

Sistema de impermeabilização do fundo e taludes das células a construir, incluindo o respetivo dimensionamento

O pedido em causa compreende o licenciamento de exploração de parte da célula 2 do aterro de resíduos não perigosos, incluída no âmbito da Licença Ambiental LA nº 354/0.1/2016, concretamente de uma área aproximadamente correspondente às subdivisões 2.1 (parcial), 2.2 e 2.3 mencionadas nessa licença, sendo que foi efectuado um reperfilamento do fundo de célula com perda da capacidade de deposição de resíduos. Neste contexto, junta-se elementos de dimensionamento e telas finais do projecto de impermeabilização da parte de célula objecto deste processo de pedido de licenciamento.

ESTUDO DE ESTABILIDADE E DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO E PROTECÇÃO DA ZONA BASAL E TALUDES DA ZONA DE CONFINAMENTO

1 PRESSÃO MÁXIMA EXERCIDA PELA MASSA DE RESÍDUOS DEPOSITADOS

A pressão máxima exercida pela massa de resíduos depositada nas células, admitindo-se para efeito de cálculo 31,00 m de altura de resíduos é dada por:

$$(1) \quad P = (H \times Pr) + (d_i \times P_i) + (h \times P_f)$$

Sendo:

Pr Peso específico dos resíduos – **10 KN/m³**;

Pi Peso específico dos materiais que constituem a camada drenante – **20 KN/m³**;

Pf Peso específico dos materiais que constituem a cobertura final – **21 KN/m³**;

di Espessura dos diferentes materiais da camada drenante – **0,50 m**;

H Altura mais desfavorável da massa de resíduos (m) - **30,00 m**;

h Altura da cobertura final – **1,0 m**.

Deste modo, de acordo com a fórmula (1):

$$P = 331,0 \text{ KN / m}^2$$

2 DIMENSIONAMENTO DA GEOMEMBRANA EM PEAD

A geomembrana em PEAD tem como principal função servir como barreira activa aos fluidos, evitando qualquer fuga de líquidos contaminados para o meio ambiente exterior.

$$\text{Espessura (2)} \quad \sigma_{adm} \times e_{req} \times \cos \beta = P \times b \times [\text{tg}(\delta_s) + \text{tg}(\delta_i)]$$

Sendo:

σ_{adm} Tensão admitida – **30.000 KN/m²**;

- ereq Espessura requerida à geomembrana (m);
- P Pressão aplicada – **331,0 KN/m²**;
- b Tolerância admitida – **5%**;
- δs Ângulo de atrito entre a geomembrana e o material superior – **10°**;
- δi Ângulo de atrito entre a geomembrana e o material inferior – **10°**;
- β Ângulo da força mobilizadora da geomembrana com a horizontal – **30°**.

Deste modo, de acordo com a fórmula (2):

$$ereq \approx 4,64 \times 10^{-4} \text{ m}$$

Considerando um factor de segurança de 4 obtemos:

$$ereq \approx 1.85 \times 10^{-3} \text{ m} \approx 1.85 \text{ mm}$$

Verifica-se, com base nos cálculos efectuados que a aplicação de uma geomembrana com uma espessura de 2,0 mm, em conformidade com o Decreto-Lei nº 84/2011 de 20 de Junho, garante com grande margem de segurança a impermeabilização da zonal basal da área de confinamento.

3 DIMENSIONAMENTO DO GEOTÊXTIL DE PROTECÇÃO À GEOMEMBRANA

Sobre a geomembrana no fundo do aterro é colocado um geotêxtil com a função de proteger a geomembrana das solicitações mecânicas, sendo necessário verificar a sua resistência ao punçoamento e ao rasgamento.

Sobre o geotêxtil é colocada uma camada de areia de granulometria média a grossa, que não se degrada ao longo do tempo e cuja função é proteger a geomembrana da acção directa exercida pelo seixo rolado. No entanto, em termos de cálculo assume-se a situação mais desfavorável – geomembrana em contacto directo com a camada de seixo rolado.

