

**PARQUE DE SANTA CRUZ  
AQUATERRA MASTERPLAN  
CARNAXIDE - OEIRAS**

**PROJECTO DE EXECUÇÃO**

**OBRAS DE ARTE**

**MUROS DE CONTENÇÃO M1 E M2 NOS EIXOS 2 E 9**

**VERIFICAÇÃO DE SEGURANÇA**

Revisão	Alteração efetuada	Data	Elaborado	Aprovado
00	Primeira entrega	Julho 2022	NF	MA
01	Alteração Implantação Muro M2	Janeiro 2023	NF	MA

**PARQUE DE SANTA CRUZ  
AQUATERRA MASTERPLAN  
CARNAXIDE - OEIRAS**

**PROJECTO DE EXECUÇÃO**

**OBRAS DE ARTE**

**MUROS DE CONTENÇÃO M1 E M2 NOS EIXOS 2 E 9**

**VERIFICAÇÃO DE SEGURANÇA**

**ÍNDICE**

1	INTRODUÇÃO .....	4
2	AÇÕES E COMBINAÇÕES DE ACÇÕES.....	5
2.1	Ações.....	5
2.1.1	Ações permanentes .....	5
2.1.1.1	Peso próprio .....	5
2.1.1.2	Impulsos de terras .....	5
2.1.2	Ações variáveis .....	5
2.1.2.1	Impulso de terras no tardoz dos encontros devido à sobrecarga nos terraplenos .....	5
2.1.3	Ação sísmica.....	6
2.2	Combinações de acções .....	6
2.2.1	Estados Limite Últimos .....	6

2.2.2	Combinações raras de ações .....	7
2.2.3	Combinações frequentes de ações .....	7
3	VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA DOS MUROS DE SUPORTE DE GABIÕES .....	7
3.1	Verificação da estabilidade .....	7
3.2	Verificação de segurança das tensões no solo.....	7

**ANEXOS:**

**Anexo 1** – Verificação de segurança do Muro M1

**Anexo 2** – Verificação de segurança do Muro M2

**PARQUE DE SANTA CRUZ  
AQUATERRA MASTERPLAN  
CARNAXIDE - OEIRAS**

**PROJECTO DE EXECUÇÃO**

**OBRAS DE ARTE**

**MUROS DE CONTENÇÃO M1 E M2 NOS EIXOS 2 E 9**

**VERIFICAÇÃO DE SEGURANÇA**

**1 INTRODUÇÃO**

A presente Verificação de Segurança refere-se ao Projecto de Execução dos muros de contenção nos eixos 2 e 9, no âmbito da intervenção viária no Parque de Santa Cruz, em Carnaxide, Município de Oeiras.

A solução estrutural preconizada para a contenção das novas plataformas dos eixos 2 e 9, consiste em executar dois muros de gabiões, sendo que no caso do muro M2 existe um troço onde se prevê a execução de um muro em betão ciclópico, tendo em conta a proximidade do lote da EPAL.

O muro M1 corresponde à contenção das terras ao longo do eixo 2, entre o km 0+105.00 e km 0+150.00. Nesta zona, o eixo 2 passa sob uma passagem superior, e assim, o muro de gabiões será responsável pela contenção das terras de aterro junto ao encontro.

O muro M2 corresponde à contenção das terras ao longo do eixo 9, com junção na parte final com o eixo 2.

## 2 AÇÕES E COMBINAÇÕES DE AÇÕES

### 2.1 Ações

Para servir de base à sua quantificação e às regras da sua combinação, as ações são classificadas como:

#### 1. Ações permanentes:

As ações permanentes consideradas são todas aquelas que assumem valor constante, ou pequenas variações em torno do seu valor médio, durante toda ou praticamente toda a vida da estrutura.

#### 2. Ações variáveis:

Estas ações assumem valores com variação em torno do seu valor médio durante a vida útil da estrutura.

#### 3. Ação de acidente (Ação Sísmica):

Estas ações apresentam curta duração mas com intensidade significativa e com pequena probabilidade de ocorrência.

### 2.1.1 Ações permanentes

#### 2.1.1.1 Peso próprio

Para a quantificação do peso próprio da estrutura considerou-se o seguinte:

- Peso específico dos gabiões:  $\gamma=18\text{kN/m}^3$
- Peso específico do betão ciclópico:  $\gamma=24\text{kN/m}^3$
- Peso específico do solo:  $\gamma=20\text{kN/m}^3$

#### 2.1.1.2 Impulsos de terras

A ação dos impulsos de terras foi considerada atuando no tardo dos muros de suporte, de acordo com a teoria de Coulomb.

Foram consideradas as seguintes características:

$$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$$

$$\phi = 30^\circ$$

### 2.1.2 Ações variáveis

#### 2.1.2.1 Impulso de terras no tardo dos encontros devido à sobrecarga nos terraplenos

De acordo com o exposto no Artº. 41.3 do RSA, foi considerada a ação de uma sobrecarga uniformemente distribuída de  $10\text{kN/m}^2$  atuando sobre o terraplano.

### 2.1.3 Acção sísmica

A acção sísmica foi considerada de acordo com a norma NP EN1998-1 2010 onde foram determinadas as acelerações sísmicas de acordo com o apresentado no Anexo Nacional.

Para o Município de Oeiras, esta norma estabelece uma aceleração para um terreno tipo A de 1.5m/s<sup>2</sup> para a acção sísmica tipo 1 e de 1.7m/s<sup>2</sup> para a acção sísmica tipo 2.

## 2.2 Combinações de acções

### 2.2.1 Estados Limite Últimos

Para a verificação da segurança em relação aos Estados Limite Últimos, as acções variáveis de base da combinação foram quantificadas pelos seus valores característicos ( $F_k$ ) e as restantes pelos seus valores reduzidos de combinação ( $\psi_0 F_k$ ), que têm em conta a maior probabilidade de serem excedidos se todas as acções actuarem em simultâneo.

Deste modo, os valores de cálculo dos esforços actuantes para a verificação da segurança, podendo assumir-se como linear a relação entre as acções e os esforços, foram obtidos considerando a seguinte regra fundamental, quando o sismo não é a acção base de combinação ( $S_{q1}$ ):

$$S_d = \sum_{i=1}^m \gamma_{gi} S_{Gik} + \gamma_q \left[ S_{q1k} + \sum_{j=2}^n \psi_{0j} S_{Qik} \right]$$

No caso das combinações em que a acção sísmica é quantificada pelo seu valor  $F_k$  (acção de base da combinação), dado o seu curto período de actuação, atribui-se às acções acompanhantes os seus valores quase permanentes  $\psi_2 F_k$ . Deste modo, a expressão acima referida toma a seguinte forma:

$$S_d = \sum_{i=1}^m S_{Gik} + \gamma_q S_{Ek} + \sum_{j=2}^n \psi_{2j} S_{Qik}$$

Assim, as combinações foram efectuadas de acordo com as seguintes expressões:

- Acção base: Sobrecargas

$$S_{sd} = \{1.5 \text{ ou } 1.0\} \times S_G + \{1.5 \text{ ou } 1.0\} \times S_{RCP} + \{1.5 \text{ ou } 0\} \times S_Q$$

- Acção base: Sismo

$$S_{sd} = 1.0 \times S_G + 1.0 \times S_{Ek}$$

- $S_G$  - Esforços devidos às cargas permanentes;
- $S_{RCP}$  - Esforços devidos às restantes cargas permanentes;
- $S_Q$  - Esforços devidos às sobrecargas rodoviárias (envolvente);
- $S_{Ek}$  - Esforços devidos à acção sísmica;

## 2.2.2 Combinações raras de ações

Estas combinações correspondem a estados limite de muito curta duração. Em cada combinação intervêm as ações permanentes quantificadas pelos seus valores médios (coincidem com os valores característicos,  $F_k$ , nos casos correntes), a ação variável de base considerada como ação de base da combinação quantificada pelo seu valor raro (coincide com o valor característico  $Q_k$ ) e as restantes ações variáveis quantificadas pelos seus valores frequentes ( $\psi_1 Q_k$ ). A expressão para as combinações raras de ações é dada por:

$$S_d = \sum_{i=1}^m \gamma_{gi} S_{Gik} + \gamma_q S_{Q1k} + \sum_{j=1}^n \psi_{1j} S_{Qjk}$$

## 2.2.3 Combinações frequentes de ações

Estas combinações correspondem a estados limite de curta duração. Em cada combinação intervêm as ações permanentes quantificadas pelos seus valores médios (coincidem com os valores característicos,  $F_k$ , nos casos correntes), a ação variável de base considerada como ação de base da combinação quantificada pelo seu valor frequente ( $\psi_1 Q_k$ ) e as restantes ações variáveis quantificadas pelos seus valores quase permanentes ( $\psi_2 Q_k$ ). A expressão para as combinações frequentes de ações é dada por:

$$S_d = \sum_{i=1}^m \gamma_{gi} S_{Gik} + \psi_1 S_{Q1k} + \sum_{j=1}^n \psi_{2j} S_{Qjk}$$

em que:

$\psi_1$  – Coeficiente correspondente à ação variável de base;

## 3 VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA DOS MUROS DE SUPORTE DE GABIÕES

### 3.1 Verificação da estabilidade

A verificação de segurança dos muros de suporte de gabiões foi realizada com o auxílio de folhas de cálculo desenvolvidas para o efeito e devidamente testadas em trabalhos anteriores. As ações consideradas nestes elementos são as descritas no capítulo 2. Os resultados desta análise são apresentados nos Anexos 1 e 2.

### 3.2 Verificação de segurança das tensões no solo

O cálculo das tensões no solo foi realizado com auxílio das folhas de cálculo de verificação dos muros de gabiões apresentadas nos Anexos 1 e 2.

Para o muro M1, obtém-se uma tensão máxima de 77kPa, enquanto para o muro M2, obtém-se uma tensão máxima de 209kPa na zona de muro em gabiões e uma tensão máxima de 276kPa na zona de muro em betão ciclópico, para as combinações raras de acções. Considera-se assim que as tensões actuantes são compatíveis com a capacidade resistente do solo de fundação.



## **ANEXO 1 – VERIFICAÇÃO DE SEGURANÇA DO MURO M1**



## Muros de Suporte em Gabiões h=2m (parte 1/3)

### Características geométricas gerais

h =	2.00 m		
a <sub>r</sub> =	0.50 m	a =	5.0 °
H =	1.99 m	a =	0.087 rad
B =	1.50 m		
g <sub>gabiões</sub> =	18.0 kN/m <sup>3</sup>		

### Características do Terreno

i =	20.0 °	0.349 rad	
f =	30.0 °	0.524 rad	
d =	27.0 °	0.471 rad	
g <sub>solo</sub> =	20.0 kN/m <sup>3</sup>		
m =	0.58 coef atrito base	f =	30.0 °
K <sub>a</sub> =	0.364		
K <sub>ah</sub> =	0.337		
K <sub>av</sub> =	-0.136	x <sub>G</sub> =	0.85 m
		y <sub>G</sub> =	0.90 m

### Ação da Sobrecarga

SC <sub>1</sub> =	10.00 kN/m <sup>2</sup>		
a <sub>1</sub> =	0.00 rad	0.00 °	
a <sub>2</sub> =	-0.09 rad	-5.00 °	
e =	1.66 rad	95.00 °	
b =	1.48 rad	85.00 °	

### Ação Sísmica

f =	30.0 °	0.524 rad	g <sub>r</sub> =	1
f <sub>d</sub> =	30.0 °	0.524 rad		
d =	27.0 °	0.471 rad		

### Coef impulso

ka =	0.364	Impulso activo	
kah =	0.337	Ia <sub>base</sub> =	14 kN/m
kav =	-0.136	Ia <sub>h</sub> =	13 kN/m
		Ia <sub>v</sub> =	-5 kN/m
		(ver NA.I 1981-1:2004 pag 222)	
ag =	1.7		
S =	1.27		
a =	0.22 a <sub>g</sub> /g	K <sub>h</sub> =	0.11 Coef Sísmico
r =	2.0	K <sub>v</sub> =	0.03

### Cas 1+K<sub>v</sub>

q <sub>A</sub> =	6.1 °	0.106 rad	IsA =	22.6 kN/m
g <sub>A</sub> =	20.8 kN/m <sup>3</sup>		IsA h =	20.9 kN/m
kasA =	0.547		IsA v =	-8.5 kN/m
kashA =	0.51		Dis h =	7.6 kN/m
kasvA =	-0.21		Dis v =	-3.1 kN/m

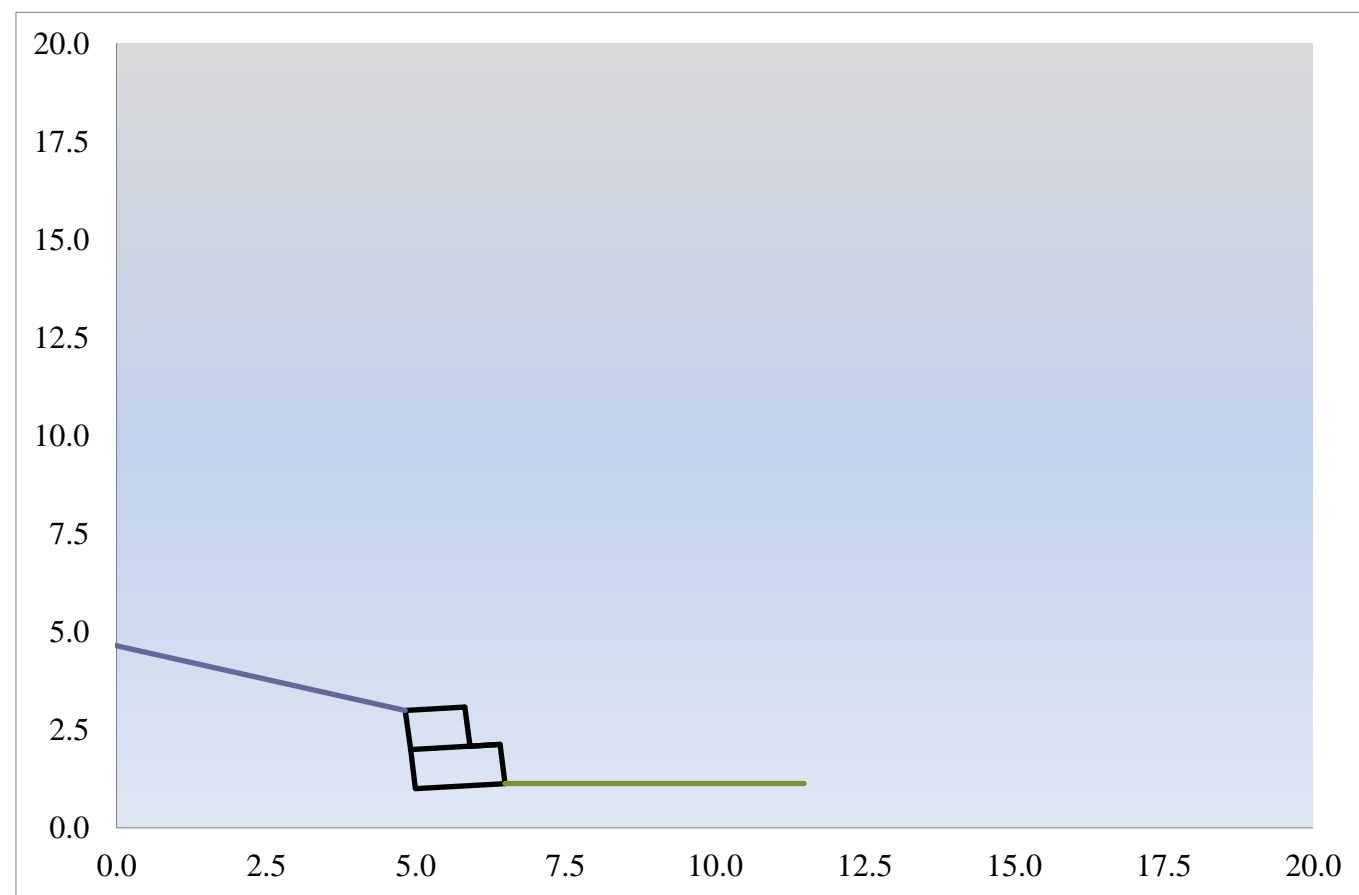
### Geometria do Muro

Camada i	H	h <sub>i</sub>	b <sub>i</sub>	d <sub>i</sub>	W <sub>i</sub>	x <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .x <sub>i</sub>	y <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .y <sub>i</sub>
	(m)	(m)	(m)	(m)	(kN/m)	(m)	(m)	(m)	(m)
1	1.00	1.00	1.00	0.50	18.00	1.00	18.0	1.5	27.0
2	2.00	1.00	1.50	0.00	27.00	0.75	20.3	0.5	13.5
3	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
4	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
5	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
6	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
7	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
8	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
9	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
10	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
11	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
12	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
13	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
14	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
15	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
S =	45.00	S Wi.xi =	38.3	S Wi.yi =	40.5				

translação gráfico

5

1



### Cas 1-K<sub>v</sub>

q <sub>B</sub> =	6.5 °	0.113 rad	IsB =	21.9 kN/m
g <sub>B</sub> =	19.5 kN/m <sup>3</sup>		IsA h =	20.3 kN/m
kasB =	0.57		IsA v =	-8.2 kN/m
kashB =	0.53		Dis h =	6.9 kN/m
kasvB =	-0.21		Dis v =	-2.8 kN/m

### Verificação da Estabilidade global do Muro de Suporte

#### Comb Rara

W =	45.0 kN/m	Coef.	1.00
s' =	0.93 m		
I <sub>ah</sub> =	13.4 kN/m		1.00
d <sub>1</sub> =	0.533 m		
I <sub>av</sub> =	5.4 kN/m		1.00
s <sub>1</sub> =	1.55 m		
I <sub>sch</sub> =	6.7 kN/m		1.00
d <sub>2</sub> =	0.87 m		
I <sub>scv</sub> =	2.7 kN/m		1.00
s <sub>2</sub> =	1.58 m		

#### Factor de Segurança ao Derrubamento

M <sub>derr</sub> =	12.9 kNm/m	FS <sub>derr</sub> =	4.19
M <sub>est</sub> =	54.3 kNm/m		Verifica

#### Factor de Segurança ao Deslizamento

N' =	54.7 kN/m	FS <sub>dest</sub> =	2.05
T' =	15.4 kN/m		Verifica
M' =	-0.4 kNm/m		

#### Tensões no solo

Tratamento de fundação h= 0.00 m

#### Comb Rara

e (m) =	0.01	L =	1.00
S <sub>min</sub> =	35.5 kN/m <sup>2</sup>	B/6 (m) =	0.25
S <sub>máx</sub> =	37.4 kN/m <sup>2</sup>	B (m) =	1.50
S <sub>méd</sub> =	36.8 kN/m <sup>2</sup>	d (m) =	1.50
d/B =	100% Verifica	B-d (m) =	0.00
q <sub>ref</sub> =	37 kN/m <sup>2</sup>	q <sub>ref,z</sub> =	37 kN/m <sup>2</sup>

## Muros de Suporte em Gabiões h=2m (parte 2/3)

### Verificação da Estabilidade global do Muro de Suporte

Acção Sismica (Cas 1+Kv)	Coef.
W = 45.0 kN/m	1.00
s' = 0.93 m	
I <sub>ah</sub> = 13.4 kN/m	1.00
d <sub>1</sub> = 0.53 m	
I <sub>av</sub> = 5.4 kN/m	1.00
s <sub>1</sub> = 1.55 m	
DI <sub>sh</sub> = 7.6 kN/m	1.00
d <sub>2</sub> = 0.87 m	
DI <sub>sv</sub> = 3.1 kN/m	1.00
s <sub>2</sub> = 1.58 m	

Factor de Segurança ao Derrubamento	
M <sub>derr</sub> = 14 kNm/m	
M <sub>est</sub> = 55 kNm/m	
<b>FS<sub>derr</sub> = 4.01</b>	<b>Verifica</b>
Factor de Segurança ao Deslizamento	
N' = 55 kN/m	
T' = 16 kN/m	
M' = 0 kNm/m	
<b>FS<sub>dest</sub> = 1.96</b>	<b>Verifica</b>

Acção Sismica (Cas 1-Kv)	Coef.
W = 45.0 kN/m	1.00
s' = 0.93 m	
I <sub>ah</sub> = 13.4 kN/m	1.00
d <sub>1</sub> = 0.53 m	
I <sub>av</sub> = 5.4 kN/m	1.00
s <sub>1</sub> = 1.55 m	
DI <sub>sh</sub> = 6.9 kN/m	1.00
d <sub>2</sub> = 0.87 m	
DI <sub>sv</sub> = 2.8 kN/m	1.00
s <sub>2</sub> = 1.58 m	

Factor de Segurança ao Derrubamento	
M <sub>derr</sub> = 13 kNm/m	
M <sub>est</sub> = 54 kNm/m	
<b>FS<sub>derr</sub> = 4.15</b>	<b>Verifica</b>
Factor de Segurança ao Deslizamento	
N' = 55 kN/m	
T' = 16 kN/m	
M' = 0 kNm/m	
<b>FS<sub>dest</sub> = 2.03</b>	<b>Verifica</b>

#### Tratamento de fundação h= 0.00 m

Tensões no solo	L=
e (m) = 0.00	B/6 (m) = 0.25
S <sub>min</sub> = 36.4 kN/m <sup>2</sup>	B (m) = 1.50
S <sub>máx</sub> = 37.1 kN/m <sup>2</sup>	d (m) = 1.50
S <sub>méd</sub> = 36.8 kN/m <sup>2</sup>	B-d (m) = 0.00
d/B = 100% <b>Verifica</b>	
qref = 37 kN/m <sup>2</sup>	qref,z = 37 kN/m <sup>2</sup>

Tensões no solo	L=
e (m) = 0.00	B/6 (m) = 0.25
S <sub>min</sub> = 37.2 kN/m <sup>2</sup>	B (m) = 1.50
S <sub>máx</sub> = 35.9 kN/m <sup>2</sup>	d (m) = 1.50
S <sub>méd</sub> = 36.3 kN/m <sup>2</sup>	B-d (m) = 0.00
d/B = 100% <b>Verifica</b>	
qref = 36 kN/m <sup>2</sup>	qref,z = 36 kN/m <sup>2</sup>

#### Verificação da Estabilidade para cada nível - Deslizamento entre custos (FS>1.2)

Comb E.L	coef 1.00			coef 1.00			coef 1.00			coef 1.00			coef 1.00			frict 0.80			FS	
Ni	h'i	h'	Iah	Iah'	Iah''	Iav	Iav'	Iav''	IscH	IscH'	IscH''	Isc'	IscV'	IscV''	W <sub>i</sub>	W <sub>i'</sub>	W <sub>i''</sub>	T'	N'	FS
1	1.00	1.00	3.3	3.3	0.3	1.4	-0.1	1.3	3.4	3.3	0.3	1.4	-0.1	1.4	18.0	-2	18	5	21	3.48

Acção Sismica (Cas 1+Kv)	coef 1.00			coef 1.00			coef 1.00			coef 1.00			coef 1.00			frict 0.80			FS	
Ni	h'i	h'	Iah	Iah'	Iah''	Iav	Iav'	Iav''	DI <sub>sh</sub>	DI <sub>sh</sub> '	DI <sub>sh</sub> ''	DI <sub>sv</sub>	DI <sub>sv</sub> '	DI <sub>sv</sub> ''	W <sub>i</sub>	W <sub>i'</sub>	W <sub>i''</sub>	T'	N'	FS
1	1.00	1.00	3.3	3.3	0.3	1.4	-0.1	1.3	3.8	3.8	0.3	1.5	-0.1	1.5	18.0	-2	18	5	21	3.25

