PROJETO EXECUTIVO

CONTENÇÃO CÓRREGO LAVA PÉS

MURO DE GABIÃO E CONTENÇÕES ADJACENTES

CONSELHEIRO LAFAIETE (MG) - RUA GERALDO GERVÃO

MEMORIAL DE CÁLCULO

REVISÕES								
	0	EMISSAO INICIAL	B	NOV./2025	LAG	MHAC	MHAC	MHAC
	Nº	DESCRIÇÃO	T.E.	DATA	PREP.	VERIF	APROV	LIBER.

T.E – TIPOS DE EMISSÃO

A – Preliminar	C – P/ Conhecimento	E – P/ Construção	G – Conforme construído	L – Aprovado
B – P/ Aprovação	D – P/ Cotação	F – Conforme comprado	H – Cancelado	

Preparado	Verificado	Aprovado	Liberado	Data	O.S.
LAG	MHAC	MHAC	MHAC	NOV./2025	2287

	Nº CEPROL:	Rev.:	PÁGINA:
CAVA INFRAESTRUTURA	**CEP-2287-PE-MC0003**	**00**	1
		Nº CLIENTE:	

SUMARIO	PÁG
1. GABIÃO	3
2. ESTABILIDADE EXECUÇÃO	12
3. CONTENÇÃO PROV. SOLO GRAMP.	18
4. CONTENÇÃO PROV. CORTIN.EST.	31
5. SONDAGENS	46

1. GABIÃO

Conforme relatado no relatório "CEP-2287-AP-REL0001", será feito um novo gabião no local do existente que está apresentando deficiências. Será primeiro verificado com o software GAWAC, no entanto esse software é específico para o dimensionamento local e global de Gabião porém apresenta algumas limitações na análise de estabilidade global na fase de execução. Assim, a fase de execução (escavação) será analisada também no software Slide posteriormente neste relatório.

Foram analisados todos os aspectos relevantes, referentes à segurança, estabilidade e durabilidade da estrutura. Além disso, foi avaliado previamente que a situação de cheia do córrego representa uma situação mais crítica do que uma situação de seca.

1.1 Critérios Utilizados

Os parâmetros abaixo serviram como base para a determinação da estabilidade da contenção em gabião. A partir da caracterização do solo a partir das sondagens na região de implantação do muro, correlacionou-se com os parâmetros apresentados a seguir.

Classificação dos solos: Norma NBR 7250

Solo	Índice de resistência à penetração	Designação
Areia e Silte arenoso	≤ 4	fofa (o)
	5 a 8	pouco fofa (o)
	9 a 18	medianamente compacta (o)
	19 a 40	compacta (o)
	> 40	muito compacta (o)
Argila e Silte argiloso	≤ 2	muito mole
	3 a 5	mole
	6 a 10	média (o)
	11 a 19	rija (o)
	> 19	dura (o)

Areias e Solos Arenosos					
Compacidade	**γ (t/m³)**	**C (t/m²)**	**ϕ °**	**E (t/m²)**	**ν**
Fofa	1,6	0	25 - 30	100 - 500	0,3 a 0,4
Pouco Compacta	1,8	0	30 - 35	500 - 1400	
Medianamente Compacta	1,9	0	35 - 40	1400 - 4000	
Compacta	2,0	0	40 - 45	4000 - 7000	
Muito Compacta	> 2,0	0	> 45	> 7000	
Argilas e Solos Argilosos					
Consistência	**γ (t/m³)**	**C (t/m²)**	**ϕ °**	**E' (t/m²)**	**ν**
Muito Mole	1,3	0 - 1,2	0	30 - 120	0,4 a 0,5
Mole	1,5	1,2 - 2,5	0	120 - 280	
Média	1,7	2,5 - 5,0	0	280 - 500	
Rija	1,9	5,0 - 15,0	0	500 - 1500	
Dura	> 2,0	> 15,0	0	> 1500	

(Marangon, 2009)

N (golpes)	Consistência	Peso específico (KN/m³)
≤ 2	Muito mole	13
3 - 5	Mole	15
6 - 10	Média	17
11 - 19	Rija	19
≥ 20	Dura	21

(Godoy, 1972)

N (golpes)	Consistência	Peso específico (KN/m³)		
		Areia seca	Úmida	Saturada
< 5 5 - 8	Fofa Pouco compacta	16	18	19
9 – 18	Medianamente compacta	17	19	20
19 - 40 > 40	Compacta Muito compacta	18	20	21

(Godoy, 1972)

Correlações de ângulo de atrito, diversos autores.

