

ALMINA - Minas do Alentejo, S.A.

INSTALAÇÃO DE RESÍDUOS BE-BAC

- Relatório de Observação da Instrumentação - ANO 2019

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.....	14
4. CONCLUSÕES.....	15

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-BAC¹**, 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)".

Na figura 2, ilustra-se o aspecto da instalação de resíduos BE-BAC

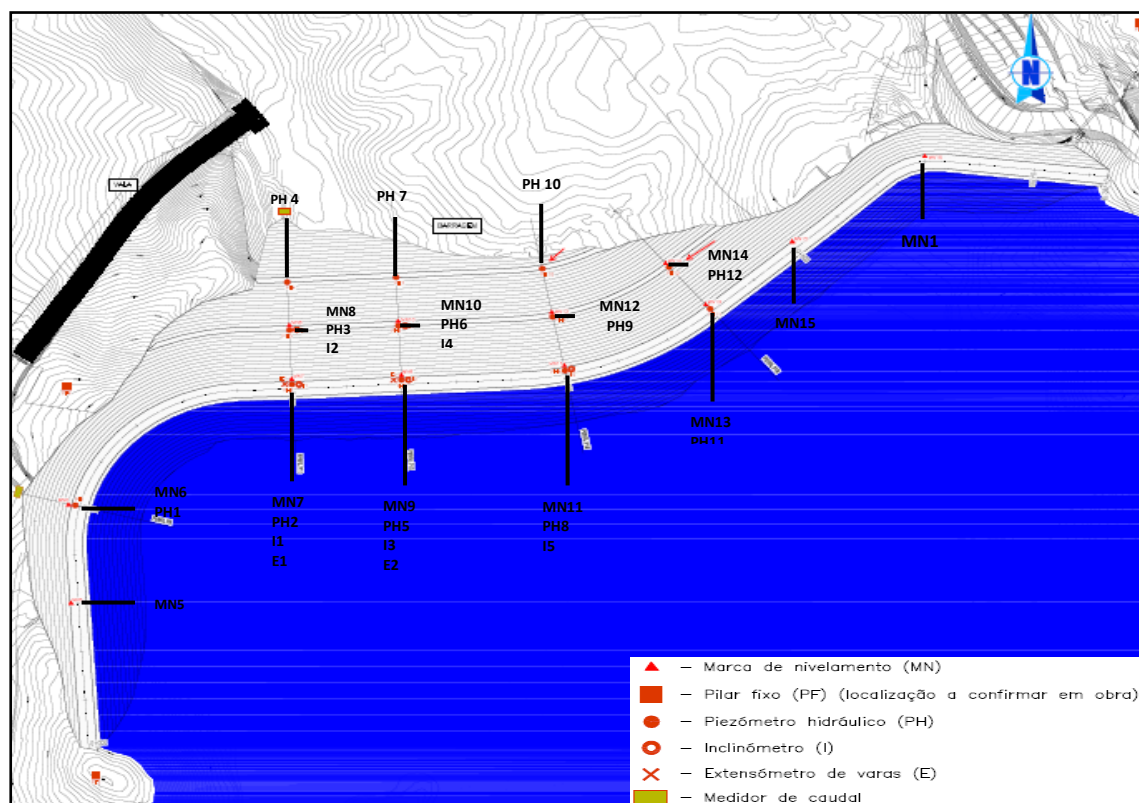


Fig.2 - Aspecto da instalação de resíduos (BE-BAC).

3. INSTRUMENTAÇÃO E OBSERVAÇÃO

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.

Na figura 3, ilustra-se a distribuição do sistema integrado de monitorização da BE-BAC.



Na visita efetuada ao local, observou-se que o paramento de jusante apresenta revestimento vegetal, isento de infestantes, não tendo sido identificado sinais de ravinamento e/ou assentamento.

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 aspeto geral dos piezómetros instalados na instalação de resíduos BE-BAC.



Fig.4 - Aspeto 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

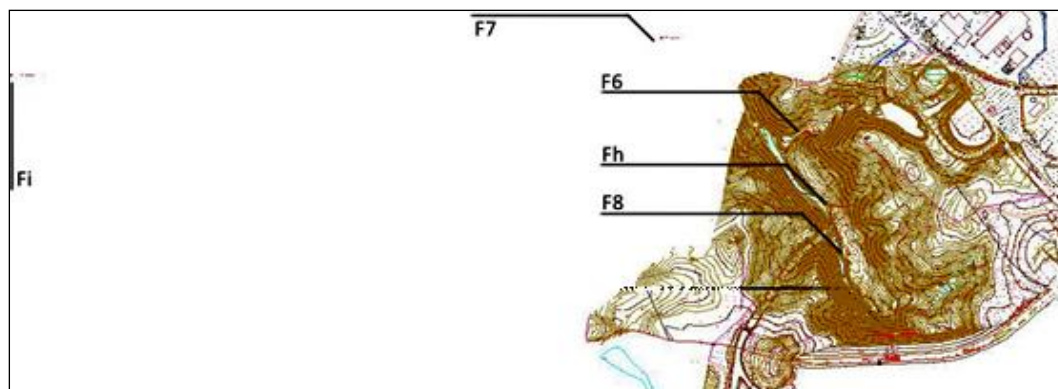


Fig. 5 - Localização dos piezómetros instalados no vale de jusante. (adaptado de Santos-Ferreira & Santos, 2010).

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 diretamente 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 2018.

3.4.1. Piezómetros

Com base nos dados de monitorização é possível observar o seguinte:

- Comparativamente ao ano 2018, cujos piezómetros **PH2.1**, **PH2.2**, **PH2.3** se mantiveram secos, no ano em análise apenas o piezómetro **PH2.2** apresenta comportamento análogo. Os piezómetros **PH2.1** e **PH2.3**, apresentam registos de lamas ou seco, com alternância de presença de lamas para a situação de seco e vice-versa;
- Os piezómetros **PH5.1**, **PH5.2**, **PH5.3**, **PH7.1** e **PH9.1** de forma geral, 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. Contudo no mês de Dezembro regista-se a presença de água no piezómetro **PH5.1**;
- Os piezómetros **PH3.1**, **PH6.1** e **PH8.1**, apresentam um comportamento semelhante ao ano anterior, caracterizado pela presença de lamas e/ou seco. Contudo nos meses de Junho a Setembro e Dezembro regista-se a presença de água nos piezómetros **PH8.1** e **PH6.1**, respetivamente;
- Os níveis verificados nos piezómetros **PH3.2**, **PH10.1**, **PH11.1**, **PH11.2**, **PH8.2**, **PH1.1** e **PH12.1** de forma geral acompanham a evolução da cota da albufeira. Porém no mês de Setembro, os piezómetros **PH8.2**, **PH1.1** e **PH12.1**, registam uma diminuição do nível piezométrico, sem qualquer explicação, passando em Dezembro a recuperar para níveis anteriormente registados, enquanto que no piezómetro **PH12.1** os valores continuam a descer;
- Comparativamente a Dezembro de 2018, até Março de 2019, as leituras no piezómetro **PH6.1** diminuem, contudo essa tendência inverte-se ao longo do resto do ano, à exceção do mês de Setembro no qual se regista a presença de lamas. Importa referir que os valores das leituras são pouco significativos;
- À exceção do piezómetro **F6** que nos meses de Agosto e Setembro de 2019, apresenta uma descida considerável em relação ao período homólogo de 2018, os piezómetros **F6**, **F7**, **F8**, localizados no vale a jusante da instalação de resíduos “BE-BAC” não apresentam variações significativas, ainda que a tendência aponte para uma subida dos valores. As medições registadas mantêm parca relação com as variações da cota da albufeira. A acessibilidade ao piezómetro **FH** e **FI** não permitiu a realização contínua de leituras ao longo do ano, contudo com base nos dados existentes conclui-se que este piezómetro 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 instalação de resíduos “ BE-BAC”, consiste num reservatório de captação de água percolada através da estrutura de paramento da instalação.

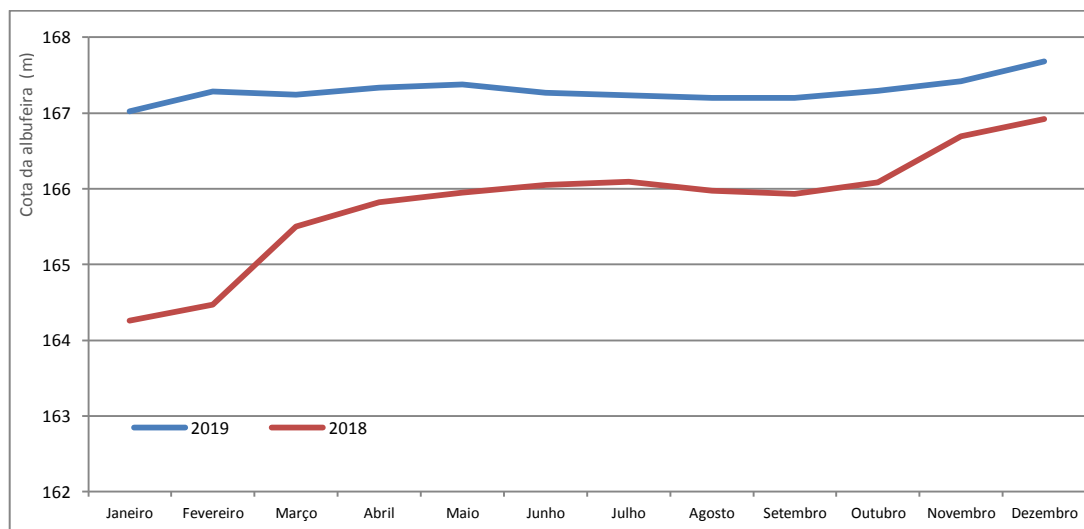
Na figura 9, ilustra-se o tanque de captação.



Fig. 9 - Aspecto geral do tanque de captação.

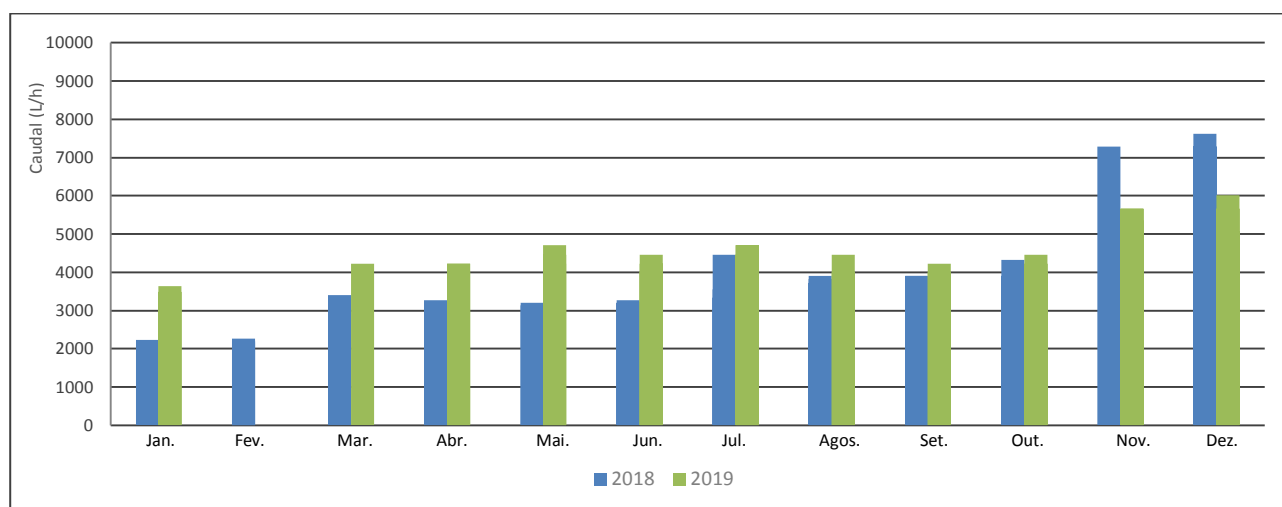
A análise dos caudais que afluem ao tanque de captação permite concluir que à excepção dos meses de Novembro e Dezembro de 2019, nos quais se verifica uma descida do caudal, comparativamente ao período homólogo de 2018, no restante período em análise regista-se um aumento generalizado e contínuo, tendo sido atingido um valor máximo de 6008 l/h em Dezembro de 2019.

No grafico 1, apresenta-se a evolução da cota da albufeira no ano 2019, comparativamente ao ano 2018.



Gráf.1 - Evolução da cota da albufeira no ano 2019, comparativamente ao ano 2018.

No gráfico 2, apresenta-se a evolução dos caudais no ano 2019, comparativamente ao ano 2018.



Gráf.2 - Evolução do caudal no ano 2019, comparativamente ao ano 2018.

Com base na análise dos gráficos 1 e 2, à excepção dos meses de Novembro e Dezembro, conclui-se que o aumento generalizado e contínuo do caudal ao longo do ano de 2019 correlaciona-se com a subida da cota da albufeira.

3.4.3. Inclínómetros

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

As medições do ano 2019 realizaram-se durante a periodicidade estabelecida para a monitorização (semestral). As medições ocorreram em Março e Setembro de 2019 tendo sido identificadas como **10ª medição** e **11ª medição**, respetivamente. As medições foram comparadas com a leitura de referência (zeragem) realizada em Setembro de 2014. Os resultados obtidos na 10ª medição e 11ª medição, podem ser consultados nos relatórios "Relatório de Instrumentação - Março 2019 - Controlo de Deformações Horizontais - Inclínómetros" e "Relatório de Instrumentação - Setembro de 2019 - Controlo de Deformações Horizontais - Inclínómetros", respetivamente. Seguidamente transcreve-se as conclusões dos relatórios:

- *"Após a décima leitura, executada no dia 21-03-2019, os inclinómetros instalados (i.e. I1, I2 e I3) mostram uma ligeira deformação."*

Os gráficos cumulativos, em alguns troços, evidenciam deformação permanente de pequena magnitude ($\pm 4\text{mm}$ a 6mm). Conforme se observa, apesar de se assinalar uma ligeira deformação, os valores entre leituras são, genericamente, baixos, não apresentando evolução significativa, como pode ser observado nos 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 face ao atual nível de água na instalação de resíduos, valor nunca antes atingido e que se mantém há pelo menos um semestre.

- *"Após a décima primeira leitura, executada no dia 19-09-2019, os inclinómetros instalados (i.e. I1, I2 e I3) mostram uma ligeira deformação no sentido A+, mais evidente desde setembro 2018."*

Este facto é igualmente observável na análise dos gráficos deformação/tempo onde é perceptível uma deformação relativamente constante no troço superior em praticamente todos os instrumentos. Constata-se o carácter pontual da deformação ocorrida, contudo ainda que de pequena ordem de grandeza, importa verificar a sua evolução em futuras campanhas.

A análise alargada dos dados obtidos deverá ter em conta a evolução do nível de água na instalação ao longo das medições anteriormente efetuadas, bem como o nível atual de água no reservatório. Estes dados devem ser analisados em conjunto com os demais equipamentos, nomeadamente com os dados emergentes da observação topográfica.

3.4.4. Extensómetros

As medições do ano 2019 realizaram-se durante a periodicidade estabelecida para a monitorização (semestral). As medições ocorreram em Março e Setembro de 2019 tendo sido identificadas como **10ª medição** e **11ª medição**, respetivamente. As medições foram comparadas com a leitura de referência (zeragem) realizada em Setembro de 2014.

Os valores registados e sua evolução no tempo enquadram-se nos valores expectáveis de deformação, os quais correlacionam-se com a evolução da cota da albufera.

No quadro 3, apresenta-se a evolução das deformações ao longo do tempo e sua relação com as variações de cota da albufera.

Quadro 3 - Evolução das deformações ao longo do tempo e sua relação com as variações da cota da albufera.

N.º da Medição	Data Monitorização	E1			E2			Cota da albufera*
		Padrão (mm)	Leitura (mm)	Δ (mm)	Padrão (mm)	Leitura (mm)	Δ (mm)	(m)
1ª	30/mar/15	0	0	0	0	0	0	158,617
2ª	15/nov/15	0	0	0	0	0	0	159,365
4ª	05/abr/16	15	11,20	-3,80	15	16,23	0,01	161,340
5ª	27/set/16	15	15,53	0,53	15	21,85	0,07	161,340
6ª	30/mar/17	15	17,50	2,50	15	22,36	7,36	163,182
7ª	08/set/17	15	20,58	5,58	15	29,28	14,28	163,199
8ª	20/mar/18	15	23,37	8,37	15	30,42	15,42	165,030
9ª	26/set/18	15	37,41	22,41	15	38,98	23,98	165,933
10ª	27/mar/19	15	38,77	23,77	15	44,41	29,41	167,207
11ª	19/set/19	15	37,82	22,82	15	53,07	38,07	167,237

Δ (deformação acumulada) (mm)

(*) Data da monitorização da cota da albufera, difere da data de monitorização dos extensómetros, pelo que na análise considera-se a cota da albufera constante ao longo do mês;

Importa referir que o atual nível de armazenamento mantém-se há pelo menos um semestre.

A amplitude dos valores registados está associada a um comportamento típico, previsível e expectável de deformação superficial e deformações no interior do aterro maciço, o qual se correlaciona com a evolução da cota da albufera, e que de forma alguma coloca em causa a estabilidade da própria estrutura.

Importa ainda referir que os dados obtidos, correlacionam-se com as medições provenientes dos inclinómetros, bem como os dados emergentes da observação topográfica.

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, regista-se uma ligeira deformação do aterro, contudo os valores registados nos inclinómetros e nos extensómetros, conjugados com as medições topográficas, enquadram-se nos valores expectáveis e previsíveis de deformação superficial (assentamento). Importa no entanto verificar a sua evolução em futuras campanhas, conforme definido no plano de monitorização.



(João Almeida, Eng.º)

Vendas Novas, 24 de Fevereiro de 2020

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 2019

Relatório de Monitorização dos Inclínómetros – Setembro 2019

ALMINA - Minas do Alentejo, S.A.

INSTALAÇÃO DE RESÍDUOS BE-BAC

Relatório de Instrumentação (março 2019)

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.

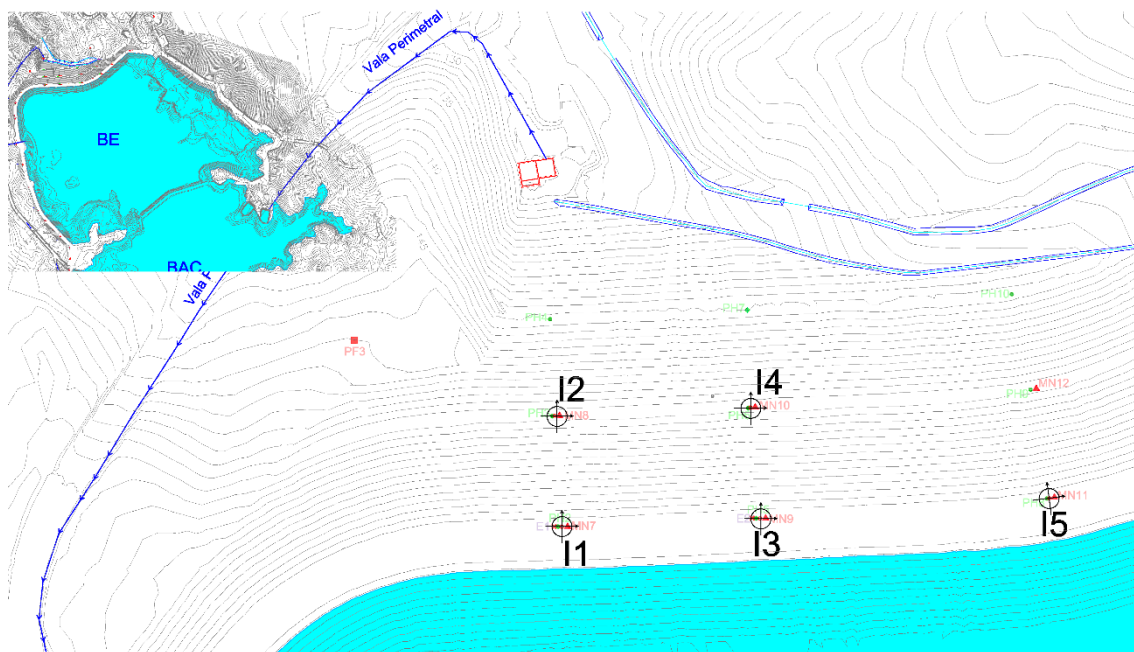


Figura 1 – Planta de localização dos Inclinómetros I1 a I5

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 (21-03-2019), segundo a direcção A e B;
- Implantação dos inclinómetros nos perfis da obra, permitindo uma visualização da evolução segundo a direcção 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 (m)	I1		I2		I3		I4		I5	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
1	3.588	2.738	6.513	4.950	5.813	-1.075	5.500	0.463	3.650	-5.375
2	3.200	2.575	6.188	5.425	5.625	-0.550	4.775	0.750	3.450	-5.213
3	3.275	2.575	5.763	5.850	5.613	-0.613	4.900	0.550	3.275	-4.788
4	3.663	2.225	5.775	5.925	5.113	-0.350	5.200	0.425	3.200	-4.188
5	3.950	2.088	5.988	5.513	4.425	0.200	5.012	0.400	3.500	-2.988
6	3.838	1.738	5.188	4.663	3.763	0.813	4.725	0.225	3.563	-2.425
7	4.075	1.475	4.763	4.663	3.400	1.300	4.262	0.050	3.450	-2.125
8	4.888	1.063	4.625	4.825	3.488	0.988	4.688	-0.062	3.875	-1.975
9	4.613	0.250	5.013	4.613	3.438	0.525	4.850	0.100	4.400	-1.600
10	3.113	-0.263	4.900	4.438	3.388	0.063	4.688	0.363	4.175	-1.300
11	1.800	-1.150	4.438	4.225	3.263	0.088	4.213	0.725	3.225	-0.138
12	1.900	0.137	4.700	4.075	3.338	-0.125	3.863	1.238	1.988	0.188
13	3.000	0.350	4.413	3.988	3.663	-0.438	3.863	1.613	1.075	-0.650
14	1.163	1.213	4.100	3.925	3.713	-0.388	4.188	1.450	0.625	-1.725
15	-0.500	0.350	3.950	3.888	3.375	0.138	4.125	0.863	0.875	-1.750
16	-0.725	-0.138	4.538	3.713	2.650	0.175	3.625	0.313	1.837	-0.150
17	0.413	-0.488	2.675	2.450	1.813	0.300	3.700	0.025	2.438	1.388
18	0.675	-2.150	1.475	1.900	1.250	0.425	3.838	0.200	3.775	2.663
19	0.200	-1.525	0.438	0.875	1.100	0.550	4.050	0.250	4.150	2.675
20	-0.262	-1.363	-0.212	0.375	0.663	0.200	4.013	0.625	3.138	1.250
21	-0.150	0.550	-0.100	0.250	1.075	0.125	3.800	0.350	2.275	0.975
22	0.125	0.913			1.513	0.363	3.438	0.075	2.000	1.125
23	0.425	1.000			1.875	0.238	2.550	0.463	1.150	0.738
24	0.075	0.387			1.863	0.038	1.563	0.438	0.412	0.200
25					1.413	-0.012	-0.038	0.213		
26							-0.900	-0.337		
27							-0.050	0.013		
28							-0.113	-0.012		

(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 1,89 mm e um valor máximo de 6,513 mm (para um cálculo de valor absoluto) segundo a direção A no encabeçamento do inclinómetro I2; 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 de pequena magnitude (+/- 4 mm a 6 mm).

Após a décima leitura, executada no dia 21-03-2019, 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	1.700	-0.437	1.813	0.812	1.662	-0.925	1.287	0.151	0.413	-0.537
2	1.687	-0.413	1.875	0.862	1.350	-0.925	1.325	0.200	0.463	-0.325
3	1.575	-0.713	1.888	0.962	1.662	-1.137	1.150	0.375	0.525	-0.275
4	1.575	-0.663	1.875	0.987	1.737	-1.188	1.350	0.275	0.675	-0.238
5	1.625	-0.887	1.750	0.950	1.763	-1.063	1.087	0.163	0.825	-0.313
6	1.600	-1.025	1.500	0.900	1.425	-0.876	0.800	0.375	0.838	-0.200
7	1.537	-1.113	1.400	0.850	1.288	-0.825	0.474	0.500	0.800	0.000
8	1.725	-1.250	1.225	0.912	1.262	-0.926	0.613	0.151	0.825	0.100
9	1.938	-1.175	1.388	0.988	1.225	-1.075	0.950	0.013	0.750	0.075
10	1.550	-1.113	1.387	1.063	1.137	-1.201	1.163	0.276	0.662	0.025
11	0.787	-1.062	1.238	0.987	1.087	-1.026	0.888	0.200	0.650	-0.063
12	0.800	-1.088	1.337	1.112	1.187	-0.638	0.750	0.000	0.600	-0.050
13	1.162	-0.888	1.088	0.988	1.225	-0.512	0.875	-0.037	0.563	-0.063
14	0.963	-0.612	0.937	1.037	1.025	-0.575	0.913	0.075	0.563	-0.112
15	0.375	-0.850	0.800	1.025	0.988	-0.688	0.950	0.163	0.513	-0.650
16	-0.075	-0.713	0.775	0.825	0.638	-0.575	0.762	0.201	0.387	-0.525
17	0.150	-1.151	0.500	0.525	0.587	-0.463	0.762	0.188	0.338	-0.562
18	0.362	-0.912	0.262	0.350	0.463	-0.388	0.600	0.213	0.312	-0.325
19	0.400	-0.763	0.188	0.163	0.400	-0.338	0.575	0.125	0.300	0.087
20	0.251	-0.200	0.038	0.013	0.362	-0.313	0.538	0.113	0.263	0.075
21	-0.300	0.275	0.012	-0.012	0.300	-0.300	0.500	0.100	0.187	0.062
22	-0.363	-0.025			0.200	-0.288	0.450	0.113	0.125	0.062
23	0.287	-0.138			0.188	-0.226	0.375	0.088	0.087	0.025
24	-0.100	0.087			0.200	-0.288	0.175	0.013	0.050	0.012
25					0.075	-0.238	0.174	-0.074		
26							-0.075	-0.124		
27							0.037	-0.062		
28							-0.001	-0.037		

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 e que se mantém há pelo menos um semestre.

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, 25 de março de 2019

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

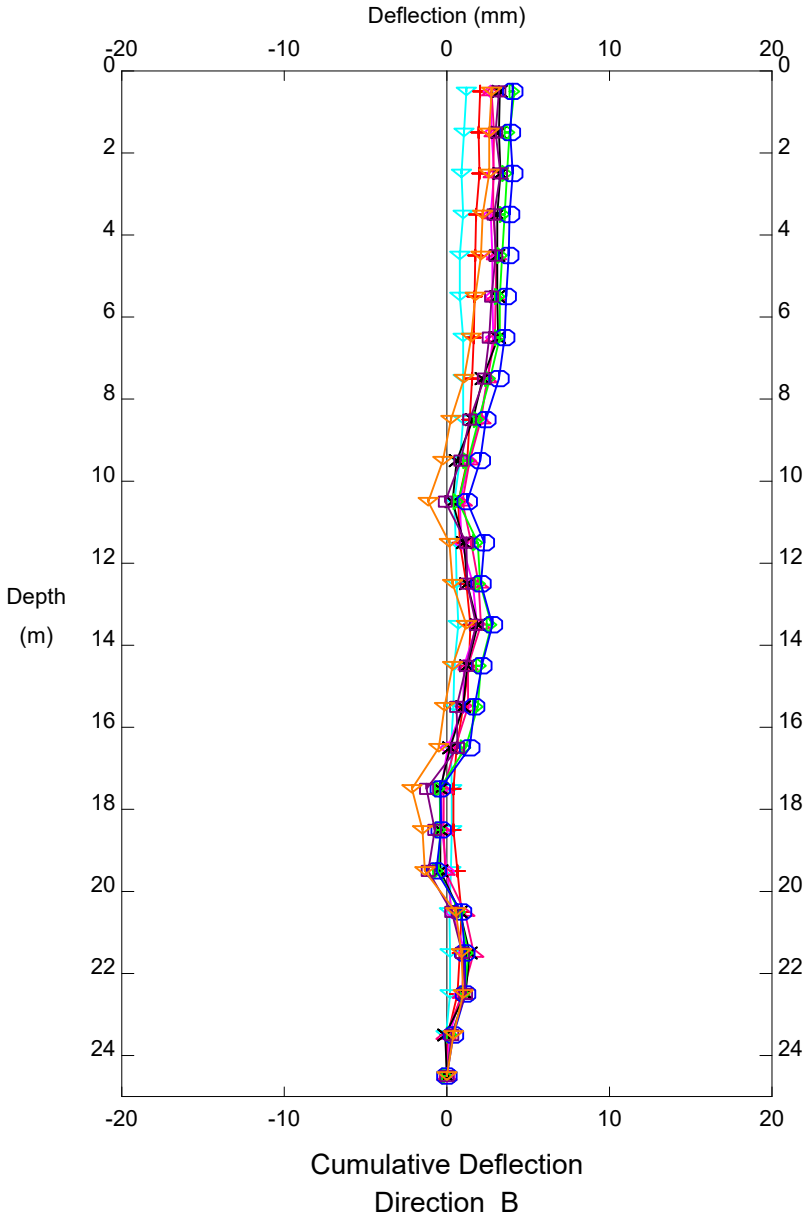
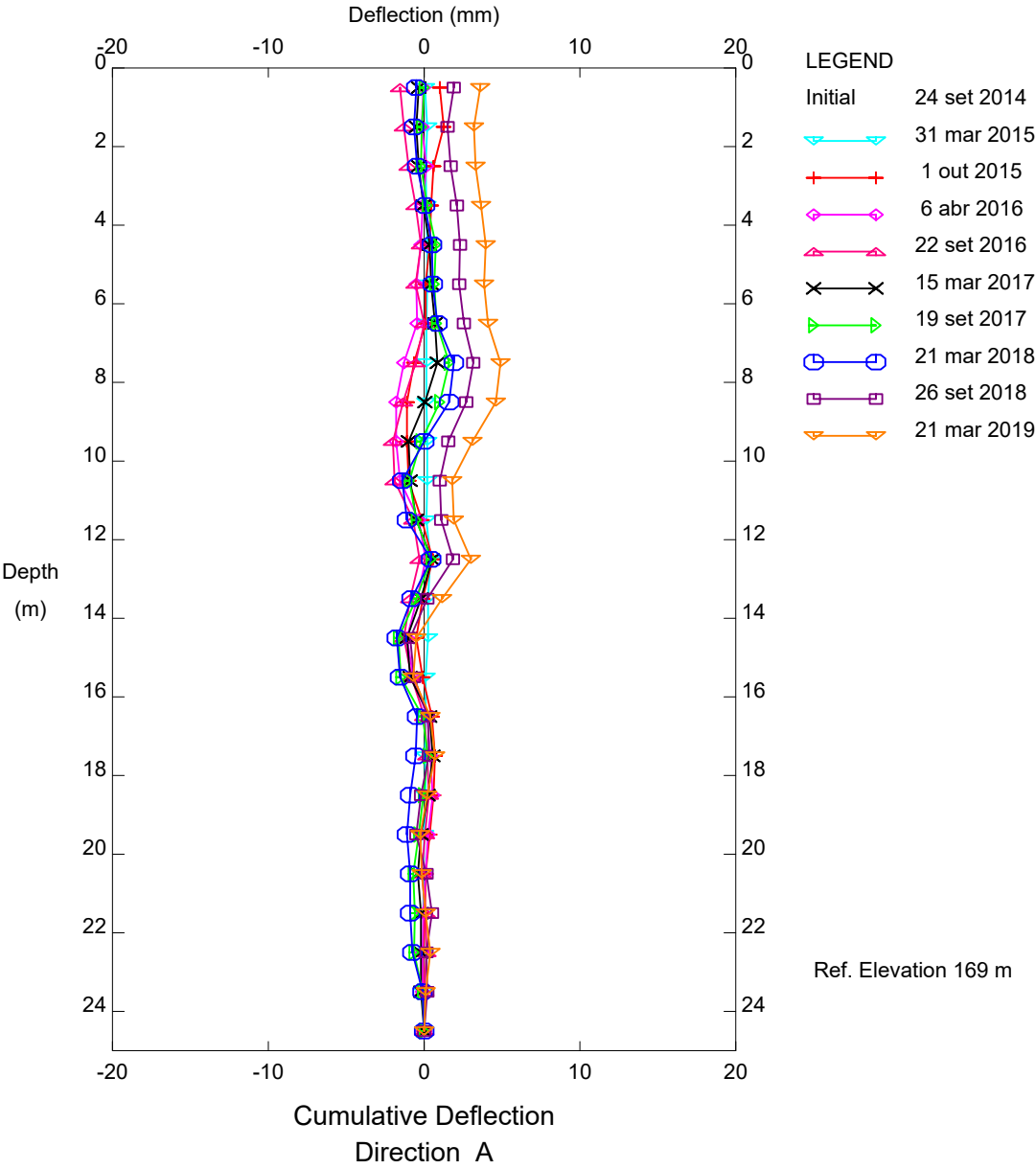
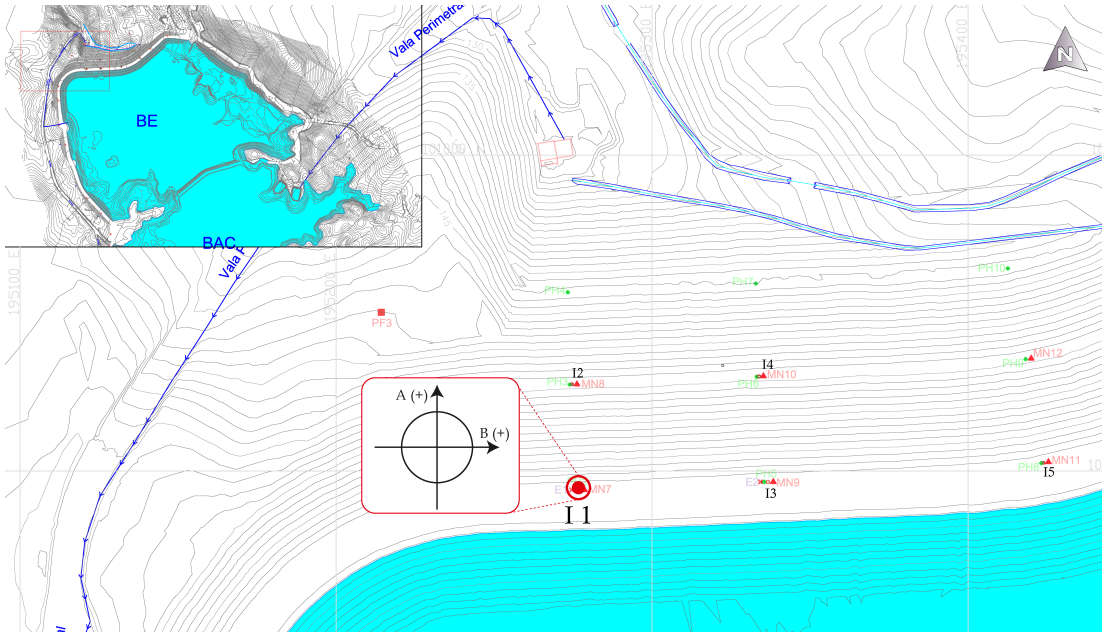
Deformação Acumulada