Acção Sismica (Cas 1-Kv)	coef 1.00			coef 1.00			coef 1.00			coef 1.00			coef 1.00			frict 0.80			FS	
Ni	h'i	h'	Iah	Iah'	Iah''	Iav	Iav'	Iav''	DI <sub>sh</sub>	DI <sub>sh</sub> '	DI <sub>sh</sub> ''	DI <sub>sv</sub>	DI <sub>sv</sub> '	DI <sub>sv</sub> ''	W <sub>i</sub>	W <sub>i'</sub>	W <sub>i''</sub>	T'	N'	FS
1	1.00	1.00	3.3	3.3	0.3	1.4	-0.1	1.3	3.5	3.4	0.3	1.4	-0.1	1.4	18.0	-2	18	5	21	3.42

## Muros de Suporte em Gabiões h=2m

(parte 3/3)

Verificação da segurança ao derrubamento de cada nível (FS &gt; 1.0)

Comb E.L

Ni	W <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub>	x <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .x <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub> .x <sub>i</sub>	x <sub>G</sub> =	y <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .y <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub> .y <sub>i</sub>	y <sub>G</sub> =	d W	d Iah	d Iav	d Isch	d IscV	Mderr	Mest	FS
	(kN)		(m)			(m)	(m)			(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(kNm)	(kNm)	
1	18.0	18.0	1.00	18.0	18.0	0.50	0.50	9.0	9.0	0.50	0.54	0.24	1.03	0.41	1.04	2	13	<b>5.71</b>

Acção Sísmica (Cas 1+Kv)

Ni	W <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub>	x <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .x <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub> .x <sub>i</sub>	x <sub>G</sub> =	y <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .y <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub> .y <sub>i</sub>	y <sub>G</sub> =	d Iah	d Iav	DI <sub>sh</sub>	DI <sub>sv</sub> '	Mderr	Mest	FS	
	(kN)		(m)			(m)	(m)			(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(kNm)	(kNm)		
1	18.0	18.0	1.00	18.0	18.0	0.50	0.50	9.0	9.0	0.50	0.54	0.24	1.03	0.41	1.04	2	13	<b>5.37</b>

Acção Sísmica (Cas 1-Kv)

Ni	W <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub>	x <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .x <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub> .x <sub>i</sub>	x <sub>G</sub> =	y <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .y <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub> .y <sub>i</sub>	y <sub>G</sub> =	d Iah	d Iav	DI <sub>sh</sub>	DI <sub>sv</sub> '	Mderr	Mest	FS	
	(kN)		(m)			(m)	(m)			(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(kNm)	(kNm)		
1	18.0	18.0	1.00	18.0	18.0	0.50	0.50	9.0	9.0	0.50	0.54	0.24	1.03	0.41	1.04	2.2	12.6	<b>5.62</b>

## Muros de Suporte em Gabiões h=3m (parte 1/3)

### Características geométricas gerais

h =	3.00 m		
a <sub>r</sub> =	0.50 m	a =	5.0 °
H =	2.99 m	a =	0.087 rad
B =	2.00 m		
g <sub>gabiões</sub> =	18.0 kN/m <sup>3</sup>		

### Características do Terreno

i =	20.0 °	0.349 rad	
f =	30.0 °	0.524 rad	
d =	27.0 °	0.471 rad	
g <sub>solo</sub> =	20.0 kN/m <sup>3</sup>		
m =	0.58 coef atrito base	f =	30.0 °
K <sub>a</sub> =	0.364		
K <sub>ah</sub> =	0.337		
K <sub>av</sub> =	-0.136	x <sub>G</sub> =	1.19 m
		y <sub>G</sub> =	1.28 m

### Ação da Sobrecarga

SC <sub>1</sub> =	10.00 kN/m <sup>2</sup>		
a <sub>1</sub> =	0.00 rad	0.00 °	
a <sub>2</sub> =	-0.09 rad	-5.00 °	
e =	1.66 rad	95.00 °	
b =	1.48 rad	85.00 °	

### Accção Sismica

f =	30.0 °	0.524 rad	g <sub>r</sub> =	1
f <sub>d</sub> =	30.0 °	0.524 rad		
d =	27.0 °	0.471 rad		

### Coef impulso

ka =	0.364	Impulso activo	
kah =	0.337	Ia <sub>base</sub> =	32 kN/m
kav =	-0.136	Ia <sub>h</sub> =	30 kN/m
		Ia <sub>v</sub> =	-12 kN/m
		(ver NA.I 1981-1:2004 pag 222)	
ag =	1.7		
S =	1.27		
a =	0.22 a <sub>g</sub> /g	K <sub>h</sub> =	0.11 Coef Sismico
r =	2.0	K <sub>v</sub> =	0.03

### Cas 1+K<sub>v</sub>

q <sub>A</sub> =	6.1 °	0.106 rad	IsA =	50.8 kN/m
g <sub>A</sub> =	20.8 kN/m <sup>3</sup>		IsA h =	47.1 kN/m
kasA =	0.547		IsA v =	-19.0 kN/m
kashA =	0.51		Dis h =	17.0 kN/m
kasvA =	-0.21		Dis v =	-6.9 kN/m

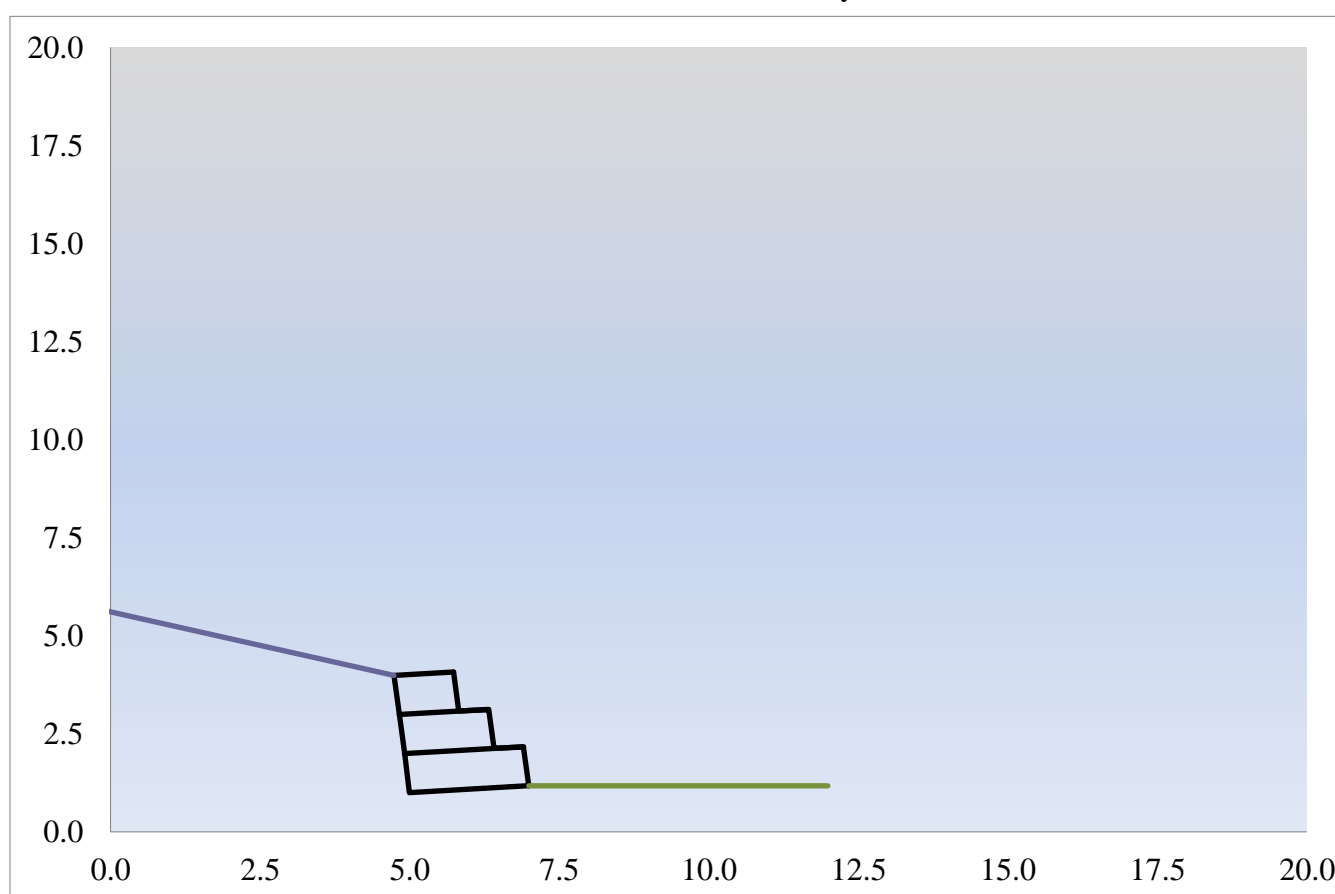
### Geometria do Muro

Camada i	H	h <sub>i</sub>	b <sub>i</sub>	d <sub>i</sub>	W <sub>i</sub>	x <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .x <sub>i</sub>	y <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .y <sub>i</sub>
	(m)	(m)	(m)	(m)	(kN/m)	(m)		(m)	
1	1.00	1.00	1.00	1.00	18.00	1.50	27.0	2.5	45.0
2	2.00	1.00	1.50	0.50	27.00	1.25	33.8	1.5	40.5
3	3.00	1.00	2.00	0.00	36.00	1.00	36.0	0.5	18.0
4	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
5	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
6	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
7	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
8	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
9	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
10	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
11	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
12	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
13	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
14	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
15	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
S =	81.00	S Wi.xi =	96.8	S Wi.yi =	103.5				

translação grafico

5

1



### Cas 1-K<sub>v</sub>

q <sub>B</sub> =	6.5 °	0.113 rad	IsB =	49.3 kN/m
g <sub>B</sub> =	19.5 kN/m <sup>3</sup>		IsA h =	45.7 kN/m
kasB =	0.57		IsA v =	-18.5 kN/m
kashB =	0.53		Dis h =	15.6 kN/m
kasvB =	-0.21		Dis v =	-6.3 kN/m

### Verificação da Estabilidade global do Muro de Suporte

#### Comb Rara

W =	81.0 kN/m	Coef.	1.00
s' =	1.30 m		
I <sub>ah</sub> =	30.1 kN/m		1.00
d <sub>1</sub> =	0.822 m		
I <sub>av</sub> =	12.2 kN/m		1.00
s <sub>1</sub> =	2.08 m		
I <sub>sch</sub> =	10.1 kN/m		1.00
d <sub>2</sub> =	1.32 m		
I <sub>scv</sub> =	4.1 kN/m		1.00
s <sub>2</sub> =	2.12 m		

#### Factor de Segurança ao Derrubamento

M <sub>derr</sub> =	38.0 kNm/m	FS <sub>derr</sub> =	3.66
M <sub>est</sub> =	139.3 kNm/m		Verifica

#### Factor de Segurança ao Deslizamento

N' =	100.4 kN/m	FS <sub>dest</sub> =	1.84
T' =	31.6 kN/m		Verifica
M' =	-0.9 kNm/m		

#### Tensões no solo

Tratamento de fundação h= 0.00 m

#### Comb Rara

e (m) =	0.01	L =	1.00
S <sub>min</sub> =	48.8 kN/m <sup>2</sup>	B/6 (m) =	0.33
S <sub>máx</sub> =	51.6 kN/m <sup>2</sup>	B (m) =	2.00
S <sub>méd</sub> =	50.7 kN/m <sup>2</sup>	d (m) =	2.00
d/B =	100% Verifica	B-d (m) =	0.00
q <sub>ref</sub> =	51 kN/m <sup>2</sup>	q <sub>ref,z</sub> =	51 kN/m <sup>2</sup>

## Muros de Suporte em Gabiões h=3m (parte 2/3)

### Verificação da Estabilidade global do Muro de Suporte

Accão Sismica (Cas 1+Kv)	Coef.
W = 81.0 kN/m	1.00
s' = 1.30 m	
I <sub>ah</sub> = 30.1 kN/m	1.00
d <sub>1</sub> = 0.82 m	
I <sub>av</sub> = 12.2 kN/m	1.00
s <sub>1</sub> = 2.08 m	
DI <sub>sh</sub> = 17.0 kN/m	1.00
d <sub>2</sub> = 1.32 m	
DI <sub>sv</sub> = 6.9 kN/m	1.00
s <sub>2</sub> = 2.12 m	

Factor de Segurança ao Derrubamento	
M <sub>derr</sub> = 47 kNm/m	
M <sub>est</sub> = 145 kNm/m	
<b>FS<sub>derr</sub> = 3.08</b>	
<b>Verifica</b>	
Factor de Segurança ao Deslizamento	
N' = 104 kN/m	
T' = 38 kN/m	
M' = 6 kNm/m	
<b>FS<sub>dest</sub> = 1.57</b>	
<b>Verifica</b>	

Accão Sismica (Cas 1-Kv)	Coef.
W = 81.0 kN/m	1.00
s' = 1.30 m	
I <sub>ah</sub> = 30.1 kN/m	1.00
d <sub>1</sub> = 0.82 m	
I <sub>av</sub> = 12.2 kN/m	1.00
s <sub>1</sub> = 2.08 m	
DI <sub>sh</sub> = 15.6 kN/m	1.00
d <sub>2</sub> = 1.32 m	
DI <sub>sv</sub> = 6.3 kN/m	1.00
s <sub>2</sub> = 2.12 m	

Factor de Segurança ao Derrubamento	
M <sub>derr</sub> = 45 kNm/m	
M <sub>est</sub> = 144 kNm/m	
<b>FS<sub>derr</sub> = 3.18</b>	
<b>Verifica</b>	
Factor de Segurança ao Deslizamento	
N' = 103 kN/m	
T' = 37 kN/m	
M' = 4 kNm/m	
<b>FS<sub>dest</sub> = 1.62</b>	
<b>Verifica</b>	

### Tratamento de fundação h= 0.00 m

Tensões no solo		L=	1.00
e (m) = 0.05	B/6 (m) = 0.33		
S <sub>min</sub> = 43.4 kN/m <sup>2</sup>	B (m) = 2.00		
S <sub>máx</sub> = 60.4 kN/m <sup>2</sup>	d (m) = 2.00		
S <sub>méd</sub> = 54.9 kN/m <sup>2</sup>	B-d (m) = 0.00		
d/B = 100% <b>Verifica</b>			
q <sub>ref</sub> = 56 kN/m <sup>2</sup>	q <sub>ref,z</sub> = 56 kN/m <sup>2</sup>		

Tensões no solo		L=	1.00
e (m) = 0.04	B/6 (m) = 0.33		
S <sub>min</sub> = 45.1 kN/m <sup>2</sup>	B (m) = 2.00		
S <sub>máx</sub> = 58.0 kN/m <sup>2</sup>	d (m) = 2.00		
S <sub>méd</sub> = 53.8 kN/m <sup>2</sup>	B-d (m) = 0.00		
d/B = 100% <b>Verifica</b>			
q <sub>ref</sub> = 55 kN/m <sup>2</sup>	q <sub>ref,z</sub> = 55 kN/m <sup>2</sup>		

### Verificação da Estabilidade para cada nível - Deslizamento entre custos (FS>1.2)

Comb E.L	coef			coef			coef			coef			coef			frict			0.80		
Ni	h'i	h'	Iah	Iah'	Iah''	Iav	Iav'	Iav''	IscH	IscH'	IscH''	Isc'	IscV'	IscV''	W <sub>i</sub>	W <sub>i'</sub>	W <sub>i''</sub>	T'	N'	FS	
	(m)	(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	
1	1.00	1.00	3.3	3.3	0.3	1.4	-0.1	1.3	3.4	3.3	0.3	1.4	-0.1	1.4	18.0	-2	18	5	21	<b>3.48</b>	
2	2.00	1.99	13.4	13.3	1.2	5.4	-0.5	5.4	6.7	6.7	0.6	2.7	-0.2	2.7	45.0	-4	45	15	55	<b>2.84</b>	

Accão Sismica (Cas 1+Kv)	coef			coef			coef			coef			coef			frict			0.80		
Ni	h'i	h'	Iah	Iah'	Iah''	Iav	Iav'	Iav''	DI <sub>sh</sub>	DI <sub>sh</sub> '	DI <sub>sh</sub> ''	DI <sub>sv</sub>	DI <sub>sv</sub> '	DI <sub>sv</sub> ''	W <sub>i</sub>	W <sub>i'</sub>	W <sub>i''</sub>	T'	N'	FS	
	(m)	(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	
1	1.00	1.00	3.3	3.3	0.3	1.4	-0.1	1.3	5.7	5.6	0.5	2.3	-0.2	2.3	18.0	-2	18	7	22	<b>2.52</b>	
2	2.00	1.99	13.4	13.3	1.2	5.4	-0.5	5.4	11.3	11.3	1.0	4.6	-0.4	4.6	45.0	-4	45	20	57	<b>2.30</b>	

Accão Sismica (Cas 1-Kv)	coef			coef			coef			coef			coef			frict			0.80		
Ni	h'i	h'	Iah	Iah'	Iah''	Iav	Iav'	Iav''	DI <sub>sh</sub>	DI <sub>sh</sub> '	DI <sub>sh</sub> ''	DI <sub>sv</sub>	DI <sub>sv</sub> '	DI <sub>sv</sub> ''	W <sub>i</sub>	W <sub>i'</sub>	W <sub>i''</sub>	T'	N'	FS	
	(m)	(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	
1	1.00	1.00	3.3	3.3	0.3	1.4	-0.1	1.3	5.2	5.2	0.5	2.1	-0.2	2.1	18.0	-2	18	7	22	<b>2.67</b>	
2	2.00	1.99	13.4	13.3	1.2	5.4	-0.5	5.4	10.4	10.3	0.9	4.2	-0.4	4.2	45.0	-4	45	19	56	<b>2.39</b>	

## Muros de Suporte em Gabiões h=3m

(parte 3/3)

Verificação da segurança ao derrubamento de cada nível (FS &gt; 1.0)

Comb E.L

Ni	W <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub>	x <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .x <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub> .x <sub>i</sub>	x <sub>G</sub> =	y <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .y <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub> .y <sub>i</sub>	y <sub>G</sub> =	d W	d Iah	d Iav	d Isch	d IscV	Mderr	Mest	FS
	(kN)		(m)			(m)	(m)			(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(kNm)	(kNm)	
1	18.0	18.0	1.50	27.0	27.0	0.50	0.50	9.0	9.0	0.50	0.54	0.24	1.03	0.41	1.04	2	13	<b>5.71</b>
2	27.0	45.0	1.25	33.8	60.8	0.85	1.50	40.5	49.5	0.90	0.93	0.53	1.55	0.87	1.58	13	54	<b>4.19</b>

Acção Sísmica (Cas 1+Kv)

Ni	W <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub>	x <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .x <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub> .x <sub>i</sub>	x <sub>G</sub> =	y <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .y <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub> .y <sub>i</sub>	y <sub>G</sub> =	d Iah	d Iav	DI <sub>sh</sub>	DI <sub>sv</sub> '	Mderr	Mest	FS	
	(kN)		(m)			(m)	(m)			(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(kNm)	(kNm)		
1	18.0	18.0	1.50	27.0	27.0	0.50	0.50	9.0	9.0	0.50	0.54	0.24	1.03	0.41	1.04	3	14	<b>4.30</b>
2	27.0	45.0	1.25	33.8	60.8	0.85	1.50	40.5	49.5	0.90	0.93	0.53	1.55	0.87	1.58	17	57	<b>3.38</b>

Acção Sísmica (Cas 1-Kv)

Ni	W <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub>	x <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .x <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub> .x <sub>i</sub>	x <sub>G</sub> =	y <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .y <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub> .y <sub>i</sub>	y <sub>G</sub> =	d Iah	d Iav	DI <sub>sh</sub>	DI <sub>sv</sub> '	Mderr	Mest	FS	
	(kN)		(m)			(m)	(m)			(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(kNm)	(kNm)		
1	18.0	18.0	1.50	27.0	27.0	0.50	0.50	9.0	9.0	0.50	0.54	0.24	1.03	0.41	1.04	3.0	13.3	<b>4.51</b>
2	27.0	45.0	1.25	33.8	60.8	0.85	1.50	40.5	49.5	0.90	0.93	0.53	1.55	0.87	1.58	16.1	56.7	<b>3.51</b>



## Muros de Suporte em Gabiões h=4m (parte 1/3)

### Características geométricas gerais

h =	4.00 m	a =	5.0 °
a <sub>r</sub> =	0.50 m	a =	0.087 rad
H =	3.98 m		
B =	2.50 m		
g <sub>gabiões</sub> =	18.0 kN/m <sup>3</sup>		

### Características do Terreno

i =	20.0 °	0.349 rad	
f =	30.0 °	0.524 rad	
d =	27.0 °	0.471 rad	
g <sub>solo</sub> =	20.0 kN/m <sup>3</sup>		
m =	0.58 coef atrito base	f =	30.0 °
K <sub>a</sub> =	0.364	x <sub>G</sub> =	1.54 m
K <sub>ah</sub> =	0.337	y <sub>G</sub> =	1.64 m
K <sub>av</sub> =	-0.136		

### Ação da Sobrecarga

SC <sub>1</sub> =	10.00 kN/m <sup>2</sup>		
a <sub>1</sub> =	0.00 rad	0.00 °	
a <sub>2</sub> =	-0.09 rad	-5.00 °	
e =	1.66 rad	95.00 °	
b =	1.48 rad	85.00 °	

### Ação Sísmica

f =	30.0 °	0.524 rad	g <sub>r</sub> =	1
f <sub>d</sub> =	30.0 °	0.524 rad		
d =	27.0 °	0.471 rad		

### Coef impulso

ka =	0.364	Impulso activo	
kah =	0.337	Ia <sub>base</sub> =	58 kN/m
kav =	-0.136	Ia <sub>h</sub> =	54 kN/m
		Ia <sub>v</sub> =	-22 kN/m
		(ver NA.I 1981-1:2004 pag 222)	
ag =	1.7		
S =	1.27		
a =	0.22 a <sub>g</sub> /g	K <sub>h</sub> =	0.11 Coef Sísmico
r =	2.0	K <sub>v</sub> =	0.03

### Cas 1+K<sub>v</sub>

q <sub>A</sub> =	6.1 °	0.106 rad	IsA =	90.3 kN/m
g <sub>A</sub> =	20.8 kN/m <sup>3</sup>		IsA h =	83.7 kN/m
kasA =	0.547		IsA v =	-33.8 kN/m
kashA =	0.51		Dis h =	30.2 kN/m
kasvA =	-0.21		Dis v =	-12.2 kN/m