Autor	Correlação - ϕ°
Godoy (1983)	$\emptyset = 28° + 0{,}4.N$
de Mello (1971)	$\tan \emptyset = \frac{0{,}712}{(1{,}49 - D_r)}$
Teixeira (1996)	$\emptyset = \sqrt{20.N} + 15$

1.1.1 CARACTERÍSTICAS DO SOLO DO ATERRO

As características do solo do terrapleno consideradas na verificação são:

– Areia

- Ângulo de atrito interno do solo (ϕ') = 30º;
- Coesão efetiva do solo (c') = 0 kPa;
- Peso específico do solo (γs) = 1,8 tf/m³;
- Inclinação do aterro (α) = 0 graus.

1.1.2 CARACTERÍSTICAS DO SOLO DO TERRAPLENO

As características do solo do terrapleno segundo as sondagens dos furos SP-01 a SP-05 consideradas na verif

– Argila Siltosa a Silte Argiloso , nSPT = 3 a 5

- Ângulo de atrito interno do solo (ϕ') = 24º;
- Coesão efetiva do solo (c') = 10 kPa;
- Peso específico do solo (γs) = 1,5 tf/m³;
- Inclinação do corte (α) = 45 graus.

1.1.3 CARACTERÍSTICAS DO SOLO DE FUNDAÇÃO SUPERFICIAL

Segundo o relatório de sondagem do furo SP-01 a SP-05, a contenção se apoia em:

– Silte Arenoso, SPT médio>10

- Ângulo de atrito interno do solo (ϕ') = 35º;
- Coesão efetiva do solo (c') = 0 kPa.
- Peso específico do solo (γs) = 1,9 tf/m³;
- Tensão máxima admissível ($\sigma_{máx.}$) = 20,0 tf/m²

1.1.4 CARACTERÍSTICAS DO SOLO DE FUNDAÇÃO CAMADA 1

Segundo o relatório de sondagem dos furos SP-01 a SP-05, a contenção se apoio em:

– Areia Fina a Média, SPT médio>20

- Ângulo de atrito interno do solo (ϕ') = 45º;
- Coesão efetiva do solo (c') = 0 kPa.
- Peso específico do solo (γs) = 2,0 tf/m³;
- Tensão máxima admissível ($\sigma_{máx.}$) = 20,0 tf/m²

1.1.5 CARACTERÍSTICAS DO MURO EM GABIÃO

As características do muro de gabião consideradas no cálculo original são:

- Altura máxima da estrutura (h) = 8,5m;
- Largura da base do muro (B) = 8m;
- Inclinação da base do muro de gabião (β) = 6º;
- Peso específico do material de preenchimento (γr) = 2,52 tf/m³;
- Porosidade (η) = 30%;
- Redução do atrito devido ao geotêxtil = 5%.

1.2 CARREGAMENTOS

1.2.1 CARREGAMENTOS PERMANENTES

Peso próprio da estrutura

Peso do solo

1.2.2 CARREGAMENTOS VARIÁVEIS

Ação sobrecarga no talude = 2,0kN/m²;

1.3 SISTEMAS COMpUTACIONAIS UTILIZADOS

- Gawacwin – Resolução estruturas em gabião

1.4 RESULTADO DA ANÁLISE CONTENÇÕES

GAWAC 3.0
Gabion Wall Design Software

MACCAFERRI
www.maccaferri.com

14/10/2025 pag. 1 / 4

Project Information

Title	Client	Description
Number	Designer	
		Comments

Input

Eurocode 7 EN 1997-1 (EU) - DESIGN APPROACH 1: A1+M1+R1

Wall data

Wall batter [°]	6.00
Rockfill unit weight [tf/m³]	2.52
Porosity of gabions [%]	30.00
Geotextile in the backfill	Yes
Friction reduction [%]	5.00
Geotextile on the base	Yes
Friction reduction [%]	1.7E38

Backfill soil data

Inclination of Stretch 1 [°]	7.00
Length of stretch 1 [m]	14.80
Inclination of Stretch 2 [°]	23.00
Soil unit weight [tf/m³]	1.80
Soil friction angle [°]	30.00
Soil cohesion [tf/m²]	0.00

Layer	Initial height [m]	Incl. angle deg	Unit weight [tf/m³]	Cohesion [tf/m²]	Friction angle [deg]
1	0.00	45.00	1.50	1.00	24.00

Foundation data

Top surface height [m]	1.50
Top surface init. length [m]	0.00
Top surface incl. angle [°]	0.00
Soil unit weight [tf/m³]	1.90
Soil friction angle [°]	35.00
Soil cohesion [tf/m²]	0.00
Foundation allowable pressure [tf/m²]	20.00
Water table height [m]	7.00

Layer	Depth [m]	Unit weight [tf/m³]	Cohesion [tf/m²]	Friction angle [deg]
1	0.50	2.00	0.00	45.00

