

CARACTERÍSTICAS DO TERRENO

γ =	19	KN/m ³
φ =	32	graus

h =	0,14
kv =	0,09

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{\beta_h}{1 \pm \beta_v}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{\beta_h}{1 \pm \frac{2}{3}\beta_h}\right)$$

α =	18,10
i =	0,00
δ'd =	17,71
φ'd =	26,56
θ =	8,78
δ'd + α(terr) =	35,81
μ =	0,5
inc.terr =	71,9

Ko =	0,553
Ka =	0,499
Kas =	0,645
Ks =	0,146

COTAS

Htot =	8,85
Δ =	0
H =	8,85
L =	13,3

COMBINAÇÃO DE ACÇÕES

	Acções	
	Derrub	Desliz
γG desf	1,10	1,00
γG fav	0,90	1,00
γQ desf	1,50	1,30
γQ fav	0,00	0,00

Material	
γ (γ) =	1,00
γ (φ) =	1,25

ELEMENTOS e CENTROS DE MASSA

W =	2340
W =	4040
W =	540
W =	906
W =	135
W =	246
F apo =	1312
Wtot =	8207

x	y
3,50	0,60
1,81	4,31
4,00	3,95
4,00	7,30
2,67	3,03
3,09	8,88
4,15	7,90
3,13	3,50

IMPLUSOS

I (Q) =	586,9881	I, h (Q) =	476,04	kN	
		I, v (Q) =	343,42	kN	
I (γ) =	4935,102	I, h (γ) =	4002,34	kN	
		I, v (γ) =	2887,30	kN	
I (s) =	1449,666	I, h (s) =	1175,67	kN	
		I, v (s) =	848,13	kN	
F long =	1119,47	kN	→	55,97	kN

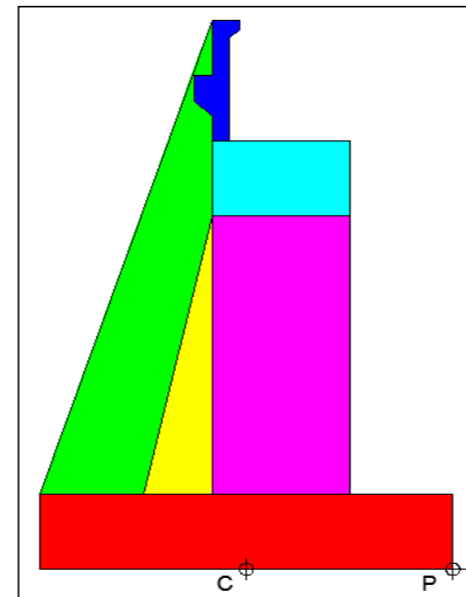
Em relação a P:

x	y
4,95	4,43

x	y
5,43	2,95

x	y
4,46	5,90

y
6,90



DERRUBAMENTO M stb > M dst

M stb =	33462	kNm
M dst =	1859	kNm

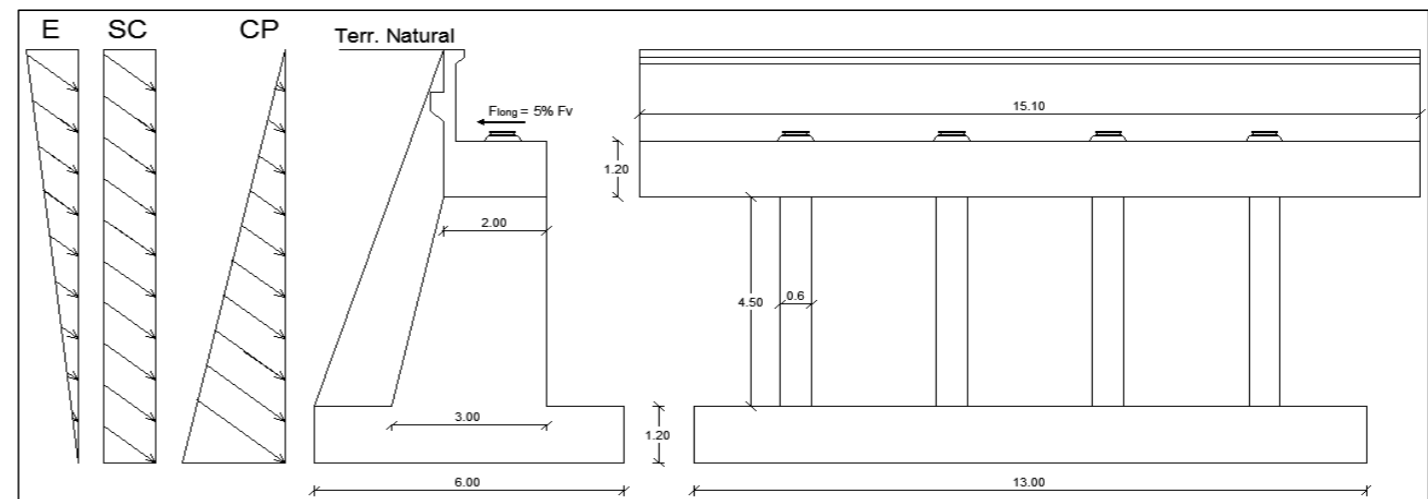
OK

I (Q)	I (γ)	I (s)	
407,9702	-3865,42	3150,554	
γ's	1,5	0,9	1,5

DESILIZAMENTO H rd > H sd

H rd =	6269
H sd =	6150

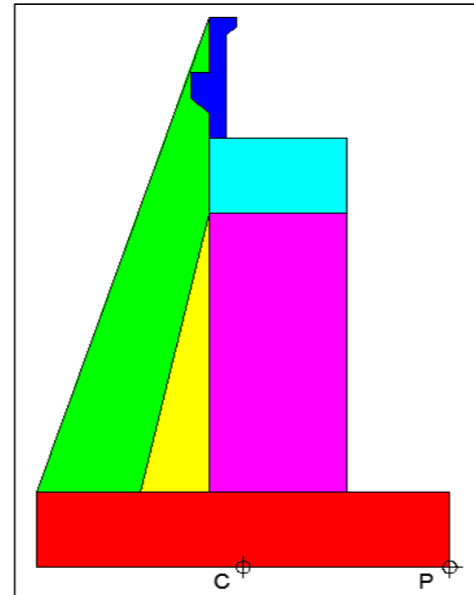
OK



ELEMENTOS (L = Z efect.)

W =	2340
W =	4040
W =	540
W =	906
W =	135
W =	246
F apo =	1312
Wtot =	8207

x	y
3,50	0,60
1,81	4,31
4,00	3,95
4,00	7,30
2,67	3,03
3,09	8,88
4,15	7,90
3,13	3,50



IMPLUSOS

I(Q) =	586,9881	I,h(Q) =	476,04	kN
		I,v(Q) =	343,42	kN
I(y) =	4935,102	I,h(y) =	4002,34	kN
		I,v(y) =	2887,30	kN
I(s) =	1449,666	I,h(s) =	1175,67	kN
		I,v(s) =	848,13	kN

Em relação a C

x [m]	y [m]
1,95	4,43
x [m]	y [m]
2,43	2,95
x [m]	y [m]
1,46	5,90

MOMENTOS ACTUANTES

Nb =	12750	[kN]
N =	10410	[kN]

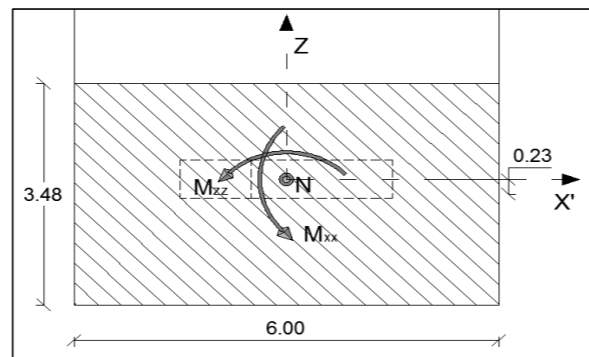
Mz

I(Q)	I(y)	I(s)	
1438,23	4796,49	5694,95543	15397 [KNm] (*)
y's	1,5	1,1	11543 [KNm] (**)

Mx

Fh [kN]	h [m]	
131,33	6,9	5437 [KNm] (*)
		3625 [KNm] (**)

