

ALMINA - Minas do Alentejo, S.A.

INSTALAÇÃO DE RESÍDUOS BE-BAC

- Relatório de Observação da Instrumentação- ANO 2018

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	3
2. ENQUADRAMENTO	3
3. INSTRUMENTAÇÃO E OBSERVAÇÃO	4
3.1. Piezómetros	5
3.2. Inclínómetros	7
3.3. Extensómetros	7
3.4. Observação da Instrumentação	9
3.4.1. Piezómetros	9
3.4.2. Caudal do tanque de captação a jusante da BE-BAC	11
3.4.3. Inclínómetros	13
3.4.4. Extensómetros	15
4. CONCLUSÕES	16

1. INTRODUÇÃO

No âmbito do acompanhamento do comportamento da Instalação de Resíduos “BE-BAC”, no presente documento, apresenta-se de modo sistematizado, as leituras efectuadas nos dispositivos de instrumentação geotécnica instalados na estrutura descrita.

É feito um breve enquadramento das estruturas de aterro em referência, são descritos os dispositivos de observação instalados, a sua localização, a análise dos registos das observações, bem como, as conclusões resultantes.

2. ENQUADRAMENTO

No capítulo 2 descrevem-se sumariamente as características da instalação de resíduos “BE-BAC”, bem como a sua finalidade.

A **Instalação de Resíduos BE-BAC**¹, tem por finalidade a deposição submersa dos produtos (rejeitados) resultantes do tratamento de minérios da Lavaria, e das águas resultantes do sistema de bombagem da exploração mineira subterrânea.

Construídas nos anos 1989/1990, as barragens BE e BAC, foram executadas em aterro, segundo a metodologia de barragem zonada. No sentido de aumentar a capacidade de deposição de rejeitados, em 2013/2014 a BE foi intervencionada, tendo sido construído um alteamento até à cota de 169m. Resultante da subida do nível freático, a separação física existente entre a BE e a BAC submergiu, o que conduziu a alterações na instrumentação de observação, as quais descritas anteriormente².

Na figura 1, ilustra-se a localização da instalação de resíduos BE-BAC.



Fig.1 - Localização da instalação de resíduos (BE-BAC) (Ano 2013). (www.google.com/earth/)

¹ Outrora separadas fisicamente, a barragem de estêreis (BE), conjuntamente com a barragem de águas claras (BAC), deram origem à Instalação de Resíduos BE-BAC.

² Consultar "Relatório de Observação da Instrumentação da Instalação de Resíduos BE-BAC (2016)".

A wide-angle photograph of a large, deep blue reservoir. In the background, a long, low dam stretches across the horizon. The foreground shows a rocky, sparsely vegetated slope. The sky is clear and blue.

Fig.2 - Aspecto da instalação de resíduos (BE-BAC).

No capítulo 3 descreve-se o sistema de monitorização integrado, a localização da instrumentação, bem como as observações efectuadas. O sistema de monitorização integrado, para além de monitorizar as variações do nível freático, permite também aferir a evolução do comportamento estrutural da instalação de resíduos BE-BAC.

O mapa apresenta o curso do rio Mira, com as margens representadas por linhas de contorno topográficas. Várias estações de monitorização estão indicadas ao longo do rio:

- MN6**, **PH1**, **MN5**: Localizadas na margem esquerda.
- MN7**, **PH2**, **E1**: Localizadas no primeiro grupo de pilares fixos.
- MN9**, **PH5**, **I3**, **E2**: Localizadas no segundo grupo de pilares fixos.
- MN10**, **PH6**, **I4**: Localizadas no terceiro grupo de pilares fixos.
- MN11**, **PH8**, **I5**: Localizadas no quarto grupo de pilares fixos.
- MN12**, **PH9**: Localizadas no quinto grupo de pilares fixos.
- MN13**, **DH11**: Localizadas na margem direita, perto do primeiro grupo de pilares fixos.
- MN14**, **PH12**: Localizadas na margem direita, perto do segundo grupo de pilares fixos.
- MN15**: Localizada na margem direita, entre os dois grupos de pilares fixos.
- MN1**: Localizada na margem direita, mais a jusante.

A legenda indica que:

- ▲ — Marca de nivelamento (MN)
- — Pilar fixo (PF) (localização a confirmar em obra)
- — Piezômetro hidráulico (PH)
- — Inclínômetro (I)
- ✕ — Extensômetro de varas (E)
- — Medidor de caudal

Fig.3 - Localização do sistema integrado de monitorização da BE-BAC. (Adaptado de ATKINS 2009 - Extracto da Planta de Instrumentação)

3.1. Piezómetros

Os piezómetros hidráulicos, instalados na estrutura, são do tipo LNEC e/ou Casa Grande e permitem monitorizar as variações do nível freático. As características detalhadas destes equipamentos encontram-se descritos no documento “Ampliação da Bacia de Rejeitados das Minas de Aljustrel” (ATKINS, 2009).

No quadro 1, apresenta-se o resumo da localização e caracterização dos piezómetros instalados na “BE-BAC”.

Quadro 1 - Localização e caracterização dos piezómetros instalados na BE-BAC.

					Coordenadas (Datum de Lisboa, militar)			Cota de ponteira (m)	Profundidade (m)
Localização		Designação Piezómetro		Tipo	M	P	Cota de boca (m)		
Coroamento (BE)	Coroamento/Aterro	PH 11	PH 11.1	(*)	195501,653	100939,547	169,075	159,845	9,23
	Coroamento/Fundação		PH 11.2	(*)	195501,584	100939,529	169,075	151,275	17,80
	Coroamento	PH 8	PH 8.1	(*)	195423,280	100902,400	169,066	159,636	9,43
			PH 8.2	(*)	195423,214	100902,373	169,066	145,236	23,83
	Coroamento	PH 5	PH 5.1	(*)	195334,840	100896,470	169,093	158,413	10,68
			PH 5.2	(*)	195334,843	100896,513	169,093	148,263	20,83
			PH 5.3	(*)	195334,879	100896,494	169,093	143,283	25,81
	Coroamento/Aterro	PH 2	PH 2.1	(*)	195275,103	100894,038	169,166	158,986	10,18
	Coroamento/Aterro		PH 2.2	(*)	195275,090	100894,057	169,166	149,066	20,10
Coroamento/Fundação	PH 2.3		(*)	195275,091	100894,087	169,166	144,166	25,00	
Coroamento/Aterro	PH 1	PH 1.1	(*)	195155,769	100817,821	169,125	160,265	8,86	
1ª Banqueta (BE)	1ª Banqueta/Fundação	PH 12	PH 12.1	(*)	195481,208	100967,232	154,077	146,077	8,00
	1ª Banqueta	PH 9	PH 9.1	(*)	195418,188	100935,352	154,210	143,450	10,76
		PH 6	PH 6.1	(*)	195333,169	100929,980	154,114	140,104	14,01
			PH 6.2	(*)	195333,193	100929,938	154,114	127,214	26,90
	1ª Banqueta/Aterro	PH 3	PH 3.1	(*)	195274,711	100927,415	154,232	143,812	10,42
	1ª Banqueta/Fundação		PH 3.2	(*)	195274,746	100927,422	154,232	133,932	20,30
2ª Banqueta(BE)	2ª Banqueta	PH 10	PH 10.1	(*)	195412,485	100964,097	142,213	136,913	5,30
		PH 7	PH 7.1	(*)	195332,861	100959,261	142,026	133,856	8,17
	2ª Banqueta/Aterro	PH 4	PH 4.1	(*)	195273,361	100956,491	142,088	134,748	7,34
Montante da BAC	Margem direita	F1		(**)	196305,14	100104,58	174,571	156,571	18,00
	Margem Esquerda	G1		(**)	196059,56	99559,98	174,616	162,616	12,00

(*) Piezómetro Hidráulico do tipo LNEC.; (**) Casa Grande

Na figura 4, ilustra-se o aspecto geral dos piezómetros instalados na instalação de resíduos BE-BAC.



Fig.4 - Aspecto geral dos piezómetros: A) simples, B) duplo, C) triplo.

No quadro 2, apresenta-se o resumo da localização e caracterização dos piezómetros instalados no vale a jusante da instalação de resíduos BE-BAC.

Quadro 2 - Localização e caracterização dos piezómetros instalados no vale a jusante da instalação.

Localização	Designação Piezómetro	Tipo	Coordenadas (Datum de Lisboa, militar)			Cota de ponteira (m)	Profundidade (m)
			M	P	Cota de boca (m)		
Jusante da Instalação	F6	(**)	195214,51	101201,04	127,96	120,86	7,1
Jusante da Instalação	F7	(**)	195003,70	101338,41	119,53	113,15	6,38
Jusante da Instalação	F8	(**)	195275,23	101019,47	128,91	121,66	7,25
Jusante da Instalação	Fh	(**)	195253,90	101090,95	125,91	92,11	33,8
Jusante da Instalação	Fi	(**)	194049,67	101283,92	120,40	83,49	36,91

(**) Piezómetro Hidráulico.

Na figura 5, ilustra-se a localização dos piezómetros instalados no vale de jusante

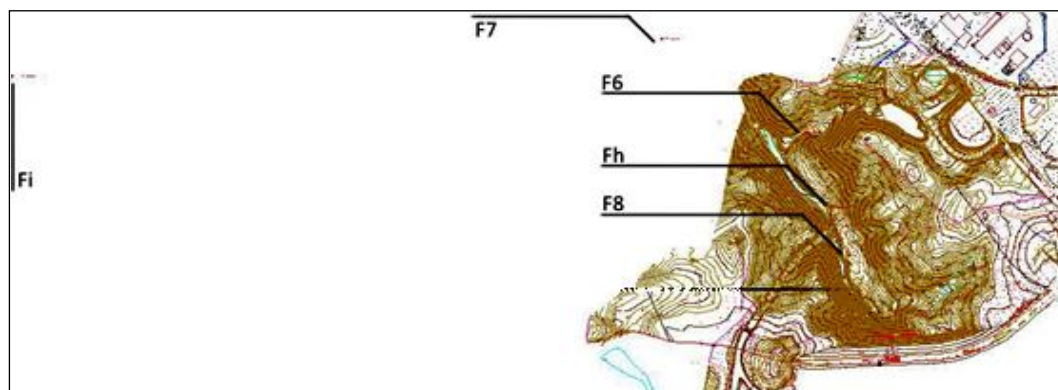


Fig. 5 - Localização dos piezómetros instalados no vale a jusante. (adaptado de Santos-Ferreira & Santos, 2010).

3.2. Inclínómetros

Os inclinómetros são constituídos essencialmente por tubos inclinométricos de 85mm de diâmetros, de PVC, e com ranhuras. Através da instalação deste equipamento pretende-se monitorizar as deformações no interior do aterro.

O tubo inclinométrico providencia o acesso da sonda inclinométrica às medições subsuperficiais. As ranhuras dentro do tubo controlam a orientação da sonda e providenciam uma superfície a partir da qual se obtém as repetidas medições da inclinação.

Para o controlo das deformações horizontais no aterro, procedeu-se à instalação de cinco inclinómetros, **I1, I2, I3, I4 e I5**, após a construção do aterro do alteamento.

Na figura 6, ilustra-se o aspecto de um inclinómetro.



Fig.6 - Aspecto de um inclinómetro.

Na figura 7, ilustra-se o aspecto de um inclinómetro, integrado com um piezómetro triplo



Fig.7 - Aspecto de um inclinómetro integrado com piezómetro triplo.

3.3. Extensómetros

Os componentes principais do extensómetro de fundação ou de varas, são as âncoras, as varas, o tubo de protecção, a cabeça de referência e o deflectómetro (amovível neste caso). O tubo de protecção impede a ligação das varas do extensómetro ao terreno circundante. São aplicados em zonas onde se pretende monitorizar a deformação de fundações em barragens de aterro. Contrariamente aos inclinómetros, a grandeza obtida nos extensómetros é um comprimento que define directamente a posição do ponto a ser observado.

Para o controlo das deformações verticais no aterro, procedeu-se à instalação de três extensómetros, **E1**, **E2** e **E3**, após a construção do aterro do alteamento.

Na figura 8, ilustra-se o aspecto geral de um extensómetro.



Fig.8 - Aspecto geral de um extensómetro.

Na figura 9, ilustra-se o aspecto de um extensómetro integrado com um inclinómetro e um piezómetro triplo.



Fig.9 - Extensómetro integrado com inclinómetro e piezómetro triplo.

3.4. Observação da Instrumentação

No ponto 3.4, apresentam-se as observações resultantes da análise dos dados provenientes no sistema de monitorização integrado, e comparam-se os resultados com os dados do ano de 2017.

3.4.1. Piezómetros

Com base nos dados fornecidos é possível observar o seguinte:

- Os piezómetros **PH2.1**, **PH2.2**, **PH2.3**, no anterior ano apresentavam registos de lamas ou seco, com alternância da presença de lamas para a situação de seco e vice-versa, no ano 2018 mantiveram-se secos;
- Os piezómetros **PH5.1** e **PH5.2**, manifestam um comportamento idêntico ao do ano anterior, caracterizado pelo registo de lamas ou seco, com alternância de presença de lamas para a situação de seco e vice-versa;
- Os piezómetros **PH3.1** e **PH6.1**, apresentam um comportamento idêntico ao ano anterior, caracterizado pela presença de lamas, contudo nos mês de Junho apresentaram situação de secos.
- Os piezómetros **PH5.3** e **PH8.1**, registam a presença de lamas durante todo o ano, à excepção do meses de Setembro e Junho, respetivamente, pelo que o seu comportamento é semelhante ao ano anterior;
- O piezómetro **PH9.1**, registam a presença de lamas durante todo o ano, à excepção do mês de Março e Junho, pelo que o seu comportamento é semelhante ao ano anterior;
- Os níveis verificados nos piezómetros **PH3.2**, **PH8.2**, **PH11.1**, **PH11.2** e **PH12.1**, acompanham a evolução da cota da albufeira. À excepção do piezómetro **PH3.2** que apresentava lamas e do piezómetro **PH11.1** que esteve seco no ano anterior, os restantes piezómetros apresentam um comportamento similar ao ano anterior.
- Os níveis verificados nos piezómetros **PH1.1** e **PH10.1**, acompanham a evolução da cota da albufeira, contudo a subida do nível piezométrico nos meses de Junho e Dezembro poder-se-á correlacionar com contribuições externas à instrumentação. Na figura 10, ilustra-se o aspecto do **PH10.1** (Janeiro de 2019)

Na figura 10, ilustra-se o aspecto do **PH10.1** (Janeiro de 2019)



Fig. 10 - Aspecto geral do Piezómetro PH10.1 (Janeiro 2019)

- Comparativamente ano anterior, cujos registos apresentam lamas durante todo o ano, o piezómetro **PH4.1**, no ano de 2018 apresenta leituras nos meses de Março e Dezembro, ainda que pouco significativas;
- O piezómetros **PH6.2**, no ano anterior, apresenta registos de lamas nos meses de Março, Novembro, Dezembro. No período análogo, o piezómetro **PH7.1**, apresenta registos de lamas todo o ano, à excepção do mês de Novembro. No restante período de observação, em ambos os instrumentos, os níveis piezométricos registados poderão ser considerados insignificantes, tendo o registo de lamas sido retomado nas leituras subsequentes.
- No ano de 2018, os piezómetros **PH6.2** e **PH7.1** registam uma descida continuada do nível piezométrico, atingindo a situação de seco no mês de Junho e lamas no mês de Outubro. No piezómetro **PH6.2** no mês de Dezembro regista-se uma ligeira subida do nível freático, ainda que pouco expressiva, enquanto que no piezómetro **PH7.1** a situação de lamas mantém-se.
- Os piezómetros **F6**, **F7**, **F8** e **Fi** localizados no vale a jusante da BE-BAC não apresentam variações significativas, ainda que a tendência aponte para uma descida dos valores. As medições registadas mantêm parca relação com as variações da cota da albufeira. A acessibilidade ao piezómetro **Fh** não permitiu a realização contínua de leituras ao longo do ano, contudo com base nos dados existentes conclui-se que este instrumento segue o comportamento dos instrumentos descritos;
- Os valores registados no piezómetro **F1**, permitem concluir que este instrumento acompanha a evolução da cota da albufeira, ao contrário do piezómetro **G1**, no qual não é possível estabelecer qualquer correlação de valores.

3.4.2. Caudal do tanque de captação a jusante da BE-BAC

O tanque de captação da BE-BAC, consiste num reservatório de captação de água percolada através da estrutura de paramento da instalação de resíduos BE-BAC.

Na figura 11, ilustra-se o tanque de captação.

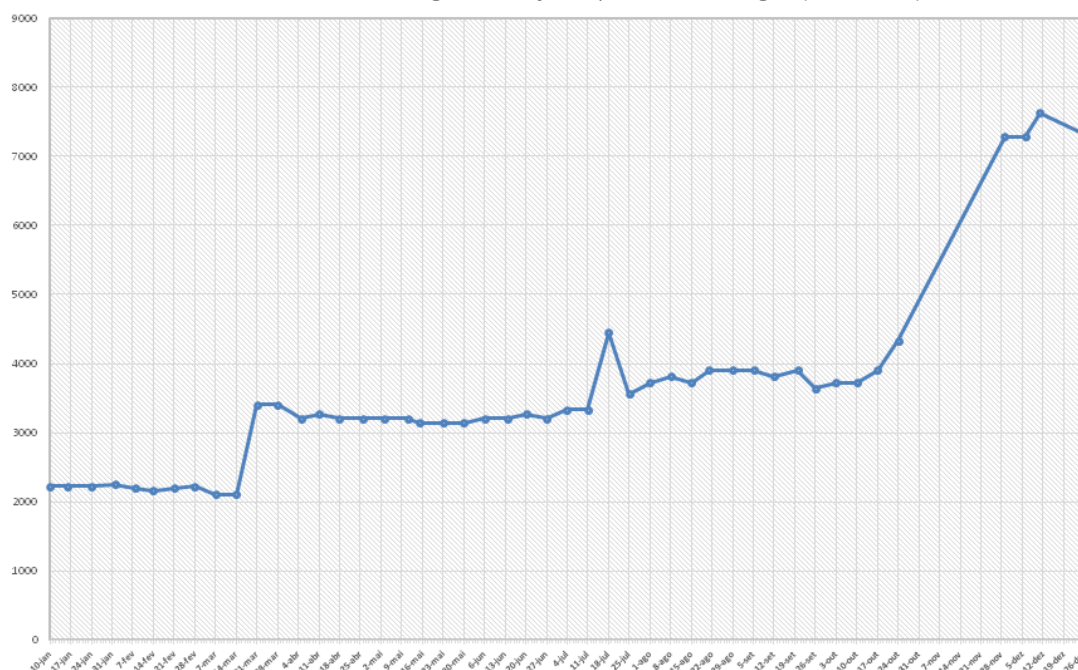


Fig. 11 - Tanque de captação: A) Aspecto geral exterior; B) Aspecto geral do interior.

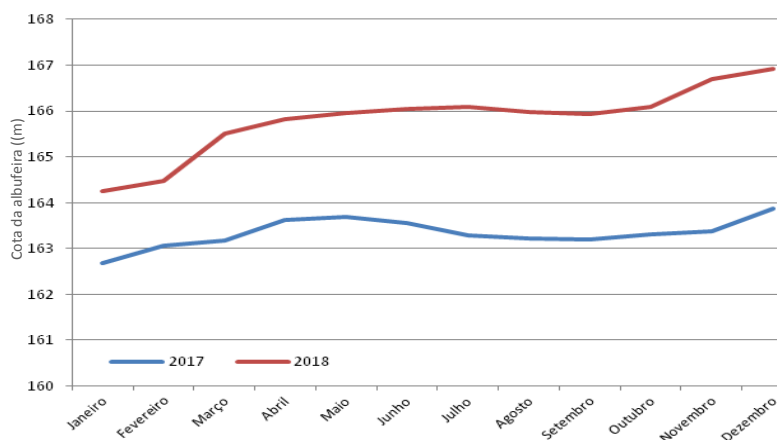
A análise dos caudais que afluem ao tanque de captação evidencia um aumento generalizado e contínuo do caudal ao longo do ano de 2018, tendo sido atingido um valor máximo de 7629l/h em Dezembro de 2018.

No gráfico 1, apresenta-se a variação dos caudais em função do período de bombagem.

Gráf.1 - Caudais de bombagem em função do período de bombagem (ano de 2018).

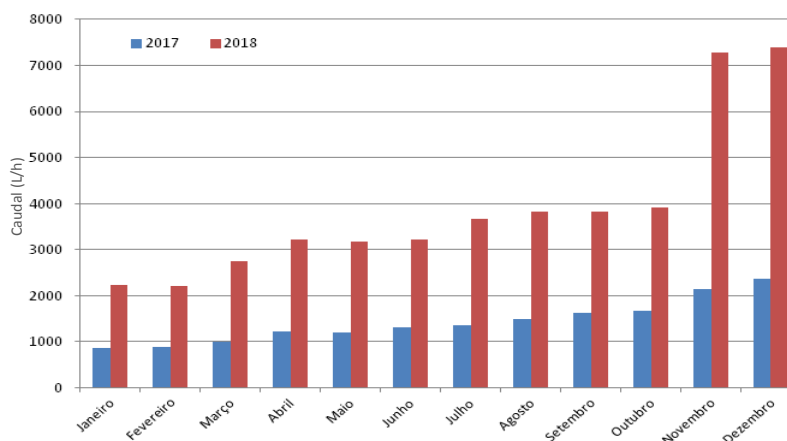


No grafico 2, apresenta-se a evolução da cota da albufeira no ano 2018, comparativamente ao ano 2017.



Gráf.2 - Evolução da cota da albufeira no ano 2018, comparativamente ao ano 2017.

No grafico 3, apresenta-se a a evolução dos caudais no ano 2018, comparativamente ao ano 2017.



Gráf.3 - Evolução do caudal no ano 2018, comparativamente ao ano 2017.

Com base na análise dos gráficos 2 e 3 , conclui-se que o aumento generalizado e contínuo do caudal ao longo do ano de 2018 correlaciona-se com a subida da cota da albufeira.

3.4.3. Inclínómetros

Atendendo à especificidade do equipamento necessário para a monitorização dos inclínómetros e aos custos de investimento inicial, a ALMINA subcontrata os serviços de monitorização e análise dos dados.

As medições do ano 2018 realizaram-se durante a periodicidade estabelecida para a monitorização (semestral). As medições ocorreram em Março e Setembro de 2018 tendo sido identificadas como **8ª medição** e **9ª medição**, respectivamente. As medições foram comparadas com a leitura de referência (zeragem) realizada em Setembro de 2014.

Os resultados obtidos na 8ª medição e 9ª medição, podem ser consultados nos relatórios "Relatório de Instrumentação - Março 2018 - Controlo de Deformações Horizontais - Inclínómetros" e "Relatório de Instrumentação - Setembro de 2018 - Controlo de Deformações Horizontais - Inclínómetros", respectivamente. Seguidamente transcreve-se as conclusões dos relatórios:

- *"Após a oitava leitura, executada no dia 21-03-2018, todos os inclínómetros instalados mostram a estabilização, por outras palavras, não apresentam evolução significativa."*
- *"Após a nona leitura, executada no dia 26-09-2018, os inclínómetros instalados (i.e. I1, I2 e I3) mostram uma ligeira deformação (Tabela 2)."*

Os resultados obtidos no relatório de Março 2018, pela sua dimensão e atendendo às conclusões acima referidas, não necessitam de análise adicional, contudo em relação aos dados do relatório de Setembro de 2018 poder-se-á concluir o seguinte:

a) Os inclínómetros I1, I2 e I3 mostram uma ligeira deformação, a qual apresenta um valor máximo de 5,813 mm (para um cálculo de valor absoluto) segundo a direção A no encabeçamento do inclínómetro I3. Alguns troços apresentam uma deformação permanente de muito pequena magnitude (+/- 3 mm a 4 mm);

2) Conforme pode ser observado na tabela 2 apesar da existência de uma ligeira deformação os valores entre leituras são, baixos, não apresentando evolução significativa. Importa ainda referir que este facto é igualmente visível através da análise dos gráficos deformação Vs tempo onde é perceptível uma deformação relativamente constante no troço superior em praticamente todos os instrumentos;

3) Atendendo aos valores acumulados registados e à sua evolução no tempo, conclui-se tratar-se de um comportamento típico de ajuste do aterro do reservatório, previsível e expectável, face ao actual nível de água do reservatório (165,933m), valor nunca antes atingido;

4) A análise alargada dos dados obtidos deverá ter em conta a evolução do nível de água no reservatório ao longo das medições anteriormente efectuadas, bem como o nível atual de água no reservatório. Este facto é relevante pois a estrutura está neste momento solicitada de uma forma ímpar face a todo o registo de observação, porém estes dados deve ser analisados em conjunto com os demais equipamentos, nomeadamente com os dados emergentes da observação topográfica.

3.4.4. Extensómetros

As medições do ano 2018 realizaram-se durante a periodicidade estabelecida para a monitorização (semestral). As medições ocorreram em Março e Setembro de 2018 tendo sido identificadas como **8ª medição** e **9ª medição**, respectivamente. As medições foram comparadas com a leitura de referência (zeragem) realizada em Setembro de 2014.

No quadro 3, apresentam-se os resultados obtidos nas medições.

Quadro 3 - Resultados das medições efectuadas nos extensómetros E1 e E2

Data Monitorização	E1			E2		
	Padrão (mm)	Leitura (mm)	Δ (mm)	Padrão (mm)	Leitura (mm)	Δ (mm)
20/mar/18	15,00	23,37	8,37	15,00	30,42	15,42
26/set/18	15,00	37,41	22,41	15,00	38,98	23,98

Os valores registados enquadram-se nos valores expectáveis de deformação superficial (assentamento) e deformações no interior do aterro/maciço, bem como correlacionam-se com os dados obtidos nos inclinómetros. A amplitude dos valores registados está associada a um comportamento, previsível e expectável, típico de ajuste com o tempo do aterro do reservatório e que de forma alguma coloca em causa a estabilidade da própria estrutura, no que diz respeito a este parâmetro de observação.

4. CONCLUSÕES

O sistema de monitorização integrado permite aferir a evolução do comportamento estrutural da Instalação de Resíduos “BE-BAC”. O histórico do registo dos dados de monitorização da instrumentação da instalação ainda que jovial, não permite uma análise alargada aos valores registados, contudo face aos resultados obtidos concluiu-se o seguinte:

- A subida do nível piezométrico que se regista em alguns piezómetros correlaciona-se com a evolução da cota da albufeira;
- O aumento do caudal de bombagem no tanque de captação está relacionado com a subida da cota da albufeira;
- Em termos estruturais os valores registados nos inclinómetros e nos extensómetros enquadram-se nos valores expectáveis e previsíveis de deformação superficial (assentamento) e deformações no interior do aterro;

Importa referir que a análise alargada dos dados obtidos tem em conta a evolução do nível de água no reservatório ao longo das medições anteriormente efectuadas, bem como o nível actual de água no reservatório. Este facto é relevante pois a estrutura está neste momento solicitada de uma forma ímpar face a todo o registo de observação, nível de água do reservatório (165,933m), valor nunca antes atingido

A análise dos dados, no seu conjunto, permite aferir a evolução do comportamento estrutural da instalação de resíduos “BE-BAC”, verificando-se que a evolução do corpo da instalação, enquadra-se nos valores expectáveis e previsíveis.



(João Almeida, Eng.º)

Vendas Novas, 17 de Março de 2018

BIBLIOGRAFIA

ALMINA S.A., (2018) – “Dados de Monitorização da Instrumentação da BE-BAC”

ALMINA S.A., (2016) – “Relatório de Instalação de Piezómetros”

ATKINS, (2009) – “Ampliação da Bacia de Rejeitados das Minas de Aljustrel”

EPOS S.A., (2017) – “Relatórios de Instrumentação” – BE- BAC

Santos Ferreira & Santos, (2010) – “Nota Técnica”

Tecnasol, (2009) – “Construção em aterro do Reforço da BAI”

ANEXOS

Relatório de Monitorização dos Inclínómetros – Março 2018

Relatório de Monitorização dos Inclínómetros – Setembro 2018

ALMINA - Minas do Alentejo, S.A.

INSTALAÇÃO DE RESÍDUOS BE-BAC

Relatório de Instrumentação (março 2018)

Controlo de Deformações Horizontais

Inclinómetros

ÍNDICE

1. Introdução	3
2. Parâmetros a controlar e equipamento a utilizar	4
2.1. Introdução	4
2.2. Controlo de deformações no interior do Aterro	4
2.2.1. Inclínómetros	4
3. Equipamento e metodologia a utilizar	4
3.1. Apresentação de resultados.....	6
4. Resultados	7

1. INTRODUÇÃO

Por indicação da ALMINA - Minas do Alentejo, S.A. foi a EPOS – Empresa Portuguesa de Obras Subterrâneas, S.A. contratada para a realização da monitorização dos inclinómetros materializados na instalação de resíduos BE-BAC das minas de Aljustrel.

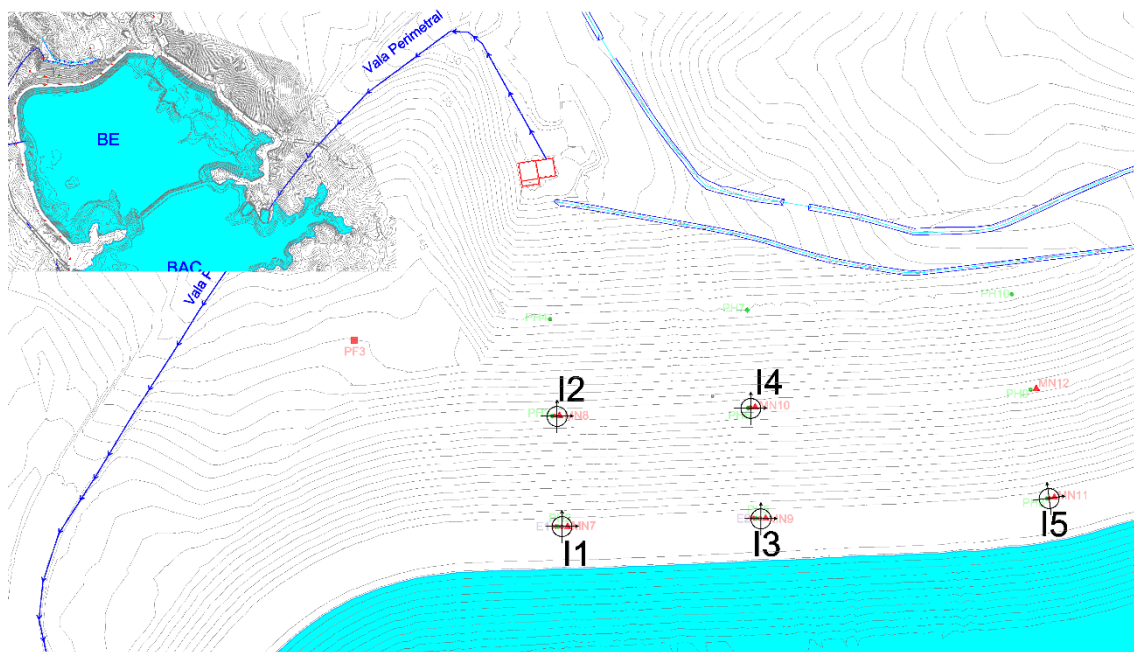


Figura 1 – Planta de localização dos Inclinómetros I1 a I5

Os inclinómetros fazem parte de um sistema de monitorização integrado, no qual se encontram igualmente outros dispositivos (*e.g.* piezómetros, extensómetros, marcas de superfície). O referido sistema permite aferir a evolução do comportamento estrutural da instalação de resíduos BE-BAC.

2. PARÂMETROS A CONTROLAR E EQUIPAMENTO A UTILIZAR

2.1. INTRODUÇÃO

Atendendo à instrumentação instalada na estrutura, pretende-se controlar:

- Deformações superficiais (assentamentos) e possível influência no aterro;
- Deformações no interior do aterro/maciço (horizontais e verticais);
- Variações do nível freático.

2.2. CONTROLO DE DEFORMAÇÕES NO INTERIOR DO ATERRO

2.2.1. INCLINÓMETROS

Para o controlo das deformações horizontais no aterro, o Projetista previu a instalação de inclinómetros num total de 5 (cinco), localizados conforme indicado na Figura 1 (extrato da Planta de Instrumentação 3-4; TELAS FINAIS).

3. EQUIPAMENTO E METODOLOGIA A UTILIZAR

Após quase quatro anos de leituras existe a necessidade de trocar a sonda inclinométrica ao serviço desta monitorização. A sistemática alteração de sistemas operativos implicava uma crescente dificuldade na transposição dos dados recolhidos para o *software* de análise. Assim, foi adquirida uma nova sonda, a *RST Digital Inclinometer Probe* (especificações em anexo); nesta destaca-se: (1) a alteração dos sensores, agora com acelerómetros microeletromecânicos (MEMS), em detrimento dos servo-acelerómetros; (2) o aumento da precisão para a ± 2 mm em 25 m; (3) uma repetibilidade não dependente da escala; e (4) protocolo de transmissão de dados através de Bluetooth

As leituras das calhas inclinométricas foram realizadas, igualmente, com intervalos de 1 m, sendo agora armazenadas numa caixa de leitura modelo *ULTRA-RUGGED FIELD PC*.

Qualquer permuta de equipamento envolve a realização de uma nova leitura de referência. Neste caso, e uma vez que a troca se deveu não a uma avaria, mas apenas por uma conveniência de atualização de sistema, realizou-se primeiramente uma leitura com o sistema antigo (sonda SISGEO) seguido da aquisição de dados com sonda nova (sonda RST).

Garante-se assim a continuidade de leituras (deformação), não ficando o registo histórico comprometido.

O *software* de análise, o *GTILT Plus*, permite a adaptação dos novos valores às leituras anteriormente realizadas (*force a dataset match*).

Na prática os gráficos agora criados apresentam duas leituras realizadas no mesmo dia com os valores idênticos de deformação acumulada (Figura 2).

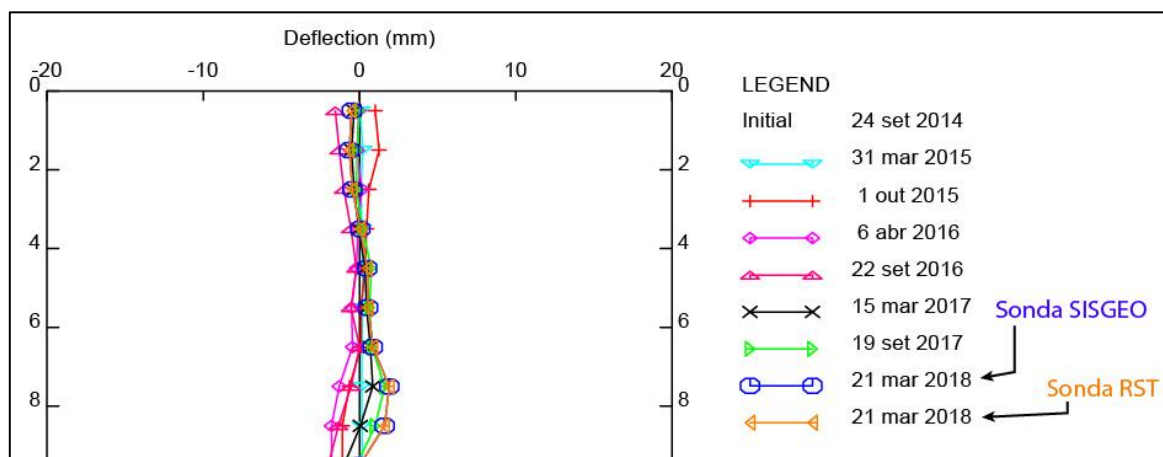


Figura 2 – Detalhe do gráfico da deformação acumulada (e.g. I1 A) com destaque das duas leituras efetuadas no mesmo dia.

Por sua vez os valores analíticos, anteriormente coletados, estão adaptados aos novos parâmetros da sonda (Figura 3)

Sonda SISGEO								
Inclinómetro I 1								
Dados analíticos segundo a direção A e B								
Current readings dated 21 Mar 2018 relative to initial 24 Set 2014								
A0	A180	Past Diff.	A0	A180	Current Diff.	Change	Deflect. (mm)	Depth (m)
835	-864	1699	866	-843	1709	10	-0,525	1,0
615	-643	1258	634	-609	1243	-15	-0,650	2,0
420	-453	873	428	-404	832	-41	-0,463	3,0
417	-447	864	427	-400	827	-37	0,050	4,0

Sonda RST								
Inclinómetro I 1								
Dados analíticos segundo a direção A e B								
Current readings dated 21 Mar 2018 relative to initial 24 Set 2014								
A0	A180	Past Diff.	A0	A180	Current Diff.	Change	Deflect. (mm)	Depth (m)
-216	218	-434	-212	212	-424	10	-0,525	1,0
-148	147	-295	-155	155	-310	-15	-0,650	2,0
-84	82	-166	-104	103	-207	-41	-0,463	3,0
-83	82	-165	-101	101	-202	-37	0,050	4,0

Figura 3 – Detalhe dos dados analíticos (e.g. I1 A) adquiridos com a Sonda SISGEO (esq) e RST (dto) com destaque das leituras exibindo a mesma deformação acumulada adaptadas aos novos parâmetros da sonda.

3.1. APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS

Para cada inclinómetro e para cada leitura é apresentado:

- Deformação acumulada, dois gráficos (por cada inclinómetro) correspondentes a planos de leitura normais entre si (plano A e plano B);
- Deformação *versus* tempo, um gráfico (por cada inclinómetro) correspondente a evolução no tempo em troços, para o caso foram selecionados da base ao topo, da base aos 10 m e da base aos 20 m;
- Dados analíticos, em forma de tabela, comparativos entre a leitura inicial (24-09-2014) e a que diz respeito a este relatório (21-03-2018), segundo a direção A e B e referentes à campanha com a utilização da sonda a ser substituída (sonda SISGEO);
- Dados analíticos, em forma de tabela, comparativos entre a leitura inicial (24-09-2014) e a que diz respeito a este relatório (21-03-2018), segundo a direção A e B e referentes à campanha com a utilização da sonda de substituição (sonda RST);
- Implantação dos inclinómetros nos perfis da obra, permitindo uma visualização da evolução segundo a direção A.