Loads data

Distributed loads on backfill			
First stretch [tf/m²]	Variable Unfavorable	q1	2.00
Second stretch [tf/m²]	Variable Unfavorable	q2	2.00
Distributed loads on wall			
Load [tf/m²]	Variable Favorable		
Line loads on backfill			
Load 1 [tf/m]	Variable Unfavorable		
Distance from wall face [m]			
Load 2 [tf/m]	Variable Unfavorable		
Distance from wall face [m]			
Load 3 [tf/m]	Variable Unfavorable		
Distance from wall face [m]			
Line load on wall			
Load [tf/m]	Permanent Unfavorable		1.25
Distance from wall face [m]			0.50

Phreatic surface data

Initial height [m]	0.00
Inclination of the 1st stretch [°]	0.00
Length of the 1st stretch [m]	0.00
Inclination of the 2nd stretch [°]	0.00
Length of the 2nd stretch [m]	0.00

Seismic action data

Horizontal coefficient	
Vertical coefficient	

Product

Ambient	Low Aggressive

Mesh	GSC 0.5	GSC 1.0
Gabion POLIMAC™ 80/489	978	489

GAWAC 3.0
Gabion Wall Design Software

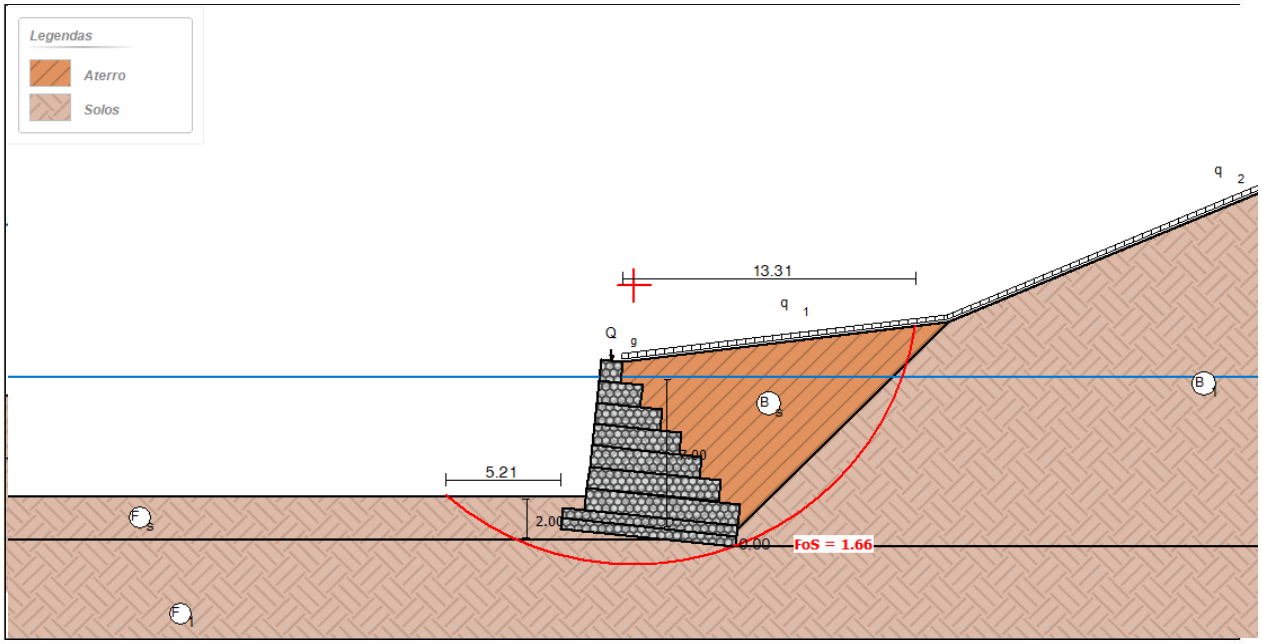
MACCAFERRI
www.maccaferri.com

Results

Eurocode 7 EN 1997-1 (EU) - DESIGN APPROACH 1: A1+M1+R1

ULS Ultimate Limit State

Wall Design



Stability Analysis Results

Active and Passive Thrust

Active Thrust [tf/m]	71.06
Point of application ref. to X axis [m]	6.25
Point of application ref. to Y axis [m]	2.03
Direction of the thrust ref. to X axis [°]	59.37
Passive Thrust [tf/m]	4.57
Point of application ref. to X axis [m]	0.05
Point of application ref. to Y axis [m]	0.50
Direction of the thrust ref. to X axis [°]	0.00