L(z) =	13	m	h =	1,2	m
L(x) =	6	m			



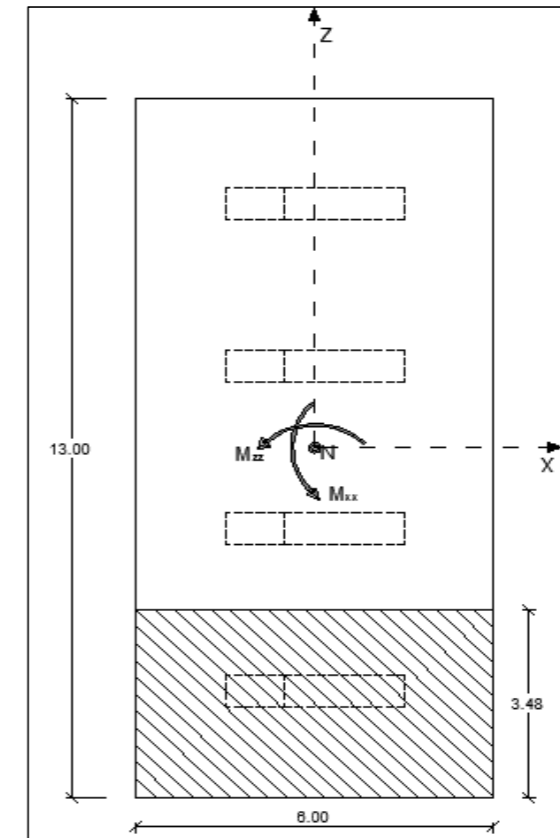
(*) - momento de cálculo na base da sapata
 (***) - momento transmitido pelas acções (não majorado)

EXCENTRICIDADE

e(x) [m] =	1,208	a' [m] =	3,58
e(z) [m] =	0,426	b' [m] =	12,15

TENSÃO NO TERRENO

P [kN]	12750	σ (terr) =	293	Kpa	<	σ (adm) =	300	Kpa
base[m2]	43,54							
OK								



Fustes

L(z) =	0,6	m
L(x) =	3	m

Sapata

L(z) =	13	m
L(x) =	6	m
L(z,ef) =	3,48	m

h =	1,2	m
-----	-----	---

Segundo X	Segundo Z
e = 1,109 [m]	e = 0,145 [m]
e/a0 = 0,370	e/a0 = 0,241
K = 0,176	K = 0,176
R1 = 10669,84 [kN]	R1 = 1826,31 [kN]
Ax/m = 53,45 [cm2/m]	Az/m = 23,62 [cm2/m]
Arm. Adoptada: φ 25 // 0,15 + φ 20 // 0,15	Arm. Adoptada: φ 20 // 0,2 + φ 16 // 0,2

Interpolação

e/a0	0	0,25	0,5	1	1,5
K	0,25	0,2	0,15	0,1	0,05

CARACTERÍSTICAS DO TERRENO

$\gamma =$	19	KN/m ³	$\alpha =$	18,10	$K_o =$	0,553
$\phi =$	32	graus	$i =$	0,00	$K_a =$	0,499
$k_h =$	0,140		$\delta'd =$	17,71	$K_{as} =$	0,645
$k_v =$	0,093		$\phi'd =$	26,56	$K_s =$	0,146
			$\theta =$	8,78		
			$\delta'd + \alpha(\text{terr}) =$	35,81		
			$\mu =$	0,5		
			$\text{inc.terr} =$	71,9		

COMBINAÇÃO DE AÇÕES

	Ações		Material
	Derrub	Desliz	
$\gamma_G \text{ desf}$	1,10	1,00	$\gamma(\gamma) =$ 1,00
$\gamma_G \text{ fav}$	0,90	1,00	$\gamma(\phi') =$ 1,25
$\gamma_Q \text{ desf}$	1,50	1,30	
$\gamma_Q \text{ fav}$	0,00	0,00	

MATERIAIS

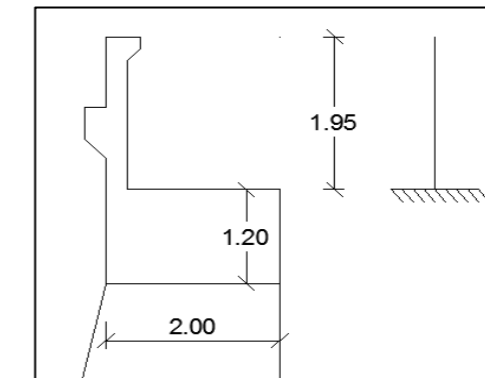
Betão C30/37		
$f_{ck} =$	30,00	MPa
$f_{cd} =$	20,00	MPa
$f_{ctm} =$	2,90	MPa