4. RESULTADOS

A leitura de referência (zeragem) foi realizada no dia 24-09-2014.

Após a oitava leitura, executada no dia 21-03-2018, todos os inclinómetros instalados mostram a estabilização, por outras palavras, não apresentam evolução significativa.

A tabela seguinte permite visualizar os valores de deformação acumulada, em todos os inclinómetros, ao longo do respetivo tubo.

profundidade	I1		I2		I3		I4		I5	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
1	-0,525	4,063	3,125	3,663	4,113	-0,425	3,413	-0,013	2,900	-4,763
2	-0,650	3,913	2,838	3,763	3,800	-0,025	2,663	0,288	2,613	-4,763
3	-0,463	4,063	2,250	4,075	3,875	-0,200	2,750	0,087	2,413	-4,450
4	0,050	3,838	2,263	4,125	3,500	0,100	3,088	-0,013	2,363	-3,963
5	0,513	3,825	2,763	3,800	2,988	0,625	3,163	-0,025	2,563	-2,900
6	0,550	3,650	2,525	3,088	2,363	1,200	2,950	-0,250	2,563	-2,463
7	0,863	3,563	2,300	3,163	2,138	1,450	2,513	-0,388	2,438	-2,250
8	1,875	3,175	2,463	3,275	2,263	1,038	2,925	-0,475	2,600	-2,088
9	1,625	2,388	2,688	3,000	2,325	0,713	3,013	-0,375	3,163	-1,750
10	0,000	2,050	2,563	2,700	2,325	0,350	2,988	-0,063	3,075	-1,488
11	-1,400	1,250	2,487	2,725	2,275	0,263	2,688	0,350	2,025	-0,338
12	-1,125	2,300	2,513	2,375	2,500	0,038	2,388	0,725	0,987	-0,025
13	0,438	2,075	2,625	2,450	2,988	-0,325	2,200	0,888	0,250	-0,863
14	-0,800	2,800	2,463	2,325	3,075	-0,400	2,288	0,763	-0,075	-1,850
15	-1,750	2,150	2,525	2,313	2,825	-0,050	2,188	0,400	0,212	-1,688
16	-1,538	1,725	3,100	2,338	2,063	0,075	2,038	-0,038	1,100	0,087
17	-0,438	1,388	1,613	1,638	1,313	0,200	2,213	-0,263	1,500	1,600
18	-0,550	-0,375	0,787	1,313	0,888	0,313	2,563	-0,150	2,975	2,663
19	-0,875	-0,337	-0,075	0,425	0,788	0,463	2,838	0,012	3,513	2,400
20	-1,113	-0,637	-0,288	0,350	0,350	0,163	2,888	0,363	2,625	1,100
21	-0,900	0,888	-0,125	0,263	0,713	0,113	2,725	0,225	1,875	0,837
22	-0,887	1,125			1,163	-0,200	2,450	0,100	1,725	1,000
23	-0,750	1,138			1,638	-0,363	1,725	0,163	0,962	0,650
24	-0,075	0,425			1,700	-0,350	1,038	0,288	0,312	0,150
25					1,213	-0,188	-0,488	0,100		
26							-0,925	-0,338		
27							-0,100	-0,088		
28							-0,075	-0,100		

(mm)	
[-2,5;2,5]	
[-5;-2,5[e]2,5;5]	
]-∞;-5[e]5;+∞[	

Tabela 1 – Conjunto dos valores de deflexão acumulada (mm) obtidos nos inclinómetros em observação.

O conjunto de valores (ca 244) apresenta uma média aritmética de 1,16 mm e um valor máximo de 4,763 mm (para um cálculo de valor absoluto) segundo a direção B no encabeçamento do inclinómetro I5; as ligeiras oscilações, de ordem sub-

milimétricas/milimétricas, que se relacionam, regra geral, com o erro/repetibilidade intrínseco ao equipamento de leitura. Contudo, atendendo aos gráficos cumulativos, alguns troços parecem mostrar uma deformação permanente, embora de muito pequena magnitude (+/- 3 mm a 4mm). Trata-se de um comportamento típico de ajuste com o tempo do aterro do reservatório e que de forma alguma coloca em causa a estabilidade da própria estrutura, no que diz respeito a este parâmetro de observação.

Porto Salvo, 26 de março de 2018



epos
EPOS - Empresa Portuguesa
de Obras Subterrâneas, S.A.

Luís Gonçalves (Geólogo)

ANEXOS

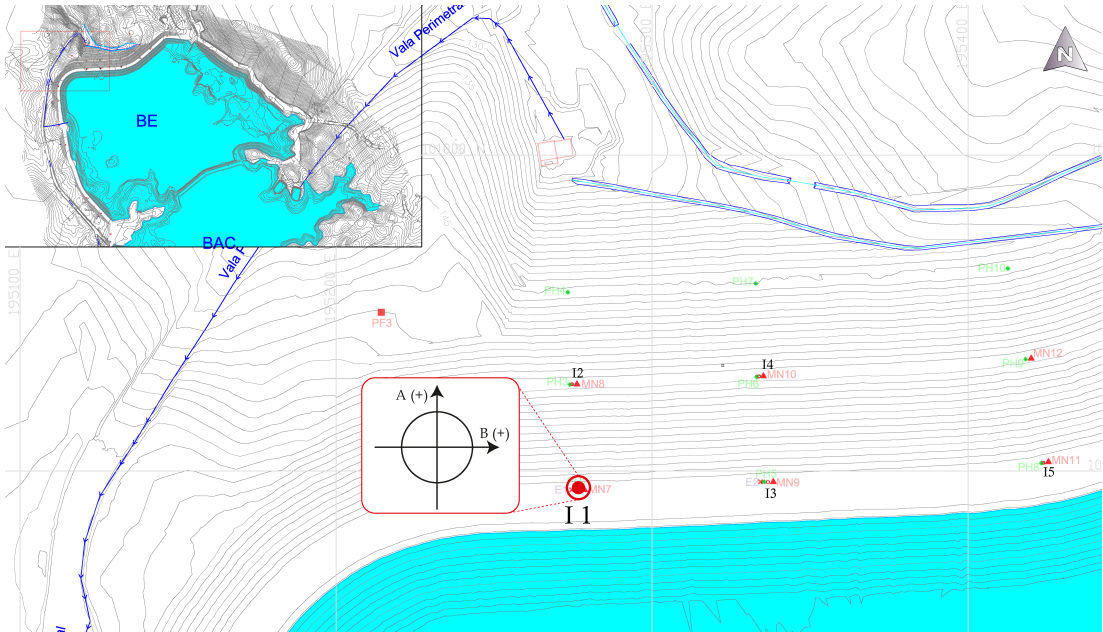
Deformação Acumulada



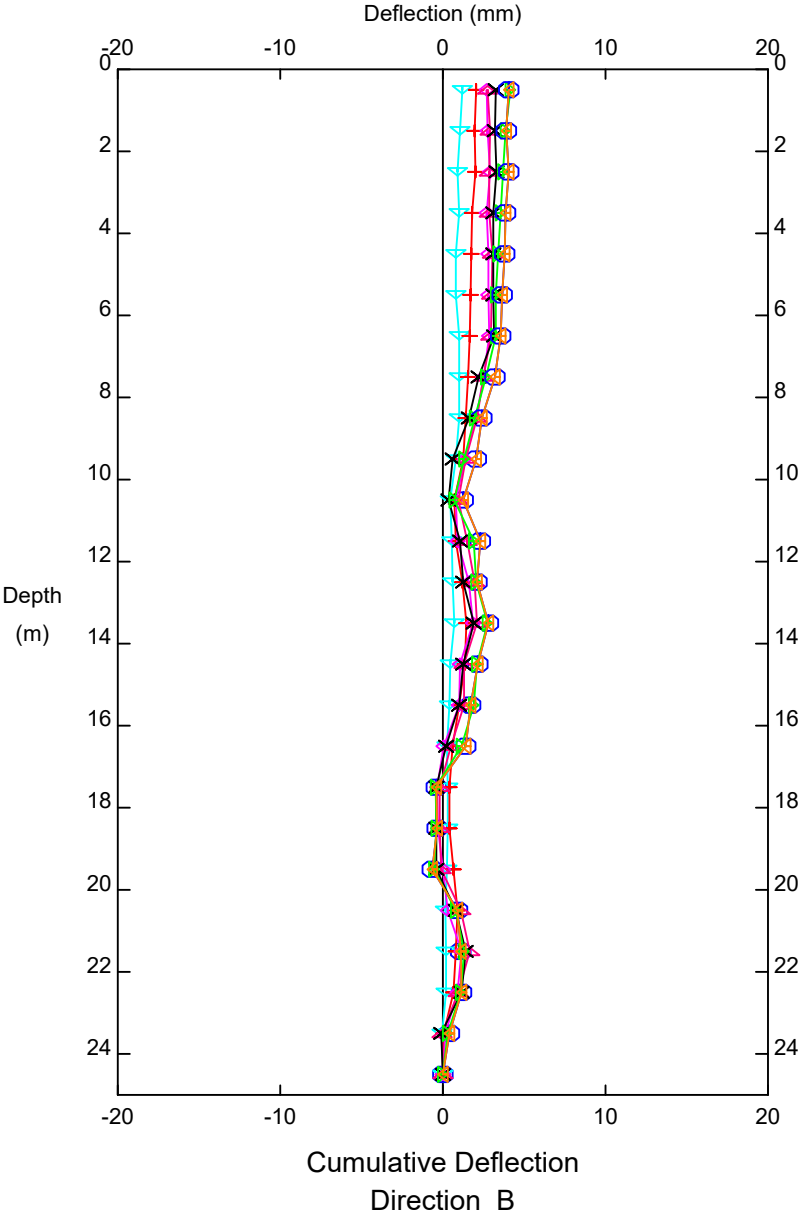
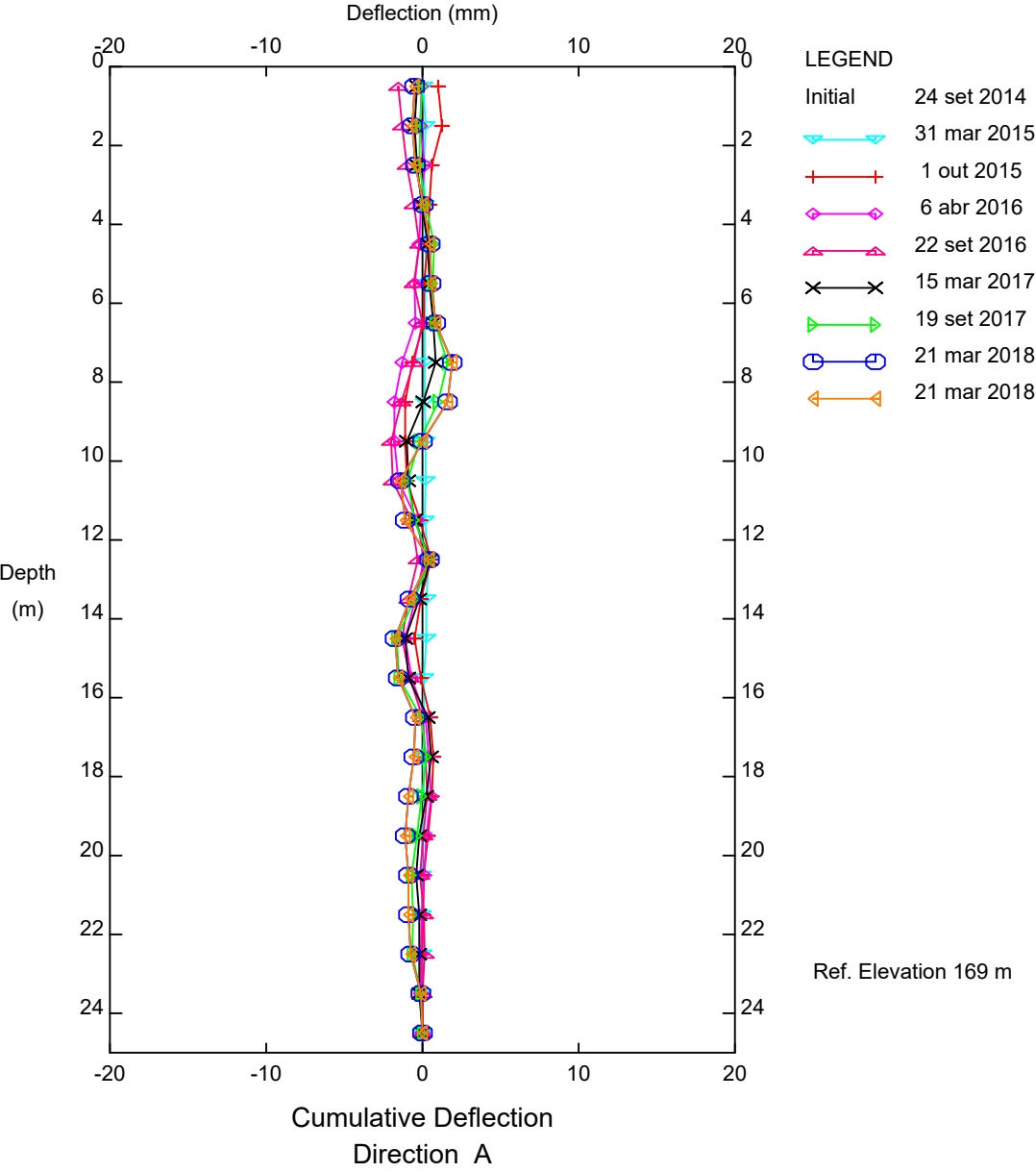
Instalação de Resíduos BE-BAC

Inclinómetro I 1

deformação acumulada segundo a direção A e B



EPOS, S.A. - Oeiras

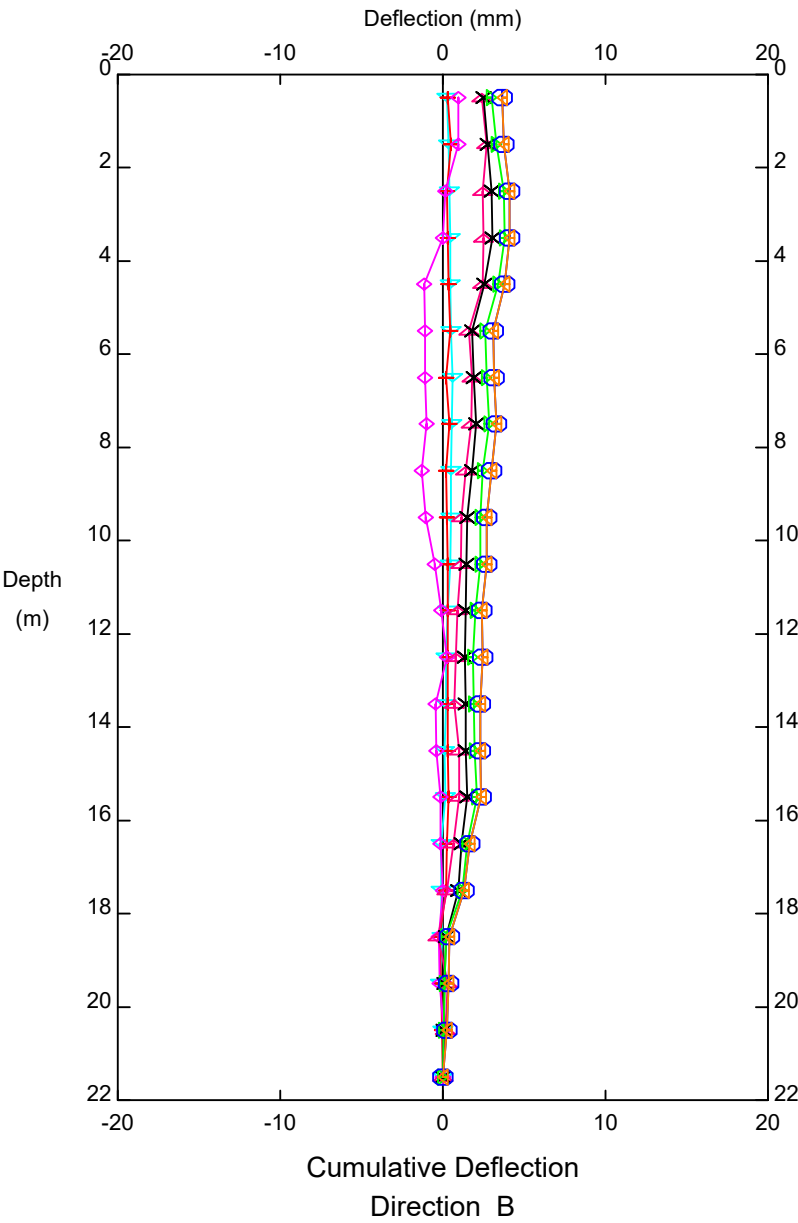
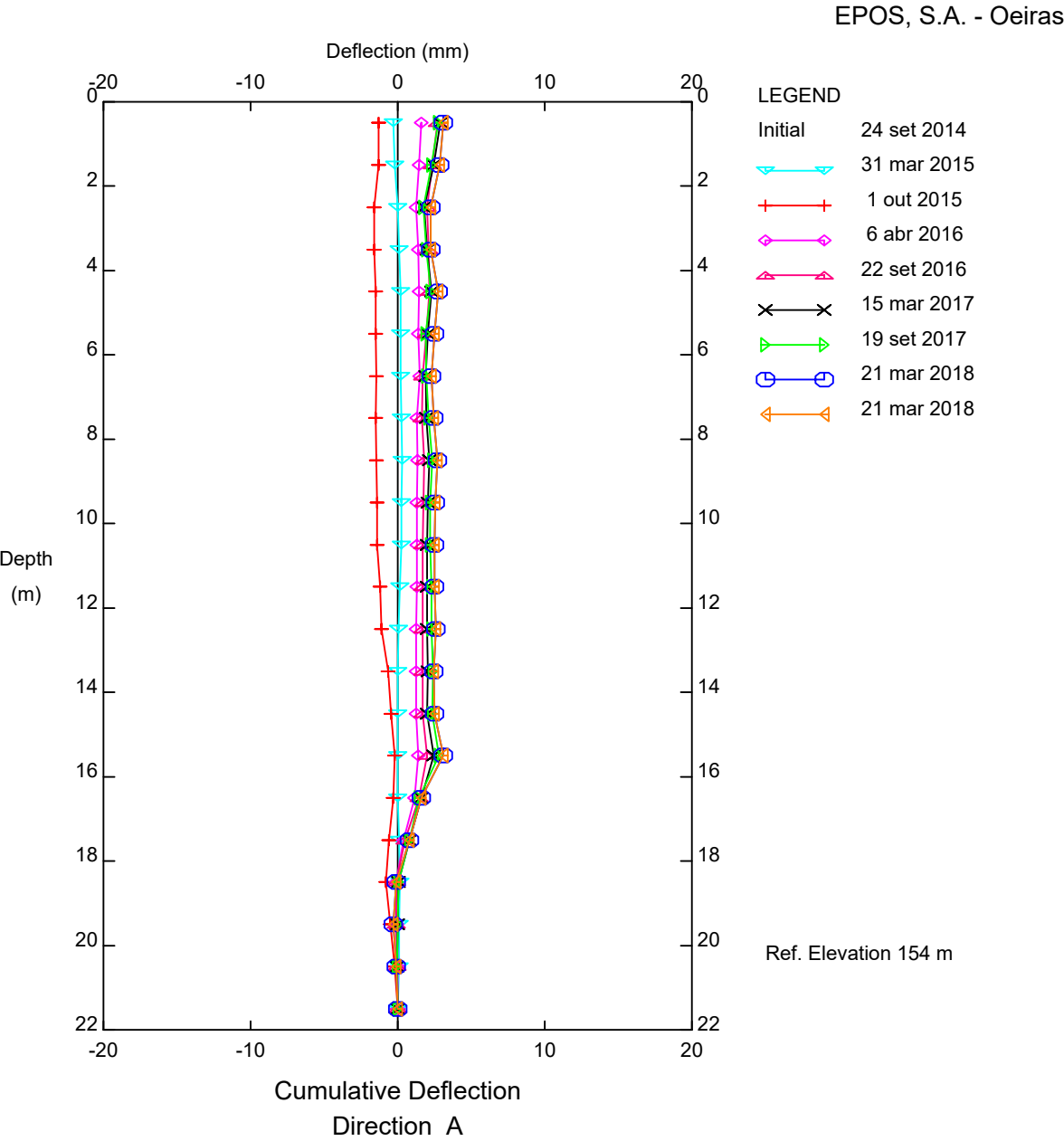
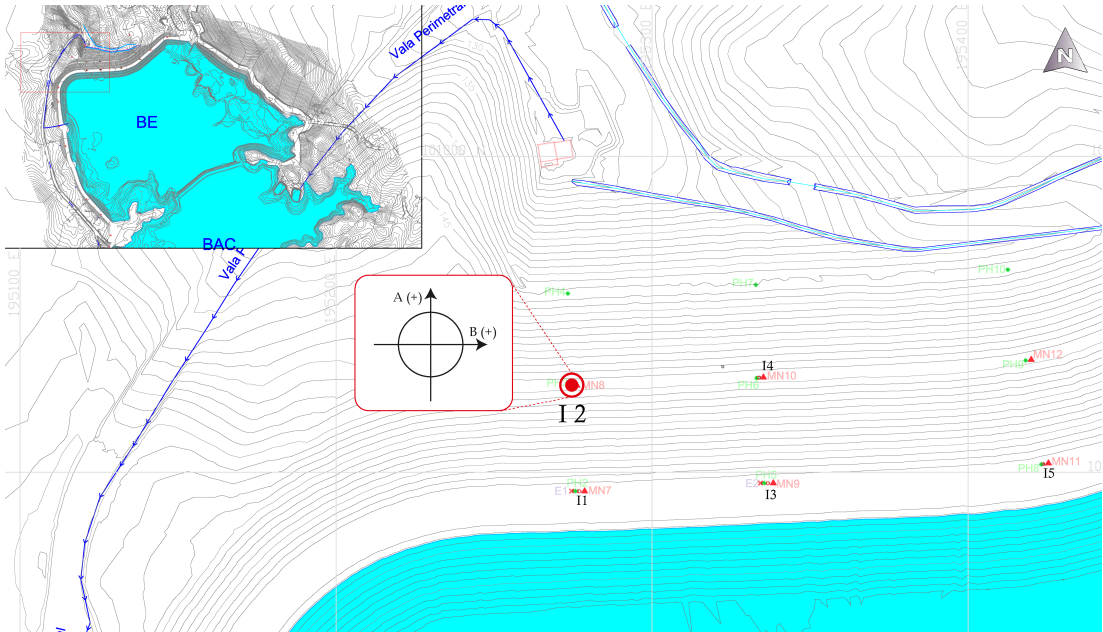




Instalação de Resíduos BE-BAC

Inclinómetro I 2

deformação acumulada segundo a direção A e B

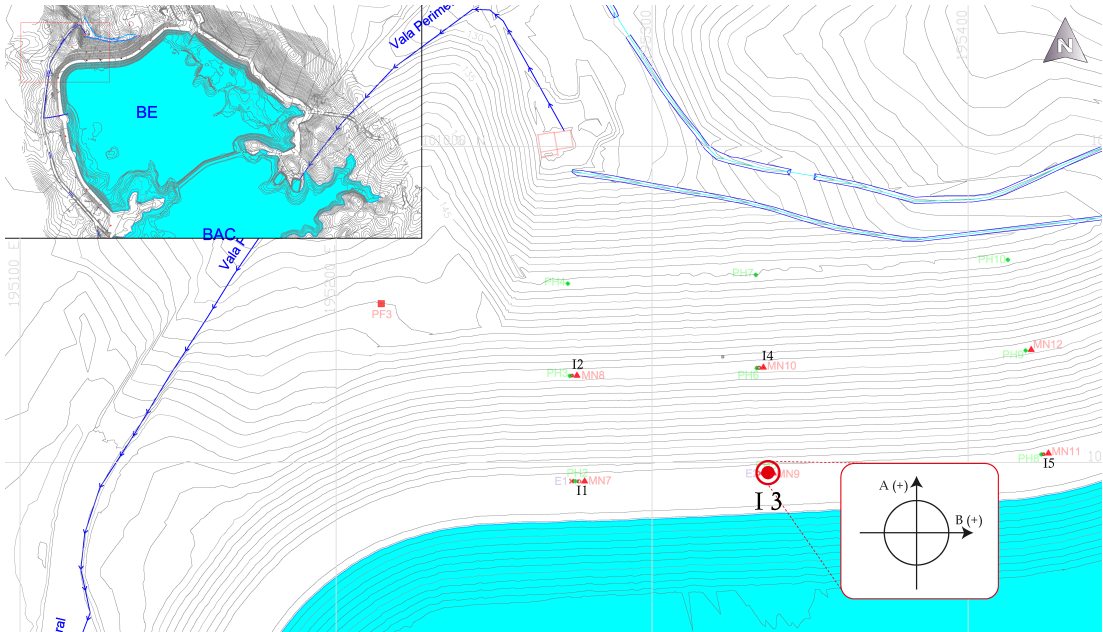




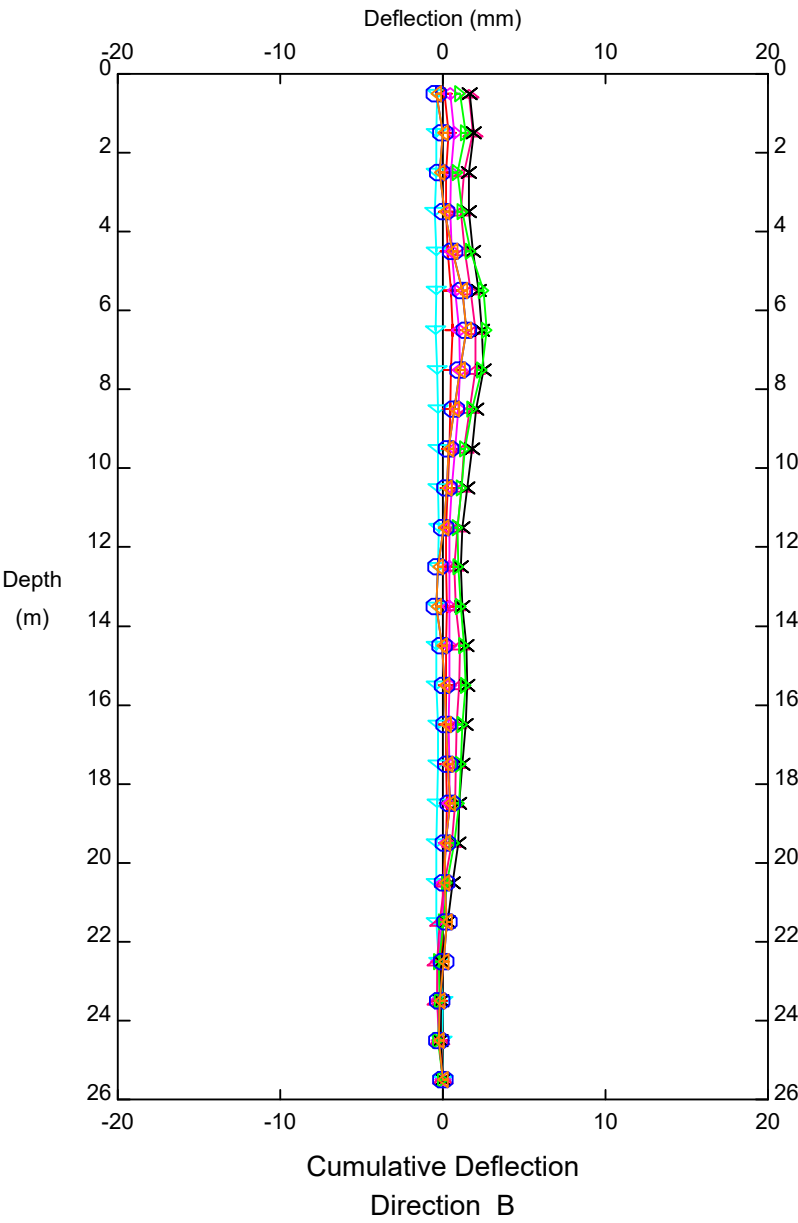
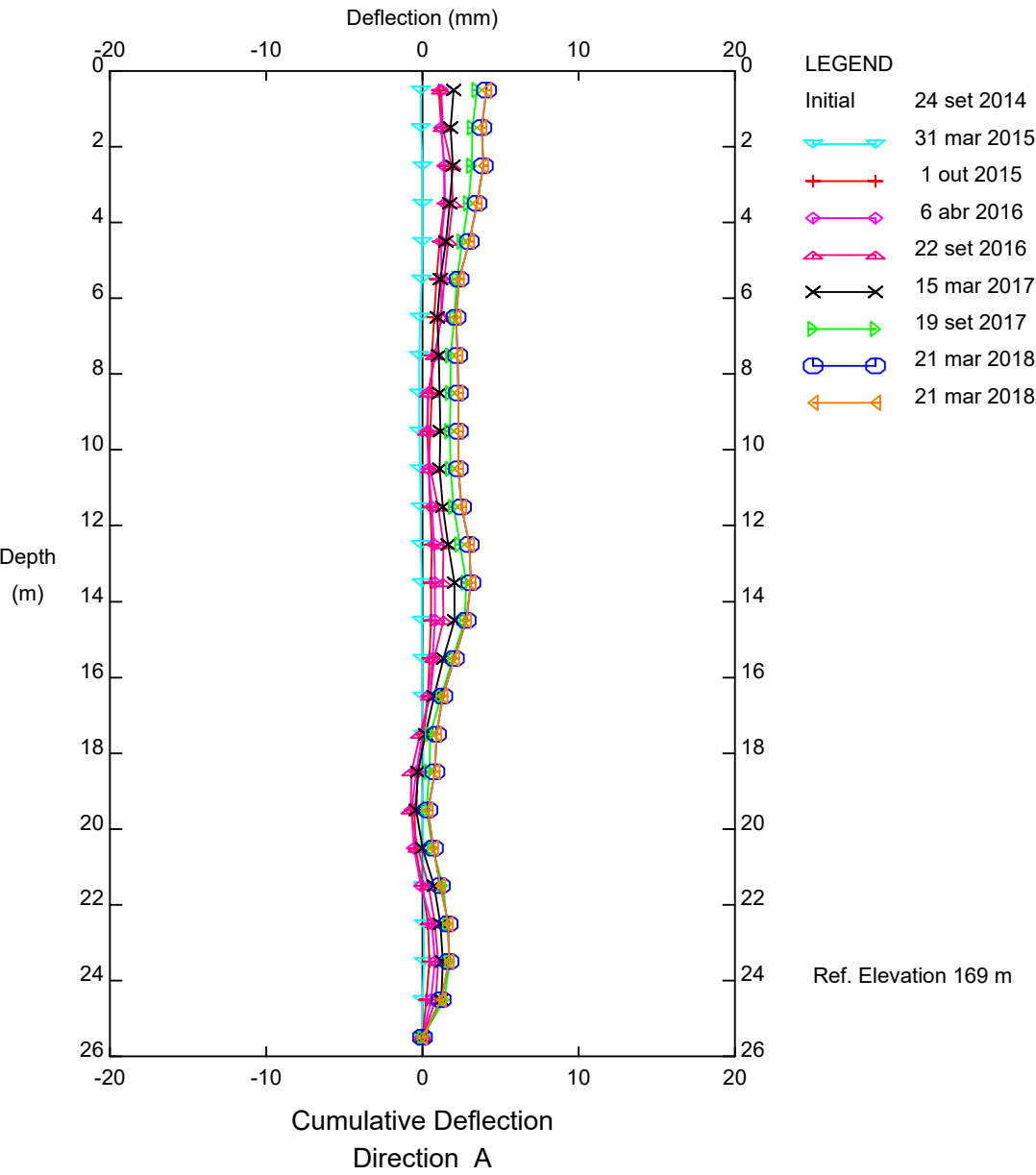
Instalação de Resíduos BE-BAC

Inclinómetro I 3

deformação acumulada segundo a direção A e B



EPOS, S.A. - Oeiras

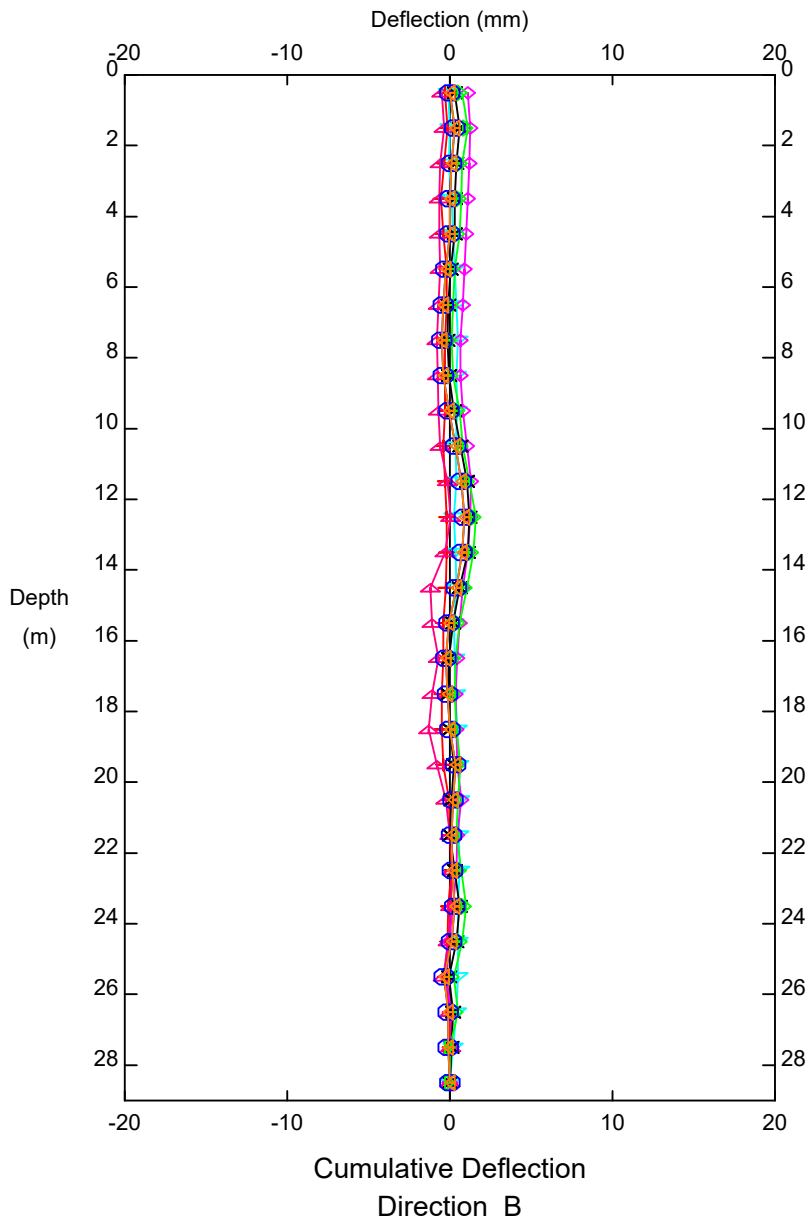
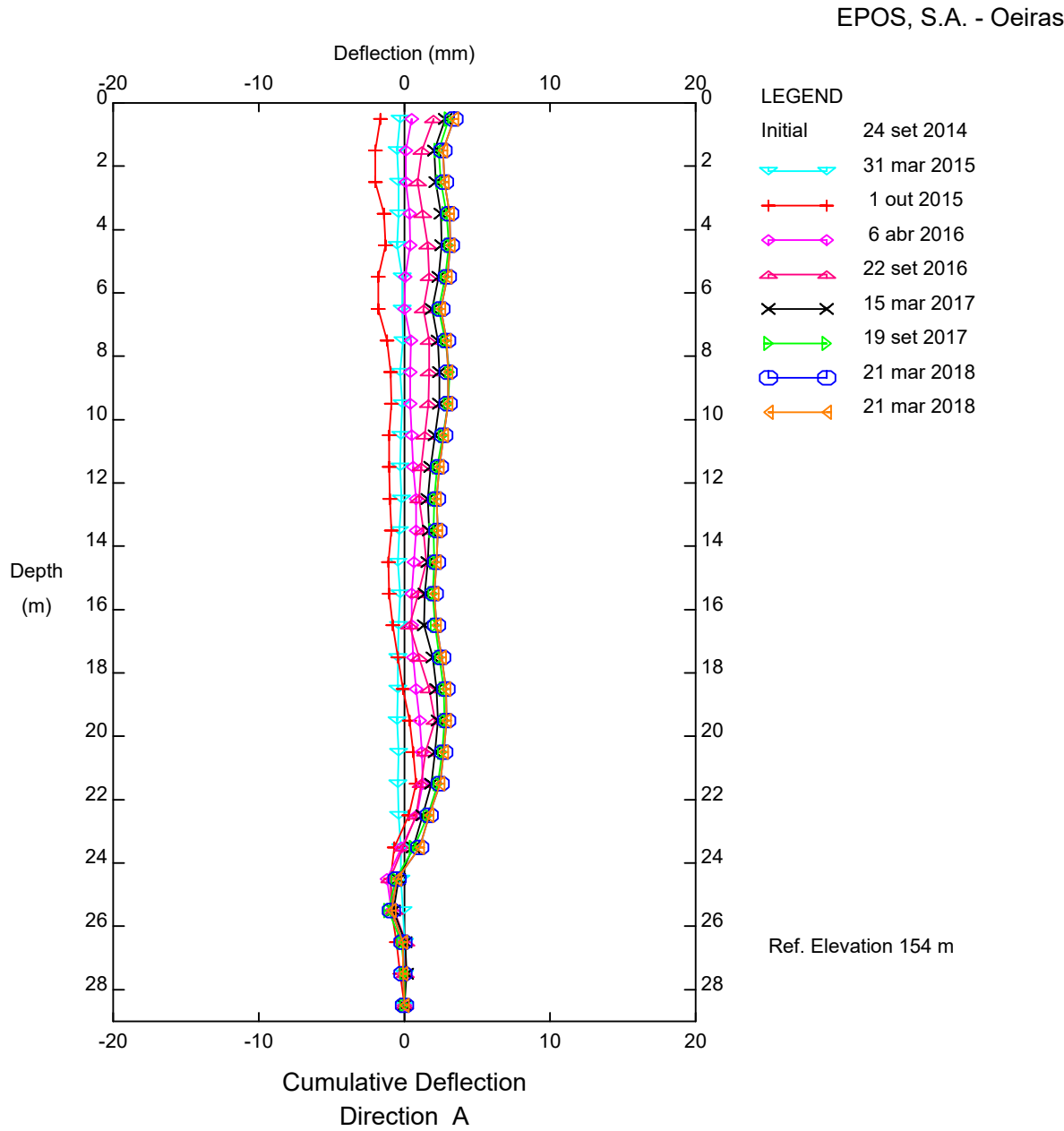
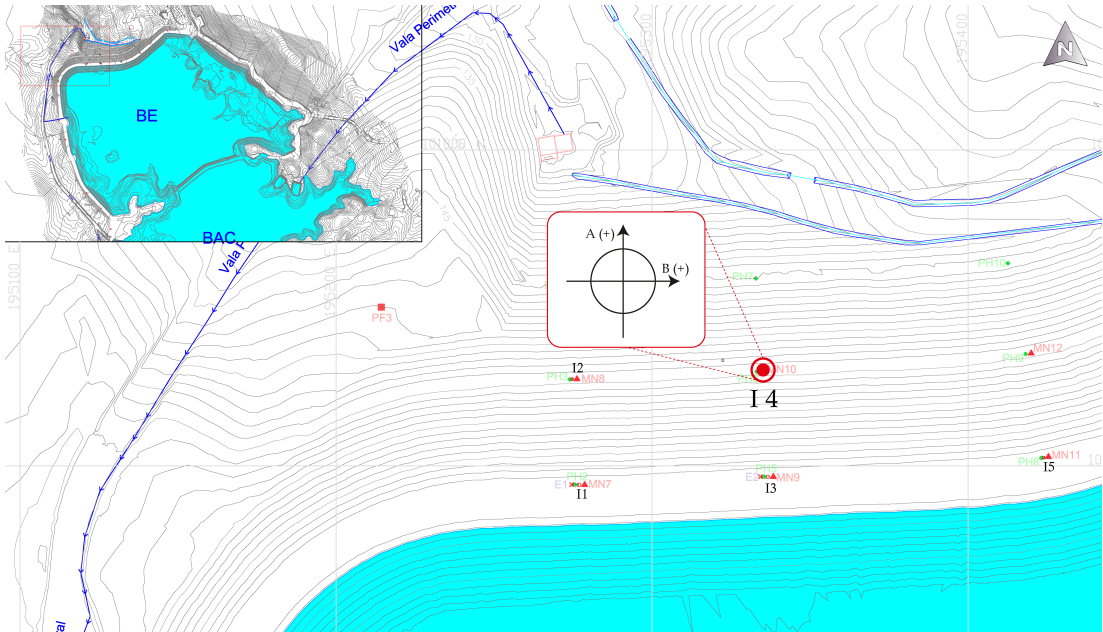