Instalação de Resíduos BE-BAC

Inclinómetro I 1

deformação acumulada segundo a direção A e B

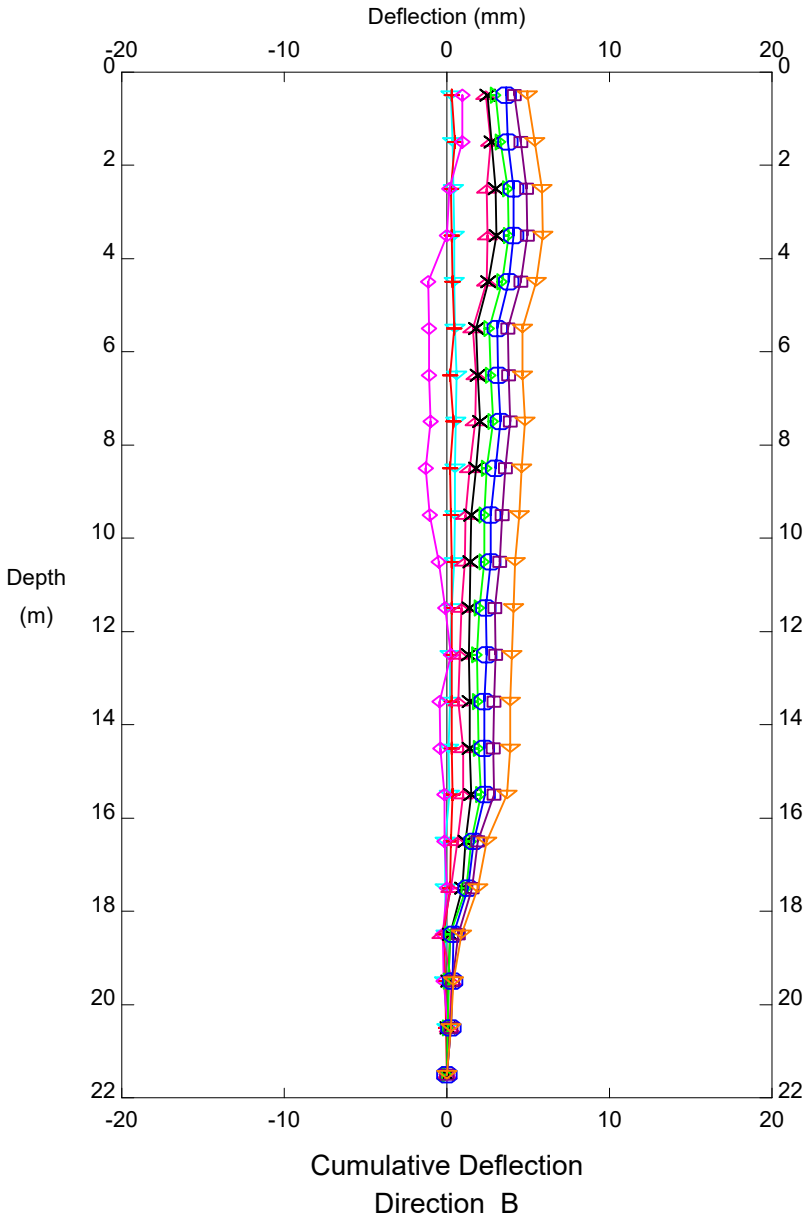
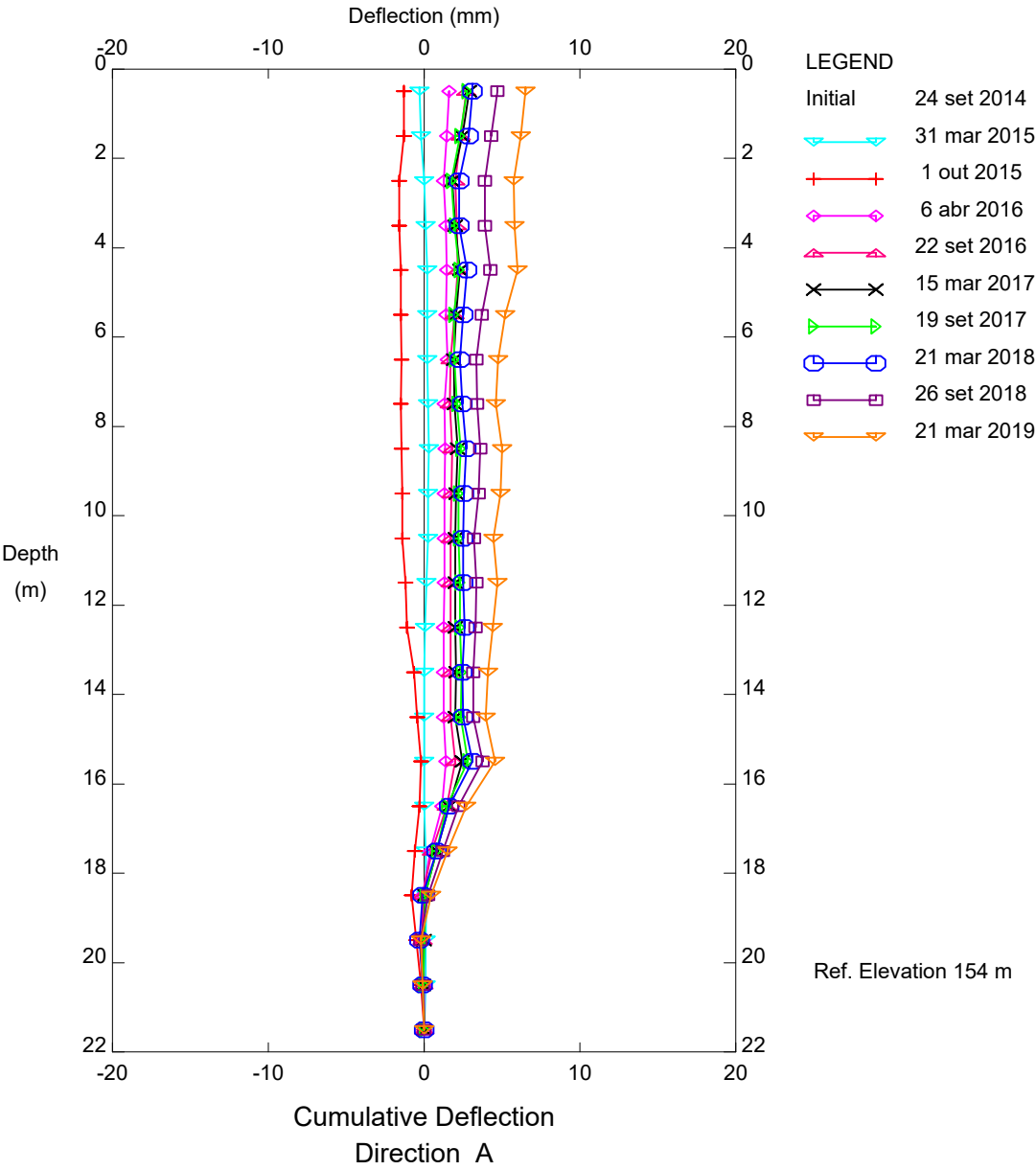
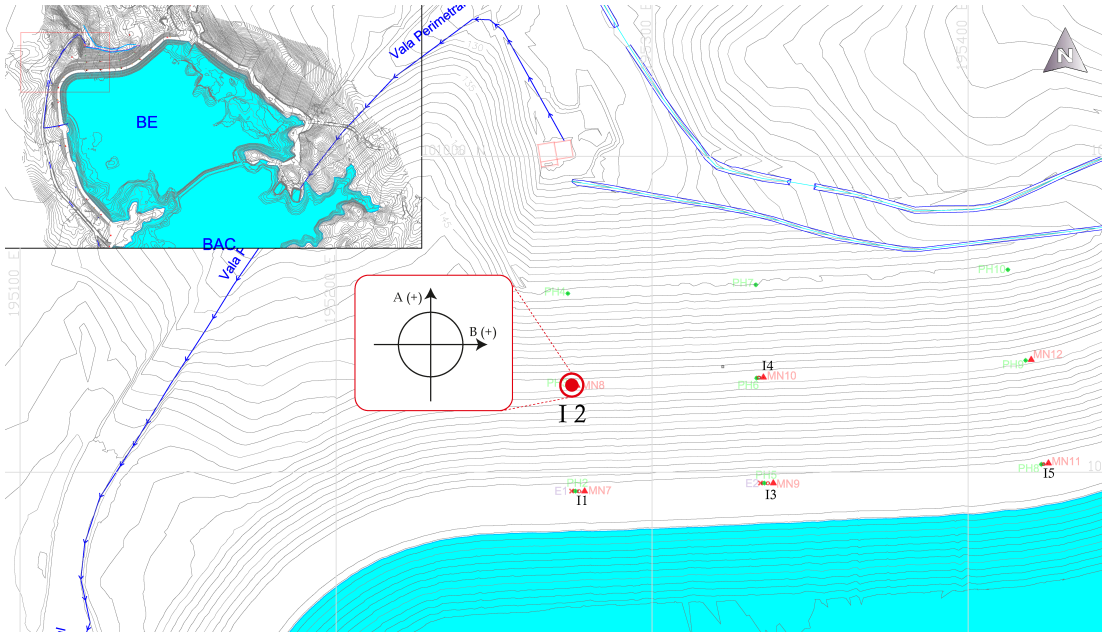




Instalação de Resíduos BE-BAC

Inclinómetro I 2

deformação acumulada segundo a direção A e B

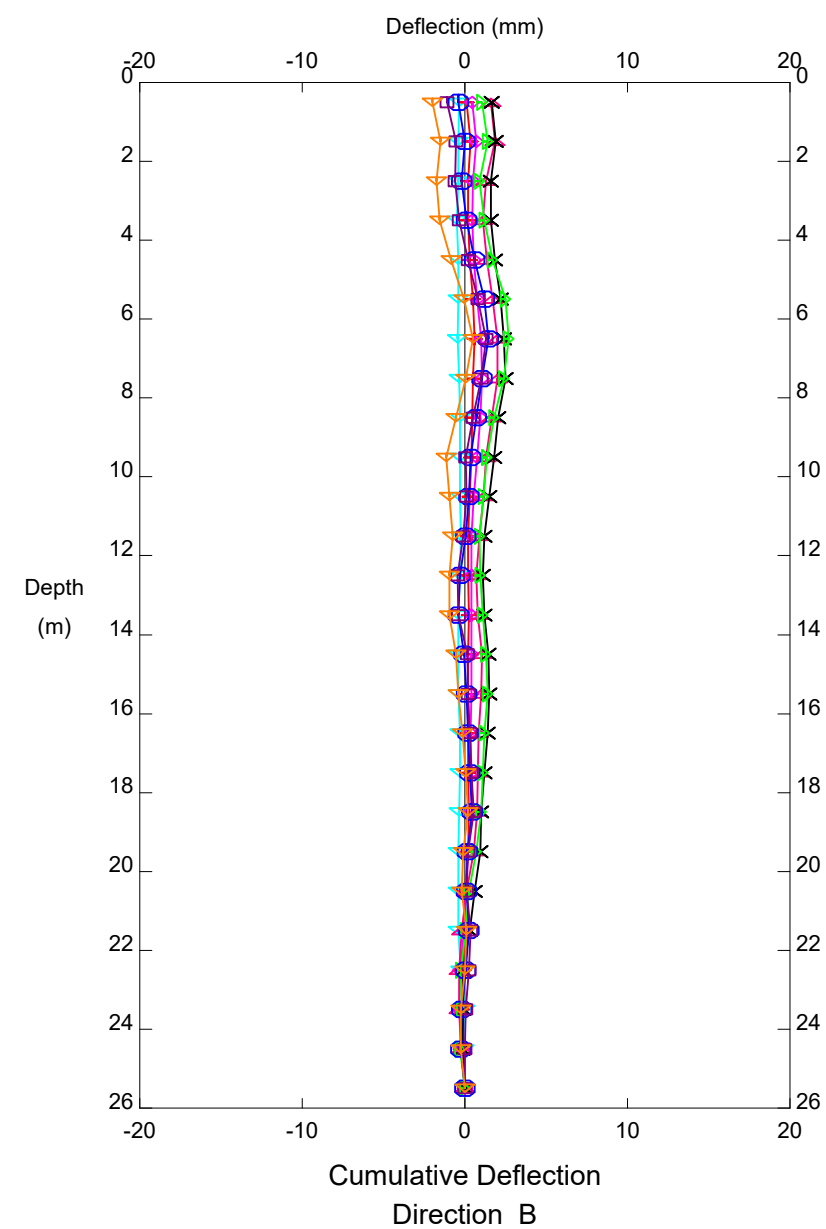
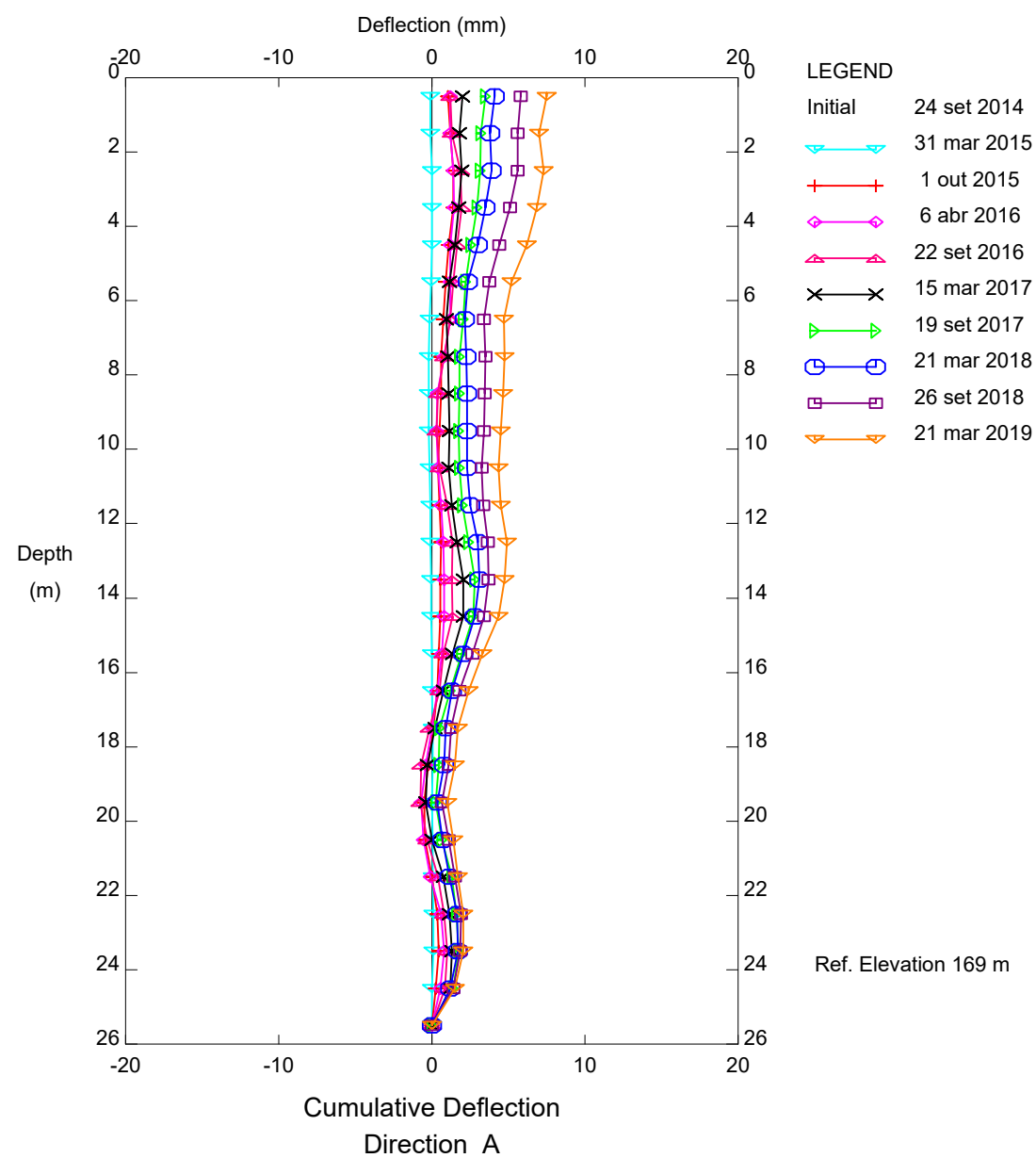
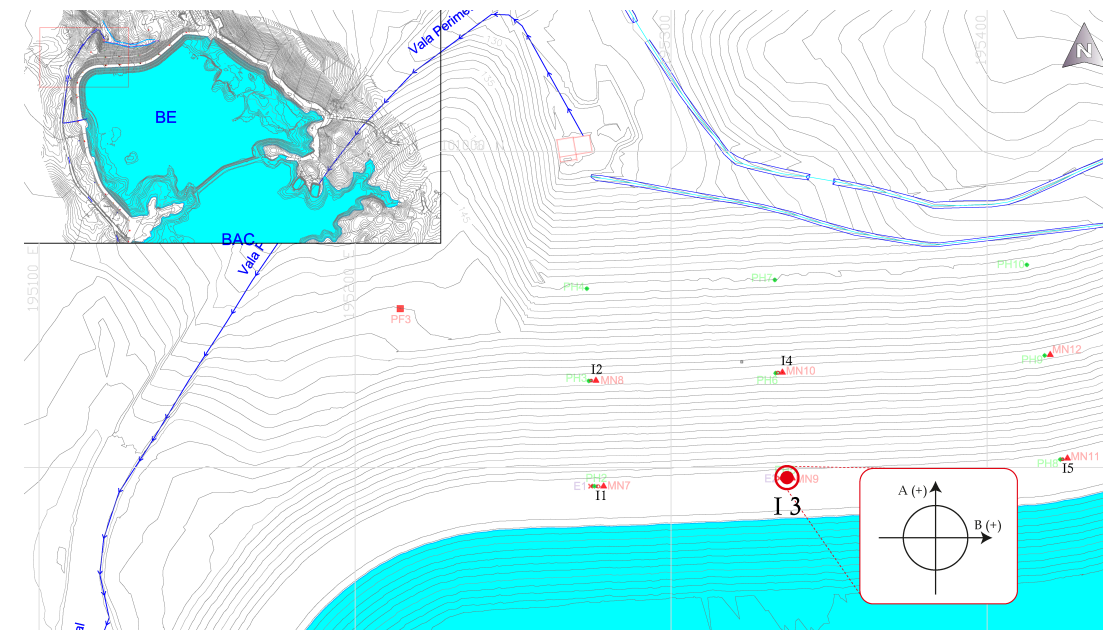




Instalação de Resíduos BE-BAC

Inclinómetro I 3

deformação acumulada segundo a direção A e B

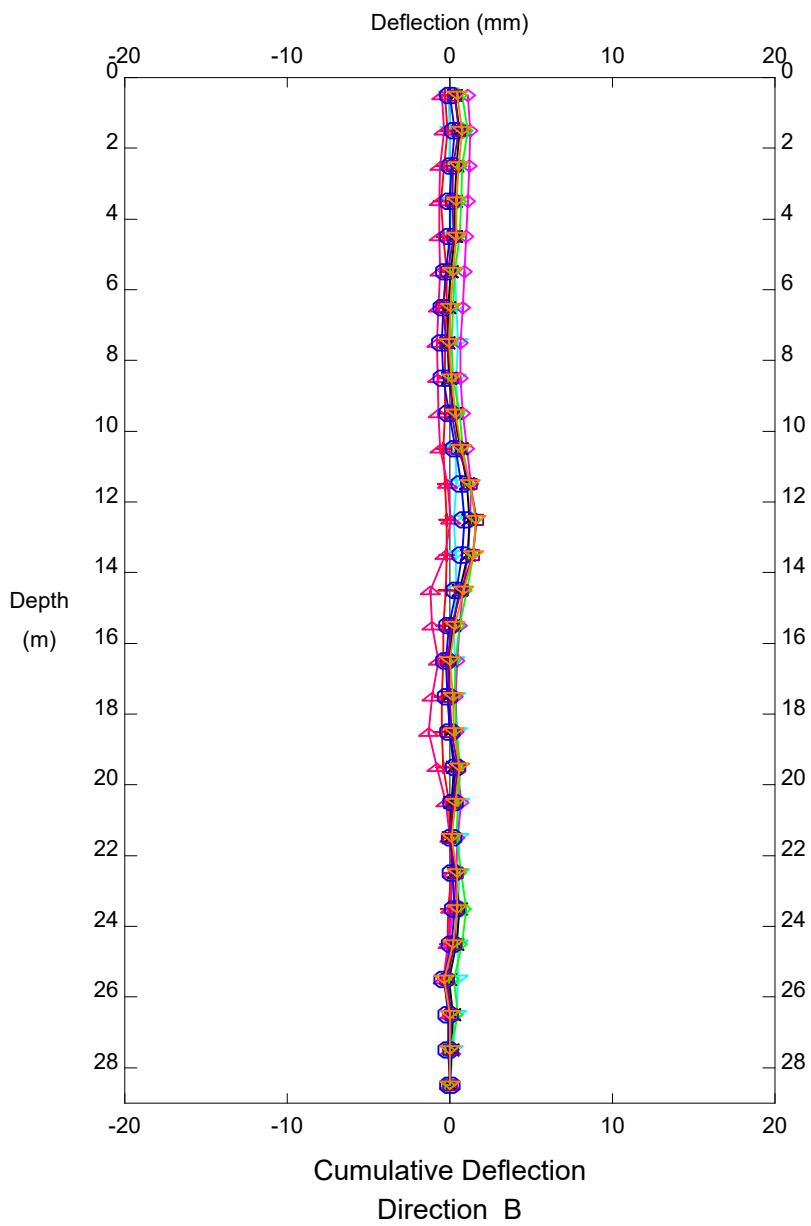
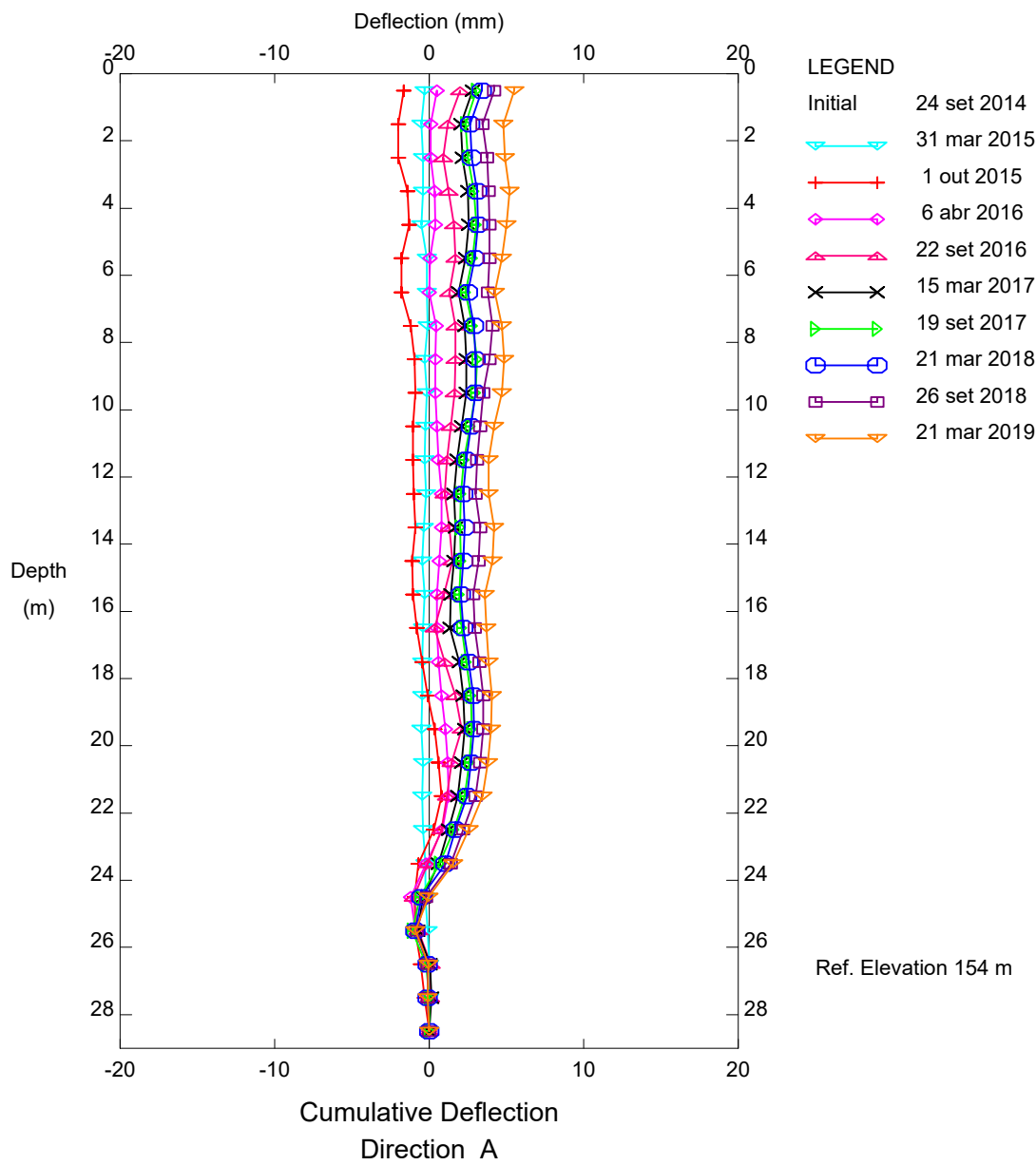
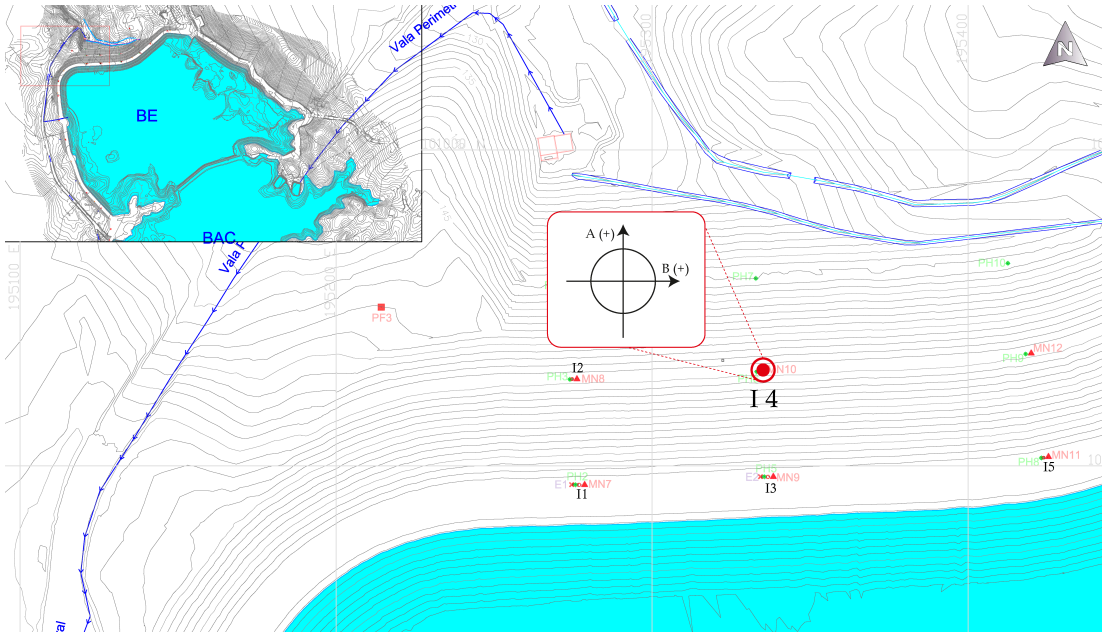