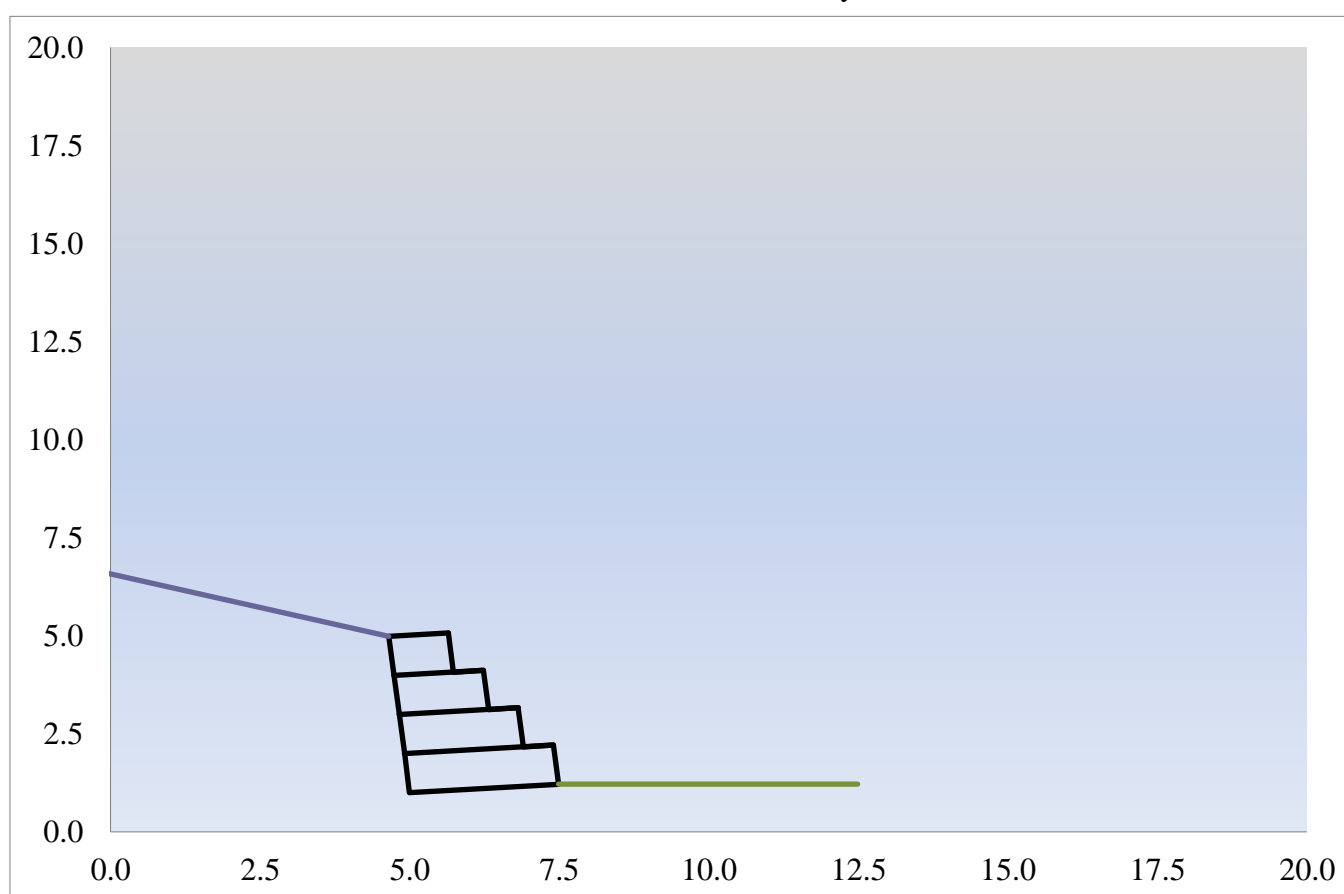
### Geometria do Muro

Camada i	H	h <sub>i</sub>	b <sub>i</sub>	d <sub>i</sub>	W <sub>i</sub>	x <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .x <sub>i</sub>	y <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .y <sub>i</sub>
	(m)	(m)	(m)	(m)	(kN/m)	(m)	(m)	(m)	(m)
1	1.00	1.00	1.00	1.50	18.00	2.00	36.0	3.5	63.0
2	2.00	1.00	1.50	1.00	27.00	1.75	47.3	2.5	67.5
3	3.00	1.00	2.00	0.50	36.00	1.50	54.0	1.5	54.0
4	4.00	1.00	2.50	0.00	45.00	1.25	56.3	0.5	22.5
5	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
6	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
7	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
8	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
9	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
10	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
11	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
12	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
13	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
14	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
15	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
S =	126.00	S Wi.xi =	193.5	S Wi.yi =	207.0				

translação gráfico

5

1



### Cas 1-K<sub>v</sub>

q <sub>B</sub> =	6.5 °	0.113 rad	IsB =	87.6 kN/m
g <sub>B</sub> =	19.5 kN/m <sup>3</sup>		IsA h =	81.2 kN/m
kasB =	0.57		IsA v =	-32.8 kN/m
kashB =	0.53		Dis h =	27.7 kN/m
kasvB =	-0.21		Dis v =	-11.2 kN/m

### Verificação da Estabilidade global do Muro de Suporte

#### Comb Rara

W =	126.0 kN/m	Coef.	1.00
s' =	1.67 m		
I <sub>ah</sub> =	53.5 kN/m		1.00
d <sub>1</sub> =	1.110 m		
I <sub>av</sub> =	21.6 kN/m		1.00
s <sub>1</sub> =	2.61 m		
I <sub>sch</sub> =	13.4 kN/m		1.00
d <sub>2</sub> =	1.77 m		
I <sub>scv</sub> =	5.4 kN/m		1.00
s <sub>2</sub> =	2.66 m		

#### Factor de Segurança ao Derrubamento

M <sub>derr</sub> =	83.3 kNm/m	FS <sub>derr</sub> =	3.38
M <sub>est</sub> =	281.6 kNm/m		Verifica

#### Factor de Segurança ao Deslizamento

N' =	158.3 kN/m	FS <sub>dest</sub> =	1.71
T' =	53.4 kN/m		Verifica
M' =	-0.5 kNm/m		

#### Tensões no solo

Tratamento de fundação h= 0.00 m

#### Comb Rara

e (m) =	0.00	L =	1.00
S <sub>min</sub> =	62.9 kN/m <sup>2</sup>	B/6 (m) =	0.42
S <sub>máx</sub> =	63.8 kN/m <sup>2</sup>	B (m) =	2.50
S <sub>méd</sub> =	63.5 kN/m <sup>2</sup>	d (m) =	2.50
d/B =	100% Verifica	B-d (m) =	0.00
q <sub>ref</sub> =	64 kN/m <sup>2</sup>	q <sub>ref.z</sub> =	64 kN/m <sup>2</sup>

## Muros de Suporte em Gabiões h=4m (parte 2/3)

Verificação da Estabilidade global do Muro de Suporte

Acção Sismica (Cas 1+Kv)	Coef.
W = 126.0 kN/m	1.00
s' = 1.67 m	
I <sub>ah</sub> = 53.5 kN/m	1.00
d <sub>1</sub> = 1.11 m	
I <sub>av</sub> = 21.6 kN/m	1.00
s <sub>1</sub> = 2.61 m	
DI <sub>sh</sub> = 30.2 kN/m	1.00
d <sub>2</sub> = 1.77 m	
DI <sub>sv</sub> = 12.2 kN/m	1.00
s <sub>2</sub> = 2.66 m	

Factor de Segurança ao Derrubamento
M <sub>derr</sub> = 113 kNm/m
M <sub>est</sub> = 300 kNm/m
<b>FS<sub>derr</sub> = 2.65</b>
<b>Verifica</b>
Factor de Segurança ao Deslizamento
N' = 167 kN/m
T' = 69 kN/m
M' = 21 kNm/m
<b>FS<sub>dest</sub> = 1.38</b>
<b>Verifica</b>

Acção Sismica (Cas 1-Kv)	Coef.
W = 126.0 kN/m	1.00
s' = 1.67 m	
I <sub>ah</sub> = 53.5 kN/m	1.00
d <sub>1</sub> = 1.11 m	
I <sub>av</sub> = 21.6 kN/m	1.00
s <sub>1</sub> = 2.61 m	
DI <sub>sh</sub> = 27.7 kN/m	1.00
d <sub>2</sub> = 1.77 m	
DI <sub>sv</sub> = 11.2 kN/m	1.00
s <sub>2</sub> = 2.66 m	

Factor de Segurança ao Derrubamento
M <sub>derr</sub> = 109 kNm/m
M <sub>est</sub> = 297 kNm/m
<b>FS<sub>derr</sub> = 2.74</b>
<b>Verifica</b>
Factor de Segurança ao Deslizamento
N' = 165 kN/m
T' = 67 kN/m
M' = 18 kNm/m
<b>FS<sub>dest</sub> = 1.42</b>
<b>Verifica</b>

Tratamento de fundação h= 0.00 m

Tensões no solo	L=
e (m) = 0.13	B/6 (m) = 0.42
S <sub>min</sub> = 46.0 kN/m <sup>2</sup>	B (m) = 2.50
S <sub>máx</sub> = 87.2 kN/m <sup>2</sup>	d (m) = 2.50
S <sub>méd</sub> = 74.3 kN/m <sup>2</sup>	B-d (m) = 0.00
d/B = 100% <b>Verifica</b>	
qref = 77 kN/m <sup>2</sup>	qref,z = 77 kN/m <sup>2</sup>

Tensões no solo	B/6 (m)
e (m) = 0.11	B/6 (m) = 0.42
S <sub>min</sub> = 48.7 kN/m <sup>2</sup>	B (m) = 2.50
S <sub>máx</sub> = 83.6 kN/m <sup>2</sup>	d (m) = 2.50
S <sub>méd</sub> = 72.5 kN/m <sup>2</sup>	B-d (m) = 0.00
d/B = 100% <b>Verifica</b>	
qref = 75 kN/m <sup>2</sup>	qref,z = 75 kN/m <sup>2</sup>

Verificação da Estabilidade para cada nível - Deslizamento entre custos (FS>1.2)

Comb E.L	coef 1.00			coef 1.00			coef 1.00			coef 1.00			coef 1.00			frict 0.80			FS	
Ni	h'i	h'	Iah	Iah'	Iah''	Iav	Iav'	Iav''	IscH	IscH'	IscH''	Isc'	IscV'	IscV''	W <sub>i</sub>	W <sub>i'</sub>	W <sub>i''</sub>	T'	N'	FS
1	1.00	1.00	3.3	3.3	0.3	1.4	-0.1	1.3	3.4	3.3	0.3	1.4	-0.1	1.4	18.0	-2	18	5	21	3.48
2	2.00	1.99	13.4	13.3	1.2	5.4	-0.5	5.4	6.7	6.7	0.6	2.7	-0.2	2.7	45.0	-4	45	15	55	2.84
3	3.00	2.99	30.1	30.0	2.6	12.2	-1.1	12.1	10.1	10.0	0.9	4.1	-0.4	4.1	81.0	-7	81	32	100	2.54

Acção Sismica (Cas 1+Kv)	coef 1.00			coef 1.00			coef 1.00			coef 1.00			coef 1.00			frict 0.80			FS	
Ni	h'i	h'	Iah	Iah'	Iah''	Iav	Iav'	Iav''	DI <sub>sh</sub>	DI <sub>sh</sub> '	DI <sub>sh</sub> ''	DI <sub>sv</sub>	DI <sub>sv</sub> '	DI <sub>sv</sub> ''	W <sub>i</sub>	W <sub>i'</sub>	W <sub>i''</sub>	T'	N'	FS
1	1.00	1.00	3.3	3.3	0.3	1.4	-0.1	1.3	7.6	7.5	0.7	3.1	-0.3	3.0	18.0	-2	18	9	23	2.09
2	2.00	1.99	13.4	13.3	1.2	5.4	-0.5	5.4	15.1	15.0	1.3	6.1	-0.5	6.1	45.0	-4	45	23	59	2.01
3	3.00	2.99	30.1	30.0	2.6	12.2	-1.1	12.1	22.7	22.6	2.0	9.2	-0.8	9.1	81.0	-7	81	44	107	1.95

Acção Sismica (Cas 1-Kv)	coef 1.00			coef 1.00			coef 1.00			coef 1.00			coef 1.00			frict 0.80			FS	
Ni	h'i	h'	Iah	Iah'	Iah''	Iav	Iav'	Iav''	DI <sub>sh</sub>	DI <sub>sh</sub> '	DI <sub>sh</sub> ''	DI <sub>sv</sub>	DI <sub>sv</sub> '	DI <sub>sv</sub> ''	W <sub>i</sub>	W <sub>i'</sub>	W <sub>i''</sub>	T'	N'	FS
1	1.00	1.00	3.3	3.3	0.3	1.4	-0.1	1.3	6.9	6.9	0.6	2.8	-0.2	2.8	18.0	-2	18	8	23	2.21
2	2.00	1.99	13.4	13.3	1.2	5.4	-0.5	5.4	13.8	13.8	1.2	5.6	-0.5	5.6	45.0	-4	45	22	58	2.09
3	3.00	2.99	30.1	30.0	2.6	12.2	-1.1	12.1	20.8	20.7	1.8	8.4	-0.7	8.4	81.0	-7	81	42	106	2.02

## Muros de Suporte em Gabiões h=4m

(parte 3/3)

Verificação da segurança ao derrubamento de cada nível (FS &gt; 1.0)

Comb E.L

Ni	W <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub>	x <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .x <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub> .x <sub>i</sub>	x <sub>G</sub> =	y <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .y <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub> .y <sub>i</sub>	y <sub>G</sub> =	d W	d Iah	d Iav	d Isch	d IscV	Mderr	Mest	FS
	(kN)		(m)			(m)	(m)			(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(kNm)	(kNm)	
1	18.0	18.0	2.00	36.0	36.0	0.50	0.50	9.0	9.0	0.50	0.54	0.24	1.03	0.41	1.04	2	13	<b>5.71</b>
2	27.0	45.0	1.75	47.3	83.3	0.85	1.50	40.5	49.5	0.90	0.93	0.53	1.55	0.87	1.58	13	54	<b>4.19</b>
3	36.0	81.0	1.50	54.0	137.3	1.19	2.50	90.0	139.5	1.28	1.30	0.82	2.08	1.32	2.12	38	139	<b>3.66</b>

Acção Sísmica (Cas 1+Kv)

Ni	W <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub>	x <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .x <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub> .x <sub>i</sub>	x <sub>G</sub> =	y <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .y <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub> .y <sub>i</sub>	y <sub>G</sub> =	d Iah	d Iav	DI <sub>sh</sub>	DI <sub>sv</sub> '	Mderr	Mest	FS	
	(kN)		(m)			(m)	(m)			(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(kNm)	(kNm)		
1	18.0	18.0	2.00	36.0	36.0	0.50	0.50	9.0	9.0	0.50	0.54	0.24	1.03	0.41	1.04	4	14	<b>3.65</b>
2	27.0	45.0	1.75	47.3	83.3	0.85	1.50	40.5	49.5	0.90	0.93	0.53	1.55	0.87	1.58	20	60	<b>2.95</b>
3	36.0	81.0	1.50	54.0	137.3	1.19	2.50	90.0	139.5	1.28	1.30	0.82	2.08	1.32	2.12	55	150	<b>2.75</b>

Acção Sísmica (Cas 1-Kv)

Ni	W <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub>	x <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .x <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub> .x <sub>i</sub>	x <sub>G</sub> =	y <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .y <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub> .y <sub>i</sub>	y <sub>G</sub> =	d Iah	d Iav	DI <sub>sh</sub>	DI <sub>sv</sub> '	Mderr	Mest	FS	
	(kN)		(m)			(m)	(m)			(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(kNm)	(kNm)		
1	18.0	18.0	2.00	36.0	36.0	0.50	0.50	9.0	9.0	0.50	0.54	0.24	1.03	0.41	1.04	3.7	14.0	<b>3.83</b>
2	27.0	45.0	1.75	47.3	83.3	0.85	1.50	40.5	49.5	0.90	0.93	0.53	1.55	0.87	1.58	19.1	58.9	<b>3.08</b>
3	36.0	81.0	1.50	54.0	137.3	1.19	2.50	90.0	139.5	1.28	1.30	0.82	2.08	1.32	2.12	52.1	148.5	<b>2.85</b>

## Muros de Suporte em Gabiões h=5m (parte 1/3)

### Características geométricas gerais

h =	5.00 m		
a <sub>r</sub> =	0.50 m	a =	5.0 °
H =	4.98 m	a =	0.087 rad
B =	3.00 m		
g <sub>gabiões</sub> =	18.0 kN/m <sup>3</sup>		

### Características do Terreno

i =	20.0 °	0.349 rad	
f =	30.0 °	0.524 rad	
d =	27.0 °	0.471 rad	
g <sub>solo</sub> =	20.0 kN/m <sup>3</sup>		
m =	0.58 coef atrito base	f =	30.0 °
K <sub>a</sub> =	0.364		
K <sub>ah</sub> =	0.337		
K <sub>av</sub> =	-0.136	x <sub>G</sub> =	1.88 m
		y <sub>G</sub> =	2.00 m

### Ação da Sobrecarga

SC <sub>1</sub> =	10.00 kN/m <sup>2</sup>		
a <sub>1</sub> =	0.00 rad	0.00 °	
a <sub>2</sub> =	-0.09 rad	-5.00 °	
e =	1.66 rad	95.00 °	
b =	1.48 rad	85.00 °	

### Ação Sísmica

f =	30.0 °	0.524 rad	g <sub>r</sub> =	1
f <sub>d</sub> =	30.0 °	0.524 rad		
d =	27.0 °	0.471 rad		

### Coef impulso

ka =	0.364	Impulso activo	
kah =	0.337	Ia <sub>base</sub> =	90 kN/m
kav =	-0.136	Ia <sub>h</sub> =	84 kN/m
		Ia <sub>v</sub> =	-34 kN/m
		(ver NA.I 1981-1:2004 pag 222)	
ag =	1.7		
S =	1.27		
a =	0.22 a <sub>g</sub> /g	K <sub>h</sub> =	0.11 Coef Sísmico
r =	2.0	K <sub>v</sub> =	0.03

### Cas 1+K<sub>v</sub>

q <sub>A</sub> =	6.1 °	0.106 rad	IsA =	141.1 kN/m
g <sub>A</sub> =	20.8 kN/m <sup>3</sup>		IsA <sub>h</sub> =	130.8 kN/m
kasA =	0.547		IsA <sub>v</sub> =	-52.9 kN/m
kashA =	0.51		Dis <sub>h</sub> =	47.2 kN/m
kasvA =	-0.21		Dis <sub>v</sub> =	-19.1 kN/m

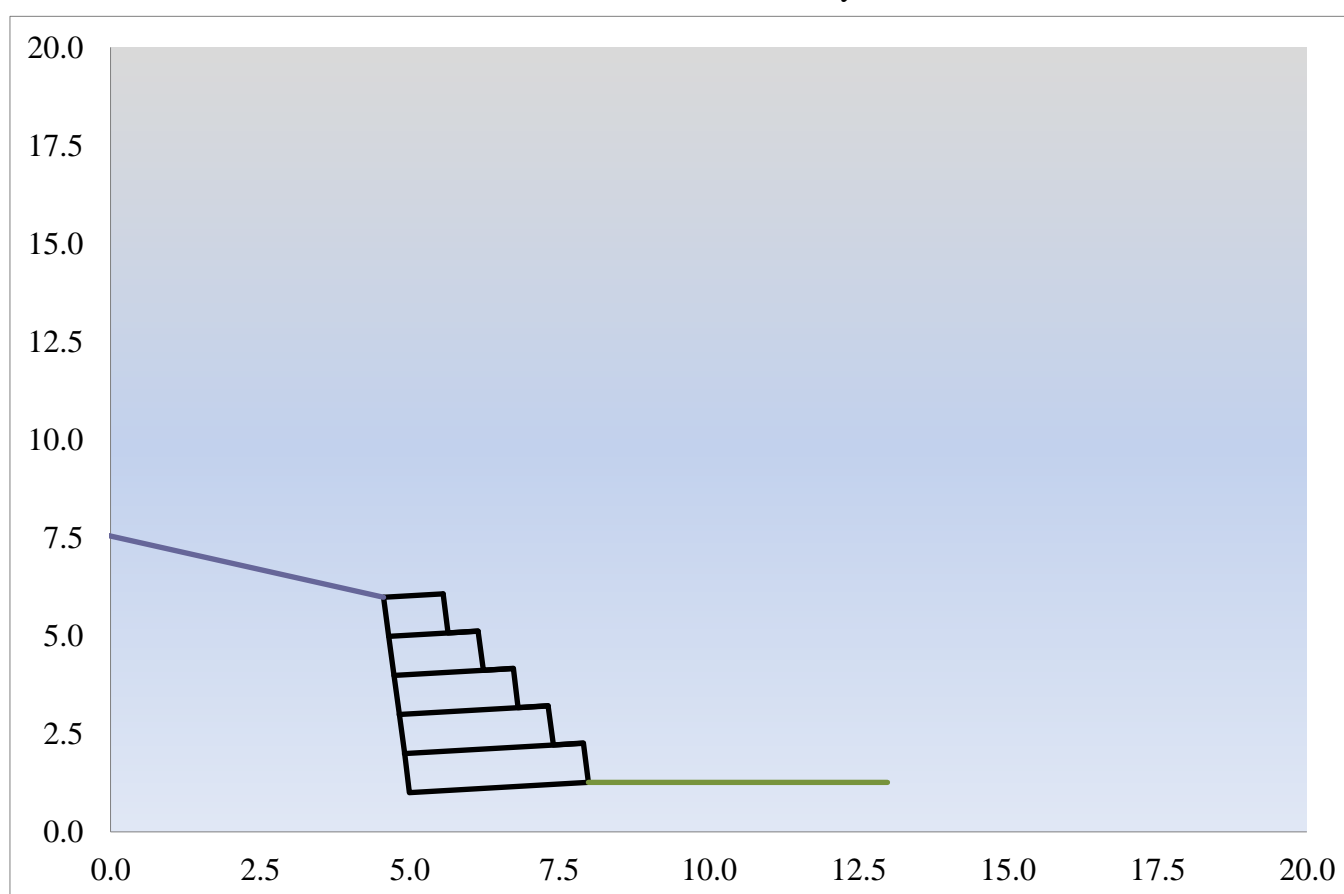
### Geometria do Muro

Camada i	H	h <sub>i</sub>	b <sub>i</sub>	d <sub>i</sub>	W <sub>i</sub>	x <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .x <sub>i</sub>	y <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .y <sub>i</sub>
	(m)	(m)	(m)	(m)	(kN/m)	(m)	(m)	(m)	(m)
1	1.00	1.00	1.00	2.00	18.00	2.50	45.0	4.5	81.0
2	2.00	1.00	1.50	1.50	27.00	2.25	60.8	3.5	94.5
3	3.00	1.00	2.00	1.00	36.00	2.00	72.0	2.5	90.0
4	4.00	1.00	2.50	0.50	45.00	1.75	78.8	1.5	67.5
5	5.00	1.00	3.00	0.00	54.00	1.50	81.0	0.5	27.0
6	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
7	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
8	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
9	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
10	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
11	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
12	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
13	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
14	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
15	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
S =	180.00	S Wi.xi =	337.5	S Wi.yi =	360.0				

translação gráfico

5

1



### Cas 1-K<sub>v</sub>

q <sub>B</sub> =	6.5 °	0.113 rad	IsB =	136.8 kN/m
g <sub>B</sub> =	19.5 kN/m <sup>3</sup>		IsA <sub>h</sub> =	126.9 kN/m
kasB =	0.57		IsA <sub>v</sub> =	-51.3 kN/m
kashB =	0.53		Dis <sub>h</sub> =	43.2 kN/m
kasvB =	-0.21		Dis <sub>v</sub> =	-17.5 kN/m

### Verificação da Estabilidade global do Muro de Suporte

#### Comb Rara

W =	180.0 kN/m	Coef.	1.00
s' =	2.04 m		
I <sub>ah</sub> =	83.6 kN/m		1.00
d <sub>1</sub> =	1.399 m		
I <sub>av</sub> =	33.8 kN/m		1.00
s <sub>1</sub> =	3.13 m		
I <sub>sch</sub> =	16.8 kN/m		1.00
d <sub>2</sub> =	2.23 m		
I <sub>scv</sub> =	6.8 kN/m		1.00
s <sub>2</sub> =	3.21 m		

#### Factor de Segurança ao Derrubamento

M <sub>derr</sub> =	154.4 kNm/m	FS <sub>derr</sub> =	3.21
M <sub>est</sub> =	495.2 kNm/m		Verifica