Instalação de Resíduos BE-BAC

Inclinómetro I 4

deformação acumulada segundo a direção A e B

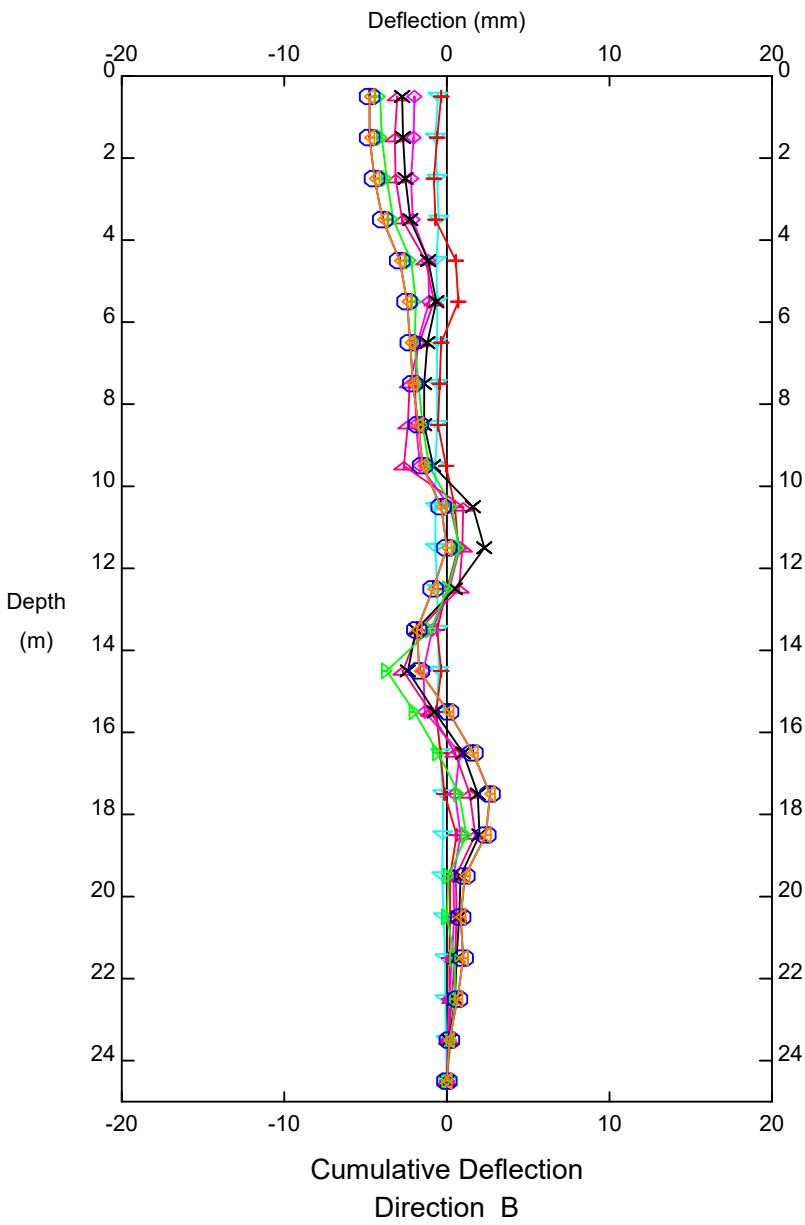
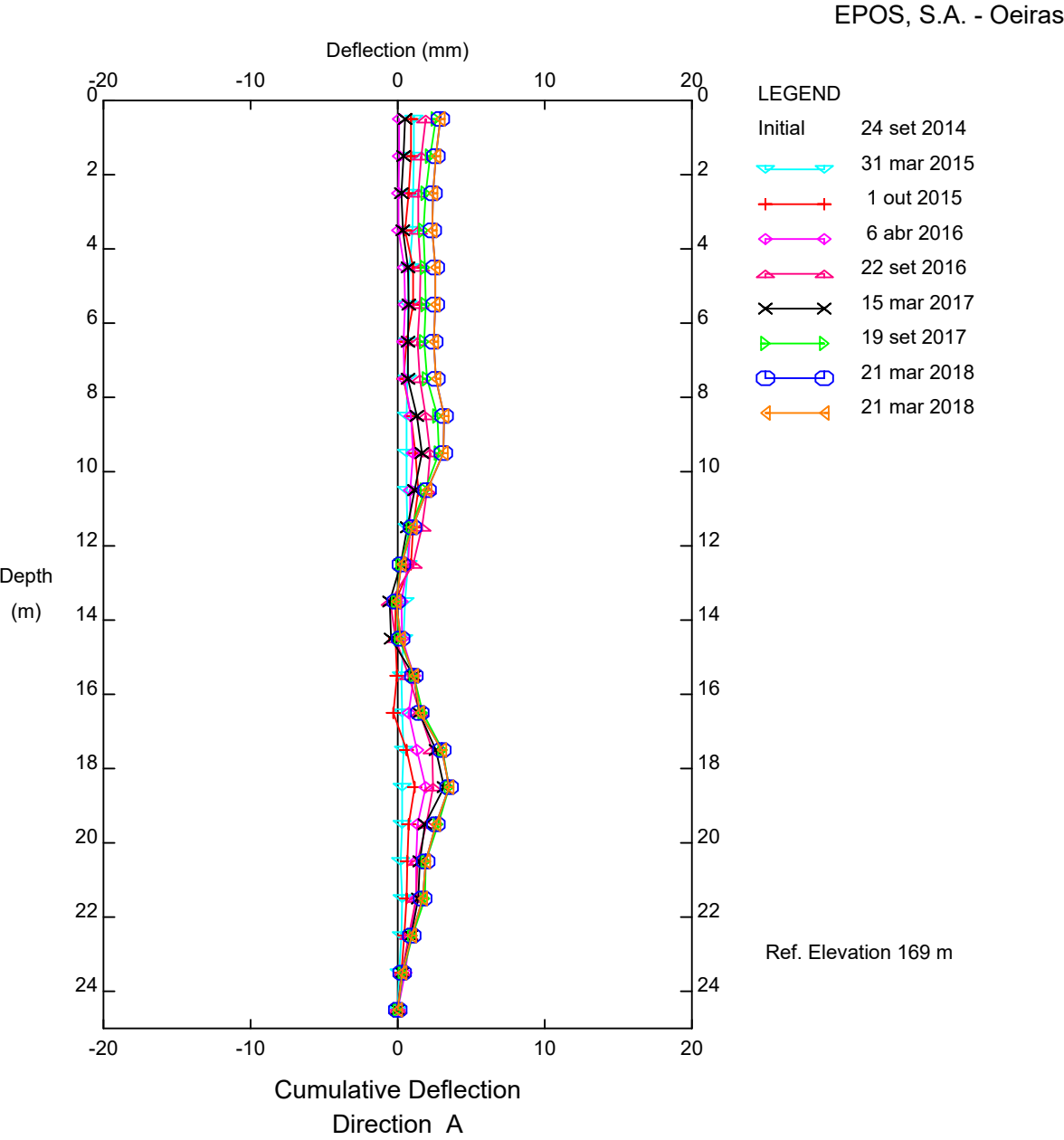
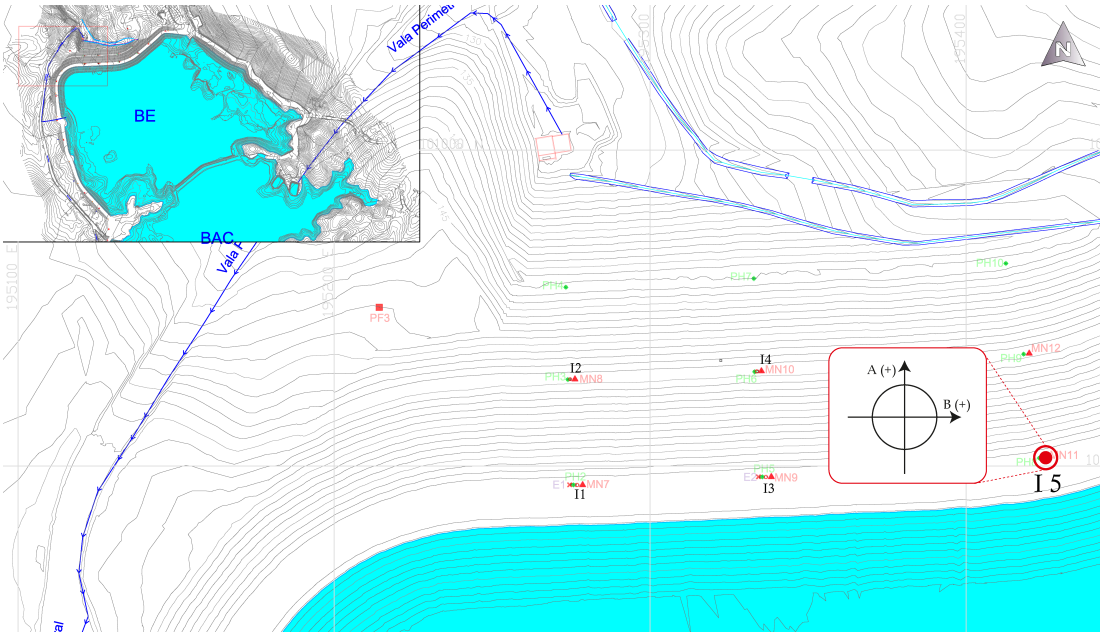




Instalação de Resíduos BE-BAC

Inclinómetro I 5

deformação acumulada segundo a direção A e B



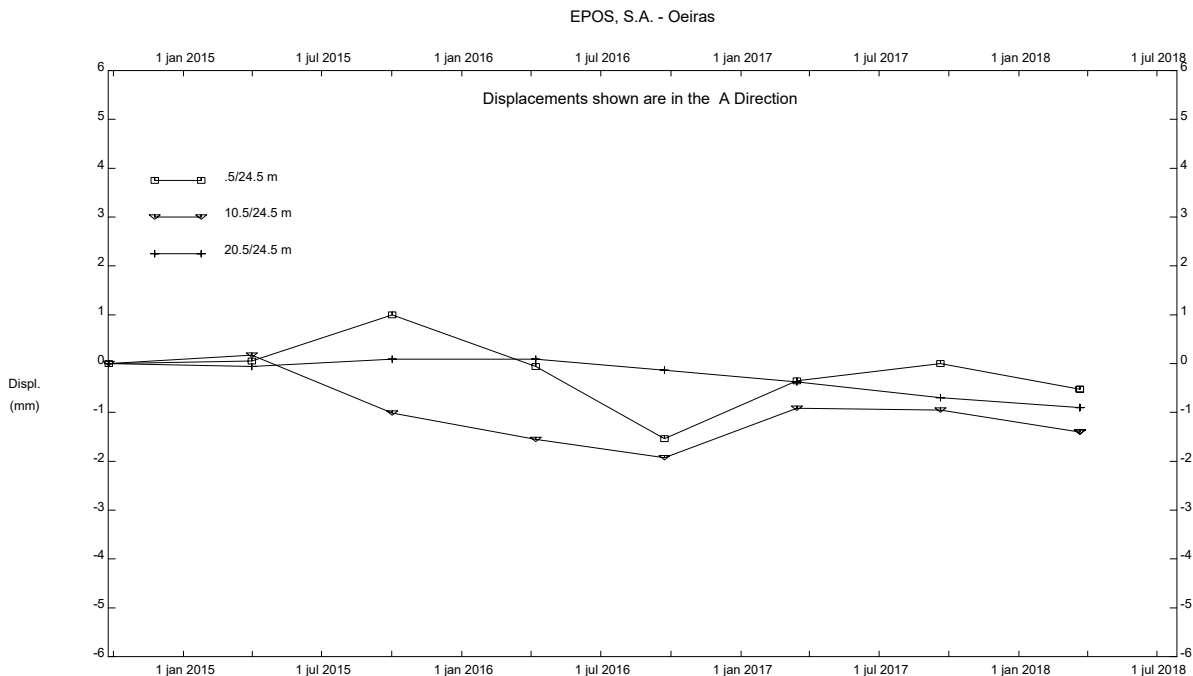
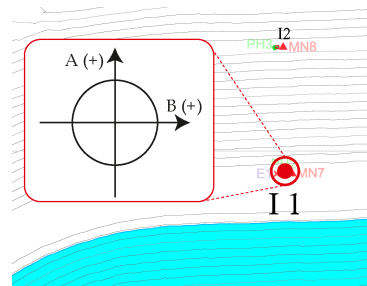
Deformação *versus* tempo



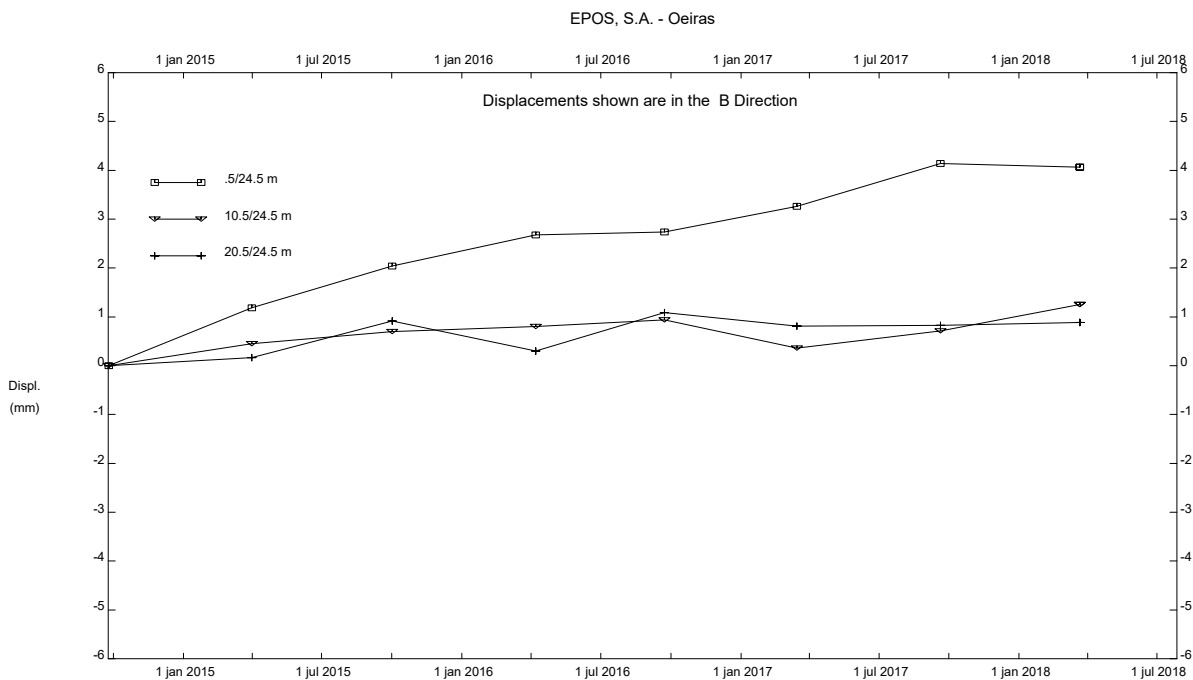
Instalação de Resíduos BE-BAC

Inclinómetro I 1

deformação vs tempo segundo a direção A e B
topo-base/10 m - base/20 m - base



ALJUSTREL, Inclinometer I1
ALMINA, Minas do Alentejo SA



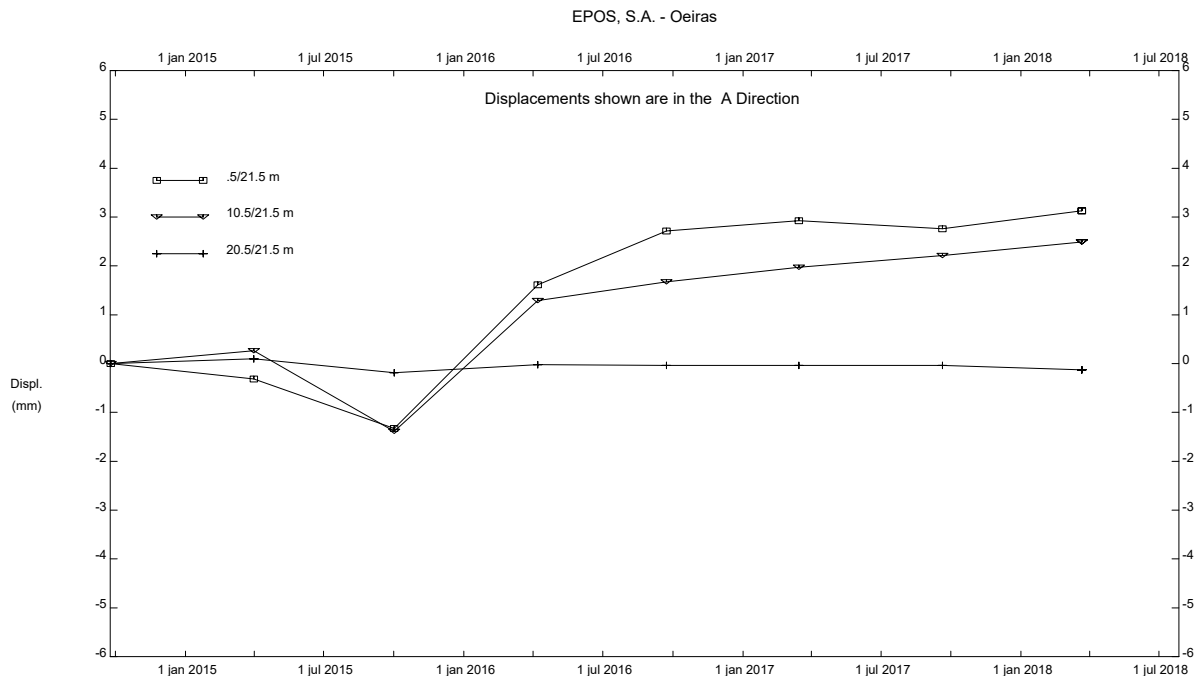
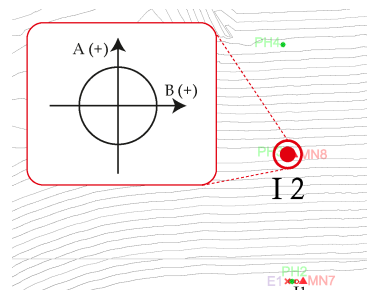
ALJUSTREL, Inclinometer I1
ALMINA, Minas do Alentejo SA



Instalação de Resíduos BE-BAC

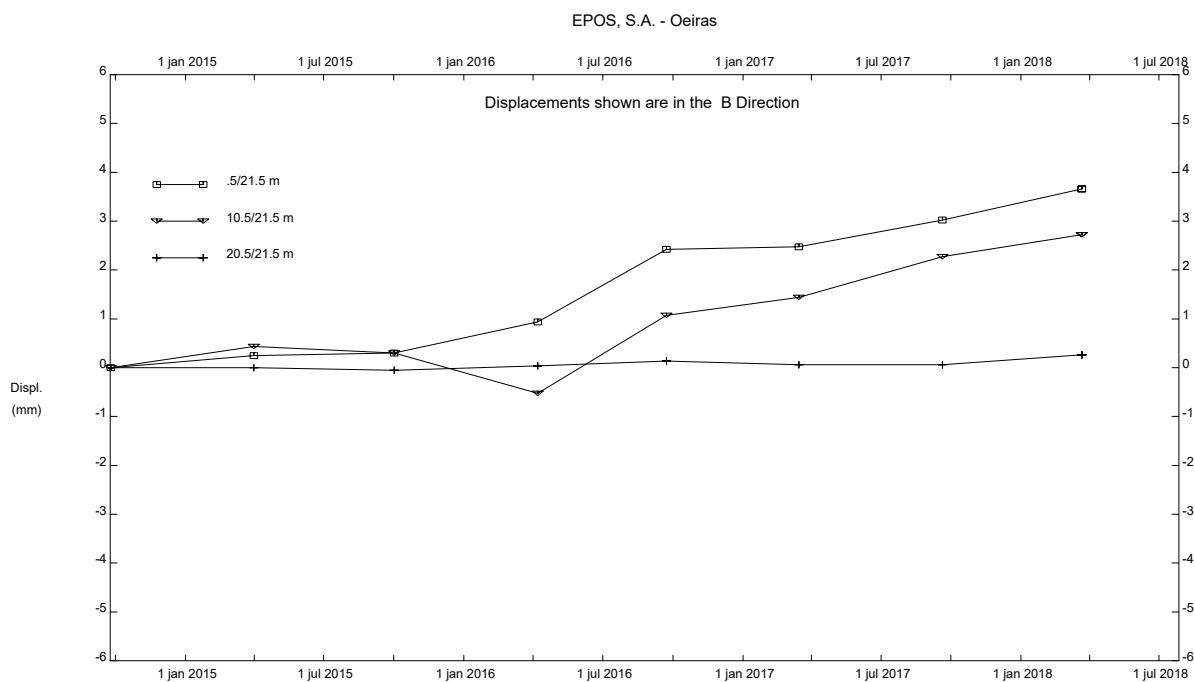
Inclinómetro I 2

deformação vs tempo segundo a direção A e B
topo-base/10 m - base/20 m - base



ALJUSTREL, Inclinometer I2

ALMINA Minas do Alentejo SA



ALJUSTREL, Inclinometer I2

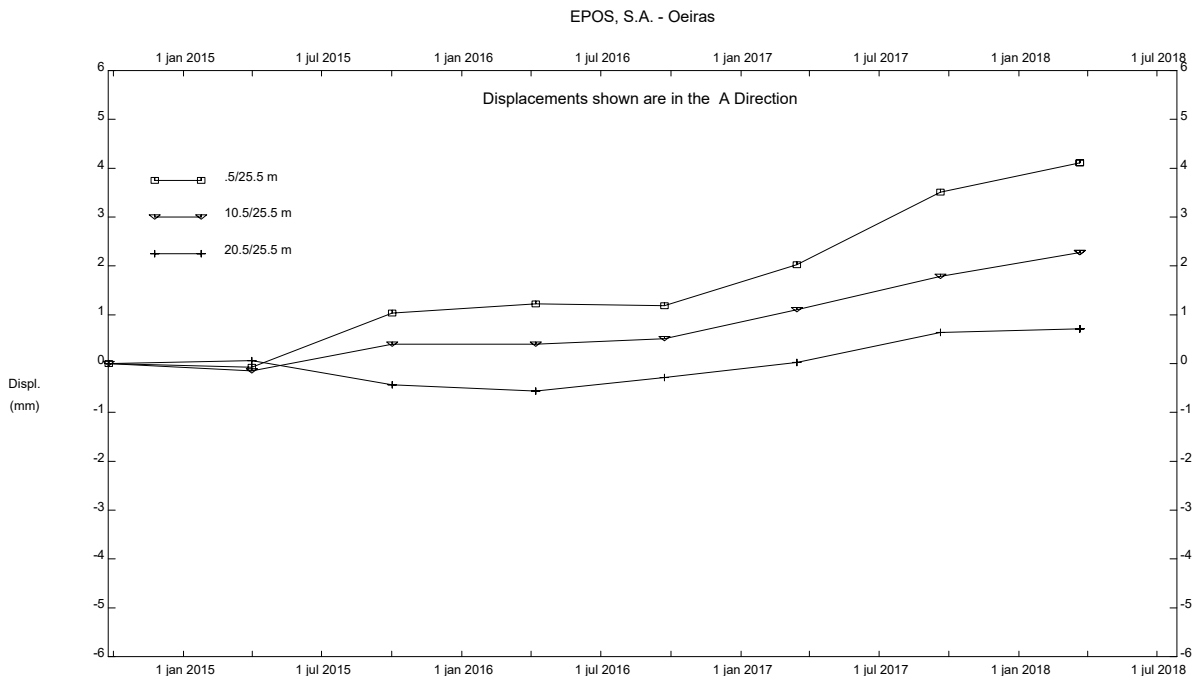
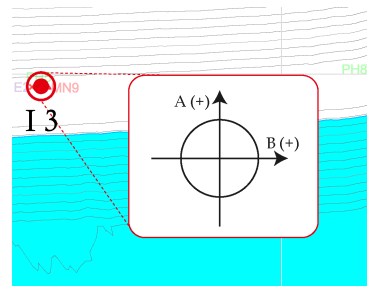
ALMINA Minas do Alentejo SA



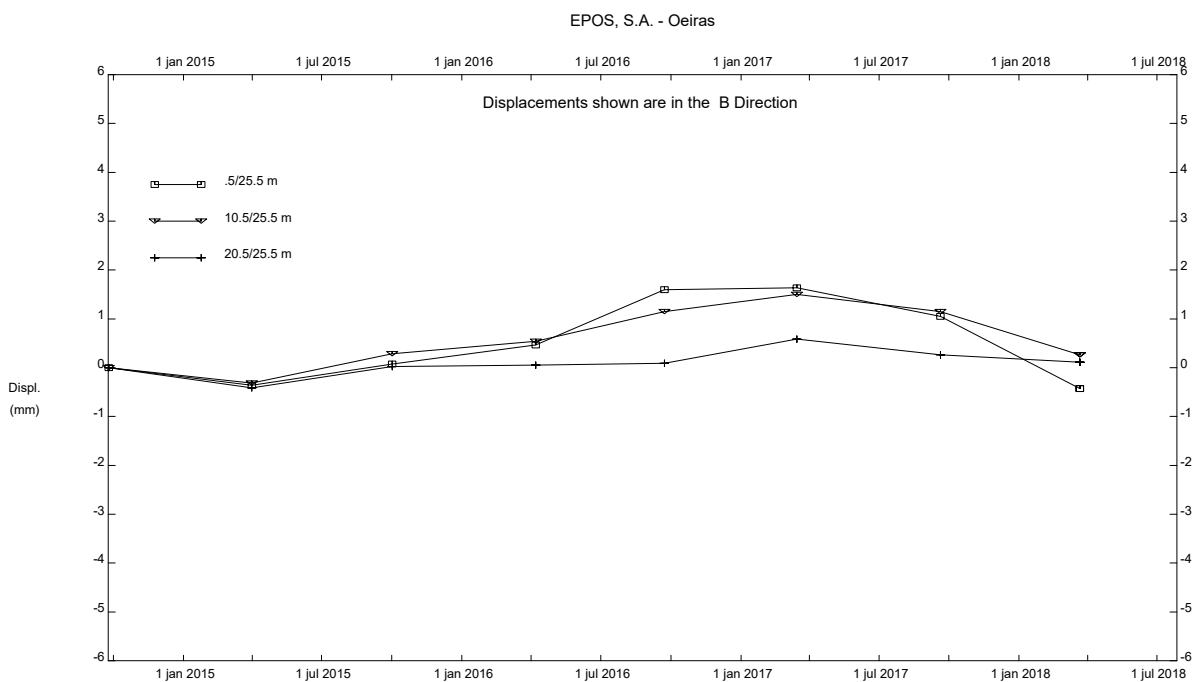
Instalação de Resíduos BE-BAC

Inclinómetro I 3

deformação vs tempo segundo a direção A e B
topo-base/10 m - base/20 m - base



ALJUSTREL, Inclínometer I3
ALMINA, Minas do Alentejo SA



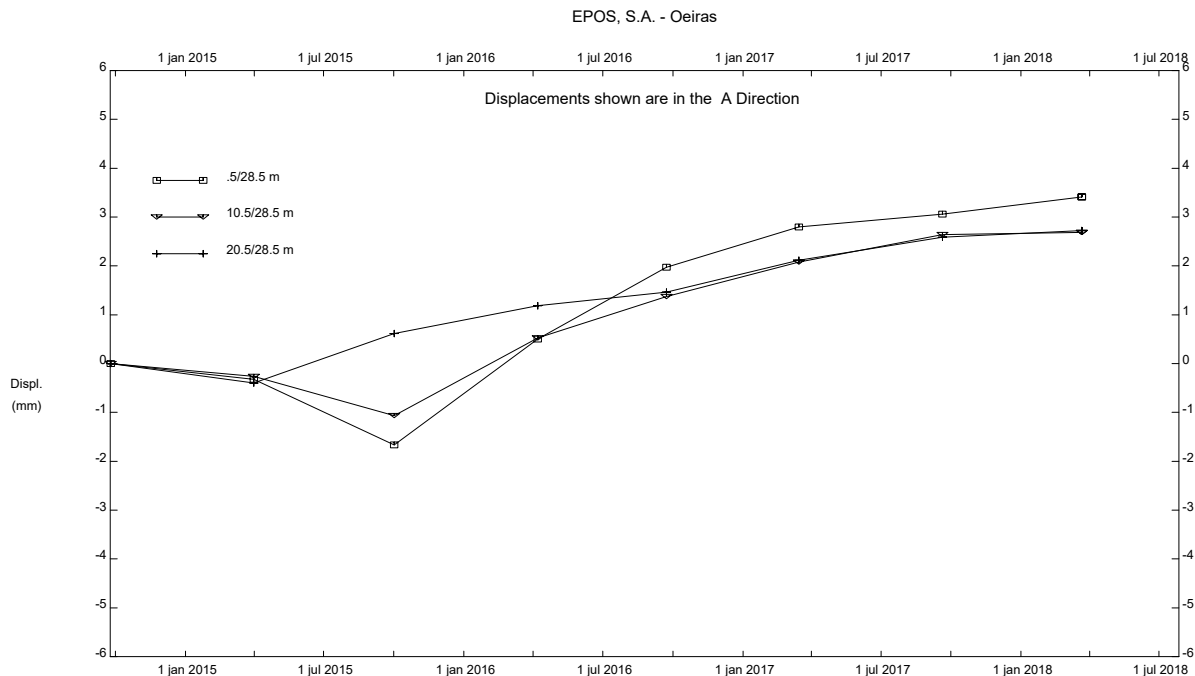
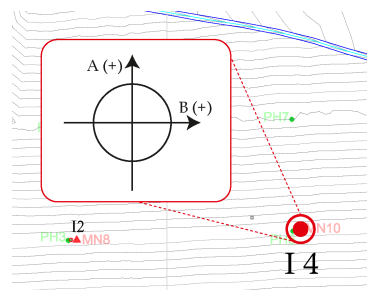
ALJUSTREL, Inclínometer I3
ALMINA, Minas do Alentejo SA



Instalação de Resíduos BE-BAC

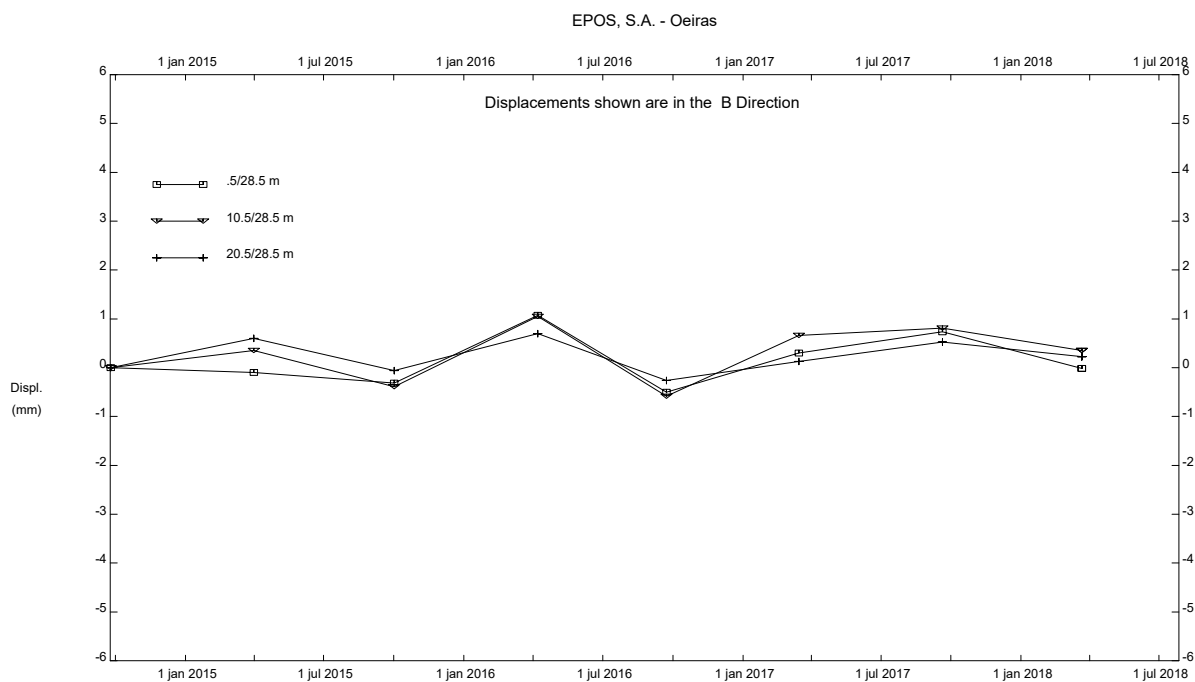
Inclinómetro I 4

deformação vs tempo segundo a direção A e B
topo-base/10 m - base/20 m - base



ALJUSTREL, Inclinometer I4

ALMINA. Minas do Alentejo, SA



ALJUSTREL, Inclinometer I4

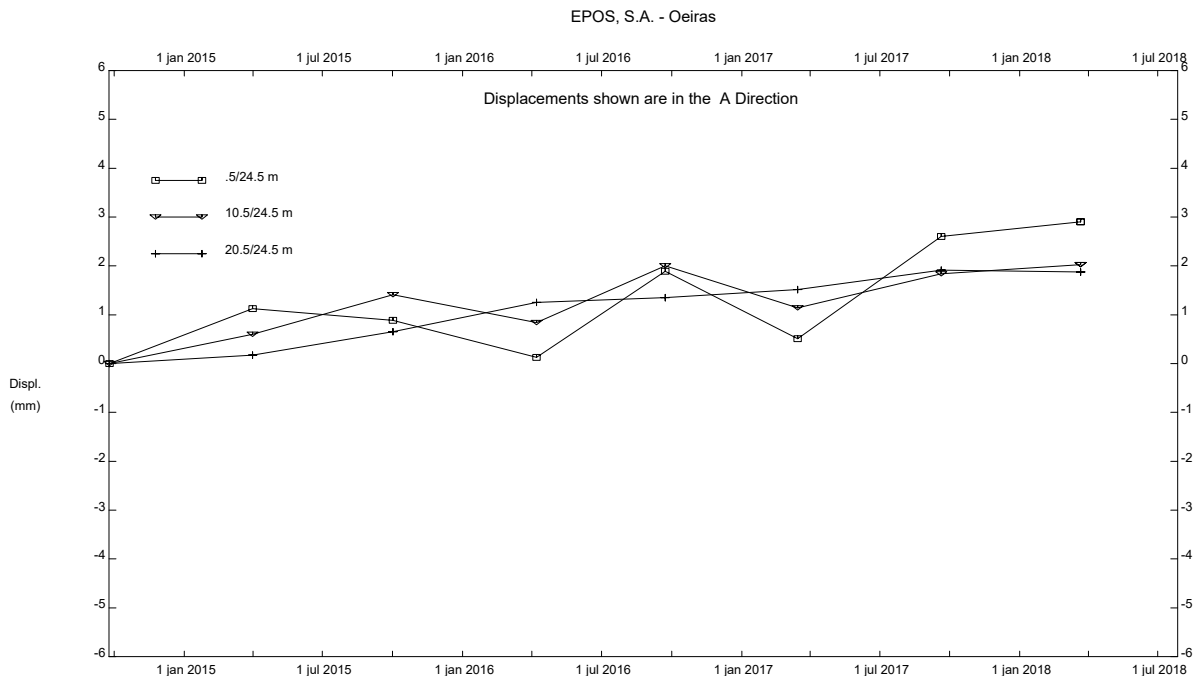
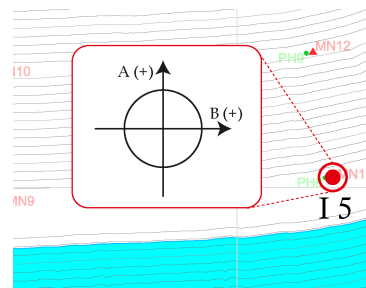
ALMINA. Minas do Alentejo, SA