Instalação de Resíduos BE-BAC

Inclinómetro I 4

deformação acumulada segundo a direção A e B

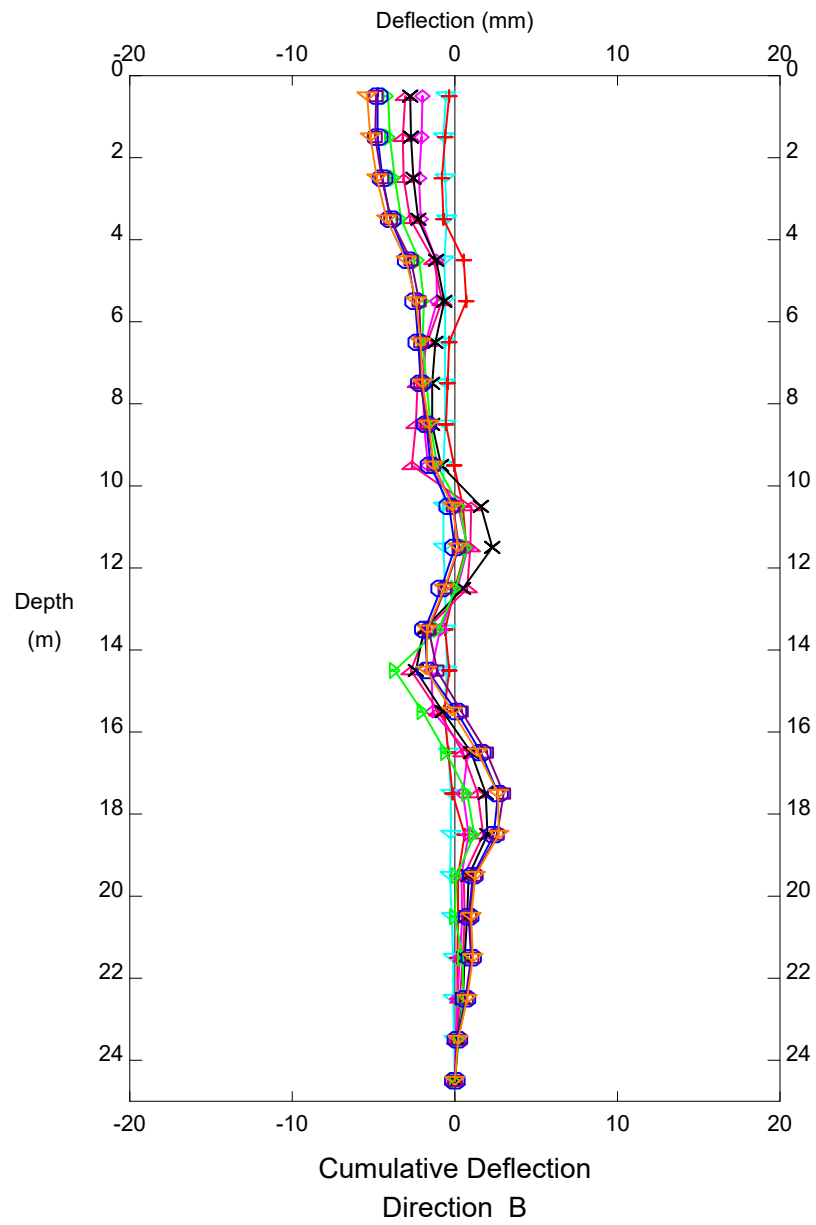
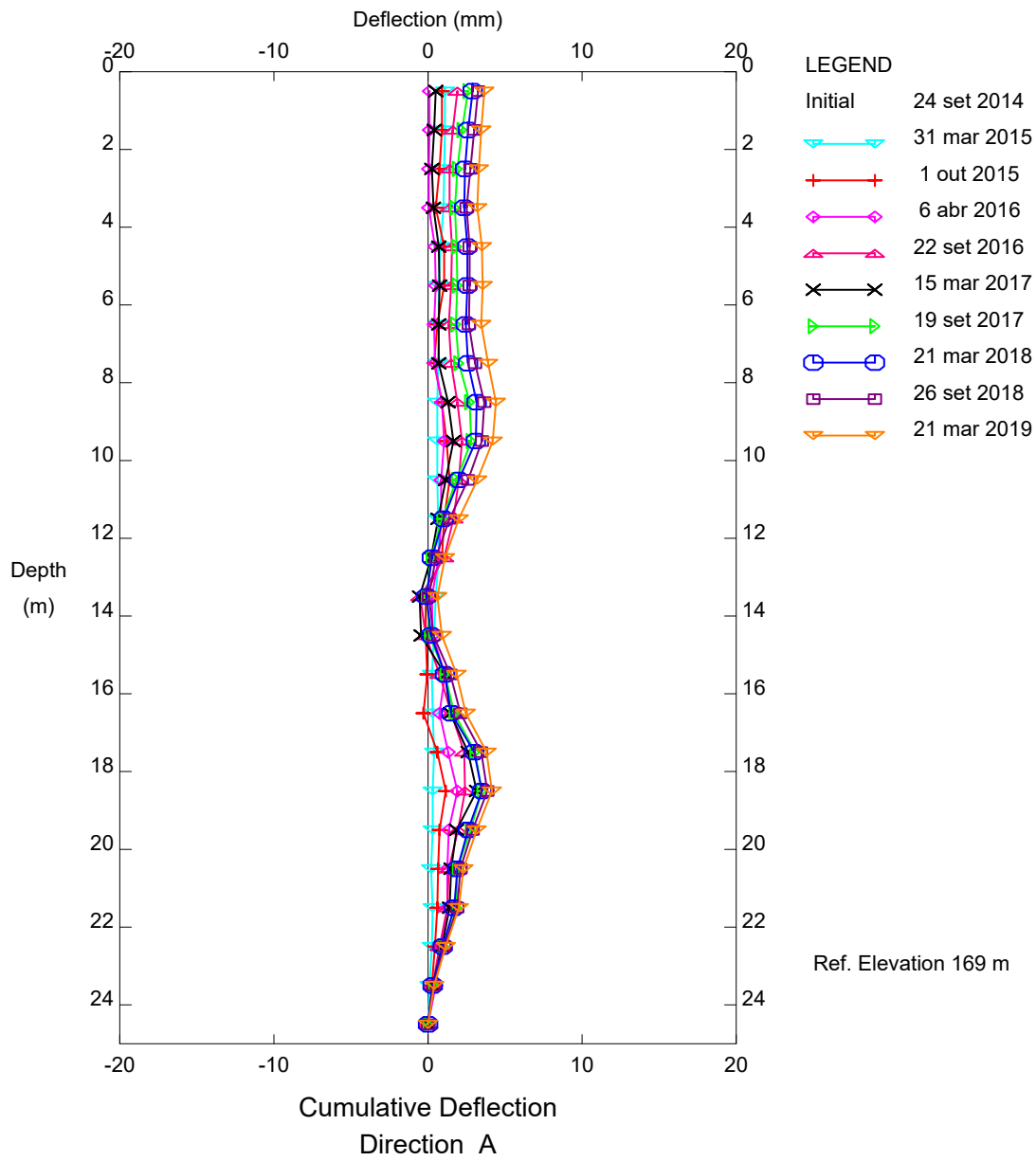
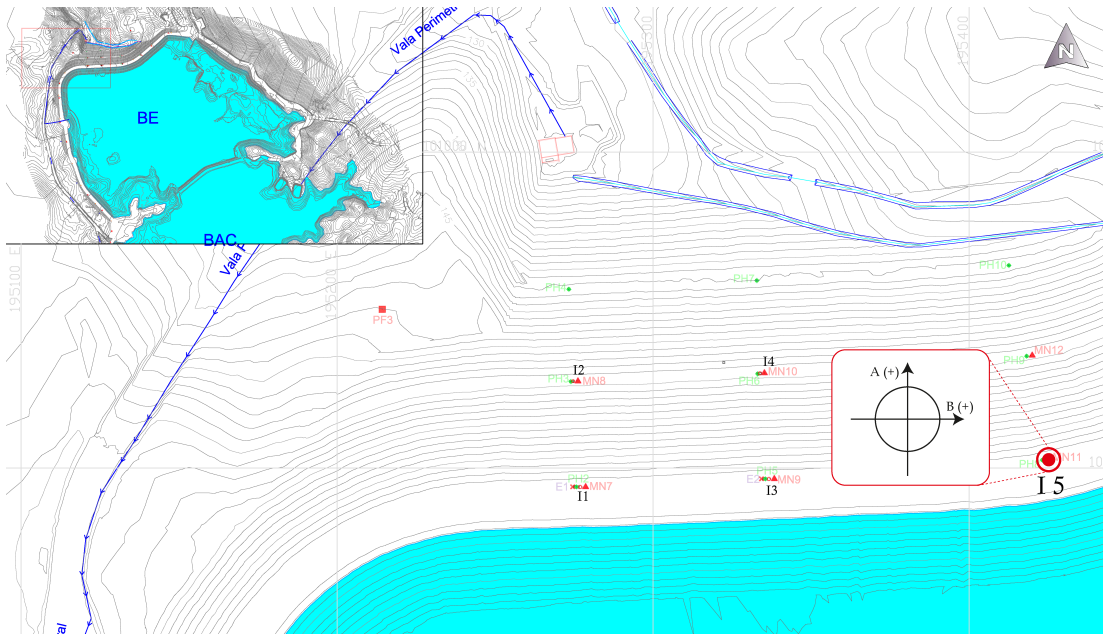




Instalação de Resíduos BE-BAC

Inclinómetro I 5

deformação acumulada segundo a direção A e B

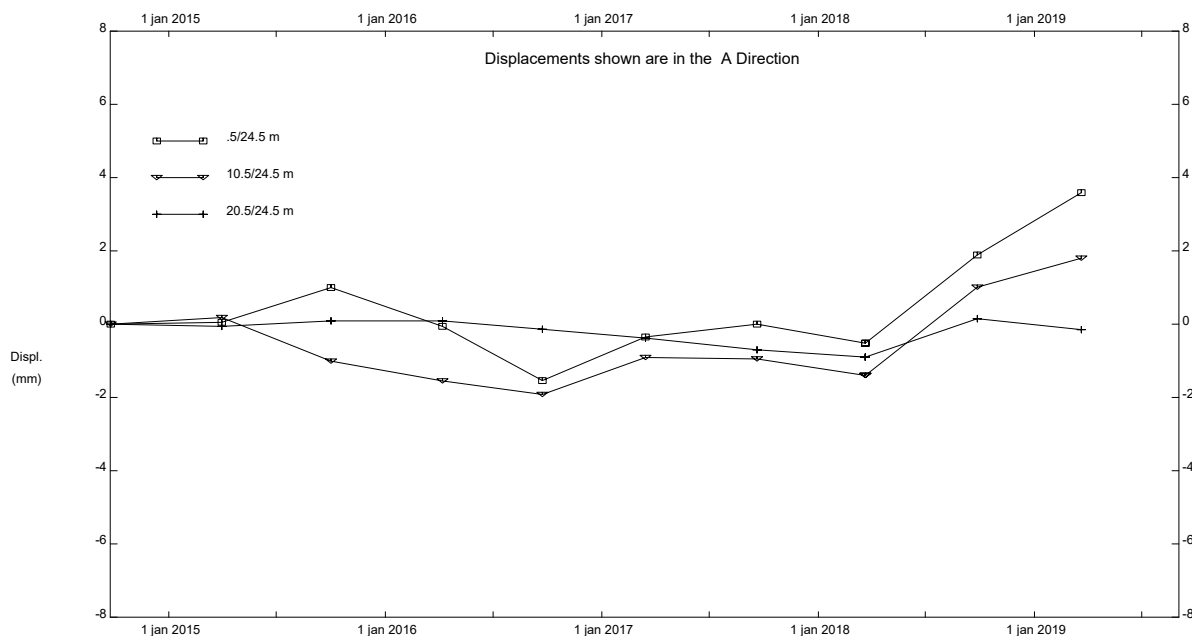
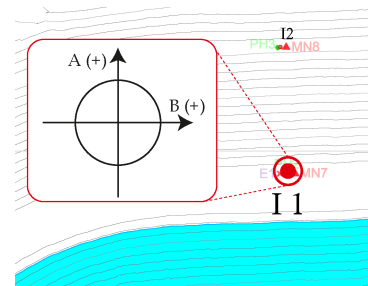


Deformação *versus* tempo

Instalação de Resíduos BE-BAC

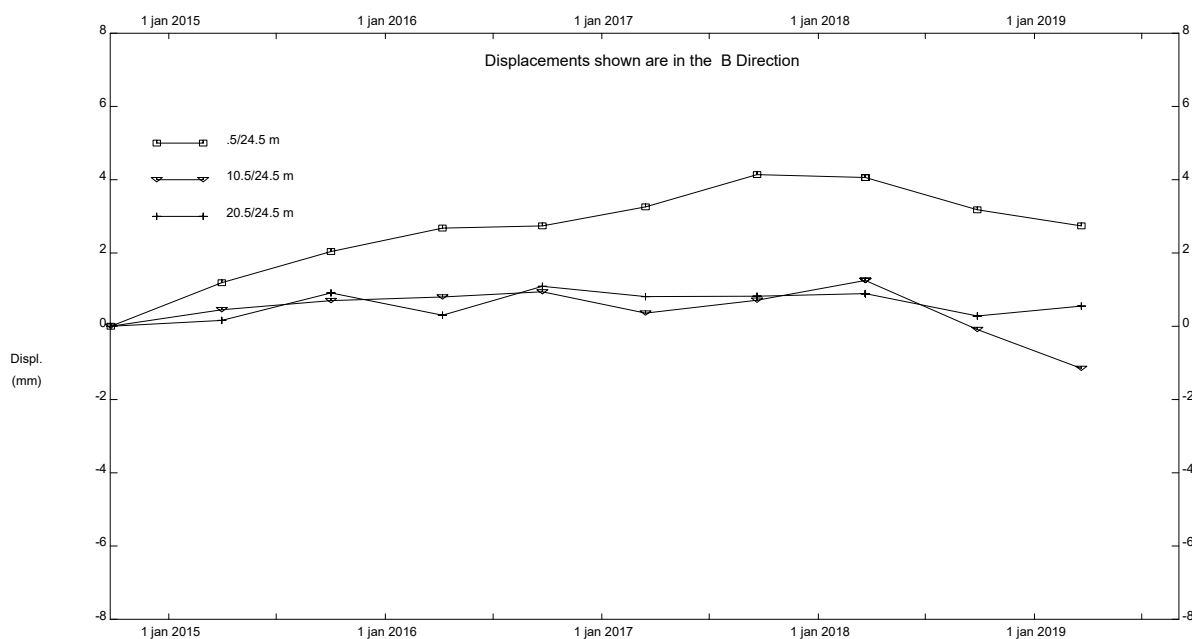
Inclinómetro I 1

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



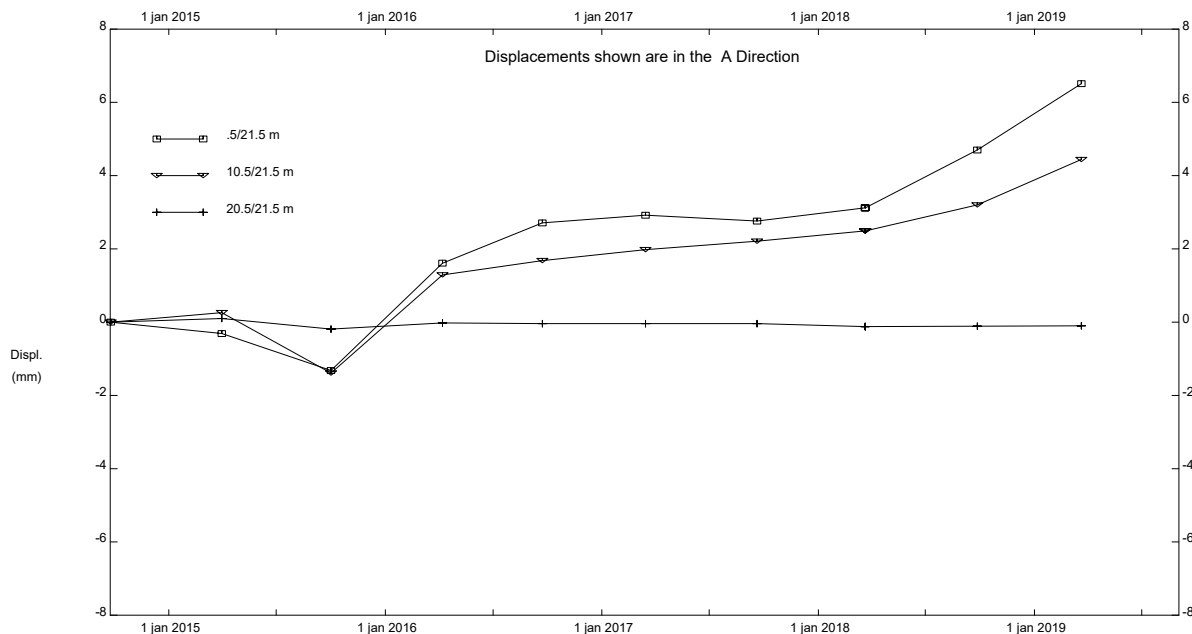
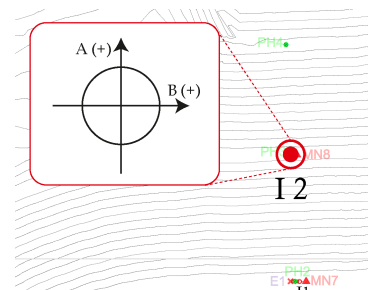
ALJUSTREL, Inclinometer I1

ALMINA, Minas do Alentejo SA

Instalação de Resíduos BE-BAC

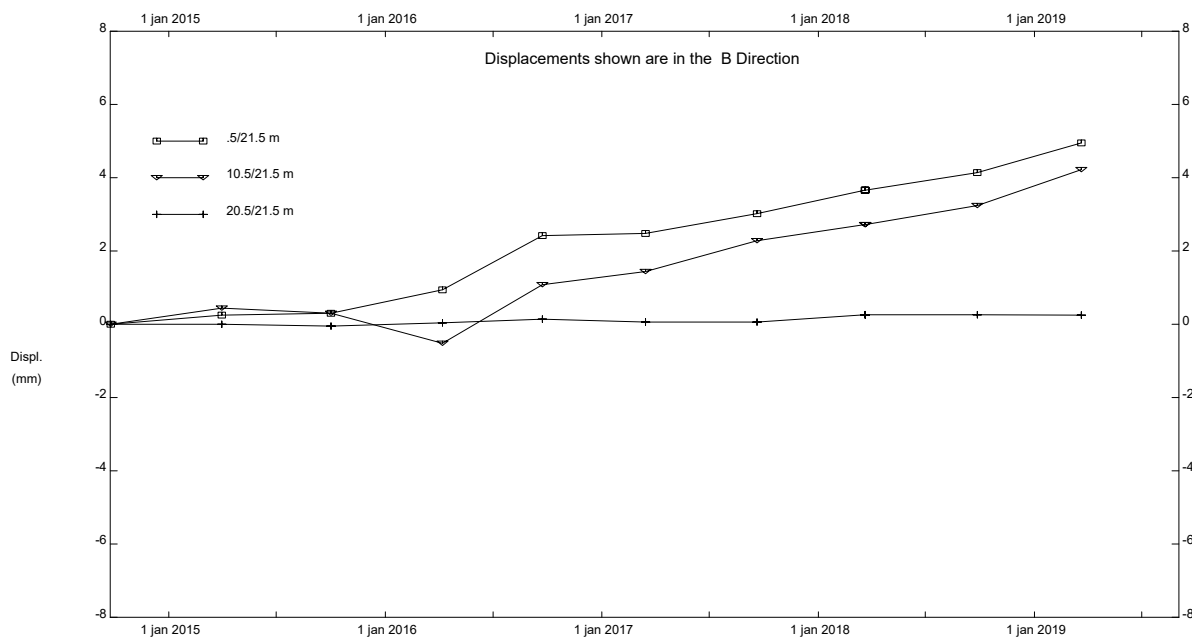
Inclinómetro I 2

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



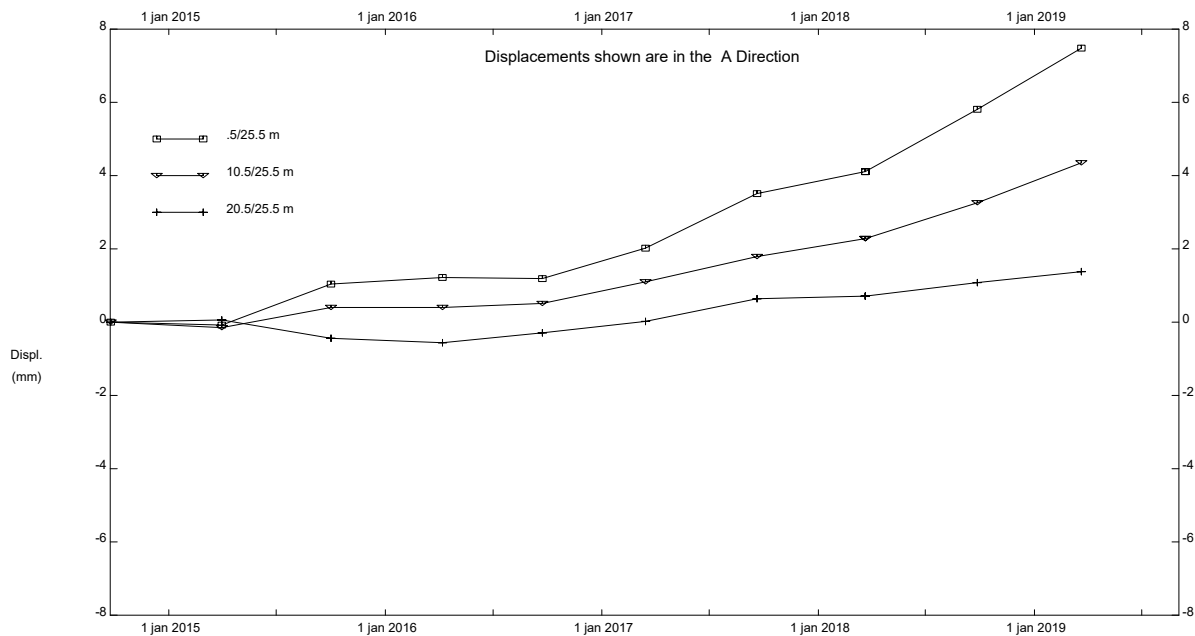
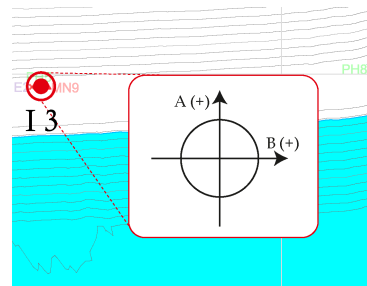
ALJUSTREL, Inclinometer I2

ALMINA Minas do Alentejo SA

Instalação de Resíduos BE-BAC

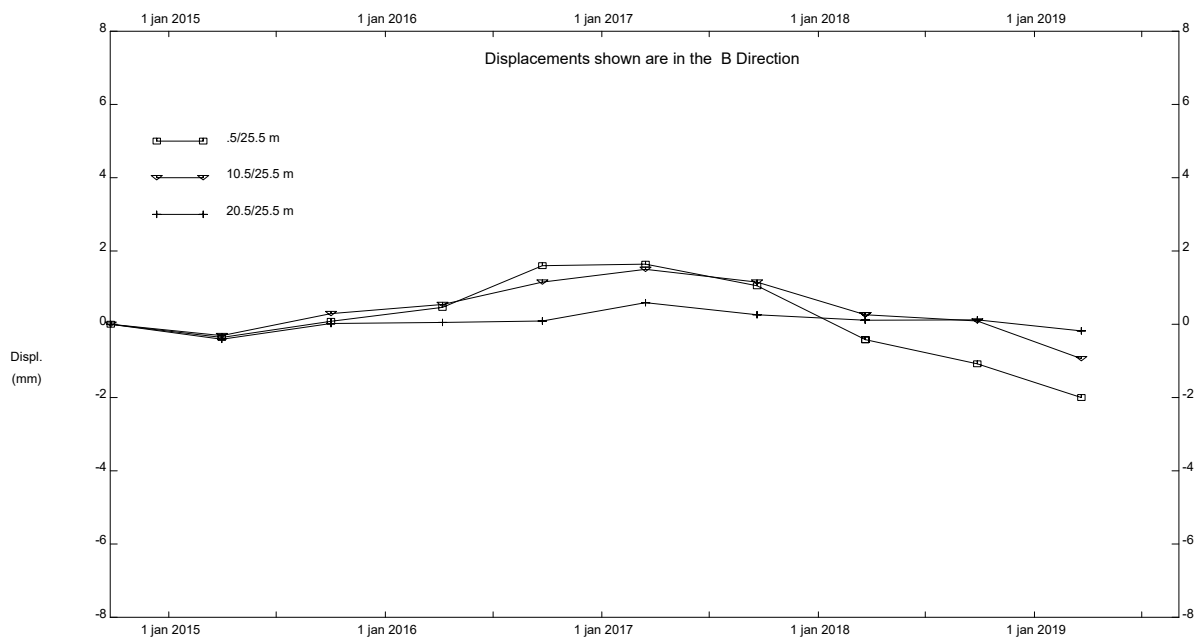
Inclinómetro I 3

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



ALJUSTREL, Inclinometer I3

ALMINA, Minas do Alentejo SA



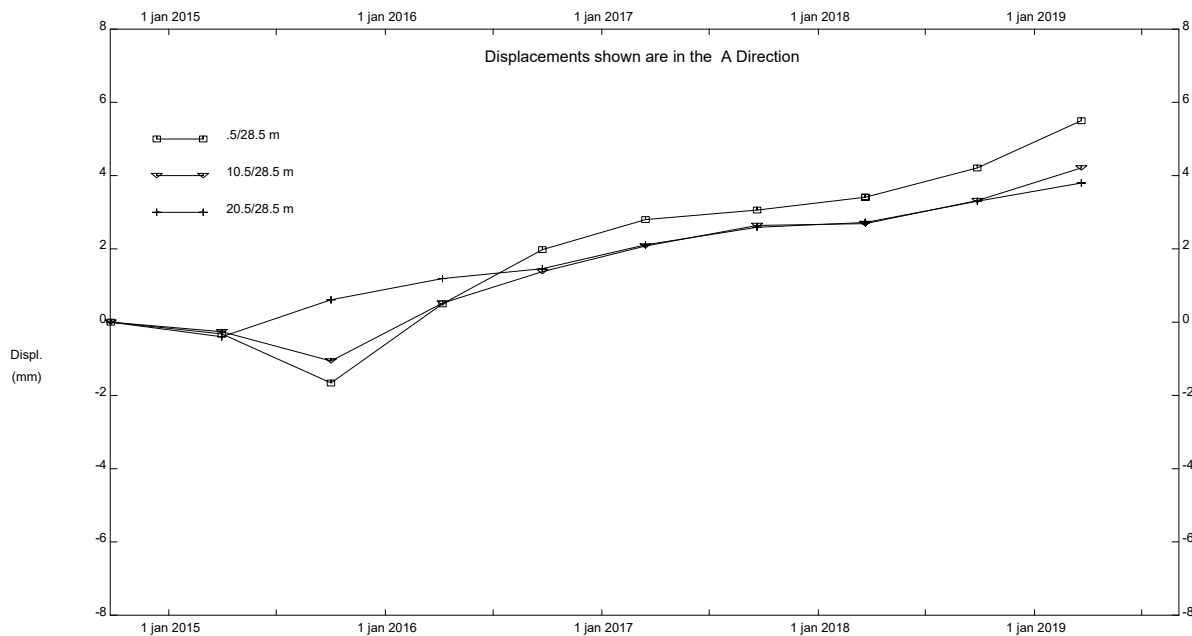
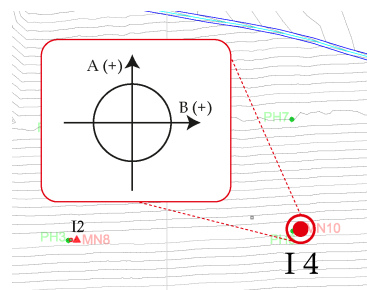
ALJUSTREL, Inclinometer I3