Aço A500 NR		
$f_{syk} =$	500,00	MPa
$f_{syd} =$	434,78	MPa

ESPELHO

$I(\gamma) =$	19,97	kN/m	$b =$	0,65	m	$h_{esp} =$	1,95	m
$I(Q) =$	10,78	kN/m	$b =$	0,98	m	$M(\gamma) =$	12,98	kNm/m
						$M(Q) =$	10,51	kNm/m

$M_{sd} =$	33,29	kNm/m					
$d =$	0,2	m	$\mu =$	0,0416	$A_{s,min} =$	3,02	cm ² /m
$b =$	1	m	$w =$	0,0433	$A_s =$	3,99	cm ² /m
Adopta: $\phi 12 // 0,20$ (5,65 cm ² /m)							

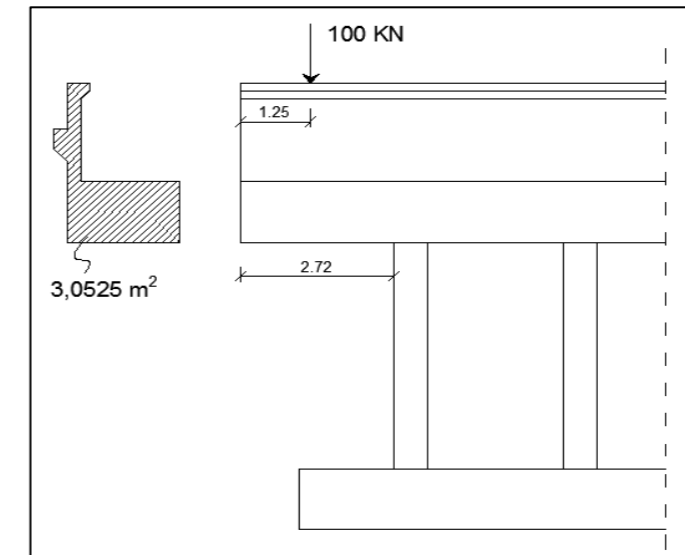


VIGA DE ESTRIBO

Peso Próprio + Veículo tipo

$A =$	3,05	m ²	$H_{seção} =$	1,20	m	$M_{pp} =$	282,30	kNm
$\gamma_{betão} =$	25,00	kN/m ³	$L =$	2,72	m	$M_{vt} =$	147,00	kNm

$M_{sd} =$	601,60	kNm					
$d =$	1,15	m	$\mu =$	0,0114	$A_{s,min} =$	34,68	cm ²
$b =$	2	m	$w =$	0,0115	$A_s =$	12,17	cm ²
Adopta: 18 $\phi 16$ (36,18 cm ²)							



Impulsos de Terra

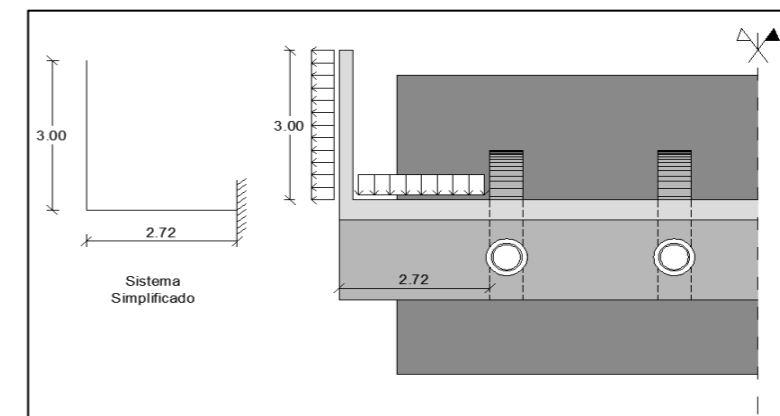
Impulso em repouso de Terras

$I_{cp} =$	16,54	kN/m
------------	-------	------

Impulso de Terras devido a uma sobrecarga de 10 kN/m² no terraplano

$I_{sc} =$	5,53	kN/m
------------	------	------

$M_{sd} =$	251,12	kNm/m					
$d =$	1,95	m	$\mu =$	0,0033	$A_{s,min} =$	29,41	cm ²
$b =$	1	m	$w =$	0,0033	$A_s =$	2,97	cm ²
Adopta: $\phi 25 // 0,15$ (32,72 cm ²)							