Instalação de Resíduos BE-BAC

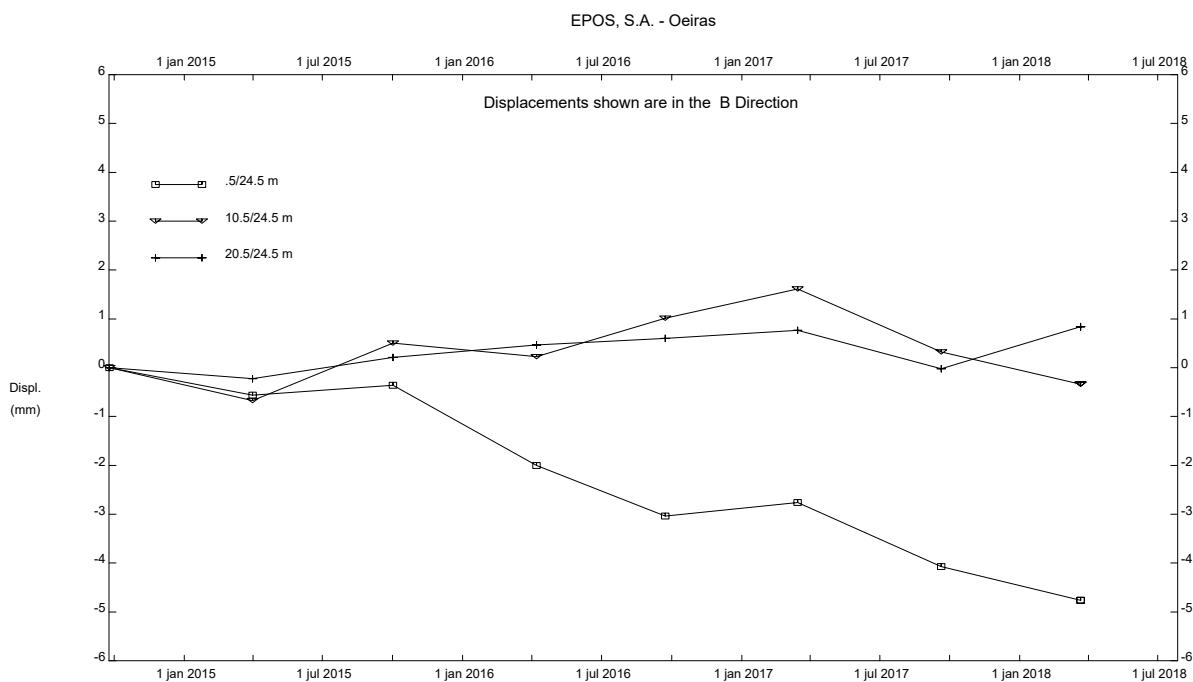
Inclinómetro I 5

deformação vs tempo segundo a direção A e B
topo-base/10 m - base/20 m - base



ALJUSTREL, Inclinometer I5

ALMINA, Minas do Alentejo SA



ALJUSTREL, Inclinometer I5

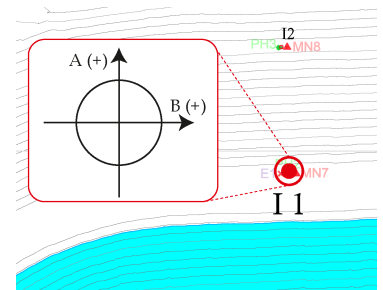
ALMINA, Minas do Alentejo SA

Dados analíticos (Sonda SISGEO)

Instalação de Resíduos BE-BAC

Inclinómetro I 1

Dados analíticos segundo a direção A e B



Current readings dated **21 Mar 2018** relative to initial **24 Set 2014**

DIREÇÃO A

A0	A180	Past Diff.	A0	A180	Current Diff.	Change	Deflect. (mm)	Depth (m)
835	-864	1699	866	-843	1709	10	-0,525	1,0
615	-643	1258	634	-609	1243	-15	-0,650	2,0
420	-453	873	428	-404	832	-41	-0,463	3,0
417	-447	864	427	-400	827	-37	0,050	4,0
420	-452	872	443	-426	869	-3	0,513	5,0
349	-381	730	363	-342	705	-25	0,550	6,0
358	-396	754	338	-335	673	-81	0,863	7,0
464	-501	965	504	-481	985	20	1,875	8,0
517	-551	1068	611	-587	1198	130	1,625	9,0
485	-523	1008	561	-559	1120	112	0,000	10,0
415	-447	862	417	-423	840	-22	-1,400	11,0
365	-399	764	337	-302	639	-125	-1,125	12,0
288	-322	610	352	-357	709	99	0,438	13,0
258	-291	549	326	-299	625	76	-0,800	14,0
308	-340	648	331	-300	631	-17	-1,750	15,0
333	-369	702	304	-310	614	-88	-1,538	16,0
398	-432	830	415	-424	839	9	-0,438	17,0
445	-483	928	488	-466	954	26	-0,550	18,0
406	-440	846	455	-410	865	19	-0,875	19,0
370	-401	771	405	-349	754	-17	-1,113	20,0
364	-401	765	385	-379	764	-1	-0,900	21,0
329	-364	693	350	-332	682	-11	-0,888	22,0
294	-331	625	297	-274	571	-54	-0,750	23,0
326	-356	682	336	-340	676	-6	-0,075	24,0

DIREÇÃO B

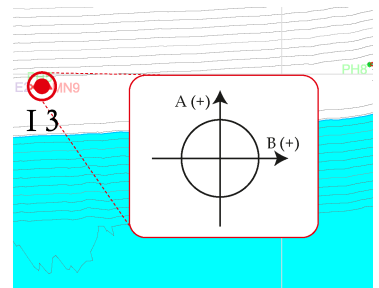
B0	B180	Past Diff.	B0	B180	Current Diff.	Change	Deflect. (mm)	Depth (m)
531	-415	946	538	-420	958	12	4,063	1,0
447	-346	793	445	-336	781	-12	3,913	2,0
410	-311	721	425	-314	739	18	4,063	3,0
407	-302	709	411	-299	710	1	3,838	4,0
456	-356	812	468	-358	826	14	3,825	5,0
509	-409	918	517	-408	925	7	3,650	6,0
534	-426	960	529	-462	991	31	3,563	7,0
510	-419	929	541	-451	992	63	3,175	8,0
485	-384	869	515	-381	896	27	2,388	9,0
489	-382	871	537	-398	935	64	2,050	10,0
514	-412	926	475	-367	842	-84	1,250	11,0
540	-438	978	563	-433	996	18	2,300	12,0
455	-348	803	427	-318	745	-58	2,075	13,0
430	-336	766	457	-361	818	52	2,800	14,0
480	-391	871	514	-391	905	34	2,150	15,0
492	-389	881	509	-399	908	27	1,725	16,0
385	-285	670	433	-378	811	141	1,388	17,0
302	-201	503	303	-197	500	-3	-0,375	18,0
365	-266	631	396	-259	655	24	-0,338	19,0
459	-357	816	393	-301	694	-122	-0,638	20,0
452	-352	804	429	-356	785	-19	0,888	21,0
406	-322	728	425	-302	727	-1	1,125	22,0
380	-280	660	412	-305	717	57	1,138	23,0
415	-315	730	443	-321	764	34	0,425	24,0

DIREÇÃO B

Instalação de Resíduos BE-BAC

Inclinómetro I 3

Dados analíticos segundo a direção A e B



Current readings dated **21 Mar 2018** relative to initial **24 Set 2014**

DIREÇÃO A

A0	A180	Past Diff.	A0	A180	Current Diff.	Change	Deflect. (mm)	Depth (m)
-198	193	-391	-173	193	-366	25	4,113	1,0
-152	149	-301	-143	164	-307	-6	3,800	2,0
-83	79	-162	-56	76	-132	30	3,875	3,0
-35	27	-62	0	21	-21	41	3,500	4,0
-80	72	-152	-41	61	-102	50	2,988	5,0
-28	24	-52	-5	29	-34	18	2,363	6,0
7	-13	20	16	6	10	-10	2,138	7,0
74	-77	151	85	-61	146	-5	2,263	8,0
96	-99	195	108	-87	195	0	2,325	9,0
117	-123	240	132	-112	244	4	2,325	10,0
234	-238	472	238	-216	454	-18	2,275	11,0
294	-299	593	275	-279	554	-39	2,500	12,0
342	-350	692	353	-332	685	-7	2,988	13,0
290	-301	591	314	-297	611	20	3,075	14,0
338	-344	682	383	-360	743	61	2,825	15,0
444	-448	892	488	-464	952	60	2,063	16,0
533	-539	1072	564	-542	1106	34	1,313	17,0
478	-484	962	485	-485	970	8	0,888	18,0
414	-416	830	442	-423	865	35	0,788	19,0
292	-305	597	307	-261	568	-29	0,350	20,0
297	-303	600	292	-272	564	-36	0,713	21,0
337	-342	679	331	-310	641	-38	1,163	22,0
399	-412	811	414	-392	806	-5	1,638	23,0
440	-443	883	473	-449	922	39	1,700	24,0
492	-500	992	551	-538	1089	97	1,213	25,0

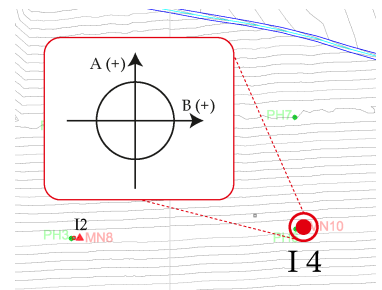
DIREÇÃO B

B0	B180	Past Diff.	B0	B180	Current Diff.	Change	Deflect. (mm)	Depth (m)
-428	537	-965	-443	554	-997	-32	-0,425	1,0
-255	363	-618	-246	358	-604	14	-0,025	2,0
-172	279	-451	-182	293	-475	-24	-0,200	3,0
-192	300	-492	-212	322	-534	-42	0,100	4,0
-266	375	-641	-290	397	-687	-46	0,625	5,0
-301	411	-712	-311	421	-732	-20	1,200	6,0
-314	421	-735	-295	407	-702	33	1,450	7,0
-253	365	-618	-238	354	-592	26	1,038	8,0
-273	378	-651	-246	376	-622	29	0,713	9,0
-337	444	-781	-331	443	-774	7	0,350	10,0
-391	503	-894	-394	482	-876	18	0,263	11,0
-428	536	-964	-417	518	-935	29	0,038	12,0
-468	574	-1042	-465	571	-1036	6	-0,325	13,0
-562	670	-1232	-574	686	-1260	-28	-0,400	14,0
-532	643	-1175	-529	656	-1185	-10	-0,050	15,0
-488	597	-1085	-496	599	-1095	-10	0,075	16,0
-498	604	-1102	-510	601	-1111	-9	0,200	17,0
-489	594	-1083	-496	599	-1095	-12	0,313	18,0
-530	632	-1162	-524	614	-1138	24	0,463	19,0
-541	654	-1195	-538	653	-1191	4	0,163	20,0
-577	692	-1269	-582	697	-1279	-10	0,113	21,0
-595	699	-1294	-582	698	-1280	14	0,238	22,0
-554	653	-1207	-531	654	-1185	22	0,063	23,0
-446	550	-996	-425	568	-993	3	-0,213	24,0
-395	499	-894	-398	516	-914	-20	-0,250	25,0

Instalação de Resíduos BE-BAC

Inclinómetro I 4

Dados analíticos segundo a direção A e B



Current readings dated **21 Mar 2018** relative to initial **24 Set 2014**

DIREÇÃO A

A0	A180	Past Diff.	A0	A180	Current Diff.	Change	Deflect. (mm)	Depth (m)
377	-373	750	416	-394	810	60	3,413	1,0
207	-205	412	214	-191	405	-7	2,663	2,0
31	-25	56	26	-3	29	-27	2,750	3,0
-14	18	-32	-7	31	-38	-6	3,088	4,0
-65	71	-136	-48	71	-119	17	3,163	5,0
-94	94	-188	-65	88	-153	35	2,950	6,0
-66	60	-126	-69	90	-159	-33	2,513	7,0
-59	58	-117	-53	71	-124	-7	2,925	8,0
-55	61	-116	-47	67	-114	2	3,013	9,0
-100	106	-206	-80	102	-182	24	2,988	10,0
-226	230	-456	-206	226	-432	24	2,688	11,0
-334	333	-667	-316	336	-652	15	2,388	12,0
-386	389	-775	-380	402	-782	-7	2,200	13,0
-373	375	-748	-360	380	-740	8	2,288	14,0
-391	392	-783	-375	396	-771	12	2,188	15,0
-409	410	-819	-408	425	-833	-14	2,038	16,0
-477	483	-960	-483	505	-988	-28	2,213	17,0
-489	494	-983	-491	514	-1005	-22	2,563	18,0
-447	449	-896	-438	462	-900	-4	2,838	19,0
-421	425	-846	-405	428	-833	13	2,888	20,0
-417	423	-840	-399	419	-818	22	2,725	21,0
-372	382	-754	-337	359	-696	58	2,450	22,0
-374	373	-747	-328	364	-692	55	1,725	23,0
-452	452	-904	-378	404	-782	122	1,038	24,0
-570	535	-1105	-531	539	-1070	35	-0,488	25,0
-646	652	-1298	-678	686	-1364	-66	-0,925	26,0
-564	571	-1135	-541	596	-1137	-2	-0,100	27,0
-571	577	-1148	-552	602	-1154	-6	-0,075	28,0

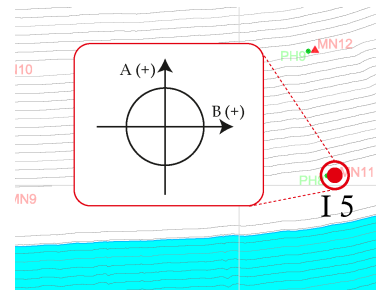
DIREÇÃO B

B0	B180	Past Diff.	B0	B180	Current Diff.	Change	Deflect. (mm)	Depth (m)
-22	134	-156	-38	142	-180	-24	-0,013	1,0
52	62	-10	56	50	6	16	0,288	2,0
113	-8	121	117	-12	129	8	0,088	3,0
122	-15	137	121	-17	138	1	-0,013	4,0
66	46	20	75	37	38	18	-0,025	5,0
15	91	-76	21	86	-65	11	-0,250	6,0
18	101	-83	15	91	-76	7	-0,388	7,0
-39	141	-180	-45	143	-188	-8	-0,475	8,0
-65	172	-237	-79	183	-262	-25	-0,375	9,0
-67	174	-241	-85	189	-274	-33	-0,063	10,0
-84	199	-283	-101	212	-313	-30	0,350	11,0
-123	230	-353	-131	235	-366	-13	0,725	12,0
-143	250	-393	-140	243	-383	10	0,888	13,0
-172	285	-457	-167	261	-428	29	0,763	14,0
-229	340	-569	-213	321	-534	35	0,400	15,0
-277	387	-664	-270	376	-646	18	-0,038	16,0
-231	337	-568	-241	336	-577	-9	-0,263	17,0
-223	330	-553	-235	331	-566	-13	-0,150	18,0
-285	391	-676	-296	408	-704	-28	0,013	19,0
-337	446	-783	-335	437	-772	11	0,363	20,0
-402	518	-920	-402	508	-910	10	0,225	21,0
-443	556	-999	-441	563	-1004	-5	0,100	22,0
-480	589	-1069	-487	592	-1079	-10	0,163	23,0
-462	573	-1035	-458	562	-1020	15	0,288	24,0
-483	606	-1089	-475	579	-1054	35	0,100	25,0
-578	690	-1268	-589	699	-1288	-20	-0,338	26,0
-591	698	-1289	-567	721	-1288	1	-0,088	27,0
-527	634	-1161	-511	658	-1169	-8	-0,100	28,0

Instalação de Resíduos BE-BAC

Inclinómetro I 5

Dados analíticos segundo a direção A e B



Current readings dated **21 Mar 2018** relative to initial **24 Set 2014**

DIREÇÃO A

A0	A180	Past Diff.	A0	A180	Current Diff.	Change	Deflect. (mm)	Depth (m)
-87	84	-171	-64	84	-148	23	2,900	1,0
-258	261	-519	-239	264	-503	16	2,613	2,0
-322	327	-649	-309	336	-645	4	2,413	3,0
-449	453	-902	-442	476	-918	-16	2,363	4,0
-448	454	-902	-439	463	-902	0	2,563	5,0
-482	463	-945	-453	482	-935	10	2,563	6,0
-482	479	-961	-477	497	-974	-13	2,438	7,0
-434	449	-883	-448	480	-928	-45	2,600	8,0
-449	457	-906	-438	461	-899	7	3,163	9,0
-436	434	-870	-381	405	-786	84	3,075	10,0
-406	424	-830	-362	385	-747	83	2,025	11,0
-410	422	-832	-374	399	-773	59	0,988	12,0
-437	438	-875	-416	433	-849	26	0,250	13,0
-540	537	-1077	-540	560	-1100	-23	-0,075	14,0
-612	624	-1236	-639	668	-1307	-71	0,213	15,0
-628	632	-1260	-632	660	-1292	-32	1,100	16,0
-618	589	-1207	-649	676	-1325	-118	1,500	17,0
-657	659	-1316	-666	693	-1359	-43	2,975	18,0
-589	600	-1189	-545	573	-1118	71	3,513	19,0
-616	620	-1236	-574	602	-1176	60	2,625	20,0
-592	597	-1189	-576	601	-1177	12	1,875	21,0
-615	619	-1234	-571	602	-1173	61	1,725	22,0
-618	622	-1240	-583	605	-1188	52	0,963	23,0
-575	581	-1156	-553	578	-1131	25	0,313	24,0

DIREÇÃO B

B0	B180	Past Diff.	B0	B180	Current Diff.	Change	Deflect. (mm)	Depth (m)
151	-45	196	158	-38	196	0	-4,763	1,0
50	57	-7	54	86	-32	-25	-4,763	2,0
54	51	3	51	87	-36	-39	-4,450	3,0
65	77	-12	11	108	-97	-85	-3,963	4,0
45	56	-11	49	95	-46	-35	-2,900	5,0
79	22	57	86	46	40	-17	-2,463	6,0
145	-28	173	146	-14	160	-13	-2,250	7,0
165	-57	222	168	-27	195	-27	-2,088	8,0
186	-76	262	196	-45	241	-21	-1,750	9,0
190	-78	268	158	-18	176	-92	-1,488	10,0
205	-100	305	208	-72	280	-25	-0,338	11,0
232	-126	358	295	-130	425	67	-0,025	12,0
185	-67	252	253	-78	331	79	-0,863	13,0
176	-86	262	197	-52	249	-13	-1,850	14,0
189	-68	257	130	15	115	-142	-1,688	15,0
145	-31	176	101	46	55	-121	0,088	16,0
219	-120	339	185	-69	254	-85	1,600	17,0
322	-217	539	324	-236	560	21	2,663	18,0
296	-193	489	364	-229	593	104	2,400	19,0
286	-180	466	313	-174	487	21	1,100	20,0
322	-217	539	332	-194	526	-13	0,838	21,0
359	-254	613	391	-250	641	28	1,000	22,0
362	-256	618	403	-255	658	40	0,650	23,0
385	-279	664	407	-269	676	12	0,150	24,0

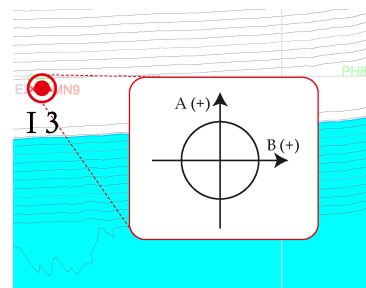
Dados analíticos (Sonda RST)

Past			Current				Deflect.	Depth
B0	B180	Diff.	B0	B180	Diff.	Change	(mm)	(m)
-129	126	-255	-123	120	-243	12	4,063	1,0
-93	92	-185	-99	98	-197	-12	3,913	2,0
-104	101	-205	-94	93	-187	18	4,063	3,0
-90	88	-178	-89	88	-177	1	3,838	4,0
-109	107	-216	-102	100	-202	14	3,825	5,0
-119	118	-237	-116	114	-230	7	3,650	6,0
-150	148	-298	-134	133	-267	31	3,563	7,0
-171	168	-339	-139	137	-276	63	3,175	8,0
-125	121	-246	-111	108	-219	27	2,388	9,0
-132	131	-263	-100	99	-199	64	2,050	10,0
-64	62	-126	-106	104	-210	-84	1,250	11,0
-112	110	-222	-103	101	-204	18	2,300	12,0
-43	43	-86	-73	71	-144	-58	2,075	13,0
-106	104	-210	-80	78	-158	52	2,800	14,0
-154	154	-308	-138	136	-274	34	2,150	15,0
-185	183	-368	-171	170	-341	27	1,725	16,0
-185	181	-366	-114	111	-225	141	1,388	17,0
-40	38	-78	-42	39	-81	-3	-0,375	18,0
-37	38	-75	-25	26	-51	24	-0,338	19,0
-20	17	-37	-81	78	-159	-122	-0,638	20,0
-115	114	-229	-125	123	-248	-19	0,888	21,0
-121	122	-243	-121	123	-244	-1	1,125	22,0
-114	112	-226	-86	83	-169	57	1,138	23,0
-112	111	-223	-95	94	-189	34	0,425	24,0

Instalação de Resíduos BE-BAC

Inclinómetro I 3

Dados analíticos segundo a direção A e B



Current readings dated **21 Mar 2018** relative to initial **24 Set 2014**

DIREÇÃO A

A0	A180	Past Diff.	A0	A180	Current Diff.	Change	Deflect. (mm)	Depth (m)
-58	57	-115	-45	45	-90	25	4,113	1,0
-36	38	-74	-40	40	-80	-6	3,800	2,0
-31	31	-62	-16	16	-32	30	3,875	3,0
-24	23	-47	-3	3	-6	41	3,500	4,0
-37	38	-75	-12	13	-25	50	2,988	5,0
-14	15	-29	-5	6	-11	18	2,363	6,0
6	-6	12	1	-1	2	-10	2,138	7,0
19	-18	37	16	-16	32	-5	2,263	8,0
25	-24	49	25	-24	49	0	2,325	9,0
28	-28	56	30	-30	60	4	2,325	10,0
64	-64	128	55	-55	110	-18	2,275	11,0
91	-92	183	72	-72	144	-39	2,500	12,0
89	-88	177	85	-85	170	-7	2,988	13,0
68	-68	136	78	-78	156	20	3,075	14,0
61	-62	123	92	-92	184	61	2,825	15,0
88	-87	175	118	-117	235	60	2,063	16,0
121	-122	243	138	-139	277	34	1,313	17,0
121	-121	242	125	-125	250	8	0,888	18,0
92	-91	183	109	-109	218	35	0,788	19,0
91	-92	183	77	-77	154	-29	0,350	20,0
88	-88	176	70	-70	140	-36	0,713	21,0
100	-98	198	80	-80	160	-38	1,163	22,0
102	-102	204	99	-100	199	-5	1,638	23,0
96	-95	191	115	-115	230	39	1,700	24,0
89	-88	177	137	-137	274	97	1,213	25,0

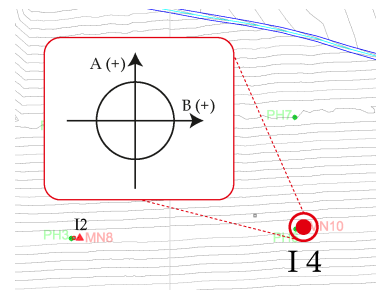
DIREÇÃO B

B0	B180	Past Diff.	B0	B180	Current Diff.	Change	Deflect. (mm)	Depth (m)
-107	105	-212	-123	121	-244	-32	-0,425	1,0
-86	81	-167	-79	74	-153	14	-0,025	2,0
-48	45	-93	-60	57	-117	-24	-0,200	3,0
-45	43	-88	-66	64	-130	-42	0,100	4,0
-59	61	-120	-83	83	-166	-46	0,625	5,0
-80	78	-158	-90	88	-178	-20	1,200	6,0
-104	100	-204	-87	84	-171	33	1,450	7,0
-89	87	-176	-76	74	-150	26	1,038	8,0
-94	90	-184	-79	76	-155	29	0,713	9,0
-97	96	-193	-94	92	-186	7	0,350	10,0
-119	117	-236	-110	108	-218	18	0,263	11,0
-135	133	-268	-121	118	-239	29	0,038	12,0
-133	131	-264	-130	128	-258	6	-0,325	13,0
-138	136	-274	-152	150	-302	-28	-0,400	14,0
-143	140	-283	-147	146	-293	-10	-0,050	15,0
-129	129	-258	-135	133	-268	-10	0,075	16,0
-134	131	-265	-139	135	-274	-9	0,200	17,0
-130	127	-257	-136	133	-269	-12	0,313	18,0
-154	151	-305	-142	139	-281	24	0,463	19,0
-148	146	-294	-146	144	-290	4	0,163	20,0
-151	151	-302	-157	155	-312	-10	0,113	21,0
-165	162	-327	-158	155	-313	14	0,238	22,0
-164	159	-323	-152	149	-301	22	0,063	23,0
-127	124	-251	-125	123	-248	3	-0,213	24,0
-106	104	-210	-116	114	-230	-20	-0,250	25,0

Instalação de Resíduos BE-BAC

Inclinómetro I 4

Dados analíticos segundo a direção A e B



Current readings dated **21 Mar 2018** relative to initial **24 Set 2014**

DIREÇÃO A

A0	A180	Past Diff.	A0	A180	Current Diff.	Change	Deflect. (mm)	Depth (m)
73	-73	146	103	-103	206	60	3,413	1,0
60	-59	119	56	-56	112	-7	2,663	2,0
17	-15	32	3	-2	5	-27	2,750	3,0
-5	6	-11	-8	9	-17	-6	3,088	4,0
-24	25	-49	-16	16	-32	17	3,163	5,0
-39	38	-77	-21	21	-42	35	2,950	6,0
-3	5	-8	-20	21	-41	-33	2,513	7,0
-14	15	-29	-18	18	-36	-7	2,925	8,0
-18	18	-36	-17	17	-34	2	3,013	9,0
-35	35	-70	-23	23	-46	24	2,988	10,0
-61	60	-121	-49	48	-97	24	2,688	11,0
-84	83	-167	-76	76	-152	15	2,388	12,0
-89	89	-178	-92	93	-185	-7	2,200	13,0
-97	97	-194	-93	93	-186	8	2,288	14,0
-98	98	-196	-92	92	-184	12	2,188	15,0
-93	91	-184	-99	99	-198	-14	2,038	16,0
-119	120	-239	-133	134	-267	-28	2,213	17,0
-112	111	-223	-122	123	-245	-22	2,563	18,0
-107	108	-215	-109	110	-219	-4	2,838	19,0
-112	112	-224	-105	106	-211	13	2,888	20,0
-113	114	-227	-102	103	-205	22	2,725	21,0
-109	110	-219	-80	81	-161	58	2,450	22,0
-105	103	-208	-77	76	-153	55	1,725	23,0
-151	152	-303	-90	91	-181	122	1,038	24,0
-143	145	-288	-126	127	-253	35	-0,488	25,0
-143	142	-285	-176	175	-351	-66	-0,925	26,0
-142	140	-282	-142	142	-284	-2	-0,100	27,0
-137	138	-275	-140	141	-281	-6	-0,075	28,0

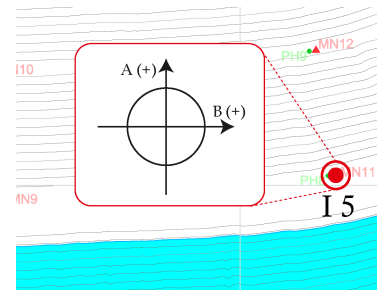
DIREÇÃO B

B0	B180	Past Diff.	B0	B180	Current Diff.	Change	Deflect. (mm)	Depth (m)
-10	9	-19	-22	21	-43	-24	-0,013	1,0
-10	9	-19	-2	1	-3	16	0,288	2,0
11	-13	24	15	-17	32	8	0,088	3,0
17	-21	38	18	-21	39	1	-0,013	4,0
-4	3	-7	5	-6	11	18	-0,025	5,0
-16	13	-29	-10	8	-18	11	-0,250	6,0
-15	12	-27	-11	9	-20	7	-0,388	7,0
-20	19	-39	-24	23	-47	-8	-0,475	8,0
-23	21	-44	-36	33	-69	-25	-0,375	9,0
-20	19	-39	-37	35	-72	-33	-0,063	10,0
-26	22	-48	-40	38	-78	-30	0,350	11,0
-38	37	-75	-45	43	-88	-13	0,725	12,0
-54	54	-108	-50	48	-98	10	0,888	13,0
-69	69	-138	-55	54	-109	29	0,763	14,0
-86	84	-170	-69	66	-135	35	0,400	15,0
-90	88	-178	-81	79	-160	18	-0,038	16,0
-57	51	-108	-61	56	-117	-9	-0,263	17,0
-69	67	-136	-76	73	-149	-13	-0,150	18,0
-73	70	-143	-87	84	-171	-28	0,013	19,0
-116	112	-228	-110	107	-217	11	0,363	20,0
-125	122	-247	-120	117	-237	10	0,225	21,0
-109	106	-215	-111	109	-220	-5	0,100	22,0
-130	131	-261	-136	135	-271	-10	0,163	23,0
-137	134	-271	-129	127	-256	15	0,288	24,0
-147	147	-294	-130	129	-259	35	0,100	25,0
-153	148	-301	-163	158	-321	-20	-0,338	26,0
-167	166	-333	-167	165	-332	1	-0,088	27,0
-139	137	-276	-143	141	-284	-8	-0,100	28,0

Instalação de Resíduos BE-BAC

Inclinómetro I 5

Dados analíticos segundo a direção A e B



Current readings dated **21 Mar 2018** relative to initial **24 Set 2014**

DIREÇÃO A

A0	A180	Past Diff.	A0	A180	Current Diff. Change	Deflect. (mm)	Depth (m)
-28	27	-55	-16	16	-32 23	2,900	1,0
-70	70	-140	-62	62	-124 16	2,613	2,0
-82	82	-164	-80	80	-160 4	2,413	3,0
-103	102	-205	-111	110	-221 -16	2,363	4,0
-113	112	-225	-113	112	-225 0	2,563	5,0
-120	122	-242	-116	116	-232 10	2,563	6,0
-118	112	-230	-125	118	-243 -13	2,438	7,0
-93	92	-185	-115	115	-230 -45	2,600	8,0
-114	115	-229	-111	111	-222 7	3,163	9,0
-138	138	-276	-96	96	-192 84	3,075	10,0
-134	136	-270	-93	94	-187 83	2,025	11,0
-126	125	-251	-96	96	-192 59	0,988	12,0
-119	117	-236	-105	105	-210 26	0,250	13,0
-123	125	-248	-135	136	-271 -23	-0,075	14,0
-126	127	-253	-162	162	-324 -71	0,213	15,0
-142	142	-284	-158	158	-316 -32	1,100	16,0
-107	106	-213	-165	166	-331 -118	1,500	17,0
-147	148	-295	-169	169	-338 -43	2,975	18,0
-176	177	-353	-141	141	-282 71	3,513	19,0
-176	176	-352	-146	146	-292 60	2,625	20,0
-154	153	-307	-148	147	-295 12	1,875	21,0
-177	176	-353	-146	146	-292 61	1,725	22,0
-173	173	-346	-147	147	-294 52	0,963	23,0
-153	154	-307	-141	141	-282 25	0,313	24,0

DIREÇÃO B

B0	B180	Past Diff.	B0	B180	Current Diff. Change	Deflect. (mm)	Depth (m)
22	-24	46	22	-24	46 0	-4,763	1,0
7	-10	17	-5	3	-8 -25	-4,763	2,0
14	-15	29	-6	4	-10 -39	-4,450	3,0
34	-36	70	-8	7	-15 -85	-3,963	4,0
9	-13	22	-8	5	-13 -35	-2,900	5,0
11	-15	26	3	-6	9 -17	-2,463	6,0
20	-17	37	14	-10	24 -13	-2,250	7,0
36	-39	75	23	-25	48 -27	-2,088	8,0
40	-40	80	29	-30	59 -21	-1,750	9,0
68	-72	140	22	-26	48 -92	-1,488	10,0
45	-48	93	33	-35	68 -25	-0,338	11,0
16	-17	33	49	-51	100 67	-0,025	12,0
-3	0	-3	37	-39	76 79	-0,863	13,0
36	-38	74	29	-32	61 -13	-1,850	14,0
83	-88	171	13	-16	29 -142	-1,688	15,0
66	-70	136	6	-9	15 -121	0,088	16,0
77	-77	154	34	-35	69 -85	1,600	17,0
63	-64	127	73	-75	148 21	2,663	18,0
20	-23	43	72	-75	147 104	2,400	19,0
49	-52	101	60	-62	122 21	1,100	20,0
69	-71	140	62	-65	127 -13	0,838	21,0
63	-66	129	77	-80	157 28	1,000	22,0
59	-62	121	79	-82	161 40	0,650	23,0
76	-79	155	82	-85	167 12	0,150	24,0

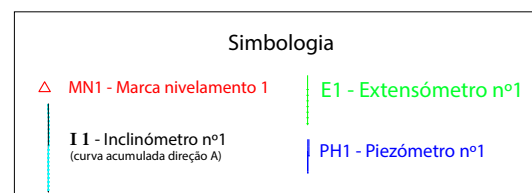
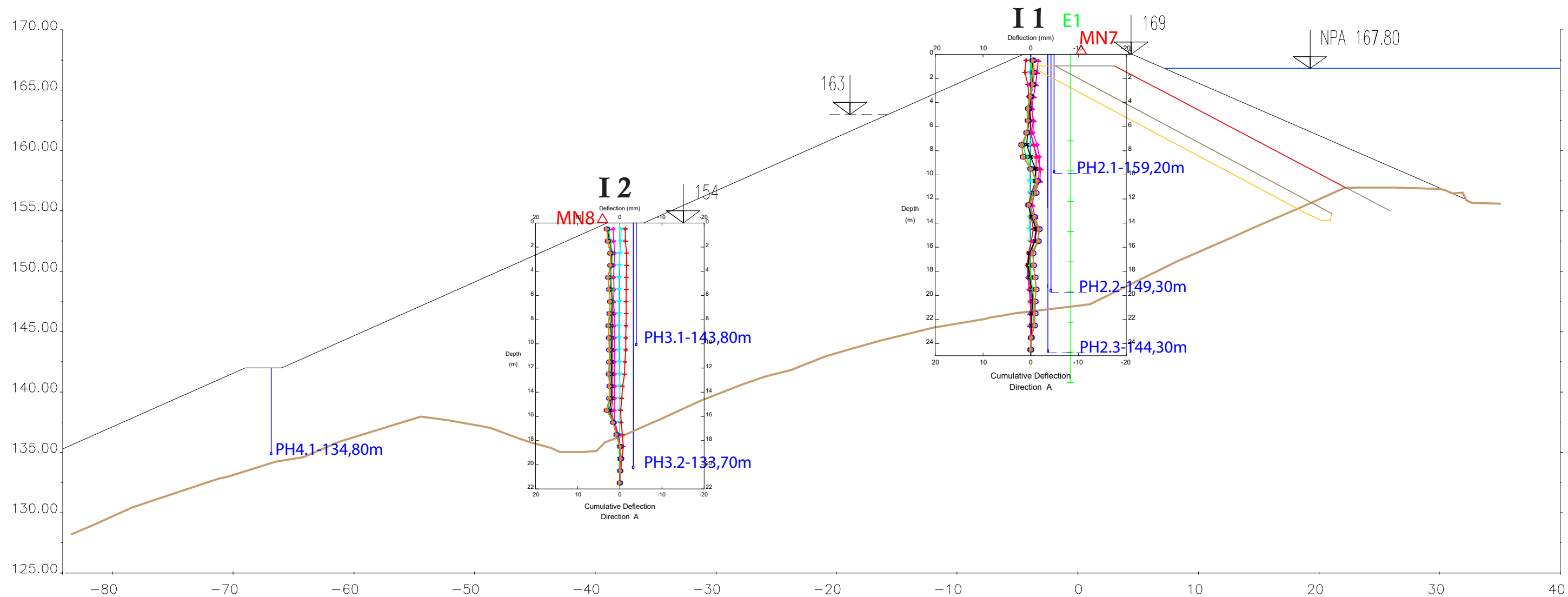
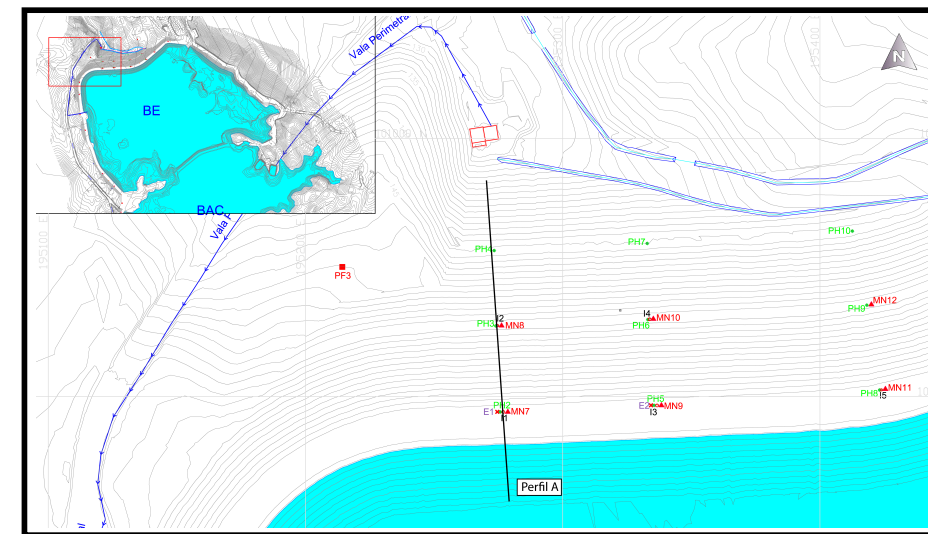
Perfis interpretativos