ALMINA, Minas do Alentejo SA

Instalação de Resíduos BE-BAC

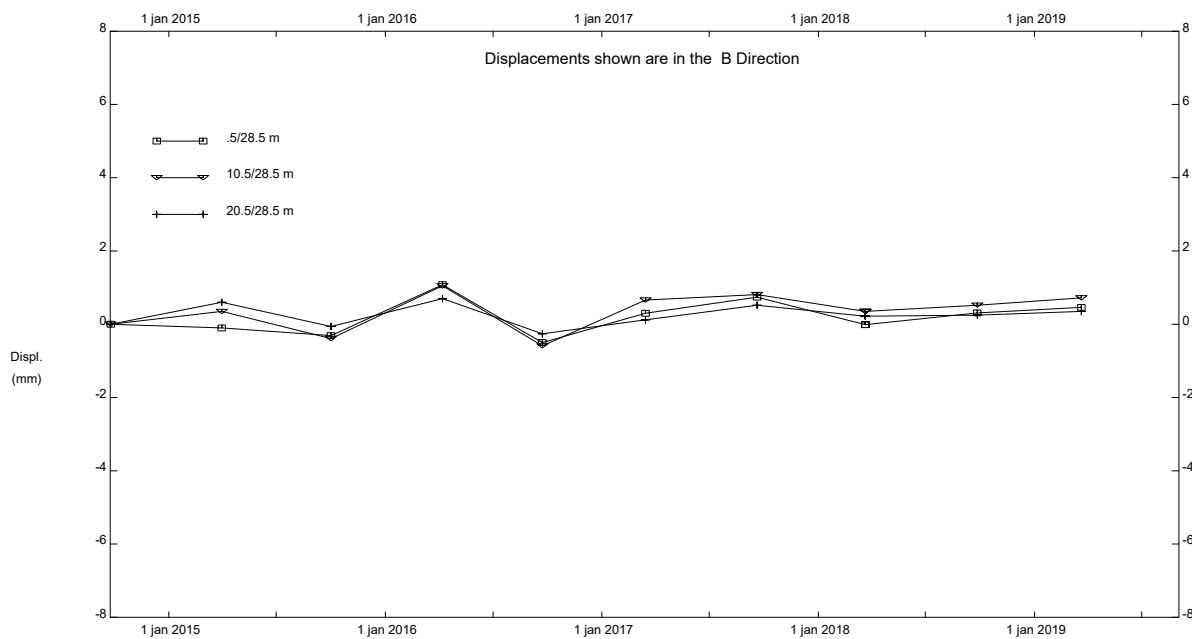
Inclinómetro I 4

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



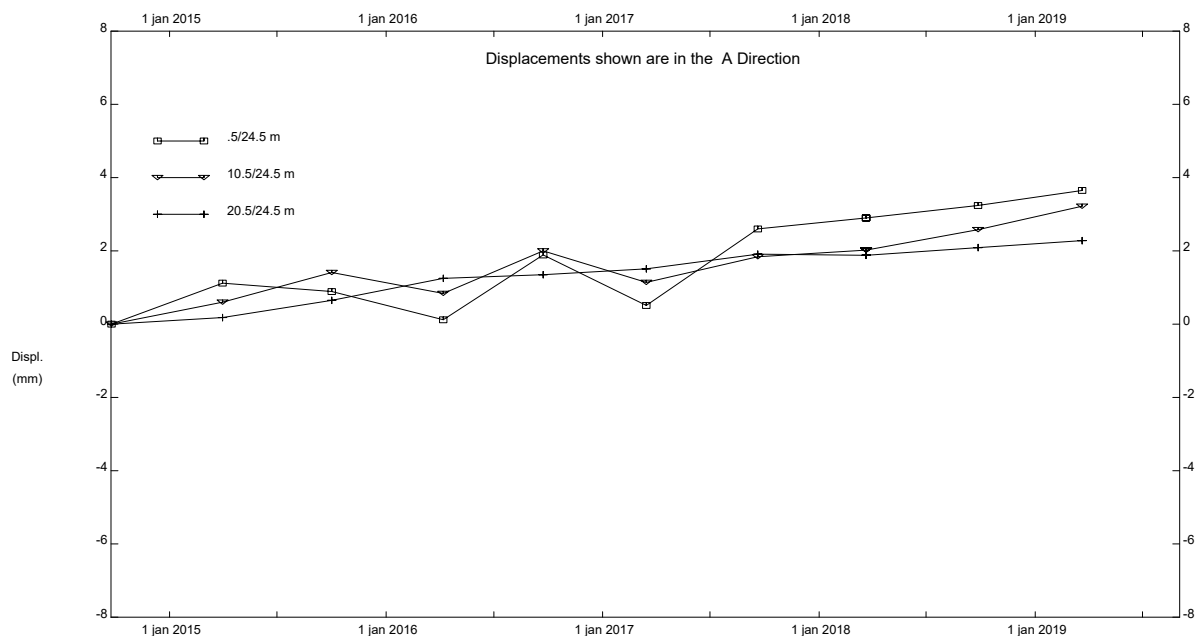
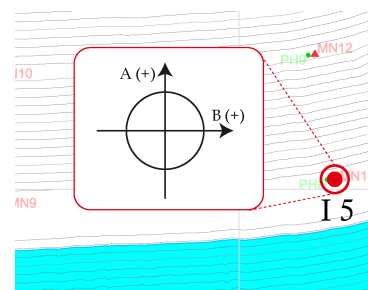
ALJUSTREL, Inclinometer I4

ALMINA. Minas do Alentejo, SA

Instalação de Resíduos BE-BAC

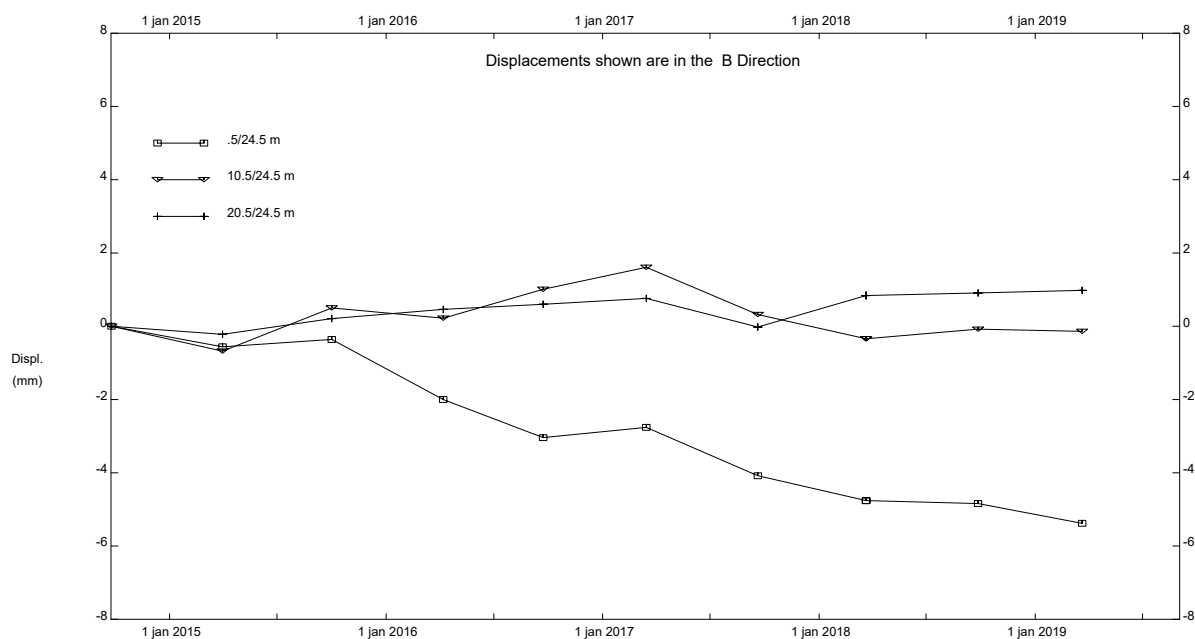
Inclinómetro I 5

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

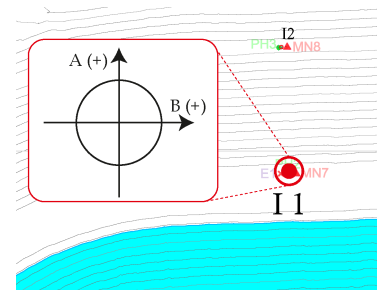
ALMINA, Minas do Alentejo SA

Dados analíticos

Instalação de Resíduos BE-BAC

Inclinómetro I 1

Dados analíticos segundo a direção A e B



Current readings dated **21 Mar 2019** 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	625	-1250 31	3.588	1.0
-458	458	-916	-461	461	-922 -6	3.200	2.0
-290	290	-580	-306	305	-611 -31	3.275	3.0
-284	284	-568	-296	295	-591 -23	3.663	4.0
-320	318	-638	-315	314	-629 9	3.950	5.0
-253	251	-504	-262	261	-523 -19	3.838	6.0
-189	190	-379	-222	222	-444 -65	4.075	7.0
-371	369	-740	-361	357	-718 22	4.888	8.0
-508	508	-1016	-450	446	-896 120	4.613	9.0
-486	485	-971	-434	432	-866 105	3.113	10.0
-317	317	-634	-322	320	-642 -8	1.800	11.0
-174	172	-346	-218	216	-434 -88	1.900	12.0
-225	226	-451	-153	151	-304 147	3.000	13.0
-184	182	-366	-118	115	-233 133	1.163	14.0
-188	184	-372	-179	175	-354 18	-0.500	15.0
-185	184	-369	-231	229	-460 -91	-0.725	16.0
-328	329	-657	-339	339	-678 -21	0.413	17.0
-368	368	-736	-349	349	-698 38	0.675	18.0
-332	327	-659	-313	309	-622 37	0.200	19.0
-261	260	-521	-265	265	-530 -9	-0.263	20.0
-261	262	-523	-273	272	-545 -22	-0.150	21.0
-237	224	-461	-249	236	-485 -24	0.125	22.0
-164	164	-328	-150	150	-300 28	0.425	23.0
-196	196	-392	-193	193	-386 6	0.075	24.0

DIREÇÃO B

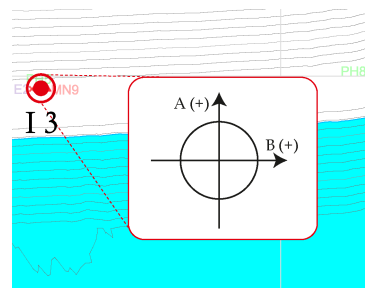
B0	B180	Past Diff.	B0	B180	Current Diff. Change	Deflect. (mm)	Depth (m)
-374	366	-740	-371	356	-727 13	2.738	1.0
-292	287	-579	-296	283	-579 0	2.575	2.0
-291	288	-579	-284	267	-551 28	2.575	3.0
-268	263	-531	-267	253	-520 11	2.225	4.0
-312	308	-620	-303	289	-592 28	2.088	5.0
-350	345	-695	-344	330	-674 21	1.738	6.0
-418	414	-832	-406	393	-799 33	1.475	7.0
-450	442	-892	-422	405	-827 65	1.063	8.0
-345	339	-684	-330	313	-643 41	0.250	9.0
-331	329	-660	-300	289	-589 71	-0.263	10.0
-277	271	-548	-333	318	-651 -103	-1.150	11.0
-319	312	-631	-331	317	-648 -17	0.138	12.0
-189	183	-372	-228	213	-441 -69	0.350	13.0
-267	259	-526	-236	221	-457 69	1.213	14.0
-431	424	-855	-416	400	-816 39	0.350	15.0
-528	523	-1051	-518	505	-1023 28	-0.138	16.0
-414	404	-818	-351	334	-685 133	-0.488	17.0
-124	114	-238	-153	135	-288 -50	-2.150	18.0
-86	89	-175	-97	91	-188 -13	-1.525	19.0
-182	175	-357	-263	247	-510 -153	-1.363	20.0
-366	360	-726	-385	370	-755 -29	0.550	21.0
-364	368	-732	-371	368	-739 -7	0.913	22.0
-287	278	-565	-266	250	-516 49	1.000	23.0
-304	297	-601	-290	280	-570 31	0.388	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 2019** relative to initial **24 Set 2014**

DIREÇÃO A

Past			Current			Deflect. (mm)	Depth (m)
A0	A180	Diff.	A0	A180	Diff. Change		
-148	148	-296	-128	128	-256	40	7.475
-117	117	-234	-129	129	-258	-24	6.975
-63	64	-127	-46	47	-93	34	7.275
-31	30	-61	-2	6	-8	53	6.850
-63	62	-125	-23	22	-45	80	6.188
-24	27	-51	-6	5	-11	40	5.188
7	-8	15	4	-6	10	-5	4.688
51	-52	103	55	-55	110	7	4.750
74	-73	147	79	-79	158	11	4.663
88	-88	176	95	-95	190	14	4.525
174	-174	348	167	-167	334	-14	4.350
236	-234	470	220	-221	441	-29	4.525
258	-258	516	264	-264	528	12	4.888
225	-225	450	240	-240	480	30	4.738
245	-244	489	287	-288	575	86	4.363
324	-322	646	359	-358	717	71	3.288
399	-398	797	425	-427	852	55	2.400
370	-370	740	378	-379	757	17	1.713
309	-308	617	327	-328	655	38	1.500
246	-245	491	231	-232	463	-28	1.025
228	-227	455	214	-214	428	-27	1.375
259	-258	517	245	-244	489	-28	1.713
300	-302	602	300	-302	602	0	2.063
325	-325	650	348	-348	696	46	2.063
361	-363	724	421	-422	843	119	1.488

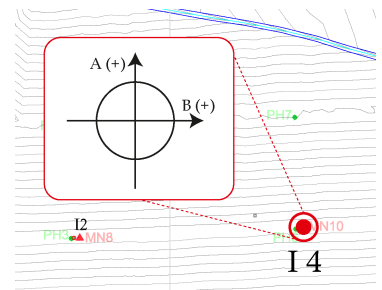
DIREÇÃO B

Past			Current			Deflect. (mm)	Depth (m)
B0	B180	Diff.	B0	B180	Diff. Change		
-354	347	-701	-379	364	-743	-42	-2.000
-244	228	-472	-237	213	-450	22	-1.475
-167	159	-326	-180	163	-343	-17	-1.750
-176	170	-346	-207	193	-400	-54	-1.538
-227	225	-452	-262	254	-516	-64	-0.863
-259	254	-513	-284	272	-556	-43	-0.063
-276	270	-546	-263	250	-513	33	0.475
-240	235	-475	-219	207	-426	49	0.063
-241	244	-485	-219	219	-438	47	-0.550
-286	280	-566	-298	284	-582	-16	-1.138
-338	334	-672	-349	337	-686	-14	-0.938
-378	370	-748	-375	358	-733	15	-0.763
-394	386	-780	-397	382	-779	1	-0.950
-443	436	-879	-463	449	-912	-33	-0.963
-438	431	-869	-447	434	-881	-12	-0.550
-400	394	-794	-413	400	-813	-19	-0.400
-411	402	-813	-423	406	-829	-16	-0.163
-403	393	-796	-413	397	-810	-14	0.038
-438	429	-867	-428	413	-841	26	0.213
-439	433	-872	-440	427	-867	5	-0.113
-467	459	-926	-480	466	-946	-20	-0.175
-481	472	-953	-481	467	-948	5	0.075
-467	458	-925	-459	445	-904	21	0.013
-378	371	-749	-381	368	-749	0	-0.250
-339	333	-672	-353	339	-692	-20	-0.250

Instalação de Resíduos BE-BAC

Inclinómetro I 4

Dados analíticos segundo a direção A e B



Current readings dated **21 Mar 2019** relative to initial **24 Set 2014**

DIREÇÃO A

A0	A180	Past Diff.	A0	A180	Current Diff. Change	Deflect. (mm)	Depth (m)
279	-278	557	307	-308	615 58	5.500	1.0
171	-171	342	165	-167	332 -10	4.775	2.0
23	-20	43	9	-10	19 -24	4.900	3.0
-23	23	-46	-15	16	-31 15	5.200	4.0
-55	58	-113	-44	46	-90 23	5.013	5.0
-80	81	-161	-62	62	-124 37	4.725	6.0
-44	46	-90	-61	63	-124 -34	4.263	7.0
-49	51	-100	-57	56	-113 -13	4.688	8.0
-53	53	-106	-47	46	-93 13	4.850	9.0
-81	82	-163	-63	62	-125 38	4.688	10.0
-158	156	-314	-145	141	-286 28	4.213	11.0
-236	235	-471	-236	235	-471 0	3.863	12.0
-273	274	-547	-287	286	-573 -26	3.863	13.0
-282	284	-566	-280	281	-561 5	4.188	14.0
-281	282	-563	-262	261	-523 40	4.125	15.0
-290	289	-579	-294	291	-585 -6	3.625	16.0
-385	387	-772	-392	391	-783 -11	3.700	17.0
-356	356	-712	-364	365	-729 -17	3.838	18.0
-325	327	-652	-324	325	-649 3	4.050	19.0
-321	325	-646	-314	315	-629 17	4.013	20.0
-317	318	-635	-303	303	-606 29	3.800	21.0
-271	270	-541	-235	235	-470 71	3.438	22.0
-259	256	-515	-219	217	-436 79	2.550	23.0
-332	332	-664	-269	267	-536 128	1.563	24.0
-396	397	-793	-362	362	-724 69	-0.038	25.0
-495	494	-989	-531	526	-1057 -68	-0.900	26.0
-426	425	-851	-424	422	-846 5	-0.050	27.0
-419	418	-837	-423	423	-846 -9	-0.113	28.0

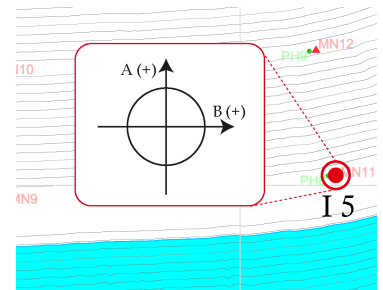
DIREÇÃO B

B0	B180	Past Diff.	B0	B180	Current Diff. Change	Deflect. (mm)	Depth (m)
-55	50	-105	-71	57	-128 -23	0.463	1.0
-14	10	-24	-10	-2	-8 16	0.750	2.0
40	-48	88	41	-57	98 10	0.550	3.0
54	-64	118	52	-68	120 2	0.425	4.0
5	-10	15	8	-21	29 14	0.400	5.0
-34	29	-63	-32	17	-49 14	0.225	6.0
-37	30	-67	-36	22	-58 9	0.050	7.0
-68	65	-133	-79	67	-146 -13	-0.063	8.0
-95	86	-181	-109	93	-202 -21	0.100	9.0
-96	87	-183	-115	97	-212 -29	0.363	10.0
-104	100	-204	-128	117	-245 -41	0.725	11.0
-129	121	-250	-147	133	-280 -30	1.238	12.0
-155	148	-303	-152	138	-290 13	1.613	13.0
-181	176	-357	-161	149	-310 47	1.450	14.0
-223	217	-440	-204	192	-396 44	0.863	15.0
-252	245	-497	-244	230	-474 23	0.313	16.0
-178	164	-342	-187	169	-356 -14	0.025	17.0
-221	211	-432	-224	212	-436 -4	0.200	18.0
-246	237	-483	-264	249	-513 -30	0.250	19.0
-335	326	-661	-327	312	-639 22	0.625	20.0
-365	356	-721	-357	342	-699 22	0.350	21.0
-331	323	-654	-350	335	-685 -31	0.075	22.0
-403	400	-803	-408	393	-801 2	0.463	23.0
-395	387	-782	-389	375	-764 18	0.438	24.0
-408	405	-813	-391	378	-769 44	0.213	25.0
-479	464	-943	-498	473	-971 -28	-0.338	26.0
-501	496	-997	-503	492	-995 2	0.013	27.0
-426	418	-844	-429	416	-845 -1	-0.013	28.0

Instalação de Resíduos BE-BAC

Inclinómetro I 5

Dados analíticos segundo a direção A e B



Current readings dated **21 Mar 2019** relative to initial **24 Set 2014**

DIREÇÃO A

A0	A180	Past Diff.	A0	A180	Current Diff. Change	Deflect. (mm)	Depth (m)
-59	59	-118	-51	51	-102	16	3.650
-194	195	-389	-188	187	-375	14	3.450
-241	242	-483	-238	239	-477	6	3.275
-324	322	-646	-336	334	-670	-24	3.200
-338	337	-675	-341	339	-680	-5	3.500
-354	354	-708	-350	349	-699	9	3.563
-369	348	-717	-377	374	-751	-34	3.450
-322	323	-645	-344	343	-687	-42	3.875
-337	338	-675	-329	328	-657	18	4.400
-330	330	-660	-291	293	-584	76	4.175
-320	323	-643	-272	272	-544	99	3.225
-317	317	-634	-281	280	-561	73	1.988
-328	328	-656	-310	310	-620	36	1.075
-394	396	-790	-405	405	-810	-20	0.625
-449	452	-901	-489	489	-978	-77	0.875
-458	459	-917	-482	483	-965	-48	1.838
-435	439	-874	-490	491	-981	-107	2.438
-487	486	-973	-501	502	-1003	-30	3.775
-458	460	-918	-418	419	-837	81	4.150
-469	469	-938	-435	434	-869	69	3.138
-449	448	-897	-439	436	-875	22	2.275
-468	468	-936	-435	433	-868	68	2.000
-468	468	-936	-439	438	-877	59	1.150
-437	436	-873	-421	419	-840	33	0.413

DIREÇÃO B

B0	B180	Past Diff.	B0	B180	Current Diff. Change	Deflect. (mm)	Depth (m)
67	-72	139	56	-70	126	-13	-5.375
-4	-5	1	-24	9	-33	-34	-5.213
1	-9	10	-27	11	-38	-48	-4.788
18	-22	40	-34	22	-56	-96	-4.188
-7	-3	-4	-33	16	-49	-45	-2.988
19	-27	46	3	-19	22	-24	-2.425
47	-38	85	38	-35	73	-12	-2.125
82	-89	171	63	-78	141	-30	-1.975
96	-102	198	81	-93	174	-24	-1.600
112	-123	235	62	-80	142	-93	-1.300
111	-117	228	95	-107	202	-26	-0.138
114	-120	234	144	-157	301	67	0.188
71	-79	150	111	-125	236	86	-0.650
95	-102	197	92	-107	199	2	-1.725
112	-118	230	44	-58	102	-128	-1.750
78	-87	165	14	-28	42	-123	-0.150
145	-148	293	90	-101	191	-102	1.388
210	-214	424	206	-217	423	-1	2.663
165	-174	339	219	-234	453	114	2.675
168	-176	344	176	-190	366	22	1.250
192	-203	395	183	-200	383	-12	0.975
218	-225	443	231	-243	474	31	1.125
218	-226	444	236	-251	487	43	0.738
241	-249	490	246	-260	506	16	0.200

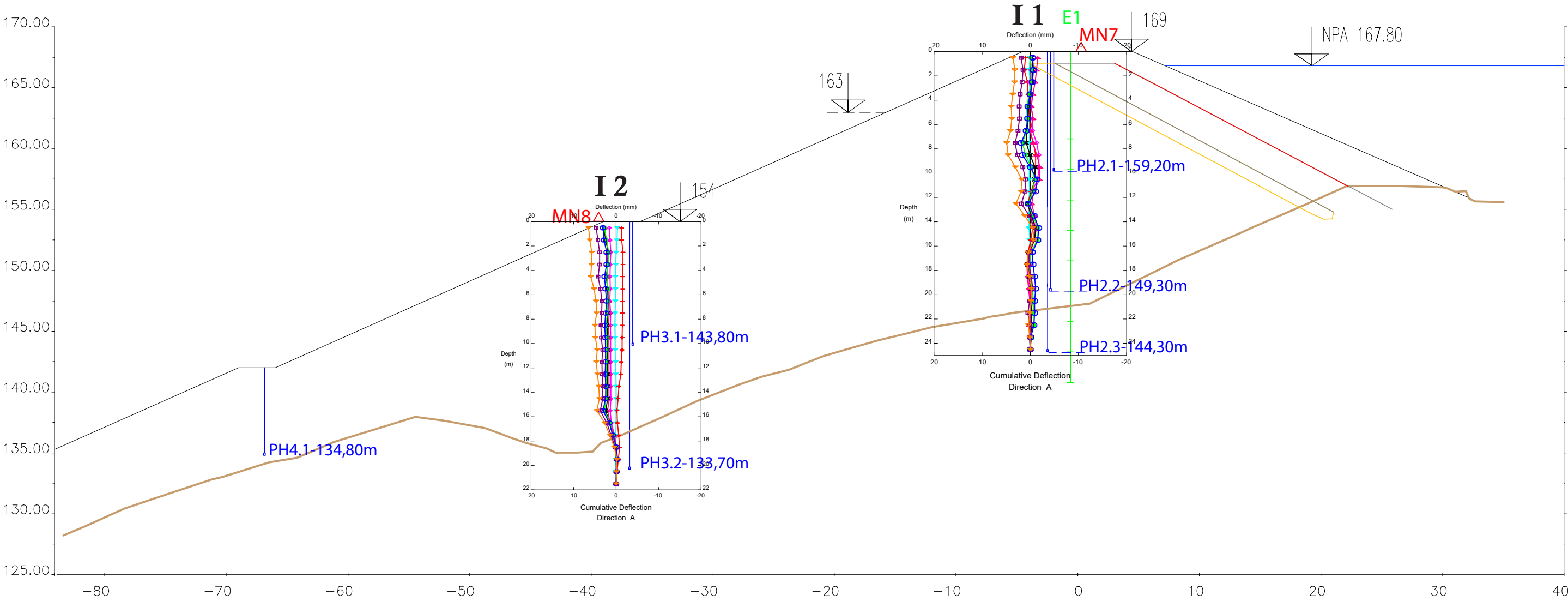
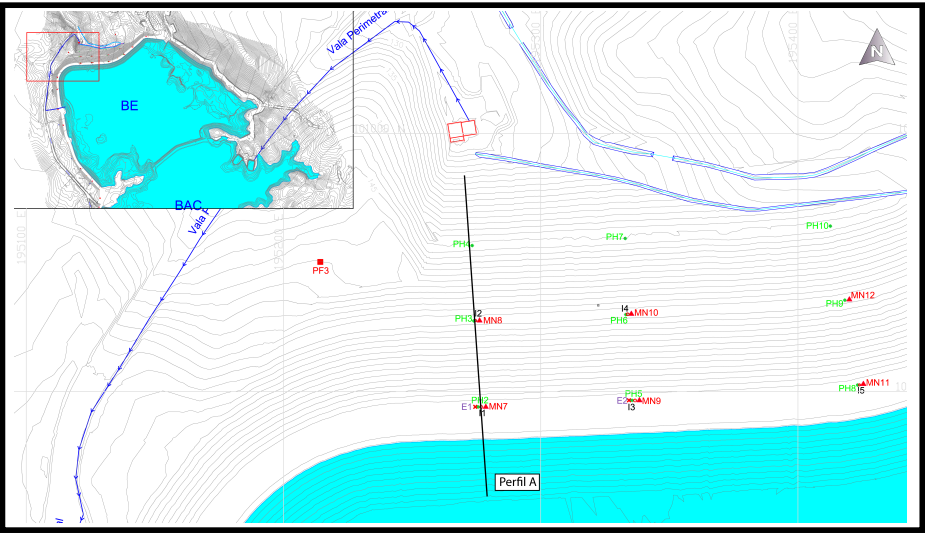
Perfis interpretativos



Instalação de Resíduos BE-BAC

Perfil A*

Inclinómetros



Simbologia

△

MN1 - Marca nivelamento 1

I 1

Inclinómetro nº1
(curva acumulada direção A)

E1

Extensómetro nº1

PH1

Piezómetro nº1

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

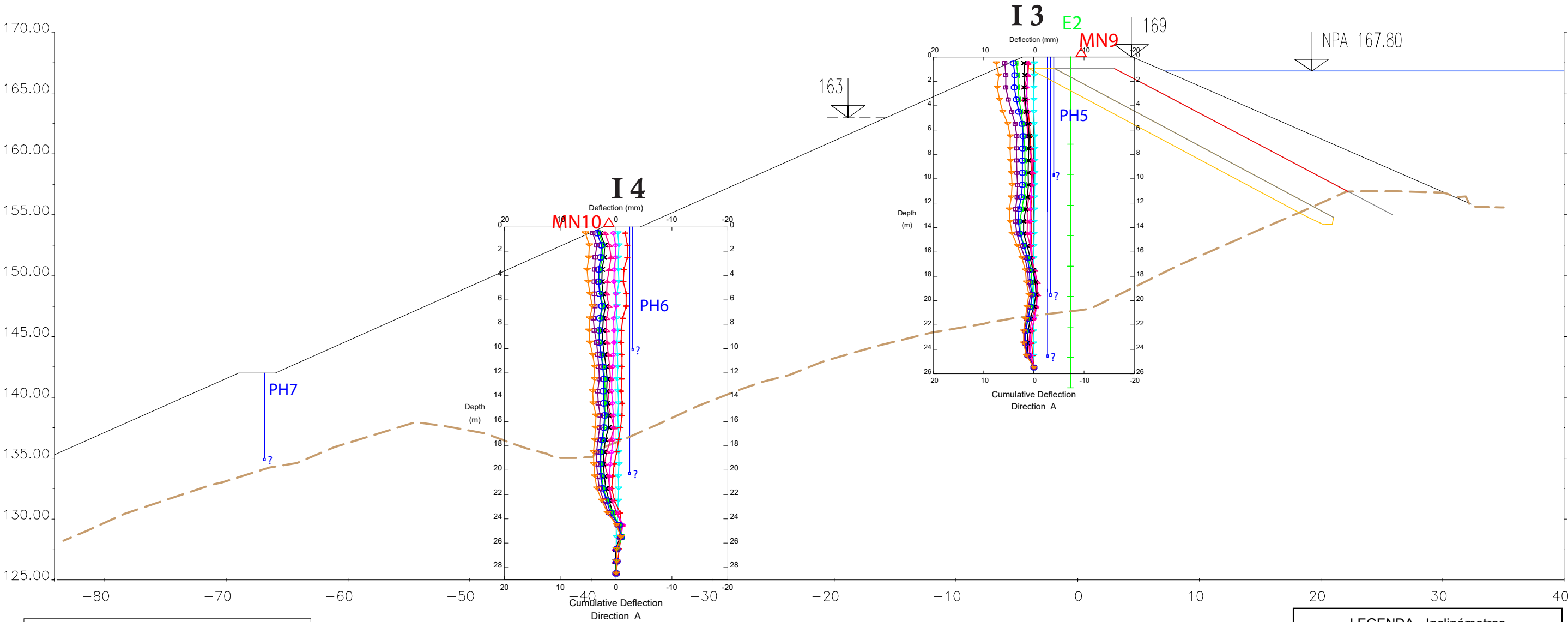
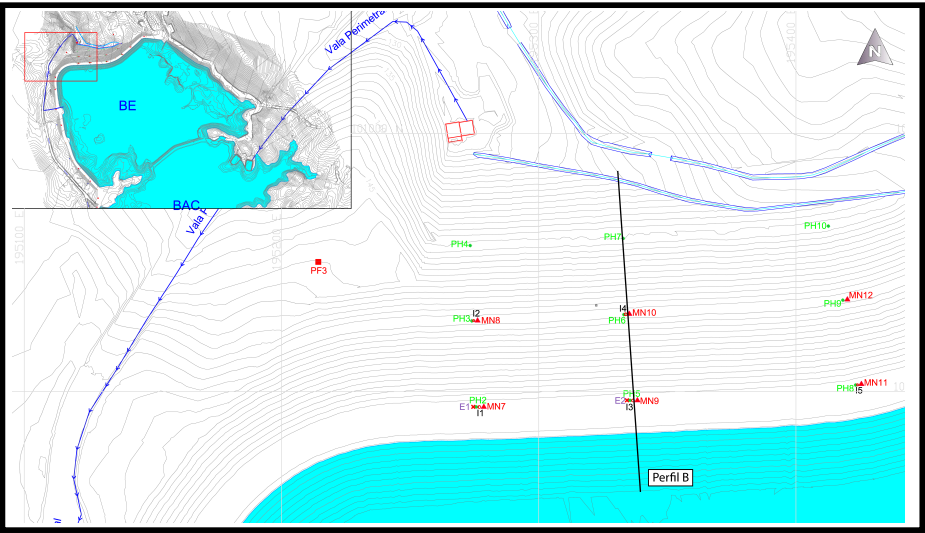
LEGENDA - Inclinómetros	
Leitura referência	24 setembro 2014
	31 março 2015
	01 outubro 2015
	06 abril 2016
	22 setembro 2016
	15 março 2017
	19 setembro 2017
	21 março 2018
	26 setembro 2018
	21 março 2019



