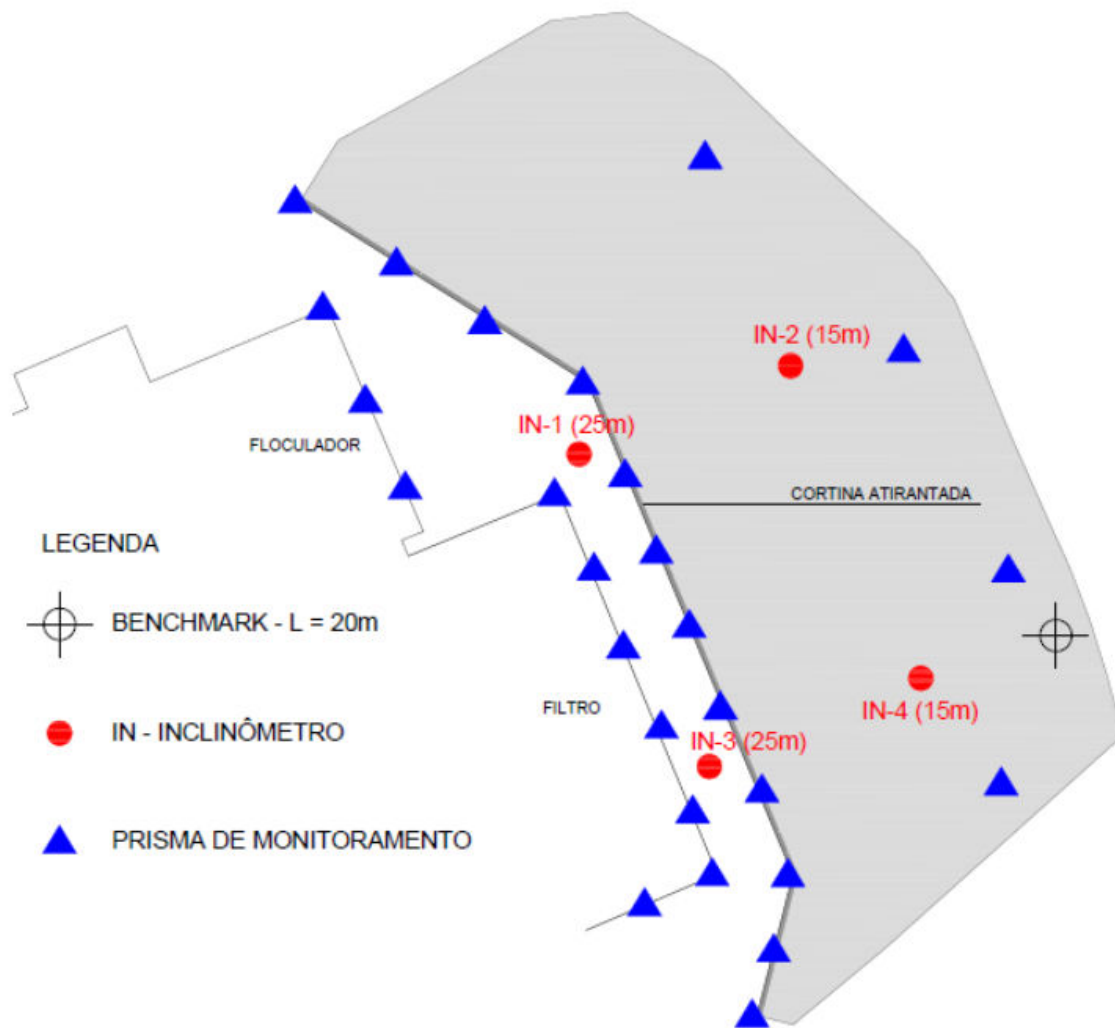


*Vista do torpedo sonda*

#### **2.1.4. PLANTA DE LOCAÇÃO**

Como referência de locação, a planta a seguir foi elaborada pela Nauh Engenharia posicionando os locais de instalação dos inclinômetros.