Sliding

Normal force on the base [tf/m]	114.15
Point of application ref. to X axis [m]	4.25
Point of application ref. to Y axis [m]	-0.45
Tangential active force [tf/m]	29.62
Tangential resistance force [tf/m]	90.39
Sliding check	3.05

Overturning

Overturning Moment [kN/m x m]	74.49
Restoring Moment [kN/m x m]	497.57
Overturning check	6.68

Stresses Acting on Foundation

Eccentricity	-0.25
Normal stress on outer border [tf/m²]	11.67
Normal stress on inner border [tf/m²]	17.11
Ultimate stress on foundation[tf/m²]	20.00
Stress on foundation (Toe) check	1.71
Stress on foundation (Heel) check	1.17

Global Stability | Bishop

Center of the arch referred to X axis [m]	3.31
Center of the arch referred to Y axis [m]	11.26
Overall Stability Check	1.66

GAWAC 3.0

Gabion Wall Design Software

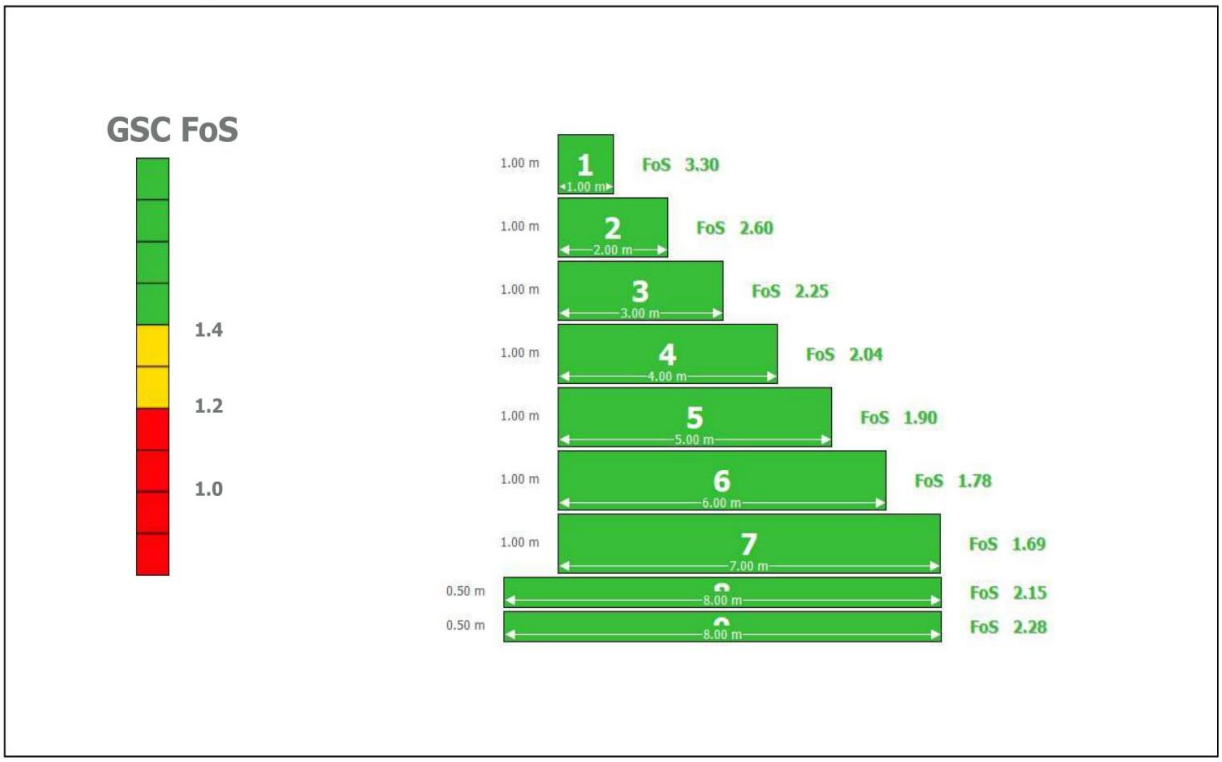
MACCAFERRI
www.maccaferri.com

Results

Eurocode 7 EN 1997-1 (EU) - DESIGN APPROACH 1: A1+M1+R1

SLS Serviceability Limit State

Gabion Serviceability Coefficient



ULS Ultimate Limit State

External stability

Overturning check		Sliding check		Stress on foundation (Toe) Check		Stress on foundation (Heel) Check	
FoS	**6.68**	**FoS**	**3.05**	**FoS**	**1.71**	**FoS**	**1.17**