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

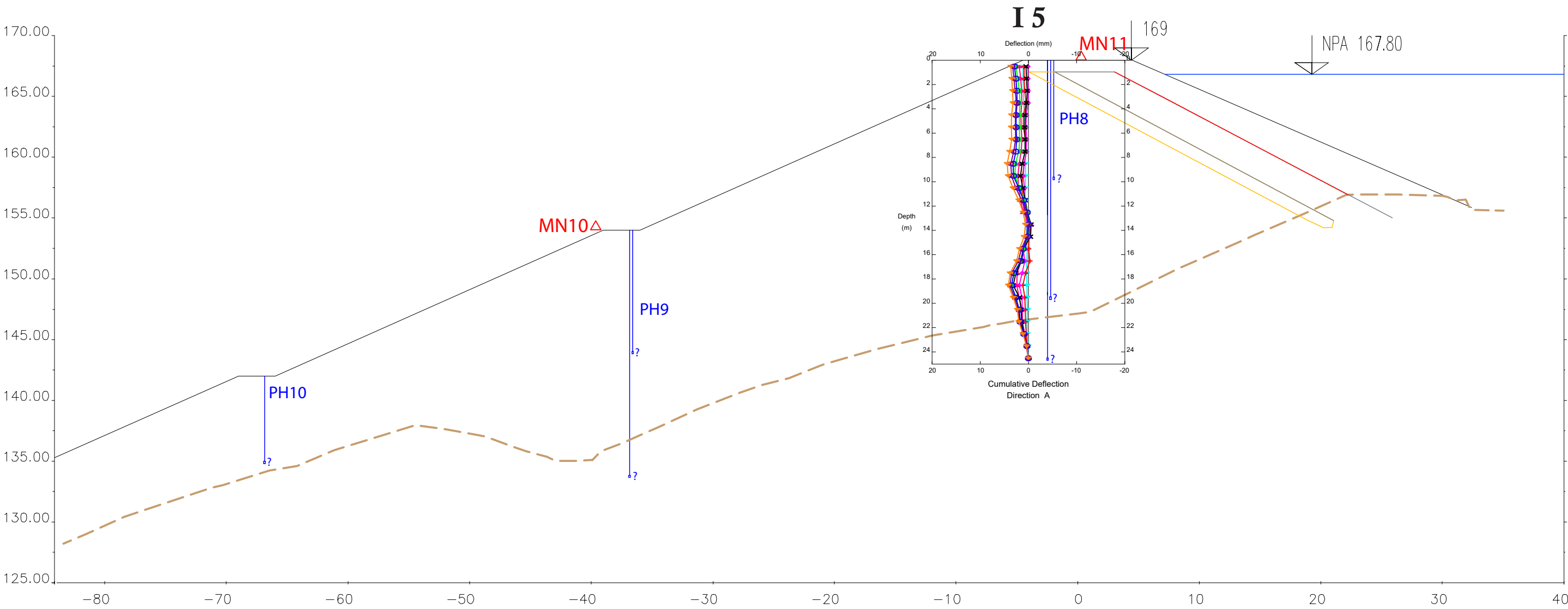
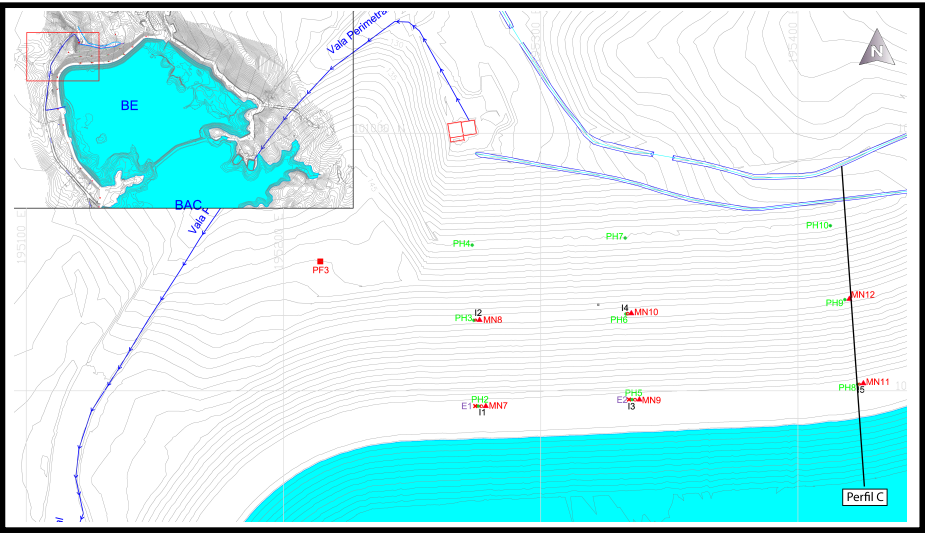
LEGENDA - Inclinómetros	
Leitura referência	24 setembro 2014
↔	31 março 2015
+	01 outubro 2015
◇	06 abril 2016
△	22 setembro 2016
×	15 março 2017
↔	19 setembro 2017
⊕	21 março 2018
⊗	26 setembro 2018
↔	21 março 2019



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
✕	15 março 2017
↔	19 setembro 2017
↔	21 março 2018
⊠	26 setembro 2018
↔	21 março 2019

ALMINA - Minas do Alentejo, S.A.

INSTALAÇÃO DE RESÍDUOS BE-BAC

Relatório de Instrumentação (setembro 2019)

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

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Planta de localização dos Inclínómetros I1 a I5	3
Figura 2 – Gráficos cumulativos e incrementais na direção A dos inclinómetros I1, I2 e I3 onde se identifica o posicionamento da deformação (destaque nos círculos de cor vermelha).....	8

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Conjunto dos valores de deflexão acumulada (mm) obtidos nos inclinómetros em observação.	6
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.....	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.

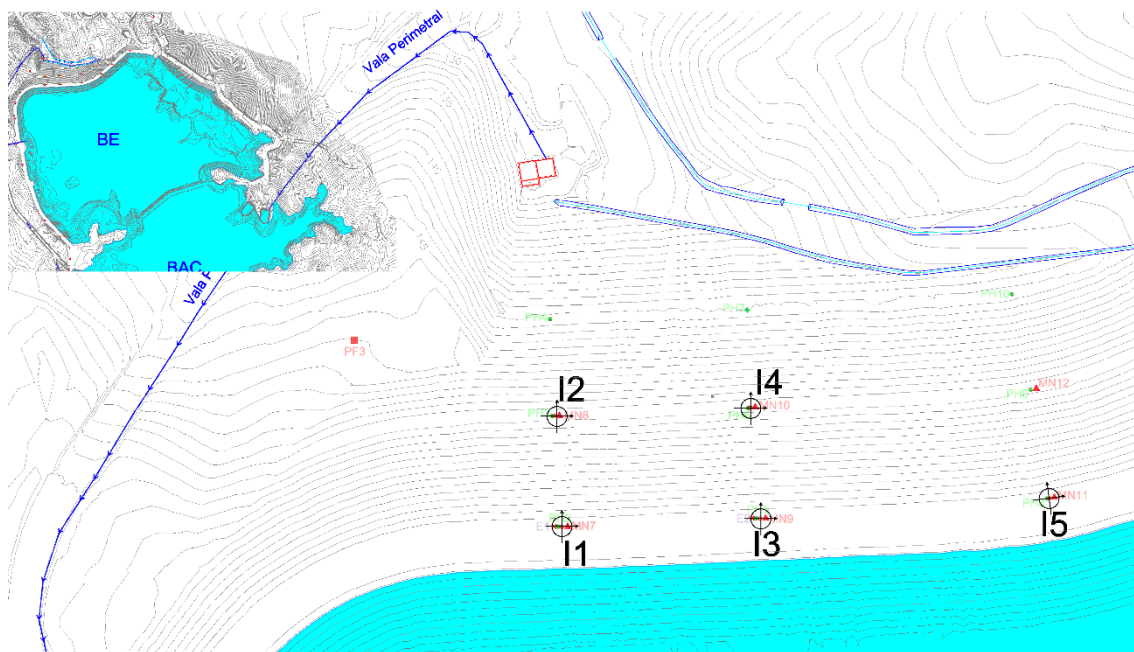


Figura 1 - Planta de localização dos Inclinómetros I1 a I5

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

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 (19-09-2019), segundo a direcção A e B;
- Implantação dos inclinómetros nos perfis da obra, permitindo uma visualização da evolução segundo a direcção 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 (m)	I1		I2		I3		I4		I5	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
1	6.988	1.563	8.838	5.900	10.375	-3.363	6.825	0.525	4.788	-5.137
2	6.400	1.275	8.175	6.438	9.825	-2.700	5.975	0.850	4.488	-5.188
3	6.375	1.400	7.763	6.800	9.963	-3.150	6.475	0.675	4.175	-4.725
4	6.500	0.962	7.750	6.825	9.350	-2.875	6.800	0.537	4.013	-4.088
5	6.588	0.912	7.888	6.363	8.388	-2.000	6.225	0.300	4.275	-2.563
6	6.313	0.562	7.025	5.450	7.100	-1.138	5.850	0.062	4.350	-1.987
7	6.388	0.287	6.588	5.413	6.488	-0.513	5.325	-0.150	4.300	-1.925
8	6.813	0.250	6.438	5.525	6.388	-0.800	5.750	-0.250	4.475	-1.775
9	6.225	-0.625	6.825	5.300	6.050	-1.550	6.000	-0.038	4.925	-1.387
10	5.175	-1.313	6.738	5.100	5.825	-2.175	5.813	0.225	4.538	-1.050
11	4.325	-2.375	6.263	4.800	5.538	-1.688	5.300	0.587	3.500	0.425
12	4.013	-0.900	6.588	4.613	5.763	-0.950	5.000	1.150	2.063	0.738
13	4.638	-0.288	5.988	4.438	5.938	-1.038	5.088	1.600	0.863	-0.512
14	2.388	0.375	4.938	4.325	5.688	-1.275	5.500	1.475	0.063	-2.150
15	0.675	-0.463	4.188	4.288	5.013	-0.813	5.250	0.775	0.425	-2.412
16	0.562	-1.063	4.863	3.925	3.875	-0.575	4.738	0.187	1.963	-0.587
17	1.763	-1.150	2.575	2.600	2.900	-0.300	4.713	-0.175	2.888	1.213
18	1.888	-2.975	1.563	2.038	2.025	0.075	4.888	0.062	4.100	2.713
19	1.238	-2.300	0.500	1.063	1.863	0.225	5.050	0.137	4.413	2.750
20	0.262	-2.025	-0.150	0.362	1.438	-0.213	4.888	0.512	3.238	1.413
21	0.375	-0.100	-0.087	0.250	1.863	-0.275	4.625	0.300	2.338	1.138
22	0.550	0.637			2.088	0.037	4.263	0.050	2.025	1.225
23	0.750	0.725			2.425	0.062	3.313	0.500	1.150	0.825
24	0.212	0.325			2.263	-0.300	2.175	0.462	0.413	0.225
25					1.613	-0.275	0.275	0.225		
26							-0.725	-0.375		
27							0.012	0.075		
28							-0.088	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 2,35 mm e um valor máximo de 10,375 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 de pequena magnitude (+/- 4 a 8 mm).

Após a décima primeira leitura, executada no dia 19-09-2019, os inclinómetros instalados (i.e. I1, I2, e I3) mostram uma ligeira deformação no sentido A+, mais evidente desde setembro 2018.

Este facto é igualmente observável na análise dos gráficos deformação/tempo onde é perceptível uma deformação relativamente constante no troço superior em praticamente todos os instrumentos e uma ligeira aceleração (de pequena ordem de grandeza) nos inclinómetros I1, I2 e I3.

A tabela seguinte (Tabela 2) mostra a diferença entre esta campanha e a estabelecida em março de 2019.

profundidade	I1		I2		I3		I4		I5	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
1	3.400	-1.175	2.325	0.950	2.900	-1.363	1.325	0.062	1.138	0.238
2	3.200	-1.300	1.987	1.013	2.850	-1.225	1.200	0.100	1.038	0.025
3	3.100	-1.175	2.000	0.950	2.688	-1.400	1.575	0.125	0.900	0.063
4	2.837	-1.263	1.975	0.900	2.500	-1.337	1.600	0.112	0.813	0.100
5	2.638	-1.176	1.900	0.850	2.200	-1.137	1.213	-0.100	0.775	0.425
6	2.475	-1.176	1.837	0.787	1.912	-1.075	1.125	-0.163	0.787	0.438
7	2.313	-1.188	1.825	0.750	1.800	-0.988	1.063	-0.200	0.850	0.200
8	1.925	-0.813	1.813	0.700	1.638	-0.862	1.062	-0.188	0.600	0.200
9	1.612	-0.875	1.812	0.687	1.387	-1.000	1.150	-0.138	0.525	0.213
10	2.062	-1.050	1.838	0.662	1.300	-1.037	1.125	-0.138	0.363	0.250
11	2.525	-1.225	1.825	0.575	1.188	-0.750	1.087	-0.138	0.275	0.563
12	2.113	-1.037	1.888	0.538	1.238	-0.187	1.137	-0.088	0.075	0.550
13	1.638	-0.638	1.575	0.450	1.050	-0.088	1.225	-0.013	-0.212	0.138
14	1.225	-0.838	0.838	0.400	0.950	-0.312	1.312	0.025	-0.562	-0.425
15	1.175	-0.813	0.238	0.400	0.650	-0.263	1.125	-0.088	-0.450	-0.662
16	1.287	-0.925	0.325	0.212	0.587	-0.175	1.113	-0.126	0.126	-0.437
17	1.350	-0.662	-0.100	0.150	0.500	-0.137	1.013	-0.200	0.450	-0.175
18	1.213	-0.825	0.088	0.138	0.312	0.038	1.050	-0.138	0.325	0.050
19	1.038	-0.775	0.062	0.188	0.363	0.013	1.000	-0.113	0.263	0.075
20	0.524	-0.662	0.062	-0.013	0.413	-0.100	0.875	-0.113	0.100	0.163
21	0.525	-0.650	0.013	0.000	0.488	-0.100	0.825	-0.050	0.063	0.163
22	0.425	-0.276			0.375	-0.038	0.825	-0.025	0.025	0.100
23	0.325	-0.275			0.362	0.050	0.763	0.037	0.000	0.087
24	0.137	-0.062			0.200	-0.050	0.612	0.024	0.001	0.025
25					0.125	-0.025	0.313	0.012		
26							0.175	-0.038		
27							0.062	0.062		
28							0.025	0.037		

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.

De forma a complementar os gráficos de evolução no tempo elaborámos gráficos de deformação incremental nos três inclinómetros referidos.

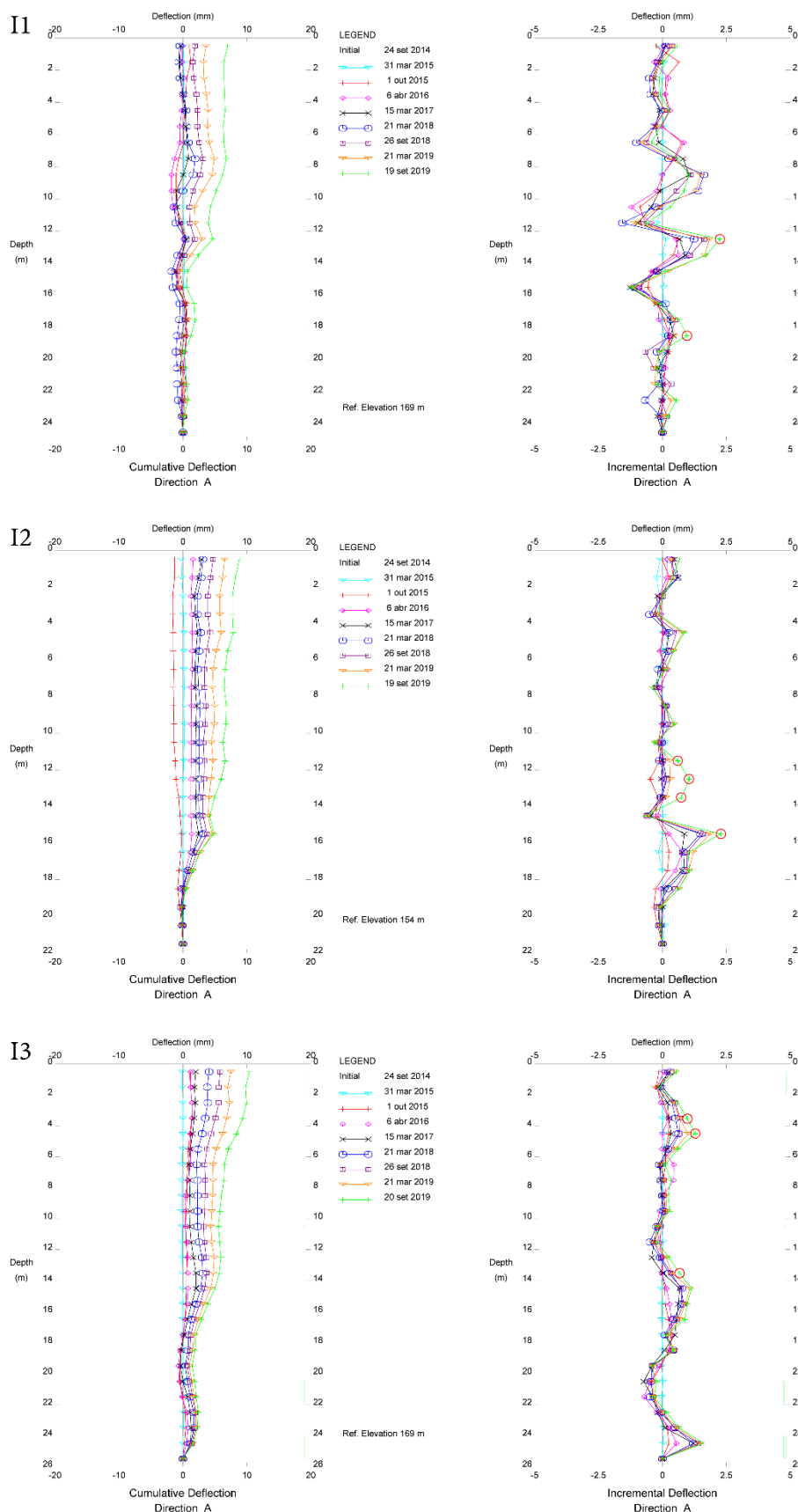


Figura 2 – Gráficos cumulativos e incrementais na direção A dos inclinómetros I1, I2 e I3 onde se identifica o posicionamento da deformação (destaque nos círculos de cor vermelha).

Os gráficos da Figura 2, nomeadamente a deformação incremental (à direita), permitem constatar o carácter pontual da deformação ocorrida e que concorre para a deformação acumulada (à esquerda). Tratam-se de deformações de pequena ordem de grandeza, mas que importa verificar em futuras campanhas para certificar a sua evolução.

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 (próximo ao NPA).

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, 23 de março de 2019



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

Luís Gonçalves (Geólogo)

ANEXOS

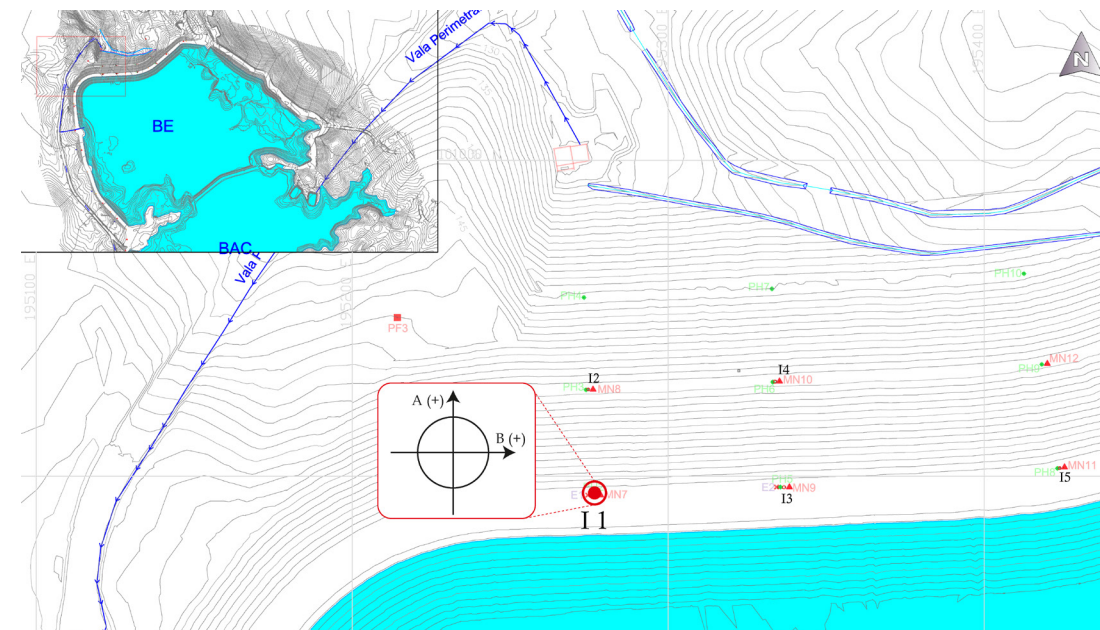
Deformação Acumulada



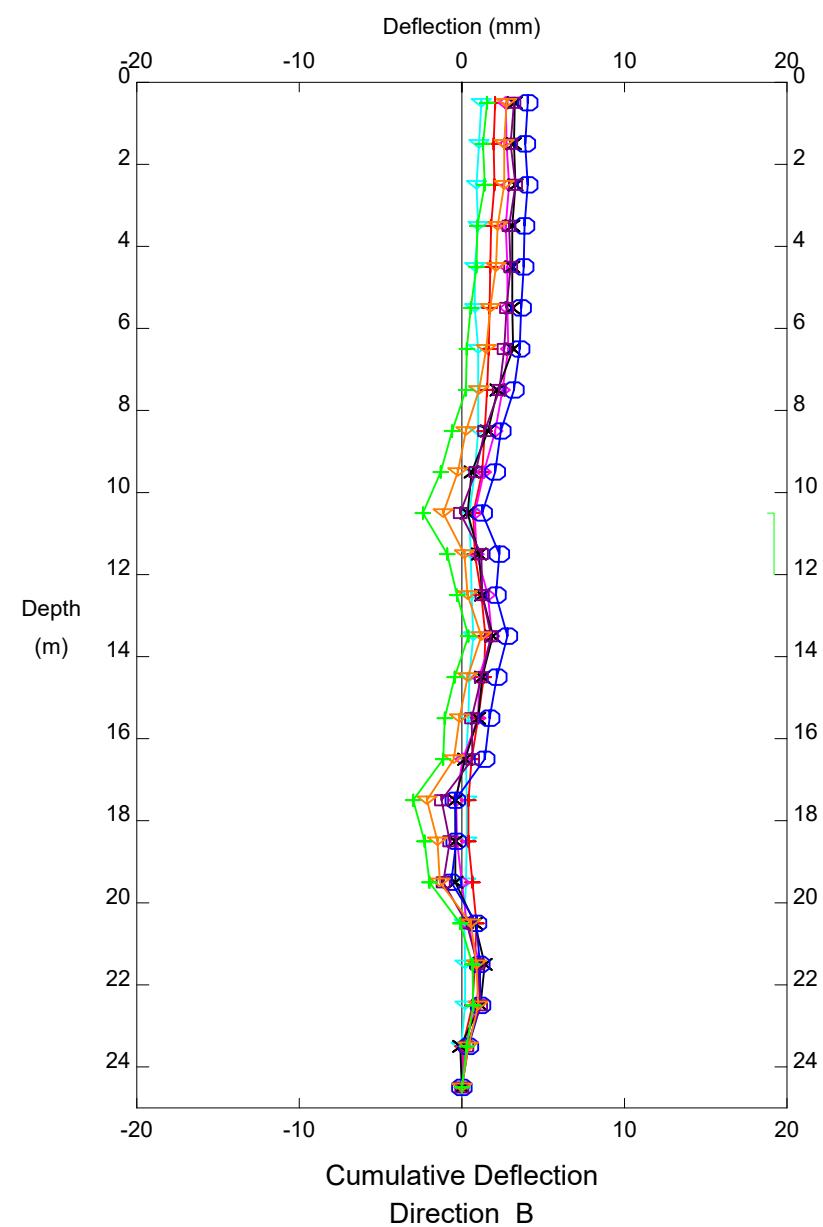
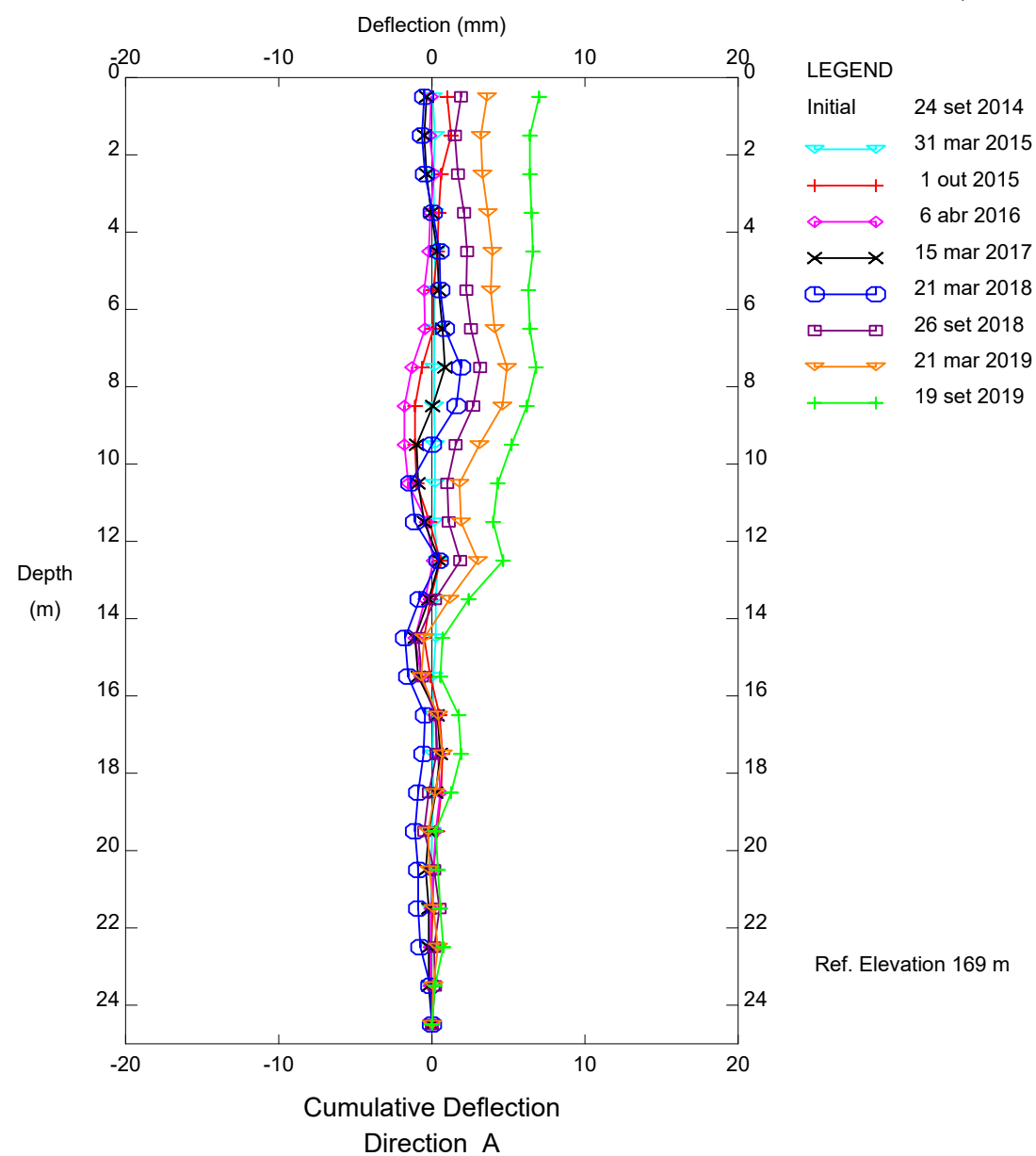
Instalação de Resíduos BE-BAC