Instalação de Resíduos BE-BAC

Perfil A*

Inclinómetros



* Perfil elaborado com base no perfil transversal de instrumentação nº 6

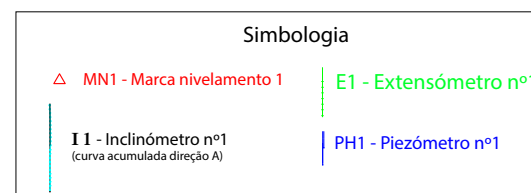
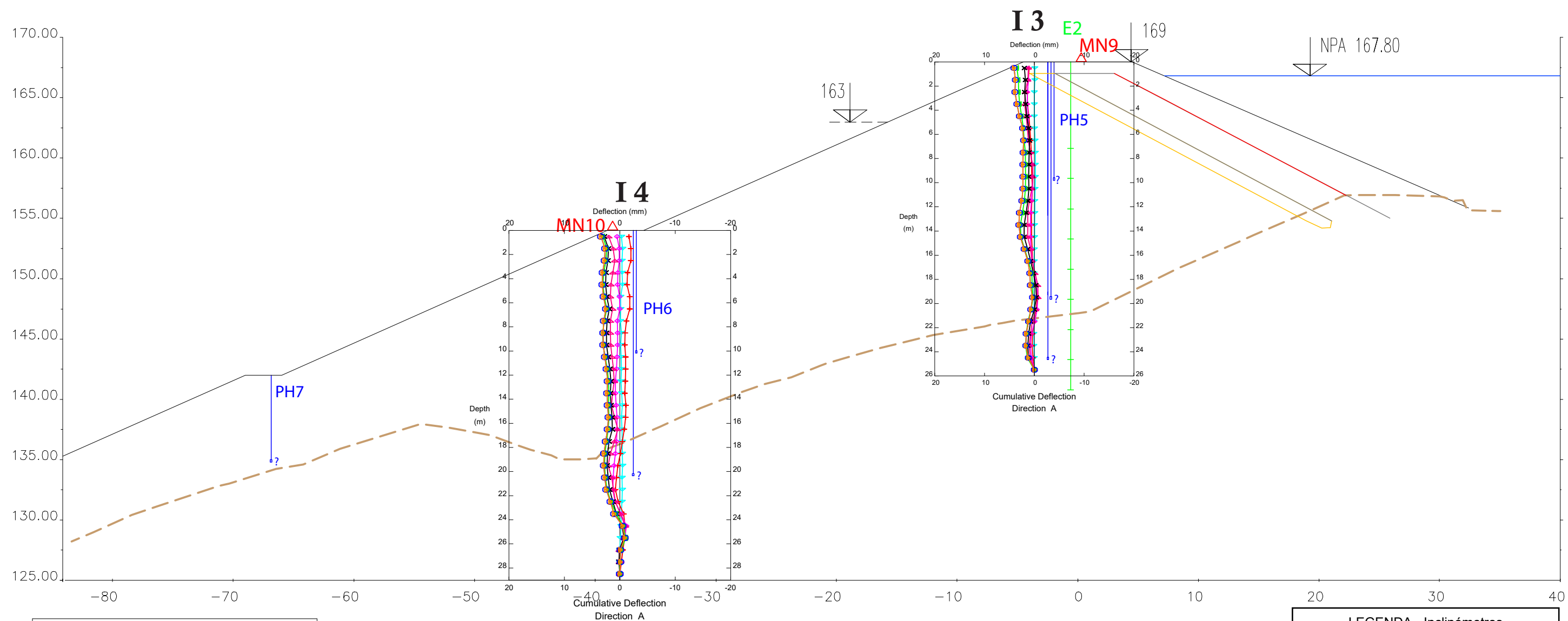
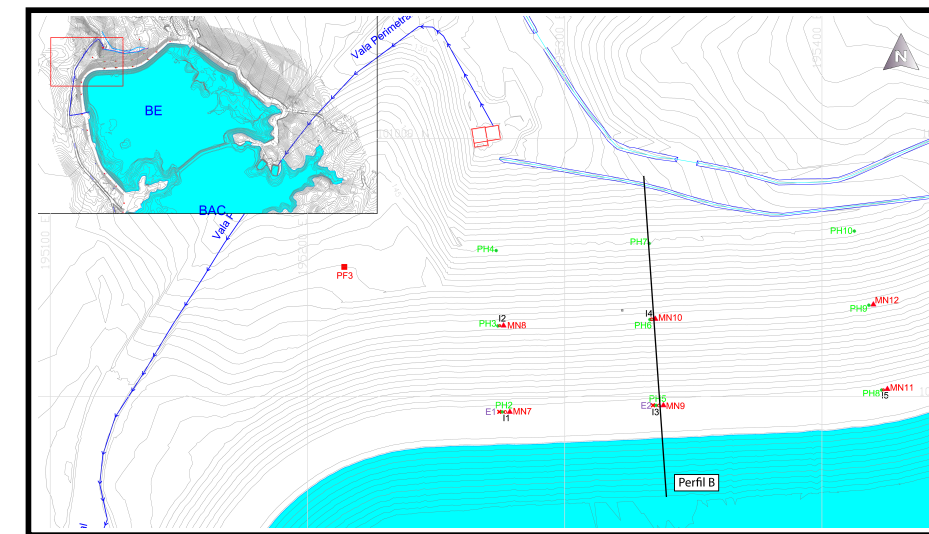
LEGENDA - Inclinómetros	
Leitura referência	24 setembro 2014
	31 março 2015
	01 outubro 2015
	06 abril 2016
	22 setembro 2016
	15 março 2017
	19 setembro 2017
	21 março 2018



Instalação de Resíduos BE-BAC

Perfil B*

Inclinómetros



* Perfil elaborado com base no perfil transversal de instrumentação nº 6

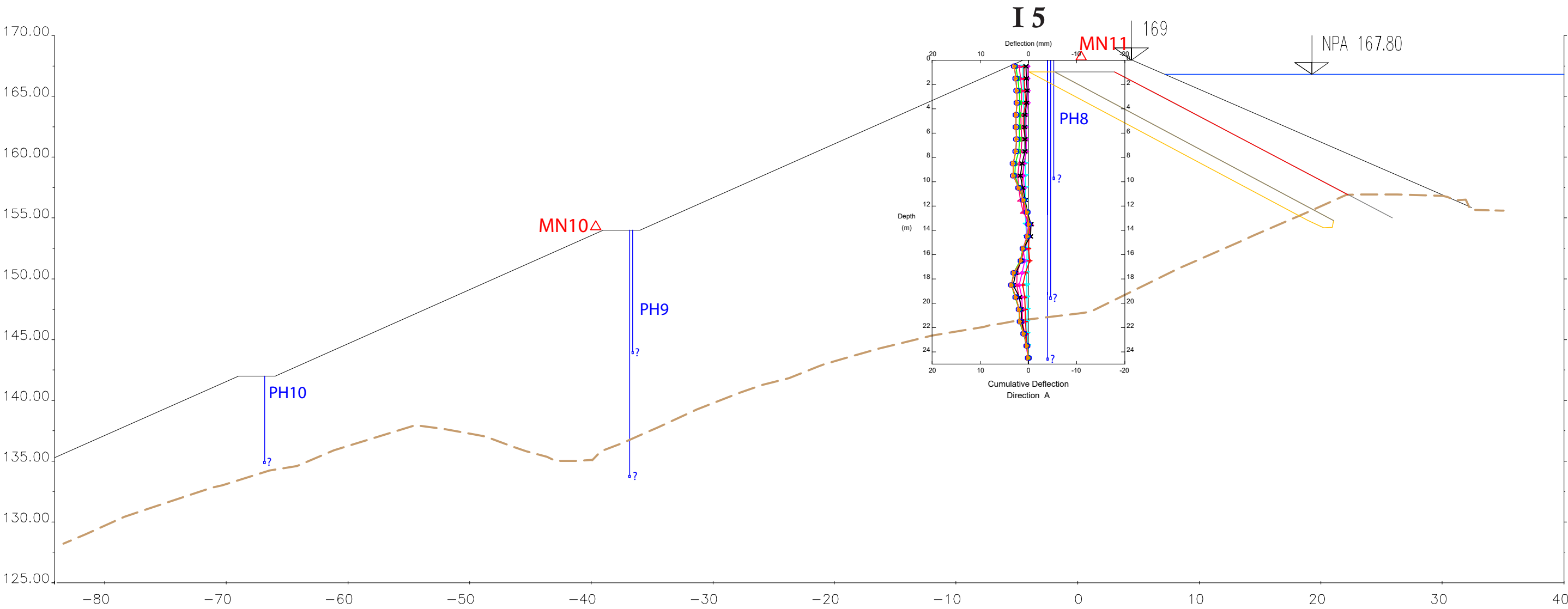
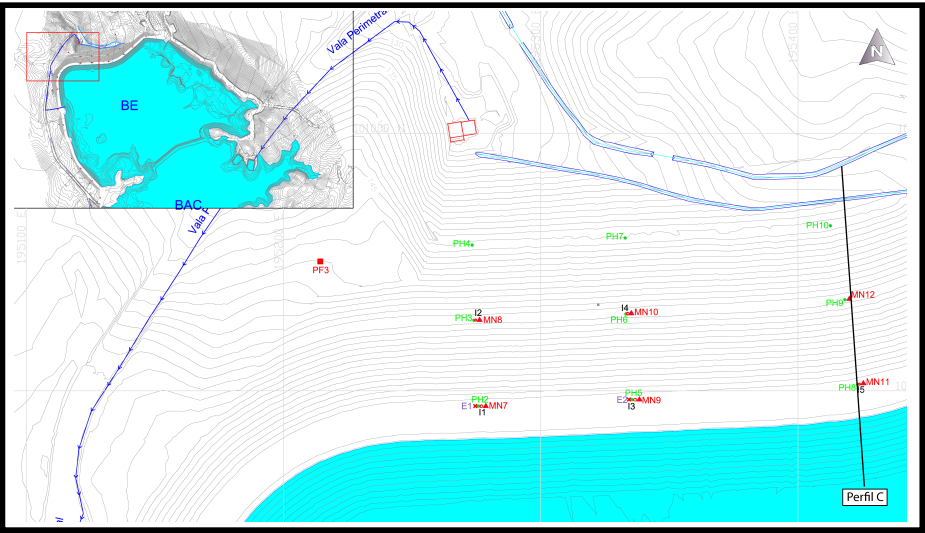
LEGENDA - Inclinómetros	
Leitura referência	24 setembro 2014
	31 março 2015
	01 outubro 2015
	06 abril 2016
	22 setembro 2016
	15 março 2017
	19 setembro 2017
	21 março 2018



Instalação de Resíduos BE-BAC

Perfil C*

Inclinómetros



Simbologia	
△ MN1 - Marca nivelamento 1	 E1 - Extensómetro nº1
 I1 - Inclinómetro nº1 (curva acumulada direção A)	 PH1 - Piezómetro nº1

* Perfil elaborado com base no perfil transversal de instrumentação nº 6

LEGENDA - Inclinómetros	
Leitura referência	24 setembro 2014
←→	31 março 2015
+ +	01 outubro 2015
◇ ◇	06 abril 2016
△ △	22 setembro 2016
x x	15 março 2017
▶ ▶	19 setembro 2017
○ ○ ◁ ▷	21 março 2018

Sonda RST

(especificações técnicas)

VIEW THIS SYSTEM IN ACTION!

You Tube <http://youtu.be/1nqpiQUzh4o>

DIGITAL MEMS INCLINOMETER SYSTEM

MEMS
TILT & INCLINATION
SERIES


inclinalysis™
digital inclinometer analysis software



EVOLUTION + INNOVATION

INCLINOMETER SYSTEMS

WIRELESS COMMUNICATION

DIGITAL MEMS TECHNOLOGY

rst
INSTRUMENTS

innovation in
geotechnical
instrumentation

THE SHORTEST OVERALL LENGTH

The RST Digital MEMS Inclinometer Probe with industry leading system accuracy of ± 2 mm per 25 m, shown connected to the cable.



**DIGITAL
MEMS
INCLINOMETER
SYSTEM**

Since 2003, RST's Inclinometer systems have had the shortest overall length available for a given base length compared to competitive inclinometers. Undaunted, we've forged ahead and improved on our very own industry-leading specifications. With a new minimum negotiable casing radius of 1.99 m, RST's Digital MEMS Inclinometer can still traverse a smaller radius bend than all other inclinometers available in the industry. A local microcontroller in the probe manages data collection, applies precision digital calibration, and provides a fast settling time which results in very efficient data collection.

The Ultra-Rugged Field PC² functions as the data collector. It provides a high-level user interface, "at-the-borehole" data analysis and graphical comparison to previous data sets.

CONNECTOR COMPARISON

LEAST INTERFERENCE

Other Inclinometers

RST's Inclinometer

Interference

Interference at connector is visibly inherent in other inclinometers (left) while RST's Digital MEMS Inclinometer (right) can clearly traverse a smaller radius bend (1.99 m) than all other inclinometers.

Minimum Negotiable Casing Radius

Other Inclinometers:
3.12 m

RST Inclinometer:
1.99 m

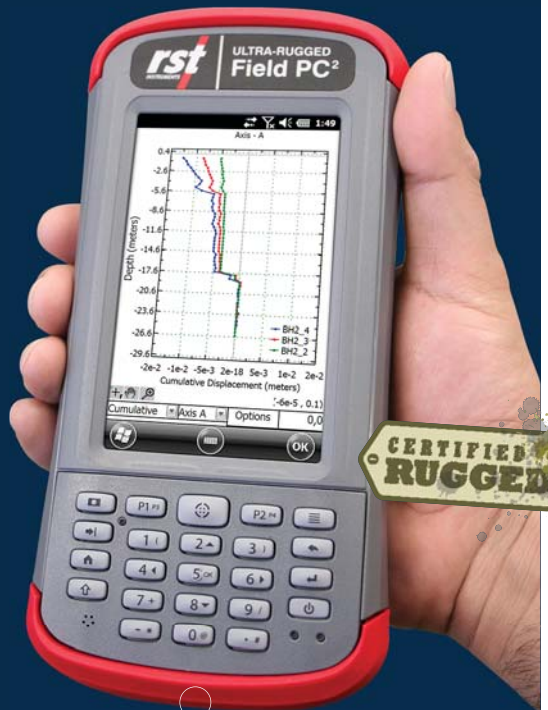
0.5 m wheelbase probes shown in 70 mm OD inclinometer casing.

RST Connector

Cable connector material made of 316 stainless steel.

Rating for underwater use, with wet connection at 5000 ft. (1524 m) in salt water.

Includes a spring strain relief to enhance cable durability at the connector entrance.



**CERTIFIED
RUGGED**

ULTRA-RUGGED Field PC²

PROCESSOR OPERATING SYSTEM MEMORY

Rock solid and field ready for the most extreme environments. Wireless communication between the inclinometer control cable and the Ultra-Rugged Field PC² ensures ease of use and reliability since there is no concern with fragile connectors, cable related failure and reliability problems.

- 1.0GHz ARM Cortex A8 i.MX53 processor
- Microsoft® Windows Embedded Handheld 6.5.3
- Microsoft® Office Mobile 2010 (Word, Excel, PowerPoint, Outlook)
- Bluetooth® Wireless Communication
- Wi-Fi® 802.11b/g/n with extended range
- Internal solid state 512 MB Flash memory (2 million biaxial data sets)
- 8GB flash storage, user-accessible micro SD/SDHC slot
- Both USB Host and Client plus 9-pin RS-232
- Real-time clock keeps correct date & time, even without battery

DISPLAY

- Active viewing area of 109 mm (4.3 in.) diagonal
- WVGA LCD TFT (800x480)
- portrait or landscape orientation
- High visibility backlit LCD
- brilliant contrast in direct sunlight
- Projected capacitive touch interface, "optically bonded" to display for increased visibility.
- Scratch-resistant screen
- On-board stylus with tether

POWER

- Intelligent Li-Ion battery 3.7VDC @ 10600mAh, 38.16Whr
- 20 hour battery life on single charge (2 to 4 hrs. charge time)
- Battery easily changeable in field

ENVIRONMENTAL

- Operating temperature: -30 to 60°C (-22 to 140°F)
- Bluetooth® rated to -20°C (-4°F)
- IP68 waterproof and dustproof
- Shockproof (multiple drops from 1.5 m (5 ft.) on to concrete)
- MIL-STD-810G: high/low temp., temp. shock, rain, humidity, sand & dust, immersion, vibration, altitude, shock.





DIGITAL MEMS INCLINOMETER SYSTEM

THE FIRST IN EVOLUTION + INNOVATION

For measuring any lateral movement down in the earth, via inclinometer casing, the Digital MEMS Inclinometer System from RST Instruments Ltd. was the first, and is still the best, Digital MEMS Inclinometer System available.

MEMS
TILT & INCLINATION
SERIES

The inclinometer reel can be charged without removing the battery and offers up to 30 hours of continuous use from a full charge. Its battery life can also be viewed with the Ultra-Rugged Field PC²

SPECIFICATIONS

INCLINOMETER	METRIC SYSTEM	IMPERIAL SYSTEM
Wheelbase	0.5 m	24 in
Probe diameter	25.4 mm	1.00 in
Probe length (including connector)	719 mm	32.6 in
Probe weight	1.06 kg	2.45 lbs
Probe material	Stainless steel	Stainless steel
Full-scale range (other ranges available)	±30 degrees	±30 degrees
Data resolution	0.005 mm per 500 mm	0.00002 ft per 2 ft
Memory	>1,000,000 readings	>1,000,000 readings
Repeatability	±0.002°	±0.002°
System Accuracy	±2 mm per 25 m	±0.1 in. per 100 ft
Axis alignment	Digitally nulled	Digitally nulled
Temperature rating	-40 to +70°C	-40 to +158°F
Sensor Type	MEMS Accelerometer, Biaxial	
CABLE		
Cable diameter	6.40 mm (±0.1 mm)	0.25 in
Cable weight	2.3 kg / 50 m	3.1 lbs / 100 ft
Cable breaking strength	5.90 kN	1325 lbs
Cable reinforcement	Kevlar® ‡	Kevlar® ‡
Cable jacket	Polyurethane	Polyurethane
Cable stretch (suspended in 50 m dry borehole)	7.0 mm	0.27 in
CABLE REELS		
Up to 75 m cable reel diameter	310 mm	12.2 in
100 to 200 m cable reel diameter	380 mm	15 in
+225 m cable reel diameter	460 mm	18 in
Reel weight with 50 m (100 ft.) cable	4.7 kg	8.4 lbs



RST's newly developed connector is by far the industry leader for the least amount of connector interference.

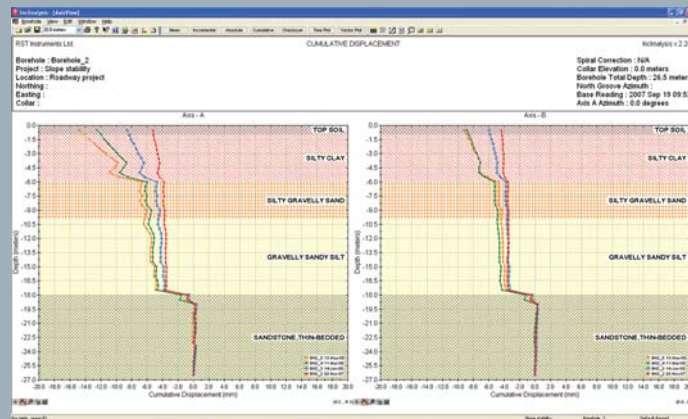


RST also provides the most robust cable on the market with a breaking strength of 5.90 kN (1325 lbs.) Also, our new non-slip, swaged cable marks are unmatched in grip strength.



The compact reel system with 50 m cable weighs a very manageable 4.7 kg and can be easily held with one hand. A padded carrying case is included.

THE PERFECT PAIR



RST Inclinalysis™ Software screen capture shows cumulative displacement of a borehole.



The RST Digital MEMS Inclinometer System and Inclinalysis™ Software offer a powerful combination for quick and efficient reduction of large volumes of inclinometer data. Data can be analyzed and presented quickly in a variety of formats.

RST Inclinalysis™ Software is powerful, yet easy to use. Plotting, manipulating data and printing are all only a few clicks away. Menu and plot functions are designed to be intuitive making the program very easy to learn. Designed to complement the Digital MEMS Inclinometer System, data is organized in a standard file structure which makes importing data seamless between Inclinalysis™ and the Ultra-Rugged Field PC².

Plot

Plot data at the click of a button. View several plots simultaneously across the screen. Ability to save multiple reports for a single borehole.

Customize

Create custom plot titles and change graph properties. Change reading units instantly to millimeters, metres, inches or feet. Specify top or bottom data reference. Correct for bias-shift.

Import

Import inclinometer data in a variety of formats from different manufacturers including spiral data.

Assess

Create vector plots displaying change in magnitude and direction, and time plots to assess the rate of movement at a particular depth or in a specific movement zone. Instant visual data validation by plotting checksum data.

Compare

Display data in tabular format and compare directly to plots. Take direct measurements off any plot.

Intuitive

Menu and plot functions are designed to be intuitive and easy to learn. Cascade windows to display multiple plots and tabular data on the same screen.

ORDERING INFO

SYSTEMS - Metric

IC32003	30 m complete system with 0.5 m probe
IC32005	50 m complete system with 0.5 m probe
IC32075	75 m complete system with 0.5 m probe
IC32010	100 m complete system with 0.5 m probe
125, 150, 200, 250, 300 m and longer systems available	

SYSTEMS - Imperial

IC32110	100 ft complete system with 2 ft probe
IC32115	150 ft complete system with 2 ft probe
IC32120	200 ft complete system with 2 ft probe
IC32130	300 ft complete system with 2 ft probe
400, 500, 600, 800, 1000 ft and longer systems available	

OPTIONAL SYSTEM ACCESSORIES

IC35805	Dummy Probe 0.5 m wheelbase - METRIC
IC35802	Dummy Probe 2 ft wheelbase - IMPERIAL
IC32705	Digital MEMS Inclinometer Spiral Sensor (see separate brochure)
IC35600	RST Inclinalysis™ - Digital Inclinometer Analysis Software
IC35650	Protective Aluminum Carrying Case - for Inclinometer Probe

Horizontal MEMS Inclinometer
(probe available in custom lengths in Metric and Imperial units - view separate brochure or contact sales at RST Instruments).

INCLUDED SYSTEM COMPONENTS

MEMS Digital Inclinometer probe with protective case
Cable Reel with Wireless Communication System
Cable Reel Carrying Case
Silicone spray for probe/cable connectors
Data collection & transfer software
70 & 85 mm cable grips
Ultra-Rugged Field PC² (with rechargeable Li-Ion battery)
AC Adapter for Ultra-Rugged Field PC²
AC Adapter for Reel Battery Charger
USB cable for Ultra-Rugged Field PC²
Quick start guide for Ultra-Rugged Field PC²
Ultra-wide hand strap for Ultra-Rugged Field PC²
Stylus with tether for Ultra-Rugged Field PC²



innovation in
geotechnical
instrumentation



RST Instruments Ltd.
11545 Kingston St.,
Maple Ridge, BC
V32X 0Z5 Canada
Tel: 604-540-1100
Fax: 604-540-1005
Toll Free (North America):
1-800-665-5599
info@rstinstruments.com

rstinstruments.com

Linked in <http://www.linkedin.com/company/rst-instruments-ltd->

Certificado de calibração



innovation in
geotechnical
instrumentation

Calibration Record

RST Instruments Ltd., 11545 Kingston St., Maple Ridge, British Columbia, Canada V2X 0Z5
Tel: 604 540 1100 • Fax: 604 540 1005 • Toll Free: 1 800 665 5599 (North America only)
e-mail: info@rstinstruments.com • Website: www.rstinstruments.com

DIGITAL INCLINOMETER PROBE

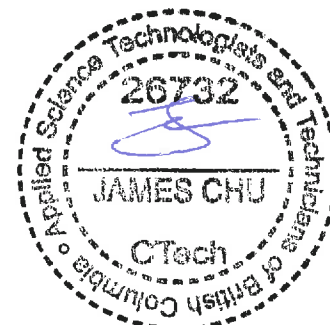
Customer: EPOS
Order Number: 216460
Model Number: IC32205 0.5 meters
Serial Number: DP21030000
Calibration Date: 07-Mar-18
References: Inclinator Frame RST-08
Referenced to National Standards Annually

Face Frame Angle	A+/-	Cross Axis Average Left/Right B meters	Deviation Face Right meters	Deviation Face Left meters	Face Error meters	Mean Deviation meters	True Deviation meters	Error meters
30	L	0.00002	0.24999	-0.24999	0.00000	0.24999	0.25000	0.00002
15	L	0.00002	0.12938	-0.12938	0.00001	0.12938	0.12941	0.00004
0		0.00001	-0.00005	0.00004	-0.00001	-0.00004	0.00000	0.00004
15	R	0.00000	-0.12943	0.12945	0.00001	-0.12944	-0.12941	0.00003
30	R	-0.00002	-0.25001	0.25000	-0.00001	-0.25001	-0.25000	0.00001

Face Frame Angle	B+/-	Cross Axis Average Left/Right A meters	Deviation Face Right meters	Deviation Face Left meters	Face Error meters	Mean Deviation meters	True Deviation meters	Error meters
30	L	0.00001	0.25003	-0.25002	0.00002	0.25002	0.25000	-0.00002
15	L	0.00001	0.12945	-0.12944	0.00001	0.12945	0.12941	-0.00004
0		0.00002	0.00006	-0.00006	-0.00001	0.00006	0.00000	-0.00006
15	R	0.00001	-0.12937	0.12938	0.00001	-0.12938	-0.12941	-0.00004
30	R	0.00003	-0.24996	0.24996	0.00000	-0.24996	-0.25000	-0.00004

Calibrated By: G.Miliovska

GM



Document Number: ICL0025E



MI001065

ALMINA - Minas do Alentejo, S.A.

INSTALAÇÃO DE RESÍDUOS BE-BAC

Relatório de Instrumentação (setembro 2018)

Controlo de Deformações Horizontais

Inclinómetros

ÍNDICE

1. Introdução	3
2. Parâmetros a controlar e equipamento a utilizar	4
2.1. Introdução	4
2.2. Controlo de deformações no interior do Aterro	4
2.2.1. Inclínómetros	4
3. Equipamento e metodologia a utilizar	4
3.1. Apresentação de resultados.....	4
4. Resultados	6

1. INTRODUÇÃO

Por indicação da ALMINA - Minas do Alentejo, S.A. foi a EPOS – Empresa Portuguesa de Obras Subterrâneas, S.A. contratada para a realização da monitorização dos inclinómetros materializados na instalação de resíduos BE-BAC das minas de Aljustrel.

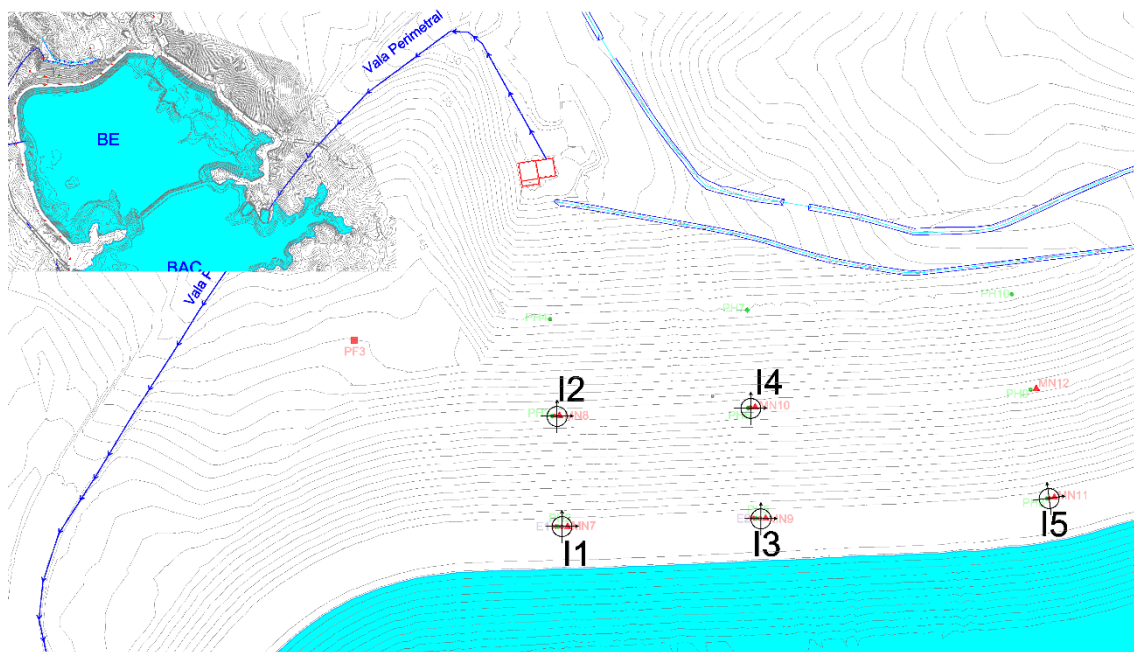


Figura 1 – Planta de localização dos Inclinómetros I1 a I5

Os inclinómetros fazem parte de um sistema de monitorização integrado, no qual se encontram igualmente outros dispositivos (*e.g.* piezómetros, extensómetros, marcas de superfície). O referido sistema permite aferir a evolução do comportamento estrutural da instalação de resíduos BE-BAC.

2. PARÂMETROS A CONTROLAR E EQUIPAMENTO A UTILIZAR

2.1. INTRODUÇÃO

Atendendo à instrumentação instalada na estrutura, pretende-se controlar:

- Deformações superficiais (assentamentos) e possível influência no aterro;
- Deformações no interior do aterro/maciço (horizontais e verticais);
- Variações do nível freático.

2.2. CONTROLO DE DEFORMAÇÕES NO INTERIOR DO ATERRO

2.2.1. INCLINÓMETROS

Para o controlo das deformações horizontais no aterro, o Projetista previu a instalação de inclinómetros num total de 5 (cinco), localizados conforme indicado na Figura 1 (extrato da Planta de Instrumentação 3-4; TELAS FINAIS).

3. EQUIPAMENTO E METODOLOGIA A UTILIZAR

Para a leitura de deformações horizontais, o equipamento utilizado foi uma sonda inclinométrica, *RST Digital Inclinometer Probe*, de 1 m, biaxial e com acelerómetros microeletromecânicos (MEMS). A fiabilidade do equipamento é de aproximadamente ± 2 mm em 25 m. As leituras das calhas inclinométricas foram realizadas com intervalos de 1 m, sendo armazenadas numa caixa de leitura modelo *ULTRA-RUGGED FIELD PC*, elaborando-se posteriormente em gabinete os gráficos.

3.1. APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS

Para cada inclinómetro e para cada leitura é apresentado:

- Deformação acumulada, dois gráficos (por cada inclinómetro) correspondentes a planos de leitura normais entre si (plano A e plano B);

- Deformação *versus* tempo, um gráfico (por cada inclinómetro) correspondente a evolução no tempo em troços, para o caso foram seleccionados da base ao topo, da base aos 10 m e da base aos 20 m;
- Dados analíticos, em forma de tabela, comparativos entre a leitura inicial (24-09-2014) e a que diz respeito a este relatório (26-09-2018), segundo a direção A e B. No que diz respeito aos dados analíticos procedeu-se à segunda fase de ajuste dos dados tipo *RAW* para o ficheiro de histórico com a sensibilidade ajustada a 20000 (*probe sensitivity*), sendo este o último ajuste necessário após a mudança de sonda;
- Implantação dos inclinómetros nos perfis da obra, permitindo uma visualização da evolução segundo a direção A.

4. RESULTADOS

A leitura de referência (zeragem) foi realizada no dia 24-09-2014.

A Tabela 1 permite visualizar os valores de deformação acumulada, em todos os inclinómetros, ao longo do respetivo tubo.

profundidade	I1		I2		I3		I4		I5	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
1	1,888	3,175	4,700	4,138	5,813	-1,075	4,213	0,312	3,237	-4,838
2	1,513	2,988	4,313	4,563	5,625	-0,550	3,450	0,550	2,987	-4,888
3	1,700	3,288	3,875	4,888	5,613	-0,613	3,750	0,175	2,750	-4,513
4	2,088	2,888	3,900	4,938	5,113	-0,350	3,850	0,150	2,525	-3,950
5	2,325	2,975	4,238	4,563	4,425	0,200	3,925	0,237	2,675	-2,675
6	2,238	2,763	3,688	3,763	3,763	0,813	3,925	-0,150	2,725	-2,225
7	2,538	2,588	3,363	3,813	3,400	1,300	3,788	-0,450	2,650	-2,125
8	3,163	2,313	3,400	3,913	3,488	0,988	4,075	-0,213	3,050	-2,075
9	2,675	1,425	3,625	3,625	3,438	0,525	3,900	0,087	3,650	-1,675
10	1,563	0,850	3,513	3,375	3,388	0,063	3,525	0,087	3,513	-1,325
11	1,013	-0,088	3,200	3,238	3,263	0,088	3,325	0,525	2,575	-0,075
12	1,100	1,225	3,363	2,963	3,338	-0,125	3,113	1,238	1,388	0,238
13	1,838	1,238	3,325	3,000	3,663	-0,438	2,988	1,650	0,512	-0,587
14	0,200	1,825	3,163	2,888	3,713	-0,388	3,275	1,375	0,062	-1,613
15	-0,875	1,200	3,150	2,863	3,375	0,138	3,175	0,700	0,362	-1,100
16	-0,650	0,575	3,763	2,888	2,650	0,175	2,863	0,112	1,450	0,375
17	0,263	0,663	2,175	1,925	1,813	0,300	2,938	-0,163	2,100	1,950
18	0,313	-1,238	1,213	1,550	1,250	0,425	3,238	-0,013	3,463	2,988
19	-0,200	-0,762	0,250	0,712	1,100	0,550	3,475	0,125	3,850	2,588
20	-0,513	-1,163	-0,250	0,362	0,663	0,200	3,475	0,512	2,875	1,175
21	0,150	0,275	-0,112	0,262	1,075	0,125	3,300	0,250	2,088	0,913
22	0,488	0,938			1,513	0,363	2,988	-0,038	1,875	1,063
23	0,138	1,138			1,875	0,238	2,175	0,375	1,063	0,713
24	0,175	0,300			1,863	0,038	1,388	0,425	0,362	0,188
25					1,413	-0,012	-0,212	0,287		
26							-0,825	-0,213		
27							-0,087	0,075		
28							-0,112	0,025		

(mm)

[-2,5;2,5]

[-5;-2,5[e]2,5;5]

] -∞;-5[e]5;+∞[

Tabela 1 – Conjunto dos valores de deflexão acumulada (mm) obtidos nos inclinómetros em observação.

O conjunto de valores (ca 244) apresenta uma média aritmética de 1,56 mm e um valor máximo de 5,813 mm (para um cálculo de valor absoluto) segundo a direção A no encabeçamento do inclinómetro I3; as ligeiras oscilações, de ordem sub-milimétricas/milimétricas, que se relacionam, regra geral, com o erro/repetibilidade intrínseco ao equipamento de leitura. Contudo, atendendo aos gráficos cumulativos,

alguns troços parecem mostrar uma deformação permanente, embora de muito pequena magnitude (+/- 3 mm a 4 mm).

Após a nona leitura, executada no dia 26-09-2018, os inclinómetros instalados (i.e. I1, I2 e I3) mostram uma ligeira deformação (Tabela 2).