Global

Global Stability Check	
FoS	**1.66**

Internal stability

Layer	H [m]	N [tf/m]	T [tf/m]	M [kN/m x m]	τ_{Max} [tf/m]	τ_{All} [tf/m²]	τ FoS	σ_{Max} [tf/m²]	σ_{All} [tf/m²]	σFoS
1	0.99	3.44	-0.23	1.99	-0.23	5.43	**23.61**	2.98	58.20	**19.53**
2	2.09	9.32	1.42	8.68	0.71	6.65	**9.37**	5.00	58.20	**11.64**
3	3.19	18.56	3.01	26.28	1.00	8.18	**8.18**	6.55	58.20	**8.89**
4	4.29	30.79	4.80	59.20	1.20	9.69	**8.07**	8.01	58.20	**7.27**
5	5.39	46.01	6.84	110.59	1.37	11.19	**8.17**	9.57	58.20	**6.08**
6	6.49	64.19	9.16	185.01	1.53	12.69	**8.29**	11.14	58.20	**5.22**
7	7.59	103.48	18.69	361.29	2.67	16.77	**6.28**	14.82	58.20	**3.93**
8	8.09	109.06	21.52	476.72	2.69	16.73	**6.22**	12.48	58.20	**4.66**

Normative

Eurocode 7 EN 1997-1 (EU)

DESIGN APPROACH 1: A1+M1+R1

No Seismic Condition

Partial Factors

			Overturning
Coefficient of shearing resistance	γφ´	1.00	1.25
Effective cohesion	γc´	1.00	1.25
Undrained shear strength	γcu	1.00	1.40
Permanent action (G) Unfavourable	γG;unfav	1.35	1.10
Permanent action (G) Favourable	γG;fav	1.00	0.90
Variable action (Q) Unfavourable	γQ;unfav	1.50	1.50
Variable action (Q) Favourable	γQ;fav	0.00	0.00
Bearing resistance	γRv	1.00	1.00
Sliding resistance	γRh	1.00	1.00
Overturning resistance	γRm	1.00	1.00
Earth internal resistance shear	γRe; intShear	1.00	1.00
Earth internal resistance compression	γRe; intComp	1.00	1.00
Earth overall resistance	γRe; overall	1.00	1.00
Gabion wall weight	γ G; Wall	1.00	1.00
Water Thrust	γ Water	1.35	1.10

1.5. TENSÃO ATUANTE NO SOLO SOB GABIÃO

Para o cálculo da tensão atuante no solo, considerou-se as o cálculo obtido no software GAWACWIN:

Com os cálculos, encontramos:

Tensão média = 17.11 tf/m² = 1.711 kgf/cm² = 0.171 MPa

O projeto em análise estimou que o solo em que o canal se assenta resiste a seguinte tensão:

NSPt da camada: 8 (Máximo pelo método de capacidade de carga através do Nspt)

Tensão resistente: 16.00 tf/m² = 1.6 kgf/cm² = 0.160 MPa **Não OK!**

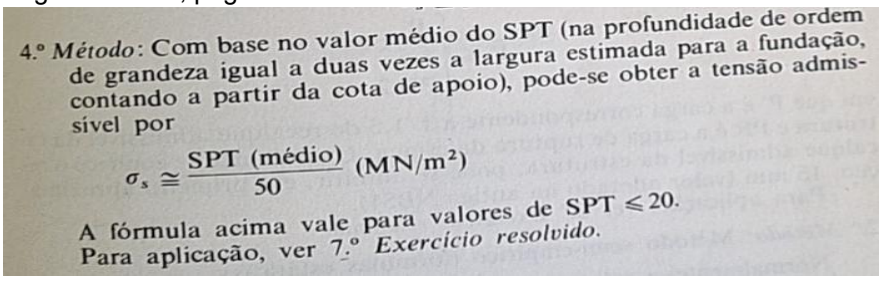
Sugere-se então substituição do terreno de argila mole na base do canal por enrocamento, estimado em 1 metro de altura pelas sondagens SP-01 a SP-05

Após a substituição:

NSPt da camada: 11 (Máximo pelo método de capacidade de carga através do Nspt)

Tensão resistente: 22.00 tf/m² = 2.2 kgf/cm² = 0.220 MPa **OK!**

Referência para capacidade de tensão do solo, Nspt/5, retirada do livro Exercício de Fundações de Urbano Rodriguez Alonso, página 99:



4.º *Método*: Com base no valor médio do SPT (na profundidade de ordem de grandeza igual a duas vezes a largura estimada para a fundação, contando a partir da cota de apoio), pode-se obter a tensão admissível por

$$\sigma_s \cong \frac{\text{SPT (médio)}}{50} \text{ (MN/m}^2\text{)}$$

A fórmula acima vale para valores de SPT ≤ 20.
Para aplicação, ver 7.º *Exercício resolvido*.