Inclinómetro I 1

deformação acumulada segundo a direção A e B



EPOS, S.A. - Oeiras

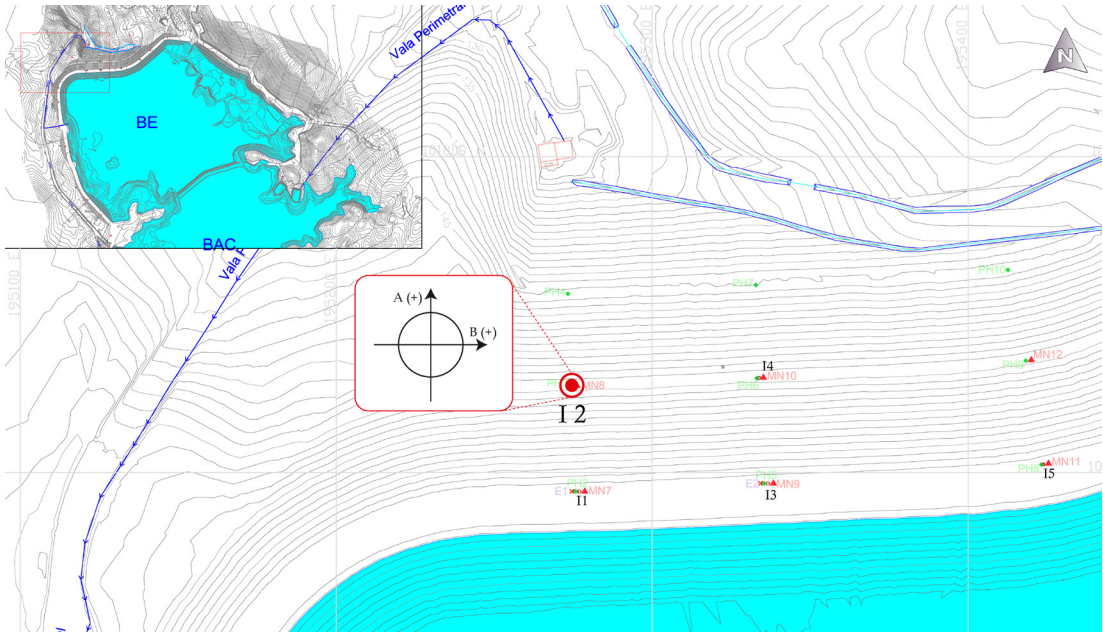




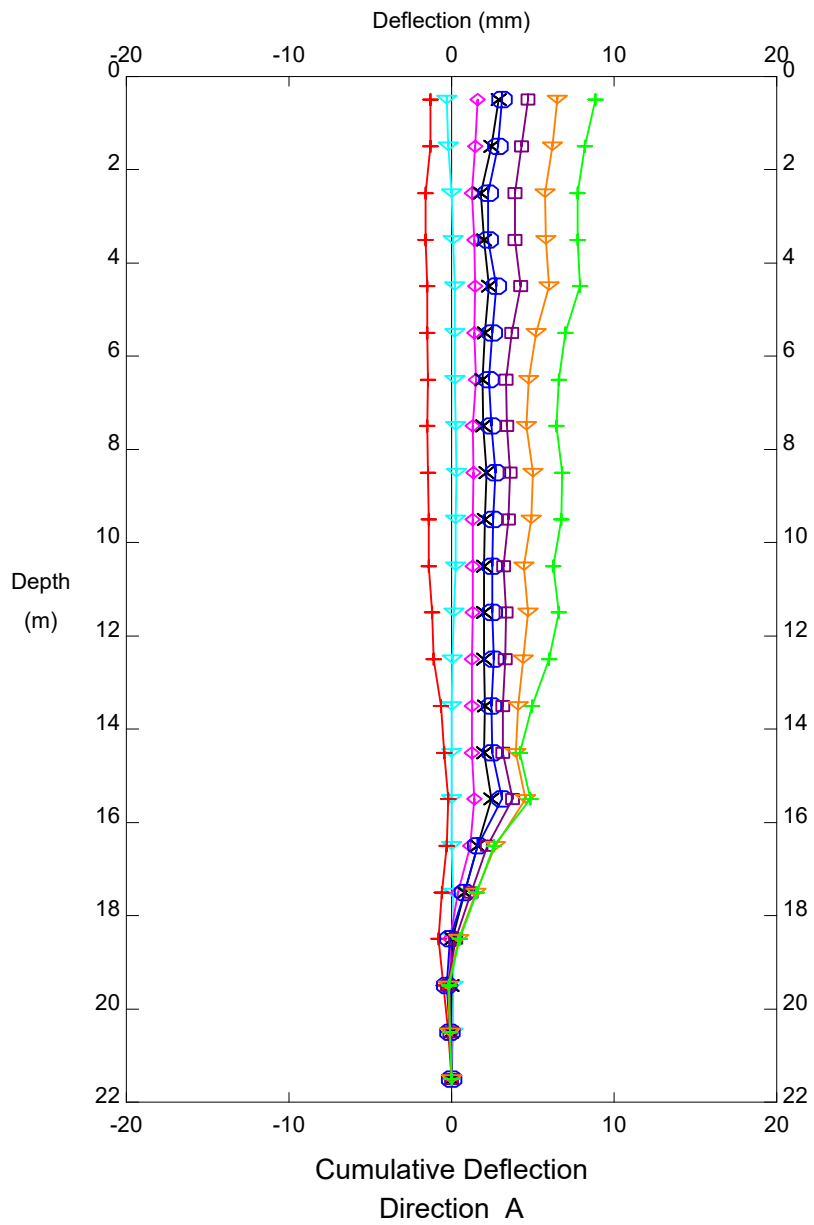
Instalação de Resíduos BE-BAC

Inclinómetro I 2

deformação acumulada segundo a direção A e B

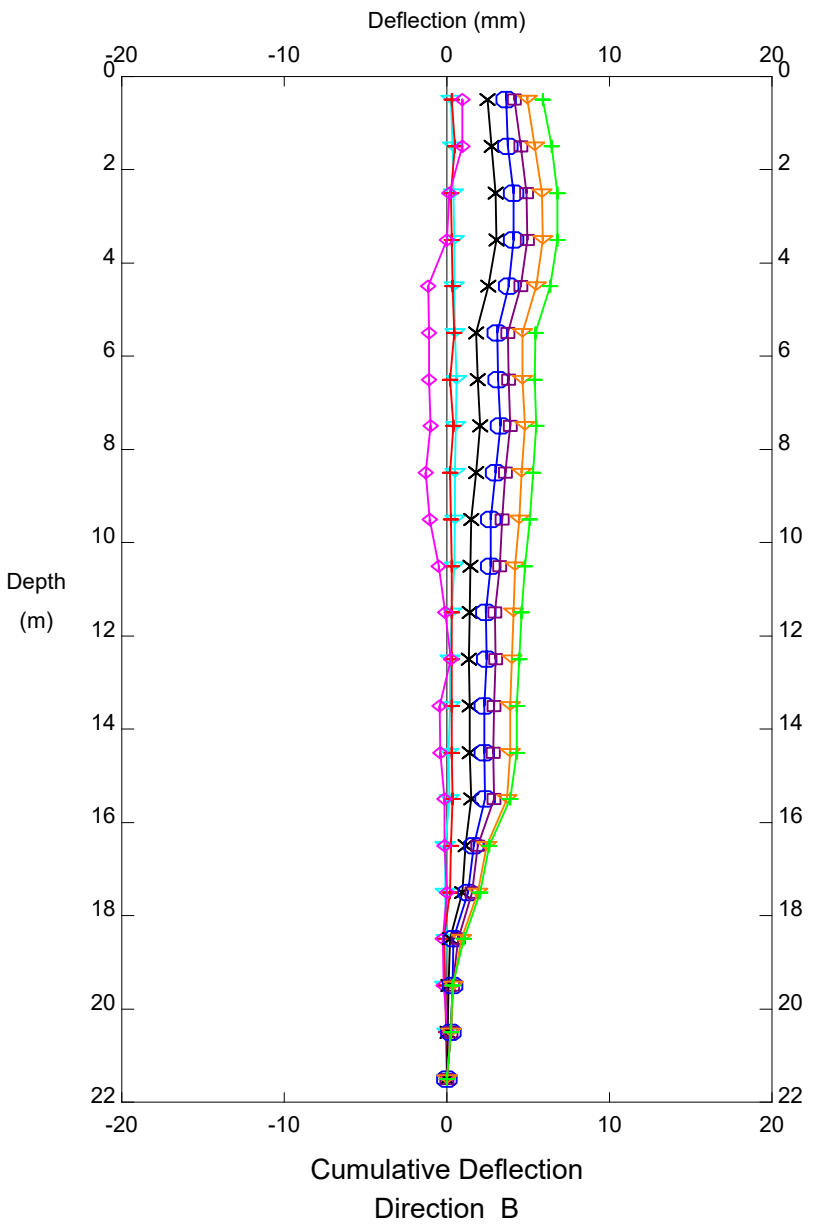


EPOS, S.A. - Oeiras



- LEGEND
- Initial 24 set 2014
 - 31 mar 2015
 - 1 out 2015
 - 6 abr 2016
 - 15 mar 2017
 - 21 mar 2018
 - 26 set 2018
 - 21 mar 2019
 - 19 set 2019

Ref. Elevation 154 m

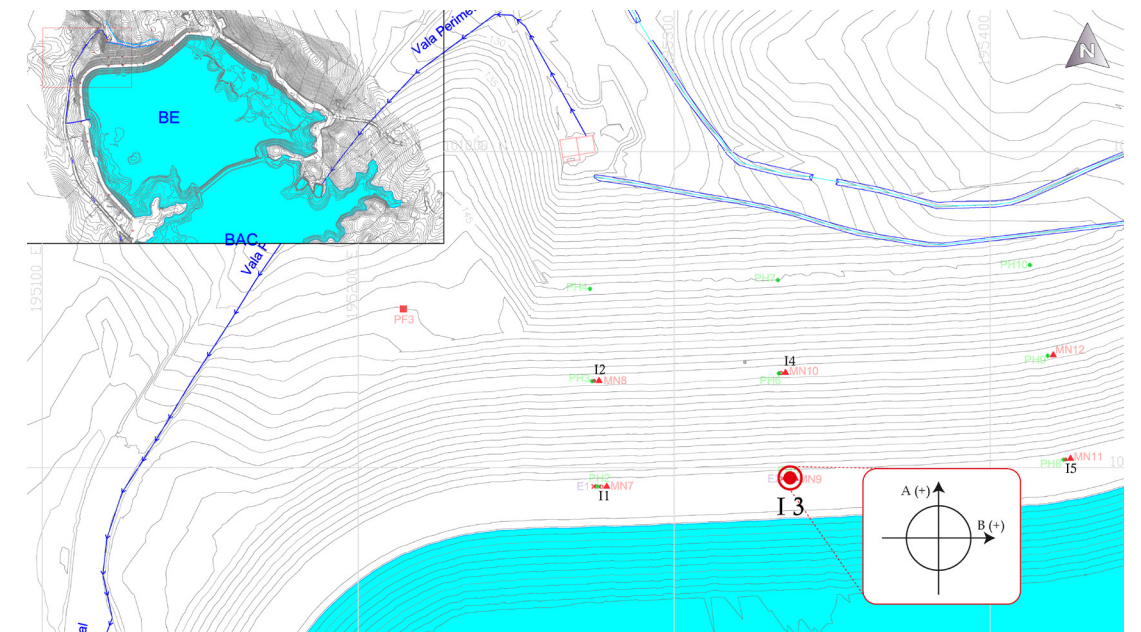




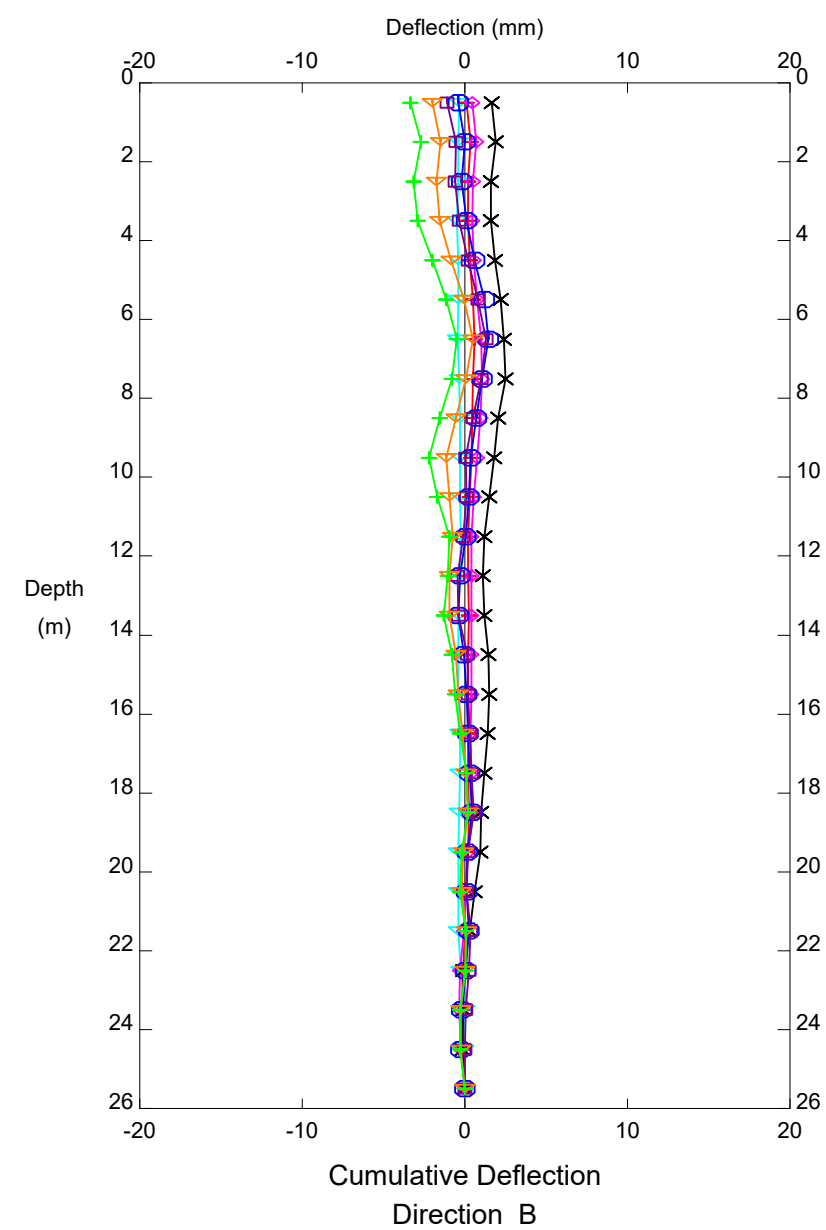
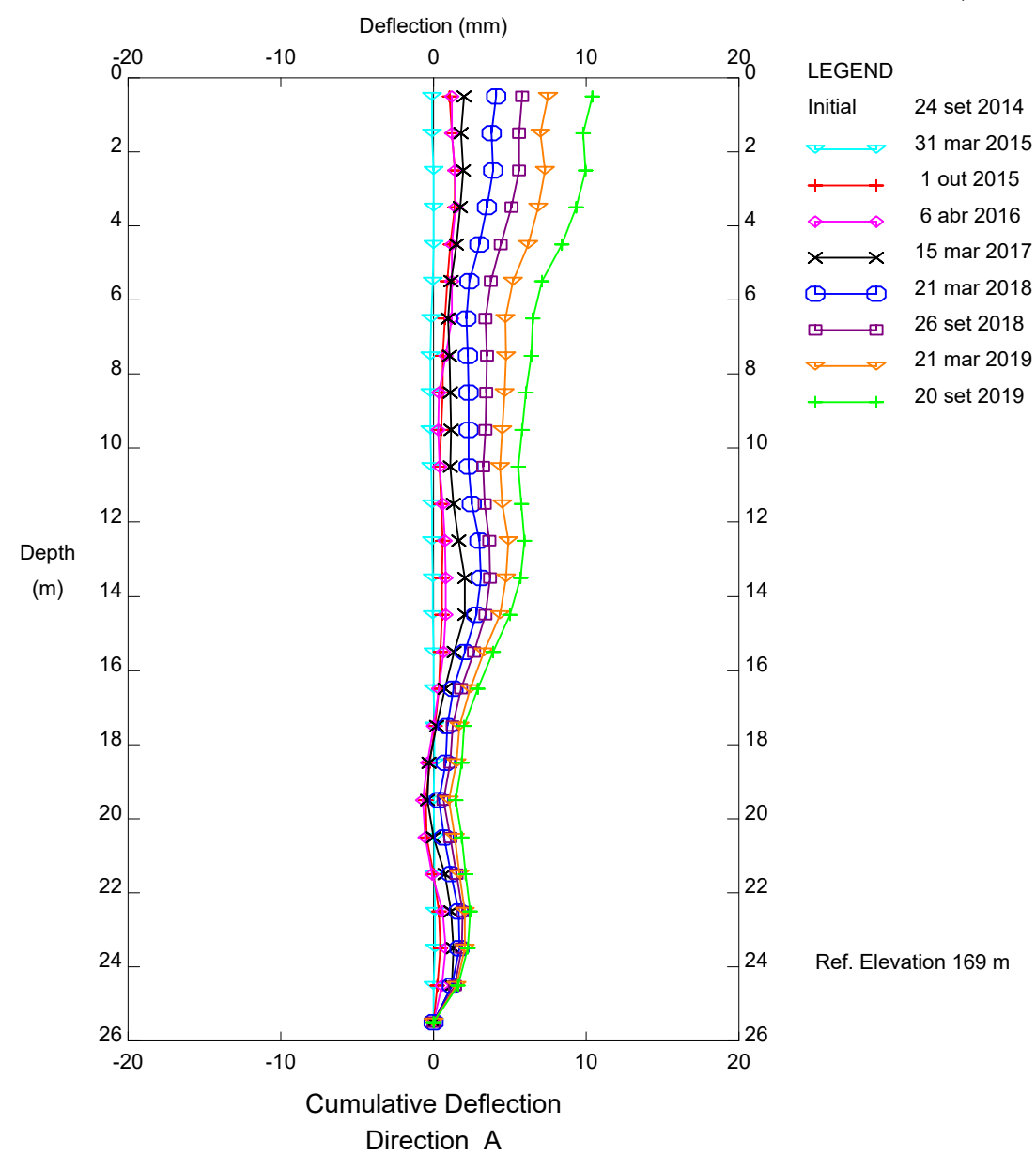
Instalação de Resíduos BE-BAC

Inclinómetro I 3

deformação acumulada segundo a direção A e B



EPOS, S.A. - Oeiras



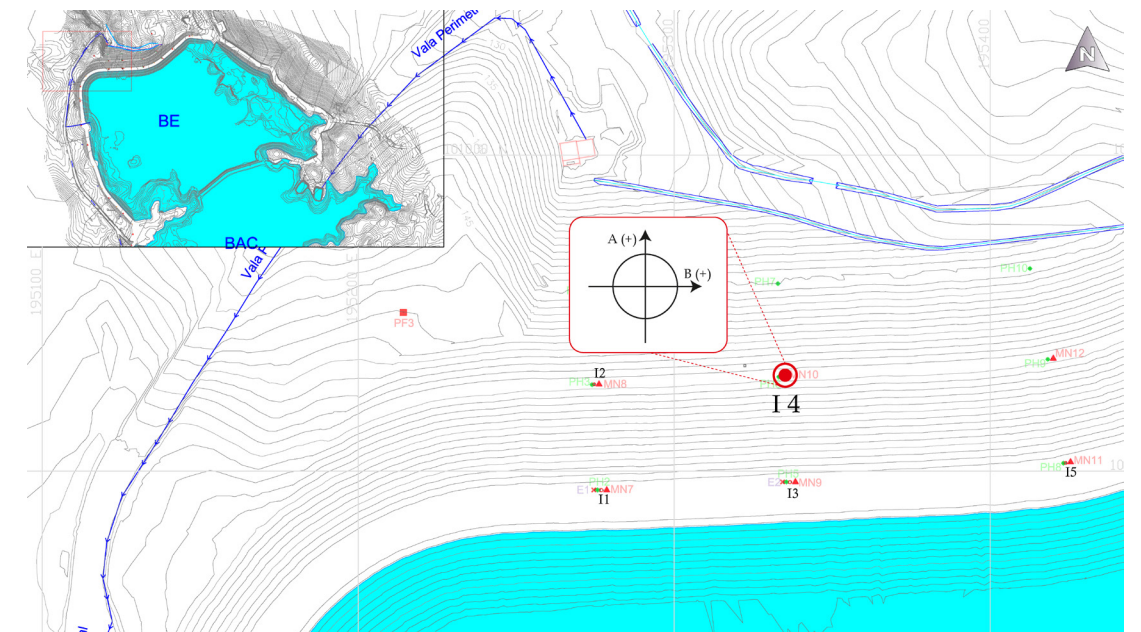
ALJUSTREL, Inclínometer I3
ALMINA, Minas do Alentejo SA



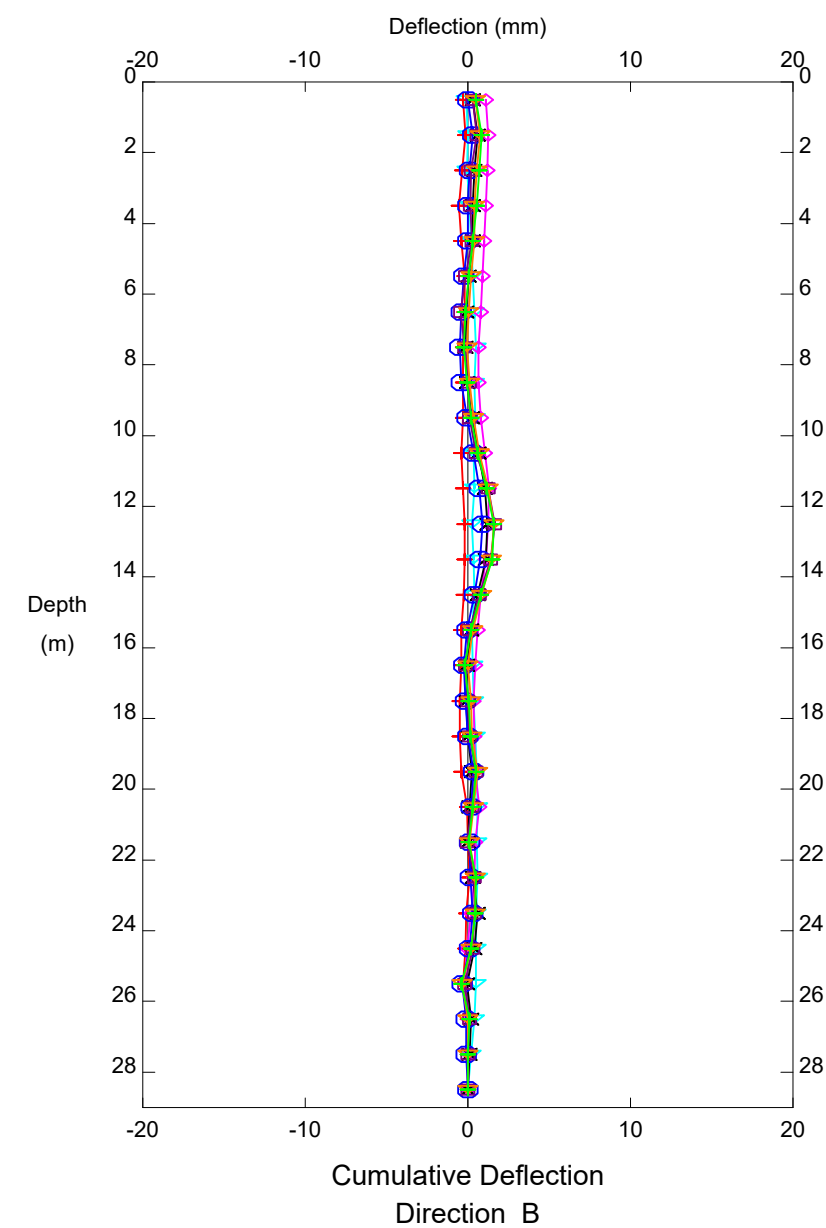
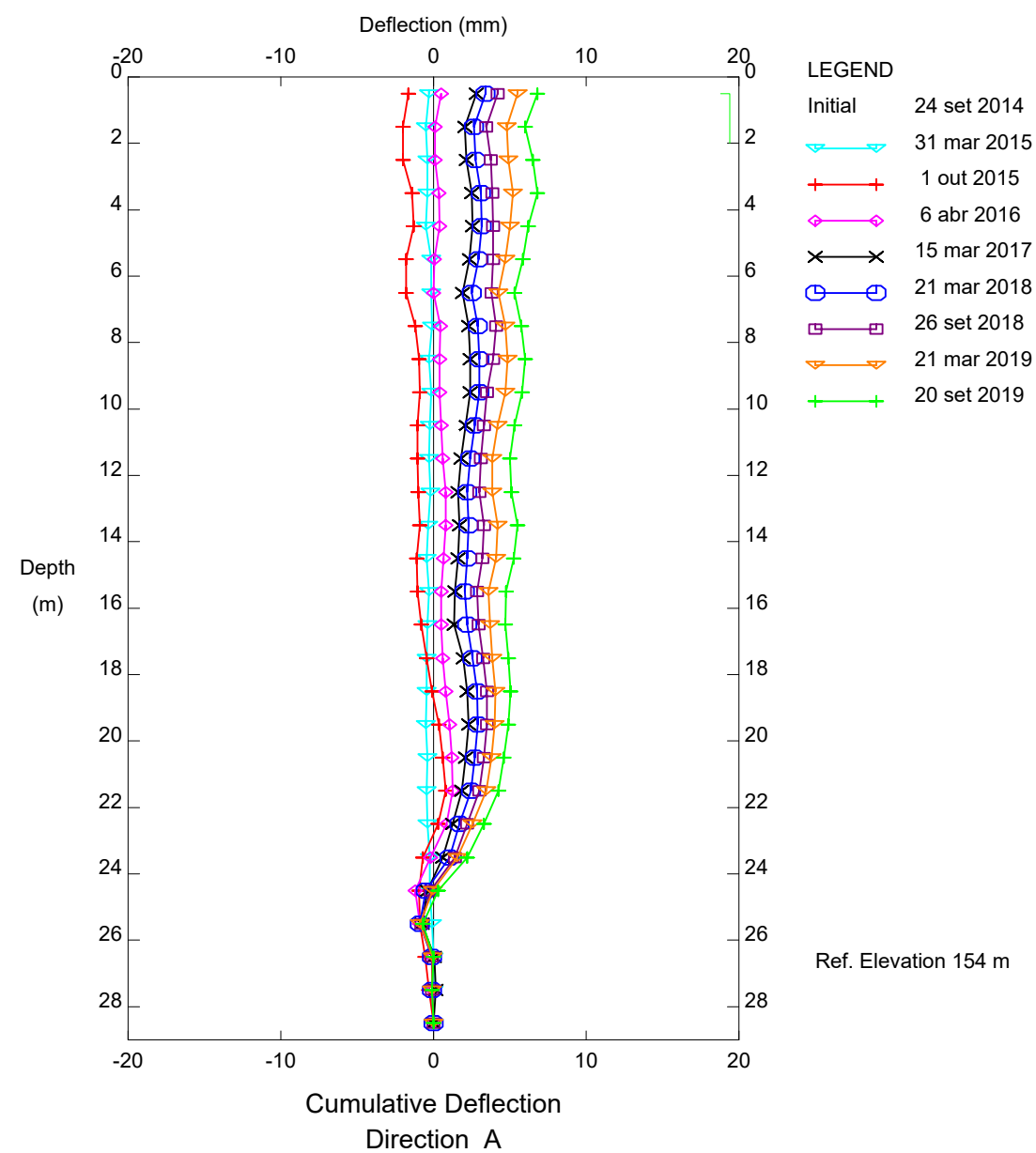
Instalação de Resíduos BE-BAC

Inclinómetro I 4

deformação acumulada segundo a direção A e B



EPOS, S.A. - Oeiras



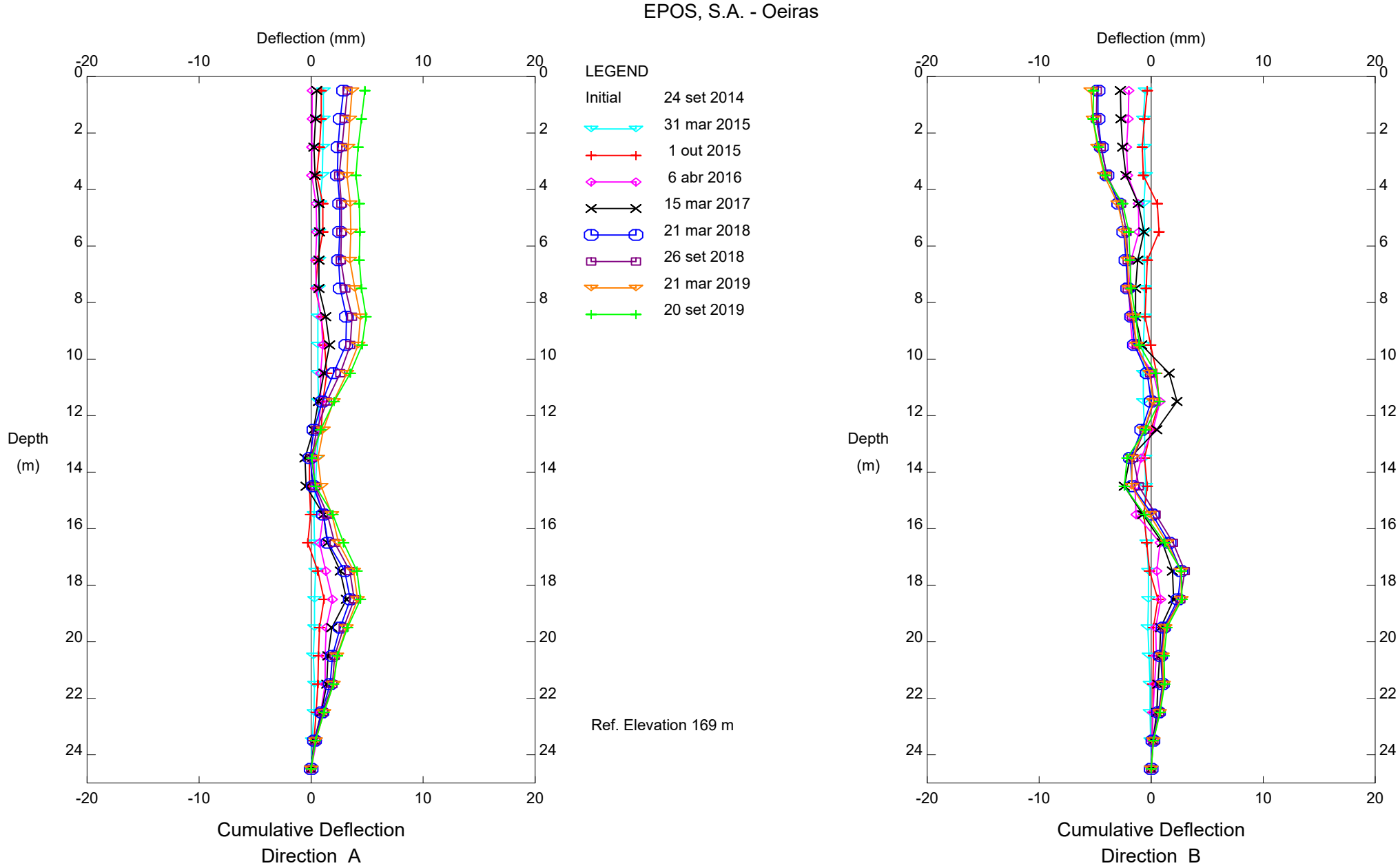
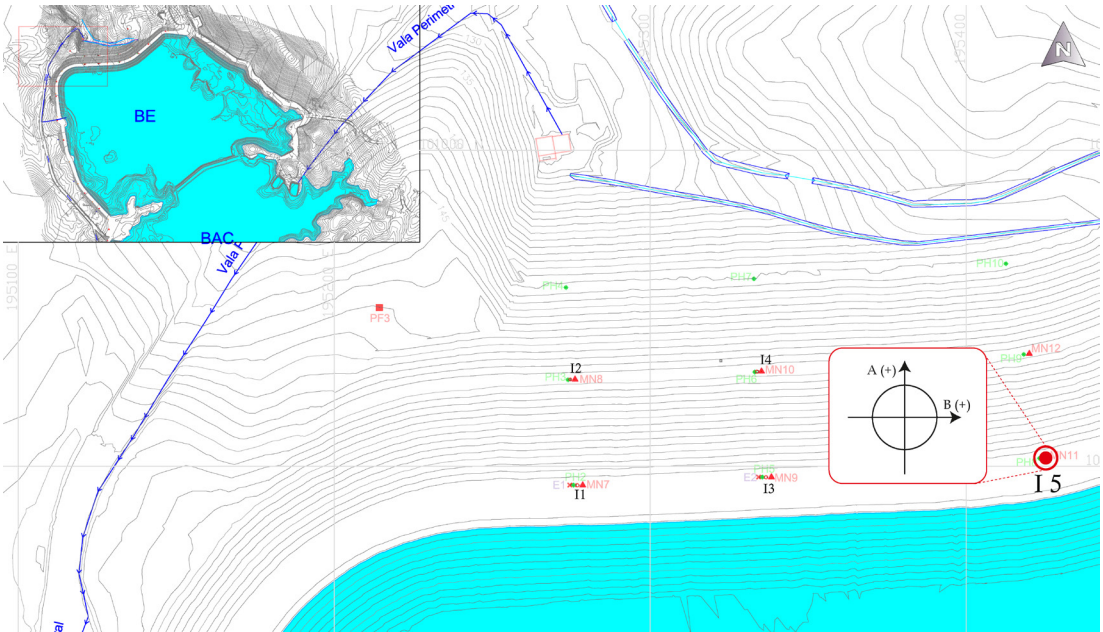
ALJUSTREL, Inclinomater I4
ALMINA. Minas do Alentejo, SA