Punçoamento

$$(3) \quad F_{cbr} = (F_p \times d_p) / (d_a \times S)$$

$$(4) \quad F_p = [(\pi \times d_a^2) / 4] \times P$$

Sendo:

d_p Diâmetro do pilão de ensaio – **0,05 m**;

d_a Diâmetro médio do material da camada drenante – **40 mm**;

S Esfericidade do material (**$S = 0,4$**);

P Pressão exercida (KN/m²)

Deste modo, de acordo com a fórmula (4):

$$F_p = 0,51 \text{ KN} \approx 510 \text{ N}$$

De acordo com a fórmula (3):

$$F_{cbr} = 1,57 \text{ KN} \approx 1.570 \text{ N}$$

Considerando um factor de segurança de 2:

$$F_{cbr} = 3,15 \text{ KN} \approx 3.150 \text{ N}$$

Rasgamento

$$(5) \quad F = \pi \times d_a^2 \times P \times S$$

Sendo:

d_a Diâmetro médio do material da camada drenante – **40 mm**;

S' Factor de forma => $S' = (1 - S)$, sendo S a esfericidade (**S = 0,6**);

P Pressão exercida (KN / m²)

Deste modo, de acordo com a fórmula (5):

$$F = 1,206 \text{ KN} \approx 1\ 206 \text{ N}$$

Considerando um factor de segurança de 2:

$$F = 2,4 \text{ KN} \approx 2\ 450 \text{ N}$$

4 DIMENSIONAMENTO DA VALA DE ANCORAGEM

A ancoragem dos geossintéticos consegue-se pela mobilização das forças tangenciais de atrito, no contacto com o terreno na zona de amarração. As forças tangenciais resultam da tensão normal na zona de contacto pela componente friccional, ou seja, a tangente do ângulo de atrito na interface.

Quando estes se encontram a tensão normal resulta da acção do peso das terras colocadas superiormente, e quando se situam na vertical a tensão corresponde ao impulso em repouso.

A força máxima a transferir para o terreno é de valor igual ao máximo da força de tracção admitida na geomembrana.

$$(6) \quad R_{\text{tracção}} = 15 \text{ KN} / \text{m}^2$$

$$R_{\text{tracção}} = [Y_s \times (h_v + h_s) \times b \times \text{tag } \alpha] + (Y_s \times L \times h_s \times \text{tag } \alpha)$$

Sendo:

Y_s Peso específico da camada de impermeabilização – **21 KN / m³**

h_s Altura da camada sobre a vala (m)

h_v Altura da vala (m)