#### Factor de Segurança ao Deslizamento

N' =	228.5 kN/m	FS <sub>dest</sub> =	1.63
T' =	80.8 kN/m		Verifica
M' =	1.9 kNm/m		

#### Tensões no solo

Tratamento de fundação h= 0.00 m

#### Comb Rara

e (m) =	0.01	L =	1.00
S <sub>min</sub> =	74.9 kN/m <sup>2</sup>	B/6 (m) =	0.50
S <sub>máx</sub> =	77.4 kN/m <sup>2</sup>	B (m) =	3.00
S <sub>méd</sub> =	76.6 kN/m <sup>2</sup>	d (m) =	3.00
d/B =	100% Verifica	B-d (m) =	0.00
q <sub>ref</sub> =	77 kN/m <sup>2</sup>	q <sub>ref,z</sub> =	77 kN/m <sup>2</sup>

## Muros de Suporte em Gabiões h=5m (parte 2/3)

### Verificação da Estabilidade global do Muro de Suporte

**Acção Sismica (Cas 1+Kv) Coef.**

W =	180.0 kN/m	1.00
s' =	2.04 m	
I <sub>ah</sub> =	83.6 kN/m	1.00
d <sub>1</sub> =	1.40 m	
I <sub>av</sub> =	33.8 kN/m	1.00
s <sub>1</sub> =	3.13 m	
DI <sub>sh</sub> =	47.2 kN/m	1.00
d <sub>2</sub> =	2.23 m	
DI <sub>sv</sub> =	19.1 kN/m	1.00
s <sub>2</sub> =	3.21 m	

**Factor de Segurança ao Derrubamento**

M <sub>derr</sub> =	222 kNm/m
M <sub>est</sub> =	535 kNm/m
<b>FS<sub>derr</sub> =</b>	<b>2.41</b>
<b>Verifica</b>	

**Factor de Segurança ao Deslizamento**

N' =	243 kN/m
T' =	110 kN/m
M' =	53 kNm/m
<b>FS<sub>dest</sub> =</b>	<b>1.28</b>
<b>Verifica</b>	

**Acção Sismica (Cas 1-Kv) Coef.**

W =	180.0 kN/m	1.00
s' =	2.04 m	
I <sub>ah</sub> =	83.6 kN/m	1.00
d <sub>1</sub> =	1.40 m	
I <sub>av</sub> =	33.8 kN/m	1.00
s <sub>1</sub> =	3.13 m	
DI <sub>sh</sub> =	43.2 kN/m	1.00
d <sub>2</sub> =	2.23 m	
DI <sub>sv</sub> =	17.5 kN/m	1.00
s <sub>2</sub> =	3.21 m	

**Factor de Segurança ao Derrubamento**

M <sub>derr</sub> =	213 kNm/m
M <sub>est</sub> =	530 kNm/m
<b>FS<sub>derr</sub> =</b>	<b>2.48</b>
<b>Verifica</b>	

**Factor de Segurança ao Deslizamento**

N' =	241 kN/m
T' =	106 kN/m
M' =	46 kNm/m
<b>FS<sub>dest</sub> =</b>	<b>1.31</b>
<b>Verifica</b>	

Tratamento de fundação h= 0.00 m

**Tensões no solo L= 1.00**

e (m) =	0.22	B/6 (m) =	0.50
S <sub>min</sub> =	46.0 kN/m <sup>2</sup>	B (m) =	3.00
S <sub>máx</sub> =	116.2 kN/m <sup>2</sup>	d (m) =	3.00
S <sub>méd</sub> =	94.8 kN/m <sup>2</sup>	B-d (m) =	0.00
d/B =	100% <b>Verifica</b>		
qref =	99 kN/m <sup>2</sup>	qref,z =	99 kN/m <sup>2</sup>

**Tensões no solo**

e (m) =	0.19	B/6 (m) =	0.50
S <sub>min</sub> =	49.8 kN/m <sup>2</sup>	B (m) =	3.00
S <sub>máx</sub> =	111.2 kN/m <sup>2</sup>	d (m) =	3.00
S <sub>méd</sub> =	92.2 kN/m <sup>2</sup>	B-d (m) =	0.00
d/B =	100% <b>Verifica</b>		
qref =	96 kN/m <sup>2</sup>	qref,z =	96 kN/m <sup>2</sup>

### Verificação da Estabilidade para cada nível - Deslizamento entre custos (FS>1.2)

Comb E.L	Ni	h'i	h'	Iah	Iah'	Iah''	Iav	Iav'	Iav''	IscH	IscH'	IscH''	Isc'	IscV'	IscV''	W <sub>i</sub>	W <sub>i'</sub>	W <sub>i''</sub>	T'	N'	FS
		(m)	(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	
	1	1.00	1.00	3.3	3.3	0.3	1.4	-0.1	1.3	3.4	3.3	0.3	1.4	-0.1	1.4	18.0	-2	18	5	21	3.48
	2	2.00	1.99	13.4	13.3	1.2	5.4	-0.5	5.4	6.7	6.7	0.6	2.7	-0.2	2.7	45.0	-4	45	15	55	2.84
	3	3.00	2.99	30.1	30.0	2.6	12.2	-1.1	12.1	10.1	10.0	0.9	4.1	-0.4	4.1	81.0	-7	81	32	100	2.54
	4	4.00	3.98	53.5	53.3	4.7	21.6	-1.9	21.5	13.4	13.4	1.2	5.4	-0.5	5.4	126.0	-11	126	53	158	2.37

**Acção Sismica (Cas 1+Kv) coef 1.00**

Ni	h'i	h'	Iah	Iah'	Iah''	Iav	Iav'	Iav''	DI <sub>sh</sub>	DI <sub>sh</sub> '	DI <sub>sh</sub> ''	DI <sub>sv</sub>	DI <sub>sv</sub> '	DI <sub>sv</sub> ''	W <sub>i</sub>	W <sub>i'</sub>	W <sub>i''</sub>	T'	N'	FS	
		(m)	(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)		
	1	1.00	1.00	3.3	3.3	0.3	1.4	-0.1	1.3	9.4	9.4	0.8	3.8	-0.3	3.8	18.0	-2	18	11	24	1.81
	2	2.00	1.99	13.4	13.3	1.2	5.4	-0.5	5.4	18.9	18.8	1.6	7.6	-0.7	7.6	45.0	-4	45	27	61	1.79
	3	3.00	2.99	30.1	30.0	2.6	12.2	-1.1	12.1	28.3	28.2	2.5	11.4	-1.0	11.4	81.0	-7	81	49	109	1.78
	4	4.00	3.98	53.5	53.3	4.7	21.6	-1.9	21.5	37.8	37.6	3.3	15.3	-1.3	15.2	126.0	-11	126	77	170	1.77

**Acção Sismica (Cas 1-Kv) coef 1.00**

Ni	h'i	h'	Iah	Iah'	Iah''	Iav	Iav'	Iav''	DI <sub>sh</sub>	DI <sub>sh</sub> '	DI <sub>sh</sub> ''	DI <sub>sv</sub>	DI <sub>sv</sub> '	DI <sub>sv</sub> ''	W <sub>i</sub>	W <sub>i'</sub>	W <sub>i''</sub>	T'	N'	FS	
		(m)	(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)		
	1	1.00	1.00	3.3	3.3	0.3	1.4	-0.1	1.3	8.6	8.6	0.8	3.5	-0.3	3.5	18.0	-2	18	10	24	1.91
	2	2.00	1.99	13.4	13.3	1.2	5.4	-0.5	5.4	17.3	17.2	1.5	7.0	-0.6	7.0	45.0	-4	45	26	60	1.87
	3	3.00	2.99	30.1	30.0	2.6	12.2	-1.1	12.1	25.9	25.8	2.3	10.5	-0.9	10.4	81.0	-7	81	47	108	1.85
	4	4.00	3.98	53.5	53.3	4.7	21.6	-1.9	21.5	34.6	34.5	3.0	14.0	-1.2	13.9	126.0	-11	126	74	169	1.83

## Muros de Suporte em Gabiões h=5m (parte 3/3)

Verificação da segurança ao derrubamento de cada nível (FS > 1.0)

Comb E.L

Ni	W <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub>	x <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .x <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub> .x <sub>i</sub>	x <sub>G</sub> =	y <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .y <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub> .y <sub>i</sub>	y <sub>G</sub> =	d W	d Iah	d Iav	d Isch	d IscV	Mderr	Mest	FS
	(kN)		(m)			(m)	(m)			(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(kNm)	(kNm)	
1	18.0	18.0	2.50	45.0	45.0	0.50	0.50	9.0	9.0	0.50	0.54	0.24	1.03	0.41	1.04	2	13	<b>5.71</b>
2	27.0	45.0	2.25	60.8	105.8	0.85	1.50	40.5	49.5	0.90	0.93	0.53	1.55	0.87	1.58	13	54	<b>4.19</b>
3	36.0	81.0	2.00	72.0	177.8	1.19	2.50	90.0	139.5	1.28	1.30	0.82	2.08	1.32	2.12	38	139	<b>3.66</b>
4	45.0	126.0	1.75	78.8	256.5	1.54	3.50	157.5	297.0	1.64	1.67	1.11	2.61	1.77	2.66	83	282	<b>3.38</b>

Acção Sísmica (Cas 1+Kv)

Ni	W <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub>	x <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .x <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub> .x <sub>i</sub>	x <sub>G</sub> =	y <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .y <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub> .y <sub>i</sub>	y <sub>G</sub> =	d Iah	d Iav	DI <sub>sh</sub>	DI <sub>sv</sub> '	Mderr	Mest	FS	
	(kN)		(m)			(m)	(m)			(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(kNm)	(kNm)		
1	18.0	18.0	2.50	45.0	45.0	0.50	0.50	9.0	9.0	0.50	0.54	0.24	1.03	0.41	1.04	5	15	<b>3.21</b>
2	27.0	45.0	2.25	60.8	105.8	0.85	1.50	40.5	49.5	0.90	0.93	0.53	1.55	0.87	1.58	23	62	<b>2.64</b>
3	36.0	81.0	2.00	72.0	177.8	1.19	2.50	90.0	139.5	1.28	1.30	0.82	2.08	1.32	2.12	62	155	<b>2.49</b>
4	45.0	126.0	1.75	78.8	256.5	1.54	3.50	157.5	297.0	1.64	1.67	1.11	2.61	1.77	2.66	126	308	<b>2.43</b>

Acção Sísmica (Cas 1-Kv)

Ni	W <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub>	x <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .x <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub> .x <sub>i</sub>	x <sub>G</sub> =	y <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .y <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub> .y <sub>i</sub>	y <sub>G</sub> =	d Iah	d Iav	DI <sub>sh</sub>	DI <sub>sv</sub> '	Mderr	Mest	FS	
	(kN)		(m)			(m)	(m)			(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(kNm)	(kNm)		
1	18.0	18.0	2.50	45.0	45.0	0.50	0.50	9.0	9.0	0.50	0.54	0.24	1.03	0.41	1.04	4.4	14.8	<b>3.38</b>
2	27.0	45.0	2.25	60.8	105.8	0.85	1.50	40.5	49.5	0.90	0.93	0.53	1.55	0.87	1.58	22.1	61.1	<b>2.76</b>
3	36.0	81.0	2.00	72.0	177.8	1.19	2.50	90.0	139.5	1.28	1.30	0.82	2.08	1.32	2.12	59.0	153.0	<b>2.59</b>
4	45.0	126.0	1.75	78.8	256.5	1.54	3.50	157.5	297.0	1.64	1.67	1.11	2.61	1.77	2.66	120.8	304.4	<b>2.52</b>

## **ANEXO 2 – VERIFICAÇÃO DE SEGURANÇA DO MURO M2**

## Muros de Suporte em Gabiões h=2m (parte 1/3)

### Características geométricas gerais

h =	2.00 m		
a <sub>r</sub> =	0.50 m	a =	5.0 °
H =	2.04 m	a =	0.087 rad
B =	1.50 m		
g <sub>gabiões</sub> =	18.0 kN/m <sup>3</sup>		

### Características do Terreno

i =	20.0 °	0.349 rad	
f =	30.0 °	0.524 rad	
d =	27.0 °	0.471 rad	
g <sub>solo</sub> =	20.0 kN/m <sup>3</sup>		
m =	0.58 coef atrito base	f =	30.0 °
K <sub>a</sub> =	0.542		
K <sub>ah</sub> =	0.438		
K <sub>av</sub> =	-0.319	x <sub>G</sub> =	0.65 m
		y <sub>G</sub> =	0.90 m

### Ação da Sobrecarga

SC <sub>1</sub> =	10.00 kN/m <sup>2</sup>		
a <sub>1</sub> =	0.24 rad	14.04 °	
a <sub>2</sub> =	0.16 rad	9.04 °	
e =	1.41 rad	80.96 °	
b =	1.73 rad	99.04 °	

### Ação Sísmica

f =	30.0 °	0.524 rad	g <sub>r</sub> =	1
f <sub>d</sub> =	30.0 °	0.524 rad		
d =	27.0 °	0.471 rad		

### Coef impulso

ka =	0.542	Impulso activo	
kah =	0.438	Ia <sub>base</sub> =	22 kN/m
kav =	-0.319	Ia <sub>h</sub> =	18 kN/m
		Ia <sub>v</sub> =	-13 kN/m
		(ver NA.I 1981-1:2004 pag 222)	
ag =	1.7		
S =	1.27		
a =	0.22 a <sub>g</sub> /g	K <sub>h</sub> =	0.11 Coef Sísmico
r =	2.0	K <sub>v</sub> =	0.03

### Cas 1+K<sub>v</sub>

q <sub>A</sub> =	6.1 °	0.106 rad	IsA =	34.1 kN/m
g <sub>A</sub> =	20.8 kN/m <sup>3</sup>		IsA h =	27.6 kN/m
kasA =	0.792		IsA v =	-20.1 kN/m
kashA =	0.64		Dis h =	9.4 kN/m
kasvA =	-0.47		Dis v =	-6.8 kN/m

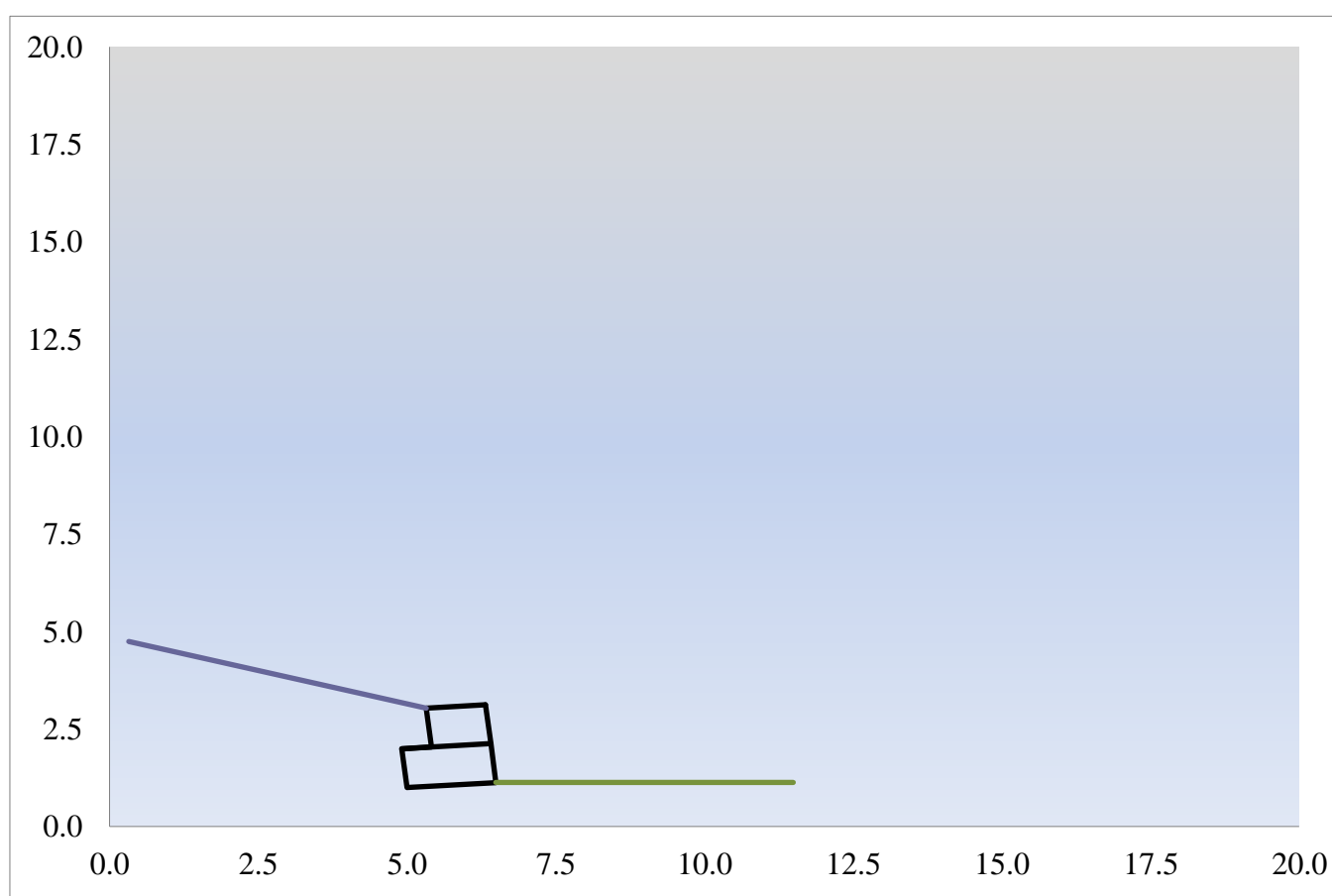
### Geometria do Muro

Camada i	H	h <sub>i</sub>	b <sub>i</sub>	d <sub>i</sub>	W <sub>i</sub>	x <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .x <sub>i</sub>	y <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .y <sub>i</sub>
	(m)	(m)	(m)	(m)	(kN/m)	(m)	(m)	(m)	(m)
1	1.00	1.00	1.00	0.00	18.00	0.50	9.0	1.5	27.0
2	2.00	1.00	1.50	0.00	27.00	0.75	20.3	0.5	13.5
3	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
4	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
5	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
6	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
7	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
8	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
9	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
10	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
11	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
12	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
13	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
14	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
15	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
S =	45.00	S Wi.xi =	29.3	S Wi.yi =	40.5				

translação gráfico

5

1



### Cas 1-K<sub>v</sub>

q <sub>B</sub> =	6.5 °	0.113 rad	IsB =	33.0 kN/m
g <sub>B</sub> =	19.5 kN/m <sup>3</sup>		IsA h =	26.7 kN/m
kasB =	0.82		IsA v =	-19.4 kN/m
kashB =	0.66		Dis h =	8.5 kN/m
kasvB =	-0.48		Dis v =	-6.2 kN/m

### Verificação da Estabilidade global do Muro de Suporte

#### Comb Rara

W =	45.0 kN/m	Coef.	1.00
s' =	0.73 m		
I <sub>ah</sub> =	18.2 kN/m		1.00
d <sub>1</sub> =	0.548 m		
I <sub>av</sub> =	13.2 kN/m		1.00
s <sub>1</sub> =	1.39 m		
I <sub>sch</sub> =	8.9 kN/m		1.00
d <sub>2</sub> =	0.89 m		
I <sub>scv</sub> =	6.5 kN/m		1.00
s <sub>2</sub> =	1.33 m		

#### Factor de Segurança ao Derrubamento

M <sub>derr</sub> =	17.9 kNm/m	FS <sub>derr</sub> =	3.34
M <sub>est</sub> =	59.6 kNm/m		Verifica

#### Factor de Segurança ao Deslizamento

N' =	66.8 kN/m	FS <sub>dest</sub> =	1.81
T' =	21.3 kN/m		Verifica
M' =	8.3 kNm/m		

#### Tensões no solo

Tratamento de fundação h= 0.00 m

#### Comb Rara

e (m) =	0.12	L =	1.00
S <sub>min</sub> =	22.3 kN/m <sup>2</sup>	B/6 (m) =	0.25
S <sub>máx</sub> =	66.8 kN/m <sup>2</sup>	B (m) =	1.50
S <sub>méd</sub> =	53.5 kN/m <sup>2</sup>	d (m) =	1.50
d/B =	100% Verifica	B-d (m) =	0.00
q <sub>ref</sub> =	56 kN/m <sup>2</sup>	q <sub>ref,z</sub> =	56 kN/m <sup>2</sup>



## Muros de Suporte em Gabiões h=2m (parte 2/3)

Verificação da Estabilidade global do Muro de Suporte

Acção Sismica (Cas 1+Kv)	Coef.
W = 45.0 kN/m	1.00
s' = 0.73 m	
I <sub>ah</sub> = 18.2 kN/m	1.00
d <sub>1</sub> = 0.55 m	
I <sub>av</sub> = 13.2 kN/m	1.00
s <sub>1</sub> = 1.39 m	
DI <sub>sh</sub> = 9.4 kN/m	1.00
d <sub>2</sub> = 0.89 m	
DI <sub>sv</sub> = 6.8 kN/m	1.00
s <sub>2</sub> = 1.33 m	

Factor de Segurança ao Derrubamento	
M <sub>derr</sub> = 18 kNm/m	
M <sub>est</sub> = 60 kNm/m	
<b>FS<sub>derr</sub> = 3.29</b>	<b>Verifica</b>
Factor de Segurança ao Deslizamento	
N' = 67 kN/m	
T' = 22 kN/m	
M' = 9 kNm/m	
<b>FS<sub>dest</sub> = 1.78</b>	<b>Verifica</b>

Acção Sismica (Cas 1-Kv)	Coef.
W = 45.0 kN/m	1.00
s' = 0.73 m	
I <sub>ah</sub> = 18.2 kN/m	1.00
d <sub>1</sub> = 0.55 m	
I <sub>av</sub> = 13.2 kN/m	1.00
s <sub>1</sub> = 1.39 m	
DI <sub>sh</sub> = 8.5 kN/m	1.00
d <sub>2</sub> = 0.89 m	
DI <sub>sv</sub> = 6.2 kN/m	1.00
s <sub>2</sub> = 1.33 m	

Factor de Segurança ao Derrubamento	
M <sub>derr</sub> = 18 kNm/m	
M <sub>est</sub> = 59 kNm/m	
<b>FS<sub>derr</sub> = 3.38</b>	<b>Verifica</b>
Factor de Segurança ao Deslizamento	
N' = 67 kN/m	
T' = 21 kN/m	
M' = 8 kNm/m	
<b>FS<sub>dest</sub> = 1.83</b>	<b>Verifica</b>

Tratamento de fundação h= 0.00 m

Tensões no solo	L=	1.00
e (m) = 0.13	B/6 (m) = 0.25	
S <sub>min</sub> = 21.9 kN/m <sup>2</sup>	B (m) = 1.50	
S <sub>máx</sub> = 67.7 kN/m <sup>2</sup>	d (m) = 1.50	
S <sub>méd</sub> = 54.0 kN/m <sup>2</sup>	B-d (m) = 0.00	
d/B = 100% <b>Verifica</b>		
qref = 56 kN/m <sup>2</sup>	qref,z = 56 kN/m <sup>2</sup>	

Tensões no solo	B/6 (m) =	0.25
e (m) = 0.12	B (m) = 1.50	
S <sub>min</sub> = 22.6 kN/m <sup>2</sup>	d (m) = 1.50	
S <sub>máx</sub> = 66.1 kN/m <sup>2</sup>	B-d (m) = 0.00	
S <sub>méd</sub> = 53.0 kN/m <sup>2</sup>		
d/B = 100% <b>Verifica</b>		
qref = 55 kN/m <sup>2</sup>	qref,z = 55 kN/m <sup>2</sup>	

Verificação da Estabilidade para cada nível - Deslizamento entre cestos (FS>1.2)