Obs.: Este método empírico já resulta na tensão admissível, a qual já está sendo considerado o FS =3 definido na tabela 4 da NBR 11682:2009.

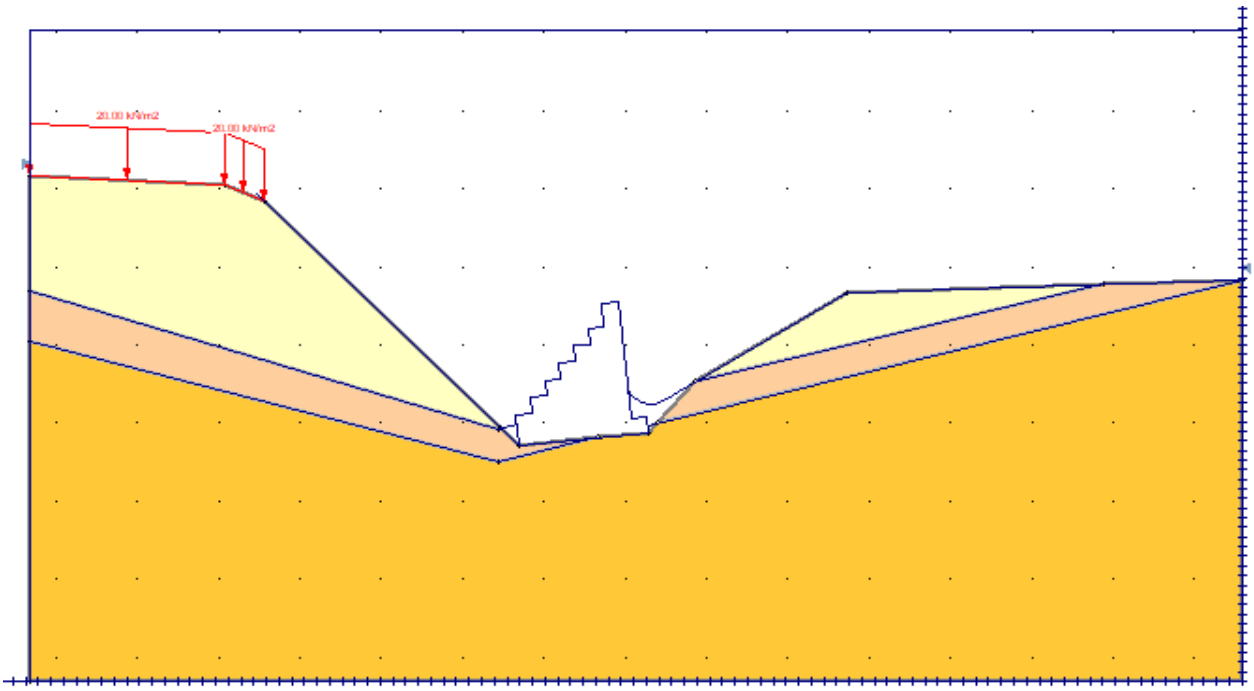
2. ESTABILIDADE DA EXECUÇÃO

2.1. ESTABILIDADE TALUDE EM CORTE DE EXECUÇÃO

Seção Crítica - ELS: Estabilidade Global

Abaixo é apresentado a seção crítica de corte do terreno natural. FS nessa situação é para uma situação excepcional (>=1,2), pois será executada em época de seca e será provisória, apenas durante a execução da contenção definitiva em gabião.

Seção Corte em 45° saindo do fundo do gabião em época de secana hipótese crítica de não desviarem o curso do córrego por algum tempo:



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kN/m2)	Phi	Water Surface	Ru
Argila Siltosa, Nspt Médio = 4		15	Mohr-Coulomb	10	24	None	0
Silte Arenoso, Nspt Médio = 10		19	Mohr-Coulomb	0	35	None	0
Areia Fina a Média Nspt>20		20	Mohr-Coulomb	0	45	None	0

Seção 1 - Análise de Estabilidade de taludes

1) Project Rua Maria Júlia-SECA-CORTE-EXECUÇÃO

General Settings

Units of Measurement : Metric Units
Time Units: days
Permeability Units: meters/second
Failure Direction : Right to Left
Data Output : Standard
Maximum Material Properties : 20
Maximum Support Properties : 20

Analysis Options

Analysis Methods Used

Bishop simplified
Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50
Check malpha < 0.2: Yes
Initial trial value of FS: 1
Steffensen Iteration: Yes

Groundwater Analysis

Groundwater Method : Water Surfaces
Pore Fluid Unit Weight : 9.81 kN/m3
Advanced Groundwater Method : None

Random Numbers

Pseudo-random Seed: 10116
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Surface Options