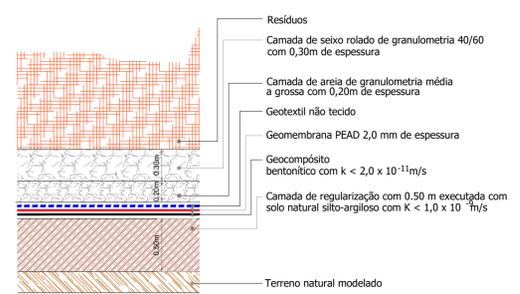
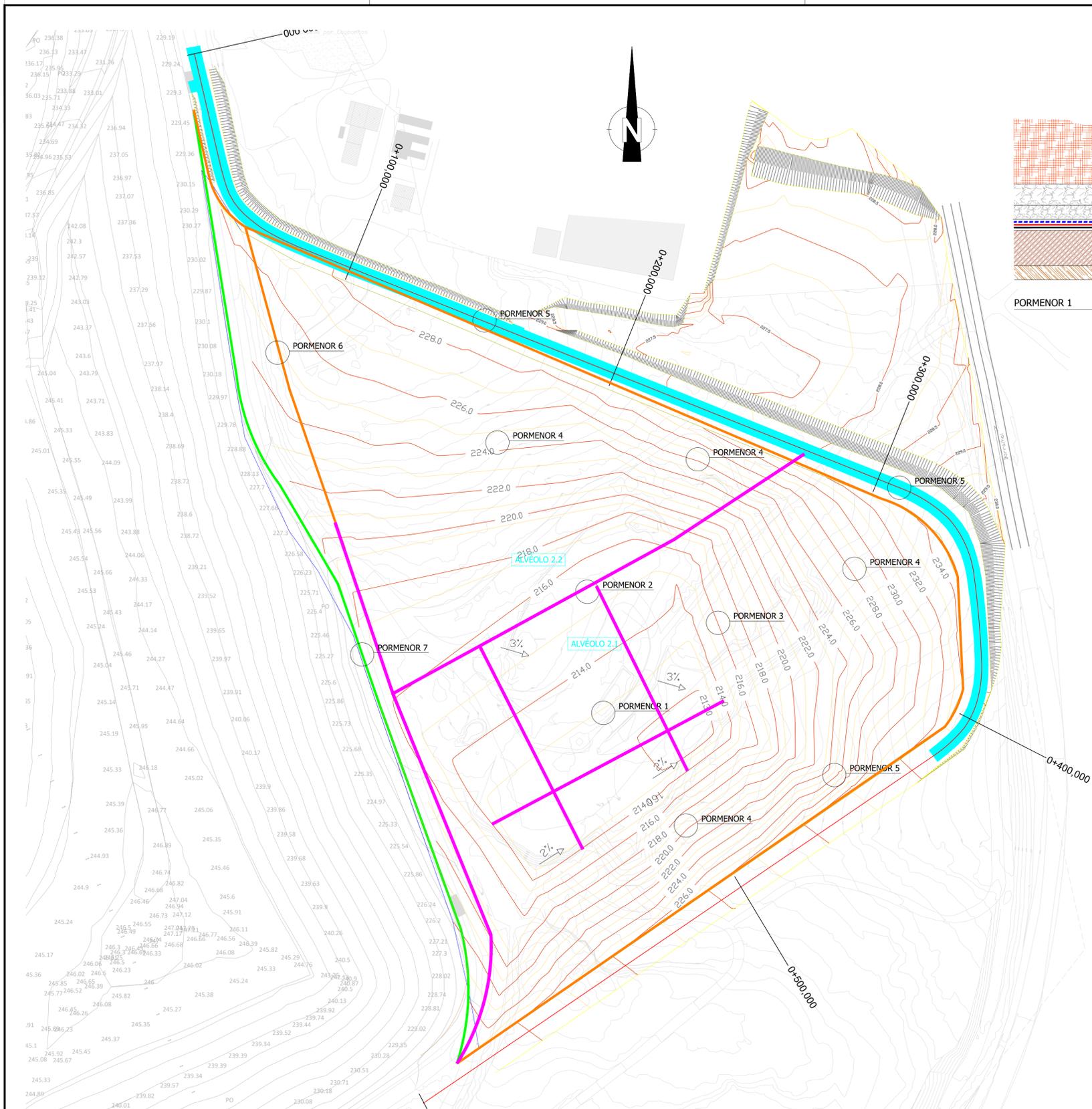
b Largura da vala (m)

L Comprimento entre a crista do talude e a vala de amarração (m)

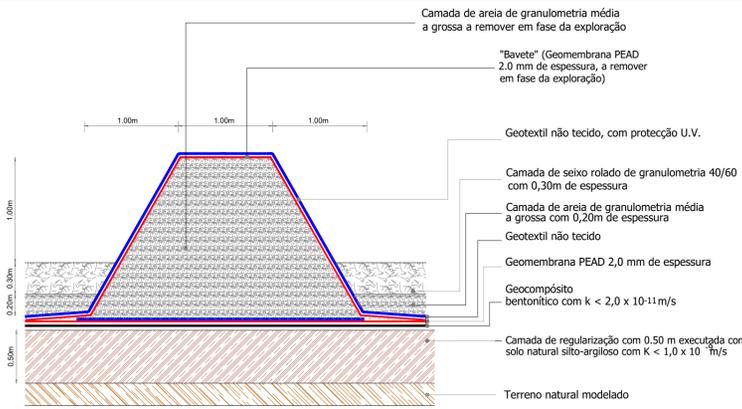
α Ângulo de atrito no contacto com o geossintético – **20°**

Substituindo-se os valores pode-se adoptar uma vala de ancoragem com o mínimo de profundidade de $h_v = 0,80$ m desde que sejam garantidos:

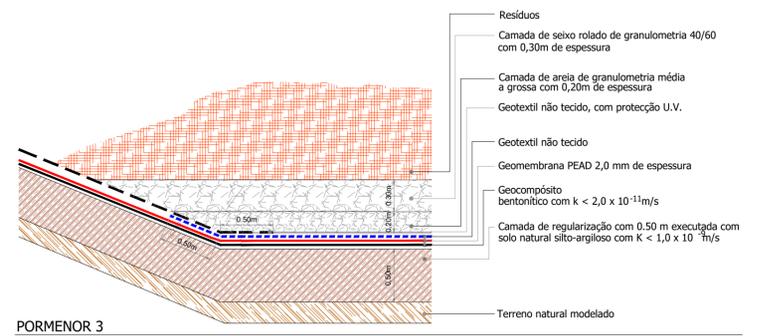
Profundidade - h_v (m)	0,80
Comprimento entre a crista do talude e a vala de amarração - L (m)	1,50
Largura da vala - b (m)	0,80
Altura da camada sobre a vala - h_s (m)	0,80