Comb E.L	coef 1.00									coef 1.00						coef 1.00				frict 0.80	
Ni	h'i	h'	Iah	Iah'	Iah''	Iav	Iav'	Iav''	IscH	IscH'	IscH''	Isc'	IscV'	IscV''	W <sub>i</sub>	W <sub>i'</sub>	W <sub>i''</sub>	T'	N'	FS	
	(m)	(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	
1	1.00	1.02	4.5	4.5	0.4	3.3	-0.3	3.3	4.5	4.4	0.4	3.2	-0.3	3.2	18.0	-2	18	7	25	<b>2.96</b>	
Acção Sismica (Cas 1+Kv)																					
Ni	h'i	h'	Iah	Iah'	Iah''	Iav	Iav'	Iav''	DI <sub>sh</sub>	DI <sub>sh</sub> '	DI <sub>sh</sub> ''	DI <sub>sv</sub>	DI <sub>sv</sub> '	DI <sub>sv</sub> ''	W <sub>i</sub>	W <sub>i'</sub>	W <sub>i''</sub>	T'	N'	FS	
1	1.00	1.02	4.5	4.5	0.4	3.3	-0.3	3.3	4.7	4.7	0.4	3.4	-0.3	3.4	18.0	-2	18	7	25	<b>2.89</b>	
Acção Sismica (Cas 1-Kv)																					
Ni	h'i	h'	Iah	Iah'	Iah''	Iav	Iav'	Iav''	DI <sub>sh</sub>	DI <sub>sh</sub> '	DI <sub>sh</sub> ''	DI <sub>sv</sub>	DI <sub>sv</sub> '	DI <sub>sv</sub> ''	W <sub>i</sub>	W <sub>i'</sub>	W <sub>i''</sub>	T'	N'	FS	
1	1.00	1.02	4.5	4.5	0.4	3.3	-0.3	3.3	4.3	4.3	0.4	3.1	-0.3	3.1	18.0	-2	18	7	25	<b>3.02</b>	

## Muros de Suporte em Gabiões h=2m

(parte 3/3)

Verificação da segurança ao derrubamento de cada nível (FS &gt; 1.0)

Comb E.L

Ni	W <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub>	x <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .x <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub> .x <sub>i</sub>	x <sub>G</sub> =	y <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .y <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub> .y <sub>i</sub>	y <sub>G</sub> =	d W	d Iah	d Iav	d Isch	d IscV	Mderr	Mest	FS
	(kN)		(m)			(m)	(m)			(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(kNm)	(kNm)	
1	18.0	18.0	0.50	9.0	9.0	0.50	0.50	9.0	9.0	0.50	0.54	0.25	0.94	0.42	0.92	3	16	<b>5.23</b>

Acção Sísmica (Cas 1+Kv)

Ni	W <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub>	x <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .x <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub> .x <sub>i</sub>	x <sub>G</sub> =	y <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .y <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub> .y <sub>i</sub>	y <sub>G</sub> =	d Iah	d Iav	DI <sub>sh</sub>	DI <sub>sv</sub> '	Mderr	Mest	FS	
	(kN)		(m)			(m)	(m)			(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(kNm)	(kNm)		
1	18.0	18.0	0.50	9.0	9.0	0.50	0.50	9.0	9.0	0.50	0.54	0.25	0.94	0.42	0.92	3	16	<b>5.11</b>

Acção Sísmica (Cas 1-Kv)

Ni	W <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub>	x <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .x <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub> .x <sub>i</sub>	x <sub>G</sub> =	y <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .y <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub> .y <sub>i</sub>	y <sub>G</sub> =	d Iah	d Iav	DI <sub>sh</sub>	DI <sub>sv</sub> '	Mderr	Mest	FS	
	(kN)		(m)			(m)	(m)			(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(kNm)	(kNm)		
1	18.0	18.0	0.50	9.0	9.0	0.50	0.50	9.0	9.0	0.50	0.54	0.25	0.94	0.42	0.92	2.9	15.7	<b>5.33</b>

## Muros de Suporte em Gabiões h=3m (parte 1/3)

### Características geométricas gerais

h =	3.00 m		
a <sub>r</sub> =	0.50 m	a =	5.0 °
H =	3.08 m	a =	0.087 rad
B =	2.00 m		
g <sub>gabiões</sub> =	18.0 kN/m <sup>3</sup>		

### Características do Terreno

i =	20.0 °	0.349 rad	
f =	30.0 °	0.524 rad	
d =	27.0 °	0.471 rad	
g <sub>solo</sub> =	20.0 kN/m <sup>3</sup>		
m =	0.58 coef atrito base	f =	30.0 °
K <sub>a</sub> =	0.616		
K <sub>ah</sub> =	0.469		
K <sub>av</sub> =	-0.400	x <sub>G</sub> =	0.81 m
		y <sub>G</sub> =	1.28 m

### Ação da Sobrecarga

SC <sub>1</sub> =	10.00 kN/m <sup>2</sup>		
a <sub>1</sub> =	0.32 rad	18.43 °	
a <sub>2</sub> =	0.23 rad	13.43 °	
e =	1.34 rad	76.57 °	
b =	1.81 rad	103.43 °	

### Accão Sísmica

f =	30.0 °	0.524 rad	g <sub>r</sub> =	1
f <sub>d</sub> =	30.0 °	0.524 rad		
d =	27.0 °	0.471 rad		

### Coef impulso

ka =	0.616	Impulso activo	
kah =	0.469	Ia <sub>base</sub> =	58 kN/m
kav =	-0.400	Ia <sub>h</sub> =	44 kN/m
		Ia <sub>v</sub> =	-38 kN/m
		(ver NA.I 1981-1:2004 pag 222)	
ag =	1.7		
S =	1.27		
a =	0.22 a <sub>g</sub> /g	K <sub>h</sub> =	0.11 Coef Sísmico
r =	2.0	K <sub>v</sub> =	0.03

### Cas 1+K<sub>v</sub>

q <sub>A</sub> =	6.1 °	0.106 rad	IsA =	88.3 kN/m
g <sub>A</sub> =	20.8 kN/m <sup>3</sup>		IsA h =	67.2 kN/m
kasA =	0.898		IsA v =	-57.2 kN/m
kashA =	0.68		Dis h =	22.8 kN/m
kasvA =	-0.58		Dis v =	-19.4 kN/m

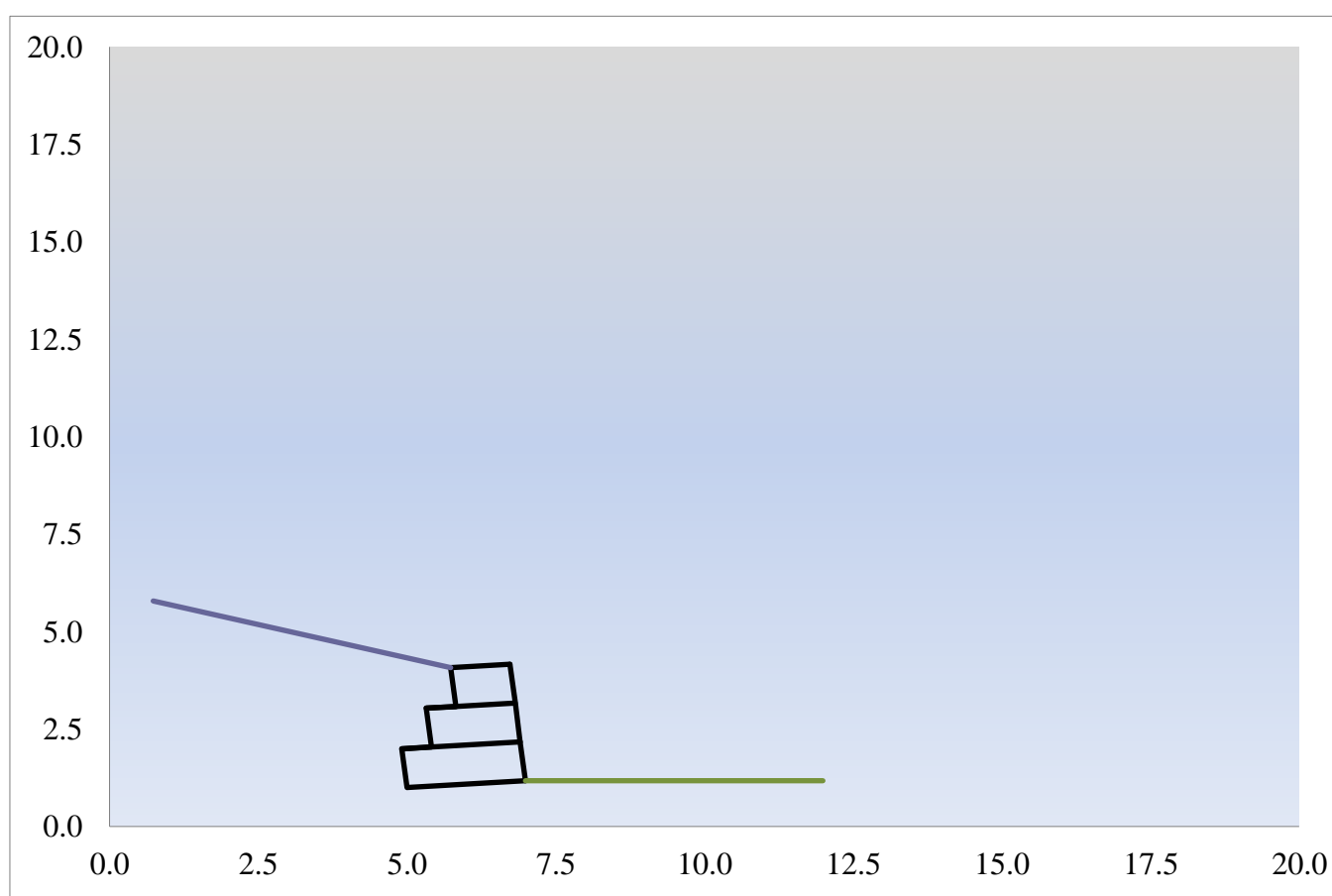
### Geometria do Muro

Camada i	H	h <sub>i</sub>	b <sub>i</sub>	d <sub>i</sub>	W <sub>i</sub>	x <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .x <sub>i</sub>	y <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .y <sub>i</sub>
	(m)	(m)	(m)	(m)	(kN/m)	(m)	(m)	(m)	(m)
1	1.00	1.00	1.00	0.00	18.00	0.50	9.0	2.5	45.0
2	2.00	1.00	1.50	0.00	27.00	0.75	20.3	1.5	40.5
3	3.00	1.00	2.00	0.00	36.00	1.00	36.0	0.5	18.0
4	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
5	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
6	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
7	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
8	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
9	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
10	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
11	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
12	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
13	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
14	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
15	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
S =	81.00	S Wi.xi =	65.3	S Wi.yi =	103.5				

translação gráfico

5

1



### Cas 1-K<sub>v</sub>

q <sub>B</sub> =	6.5 °	0.113 rad	IsB =	85.5 kN/m
g <sub>B</sub> =	19.5 kN/m <sup>3</sup>		IsA h =	65.1 kN/m
kasB =	0.93		IsA v =	-55.5 kN/m
kashB =	0.71		Dis h =	20.7 kN/m
kasvB =	-0.60		Dis v =	-17.7 kN/m

### Verificação da Estabilidade global do Muro de Suporte

#### Comb Rara

W =	81.0 kN/m	Coef.	1.00
s' =	0.91 m		
I <sub>ah</sub> =	44.4 kN/m		1.00
d <sub>1</sub> =	0.851 m		
I <sub>av</sub> =	37.8 kN/m		1.00
s <sub>1</sub> =	1.75 m		
I <sub>sch</sub> =	14.4 kN/m		1.00
d <sub>2</sub> =	1.36 m		
I <sub>scv</sub> =	12.3 kN/m		1.00
s <sub>2</sub> =	1.63 m		

#### Factor de Segurança ao Derrubamento

M <sub>derr</sub> =	57.4 kNm/m	FS <sub>derr</sub> =	2.79
M <sub>est</sub> =	160.1 kNm/m		Verifica

#### Factor de Segurança ao Deslizamento

N' =	135.7 kN/m	FS <sub>dest</sub> =	1.66
T' =	47.2 kN/m		Verifica
M' =	33.1 kNm/m		

#### Tensões no solo

Tratamento de fundação h= 0.00 m

#### Comb Rara

e (m) =	0.24	L =	1.00
S <sub>min</sub> =	18.2 kN/m <sup>2</sup>	B/6 (m) =	0.33
S <sub>máx</sub> =	117.5 kN/m <sup>2</sup>	B (m) =	2.00
S <sub>méd</sub> =	89.7 kN/m <sup>2</sup>	d (m) =	2.00
d/B =	100% Verifica	B-d (m) =	0.00
q <sub>ref</sub> =	93 kN/m <sup>2</sup>	q <sub>ref,z</sub> =	93 kN/m <sup>2</sup>

## Muros de Suporte em Gabiões h=3m (parte 2/3)

### Verificação da Estabilidade global do Muro de Suporte

Accão Sismica (Cas 1+Kv)	Coef.
W = 81.0 kN/m	1.00
s' = 0.91 m	
I <sub>ah</sub> = 44.4 kN/m	1.00
d <sub>1</sub> = 0.85 m	
I <sub>av</sub> = 37.8 kN/m	1.00
s <sub>1</sub> = 1.75 m	
DI <sub>sh</sub> = 22.8 kN/m	1.00
d <sub>2</sub> = 1.36 m	
DI <sub>sv</sub> = 19.4 kN/m	1.00
s <sub>2</sub> = 1.63 m	

Factor de Segurança ao Derrubamento	
M <sub>derr</sub> = 69 kNm/m	
M <sub>est</sub> = 172 kNm/m	
<b>FS<sub>derr</sub> = 2.49</b>	
<b>Verifica</b>	
Factor de Segurança ao Deslizamento	
N' = 144 kN/m	
T' = 55 kN/m	
M' = 41 kNm/m	
<b>FS<sub>dest</sub> = 1.51</b>	
<b>Verifica</b>	

Accão Sismica (Cas 1-Kv)	Coef.
W = 81.0 kN/m	1.00
s' = 0.91 m	
I <sub>ah</sub> = 44.4 kN/m	1.00
d <sub>1</sub> = 0.85 m	
I <sub>av</sub> = 37.8 kN/m	1.00
s <sub>1</sub> = 1.75 m	
DI <sub>sh</sub> = 20.7 kN/m	1.00
d <sub>2</sub> = 1.36 m	
DI <sub>sv</sub> = 17.7 kN/m	1.00
s <sub>2</sub> = 1.63 m	

Factor de Segurança ao Derrubamento	
M <sub>derr</sub> = 66 kNm/m	
M <sub>est</sub> = 169 kNm/m	
<b>FS<sub>derr</sub> = 2.56</b>	
<b>Verifica</b>	
Factor de Segurança ao Deslizamento	
N' = 142 kN/m	
T' = 53 kN/m	
M' = 39 kNm/m	
<b>FS<sub>dest</sub> = 1.54</b>	
<b>Verifica</b>	

### Tratamento de fundação h= 0.00 m

Tensões no solo	L=	1.00
e (m) = 0.28	B/6 (m) = 0.33	
S <sub>min</sub> = 10.7 kN/m <sup>2</sup>	B (m) = 2.00	
S <sub>máx</sub> = 132.9 kN/m <sup>2</sup>	d (m) = 2.00	
S <sub>méd</sub> = 100.2 kN/m <sup>2</sup>	B-d (m) = 0.00	
d/B = 100% <b>Verifica</b>		
qref = 102 kN/m <sup>2</sup>	qref,z = 102 kN/m <sup>2</sup>	

Tensões no solo	B/6 (m) =	0.33
e (m) = 0.27	B (m) = 2.00	
S <sub>min</sub> = 12.5 kN/m <sup>2</sup>	d (m) = 2.00	
S <sub>máx</sub> = 129.1 kN/m <sup>2</sup>	B-d (m) = 0.00	
S <sub>méd</sub> = 97.6 kN/m <sup>2</sup>		
d/B = 100% <b>Verifica</b>		
qref = 100 kN/m <sup>2</sup>	qref,z = 100 kN/m <sup>2</sup>	

### Verificação da Estabilidade para cada nível - Deslizamento entre custos (FS>1.2)

Comb E.L	coef		1.00		coef		1.00		coef		1.00		frict		0.80		FS			
Ni	h'i	h'	Iah	Iah'	Iah''	Iav	Iav'	Iav''	IscH	IscH'	IscH''	Isc'	IscV'	IscV''	W <sub>i</sub>	W <sub>i'</sub>	W <sub>i''</sub>	T'	N'	FS
	(m)	(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	
1	1.00	1.03	4.9	4.9	0.4	4.2	-0.4	4.2	4.8	4.8	0.4	4.1	-0.4	4.1	18.0	-2	18	7	27	<b>2.92</b>
2	2.00	2.05	19.7	19.6	1.7	16.8	-1.5	16.7	9.6	9.6	0.8	8.2	-0.7	8.2	45.0	-4	45	23	72	<b>2.50</b>

Accão Sismica (Cas 1+Kv)	coef		1.00		coef		1.00		coef		1.00		frict		0.80		FS			
Ni	h'i	h'	Iah	Iah'	Iah''	Iav	Iav'	Iav''	DI <sub>sh</sub>	DI <sub>sh</sub> '	DI <sub>sh</sub> ''	DI <sub>sv</sub>	DI <sub>sv</sub> '	DI <sub>sv</sub> ''	W <sub>i</sub>	W <sub>i'</sub>	W <sub>i''</sub>	T'	N'	FS
	(m)	(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	
1	1.00	1.03	4.9	4.9	0.4	4.2	-0.4	4.2	7.6	7.6	0.7	6.5	-0.6	6.5	18.0	-2	18	10	30	<b>2.38</b>
2	2.00	2.05	19.7	19.6	1.7	16.8	-1.5	16.7	15.2	15.1	1.3	13.0	-1.1	12.9	45.0	-4	45	28	78	<b>2.19</b>

Accão Sismica (Cas 1-Kv)	coef		1.00		coef		1.00		coef		1.00		frict		0.80		FS			
Ni	h'i	h'	Iah	Iah'	Iah''	Iav	Iav'	Iav''	DI <sub>sh</sub>	DI <sub>sh</sub> '	DI <sub>sh</sub> ''	DI <sub>sv</sub>	DI <sub>sv</sub> '	DI <sub>sv</sub> ''	W <sub>i</sub>	W <sub>i'</sub>	W <sub>i''</sub>	T'	N'	FS
	(m)	(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	
1	1.00	1.03	4.9	4.9	0.4	4.2	-0.4	4.2	6.9	6.9	0.6	5.9	-0.5	5.9	18.0	-2	18	9	29	<b>2.48</b>
2	2.00	2.05	19.7	19.6	1.7	16.8	-1.5	16.7	13.8	13.8	1.2	11.8	-1.0	11.7	45.0	-4	45	27	76	<b>2.26</b>

## Muros de Suporte em Gabiões h=3m

(parte 3/3)

Verificação da segurança ao derrubamento de cada nível (FS &gt; 1.0)

Comb E.L

Ni	W <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub>	x <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .x <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub> .x <sub>i</sub>	x <sub>G</sub> =	y <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .y <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub> .y <sub>i</sub>	y <sub>G</sub> =	d W	d Iah	d Iav	d Isch	d IscV	Mderr	Mest	FS
	(kN)		(m)			(m)	(m)			(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(kNm)	(kNm)	
1	18.0	18.0	0.50	9.0	9.0	0.50	0.50	9.0	9.0	0.50	0.54	0.25	0.91	0.43	0.87	3	17	<b>5.20</b>
2	27.0	45.0	0.75	20.3	29.3	0.65	1.50	40.5	49.5	0.90	0.73	0.55	1.33	0.89	1.25	20	65	<b>3.35</b>

Acção Sismica (Cas 1+Kv)

Ni	W <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub>	x <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .x <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub> .x <sub>i</sub>	x <sub>G</sub> =	y <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .y <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub> .y <sub>i</sub>	y <sub>G</sub> =	d Iah	d Iav	DI <sub>sh</sub>	DI <sub>sv</sub> '	Mderr	Mest	FS	
	(kN)		(m)			(m)	(m)			(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(kNm)	(kNm)		
1	18.0	18.0	0.50	9.0	9.0	0.50	0.50	9.0	9.0	0.50	0.54	0.25	0.91	0.43	0.87	4	19	<b>4.29</b>
2	27.0	45.0	0.75	20.3	29.3	0.65	1.50	40.5	49.5	0.90	0.73	0.55	1.33	0.89	1.25	24	71	<b>2.91</b>

Acção Sismica (Cas 1-Kv)

Ni	W <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub>	x <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .x <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub> .x <sub>i</sub>	x <sub>G</sub> =	y <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .y <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub> .y <sub>i</sub>	y <sub>G</sub> =	d Iah	d Iav	DI <sub>sh</sub>	DI <sub>sv</sub> '	Mderr	Mest	FS	
	(kN)		(m)			(m)	(m)			(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(kNm)	(kNm)		
1	18.0	18.0	0.50	9.0	9.0	0.50	0.50	9.0	9.0	0.50	0.54	0.25	0.91	0.43	0.87	4.2	18.7	<b>4.47</b>
2	27.0	45.0	0.75	20.3	29.3	0.65	1.50	40.5	49.5	0.90	0.73	0.55	1.33	0.89	1.25	23.3	69.7	<b>3.00</b>

## Muros de Suporte em Gabiões h=4m (parte 1/3)

### Características geométricas gerais

h =	4.00 m		
a <sub>r</sub> =	0.50 m	a =	5.0 °
H =	4.12 m	a =	0.087 rad
B =	2.50 m		
g <sub>gabiões</sub> =	18.0 kN/m <sup>3</sup>		

### Características do Terreno

i =	20.0 °	0.349 rad	
f =	30.0 °	0.524 rad	
d =	27.0 °	0.471 rad	
g <sub>solo</sub> =	20.0 kN/m <sup>3</sup>		
m =	0.58 coef atrito base	f =	30.0 °
K <sub>a</sub> =	0.657		
K <sub>ah</sub> =	0.484		
K <sub>av</sub> =	-0.444	x <sub>G</sub> =	0.96 m
		y <sub>G</sub> =	1.64 m

### Ação da Sobrecarga

SC <sub>1</sub> =	10.00 kN/m <sup>2</sup>		
a <sub>1</sub> =	0.36 rad	20.56 °	
a <sub>2</sub> =	0.27 rad	15.56 °	
e =	1.30 rad	74.44 °	
b =	1.84 rad	105.56 °	

### Ação Sísmica

f =	30.0 °	0.524 rad	g <sub>r</sub> =	1
f <sub>d</sub> =	30.0 °	0.524 rad		
d =	27.0 °	0.471 rad		

### Coef impulso

ka =	0.657	Ia <sub>base</sub> =	111 kN/m
kah =	0.484	Ia <sub>h</sub> =	82 kN/m
kav =	-0.444	Ia <sub>v</sub> =	-75 kN/m
ag =	1.7	(ver NA.I 1981-1:2004 pag 222)	
S =	1.27		
a =	0.22 a <sub>g</sub> /g	K <sub>h</sub> =	0.11 Coef Sísmico
r =	2.0	K <sub>v</sub> =	0.03

### Cas 1+K<sub>v</sub>

q <sub>A</sub> =	6.1 °	0.106 rad	IsA =	168.4 kN/m
g <sub>A</sub> =	20.8 kN/m <sup>3</sup>		IsA <sub>h</sub> =	124.0 kN/m
kasA =	0.957		IsA <sub>v</sub> =	-113.9 kN/m
kashA =	0.70		Dis <sub>h</sub> =	42.1 kN/m
kasvA =	-0.65		Dis <sub>v</sub> =	-38.7 kN/m