Surface Type: Circular
Search Method: Grid Search
Radius Increment: 10
Composite Surfaces: Disabled
Reverse Curvature: Create Tension Crack
Minimum Elevation: Not Defined
Minimum Depth: Not Defined

Loading

1 Distributed Loads present

Distributed Load 1

Distribution: Constant
Magnitude [kN/m2]: 20
Orientation: Vertical

Material Properties

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kN/m2)	Phi	Water Surface	Ru
Argila Siltosa, Nspt Médio = 4		15	Mohr-Coulomb	10	24	None	0
Silte Arenoso, Nspt Médio = 10		19	Mohr-Coulomb	0	35	None	0
Areia Fina a Média Nspt>20		20	Mohr-Coulomb	0	45	None	0

Global Minimums

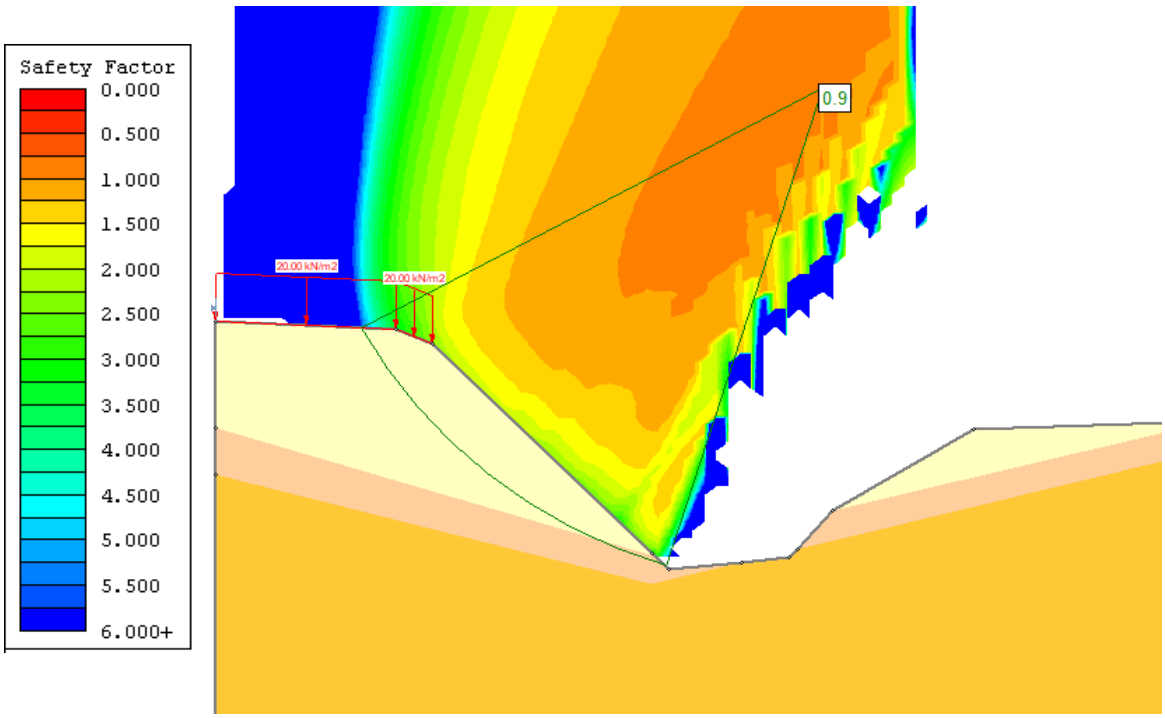
Method: bishop simplified

FS: 0.861415
Center: 18.627, 32.080
Radius: 34.896
Left Slip Surface Endpoint: -12.017, 15.386
Right Slip Surface Endpoint: 8.290, -1.250
Resisting Moment=23418.3 kN-m
Driving Moment=27185.8 kN-m