Conforme se observa apesar de se assinalar uma ligeira deformação os valores entre leituras são, genericamente, baixos, não apresentando evolução significativa.

profundidade	I1		I2		I3		I4		I5	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
1	2,413	-0,888	1,575	0,475	1,700	-0,650	0,800	0,325	0,337	-0,075
2	2,163	-0,925	1,475	0,800	1,825	-0,525	0,787	0,262	0,374	-0,125
3	2,163	-0,775	1,625	0,813	1,738	-0,413	1,000	0,088	0,337	-0,063
4	2,038	-0,950	1,637	0,813	1,613	-0,450	0,762	0,163	0,162	0,013
5	1,812	-0,850	1,475	0,763	1,437	-0,425	0,762	0,262	0,112	0,225
6	1,688	-0,887	1,163	0,675	1,400	-0,387	0,975	0,100	0,162	0,238
7	1,675	-0,975	1,063	0,650	1,262	-0,150	1,275	-0,062	0,212	0,125
8	1,288	-0,862	0,937	0,638	1,225	-0,050	1,150	0,262	0,450	0,013
9	1,050	-0,963	0,937	0,625	1,113	-0,188	0,887	0,462	0,487	0,075
10	1,563	-1,200	0,950	0,675	1,063	-0,287	0,537	0,150	0,438	0,163
11	2,413	-1,338	0,713	0,513	0,988	-0,175	0,637	0,175	0,550	0,263
12	2,225	-1,075	0,850	0,588	0,838	-0,163	0,725	0,513	0,401	0,263
13	1,400	-0,837	0,700	0,550	0,675	-0,113	0,788	0,762	0,262	0,276
14	1,000	-0,975	0,700	0,563	0,638	0,012	0,987	0,612	0,137	0,237
15	0,875	-0,950	0,625	0,550	0,550	0,188	0,987	0,300	0,150	0,588
16	0,888	-1,150	0,663	0,550	0,587	0,100	0,825	0,150	0,350	0,288
17	0,701	-0,725	0,562	0,287	0,500	0,100	0,725	0,100	0,600	0,350
18	0,863	-0,863	0,426	0,237	0,362	0,112	0,675	0,137	0,488	0,325
19	0,675	-0,425	0,325	0,287	0,312	0,087	0,637	0,113	0,337	0,188
20	0,600	-0,526	0,038	0,012	0,313	0,037	0,587	0,149	0,250	0,075
21	1,050	-0,613	0,013	-0,001	0,362	0,012	0,575	0,025	0,213	0,076
22	1,375	-0,187			0,350	0,125	0,538	-0,138	0,150	0,063
23	0,888	0,000			0,237	0,175	0,450	0,212	0,101	0,063
24	0,250	-0,125			0,163	0,251	0,350	0,137	0,050	0,038
25					0,200	0,238	0,276	0,187		
26							0,100	0,125		
27							0,013	0,163		
28							-0,037	0,125		

Tabela 2 – Conjunto dos valores de deformação acumulada (mm) entre leituras obtidos nos inclinómetros em observação. Os valores assinalados a **vermelho** refletem a amostragem (10%) dos valores mais elevados.

Este facto é igualmente visível na análise dos gráficos deformação vs tempo onde é perceptível uma deformação relativamente constante no troço superior em praticamente todos os instrumentos. Dada a magnitude e evolução no tempo é plausível que se trate de um comportamento típico de ajuste do aterro do reservatório face ao atual nível de água do reservatório, valor nunca antes atingido.

Este facto é relevante pois a estrutura está neste momento solicitada de uma forma ímpar face a todo o registo de observação, porém estes dados deve ser analisados em conjunto com os demais equipamentos, nomeadamente com os dados emergentes da observação topográfica.

Porto Salvo, 08 de outubro de 2018

A blue ink signature of Luís Gonçalves is written over the EPOS logo. The logo consists of a stylized arch and the word "epos" in bold lowercase letters. Below the logo, the text "EPOS - Empresa Portuguesa de Obras Subterrâneas, S.A." is printed in a smaller font.

Luís Gonçalves (Geólogo)

ANEXOS

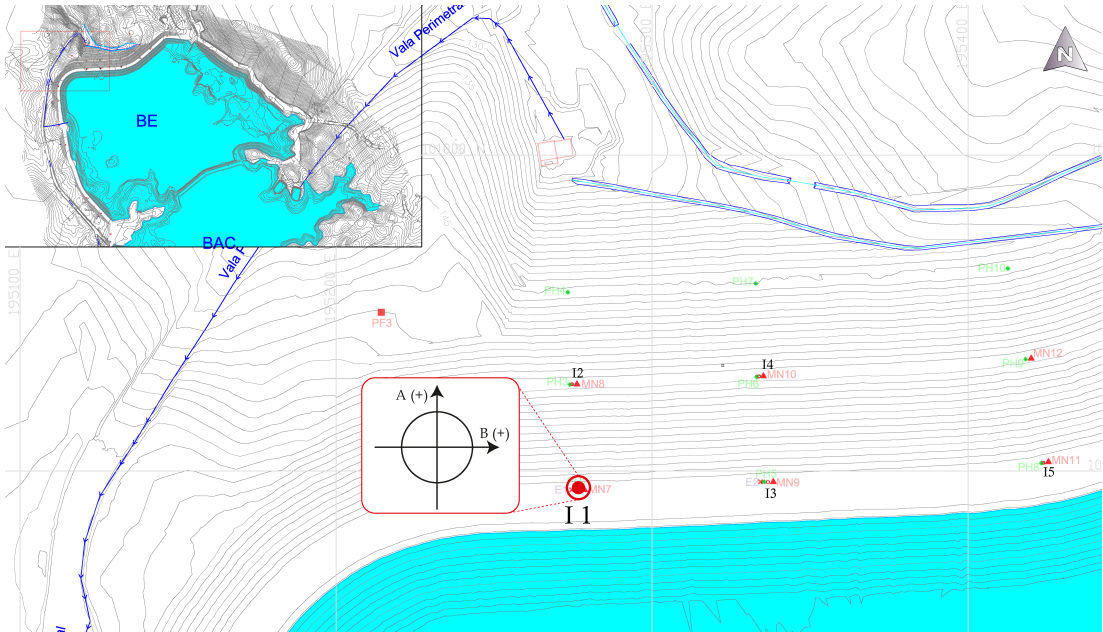
Deformação Acumulada



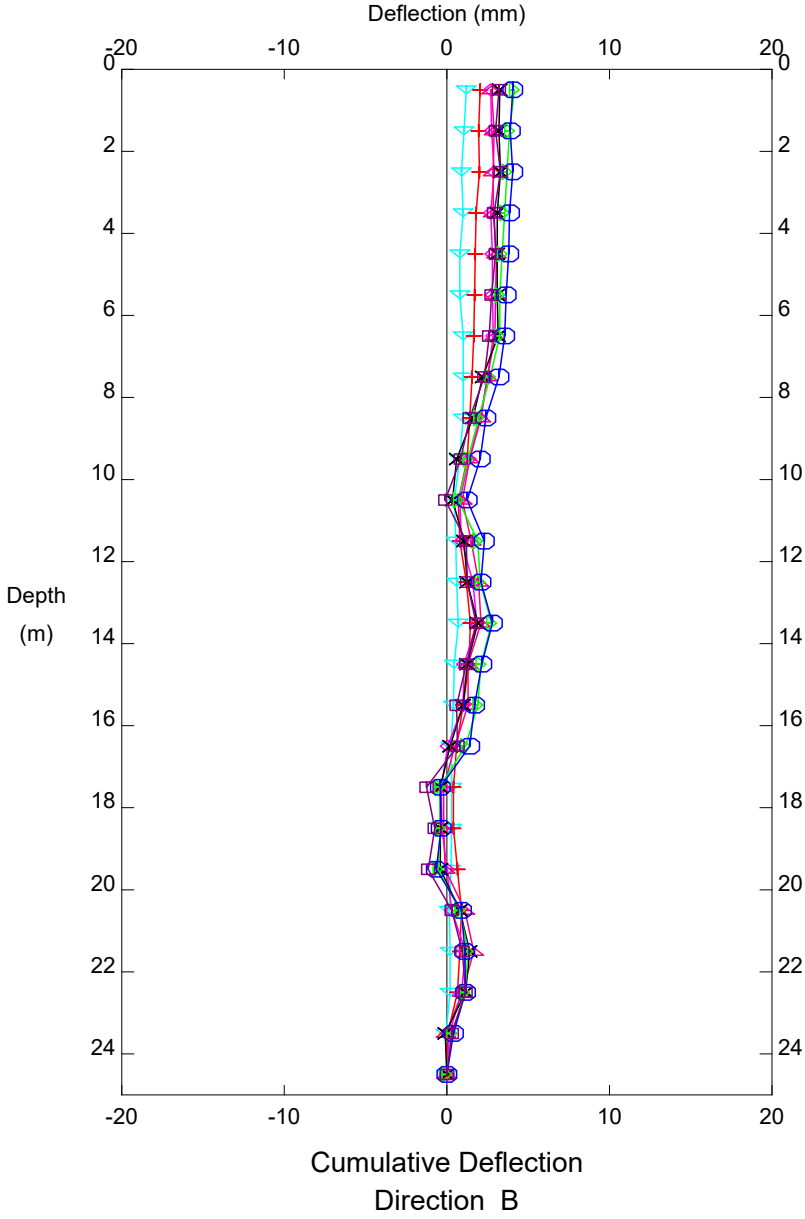
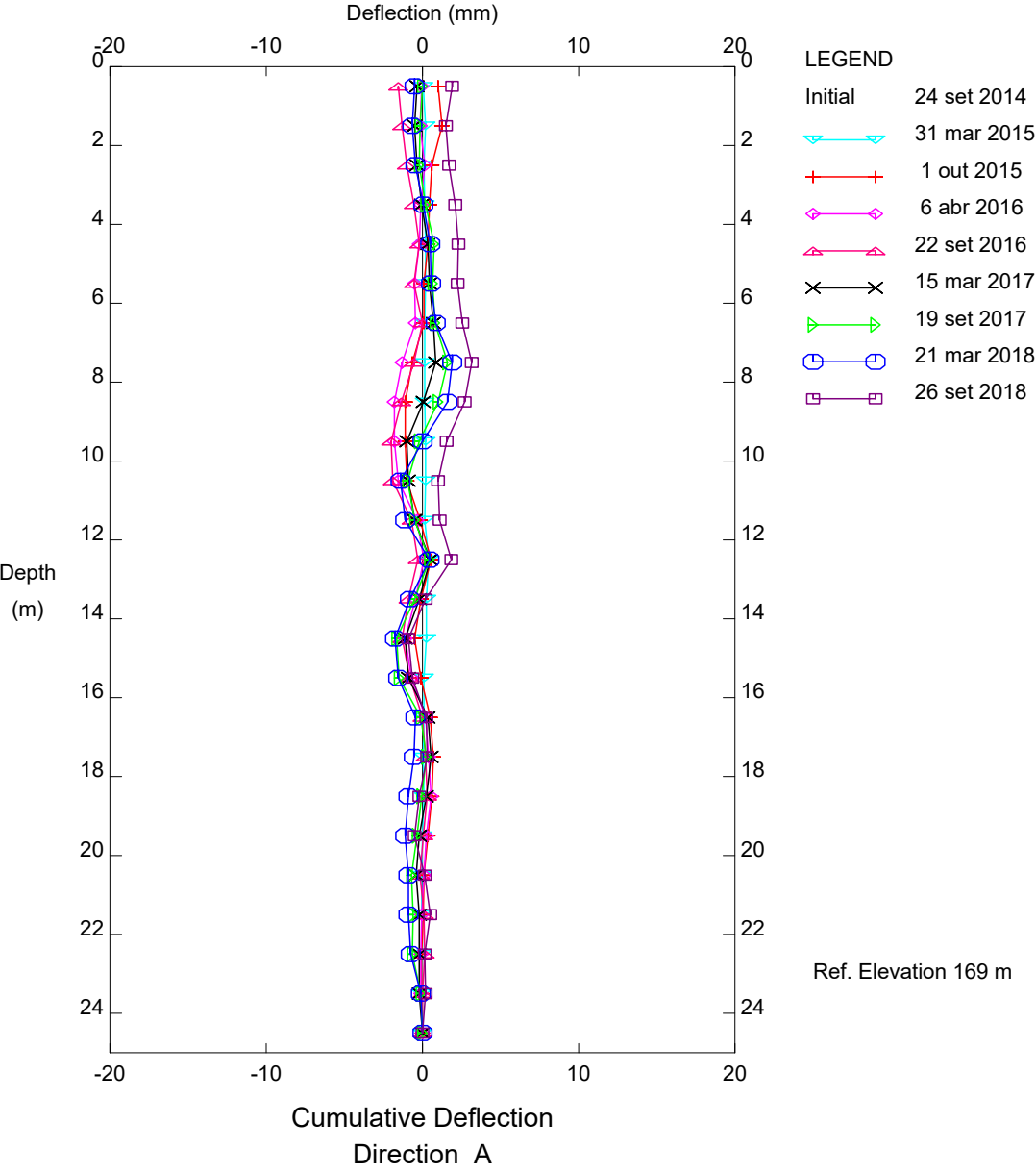
Instalação de Resíduos BE-BAC

Inclinómetro I 1

deformação acumulada segundo a direção A e B



EPOS, S.A. - Oeiras

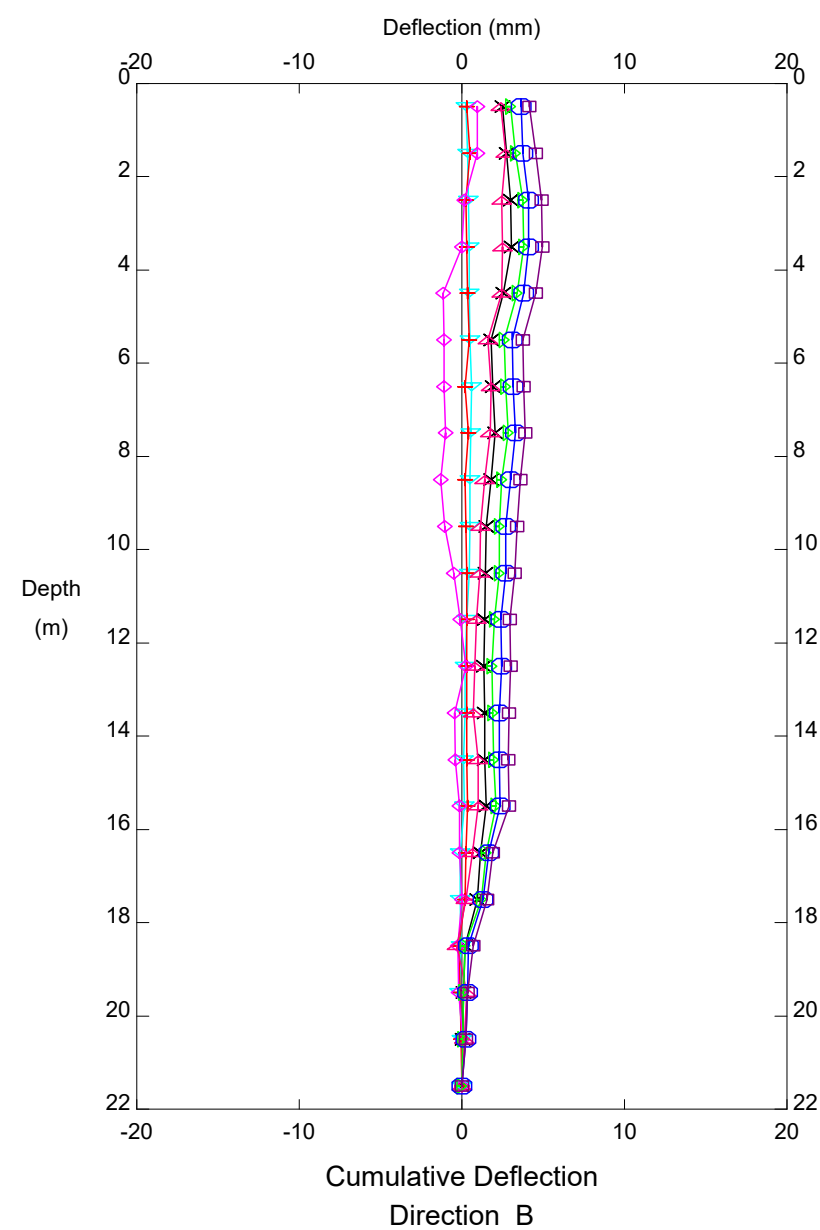
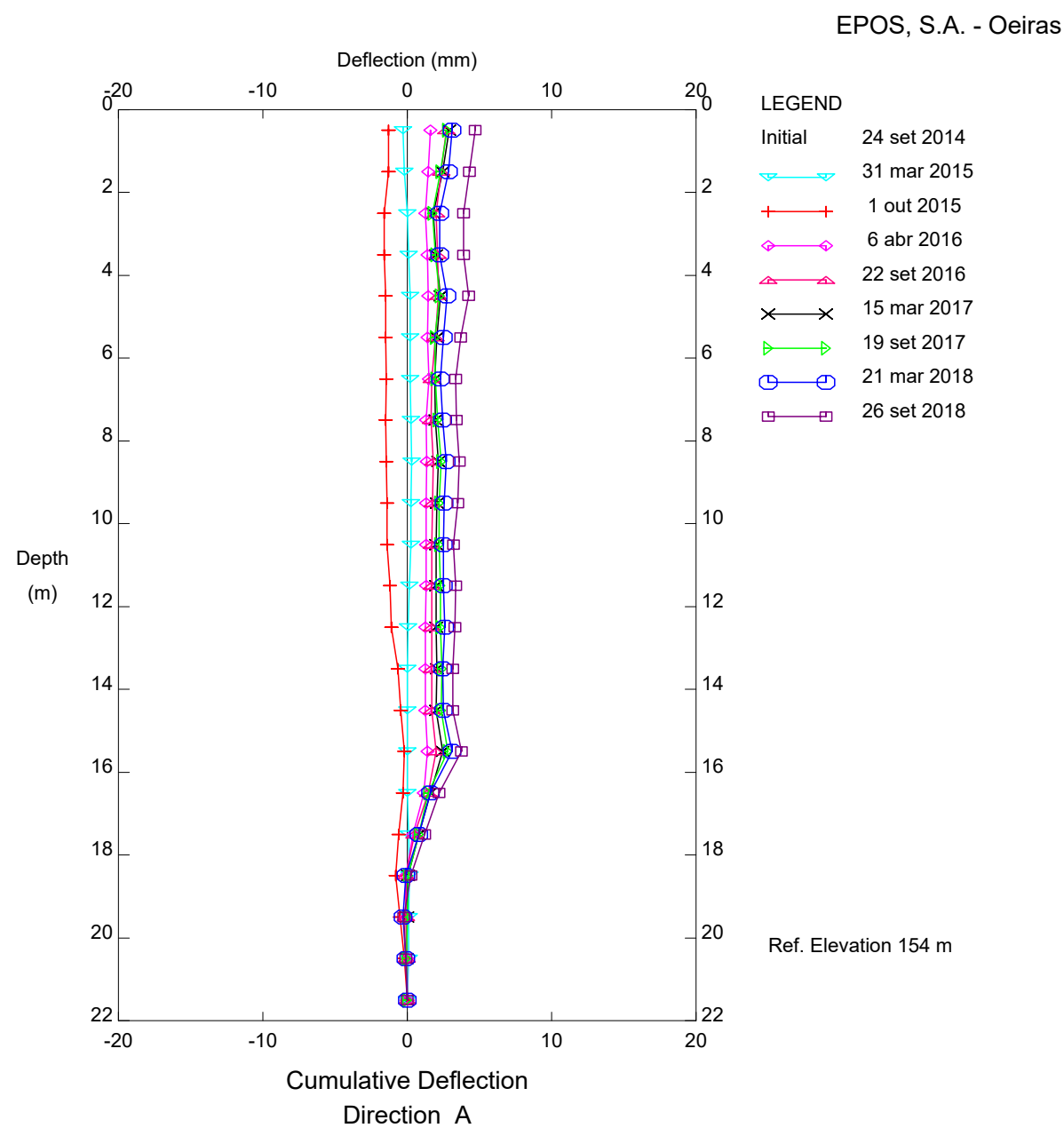
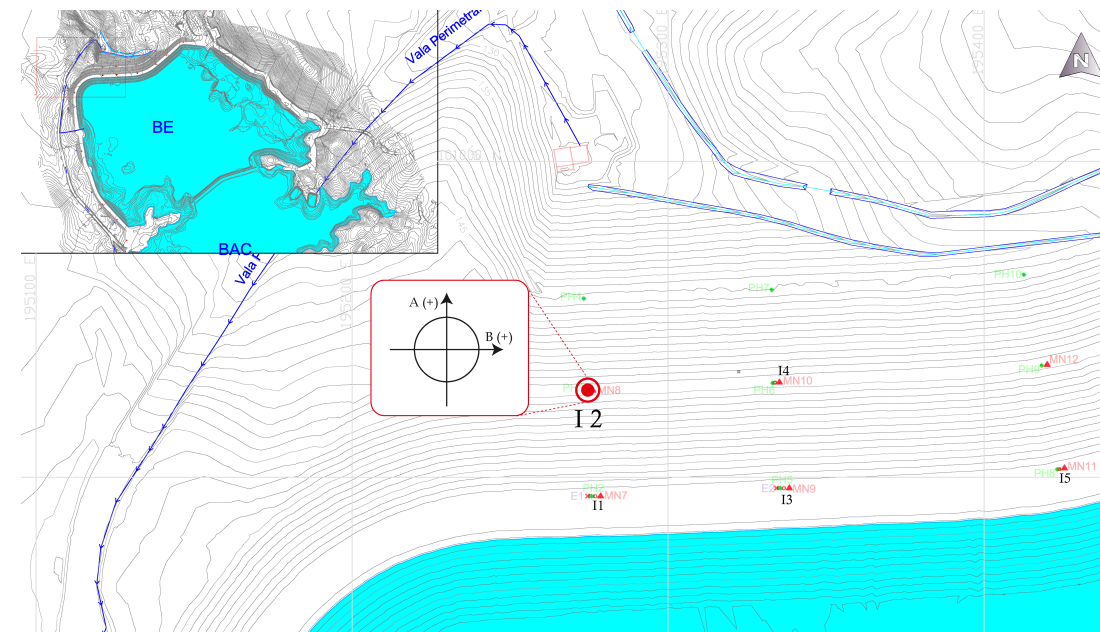




Instalação de Resíduos BE-BAC

Inclinómetro I 2

deformação acumulada segundo a direção A e B

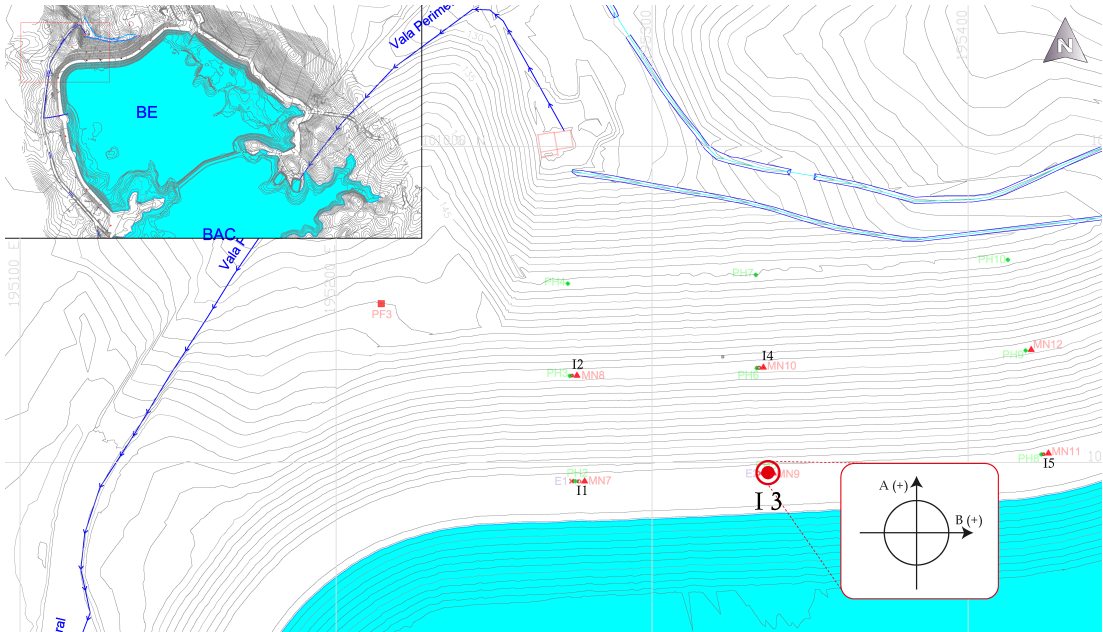




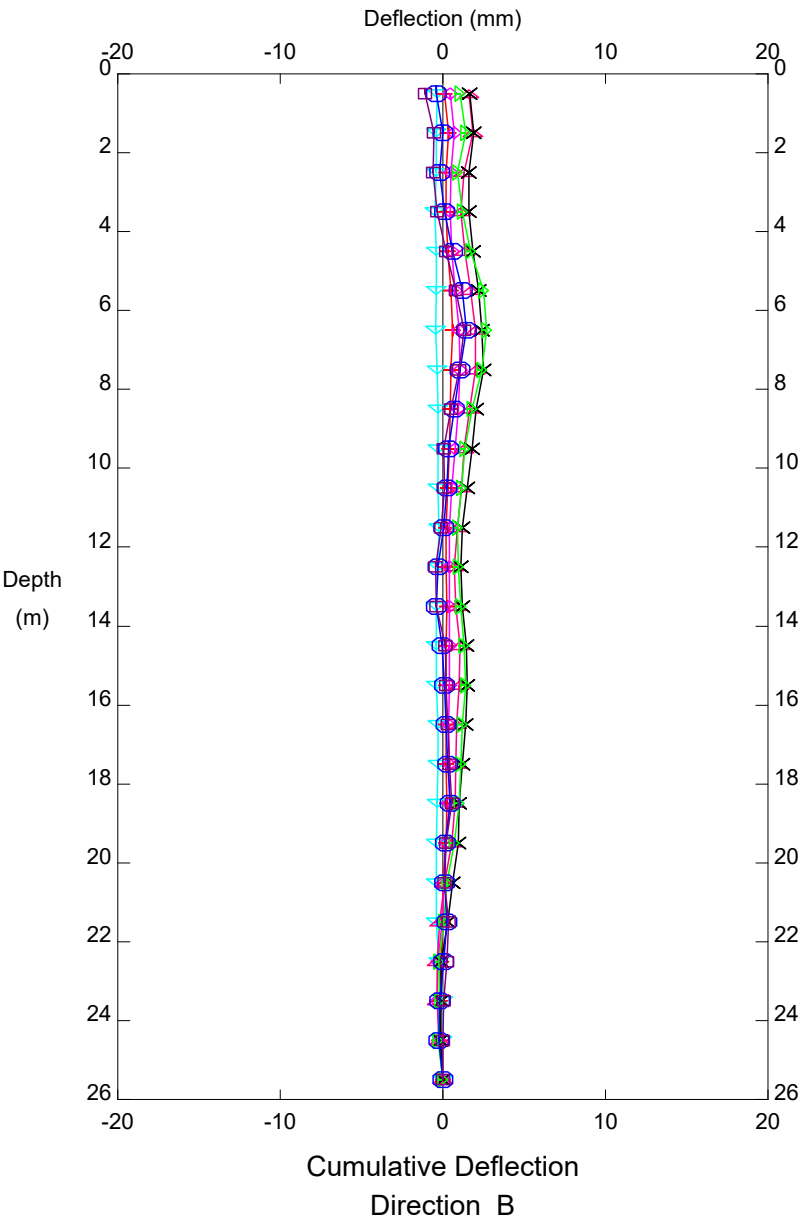
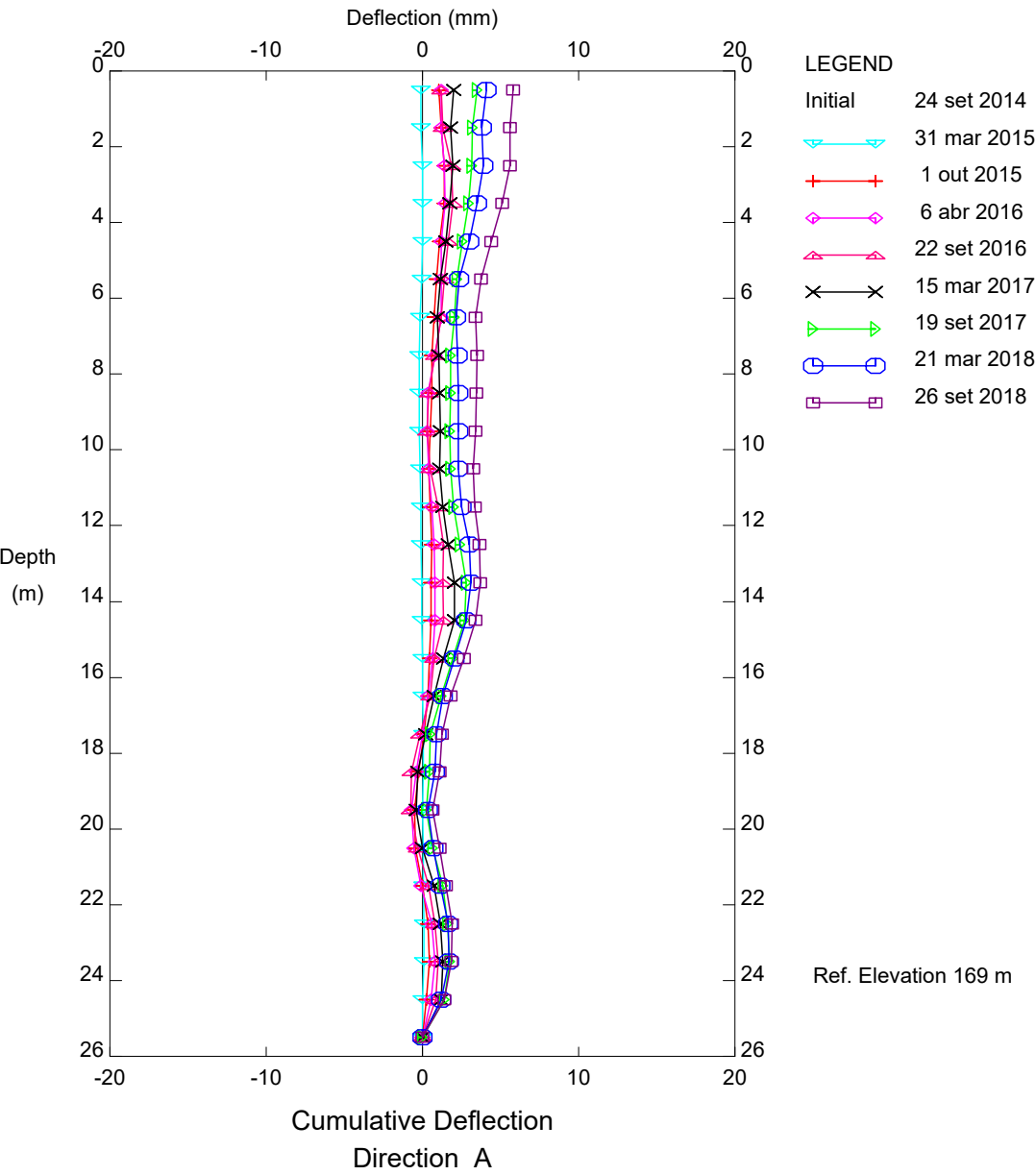
Instalação de Resíduos BE-BAC

Inclinómetro I 3

deformação acumulada segundo a direção A e B



EPOS, S.A. - Oeiras

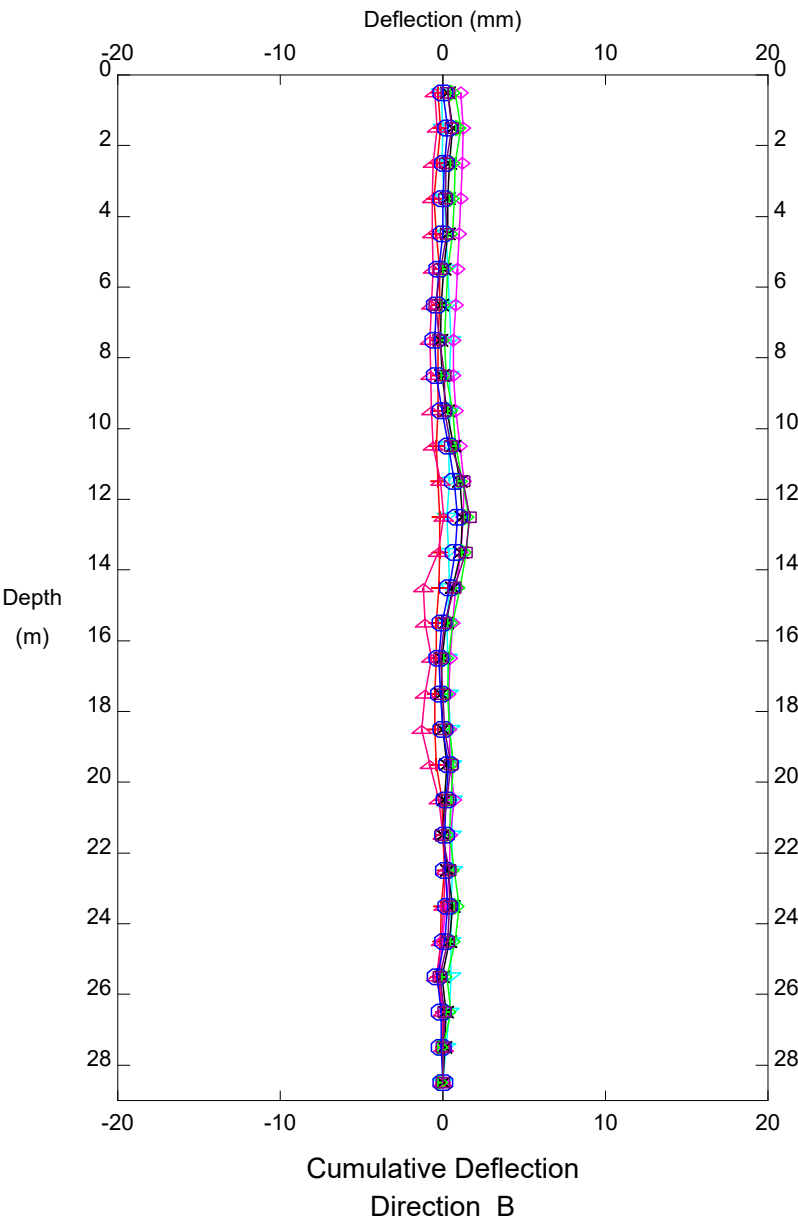
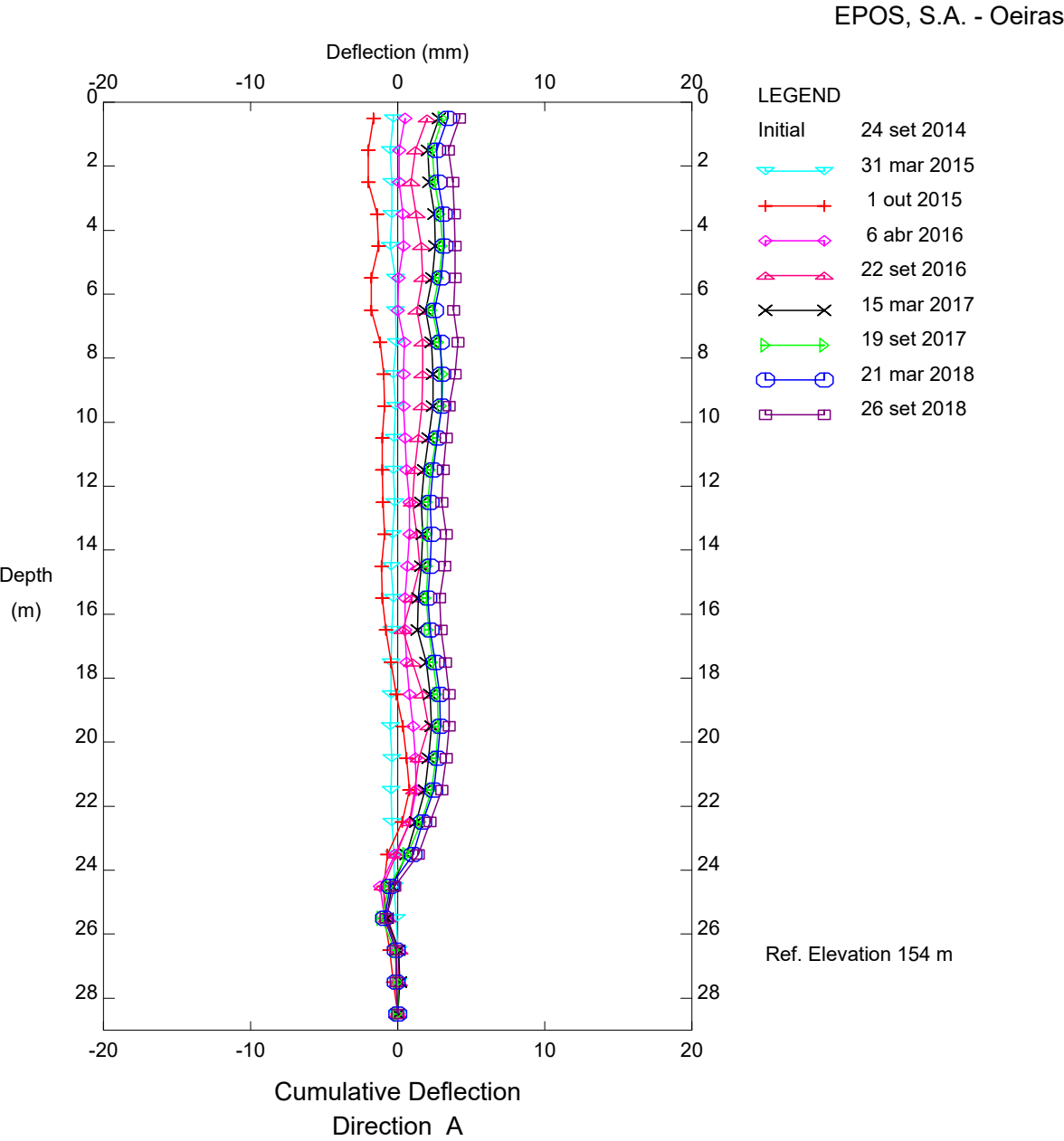
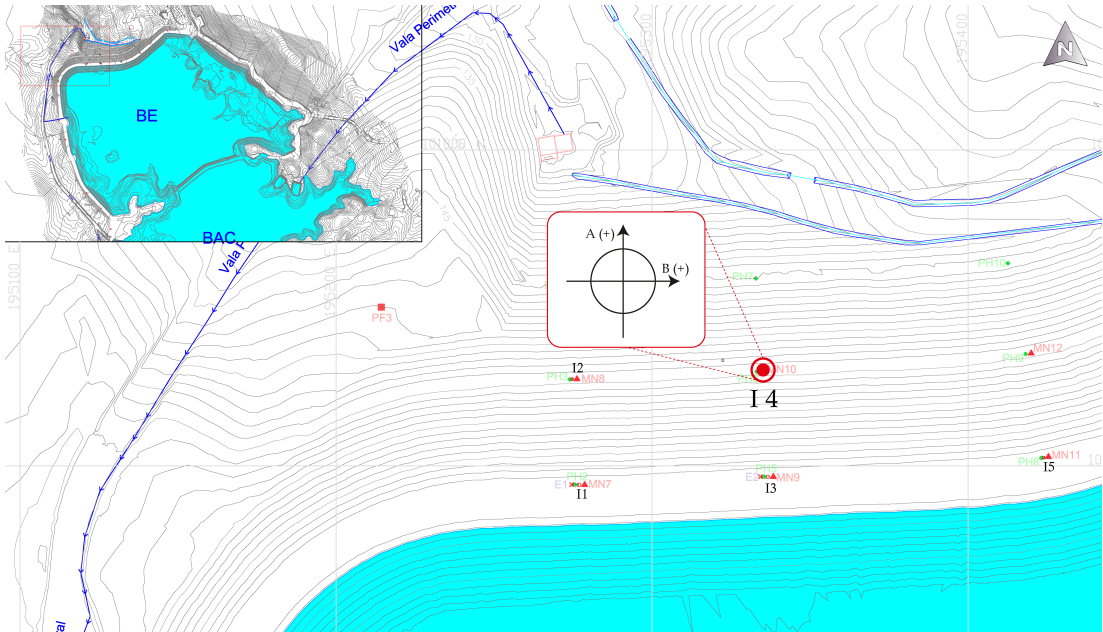