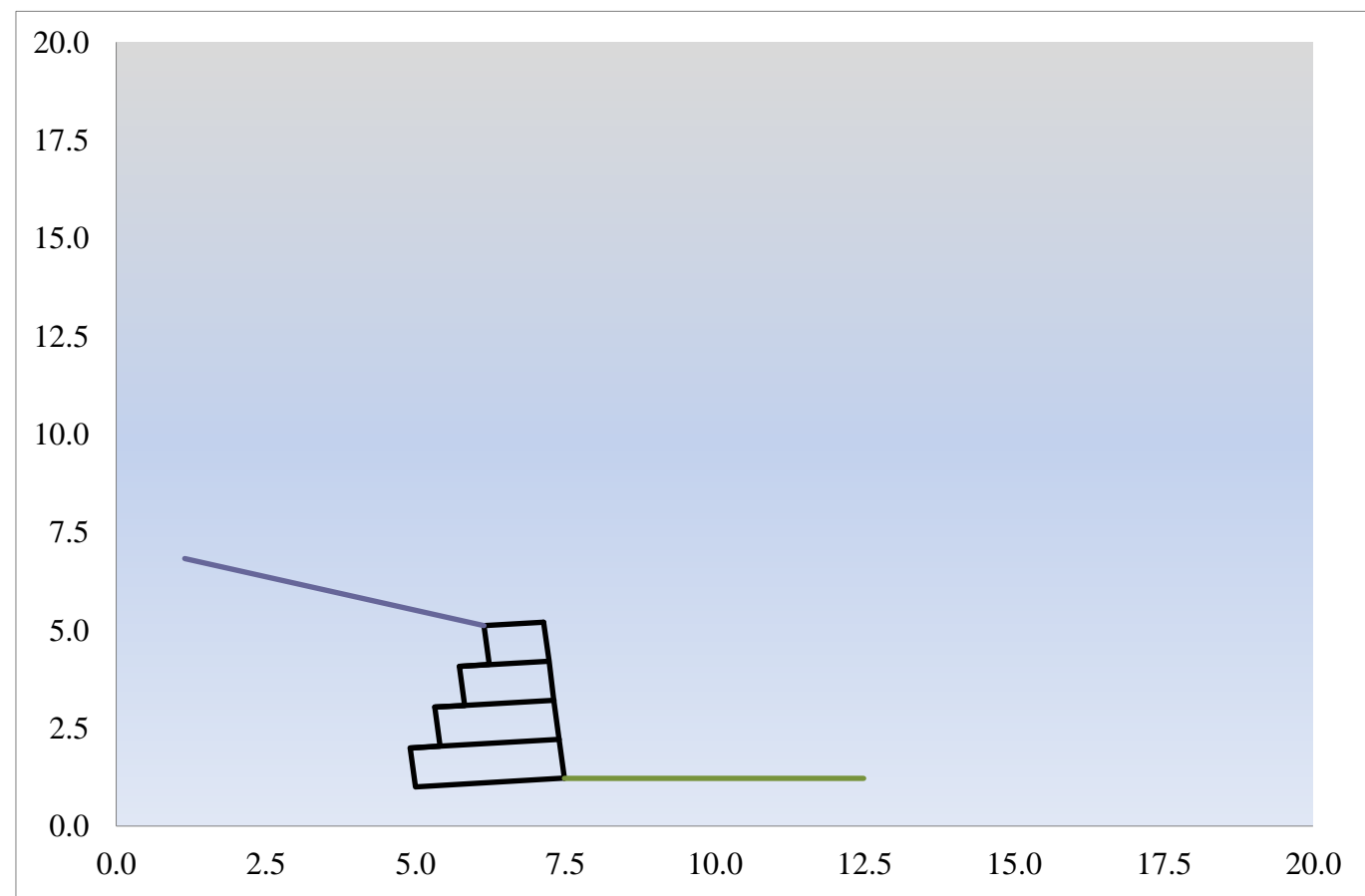
### Geometria do Muro

Camada i	H	h <sub>i</sub>	b <sub>i</sub>	d <sub>i</sub>	W <sub>i</sub>	x <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .x <sub>i</sub>	y <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .y <sub>i</sub>
	(m)	(m)	(m)	(m)	(kN/m)	(m)		(m)	
1	1.00	1.00	1.00	0.00	18.00	0.50	9.0	3.5	63.0
2	2.00	1.00	1.50	0.00	27.00	0.75	20.3	2.5	67.5
3	3.00	1.00	2.00	0.00	36.00	1.00	36.0	1.5	54.0
4	4.00	1.00	2.50	0.00	45.00	1.25	56.3	0.5	22.5
5	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
6	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
7	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
8	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
9	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
10	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
11	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
12	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
13	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
14	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
15	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
S =	126.00	S W <sub>i</sub> .x <sub>i</sub> =	121.5	S W <sub>i</sub> .y <sub>i</sub> =	207.0				

translação gráfico

5

1



### Cas 1-K<sub>v</sub>

q <sub>B</sub> =	6.5 °	0.113 rad	IsB =	163.2 kN/m
g <sub>B</sub> =	19.5 kN/m <sup>3</sup>		IsA <sub>h</sub> =	120.2 kN/m
kasB =	0.99		IsA <sub>v</sub> =	-110.4 kN/m
kashB =	0.73		Dis <sub>h</sub> =	38.3 kN/m
kasvB =	-0.67		Dis <sub>v</sub> =	-35.2 kN/m

### Verificação da Estabilidade global do Muro de Suporte

#### Comb Rara

W =	126.0 kN/m	Coef.	1.00
s' =	1.10 m		
I <sub>ah</sub> =	81.9 kN/m		1.00
d <sub>1</sub> =	1.154 m		
I <sub>av</sub> =	75.2 kN/m		1.00
s <sub>1</sub> =	2.11 m		
I <sub>sch</sub> =	19.9 kN/m		1.00
d <sub>2</sub> =	1.84 m		
I <sub>scv</sub> =	18.3 kN/m		1.00
s <sub>2</sub> =	1.92 m		

#### Factor de Segurança ao Derrubamento

M <sub>derr</sub> =	131.2 kNm/m	FS <sub>derr</sub> =	2.54
M <sub>est</sub> =	332.7 kNm/m		Verifica

#### Factor de Segurança ao Deslizamento

N' =	227.5 kN/m	FS <sub>dest</sub> =	1.60
T' =	82.3 kN/m		Verifica
M' =	82.9 kNm/m		

#### Tensões no solo

Tratamento de fundação h= 0.00 m

#### Comb Rara

e (m) =	0.36	L =	1.00
S <sub>min</sub> =	11.5 kN/m <sup>2</sup>	B/6 (m) =	0.42
S <sub>máx</sub> =	170.6 kN/m <sup>2</sup>	B (m) =	2.50
S <sub>méd</sub> =	128.4 kN/m <sup>2</sup>	d (m) =	2.50
d/B =	100% Verifica	B-d (m) =	0.00
q <sub>ref</sub> =	131 kN/m <sup>2</sup>	q <sub>ref,z</sub> =	131 kN/m <sup>2</sup>

## Muros de Suporte em Gabiões h=4m (parte 2/3)

Verificação da Estabilidade global do Muro de Suporte

Acção Sismica (Cas 1+Kv)	Coef.
W = 126.0 kN/m	1.00
s' = 1.10 m	
I <sub>ah</sub> = 81.9 kN/m	1.00
d <sub>1</sub> = 1.15 m	
I <sub>av</sub> = 75.2 kN/m	1.00
s <sub>1</sub> = 2.11 m	
DI <sub>sh</sub> = 42.1 kN/m	1.00
d <sub>2</sub> = 1.84 m	
DI <sub>sv</sub> = 38.7 kN/m	1.00
s <sub>2</sub> = 1.92 m	

Factor de Segurança ao Derrubamento
M <sub>derr</sub> = 172 kNm/m
M <sub>est</sub> = 372 kNm/m
<b>FS<sub>derr</sub> = 2.16</b>
<b>Verifica</b>
Factor de Segurança ao Deslizamento
N' = 250 kN/m
T' = 103 kN/m
M' = 112 kNm/m
<b>FS<sub>dest</sub> = 1.40</b>
<b>Verifica</b>

Acção Sismica (Cas 1-Kv)	Coef.
W = 126.0 kN/m	1.00
s' = 1.10 m	
I <sub>ah</sub> = 81.9 kN/m	1.00
d <sub>1</sub> = 1.15 m	
I <sub>av</sub> = 75.2 kN/m	1.00
s <sub>1</sub> = 2.11 m	
DI <sub>sh</sub> = 38.3 kN/m	1.00
d <sub>2</sub> = 1.84 m	
DI <sub>sv</sub> = 35.2 kN/m	1.00
s <sub>2</sub> = 1.92 m	

Factor de Segurança ao Derrubamento
M <sub>derr</sub> = 165 kNm/m
M <sub>est</sub> = 365 kNm/m
<b>FS<sub>derr</sub> = 2.21</b>
<b>Verifica</b>
Factor de Segurança ao Deslizamento
N' = 246 kN/m
T' = 99 kN/m
M' = 107 kNm/m
<b>FS<sub>dest</sub> = 1.43</b>
<b>Verifica</b>

Tratamento de fundação h= 0.00 m

Tensões no solo	L=
e (m) = 0.45	B/6 (m) = 0.42
S <sub>min</sub> = 0.0 kN/m <sup>2</sup>	B (m) = 2.50
S <sub>máx</sub> = 208.2 kN/m <sup>2</sup>	d (m) = 2.40
S <sub>méd</sub> = 156.1 kN/m <sup>2</sup>	B-d (m) = 0.10
d/B = 96% <b>Verifica</b>	
q <sub>ref</sub> = 156 kN/m <sup>2</sup>	q <sub>ref,z</sub> = 156 kN/m <sup>2</sup>

Tensões no solo	B/6 (m)
e (m) = 0.44	B/6 (m) = 0.42
S <sub>min</sub> = 0.0 kN/m <sup>2</sup>	B (m) = 2.50
S <sub>máx</sub> = 201.5 kN/m <sup>2</sup>	d (m) = 2.44
S <sub>méd</sub> = 151.1 kN/m <sup>2</sup>	B-d (m) = 0.06
d/B = 98% <b>Verifica</b>	
q <sub>ref</sub> = 151 kN/m <sup>2</sup>	q <sub>ref,z</sub> = 151 kN/m <sup>2</sup>

Verificação da Estabilidade para cada nível - Deslizamento entre custos (FS>1.2)

Comb E.L	coef 1.00			coef 1.00			coef 1.00			coef 1.00			coef 1.00			frict 0.80			FS	
Ni	h'i	h'	Iah	Iah'	Iah''	Iav	Iav'	Iav''	IscH	IscH'	IscH''	Isc'	IscV'	IscV''	W <sub>i</sub>	W <sub>i'</sub>	W <sub>i''</sub>	T'	N'	FS
1	1.00	1.03	5.1	5.1	0.4	4.7	-0.4	4.7	5.0	5.0	0.4	4.6	-0.4	4.6	18.0	-2	18	8	28	2.92
2	2.00	2.06	20.5	20.4	1.8	18.8	-1.6	18.7	10.0	9.9	0.9	9.1	-0.8	9.1	45.0	-4	45	24	75	2.51
3	3.00	3.09	46.1	45.9	4.0	42.3	-3.7	42.2	14.9	14.9	1.3	13.7	-1.2	13.7	81.0	-7	81	49	142	2.32

Acção Sismica (Cas 1+Kv)	coef 1.00			coef 1.00			coef 1.00			coef 1.00			coef 1.00			frict 0.80			FS	
Ni	h'i	h'	Iah	Iah'	Iah''	Iav	Iav'	Iav''	DI <sub>sh</sub>	DI <sub>sh</sub> '	DI <sub>sh</sub> ''	DI <sub>sv</sub>	DI <sub>sv</sub> '	DI <sub>sv</sub> ''	W <sub>i</sub>	W <sub>i'</sub>	W <sub>i''</sub>	T'	N'	FS
1	1.00	1.03	5.1	5.1	0.4	4.7	-0.4	4.7	10.5	10.5	0.9	9.7	-0.8	9.6	18.0	-2	18	13	34	2.11
2	2.00	2.06	20.5	20.4	1.8	18.8	-1.6	18.7	21.1	21.0	1.8	19.3	-1.7	19.3	45.0	-4	45	34	86	2.03
3	3.00	3.09	46.1	45.9	4.0	42.3	-3.7	42.2	31.6	31.5	2.8	29.0	-2.5	28.9	81.0	-7	81	64	158	1.98

Acção Sismica (Cas 1-Kv)	coef 1.00			coef 1.00			coef 1.00			coef 1.00			coef 1.00			frict 0.80			FS	
Ni	h'i	h'	Iah	Iah'	Iah''	Iav	Iav'	Iav''	DI <sub>sh</sub>	DI <sub>sh</sub> '	DI <sub>sh</sub> ''	DI <sub>sv</sub>	DI <sub>sv</sub> '	DI <sub>sv</sub> ''	W <sub>i</sub>	W <sub>i'</sub>	W <sub>i''</sub>	T'	N'	FS
1	1.00	1.03	5.1	5.1	0.4	4.7	-0.4	4.7	9.6	9.5	0.8	8.8	-0.8	8.8	18.0	-2	18	12	33	2.20
2	2.00	2.06	20.5	20.4	1.8	18.8	-1.6	18.7	19.1	19.1	1.7	17.6	-1.5	17.5	45.0	-4	45	32	85	2.09
3	3.00	3.09	46.1	45.9	4.0	42.3	-3.7	42.2	28.7	28.6	2.5	26.4	-2.3	26.3	81.0	-7	81	61	156	2.03

## Muros de Suporte em Gabiões h=4m

(parte 3/3)

Verificação da segurança ao derrubamento de cada nível (FS &gt; 1.0)

Comb E.L

Ni	W <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub>	x <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .x <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub> .x <sub>i</sub>	x <sub>G</sub> =	y <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .y <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub> .y <sub>i</sub>	y <sub>G</sub> =	d W	d Iah	d Iav	d Isch	d IscV	Mderr	Mest	FS
	(kN)		(m)			(m)	(m)			(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(kNm)	(kNm)	
1	18.0	18.0	0.50	9.0	9.0	0.50	0.50	9.0	9.0	0.50	0.54	0.26	0.90	0.43	0.85	3	18	<b>5.20</b>
2	27.0	45.0	0.75	20.3	29.3	0.65	1.50	40.5	49.5	0.90	0.73	0.56	1.30	0.90	1.21	20	68	<b>3.36</b>
3	36.0	81.0	1.00	36.0	65.3	0.81	2.50	90.0	139.5	1.28	0.91	0.85	1.71	1.37	1.56	60	168	<b>2.80</b>

Acção Sísmica (Cas 1+Kv)

Ni	W <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub>	x <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .x <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub> .x <sub>i</sub>	x <sub>G</sub> =	y <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .y <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub> .y <sub>i</sub>	y <sub>G</sub> =	d Iah	d Iav	DI <sub>sh</sub>	DI <sub>sv</sub> '	Mderr	Mest	FS	
	(kN)		(m)			(m)	(m)			(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(kNm)	(kNm)		
1	18.0	18.0	0.50	9.0	9.0	0.50	0.50	9.0	9.0	0.50	0.54	0.26	0.90	0.43	0.85	6	22	<b>3.83</b>
2	27.0	45.0	0.75	20.3	29.3	0.65	1.50	40.5	49.5	0.90	0.73	0.56	1.30	0.90	1.21	30	81	<b>2.66</b>
3	36.0	81.0	1.00	36.0	65.3	0.81	2.50	90.0	139.5	1.28	0.91	0.85	1.71	1.37	1.56	83	192	<b>2.32</b>

Acção Sísmica (Cas 1-Kv)

Ni	W <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub>	x <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .x <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub> .x <sub>i</sub>	x <sub>G</sub> =	y <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .y <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub> .y <sub>i</sub>	y <sub>G</sub> =	d Iah	d Iav	DI <sub>sh</sub>	DI <sub>sv</sub> '	Mderr	Mest	FS	
	(kN)		(m)			(m)	(m)			(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(kNm)	(kNm)		
1	18.0	18.0	0.50	9.0	9.0	0.50	0.50	9.0	9.0	0.50	0.54	0.26	0.90	0.43	0.85	5.4	21.5	<b>3.98</b>
2	27.0	45.0	0.75	20.3	29.3	0.65	1.50	40.5	49.5	0.90	0.73	0.56	1.30	0.90	1.21	28.6	78.4	<b>2.74</b>
3	36.0	81.0	1.00	36.0	65.3	0.81	2.50	90.0	139.5	1.28	0.91	0.85	1.71	1.37	1.56	78.7	187.4	<b>2.38</b>



## Muros de Suporte em Gabiões h=5m (parte 1/3)

### Características geométricas gerais

h =	5.00 m		
a <sub>r</sub> =	0.50 m	a =	5.0 °
H =	5.16 m	a =	0.087 rad
B =	3.00 m		
g <sub>gabiões</sub> =	18.0 kN/m <sup>3</sup>		

### Características do Terreno

i =	20.0 °	0.349 rad	
f =	30.0 °	0.524 rad	
d =	27.0 °	0.471 rad	
g <sub>solo</sub> =	20.0 kN/m <sup>3</sup>		
m =	0.58 coef atrito base	f =	30.0 °
K <sub>a</sub> =	0.682		
K <sub>ah</sub> =	0.492		
K <sub>av</sub> =	-0.472	x <sub>G</sub> =	1.13 m
		y <sub>G</sub> =	2.00 m

### Ação da Sobrecarga

SC <sub>1</sub> =	10.00 kN/m <sup>2</sup>		
a <sub>1</sub> =	0.38 rad	21.80 °	
a <sub>2</sub> =	0.29 rad	16.80 °	
e =	1.28 rad	73.20 °	
b =	1.86 rad	106.80 °	

### Ação Sísmica

f =	30.0 °	0.524 rad	g <sub>r</sub> =	1
f <sub>d</sub> =	30.0 °	0.524 rad		
d =	27.0 °	0.471 rad		

### Coef impulso

ka =	0.682	Impulso activo	
kah =	0.492	Ia <sub>base</sub> =	181 kN/m
kav =	-0.472	Ia <sub>h</sub> =	131 kN/m
		Ia <sub>v</sub> =	-125 kN/m
		(ver NA.I 1981-1:2004 pag 222)	
ag =	1.7		
S =	1.27		
a =	0.22 a <sub>g</sub> /g	K <sub>h</sub> =	0.11 Coef Sísmico
r =	2.0	K <sub>v</sub> =	0.03

### Cas 1+K<sub>v</sub>

q <sub>A</sub> =	6.1 °	0.106 rad	IsA =	274.5 kN/m
g <sub>A</sub> =	20.8 kN/m <sup>3</sup>		IsA <sub>h</sub> =	198.1 kN/m
kasA =	0.994		IsA <sub>v</sub> =	-190.0 kN/m
kashA =	0.72		Dis <sub>h</sub> =	67.3 kN/m
kasvA =	-0.69		Dis <sub>v</sub> =	-64.6 kN/m

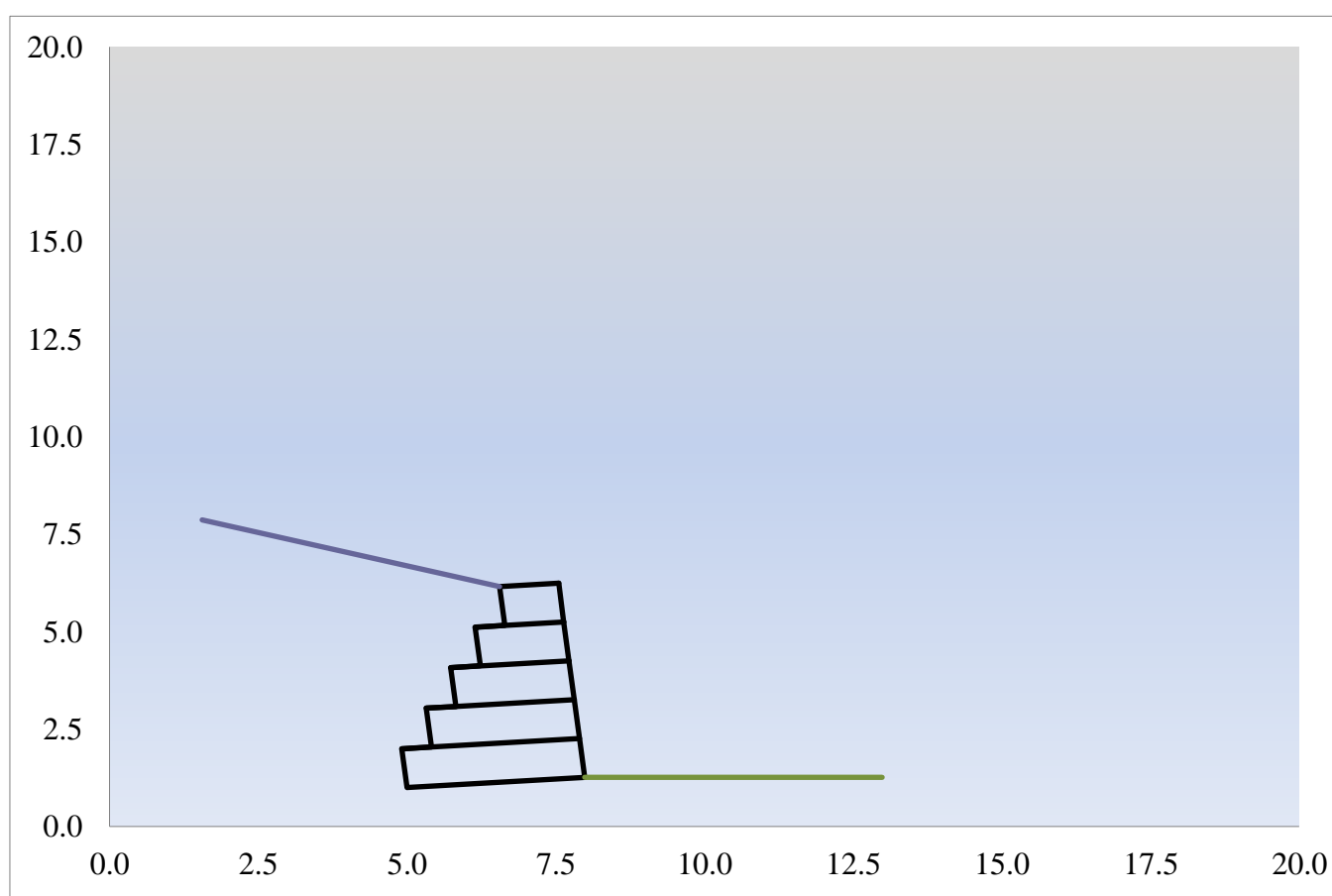
### Geometria do Muro

Camada i	H	h <sub>i</sub>	b <sub>i</sub>	d <sub>i</sub>	W <sub>i</sub>	x <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .x <sub>i</sub>	y <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .y <sub>i</sub>
	(m)	(m)	(m)	(m)	(kN/m)	(m)	(m)	(m)	(m)
1	1.00	1.00	1.00	0.00	18.00	0.50	9.0	4.5	81.0
2	2.00	1.00	1.50	0.00	27.00	0.75	20.3	3.5	94.5
3	3.00	1.00	2.00	0.00	36.00	1.00	36.0	2.5	90.0
4	4.00	1.00	2.50	0.00	45.00	1.25	56.3	1.5	67.5
5	5.00	1.00	3.00	0.00	54.00	1.50	81.0	0.5	27.0
6	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
7	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
8	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
9	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
10	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
11	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
12	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
13	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
14	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
15	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
S =	180.00	S Wi.xi =	202.5	S Wi.yi =	360.0				

translação gráfico

5

1



### Cas 1-K<sub>v</sub>

q <sub>B</sub> =	6.5 °	0.113 rad	IsB =	266.1 kN/m
g <sub>B</sub> =	19.5 kN/m <sup>3</sup>		IsA <sub>h</sub> =	192.1 kN/m
kasB =	1.03		IsA <sub>v</sub> =	-184.2 kN/m
kashB =	0.74		Dis <sub>h</sub> =	61.3 kN/m
kasvB =	-0.71		Dis <sub>v</sub> =	-58.7 kN/m