Instalação de Resíduos BE-BAC

Inclinómetro I 5

deformação acumulada segundo a direção A e B

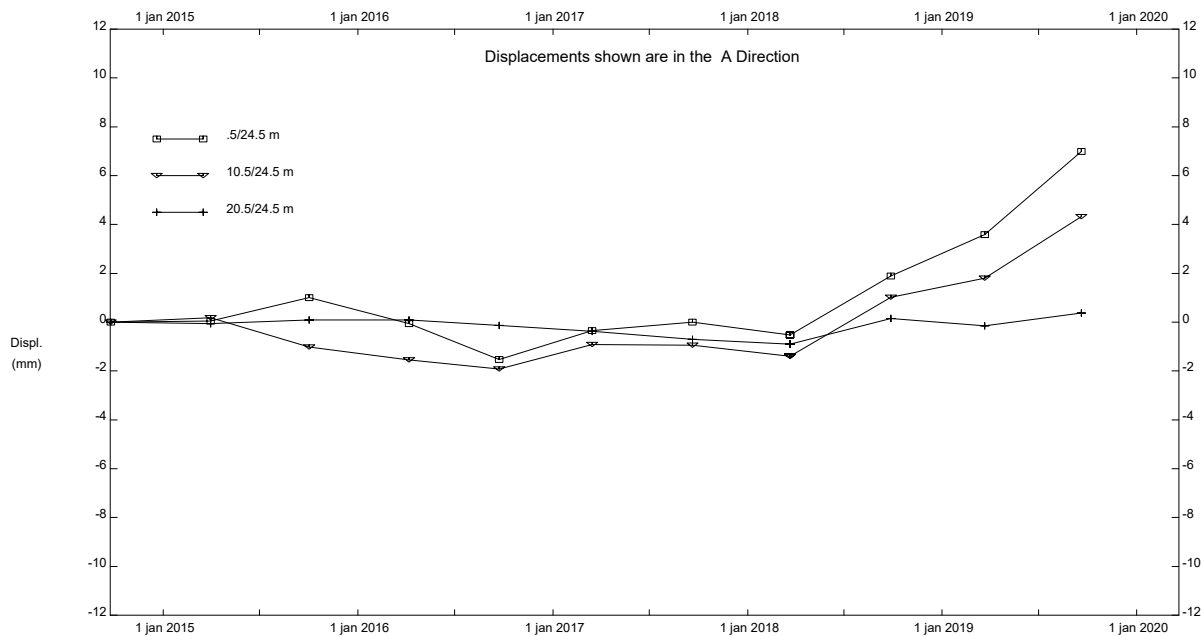
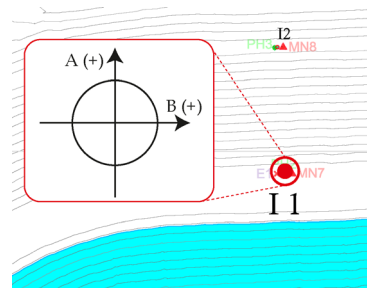


Deformação *versus* tempo

Instalação de Resíduos BE-BAC

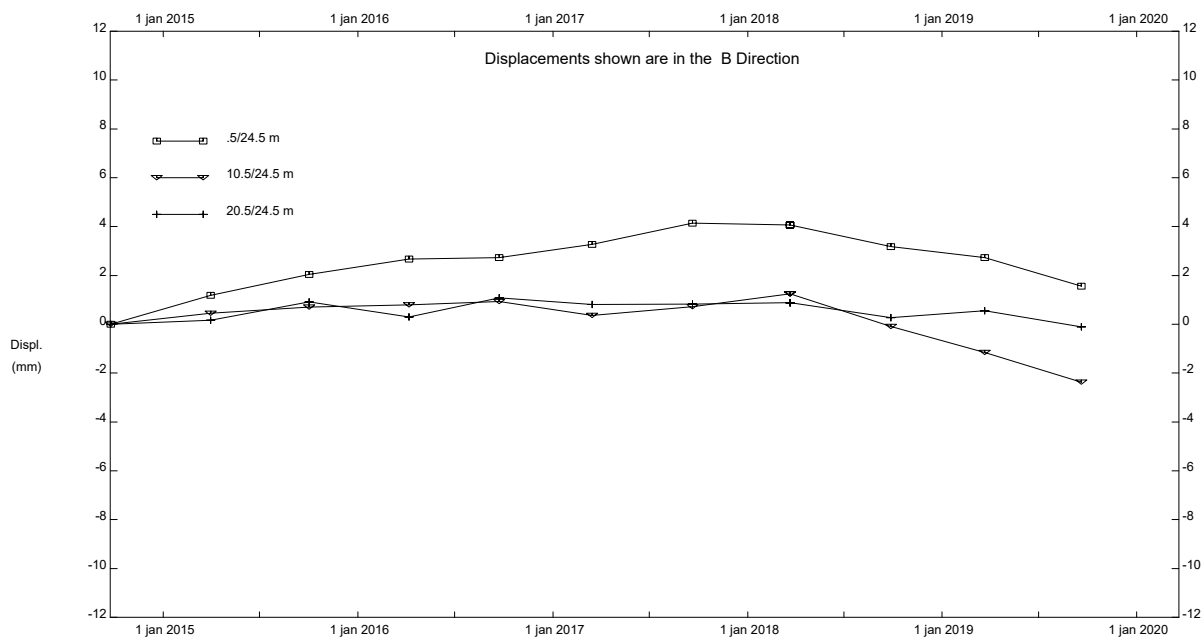
Inclinómetro I 1

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



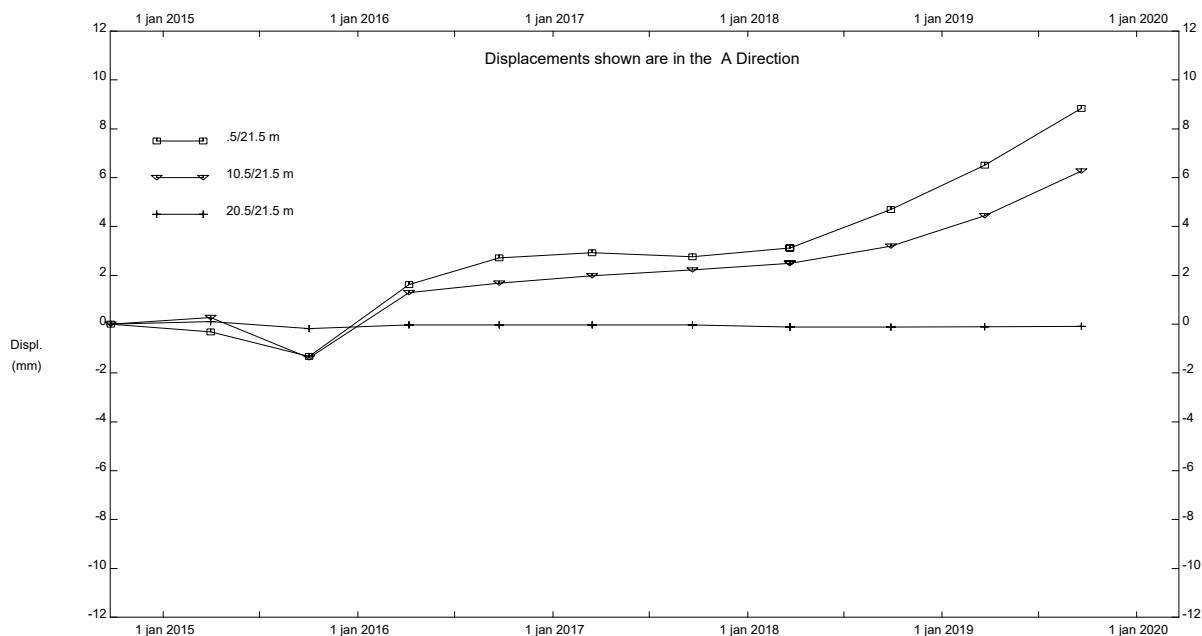
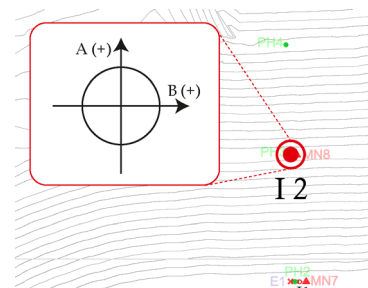
ALJUSTREL, Inclinometer I1

ALMINA, Minas do Alentejo SA

Instalação de Resíduos BE-BAC

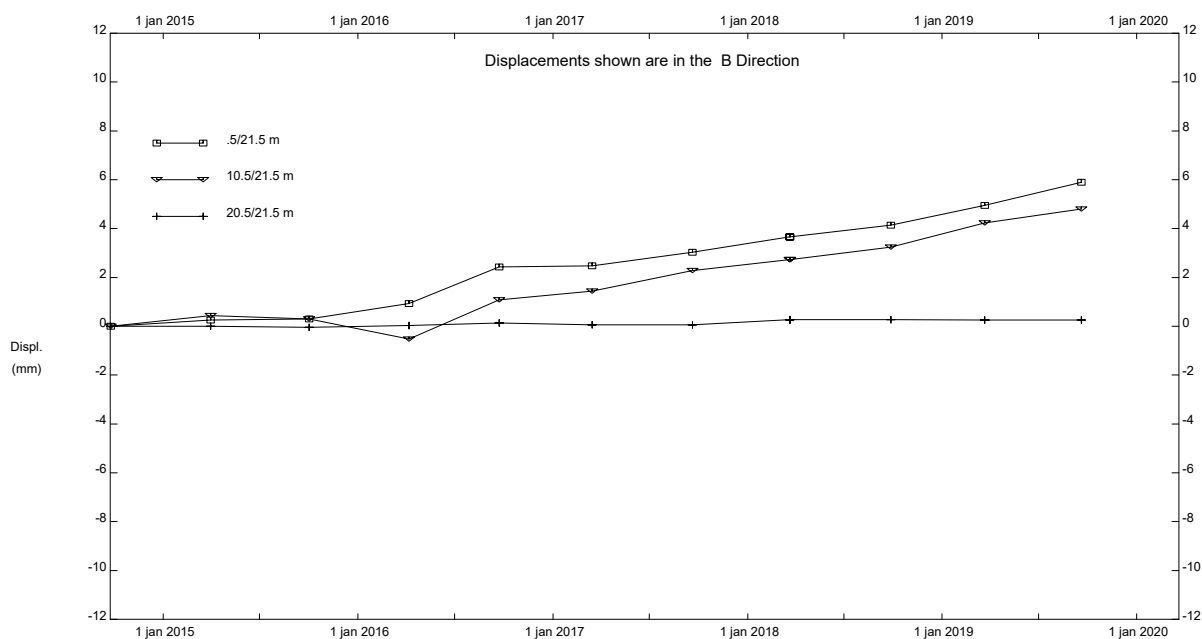
Inclinómetro I 2

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



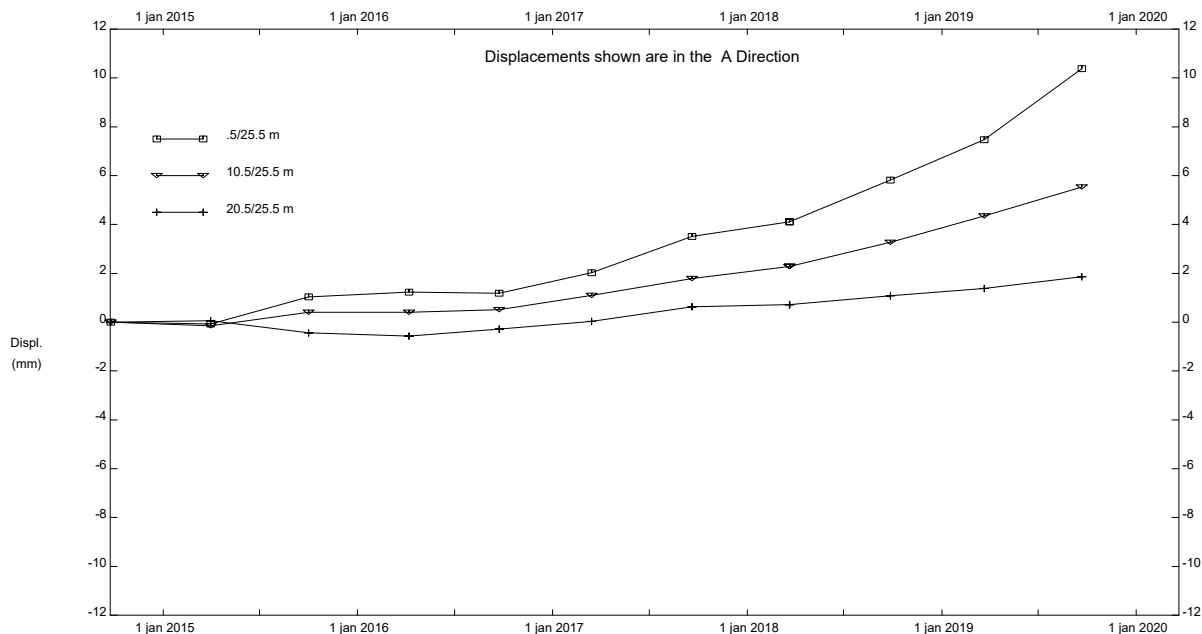
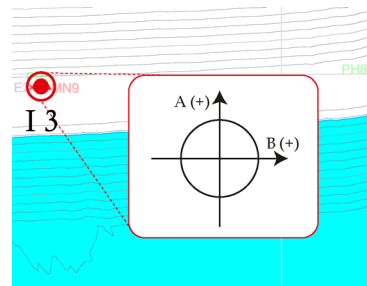
ALJUSTREL, Inclinometer I2

ALMINA Minas do Alentejo SA

Instalação de Resíduos BE-BAC

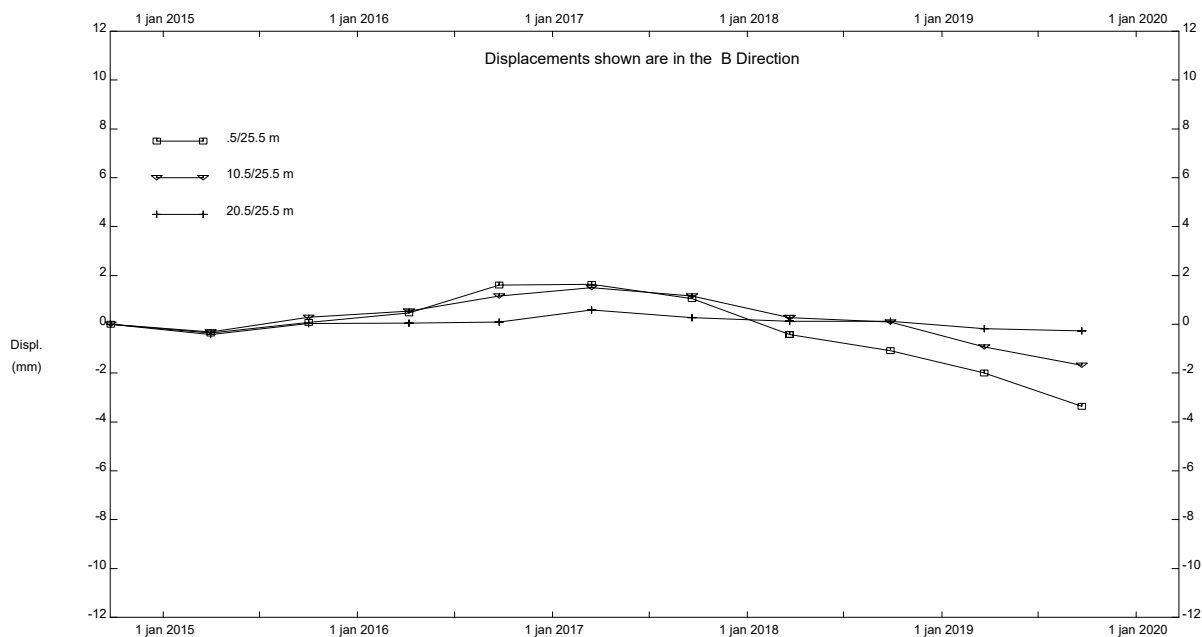
Inclinómetro I 3

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



ALJUSTREL, Inclinometer I3

ALMINA, Minas do Alentejo SA



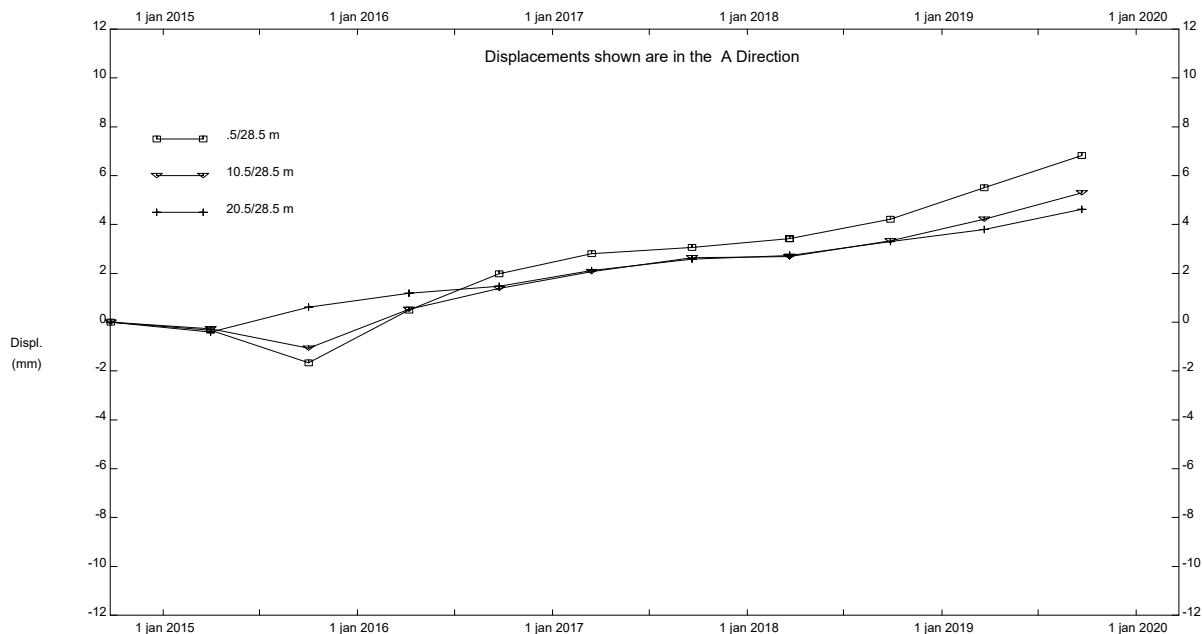
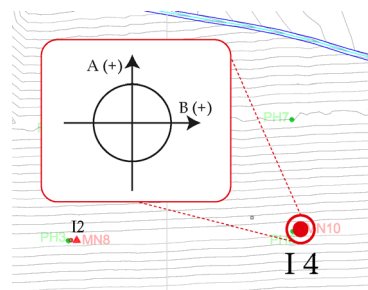
ALJUSTREL, Inclinometer I3

ALMINA, Minas do Alentejo SA

Instalação de Resíduos BE-BAC

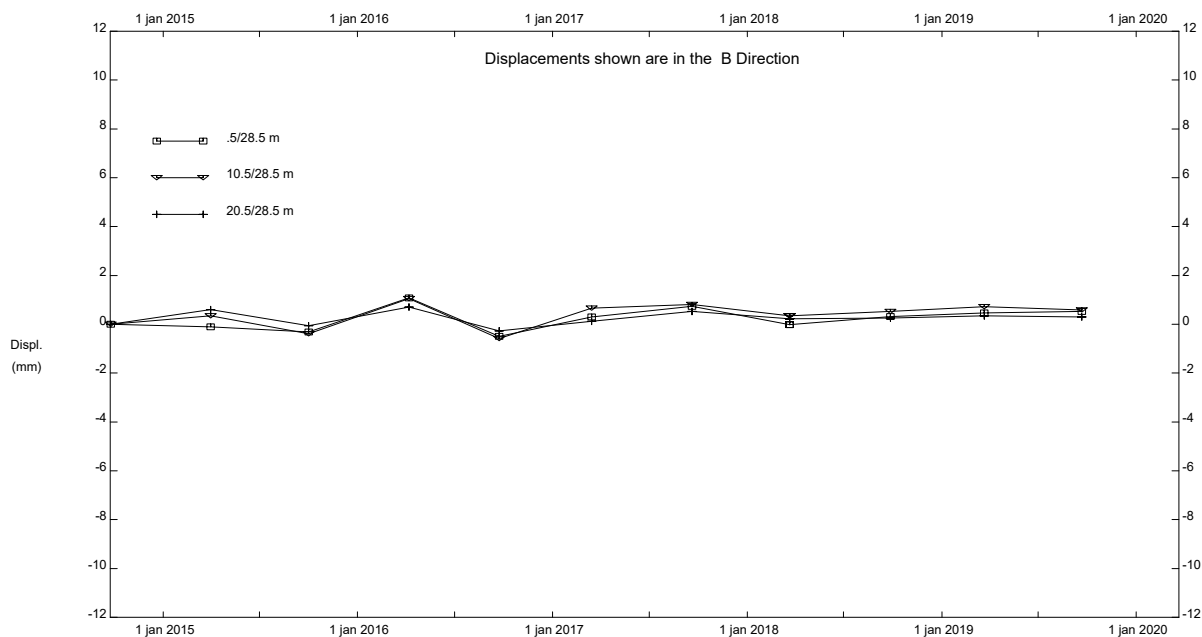
Inclinómetro I 4

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



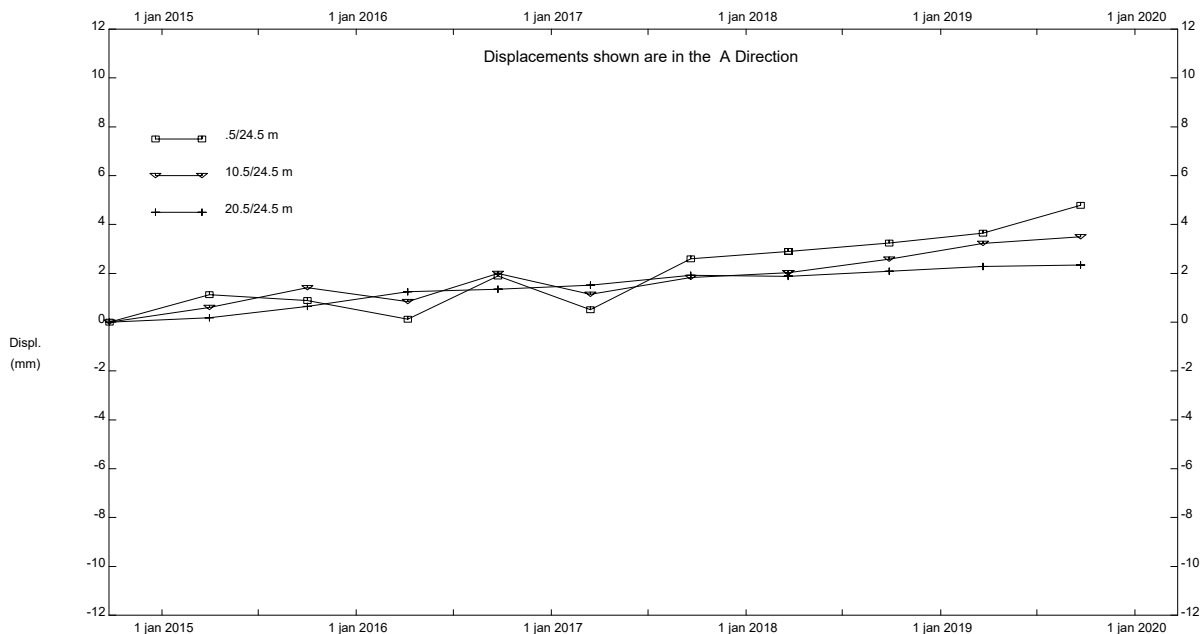
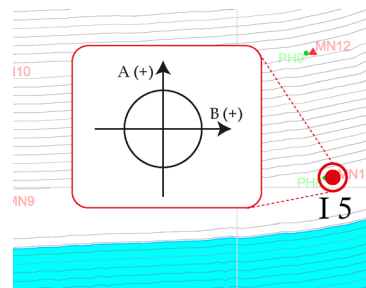
ALJUSTREL, Inclinometer I4

ALMINA. Minas do Alentejo, SA

Instalação de Resíduos BE-BAC

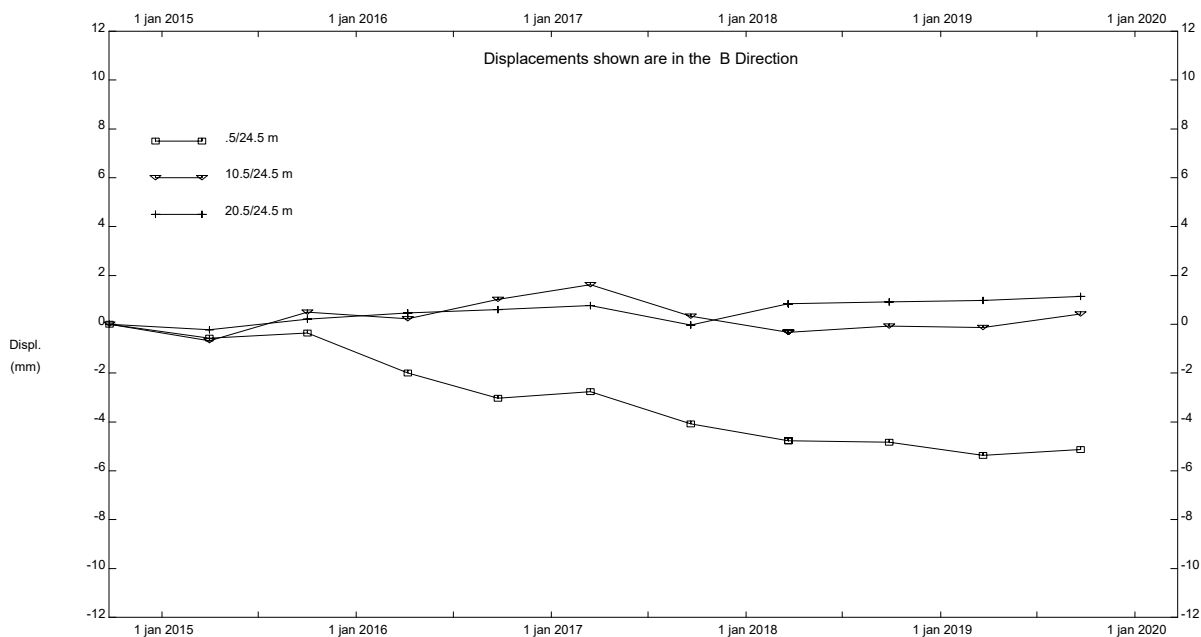
Inclinómetro I 5

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

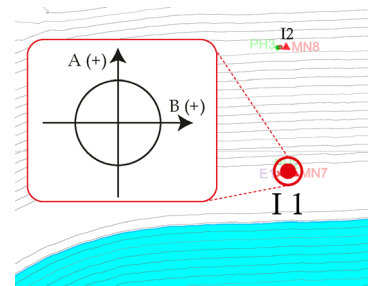
ALMINA, Minas do Alentejo SA

Dados analíticos

Instalação de Resíduos BE-BAC

Inclinómetro I 1

Dados analíticos segundo a direção A e B



Current readings dated **19 Set 2019** relative to initial **24 Set 2014**

DIREÇÃO A

A0	A180	Past Diff.	A0	A180	Current Diff. Change	Deflect. (mm)	Depth (m)
-640	641	-1281	-617	617	-1234 47	6.988	1.0
-458	458	-916	-457	457	-914 2	6.400	2.0
-290	290	-580	-296	294	-590 -10	6.375	3.0
-284	284	-568	-288	287	-575 -7	6.500	4.0
-320	318	-638	-309	307	-616 22	6.588	5.0
-253	251	-504	-256	254	-510 -6	6.313	6.0
-189	190	-379	-208	205	-413 -34	6.388	7.0
-371	369	-740	-348	345	-693 47	6.813	8.0
-508	508	-1016	-466	466	-932 84	6.225	9.0
-486	485	-971	-452	451	-903 68	5.175	10.0
-317	317	-634	-307	302	-609 25	4.325	11.0
-174	172	-346	-199	197	-396 -50	4.013	12.0
-225	226	-451	-138	133	-271 180	4.638	13.0
-184	182	-366	-116	113	-229 137	2.388	14.0
-188	184	-372	-184	179	-363 9	0.675	15.0
-185	184	-369	-233	232	-465 -96	0.563	16.0
-328	329	-657	-333	334	-667 -10	1.763	17.0
-368	368	-736	-342	342	-684 52	1.888	18.0
-332	327	-659	-294	287	-581 78	1.238	19.0
-261	260	-521	-265	265	-530 -9	0.263	20.0
-261	262	-523	-269	268	-537 -14	0.375	21.0
-237	224	-461	-246	231	-477 -16	0.550	22.0
-164	164	-328	-143	142	-285 43	0.750	23.0
-196	196	-392	-189	186	-375 17	0.213	24.0