Todos os pontos serão confirmados em campo com base na planta elaborada e em acordo com a equipe de fiscalização da CESAMA.



*Pontos em vermelho destacando os inclinômetros na comparação com os pontos de monitoramento superficial*

## 2.2. FASE 2

A fase 2 consistirá basicamente na continuidade dos trabalhos iniciados na fase 1, por mais 9 meses, sendo que para seu efetivo início dois requisitos básicos devem ser atendidos:

- Ter o monitoramento da fase 1 indicado ausência de deslocamento significativo das estruturas sem cargas aplicadas;
- Ter o monitoramento da fase 1 indicado ausência de deslocamento significativo das estruturas após aplicação de carga estática de água nos tanques.

Os requisitos serão avaliados pela NOUH Engenharia, como assistente técnico da CESAMA no processo judicial nº 00477-0171398.09.2015.8.13.0145, mediante os relatórios finais da fase 1.

Na fase 2, nos 9 meses seguintes, serão monitorados os mesmos pontos objeto da fase 1 sendo que para os deslocamentos subterrâneos, apenas o serviço de leitura mensal dos 4 inclinômetros deverá ser contratado.

Da mesma forma, para o monitoramento dos deslocamentos tri-ortogonais, apenas o serviço de disponibilização dos equipamentos e instalação do mesmo no banchmark principal, bem como setup e recebimento e envio dos dados, serão contratados para a fase 2, visto que os pontos alvo já estarão instalados bem como o benchmark principal e secundários também.

## 3. ESPECIFICAÇÃO MÍNIMA PARA EQUIPAMENTOS E SERVIÇOS

### 3.1 – Monitoramento Superficial

- Tipo de medição: irradiação polar com medida de distância por equipamento robotizado
- Tipo de ponto alvo: prismas reflexivos com fixação em estruturas
- Precisão angular de 1" (1 segundo)
- Precisão linear de 0,8mm + 1,0ppm (Norma ISO17123-4 no modo prisma)



- Alcance de até 5.000m com 01 (um) prisma
- Possuir tecnologia servo-motorizada com movimento por indução magnética
- Possuir medidor de pressão atmosférica integrado para compensação de erros
- Possuir sensor de temperatura integrado para compensação de erros
- Possuir software próprio de análise dos dados e correção ou compensação de fatores como pressão e temperatura
- Sistema de alimentação backup para prevenir quedas de energia
- Conexão wireless ou 3G para permitir leituras remotas on-line

### **3.2 – Monitoramento Subterrâneo**

- Inclinômetro vertical para geotécnica
- Sensor de inclinação tipo MEMS
- Tubo em alumínio com 4 estrias bi-ortogonais diâmetro mínimo de 76mm
- Faixa de Medição  $\pm 30^\circ$  com a vertical
- Resolução (mm)  $\pm 0.008$  mm / 500 mm
- Resolução (Imperial)  $\pm 0.004''$  / 24"
- Distância entre as rodas 500 mm (padrão)
- Temperatura operacional  $-20^\circ\text{C}$  até  $70^\circ\text{C}$
- Precisão do sistema  $\pm 4$  mm / 30 metros
- Software próprio para geração de gráficos de inclinações



#### 4. ORÇAMENTO

Os orçamentos são apresentados em anexo, e em resumo os valores envolvidos na realização dos serviços são:

##### **FASE 1 (3 meses)**

MONITORAMENTO DE DESLOCAMENTO SUPERFICIAL.....R\$ 97.254,35

MONITORAMENTO DE DESLOCAMENTO SUBTERRÂNEO.....R\$ 99.920,00

##### **FASE 2 (9 meses)**

MONITORAMENTO DE DESLOCAMENTO SUPERFICIAL.....R\$ 225.000,00

MONITORAMENTO DE DESLOCAMENTO SUBTERRÂNEO...R\$ 135.000,00

**TOTAL GERAL.....R\$557.174,35**

Fonte: Pesquisa de Mercado: Junho de 2019