### Verificação da Estabilidade global do Muro de Suporte

#### Comb Rara

W =	180.0 kN/m	Coef.	1.00
s' =	1.30 m		
I <sub>ah</sub> =	130.8 kN/m		1.00
d <sub>1</sub> =	1.457 m		
I <sub>av</sub> =	125.5 kN/m		1.00
s <sub>1</sub> =	2.47 m		
I <sub>sch</sub> =	25.4 kN/m		1.00
d <sub>2</sub> =	2.32 m		
I <sub>scv</sub> =	24.3 kN/m		1.00
s <sub>2</sub> =	2.21 m		

#### Factor de Segurança ao Derrubamento

M <sub>derr</sub> =	249.4 kNm/m	FS <sub>derr</sub> =	2.39
M <sub>est</sub> =	596.7 kNm/m		Verifica

#### Factor de Segurança ao Deslizamento

N' =	342.2 kN/m	FS <sub>dest</sub> =	1.56
T' =	126.9 kN/m		Verifica
M' =	165.9 kNm/m		

#### Tensões no solo

Tratamento de fundação h= 0.00 m

#### Comb Rara

e (m) =	0.48	L =	1.00
S <sub>min</sub> =	3.5 kN/m <sup>2</sup>	B/6 (m) =	0.50
S <sub>máx</sub> =	224.6 kN/m <sup>2</sup>	B (m) =	3.00
S <sub>méd</sub> =	168.5 kN/m <sup>2</sup>	d (m) =	3.00
d/B =	100% Verifica	B-d (m) =	0.00
q <sub>ref</sub> =	169 kN/m <sup>2</sup>	q <sub>ref,z</sub> =	169 kN/m <sup>2</sup>

## Muros de Suporte em Gabiões h=5m (parte 2/3)

### Verificação da Estabilidade global do Muro de Suporte

Acção Sismica (Cas 1+Kv)	Coef.
W = 180.0 kN/m	1.00
s' = 1.30 m	
I <sub>ah</sub> = 130.8 kN/m	1.00
d <sub>1</sub> = 1.46 m	
I <sub>av</sub> = 125.5 kN/m	1.00
s <sub>1</sub> = 2.47 m	
DI <sub>sh</sub> = 67.3 kN/m	1.00
d <sub>2</sub> = 2.32 m	
DI <sub>sv</sub> = 64.6 kN/m	1.00
s <sub>2</sub> = 2.21 m	

Factor de Segurança ao Derrubamento	
M <sub>derr</sub> = 347 kNm/m	
M <sub>est</sub> = 686 kNm/m	
<b>FS<sub>derr</sub> = 1.98</b>	
<b>Verifica</b>	
Factor de Segurança ao Deslizamento	
N' = 386 kN/m	
T' = 165 kN/m	
M' = 240 kNm/m	
<b>FS<sub>dest</sub> = 1.35</b>	
<b>Verifica</b>	

Acção Sismica (Cas 1-Kv)	Coef.
W = 180.0 kN/m	1.00
s' = 1.30 m	
I <sub>ah</sub> = 130.8 kN/m	1.00
d <sub>1</sub> = 1.46 m	
I <sub>av</sub> = 125.5 kN/m	1.00
s <sub>1</sub> = 2.47 m	
DI <sub>sh</sub> = 61.3 kN/m	1.00
d <sub>2</sub> = 2.32 m	
DI <sub>sv</sub> = 58.7 kN/m	1.00
s <sub>2</sub> = 2.21 m	

Factor de Segurança ao Derrubamento	
M <sub>derr</sub> = 332 kNm/m	
M <sub>est</sub> = 673 kNm/m	
<b>FS<sub>derr</sub> = 2.02</b>	
<b>Verifica</b>	
Factor de Segurança ao Deslizamento	
N' = 380 kN/m	
T' = 160 kN/m	
M' = 229 kNm/m	
<b>FS<sub>dest</sub> = 1.37</b>	
<b>Verifica</b>	

Tratamento de fundação h= 0.00 m

Tensões no solo	L=
e (m) = 0.62	B/6 (m) = 0.50
S <sub>min</sub> = 0.0 kN/m <sup>2</sup>	B (m) = 3.00
S <sub>máx</sub> = 292.7 kN/m <sup>2</sup>	d (m) = 2.64
S <sub>méd</sub> = 219.5 kN/m <sup>2</sup>	B-d (m) = 0.36
d/B = 88% <b>Verifica</b>	
q <sub>ref</sub> = 220 kN/m <sup>2</sup>	q <sub>ref,z</sub> = 220 kN/m <sup>2</sup>

Tensões no solo	B/6 (m) =
e (m) = 0.60	0.50
S <sub>min</sub> = 0.0 kN/m <sup>2</sup>	B (m) = 3.00
S <sub>máx</sub> = 282.2 kN/m <sup>2</sup>	d (m) = 2.69
S <sub>méd</sub> = 211.7 kN/m <sup>2</sup>	B-d (m) = 0.31
d/B = 90% <b>Verifica</b>	
q <sub>ref</sub> = 212 kN/m <sup>2</sup>	q <sub>ref,z</sub> = 212 kN/m <sup>2</sup>

### Verificação da Estabilidade para cada nível - Deslizamento entre custos (FS>1.2)

Comb E.L	coef 1.00		coef 1.00		coef 1.00		coef 1.00		coef 1.00		coef 1.00		coef 1.00		coef 1.00		frict 0.80		FS	
Ni	h'i	h'	Iah	Iah'	Iah''	Iav	Iav'	Iav''	IscH	IscH'	IscH''	Isc'	IscV'	IscV''	W <sub>i</sub>	W <sub>i'</sub>	W <sub>i''</sub>	T'	N'	FS
1	1.00	1.03	5.2	5.2	0.5	5.0	-0.4	5.0	5.1	5.1	0.4	4.9	-0.4	4.8	18.0	-2	18	8	29	2.93
2	2.00	2.06	20.9	20.9	1.8	20.1	-1.7	20.0	10.2	10.1	0.9	9.7	-0.8	9.7	45.0	-4	45	24	77	2.53
3	3.00	3.09	47.1	46.9	4.1	45.2	-3.9	45.0	15.2	15.2	1.3	14.6	-1.3	14.5	81.0	-7	81	50	146	2.34
4	4.00	4.12	83.7	83.4	7.3	80.3	-7.0	80.0	20.3	20.2	1.8	19.5	-1.7	19.4	126.0	-11	126	84	234	2.23

Acção Sismica (Cas 1+Kv)	coef 1.00		coef 1.00		coef 1.00		coef 1.00		coef 1.00		coef 1.00		coef 1.00		coef 1.00		frict 0.80		FS	
Ni	h'i	h'	Iah	Iah'	Iah''	Iav	Iav'	Iav''	DI <sub>sh</sub>	DI <sub>sh</sub> '	DI <sub>sh</sub> ''	DI <sub>sv</sub>	DI <sub>sv</sub> '	DI <sub>sv</sub> ''	W <sub>i</sub>	W <sub>i'</sub>	W <sub>i''</sub>	T'	N'	FS
1	1.00	1.03	5.2	5.2	0.5	5.0	-0.4	5.0	13.5	13.4	1.2	12.9	-1.1	12.9	18.0	-2	18	15	37	1.93
2	2.00	2.06	20.9	20.9	1.8	20.1	-1.7	20.0	26.9	26.8	2.3	25.8	-2.3	25.7	45.0	-4	45	40	95	1.91
3	3.00	3.09	47.1	46.9	4.1	45.2	-3.9	45.0	40.4	40.2	3.5	38.7	-3.4	38.6	81.0	-7	81	73	172	1.89
4	4.00	4.12	83.7	83.4	7.3	80.3	-7.0	80.0	53.9	53.7	4.7	51.7	-4.5	51.5	126.0	-11	126	115	269	1.88

Acção Sismica (Cas 1-Kv)	coef 1.00		coef 1.00		coef 1.00		coef 1.00		coef 1.00		coef 1.00		coef 1.00		coef 1.00		frict 0.80		FS	
Ni	h'i	h'	Iah	Iah'	Iah''	Iav	Iav'	Iav''	DI <sub>sh</sub>	DI <sub>sh</sub> '	DI <sub>sh</sub> ''	DI <sub>sv</sub>	DI <sub>sv</sub> '	DI <sub>sv</sub> ''	W <sub>i</sub>	W <sub>i'</sub>	W <sub>i''</sub>	T'	N'	FS
1	1.00	1.03	5.2	5.2	0.5	5.0	-0.4	5.0	12.3	12.2	1.1	11.7	-1.0	11.7	18.0	-2	18	14	36	2.01
2	2.00	2.06	20.9	20.9	1.8	20.1	-1.7	20.0	24.5	24.4	2.1	23.5	-2.0	23.4	45.0	-4	45	38	92	1.96
3	3.00	3.09	47.1	46.9	4.1	45.2	-3.9	45.0	36.8	36.6	3.2	35.2	-3.1	35.1	81.0	-7	81	69	168	1.94
4	4.00	4.12	83.7	83.4	7.3	80.3	-7.0	80.0	49.0	48.8	4.3	47.0	-4.1	46.8	126.0	-11	126	110	264	1.92

## Muros de Suporte em Gabiões h=5m

(parte 3/3)

Verificação da segurança ao derrubamento de cada nível (FS &gt; 1.0)

Comb E.L

Ni	W <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub>	x <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .x <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub> .x <sub>i</sub>	x <sub>G</sub> =	y <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .y <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub> .y <sub>i</sub>	y <sub>G</sub> =	d W	d Iah	d Iav	d Isch	d IscV	Mderr	Mest	FS
	(kN)		(m)			(m)	(m)			(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(kNm)	(kNm)	
1	18.0	18.0	0.50	9.0	9.0	0.50	0.50	9.0	9.0	0.50	0.54	0.26	0.89	0.43	0.84	4	18	<b>5.21</b>
2	27.0	45.0	0.75	20.3	29.3	0.65	1.50	40.5	49.5	0.90	0.73	0.56	1.29	0.90	1.18	21	70	<b>3.37</b>
3	36.0	81.0	1.00	36.0	65.3	0.81	2.50	90.0	139.5	1.28	0.91	0.86	1.68	1.37	1.53	61	172	<b>2.81</b>
4	45.0	126.0	1.25	56.3	121.5	0.96	3.50	157.5	297.0	1.64	1.10	1.16	2.08	1.84	1.87	134	342	<b>2.55</b>

Acção Sísmica (Cas 1+Kv)

Ni	W <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub>	x <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .x <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub> .x <sub>i</sub>	x <sub>G</sub> =	y <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .y <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub> .y <sub>i</sub>	y <sub>G</sub> =	d Iah	d Iav	DI <sub>sh</sub>	DI <sub>sv</sub> '	Mderr	Mest	FS	
	(kN)		(m)			(m)	(m)			(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(kNm)	(kNm)		
1	18.0	18.0	0.50	9.0	9.0	0.50	0.50	9.0	9.0	0.50	0.54	0.26	0.89	0.43	0.84	7	25	<b>3.53</b>
2	27.0	45.0	0.75	20.3	29.3	0.65	1.50	40.5	49.5	0.90	0.73	0.56	1.29	0.90	1.18	36	89	<b>2.48</b>
3	36.0	81.0	1.00	36.0	65.3	0.81	2.50	90.0	139.5	1.28	0.91	0.86	1.68	1.37	1.53	96	209	<b>2.18</b>
4	45.0	126.0	1.25	56.3	121.5	0.96	3.50	157.5	297.0	1.64	1.10	1.16	2.08	1.84	1.87	196	402	<b>2.05</b>

Acção Sísmica (Cas 1-Kv)

Ni	W <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub>	x <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .x <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub> .x <sub>i</sub>	x <sub>G</sub> =	y <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .y <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub> .y <sub>i</sub>	y <sub>G</sub> =	d Iah	d Iav	DI <sub>sh</sub>	DI <sub>sv</sub> '	Mderr	Mest	FS	
	(kN)		(m)			(m)	(m)			(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(kNm)	(kNm)		
1	18.0	18.0	0.50	9.0	9.0	0.50	0.50	9.0	9.0	0.50	0.54	0.26	0.89	0.43	0.84	6.6	24.1	<b>3.66</b>
2	27.0	45.0	0.75	20.3	29.3	0.65	1.50	40.5	49.5	0.90	0.73	0.56	1.29	0.90	1.18	33.7	86.3	<b>2.56</b>
3	36.0	81.0	1.00	36.0	65.3	0.81	2.50	90.0	139.5	1.28	0.91	0.86	1.68	1.37	1.53	90.8	203.7	<b>2.24</b>
4	45.0	126.0	1.25	56.3	121.5	0.96	3.50	157.5	297.0	1.64	1.10	1.16	2.08	1.84	1.87	187.2	393.5	<b>2.10</b>

## Muros de Suporte em Gabiões h=6m (parte 1/3)

### Características geométricas gerais

h =	6.00 m		
a <sub>r</sub> =	0.50 m	a =	5.0 °
H =	6.20 m	a =	0.087 rad
B =	3.50 m		
g <sub>gabiões</sub> =	18.0 kN/m <sup>3</sup>		

### Características do Terreno

i =	20.0 °	0.349 rad	
f =	30.0 °	0.524 rad	
d =	27.0 °	0.471 rad	
g <sub>solo</sub> =	20.0 kN/m <sup>3</sup>		
m =	0.58 coef atrito base	f =	30.0 °
K <sub>a</sub> =	0.699		
K <sub>ah</sub> =	0.498		
K <sub>av</sub> =	-0.491	x <sub>G</sub> =	1.29 m
		y <sub>G</sub> =	2.35 m

### Ação da Sobrecarga

SC <sub>1</sub> =	10.00 kN/m <sup>2</sup>		
a <sub>1</sub> =	0.39 rad	22.62 °	
a <sub>2</sub> =	0.31 rad	17.62 °	
e =	1.26 rad	72.38 °	
b =	1.88 rad	107.62 °	

### Accão Sísmica

f =	30.0 °	0.524 rad	g <sub>r</sub> =	1
f <sub>d</sub> =	30.0 °	0.524 rad		
d =	27.0 °	0.471 rad		

### Coef impulso

ka =	0.699	Impulso activo	
kah =	0.498	Ia <sub>base</sub> =	268 kN/m
kav =	-0.491	Ia <sub>h</sub> =	191 kN/m
		Ia <sub>v</sub> =	-189 kN/m
		(ver NA.I 1981-1:2004 pag 222)	
ag =	1.7		
S =	1.27		
a =	0.22 a <sub>g</sub> /g	K <sub>h</sub> =	0.11 Coef Sísmico
r =	2.0	K <sub>v</sub> =	0.03

### Cas 1+K<sub>v</sub>

q <sub>A</sub> =	6.1 °	0.106 rad	IsA =	406.7 kN/m
g <sub>A</sub> =	20.8 kN/m <sup>3</sup>		IsA <sub>h</sub> =	289.5 kN/m
kasA =	1.020		IsA <sub>v</sub> =	-285.7 kN/m
kashA =	0.73		Dis h =	98.5 kN/m
kasvA =	-0.72		Dis v =	-97.2 kN/m

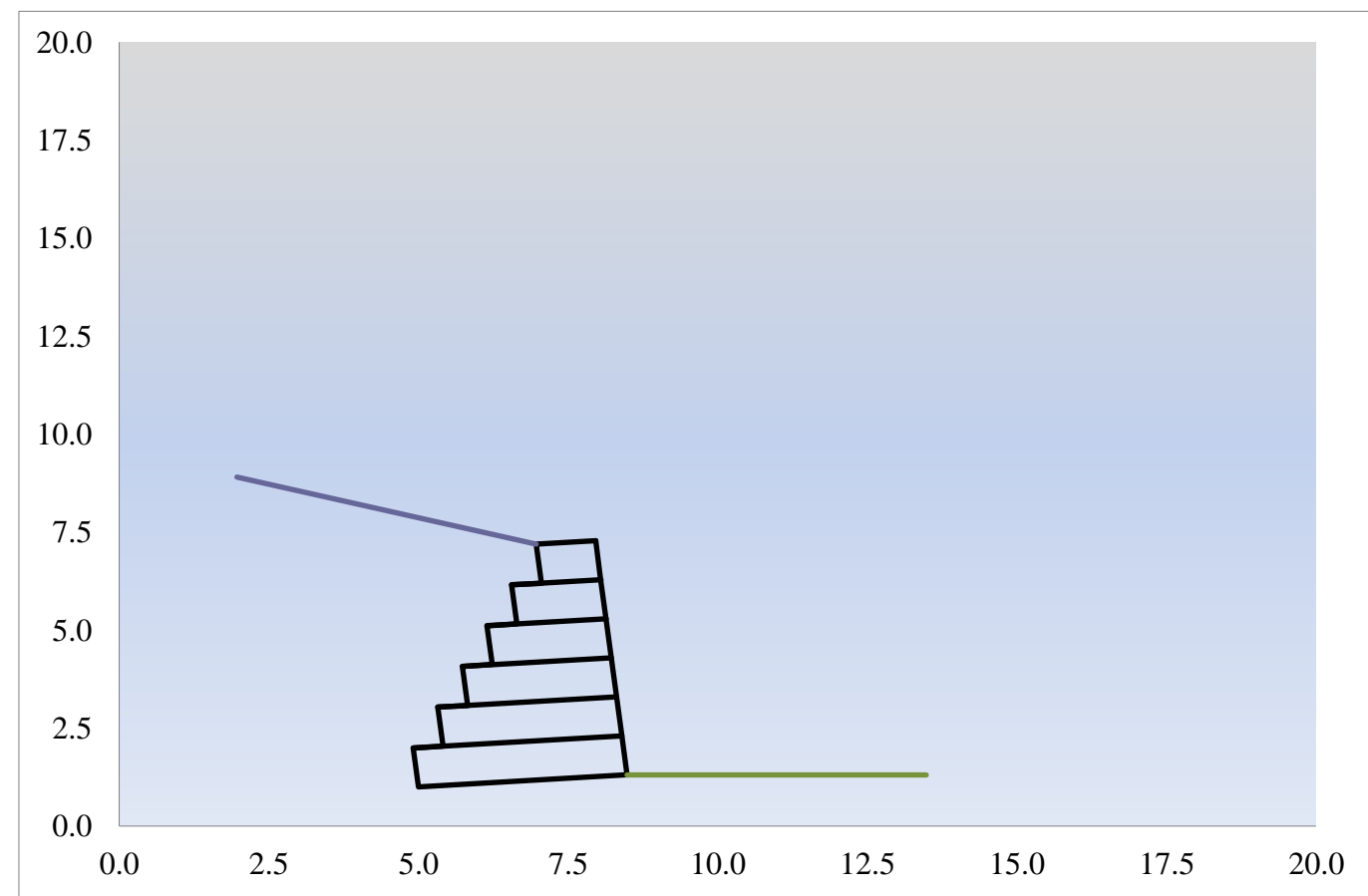
### Geometria do Muro

Camada i	H	h <sub>i</sub>	b <sub>i</sub>	d <sub>i</sub>	W <sub>i</sub>	x <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .x <sub>i</sub>	y <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .y <sub>i</sub>
	(m)	(m)	(m)	(m)	(kN/m)	(m)	(m)	(m)	(m)
1	1.00	1.00	1.00	0.00	18.00	0.50	9.0	5.5	99.0
2	2.00	1.00	1.50	0.00	27.00	0.75	20.3	4.5	121.5
3	3.00	1.00	2.00	0.00	36.00	1.00	36.0	3.5	126.0
4	4.00	1.00	2.50	0.00	45.00	1.25	56.3	2.5	112.5
5	5.00	1.00	3.00	0.00	54.00	1.50	81.0	1.5	81.0
6	6.00	1.00	3.50	0.00	63.00	1.75	110.3	0.5	31.5
7	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
8	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
9	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
10	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
11	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
12	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
13	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
14	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
15	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
S =	243.00	S Wi.xi =	312.8	S Wi.yi =	571.5				

translação gráfico

5

1



### Cas 1-K<sub>v</sub>

q <sub>B</sub> =	6.5 °	0.113 rad	IsB =	394.3 kN/m
g <sub>B</sub> =	19.5 kN/m <sup>3</sup>		IsA <sub>h</sub> =	280.7 kN/m
kasB =	1.06		IsA <sub>v</sub> =	-277.0 kN/m
kashB =	0.75		Dis h =	89.6 kN/m
kasvB =	-0.74		Dis v =	-88.4 kN/m

### Verificação da Estabilidade global do Muro de Suporte

#### Comb Rara

W =	243.0 kN/m	Coef.	1.00
s' =	1.49 m		
I <sub>ah</sub> =	191.0 kN/m		1.00
d <sub>1</sub> =	1.760 m		
I <sub>av</sub> =	188.5 kN/m		1.00
s <sub>1</sub> =	2.83 m		
I <sub>sch</sub> =	30.8 kN/m		1.00
d <sub>2</sub> =	2.79 m		
I <sub>scv</sub> =	30.4 kN/m		1.00
s <sub>2</sub> =	2.50 m		

#### Factor de Segurança ao Derrubamento

M <sub>derr</sub> =	422.4 kNm/m	FS <sub>derr</sub> =	2.30
M <sub>est</sub> =	971.2 kNm/m		Verifica

#### Factor de Segurança ao Deslizamento

N' =	479.5 kN/m	FS <sub>dest</sub> =	1.53
T' =	180.8 kN/m		Verifica
M' =	290.3 kNm/m		

#### Tensões no solo

Tratamento de fundação h= 0.00 m

#### Comb Rara

e (m) =	0.61	L =	1.00
S <sub>min</sub> =	0.0 kN/m <sup>2</sup>	B/6 (m) =	0.58
S <sub>máx</sub> =	279.3 kN/m <sup>2</sup>	B (m) =	3.50
S <sub>méd</sub> =	209.5 kN/m <sup>2</sup>	d (m) =	3.43
d/B =	98% Verifica	B-d (m) =	0.07
q <sub>ref</sub> =	209 kN/m <sup>2</sup>	q <sub>ref,z</sub> =	209 kN/m <sup>2</sup>

## Muros de Suporte em Gabiões h=6m (parte 2/3)

### Verificação da Estabilidade global do Muro de Suporte

**Acção Sismica (Cas 1+Kv) Coef.**

W =	243.0 kN/m	1.00
s' =	1.49 m	
I <sub>ah</sub> =	191.0 kN/m	1.00
d <sub>1</sub> =	1.76 m	
I <sub>av</sub> =	188.5 kN/m	1.00
s <sub>1</sub> =	2.83 m	
DI <sub>sh</sub> =	98.5 kN/m	1.00
d <sub>2</sub> =	2.79 m	
DI <sub>sv</sub> =	97.2 kN/m	1.00
s <sub>2</sub> =	2.50 m	

**Factor de Segurança ao Derrubamento**

M <sub>derr</sub> =	611 kNm/m
M <sub>est</sub> =	1138 kNm/m
<b>FS<sub>derr</sub> =</b>	<b>1.86</b>
<b>Verifica</b>	