GIGANTES

Direcção Transversal

Verificação da Segurança à Flexão

Fsc = 131,33 kN

Msd = 443,24 kNm	(Despreza-se o esforço de compressão)
d = 0,55 m	$\mu = 0,0244$ $A_{s,min} = 24,88 \text{ cm}^2/\text{m}$
b = 3 m	w = 0,0250 $A_s = 18,99 \text{ cm}^2/\text{m}$
Adopta: $\phi 20 // 0,10$ (31,42 cm ² /m)	

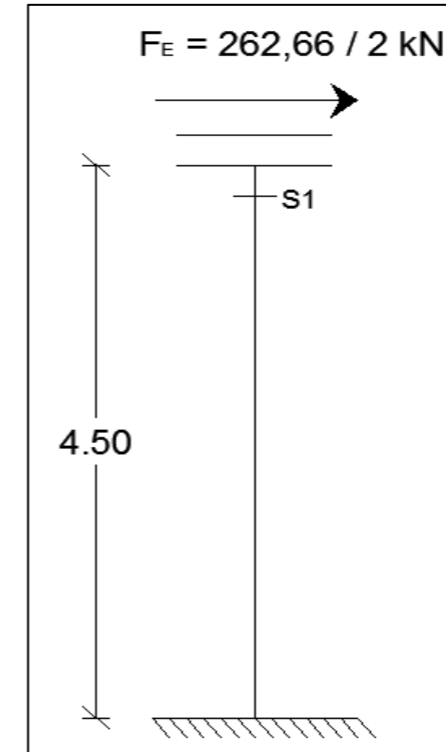
Verificação da Segurança ao Esforço Transverso

Vsd = 197,00 kN Vrd,max 6790,33 kN

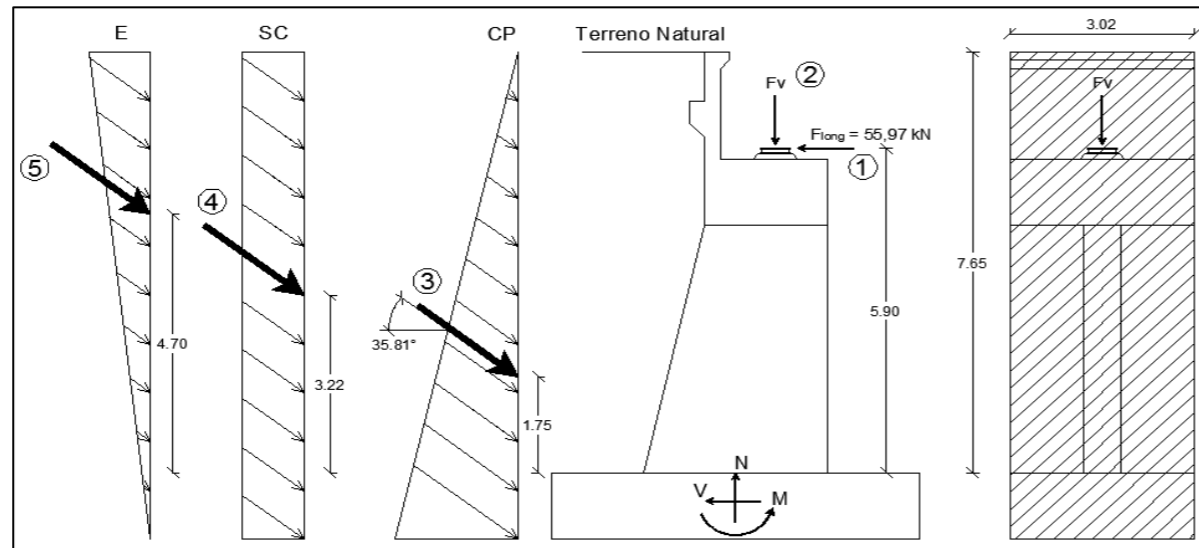
d = 0,55 m	(Asw/s) min = 26,29 cm ²
z = 0,50 m	(Asw/s) = 5,28 cm ²
$\theta = 30,00^\circ$	
v = 0,53	
b = 3,00 m	Adopta: $\phi 12 // 0,20 + \phi 10 // 0,20$ c/ 6 ramos (27,00 cm ²)

Momento da secção S1 transmitido à Viga de Estribo

Msd,S1 = 443,24 kNm
d = 3,1 m $\mu = 0,0092$ $A_{s,min} = 11,69 \text{ cm}^2$
b = 0,25 m w = 0,0093 $A_s = 3,32 \text{ cm}^2$
Adopta: 10 $\phi 16$ (20,11 cm ²)