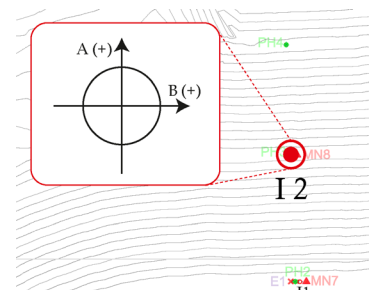
DIREÇÃO B

B0	B180	Past Diff.	B0	B180	Current Diff. Change	Deflect. (mm)	Depth (m)
-374	366	-740	-365	352	-717 23	1.563	1.0
-292	287	-579	-301	288	-589 -10	1.275	2.0
-291	288	-579	-278	266	-544 35	1.400	3.0
-268	263	-531	-270	257	-527 4	0.963	4.0
-312	308	-620	-302	290	-592 28	0.913	5.0
-350	345	-695	-343	330	-673 22	0.563	6.0
-418	414	-832	-420	409	-829 3	0.288	7.0
-450	442	-892	-419	403	-822 70	0.250	8.0
-345	339	-684	-321	308	-629 55	-0.625	9.0
-331	329	-660	-292	283	-575 85	-1.313	10.0
-277	271	-548	-339	327	-666 -118	-2.375	11.0
-319	312	-631	-347	333	-680 -49	-0.900	12.0
-189	183	-372	-220	205	-425 -53	-0.288	13.0
-267	259	-526	-237	222	-459 67	0.375	14.0
-431	424	-855	-411	396	-807 48	-0.463	15.0
-528	523	-1051	-527	517	-1044 7	-1.063	16.0
-414	404	-818	-344	328	-672 146	-1.150	17.0
-124	114	-238	-154	138	-292 -54	-2.975	18.0
-86	89	-175	-100	97	-197 -22	-2.300	19.0
-182	175	-357	-262	249	-511 -154	-2.025	20.0
-366	360	-726	-400	385	-785 -59	-0.100	21.0
-364	368	-732	-371	368	-739 -7	0.638	22.0
-287	278	-565	-272	261	-533 32	0.725	23.0
-304	297	-601	-292	283	-575 26	0.325	24.0

Instalação de Resíduos BE-BAC

Inclinómetro I 2

Dados analíticos segundo a direção A e B



Current readings dated **19 Set 2019** relative to initial **24 Set 2014**

DIREÇÃO A

A0	A180	Past Diff.	A0	A180	Current Diff.	Change	Deflect. (mm)	Depth (m)
-203	204	-407	-157	197	-354	53	8.838	1.0
-172	171	-343	-157	153	-310	33	8.175	2.0
-161	160	-321	-161	159	-320	1	7.763	3.0
-134	134	-268	-140	139	-279	-11	7.750	4.0
-228	228	-456	-195	192	-387	69	7.888	5.0
-259	257	-516	-243	238	-481	35	7.025	6.0
-267	259	-526	-258	256	-514	12	6.588	7.0
-218	220	-438	-234	235	-469	-31	6.438	8.0
-217	217	-434	-214	213	-427	7	6.825	9.0
-240	245	-485	-224	223	-447	38	6.738	10.0
-365	365	-730	-379	377	-756	-26	6.263	11.0
-329	332	-661	-301	312	-613	48	6.588	12.0
-334	338	-672	-299	289	-588	84	5.988	13.0
-385	386	-771	-355	356	-711	60	4.938	14.0
-363	364	-727	-390	391	-781	-54	4.188	15.0
-329	327	-656	-231	242	-473	183	4.863	16.0
-358	365	-723	-320	322	-642	81	2.575	17.0
-421	426	-847	-381	381	-762	85	1.563	18.0
-423	426	-849	-396	401	-797	52	0.500	19.0
-378	378	-756	-380	381	-761	-5	-0.150	20.0
-380	380	-760	-384	383	-767	-7	-0.088	21.0

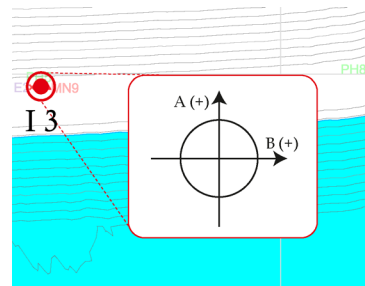
DIREÇÃO B

B0	B180	Past Diff.	B0	B180	Current Diff.	Change	Deflect. (mm)	Depth (m)
203	-205	408	177	-188	365	-43	5.900	1.0
366	-372	738	347	-362	709	-29	6.438	2.0
380	-389	769	375	-392	767	-2	6.800	3.0
396	-406	802	410	-429	839	37	6.825	4.0
353	-359	712	385	-400	785	73	6.363	5.0
378	-385	763	374	-392	766	3	5.450	6.0
332	-329	661	327	-325	652	-9	5.413	7.0
429	-435	864	432	-450	882	18	5.525	8.0
428	-444	872	432	-456	888	16	5.300	9.0
462	-472	934	471	-487	958	24	5.100	10.0
510	-522	1032	514	-533	1047	15	4.800	11.0
500	-507	1007	502	-519	1021	14	4.613	12.0
482	-492	974	478	-505	983	9	4.438	13.0
460	-465	925	456	-472	928	3	4.325	14.0
446	-451	897	457	-469	926	29	4.288	15.0
405	-411	816	465	-457	922	106	3.925	16.0
455	-465	920	474	-491	965	45	2.600	17.0
444	-453	897	480	-495	975	78	2.038	18.0
450	-462	912	478	-490	968	56	1.063	19.0
434	-445	879	436	-452	888	9	0.363	20.0
416	-426	842	423	-439	862	20	0.250	21.0

Instalação de Resíduos BE-BAC

Inclinómetro I 3

Dados analíticos segundo a direção A e B



Current readings dated **19 Set 2019** relative to initial **24 Set 2014**

DIREÇÃO A

A0	A180	Past Diff.	A0	A180	Current Diff.	Change	Deflect. (mm)	Depth (m)
-148	148	-296	-127	125	-252	44	10.375	1.0
-117	117	-234	-124	121	-245	-11	9.825	2.0
-63	64	-127	-39	39	-78	49	9.963	3.0
-31	30	-61	8	-8	16	77	9.350	4.0
-63	62	-125	-13	9	-22	103	8.388	5.0
-24	27	-51	-2	0	-2	49	7.100	6.0
7	-8	15	11	-12	23	8	6.488	7.0
51	-52	103	64	-66	130	27	6.388	8.0
74	-73	147	82	-83	165	18	6.050	9.0
88	-88	176	98	-101	199	23	5.825	10.0
174	-174	348	168	-162	330	-18	5.538	11.0
236	-234	470	227	-229	456	-14	5.763	12.0
258	-258	516	271	-265	536	20	5.938	13.0
225	-225	450	251	-253	504	54	5.688	14.0
245	-244	489	289	-291	580	91	5.013	15.0
324	-322	646	361	-363	724	78	3.875	16.0
399	-398	797	432	-435	867	70	2.900	17.0
370	-370	740	376	-377	753	13	2.025	18.0
309	-308	617	324	-327	651	34	1.863	19.0
246	-245	491	228	-229	457	-34	1.438	20.0
228	-227	455	218	-219	437	-18	1.863	21.0
259	-258	517	245	-245	490	-27	2.088	22.0
300	-302	602	306	-309	615	13	2.425	23.0
325	-325	650	350	-352	702	52	2.263	24.0
361	-363	724	425	-428	853	129	1.613	25.0

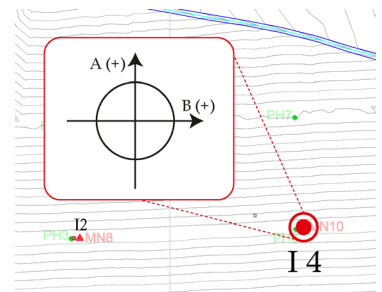
DIREÇÃO B

B0	B180	Past Diff.	B0	B180	Current Diff.	Change	Deflect. (mm)	Depth (m)
-354	347	-701	-385	369	-754	-53	-3.363	1.0
-244	228	-472	-230	206	-436	36	-2.700	2.0
-167	159	-326	-182	166	-348	-22	-3.150	3.0
-176	170	-346	-216	200	-416	-70	-2.875	4.0
-227	225	-452	-265	256	-521	-69	-2.000	5.0
-259	254	-513	-288	275	-563	-50	-1.138	6.0
-276	270	-546	-268	255	-523	23	-0.513	7.0
-240	235	-475	-214	201	-415	60	-0.800	8.0
-241	244	-485	-214	221	-435	50	-1.550	9.0
-286	280	-566	-310	295	-605	-39	-2.175	10.0
-338	334	-672	-372	359	-731	-59	-1.688	11.0
-378	370	-748	-377	364	-741	7	-0.950	12.0
-394	386	-780	-388	373	-761	19	-1.038	13.0
-443	436	-879	-466	450	-916	-37	-1.275	14.0
-438	431	-869	-450	438	-888	-19	-0.813	15.0
-400	394	-794	-415	401	-816	-22	-0.575	16.0
-411	402	-813	-431	412	-843	-30	-0.300	17.0
-403	393	-796	-412	396	-808	-12	0.075	18.0
-438	429	-867	-422	410	-832	35	0.225	19.0
-439	433	-872	-441	426	-867	5	-0.213	20.0
-467	459	-926	-483	468	-951	-25	-0.275	21.0
-481	472	-953	-485	470	-955	-2	0.038	22.0
-467	458	-925	-455	441	-896	29	0.063	23.0
-378	371	-749	-384	367	-751	-2	-0.300	24.0
-339	333	-672	-355	339	-694	-22	-0.275	25.0

Instalação de Resíduos BE-BAC

Inclinómetro I 4

Dados analíticos segundo a direção A e B



Current readings dated **19 Set 2019** relative to initial **24 Set 2014**

DIREÇÃO A

A0	A180	Past Diff.	A0	A180	Current Diff. Change	Deflect. (mm)	Depth (m)
279	-278	557	314	-311	625	68	6.825
171	-171	342	150	-152	302	-40	5.975
23	-20	43	8	-9	17	-26	6.475
-23	23	-46	1	1	0	46	6.800
-55	58	-113	-41	42	-83	30	6.225
-80	81	-161	-60	59	-119	42	5.850
-44	46	-90	-62	62	-124	-34	5.325
-49	51	-100	-61	59	-120	-20	5.750
-53	53	-106	-47	44	-91	15	6.000
-81	82	-163	-61	61	-122	41	5.813
-158	156	-314	-147	143	-290	24	5.300
-236	235	-471	-240	238	-478	-7	5.000
-273	274	-547	-291	289	-580	-33	5.088
-282	284	-566	-273	273	-546	20	5.500
-281	282	-563	-262	260	-522	41	5.250
-290	289	-579	-290	287	-577	2	4.738
-385	387	-772	-394	392	-786	-14	4.713
-356	356	-712	-363	362	-725	-13	4.888
-325	327	-652	-320	319	-639	13	5.050
-321	325	-646	-313	312	-625	21	4.888
-317	318	-635	-304	302	-606	29	4.625
-271	270	-541	-233	232	-465	76	4.263
-259	256	-515	-213	211	-424	91	3.313
-332	332	-664	-255	257	-512	152	2.175
-396	397	-793	-357	356	-713	80	0.275
-495	494	-989	-526	522	-1048	-59	-0.725
-426	425	-851	-423	420	-843	8	0.013
-419	418	-837	-423	421	-844	-7	-0.088

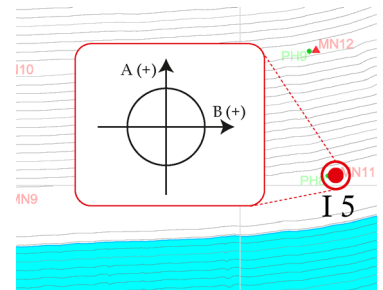
DIREÇÃO B

B0	B180	Past Diff.	B0	B180	Current Diff. Change	Deflect. (mm)	Depth (m)
-55	50	-105	-73	58	-131	-26	0.525
-14	10	-24	-12	-2	-10	14	0.850
40	-48	88	41	-58	99	11	0.675
54	-64	118	60	-77	137	19	0.538
5	-10	15	10	-24	34	19	0.300
-34	29	-63	-31	15	-46	17	0.063
-37	30	-67	-37	22	-59	8	-0.150
-68	65	-133	-82	68	-150	-17	-0.250
-95	86	-181	-110	92	-202	-21	-0.038
-96	87	-183	-115	97	-212	-29	0.225
-104	100	-204	-131	118	-249	-45	0.588
-129	121	-250	-151	135	-286	-36	1.150
-155	148	-303	-154	139	-293	10	1.600
-181	176	-357	-156	145	-301	56	1.475
-223	217	-440	-204	189	-393	47	0.775
-252	245	-497	-241	227	-468	29	0.188
-178	164	-342	-190	171	-361	-19	-0.175
-221	211	-432	-225	213	-438	-6	0.063
-246	237	-483	-263	250	-513	-30	0.138
-335	326	-661	-329	315	-644	17	0.513
-365	356	-721	-358	343	-701	20	0.300
-331	323	-654	-352	338	-690	-36	0.050
-403	400	-803	-407	393	-800	3	0.500
-395	387	-782	-388	375	-763	19	0.463
-408	405	-813	-389	376	-765	48	0.225
-479	464	-943	-501	478	-979	-36	-0.375
-501	496	-997	-503	490	-993	4	0.075
-426	418	-844	-428	414	-842	2	0.025

Instalação de Resíduos BE-BAC

Inclinómetro I 5

Dados analíticos segundo a direção A e B



Current readings dated **19 Set 2019** relative to initial **24 Set 2014**

DIREÇÃO A

A0	A180	Past Diff.	A0	A180	Current Diff. Change	Deflect. (mm)	Depth (m)
-59	59	-118	-47	47	-94	24	4.788
-194	195	-389	-183	181	-364	25	4.488
-241	242	-483	-235	235	-470	13	4.175
-324	322	-646	-335	332	-667	-21	4.013
-338	337	-675	-342	339	-681	-6	4.275
-354	354	-708	-353	351	-704	4	4.350
-369	348	-717	-377	354	-731	-14	4.300
-322	323	-645	-341	340	-681	-36	4.475
-337	338	-675	-323	321	-644	31	4.925
-330	330	-660	-288	289	-577	83	4.538
-320	323	-643	-260	268	-528	115	3.500
-317	317	-634	-270	268	-538	96	2.063
-328	328	-656	-296	296	-592	64	0.863
-394	396	-790	-410	409	-819	-29	0.063
-449	452	-901	-513	511	-1024	-123	0.425
-458	459	-917	-495	496	-991	-74	1.963
-435	439	-874	-485	486	-971	-97	2.888
-487	486	-973	-501	497	-998	-25	4.100
-458	460	-918	-411	413	-824	94	4.413
-469	469	-938	-434	432	-866	72	3.238
-449	448	-897	-438	434	-872	25	2.338
-468	468	-936	-434	432	-866	70	2.025
-468	468	-936	-440	437	-877	59	1.150
-437	436	-873	-421	419	-840	33	0.413

DIREÇÃO B

B0	B180	Past Diff.	B0	B180	Current Diff. Change	Deflect. (mm)	Depth (m)
67	-72	139	64	-79	143	4	-5.138
-4	-5	1	-27	9	-36	-37	-5.188
1	-9	10	-29	12	-41	-51	-4.725
18	-22	40	-48	34	-82	-122	-4.088
-7	-3	-4	-34	16	-50	-46	-2.563
19	-27	46	12	-29	41	-5	-1.988
47	-38	85	38	-35	73	-12	-1.925
82	-89	171	63	-77	140	-31	-1.775
96	-102	198	79	-92	171	-27	-1.388
112	-123	235	48	-69	117	-118	-1.050
111	-117	228	94	-109	203	-25	0.425
114	-120	234	160	-174	334	100	0.738
71	-79	150	134	-147	281	131	-0.513
95	-102	197	101	-117	218	21	-2.150
112	-118	230	33	-51	84	-146	-2.413
78	-87	165	2	-19	21	-144	-0.588
145	-148	293	81	-92	173	-120	1.213
210	-214	424	204	-217	421	-3	2.713
165	-174	339	214	-232	446	107	2.750
168	-176	344	175	-191	366	22	1.413
192	-203	395	185	-203	388	-7	1.138
218	-225	443	230	-245	475	32	1.225
218	-226	444	238	-254	492	48	0.825
241	-249	490	246	-262	508	18	0.225

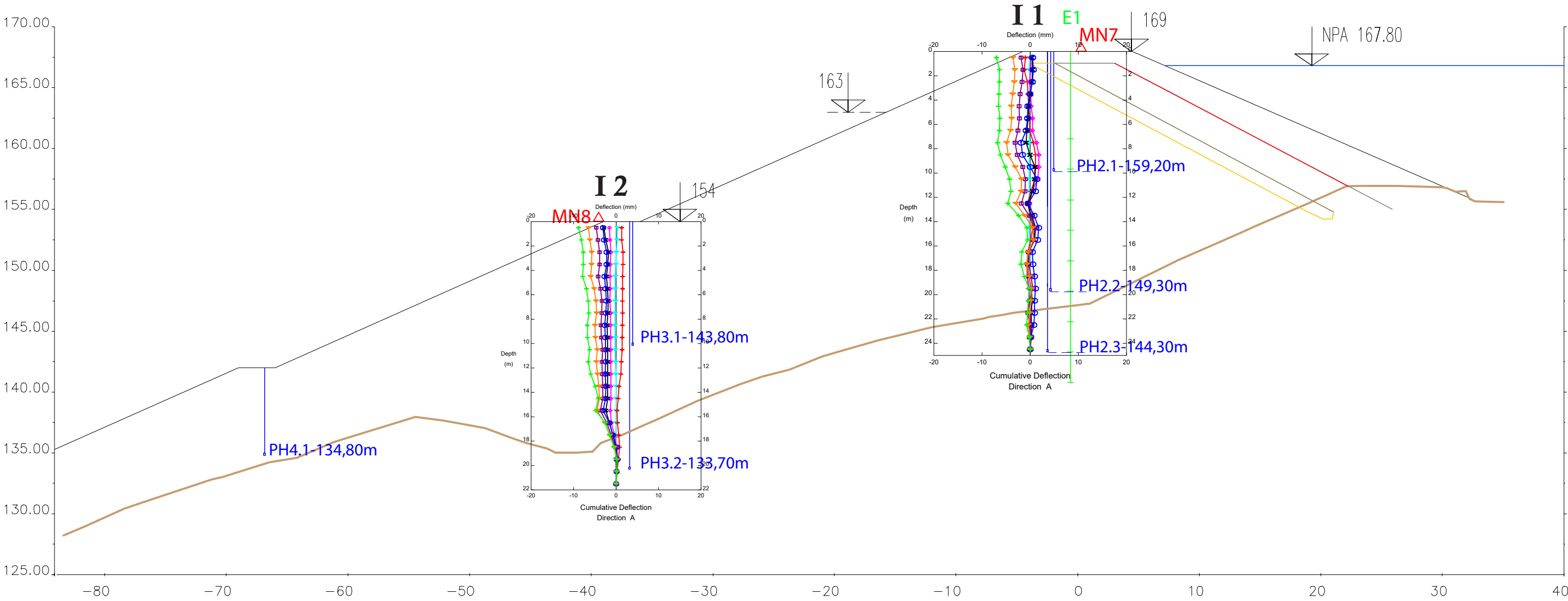
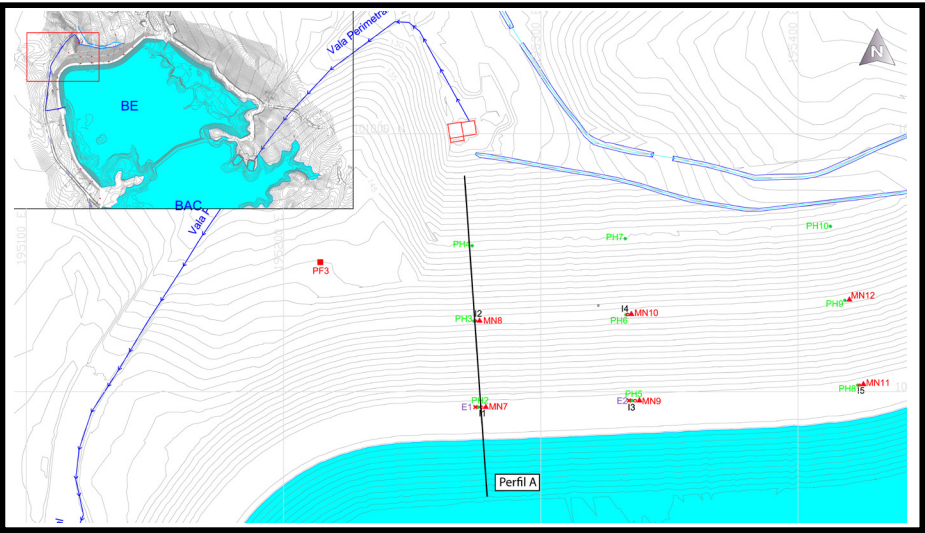
Perfis interpretativos



Instalação de Resíduos BE-BAC

Perfil A*

Inclinómetros



Simbologia

△ MN1 - Marca nivelamento 1

I 1 - Inclinómetro nº1
(curva acumulada direção A)

E1 - Extensómetro nº1

PH1 - Piezómetro nº1

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

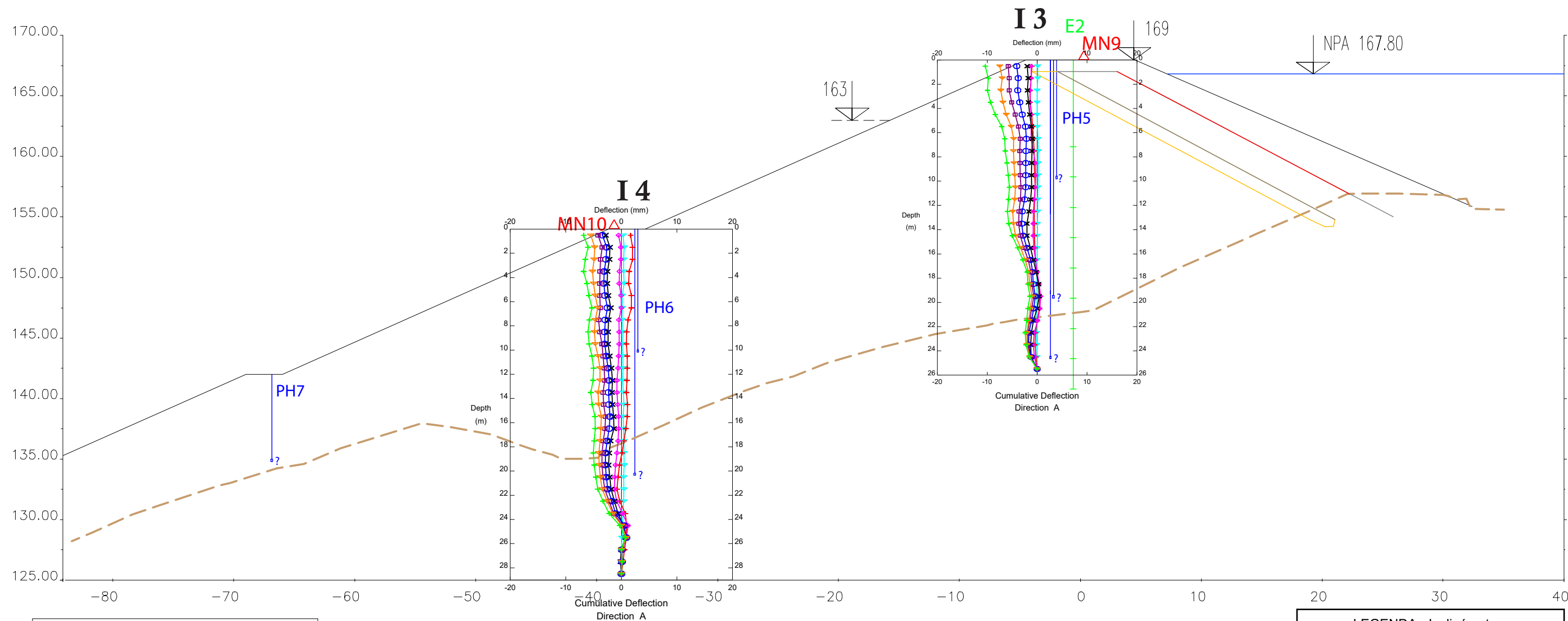
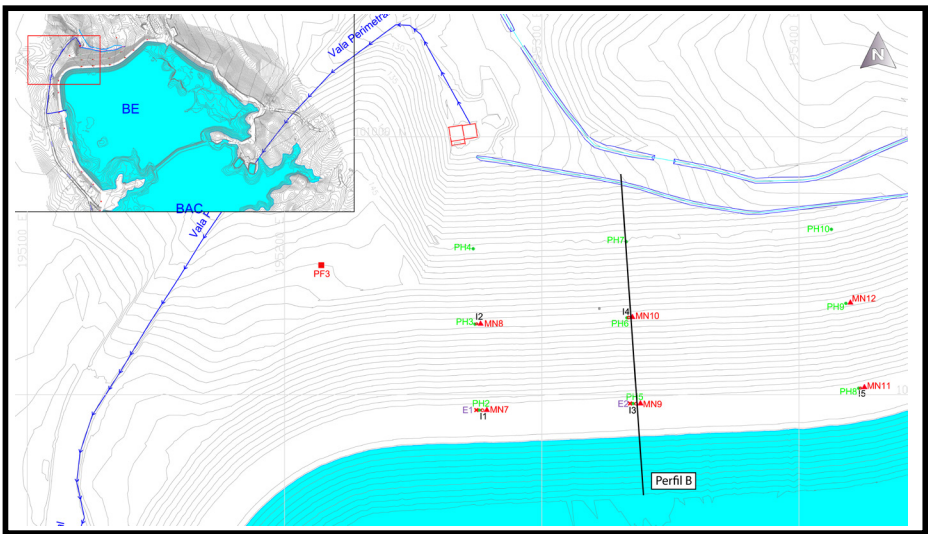
LEGENDA - Inclinómetros	
Leitura referência	24 setembro 2014
	31 março 2015
	01 outubro 2015
	06 abril 2016
	15 março 2017
	21 março 2018
	26 setembro 2018
	21 março 2019
	19 setembro 2019



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

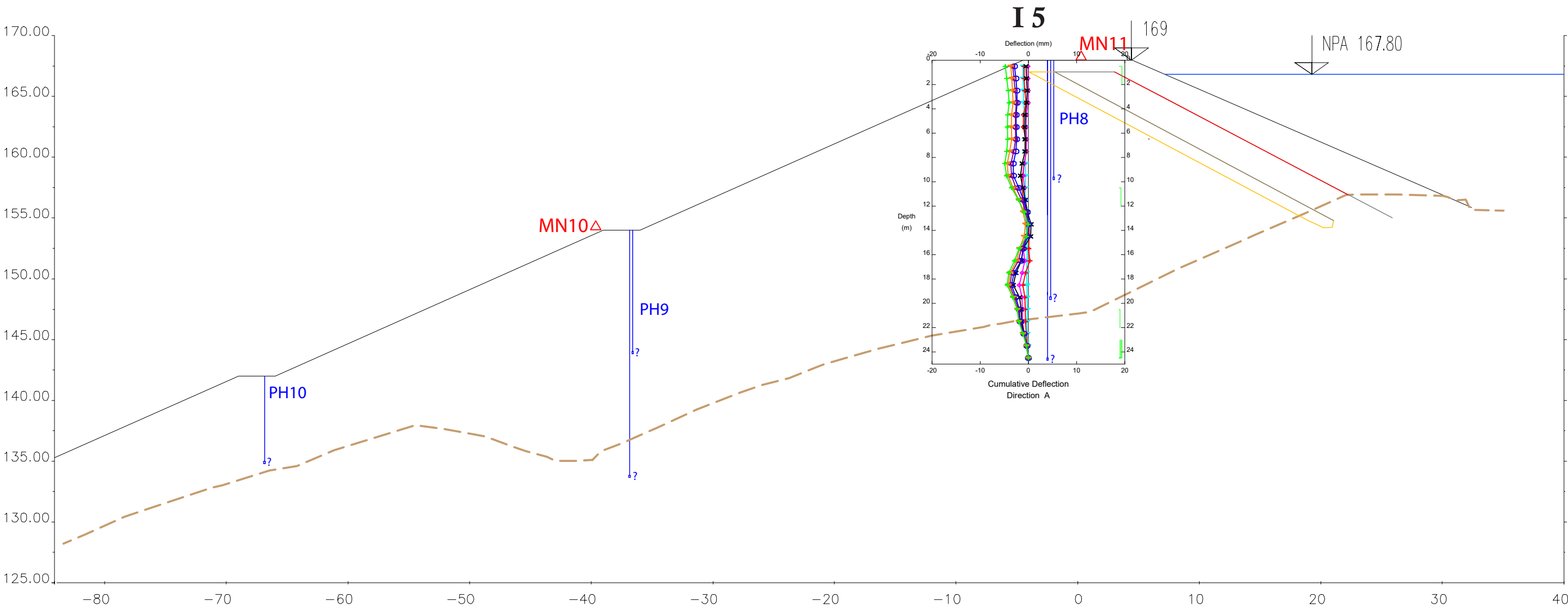
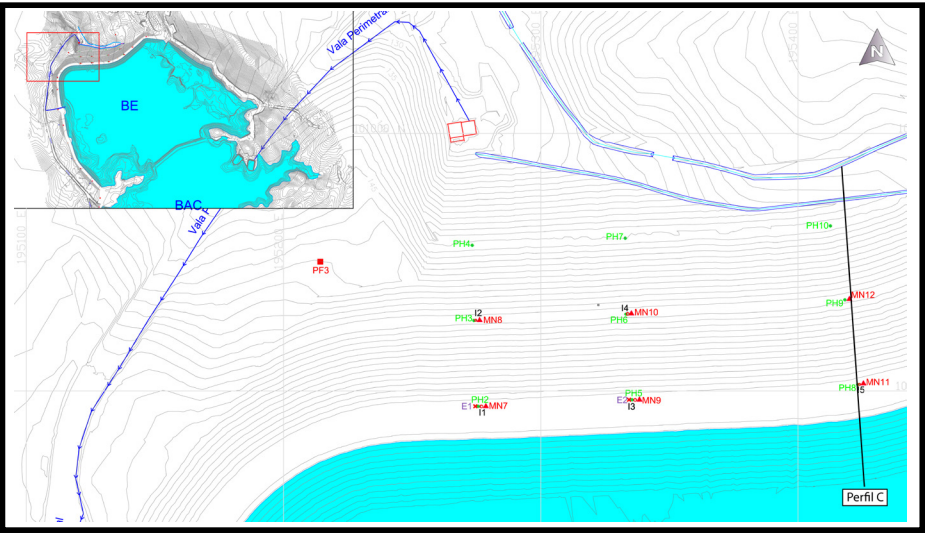
LEGENDA - Inclinómetros	
Leitura referência	24 setembro 2014
↔	31 março 2015
+	01 outubro 2015
◇	06 abril 2016
×	15 março 2017
⊖	21 março 2018
⊞	26 setembro 2018
⊞	21 março 2019
+	19 setembro 2019



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
×	15 março 2017
⊖	21 março 2018
⊞	26 setembro 2018
⊟	21 março 2019
+	19 setembro 2019