**Factor de Segurança ao Deslizamento**

N' =	552 kN/m
T' =	242 kN/m
M' =	439 kNm/m
<b>FS<sub>dest</sub> =</b>	<b>1.31</b>
<b>Verifica</b>	

**Acção Sismica (Cas 1-Kv) Coef.**

W =	243.0 kN/m	1.00
s' =	1.49 m	
I <sub>ah</sub> =	191.0 kN/m	1.00
d <sub>1</sub> =	1.76 m	
I <sub>av</sub> =	188.5 kN/m	1.00
s <sub>1</sub> =	2.83 m	
DI <sub>sh</sub> =	89.6 kN/m	1.00
d <sub>2</sub> =	2.79 m	
DI <sub>sv</sub> =	88.4 kN/m	1.00
s <sub>2</sub> =	2.50 m	

**Factor de Segurança ao Derrubamento**

M <sub>derr</sub> =	587 kNm/m
M <sub>est</sub> =	1116 kNm/m
<b>FS<sub>derr</sub> =</b>	<b>1.90</b>
<b>Verifica</b>	

**Factor de Segurança ao Deslizamento**

N' =	542 kN/m
T' =	234 kN/m
M' =	419 kNm/m
<b>FS<sub>dest</sub> =</b>	<b>1.34</b>
<b>Verifica</b>	

Tratamento de fundação h= 0.00 m

**Tensões no solo L= 1.00**

e (m) =	0.80	B/6 (m) =	0.58
S <sub>min</sub> =	0.0 kN/m <sup>2</sup>	B (m) =	3.50
S <sub>máx</sub> =	385.3 kN/m <sup>2</sup>	d (m) =	2.86
S <sub>méd</sub> =	289.0 kN/m <sup>2</sup>	B-d (m) =	0.64
d/B =	82% <b>Verifica</b>		
q <sub>ref</sub> =	289 kN/m <sup>2</sup>	q <sub>ref,z</sub> =	289 kN/m <sup>2</sup>

**Tensões no solo**

e (m) =	0.77	B/6 (m) =	0.58
S <sub>min</sub> =	0.0 kN/m <sup>2</sup>	B (m) =	3.50
S <sub>máx</sub> =	370.2 kN/m <sup>2</sup>	d (m) =	2.93
S <sub>méd</sub> =	277.7 kN/m <sup>2</sup>	B-d (m) =	0.57
d/B =	84% <b>Verifica</b>		
q <sub>ref</sub> =	278 kN/m <sup>2</sup>	q <sub>ref,z</sub> =	278 kN/m <sup>2</sup>

### Verificação da Estabilidade para cada nível - Deslizamento entre custos (FS>1.2)

Comb E.L	Ni	h'i	h'	Iah	Iah'	Iah''	Iav	Iav'	Iav''	IscH	IscH'	IscH''	Isc'	IscV'	IscV''	W <sub>i</sub>	W <sub>i'</sub>	W <sub>i''</sub>	T'	N'	FS
		(m)	(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	
	1	1.00	1.03	5.3	5.3	0.5	5.2	-0.5	5.2	5.1	5.1	0.4	5.1	-0.4	5.1	18.0	-2	18	8	29	2.93
	2	2.00	2.07	21.2	21.1	1.9	20.9	-1.8	20.9	10.3	10.2	0.9	10.1	-0.9	10.1	45.0	-4	45	25	79	2.54
	3	3.00	3.10	47.8	47.6	4.2	47.1	-4.1	47.0	15.4	15.4	1.3	15.2	-1.3	15.2	81.0	-7	81	50	148	2.35
	4	4.00	4.13	84.9	84.6	7.4	83.8	-7.3	83.5	20.6	20.5	1.8	20.3	-1.8	20.2	126.0	-11	126	85	238	2.24
	5	5.00	5.16	132.7	132.2	11.6	130.9	-11.4	130.4	25.7	25.6	2.2	25.4	-2.2	25.3	180.0	-16	179	128	349	2.17

Acção Sismica (Cas 1+Kv)	Ni	h'i	h'	Iah	Iah'	Iah''	Iav	Iav'	Iav''	DI <sub>sh</sub>	DI <sub>sh</sub> '	DI <sub>sh</sub> ''	DI <sub>sv</sub>	DI <sub>sv</sub> '	DI <sub>sv</sub> ''	W <sub>i</sub>	W <sub>i'</sub>	W <sub>i''</sub>	T'	N'	FS
		(m)	(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	
	1	1.00	1.03	5.3	5.3	0.5	5.2	-0.5	5.2	16.4	16.3	1.4	16.2	-1.4	16.1	18.0	-2	18	18	41	1.81
	2	2.00	2.07	21.2	21.1	1.9	20.9	-1.8	20.9	32.8	32.7	2.9	32.4	-2.8	32.3	45.0	-4	45	45	103	1.81
	3	3.00	3.10	47.8	47.6	4.2	47.1	-4.1	47.0	49.2	49.0	4.3	48.6	-4.2	48.4	81.0	-7	81	81	184	1.82
	4	4.00	4.13	84.9	84.6	7.4	83.8	-7.3	83.5	65.6	65.4	5.7	64.8	-5.6	64.5	126.0	-11	126	126	287	1.82
	5	5.00	5.16	132.7	132.2	11.6	130.9	-11.4	130.4	82.0	81.7	7.2	81.0	-7.1	80.7	180.0	-16	179	180	409	1.82

Acção Sismica (Cas 1-Kv)	Ni	h'i	h'	Iah	Iah'	Iah''	Iav	Iav'	Iav''	DI <sub>sh</sub>	DI <sub>sh</sub> '	DI <sub>sh</sub> ''	DI <sub>sv</sub>	DI <sub>sv</sub> '	DI <sub>sv</sub> ''	W <sub>i</sub>	W <sub>i'</sub>	W <sub>i''</sub>	T'	N'	FS
		(m)	(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	
	1	1.00	1.03	5.3	5.3	0.5	5.2	-0.5	5.2	14.9	14.9	1.3	14.7	-1.3	14.7	18.0	-2	18	17	40	1.88
	2	2.00	2.07	21.2	21.1	1.9	20.9	-1.8	20.9	29.9	29.8	2.6	29.5	-2.6	29.4	45.0	-4	45	43	100	1.87
	3	3.00	3.10	47.8	47.6	4.2	47.1	-4.1	47.0	44.8	44.6	3.9	44.2	-3.9	44.1	81.0	-7	81	77	180	1.86
	4	4.00	4.13	84.9	84.6	7.4	83.8	-7.3	83.5	59.8	59.5	5.2	59.0	-5.1	58.7	126.0	-11	126	121	280	1.86
	5	5.00	5.16	132.7	132.2	11.6	130.9	-11.4	130.4	74.7	74.4	6.5	73.7	-6.4	73.4	180.0	-16	179	173	401	1.85

## Muros de Suporte em Gabiões h=6m

(parte 3/3)

Verificação da segurança ao derrubamento de cada nível (FS &gt;1.0)

Comb E.L

Ni	W <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub>	x <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .x <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub> .x <sub>i</sub>	x <sub>G</sub> =	y <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .y <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub> .y <sub>i</sub>	y <sub>G</sub> =	d W	d Iah	d Iav	d Isch	d IscV	Mderr	Mest	FS
	(kN)		(m)			(m)	(m)			(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(kNm)	(kNm)	
1	18.0	18.0	0.50	9.0	9.0	0.50	0.50	9.0	9.0	0.50	0.54	0.26	0.89	0.43	0.83	4	19	<b>5.22</b>
2	27.0	45.0	0.75	20.3	29.3	0.65	1.50	40.5	49.5	0.90	0.73	0.56	1.28	0.90	1.17	21	71	<b>3.37</b>
3	36.0	81.0	1.00	36.0	65.3	0.81	2.50	90.0	139.5	1.28	0.91	0.86	1.66	1.37	1.50	62	175	<b>2.82</b>
4	45.0	126.0	1.25	56.3	121.5	0.96	3.50	157.5	297.0	1.64	1.10	1.16	2.05	1.85	1.83	136	348	<b>2.55</b>
5	54.0	180.0	1.50	81.0	202.5	1.13	4.50	243.0	540.0	2.00	1.30	1.46	2.44	2.32	2.17	253	608	<b>2.40</b>

Acção Sismica (Cas 1+Kv)

Ni	W <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub>	x <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .x <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub> .x <sub>i</sub>	x <sub>G</sub> =	y <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .y <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub> .y <sub>i</sub>	y <sub>G</sub> =	d Iah	d Iav	DI <sub>sh</sub>	DI <sub>sv</sub> '	Mderr	Mest	FS	
	(kN)		(m)			(m)	(m)			(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(kNm)	(kNm)		
1	18.0	18.0	0.50	9.0	9.0	0.50	0.50	9.0	9.0	0.50	0.54	0.26	0.89	0.43	0.83	8	28	<b>3.32</b>
2	27.0	45.0	0.75	20.3	29.3	0.65	1.50	40.5	49.5	0.90	0.73	0.56	1.28	0.90	1.17	41	97	<b>2.35</b>
3	36.0	81.0	1.00	36.0	65.3	0.81	2.50	90.0	139.5	1.28	0.91	0.86	1.66	1.37	1.50	109	225	<b>2.07</b>
4	45.0	126.0	1.25	56.3	121.5	0.96	3.50	157.5	297.0	1.64	1.10	1.16	2.05	1.85	1.83	220	430	<b>1.96</b>
5	54.0	180.0	1.50	81.0	202.5	1.13	4.50	243.0	540.0	2.00	1.30	1.46	2.44	2.32	2.17	384	728	<b>1.90</b>

Acção Sismica (Cas 1-Kv)

Ni	W <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub>	x <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .x <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub> .x <sub>i</sub>	x <sub>G</sub> =	y <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .y <sub>i</sub>	SW <sub>i</sub> .y <sub>i</sub>	y <sub>G</sub> =	d Iah	d Iav	DI <sub>sh</sub>	DI <sub>sv</sub> '	Mderr	Mest	FS	
	(kN)		(m)			(m)	(m)			(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(kNm)	(kNm)		
1	18.0	18.0	0.50	9.0	9.0	0.50	0.50	9.0	9.0	0.50	0.54	0.26	0.89	0.43	0.83	7.8	26.7	<b>3.43</b>
2	27.0	45.0	0.75	20.3	29.3	0.65	1.50	40.5	49.5	0.90	0.73	0.56	1.28	0.90	1.17	38.8	93.8	<b>2.42</b>
3	36.0	81.0	1.00	36.0	65.3	0.81	2.50	90.0	139.5	1.28	0.91	0.86	1.66	1.37	1.50	102.6	218.8	<b>2.13</b>
4	45.0	126.0	1.25	56.3	121.5	0.96	3.50	157.5	297.0	1.64	1.10	1.16	2.05	1.85	1.83	208.8	419.3	<b>2.01</b>
5	54.0	180.0	1.50	81.0	202.5	1.13	4.50	243.0	540.0	2.00	1.30	1.46	2.44	2.32	2.17	366.9	712.7	<b>1.94</b>

## Muros de Suporte em Betão Ciclópico h=6m (parte 1/2)

### Características geométricas gerais

h =	6.00 m		
a <sub>f</sub> =	0.50 m	a =	5.0 °
H =	6.14 m	a =	0.087 rad
B =	2.90 m		
g <sub>betaoc</sub> =	24.0 kN/m <sup>3</sup>		

### Características do Terreno

i =	20.0 °	0.349 rad	
f =	30.0 °	0.524 rad	
d =	27.0 °	0.471 rad	
g <sub>solo</sub> =	20.0 kN/m <sup>3</sup>		
m =	0.58 coef atrito base	f =	30.0 °
K <sub>a</sub> =	0.601		
K <sub>ah</sub> =	0.463		
K <sub>av</sub> =	-0.383	x <sub>G</sub> =	1.18 m
		y <sub>G</sub> =	2.45 m

### Ação da Sobrecarga

SC <sub>1</sub> =	10.00 kN/m <sup>2</sup>		
a <sub>1</sub> =	0.31 rad	17.57 °	
a <sub>2</sub> =	0.22 rad	12.57 °	
e =	1.35 rad	77.43 °	
b =	1.79 rad	102.57 °	

### Accão Sísmica

f =	30.0 °	0.524 rad	g <sub>r</sub> =	1
f <sub>d</sub> =	30.0 °	0.524 rad		
d =	27.0 °	0.471 rad		

### Coef impulso

ka =	0.601	Impulso activo	
kah =	0.463	Ia <sub>base</sub> =	227 kN/m
kav =	-0.383	Ia <sub>h</sub> =	175 kN/m
		Ia <sub>v</sub> =	-144 kN/m
		(ver NA.I 1981-1:2004 pag 222)	
ag =	1.7		
S =	1.27		
a =	0.22 a <sub>g</sub> /g	K <sub>h</sub> =	0.11 Coef Sísmico
r =	2.0	K <sub>v</sub> =	0.03

### Cas 1+K<sub>v</sub>

q <sub>A</sub> =	6.1 °	0.106 rad	IsA =	343.2 kN/m
g <sub>A</sub> =	20.8 kN/m <sup>3</sup>		IsA <sub>h</sub> =	264.6 kN/m
kasA =	0.876		IsA <sub>v</sub> =	-218.6 kN/m
kashA =	0.67		Dis <sub>h</sub> =	89.8 kN/m
kasvA =	-0.56		Dis <sub>v</sub> =	-74.2 kN/m

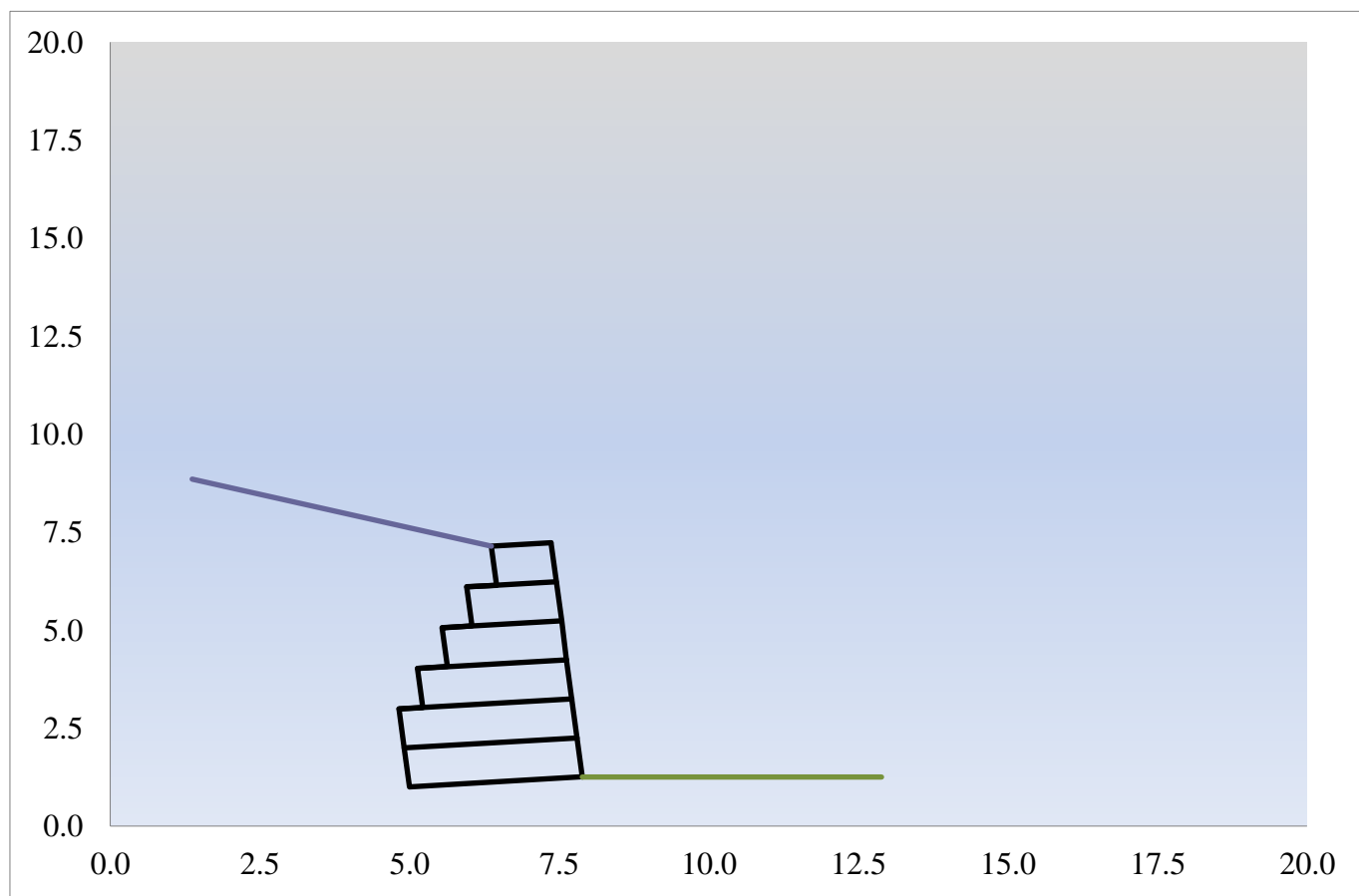
### Geometria do Muro

Camada i	H	h <sub>i</sub>	b <sub>i</sub>	d <sub>i</sub>	W <sub>i</sub>	x <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .x <sub>i</sub>	y <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> .y <sub>i</sub>
	(m)	(m)	(m)	(m)	(kN/m)	(m)		(m)	
1	1.00	1.00	1.00	0.00	24.00	0.50	12.0	5.5	132.0
2	2.00	1.00	1.50	0.00	36.00	0.75	27.0	4.5	162.0
3	3.00	1.00	2.00	0.00	48.00	1.00	48.0	3.5	168.0
4	4.00	1.00	2.50	0.00	60.00	1.25	75.0	2.5	150.0
5	5.00	1.00	2.90	0.00	69.60	1.45	100.9	1.5	104.4
6	6.00	1.00	2.90	0.00	69.60	1.45	100.9	0.5	34.8
7	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
8	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
9	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
10	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
11	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
12	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
13	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
14	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
15	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
S =	307.20	S W <sub>i</sub> .x <sub>i</sub> =	363.8	S W <sub>i</sub> .y <sub>i</sub> =	751.2				

translação grafico

5

1



### Cas 1-K<sub>v</sub>

q <sub>B</sub> =	6.5 °	0.113 rad	IsB =	332.5 kN/m
g <sub>B</sub> =	19.5 kN/m <sup>3</sup>		IsA <sub>h</sub> =	256.3 kN/m
kasB =	0.91		IsA <sub>v</sub> =	-211.8 kN/m
kashB =	0.70		Dis <sub>h</sub> =	81.6 kN/m
kasvB =	-0.58		Dis <sub>v</sub> =	-67.4 kN/m

### Verificação da Estabilidade global do Muro de Suporte

#### Comb Rara

W =	307.2 kN/m	Coef.	1.00
s' =	1.39 m		
I <sub>ah</sub> =	174.7 kN/m		1.00
d <sub>1</sub> =	1.795 m		
I <sub>av</sub> =	144.4 kN/m		1.00
s <sub>1</sub> =	2.43 m		
I <sub>sch</sub> =	28.4 kN/m		1.00
d <sub>2</sub> =	2.82 m		
I <sub>scv</sub> =	23.5 kN/m		1.00
s <sub>2</sub> =	2.20 m		

#### Factor de Segurança ao Derrubamento

M <sub>derr</sub> =	393.8 kNm/m	FS <sub>derr</sub> =	2.11
M <sub>est</sub> =	831.0 kNm/m		Verifica

#### Factor de Segurança ao Deslizamento

N' =	491.0 kN/m	FS <sub>dest</sub> =	1.76
T' =	161.0 kN/m		Verifica
M' =	274.8 kNm/m		

#### Tensões no solo

Tratamento de fundação h= 0.00 m

#### Comb Rara

e (m) =	0.56	L =	1.00
S <sub>min</sub> =	0.0 kN/m <sup>2</sup>	B/6 (m) =	0.48
S <sub>máx</sub> =	367.6 kN/m <sup>2</sup>	B (m) =	2.90
S <sub>méd</sub> =	275.7 kN/m <sup>2</sup>	d (m) =	2.67
d/B =	92% Verifica	B-d (m) =	0.23
q <sub>ref</sub> =	276 kN/m <sup>2</sup>	q <sub>ref,z</sub> =	276 kN/m <sup>2</sup>

## Muros de Suporte em Betão Ciclópico h=6m (parte 2/3)

### Verificação da Estabilidade global do Muro de Suporte

Acção Sísmica (Cas 1+Kv)		Coef.	Acção Sísmica (Cas 1-Kv)		Coef.
W =	307.2 kN/m	1.00	W =	307.2 kN/m	1.00
s' =	1.39 m		s' =	1.39 m	
I <sub>ah</sub> =	174.7 kN/m	1.00	I <sub>ah</sub> =	174.7 kN/m	1.00
d <sub>1</sub> =	1.79 m		d <sub>1</sub> =	1.79 m	
I <sub>av</sub> =	144.4 kN/m	1.00	I <sub>av</sub> =	144.4 kN/m	1.00
s <sub>1</sub> =	2.43 m		s <sub>1</sub> =	2.43 m	
DI <sub>sh</sub> =	89.8 kN/m	1.00	DI <sub>sh</sub> =	81.6 kN/m	1.00
d <sub>2</sub> =	2.82 m		d <sub>2</sub> =	2.82 m	
DI <sub>sv</sub> =	74.2 kN/m	1.00	DI <sub>sv</sub> =	67.4 kN/m	1.00
s <sub>2</sub> =	2.20 m		s <sub>2</sub> =	2.20 m	
<b>Factor de Segurança ao Derrubamento</b>			<b>Factor de Segurança ao Derrubamento</b>		
M <sub>derr</sub> = 567 kNm/m			M <sub>derr</sub> = 544 kNm/m		
M <sub>est</sub> = 943 kNm/m			M <sub>est</sub> = 928 kNm/m		
<b>FS<sub>derr</sub> = 1.66</b>			<b>FS<sub>derr</sub> = 1.71</b>		
<b>Verifica</b>			<b>Verifica</b>		
<b>Factor de Segurança ao Deslizamento</b>			<b>Factor de Segurança ao Deslizamento</b>		
N' = 547 kN/m			N' = 539 kN/m		
T' = 218 kN/m			T' = 210 kN/m		
M' = 417 kNm/m			M' = 398 kNm/m		
<b>FS<sub>dest</sub> = 1.45</b>			<b>FS<sub>dest</sub> = 1.48</b>		
<b>Verifica</b>			<b>Verifica</b>		

### Tratamento de fundação h= 0.00 m

Tensões no solo		L=	Tensões no solo	
e (m) =	0.76	B/6 (m) =	0.48	
S <sub>mín</sub> =	0.0 kN/m <sup>2</sup>	B (m) =	2.90	
S <sub>máx</sub> =	530.3 kN/m <sup>2</sup>	d (m) =	2.06	
S <sub>méd</sub> =	397.7 kN/m <sup>2</sup>	B-d (m) =	0.84	
d/B =	71% <b>Verifica</b>			
q <sub>ref</sub> =	398 kN/m <sup>2</sup>	q <sub>ref,z</sub> =	398 kN/m <sup>2</sup>	
e (m) =	0.74	B/6 (m) =	0.48	
S <sub>mín</sub> =	0.0 kN/m <sup>2</sup>	B (m) =	2.90	
S <sub>máx</sub> =	504.9 kN/m <sup>2</sup>	d (m) =	2.14	
S <sub>méd</sub> =	378.7 kN/m <sup>2</sup>	B-d (m) =	0.76	
d/B =	74% <b>Verifica</b>			
q <sub>ref</sub> =	379 kN/m <sup>2</sup>	q <sub>ref,z</sub> =	379 kN/m <sup>2</sup>	