Direcção Longitudinal



Combinação 1 - Acção Variável Base: SOBRECARGAS (Coef. Impulso em Repouso)

Acção	Força (kN)	Braço (m)	M = F x b (kN·m)
1	55,97	5,90	330
2	794,13	0,65	516
3	752,81	1,75	1317
4	103,59	3,22	334
Σ	1706,50		2497,38

CP = 548,21 kN	L = 3,02 m
SC max = 245,92 kN	H = 7,65 m
CP (γ) = 80,36 kN/m ²	IO,d (γ) = 928,26 kN
SC = 10,00 kN/m ²	IO,d (SC) = 127,73 kN

IO,dy (γ) = 752,81 kN
IO,dy (sc) = 103,59 kN

Combinação 2 - Acção Variável Base: SISMO (Coef. Impulso Activo)

Acção	Força (kN)	Braço (m)	M = F x b (kN·m)
1	55,97	5,90	330
2	628,40	0,65	408
3	752,81	1,75	1317
5	199,47	4,70	938
Σ	1636,65		2993,61

CP = 548,21 kN L = 3,02 m
 Sismo = 80,19 kN H = 7,65 m
 Ia,d (E) = 245,96 kN Ia,dy (E) = 199,47 kN

A combinação 2 é a mais condicionante, logo os esforços de cálculo são os seguintes:

Verificação da Segurança à Flexão

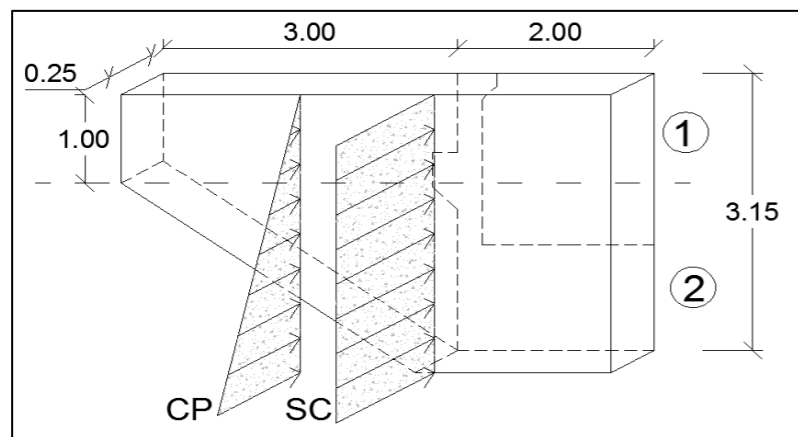
Msd = 4490,42 kNm					
d = 1,95 m	μ = 0,0984	As,min = 17,64 cm ²	5 φ 20 (15,71 cm ²)		
b = 0,60 m	w = 0,1081	As = 58,18 cm ²			
	Adopta:	6 φ 25 + 6 φ 25 (58,92 cm ²)			

Verificação da Segurança ao Esforço Transverso

Vsd = 2454,98 kN Vrd,max 7284,17 kN

d = 2,95 m	(Asw/s) min = 5,26 cm ²
z = 2,66 m	(Asw/s) = 12,28 cm ²
θ = 30,00 °	
v = 0,53	
b = 0,60 m	

ASA



A1 = 3,00 m²
 A2 = 3,23 m²

Verificação da Segurança à Flexão

Msd = 175,74 kNm	Msd = 58,58 kNm/m
d = 0,2 m	μ = 0,0732 As,min = 3,02 cm ² /m
b = 1 m	w = 0,0786 As = 7,23 cm ² /m
	Adopta: φ 12 // 0,10 (11,31 cm ² /m)

Verificação da Segurança ao Esforço Transverso

Vsd = 151,48 kN Vsd = 50,49 kN/m Vrd,max 823,07 kN

d = 0,20 m	(Asw/s) min = 8,76 cm ² /m
z = 0,18 m	(Asw/s) = 3,73 cm ² /m
θ = 30,00 °	
v = 0,53	
b = 1,00 m	Adopta: φ 12 // 0,10 (11,31 cm ² /m)

Impulsos em repouso de Terras no muro

I1,h = 15,76 kN b1 = 1,50 m
 I2,h = 50,81 kN b2 = 1,00 m

Impulso de Terras devido a uma sobrecarga de 10 kN/m² no terraplano

I1 = 16,59 kN b1 = 1,50 m
 I2 = 17,83 kN b2 = 1,00 m