Instalação de Resíduos BE-BAC

Inclinómetro I 4

deformação acumulada segundo a direção A e B

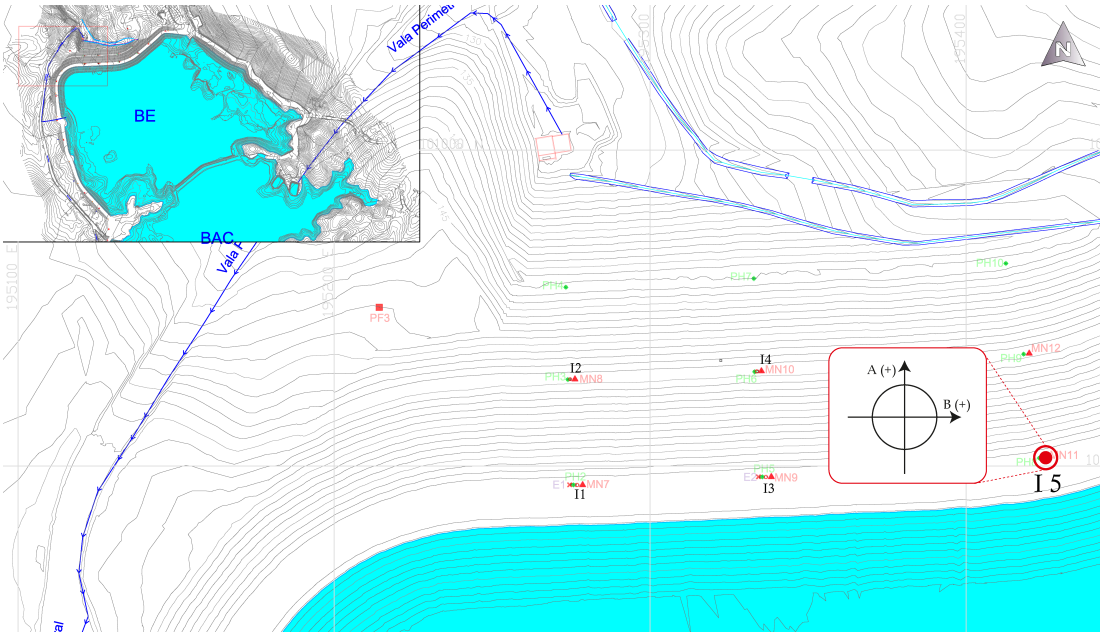




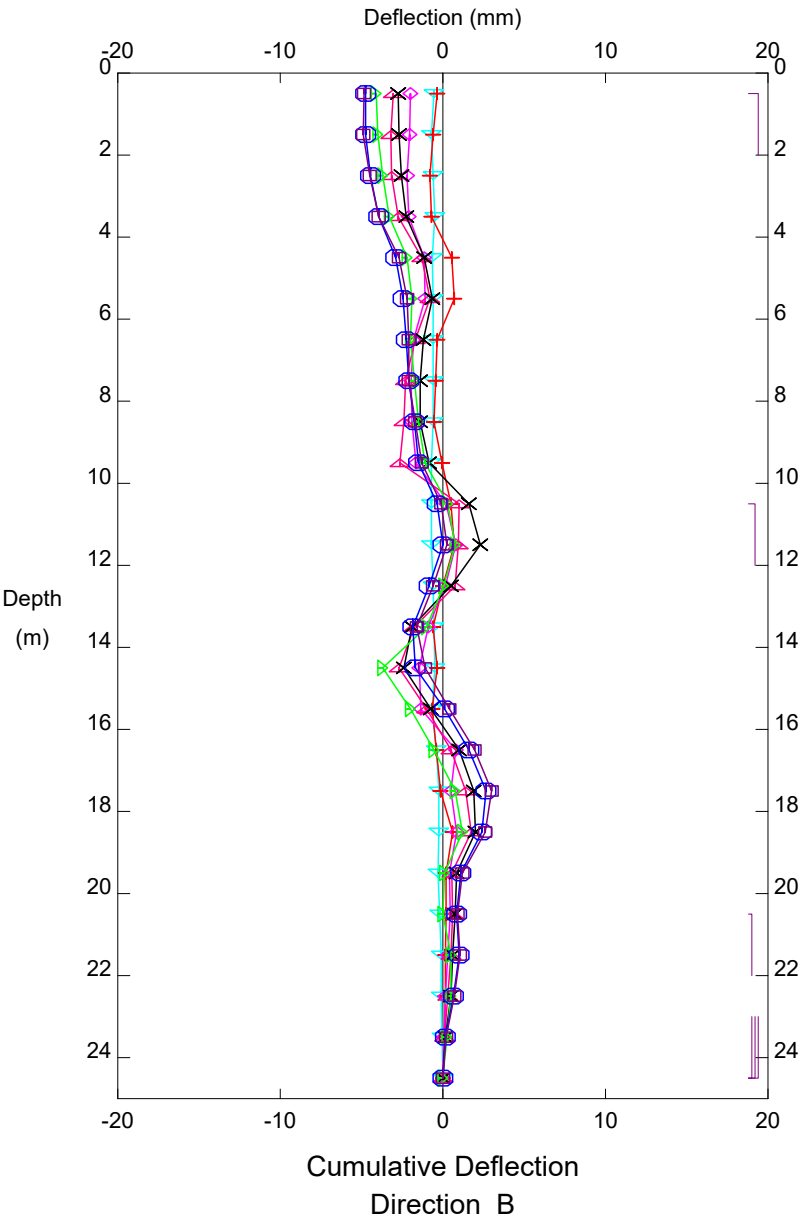
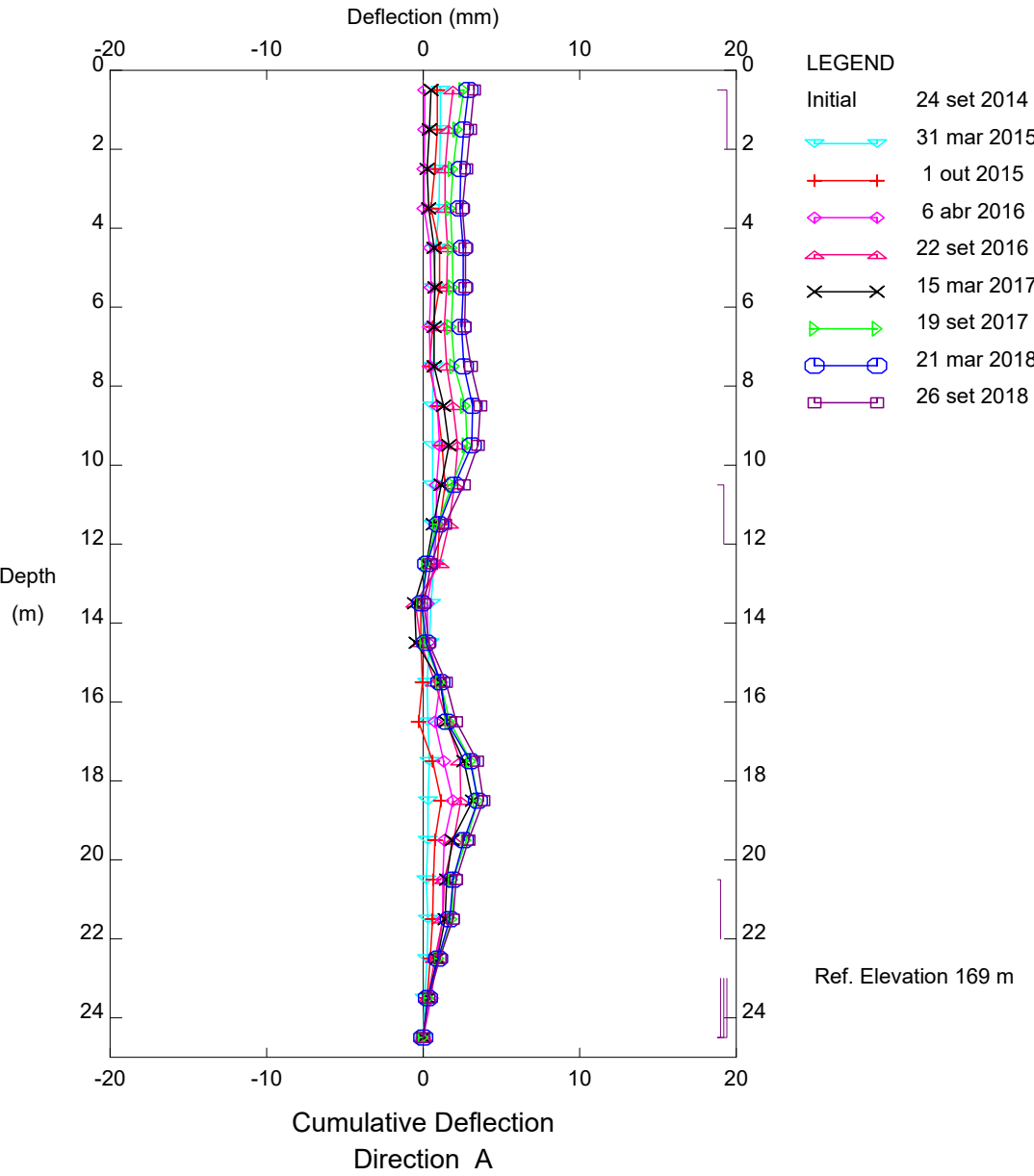
Instalação de Resíduos BE-BAC

Inclinómetro I 5

deformação acumulada segundo a direção A e B



EPOS, S.A. - Oeiras



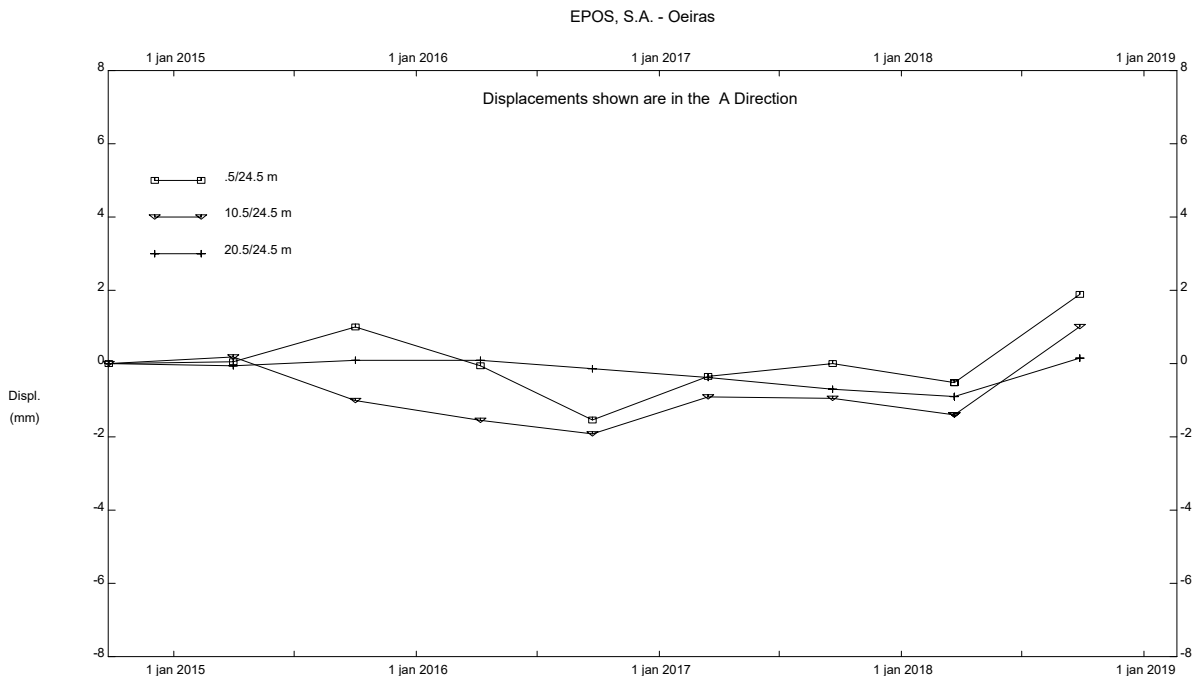
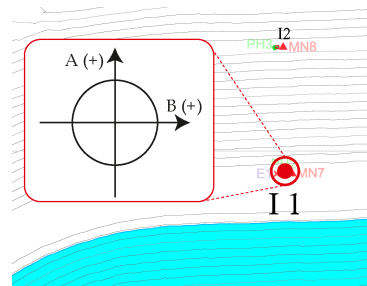
Deformação *versus* tempo



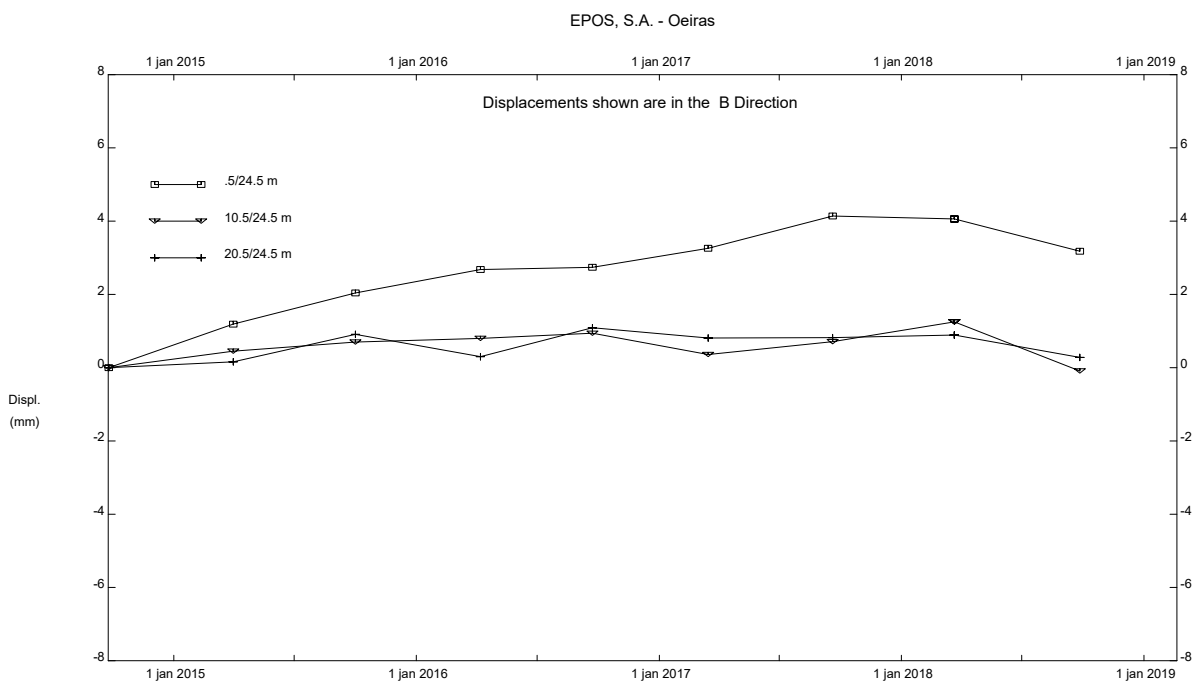
Instalação de Resíduos BE-BAC

Inclinómetro I 1

deformação vs tempo segundo a direção A e B
topo-base/10 m - base/20 m - base



ALJUSTREL, Inclinometer I1
ALMINA, Minas do Alentejo SA



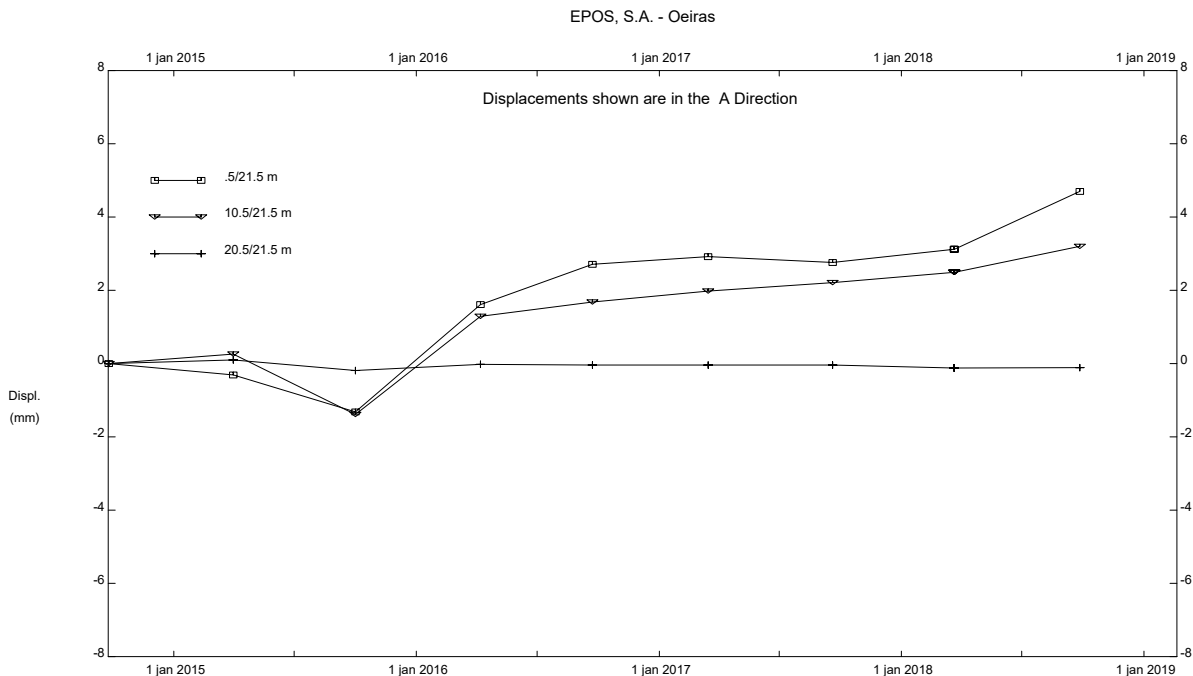
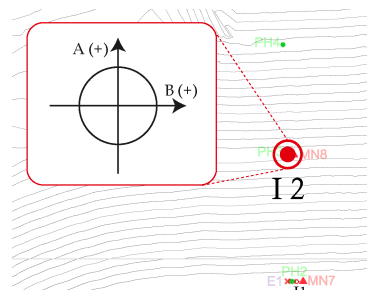
ALJUSTREL, Inclinometer I1
ALMINA, Minas do Alentejo SA



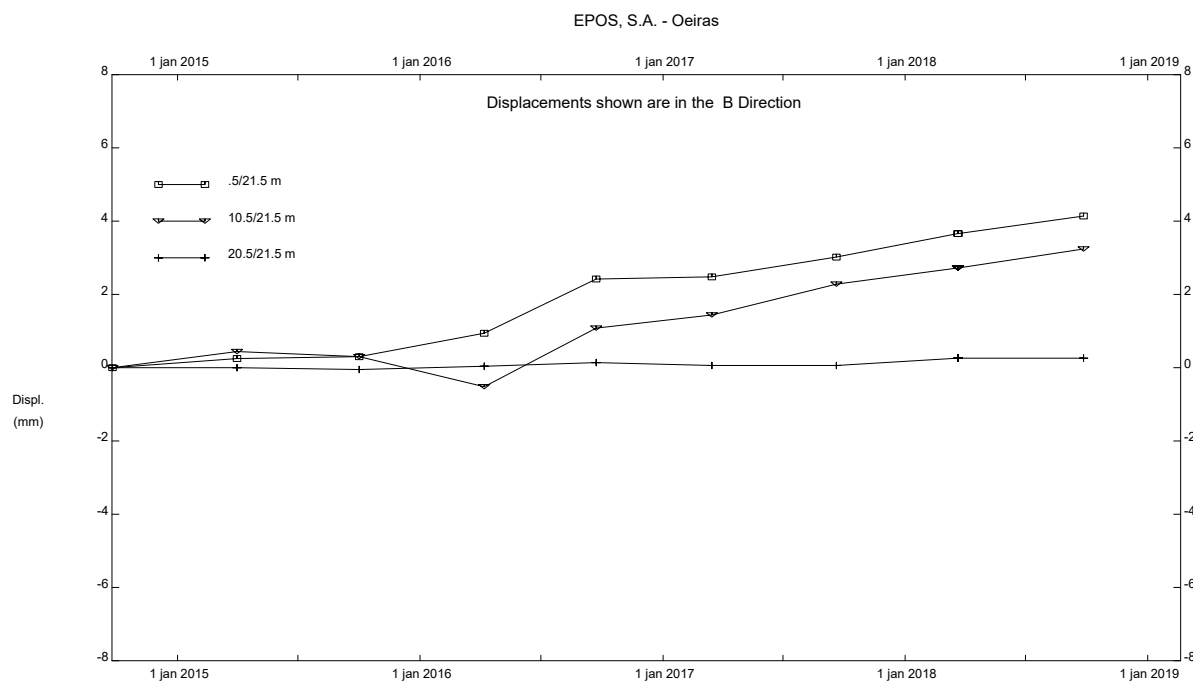
Instalação de Resíduos BE-BAC

Inclinómetro I 2

deformação vs tempo segundo a direção A e B
topo-base/10 m - base/20 m - base



ALJUSTREL, Inclinometer I2
ALMINA Minas do Alentejo SA



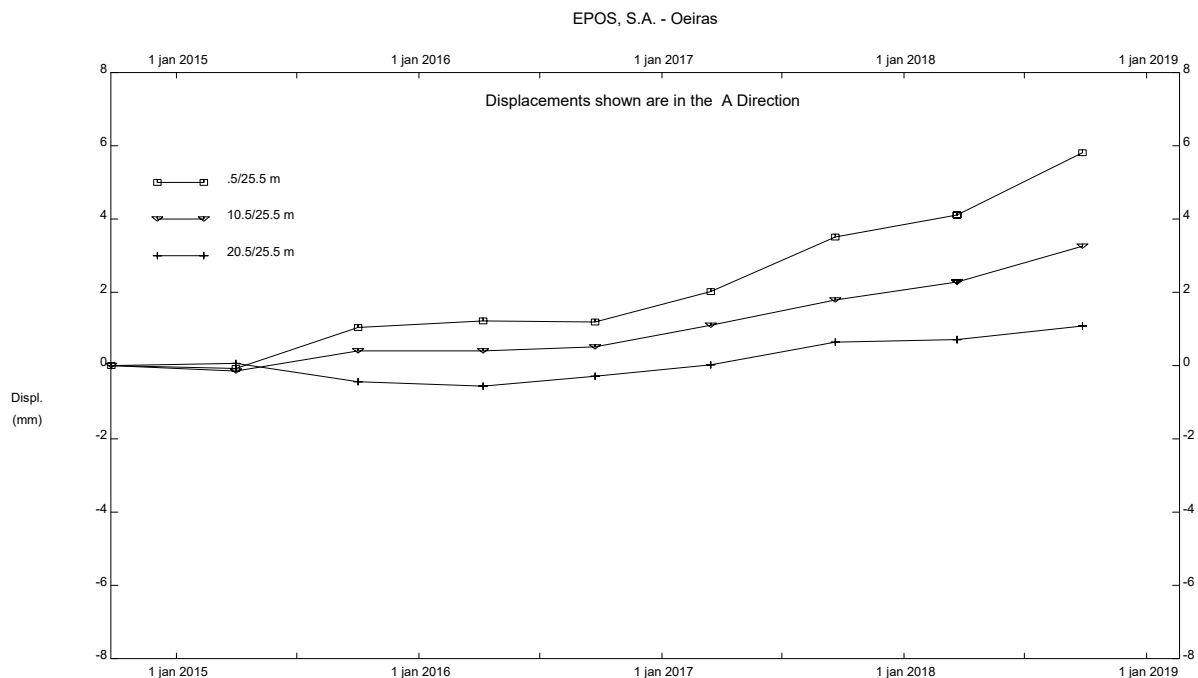
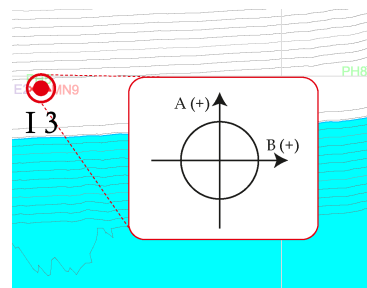
ALJUSTREL, Inclinometer I2
ALMINA Minas do Alentejo SA



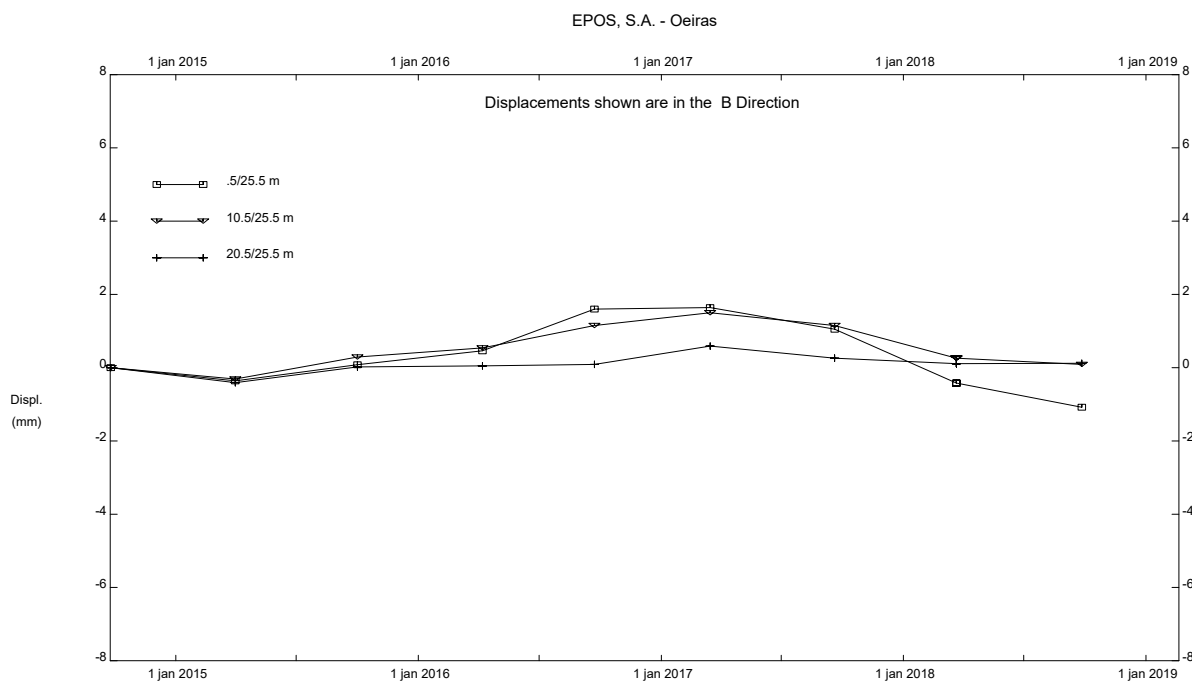
Instalação de Resíduos BE-BAC

Inclinómetro I 3

deformação vs tempo segundo a direção A e B
topo-base/10 m - base/20 m - base



ALJUSTREL, Inclinometer I3
ALMINA, Minas do Alentejo SA



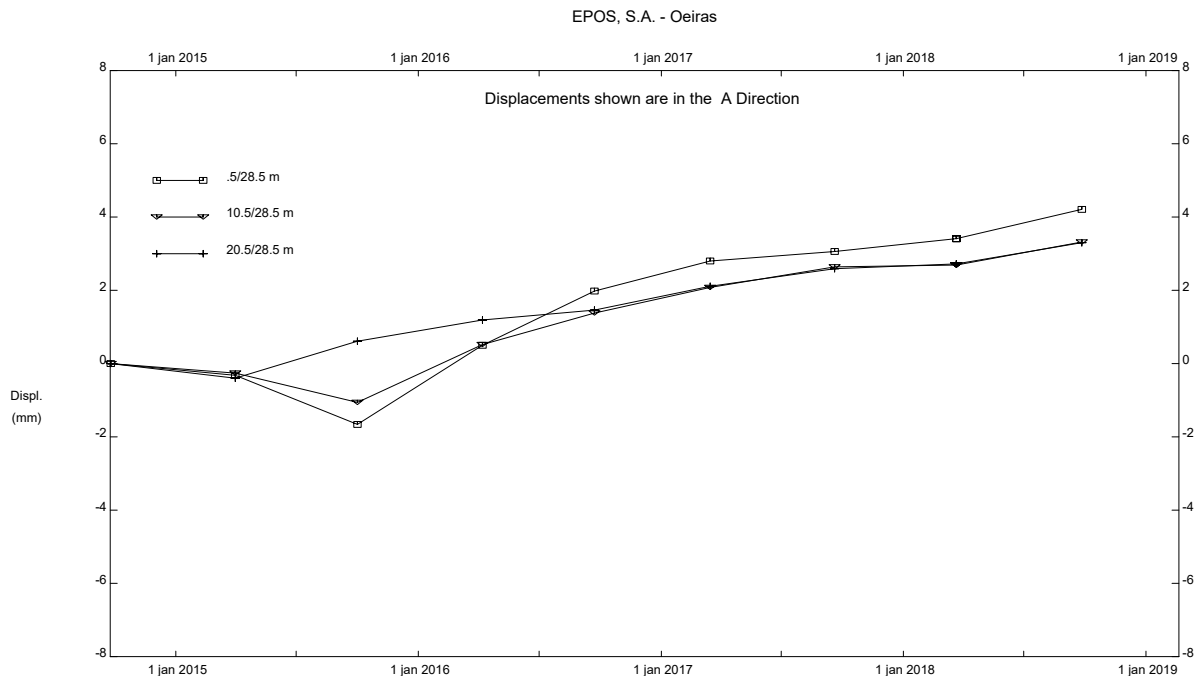
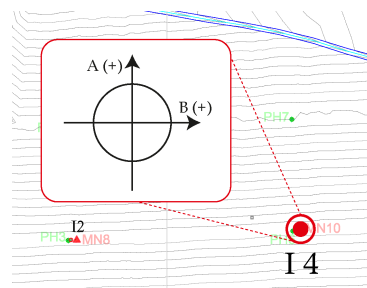
ALJUSTREL, Inclinometer I3
ALMINA, Minas do Alentejo SA



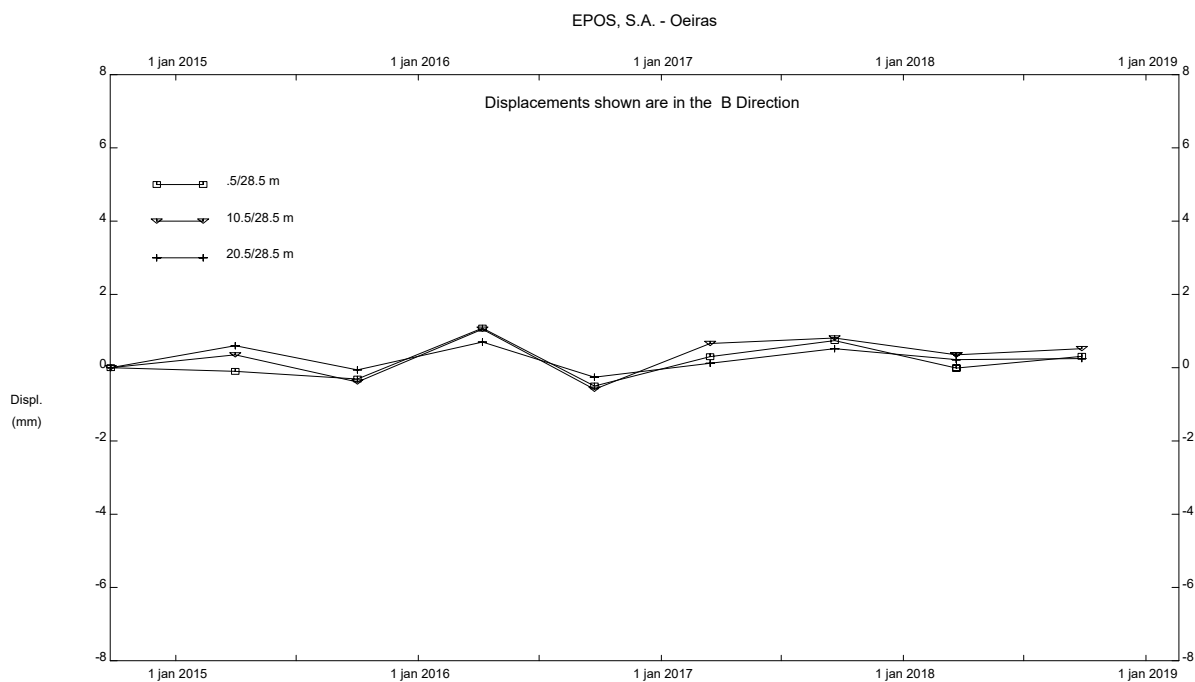
Instalação de Resíduos BE-BAC

Inclinómetro I 4

deformação vs tempo segundo a direção A e B
topo-base/10 m - base/20 m - base



ALJUSTREL, Inclinometer I4
ALMINA. Minas do Alentejo, SA



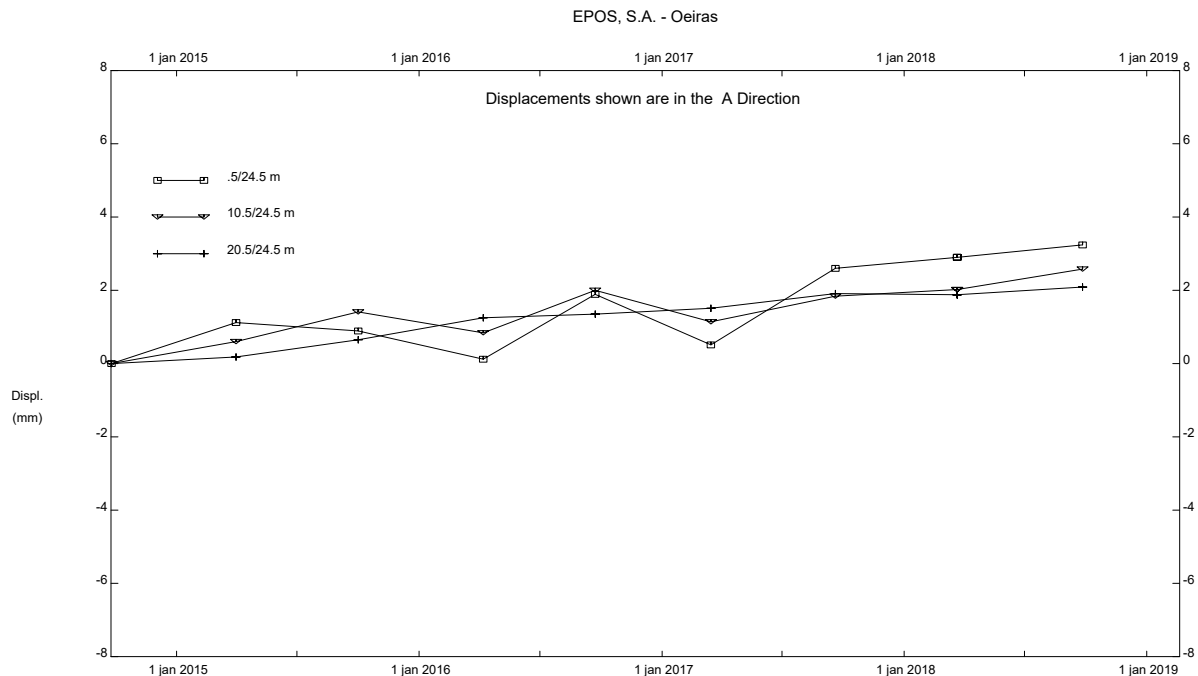
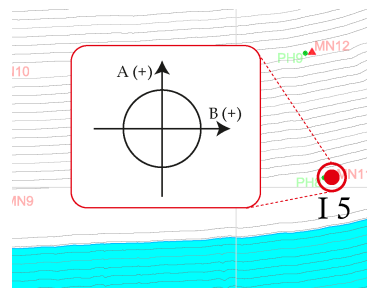
ALJUSTREL, Inclinometer I4
ALMINA. Minas do Alentejo, SA