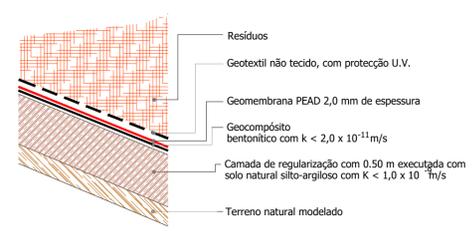
PORMENOR 1 s/escala



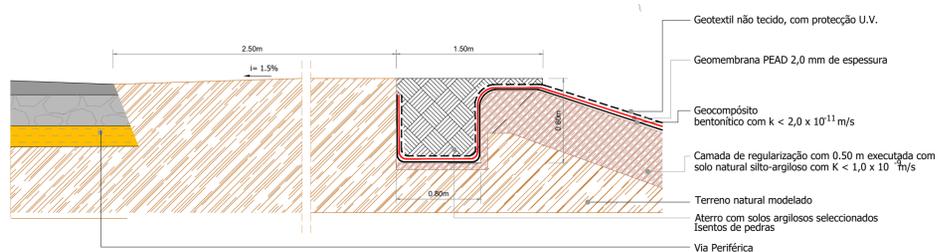
PORMENOR 2 s/escala



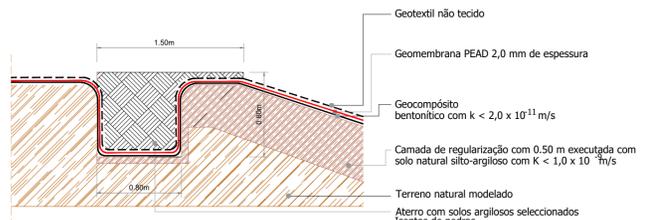
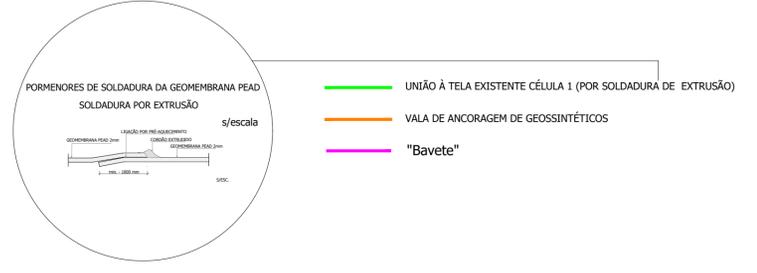
PORMENOR 3 s/escala



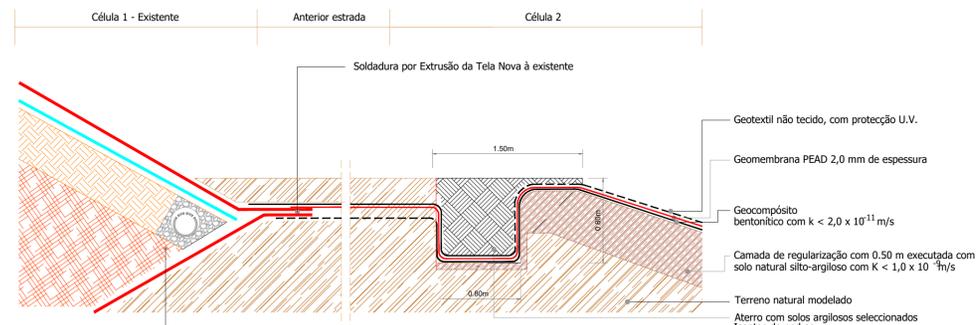
PORMENOR 4 s/escala



PORMENOR 5 s/escala



PORMENOR 6 s/escala



PORMENOR 7 s/escala

TELAS FINAIS

	Processo	Data	março 2022
	Arquivo	Projectou	
	Substituído	Desenhou	
	Verificado	Aprovou	
	Substituído		
Projecto	Escala		1/1000
Projecto de Ampliação do Aterro da AMRPB		Número E/AMPB/300/00	
Descrição IMPERMEABILIZAÇÃO - PLANTA E PORMENORES		Folha 1/1	
		Revisão TF	
		Código Cliente	