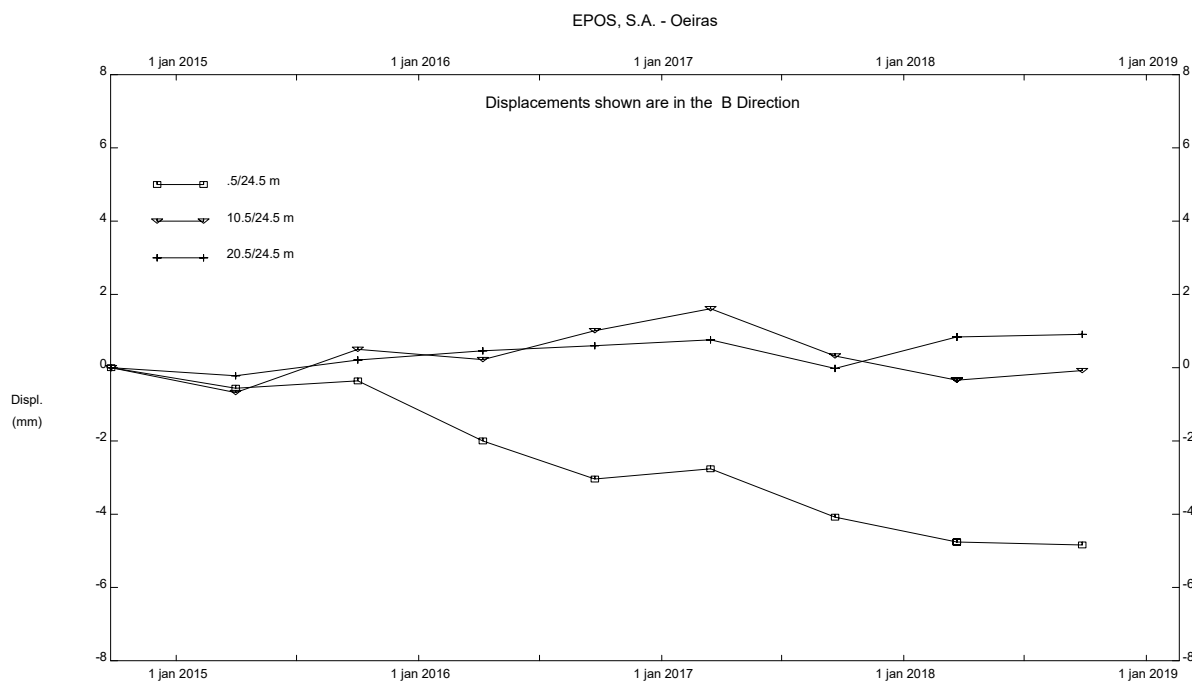
Instalação de Resíduos BE-BAC

Inclinómetro I 5

deformação vs tempo segundo a direção A e B
topo-base/10 m - base/20 m - base



ALJUSTREL, Inclinometer I5
ALMINA, Minas do Alentejo SA



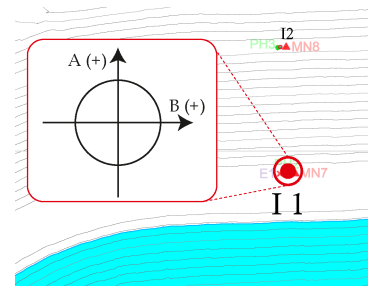
ALJUSTREL, Inclinometer I5
ALMINA, Minas do Alentejo SA

Dados analíticos

Instalação de Resíduos BE-BAC

Inclinómetro I 1

Dados analíticos segundo a direção A e B



Current readings dated **26 Set 2018** relative to initial **24 Set 2014**

DIREÇÃO A

A0	A180	Past Diff.	A0	A180	Current Diff.	Change	Deflect. (mm)	Depth (m)
-640	641	-1281	-625	626	-1251	30	1,888	1,0
-458	458	-916	-465	466	-931	-15	1,513	2,0
-290	290	-580	-306	305	-611	-31	1,700	3,0
-284	284	-568	-294	293	-587	-19	2,088	4,0
-320	318	-638	-316	315	-631	7	2,325	5,0
-253	251	-504	-265	263	-528	-24	2,238	6,0
-189	190	-379	-215	214	-429	-50	2,538	7,0
-371	369	-740	-352	349	-701	39	3,163	8,0
-508	508	-1016	-463	464	-927	89	2,675	9,0
-486	485	-971	-464	463	-927	44	1,563	10,0
-317	317	-634	-323	318	-641	-7	1,013	11,0
-174	172	-346	-203	202	-405	-59	1,100	12,0
-225	226	-451	-161	159	-320	131	1,838	13,0
-184	182	-366	-141	139	-280	86	0,200	14,0
-188	184	-372	-197	193	-390	-18	-0,875	15,0
-185	184	-369	-222	220	-442	-73	-0,650	16,0
-328	329	-657	-330	331	-661	-4	0,263	17,0
-368	368	-736	-347	348	-695	41	0,313	18,0
-332	327	-659	-319	315	-634	25	-0,200	19,0
-261	260	-521	-287	287	-574	-53	-0,513	20,0
-261	262	-523	-275	275	-550	-27	0,150	21,0
-237	224	-461	-224	209	-433	28	0,488	22,0
-164	164	-328	-166	165	-331	-3	0,138	23,0
-196	196	-392	-189	189	-378	14	0,175	24,0

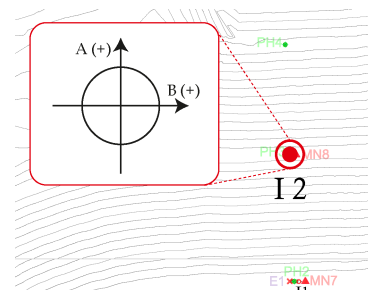
DIREÇÃO B

B0	B180	Past Diff.	B0	B180	Current Diff.	Change	Deflect. (mm)	Depth (m)
-374	366	-740	-368	357	-725	15	3,175	1,0
-292	287	-579	-306	297	-603	-24	2,988	2,0
-291	288	-579	-278	269	-547	32	3,288	3,0
-268	263	-531	-273	265	-538	-7	2,888	4,0
-312	308	-620	-306	297	-603	17	2,975	5,0
-350	345	-695	-345	336	-681	14	2,763	6,0
-418	414	-832	-409	401	-810	22	2,588	7,0
-450	442	-892	-417	404	-821	71	2,313	8,0
-345	339	-684	-326	312	-638	46	1,425	9,0
-331	329	-660	-296	289	-585	75	0,850	10,0
-277	271	-548	-331	322	-653	-105	-0,088	11,0
-319	312	-631	-321	311	-632	-1	1,225	12,0
-189	183	-372	-215	204	-419	-47	1,238	13,0
-267	259	-526	-244	232	-476	50	1,825	14,0
-431	424	-855	-408	397	-805	50	1,200	15,0
-528	523	-1051	-533	525	-1058	-7	0,575	16,0
-414	404	-818	-340	326	-666	152	0,663	17,0
-124	114	-238	-145	131	-276	-38	-1,238	18,0
-86	89	-175	-71	72	-143	32	-0,763	19,0
-182	175	-357	-242	230	-472	-115	-1,163	20,0
-366	360	-726	-395	384	-779	-53	0,275	21,0
-364	368	-732	-373	375	-748	-16	0,938	22,0
-287	278	-565	-255	243	-498	67	1,138	23,0
-304	297	-601	-292	285	-577	24	0,300	24,0

Instalação de Resíduos BE-BAC

Inclinómetro I 2

Dados analíticos segundo a direção A e B



Current readings dated **26 Set 2018** relative to initial **24 Set 2014**

DIREÇÃO A

A0	A180	Past Diff.	A0	A180	Current Diff. Change	Deflect. (mm)	Depth (m)
-203	204	-407	-188	188	-376 31	4,700	1,0
-172	171	-343	-156	152	-308 35	4,313	2,0
-161	160	-321	-162	161	-323 -2	3,875	3,0
-134	134	-268	-148	147	-295 -27	3,900	4,0
-228	228	-456	-207	205	-412 44	4,238	5,0
-259	257	-516	-247	243	-490 26	3,688	6,0
-267	259	-526	-267	262	-529 -3	3,363	7,0
-218	220	-438	-227	229	-456 -18	3,400	8,0
-217	217	-434	-213	212	-425 9	3,625	9,0
-240	245	-485	-230	230	-460 25	3,513	10,0
-365	365	-730	-372	371	-743 -13	3,200	11,0
-329	332	-661	-329	329	-658 3	3,363	12,0
-334	338	-672	-329	330	-659 13	3,325	13,0
-385	386	-771	-385	385	-770 1	3,163	14,0
-363	364	-727	-388	388	-776 -49	3,150	15,0
-329	327	-656	-267	262	-529 127	3,763	16,0
-358	365	-723	-321	325	-646 77	2,175	17,0
-421	426	-847	-384	386	-770 77	1,213	18,0
-423	426	-849	-402	407	-809 40	0,250	19,0
-378	378	-756	-383	384	-767 -11	-0,250	20,0
-380	380	-760	-385	384	-769 -9	-0,113	21,0

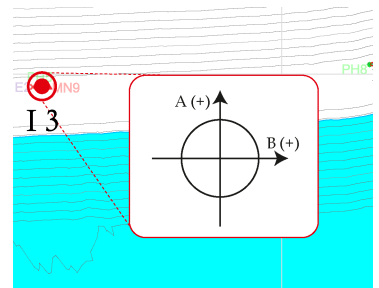
DIREÇÃO B

B0	B180	Past Diff.	B0	B180	Current Diff. Change	Deflect. (mm)	Depth (m)
203	-205	408	183	-191	374 -34	4,138	1,0
366	-372	738	349	-363	712 -26	4,563	2,0
380	-389	769	375	-390	765 -4	4,888	3,0
396	-406	802	408	-424	832 30	4,938	4,0
353	-359	712	382	-394	776 64	4,563	5,0
378	-385	763	372	-387	759 -4	3,763	6,0
332	-329	661	328	-325	653 -8	3,813	7,0
429	-435	864	436	-451	887 23	3,913	8,0
428	-444	872	436	-456	892 20	3,625	9,0
462	-472	934	466	-479	945 11	3,375	10,0
510	-522	1032	519	-535	1054 22	3,238	11,0
500	-507	1007	495	-509	1004 -3	2,963	12,0
482	-492	974	485	-498	983 9	3,000	13,0
460	-465	925	458	-469	927 2	2,888	14,0
446	-451	897	445	-450	895 -2	2,863	15,0
405	-411	816	448	-445	893 77	2,888	16,0
455	-465	920	472	-478	950 30	1,925	17,0
444	-453	897	480	-484	964 67	1,550	18,0
450	-462	912	461	-479	940 28	0,713	19,0
434	-445	879	437	-450	887 8	0,363	20,0
416	-426	842	425	-438	863 21	0,263	21,0

Instalação de Resíduos BE-BAC

Inclinómetro I 3

Dados analíticos segundo a direção A e B



Current readings dated **26 Set 2018** relative to initial **24 Set 2014**

DIREÇÃO A

A0	A180	Past Diff.	A0	A180	Current Diff. Change	Deflect. (mm)	Depth (m)
-148	148	-296	-140	141	-281 15	5,813	1,0
-117	117	-234	-116	117	-233 1	5,625	2,0
-63	64	-127	-43	44	-87 40	5,613	3,0
-31	30	-61	-3	3	-6 55	5,113	4,0
-63	62	-125	-36	36	-72 53	4,425	5,0
-24	27	-51	-11	11	-22 29	3,763	6,0
7	-8	15	3	-5	8 -7	3,400	7,0
51	-52	103	53	-54	107 4	3,488	8,0
74	-73	147	76	-75	151 4	3,438	9,0
88	-88	176	93	-93	186 10	3,388	10,0
174	-174	348	171	-171	342 -6	3,263	11,0
236	-234	470	222	-222	444 -26	3,338	12,0
258	-258	516	256	-256	512 -4	3,663	13,0
225	-225	450	238	-239	477 27	3,713	14,0
245	-244	489	273	-274	547 58	3,375	15,0
324	-322	646	357	-356	713 67	2,650	16,0
399	-398	797	420	-422	842 45	1,813	17,0
370	-370	740	376	-376	752 12	1,250	18,0
309	-308	617	326	-326	652 35	1,100	19,0
246	-245	491	229	-229	458 -33	0,663	20,0
228	-227	455	210	-210	420 -35	1,075	21,0
259	-258	517	244	-244	488 -29	1,513	22,0
300	-302	602	301	-302	603 1	1,875	23,0
325	-325	650	343	-343	686 36	1,863	24,0
361	-363	724	418	-419	837 113	1,413	25,0

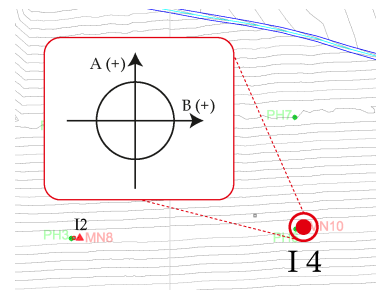
DIREÇÃO B

B0	B180	Past Diff.	B0	B180	Current Diff. Change	Deflect. (mm)	Depth (m)
-354	347	-701	-377	366	-743 -42	-1,075	1,0
-244	228	-472	-244	223	-467 5	-0,550	2,0
-167	159	-326	-180	167	-347 -21	-0,613	3,0
-176	170	-346	-200	190	-390 -44	-0,350	4,0
-227	225	-452	-252	249	-501 -49	0,200	5,0
-259	254	-513	-280	272	-552 -39	0,813	6,0
-276	270	-546	-265	256	-521 25	1,300	7,0
-240	235	-475	-223	215	-438 37	0,988	8,0
-241	244	-485	-223	225	-448 37	0,525	9,0
-286	280	-566	-289	279	-568 -2	0,063	10,0
-338	334	-672	-330	325	-655 17	0,088	11,0
-378	370	-748	-367	356	-723 25	-0,125	12,0
-394	386	-780	-396	388	-784 -4	-0,438	13,0
-443	436	-879	-465	456	-921 -42	-0,388	14,0
-438	431	-869	-440	432	-872 -3	0,138	15,0
-400	394	-794	-406	398	-804 -10	0,175	16,0
-411	402	-813	-417	406	-823 -10	0,300	17,0
-403	393	-796	-409	397	-806 -10	0,425	18,0
-438	429	-867	-424	415	-839 28	0,550	19,0
-439	433	-872	-437	429	-866 6	0,200	20,0
-467	459	-926	-477	468	-945 -19	0,125	21,0
-481	472	-953	-476	467	-943 10	0,363	22,0
-467	458	-925	-459	450	-909 16	0,238	23,0
-378	371	-749	-377	368	-745 4	0,038	24,0
-339	333	-672	-341	332	-673 -1	-0,013	25,0

Instalação de Resíduos BE-BAC

Inclinómetro I 4

Dados analíticos segundo a direção A e B



Current readings dated **26 Set 2018** relative to initial **24 Set 2014**

DIREÇÃO A

A0	A180	Past Diff.	A0	A180	Current Diff.	Change	Deflect. (mm)	Depth (m)
279	-278	557	309	-309	618	61	4,213	1,0
171	-171	342	158	-160	318	-24	3,450	2,0
23	-20	43	18	-17	35	-8	3,750	3,0
-23	23	-46	-25	27	-52	-6	3,850	4,0
-55	58	-113	-55	58	-113	0	3,925	5,0
-80	81	-161	-75	75	-150	11	3,925	6,0
-44	46	-90	-56	57	-113	-23	3,788	7,0
-49	51	-100	-43	43	-86	14	4,075	8,0
-53	53	-106	-39	37	-76	30	3,900	9,0
-81	82	-163	-73	74	-147	16	3,525	10,0
-158	156	-314	-150	147	-297	17	3,325	11,0
-236	235	-471	-231	230	-461	10	3,113	12,0
-273	274	-547	-285	285	-570	-23	2,988	13,0
-282	284	-566	-278	280	-558	8	3,275	14,0
-281	282	-563	-269	269	-538	25	3,175	15,0
-290	289	-579	-293	292	-585	-6	2,863	16,0
-385	387	-772	-398	398	-796	-24	2,938	17,0
-356	356	-712	-365	366	-731	-19	3,238	18,0
-325	327	-652	-326	326	-652	0	3,475	19,0
-321	325	-646	-316	316	-632	14	3,475	20,0
-317	318	-635	-305	305	-610	25	3,300	21,0
-271	270	-541	-238	238	-476	65	2,988	22,0
-259	256	-515	-225	227	-452	63	2,175	23,0
-332	332	-664	-267	269	-536	128	1,388	24,0
-396	397	-793	-371	373	-744	49	-0,213	25,0
-495	494	-989	-525	523	-1048	-59	-0,825	26,0
-426	425	-851	-425	424	-849	2	-0,088	27,0
-419	418	-837	-423	423	-846	-9	-0,113	28,0

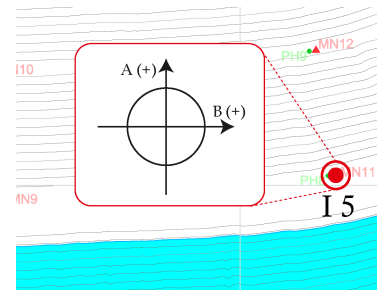
DIREÇÃO B

B0	B180	Past Diff.	B0	B180	Current Diff.	Change	Deflect. (mm)	Depth (m)
-55	50	-105	-68	56	-124	-19	0,313	1,0
-14	10	-24	-2	-8	6	30	0,550	2,0
40	-48	88	38	-52	90	2	0,175	3,0
54	-64	118	48	-63	111	-7	0,150	4,0
5	-10	15	18	-28	46	31	0,238	5,0
-34	29	-63	-26	13	-39	24	-0,150	6,0
-37	30	-67	-48	38	-86	-19	-0,450	7,0
-68	65	-133	-84	73	-157	-24	-0,213	8,0
-95	86	-181	-98	83	-181	0	0,088	9,0
-96	87	-183	-117	101	-218	-35	0,088	10,0
-104	100	-204	-135	126	-261	-57	0,525	11,0
-129	121	-250	-148	135	-283	-33	1,238	12,0
-155	148	-303	-147	134	-281	22	1,650	13,0
-181	176	-357	-156	147	-303	54	1,375	14,0
-223	217	-440	-203	190	-393	47	0,700	15,0
-252	245	-497	-244	231	-475	22	0,113	16,0
-178	164	-342	-186	168	-354	-12	-0,163	17,0
-221	211	-432	-228	215	-443	-11	-0,013	18,0
-246	237	-483	-264	250	-514	-31	0,125	19,0
-335	326	-661	-327	313	-640	21	0,513	20,0
-365	356	-721	-355	343	-698	23	0,250	21,0
-331	323	-654	-350	337	-687	-33	-0,038	22,0
-403	400	-803	-410	397	-807	-4	0,375	23,0
-395	387	-782	-391	380	-771	11	0,425	24,0
-408	405	-813	-391	382	-773	40	0,288	25,0
-479	464	-943	-490	476	-966	-23	-0,213	26,0
-501	496	-997	-501	492	-993	4	0,075	27,0
-426	418	-844	-426	416	-842	2	0,025	28,0

Instalação de Resíduos BE-BAC

Inclinómetro I 5

Dados analíticos segundo a direção A e B



Current readings dated **26 Set 2018** relative to initial **24 Set 2014**

DIREÇÃO A

A0	A180	Past Diff.	A0	A180	Current Diff.	Change	Deflect. (mm)	Depth (m)
-59	59	-118	-48	50	-98	20	3,238	1,0
-194	195	-389	-185	185	-370	19	2,988	2,0
-241	242	-483	-232	233	-465	18	2,750	3,0
-324	322	-646	-330	328	-658	-12	2,525	4,0
-338	337	-675	-341	338	-679	-4	2,675	5,0
-354	354	-708	-352	350	-702	6	2,725	6,0
-369	348	-717	-371	378	-749	-32	2,650	7,0
-322	323	-645	-347	346	-693	-48	3,050	8,0
-337	338	-675	-333	331	-664	11	3,650	9,0
-330	330	-660	-290	295	-585	75	3,513	10,0
-320	323	-643	-274	274	-548	95	2,575	11,0
-317	317	-634	-282	282	-564	70	1,388	12,0
-328	328	-656	-310	310	-620	36	0,513	13,0
-394	396	-790	-407	407	-814	-24	0,063	14,0
-449	452	-901	-494	494	-988	-87	0,363	15,0
-458	459	-917	-484	485	-969	-52	1,450	16,0
-435	439	-874	-491	492	-983	-109	2,100	17,0
-487	486	-973	-502	502	-1004	-31	3,463	18,0
-458	460	-918	-420	420	-840	78	3,850	19,0
-469	469	-938	-438	437	-875	63	2,875	20,0
-449	448	-897	-441	439	-880	17	2,088	21,0
-468	468	-936	-436	435	-871	65	1,875	22,0
-468	468	-936	-441	439	-880	56	1,063	23,0
-437	436	-873	-423	421	-844	29	0,363	24,0

DIREÇÃO B

B0	B180	Past Diff.	B0	B180	Current Diff.	Change	Deflect. (mm)	Depth (m)
67	-72	139	66	-77	143	4	-4,838	1,0
-4	-5	1	-21	8	-29	-30	-4,888	2,0
1	-9	10	-24	11	-35	-45	-4,513	3,0
18	-22	40	-36	26	-62	-102	-3,950	4,0
-7	-3	-4	-27	13	-40	-36	-2,675	5,0
19	-27	46	12	-26	38	-8	-2,225	6,0
47	-38	85	40	-41	81	-4	-2,125	7,0
82	-89	171	63	-76	139	-32	-2,075	8,0
96	-102	198	80	-90	170	-28	-1,675	9,0
112	-123	235	59	-76	135	-100	-1,325	10,0
111	-117	228	96	-107	203	-25	-0,075	11,0
114	-120	234	145	-155	300	66	0,238	12,0
71	-79	150	105	-127	232	82	-0,588	13,0
95	-102	197	71	-85	156	-41	-1,613	14,0
112	-118	230	50	-62	112	-118	-1,100	15,0
78	-87	165	15	-24	39	-126	0,375	16,0
145	-148	293	100	-110	210	-83	1,950	17,0
210	-214	424	221	-235	456	32	2,988	18,0
165	-174	339	219	-233	452	113	2,588	19,0
168	-176	344	176	-189	365	21	1,175	20,0
192	-203	395	184	-199	383	-12	0,913	21,0
218	-225	443	230	-241	471	28	1,063	22,0
218	-226	444	236	-250	486	42	0,713	23,0
241	-249	490	246	-259	505	15	0,188	24,0

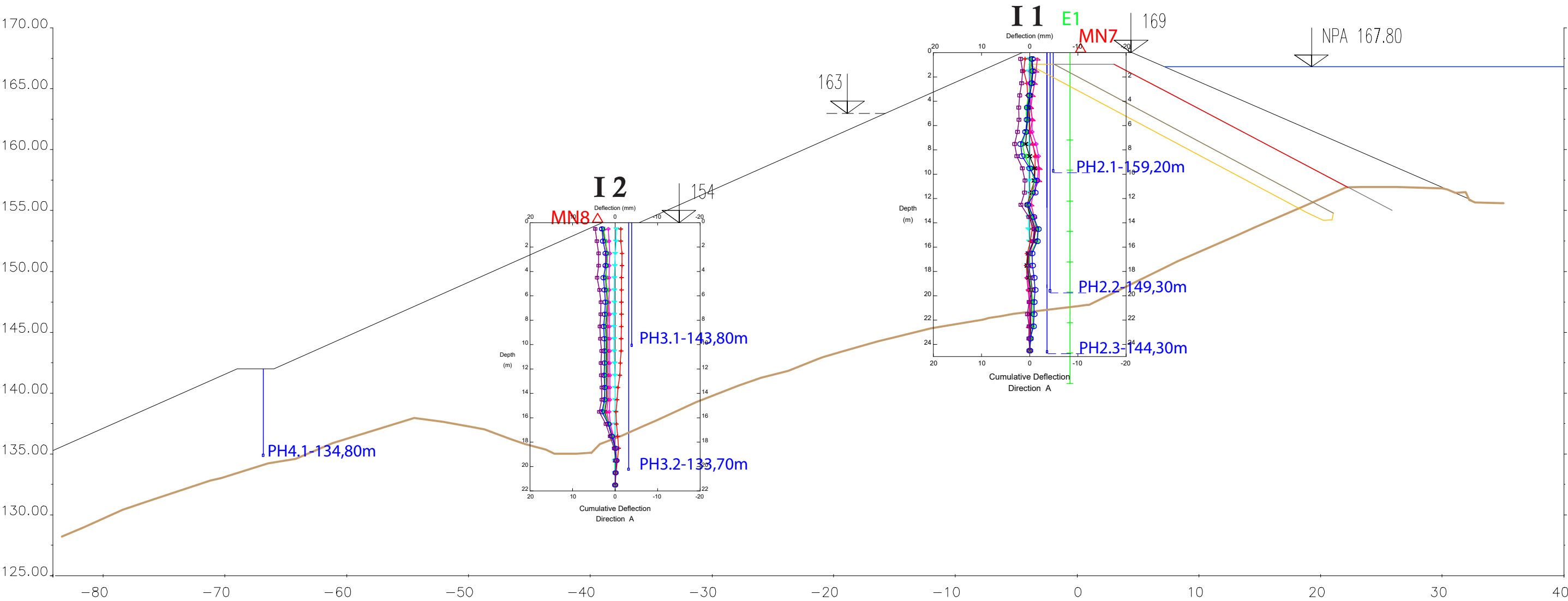
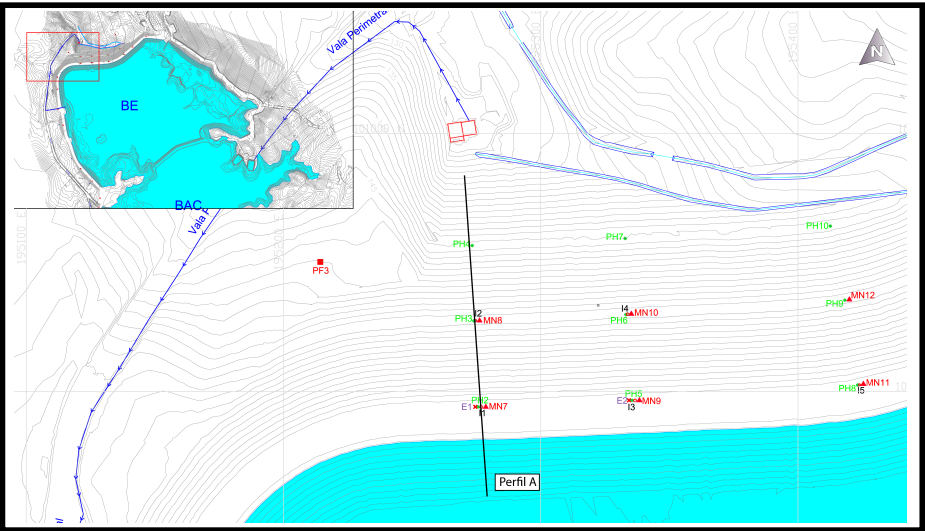
Perfis interpretativos



Instalação de Resíduos BE-BAC

Perfil A*

Inclinómetros



Simbologia	
△ MN1 - Marca nivelamento 1	E1 - Extensómetro nº1
I 1 - Inclinómetro nº1 (curva acumulada direção A)	PH1 - Piezómetro nº1

* Perfil elaborado com base no perfil transversal de instrumentação nº 6

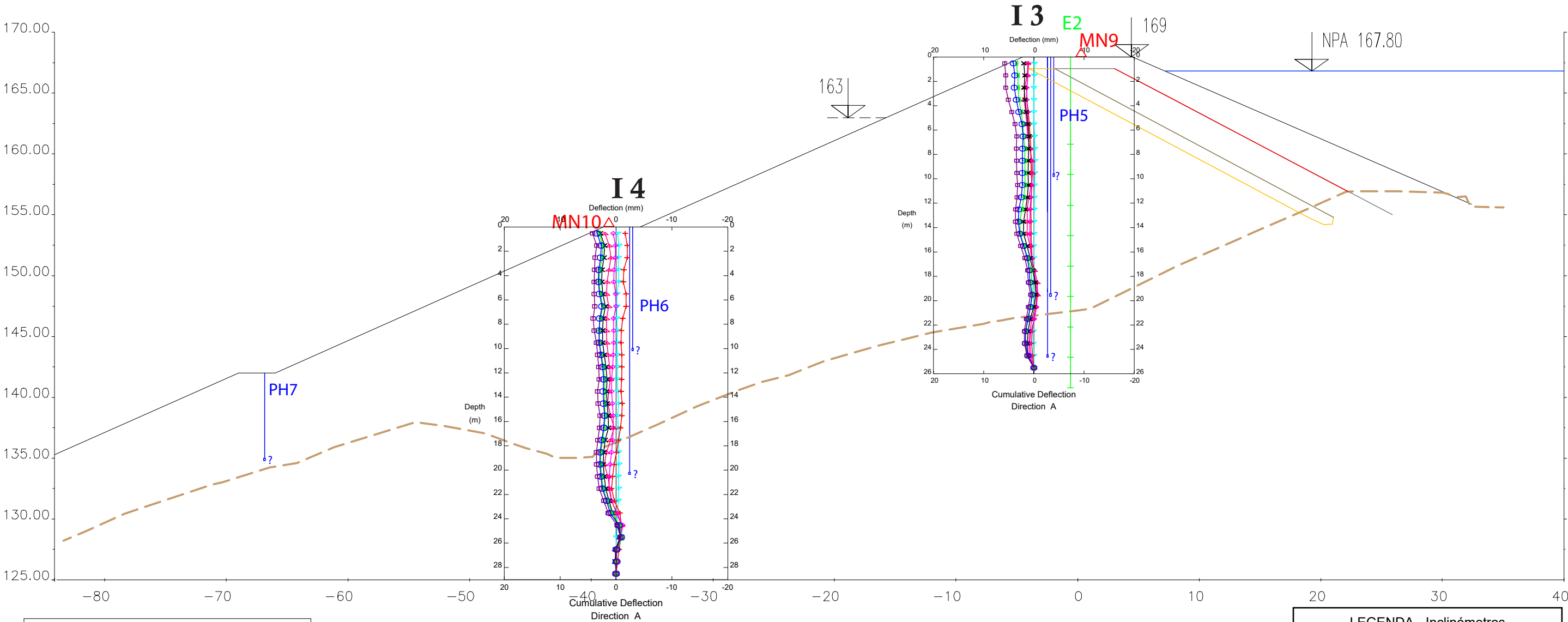
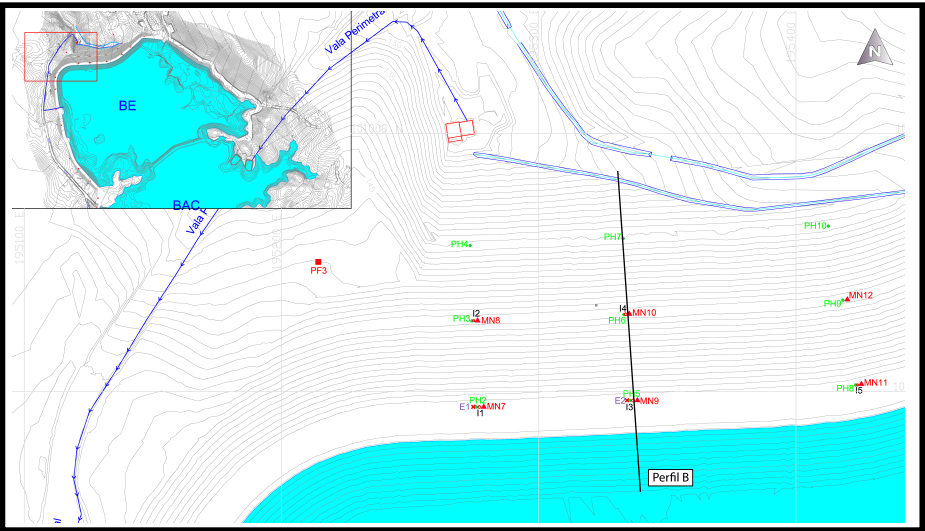
LEGENDA - Inclinómetros	
Leitura referência	24 setembro 2014
↔	31 março 2015
+	01 outubro 2015
◇	06 abril 2016
△	22 setembro 2016
×	15 março 2017
▶	19 setembro 2017
⊕	21 março 2018
⊗	26 setembro 2018



Instalação de Resíduos BE-BAC

Perfil B*

Inclinómetros



Simbologia	
△ MN1 - Marca nivelamento 1	 E1 - Extensómetro nº1
 I1 - Inclinómetro nº1 (curva acumulada direção A)	 PH1 - Piezómetro nº1

* Perfil elaborado com base no perfil transversal de instrumentação nº 6

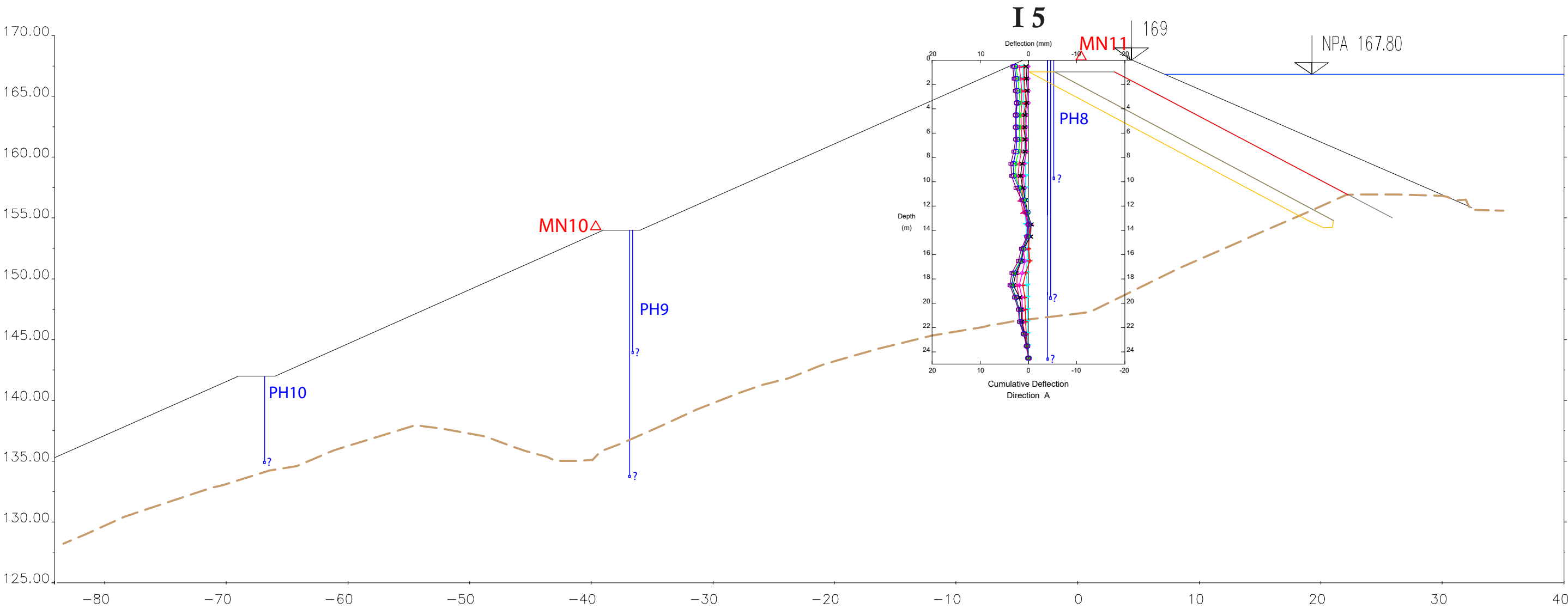
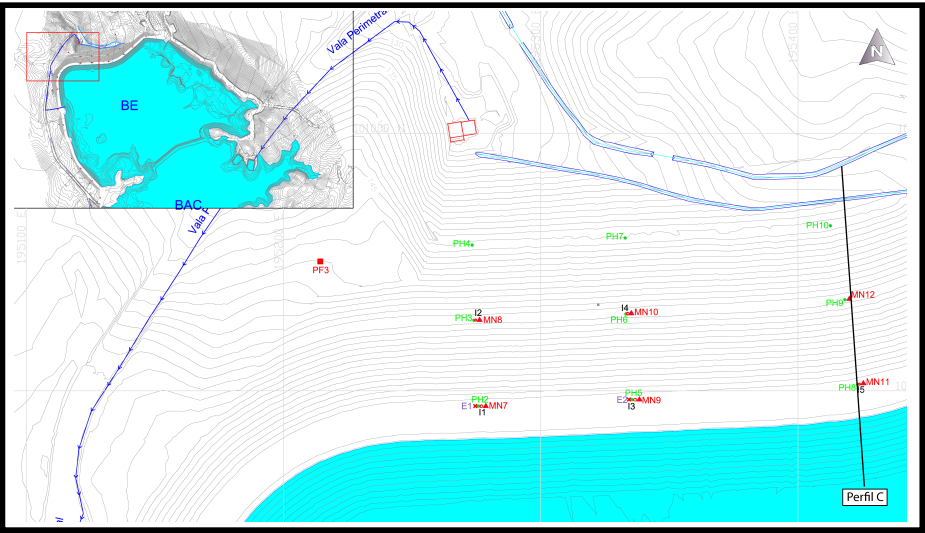
LEGENDA - Inclinómetros	
Leitura referência	24 setembro 2014
<—	31 março 2015
+	01 outubro 2015
◇	06 abril 2016
△	22 setembro 2016
×	15 março 2017
>—	19 setembro 2017
○	21 março 2018
□	26 setembro 2018



Instalação de Resíduos BE-BAC

Perfil C*

Inclinómetros



Simbologia			
△	MN1 - Marca nivelamento 1	 	E1 - Extensómetro nº1
 	I 1 - Inclinómetro nº1 (curva acumulada direção A)	 	PH1 - Piezómetro nº1

* Perfil elaborado com base no perfil transversal de instrumentação nº 6

LEGENDA - Inclinómetros	
Leitura referência	24 setembro 2014
←→	31 março 2015
+ +	01 outubro 2015
◇ ◇	06 abril 2016
△ △	22 setembro 2016
× ×	15 março 2017
▷ ▷	19 setembro 2017
⊕ ⊖	21 março 2018
⊞ ⊟	26 setembro 2018