Global Minimums

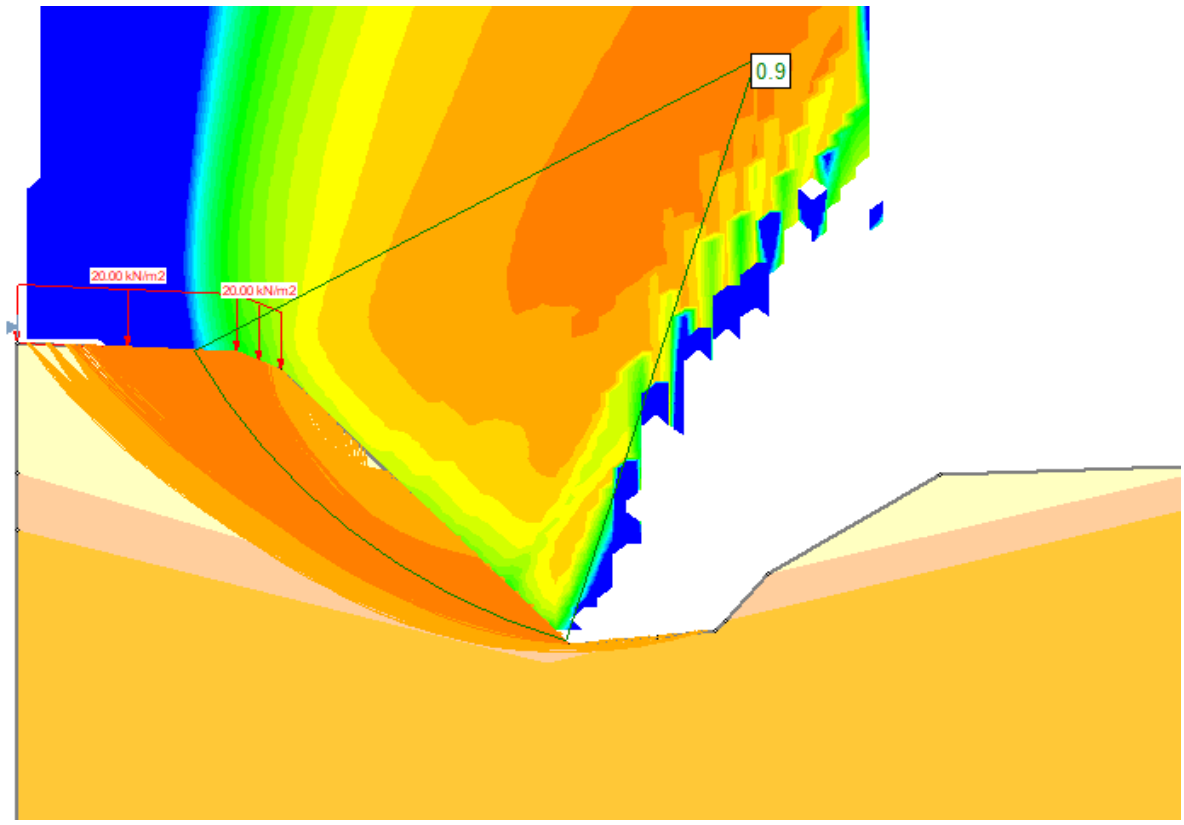
Bishop Simplificado

Diagrama da estabilidade para a secao 1 – coef. De segurança=0,9- NÂO OK! E não é possível diminuir o ângulo de corte visto a proximidade do prédio vizinho a obra. Assim será necessário realizar contenção provisória desse talude com grampos.



Bishop Simplificado

Diagrama da estabilidade para secoes diversas – coef. De segurança<1.2- NÃO OK!

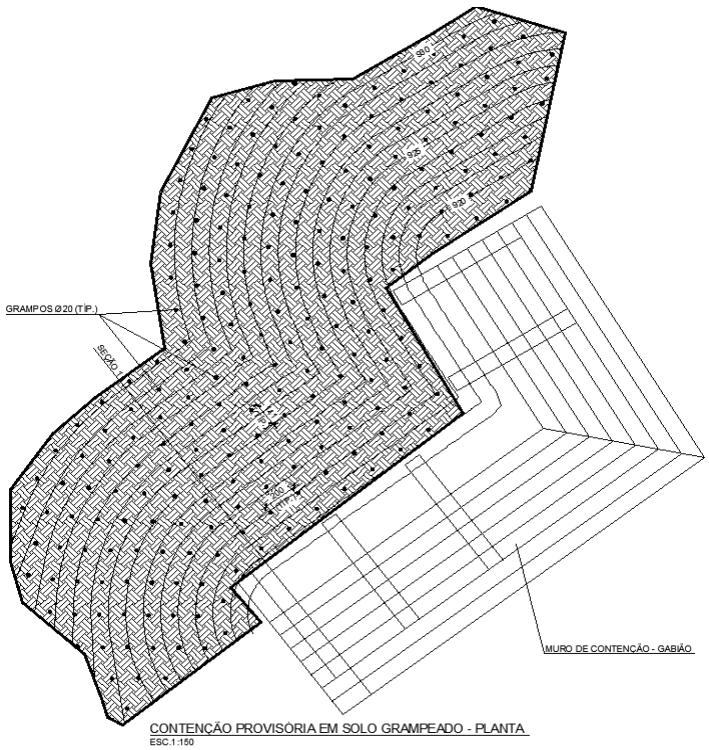


3. CONTENÇÃO PROVISÓRIA - SOLO GRAMPEADO

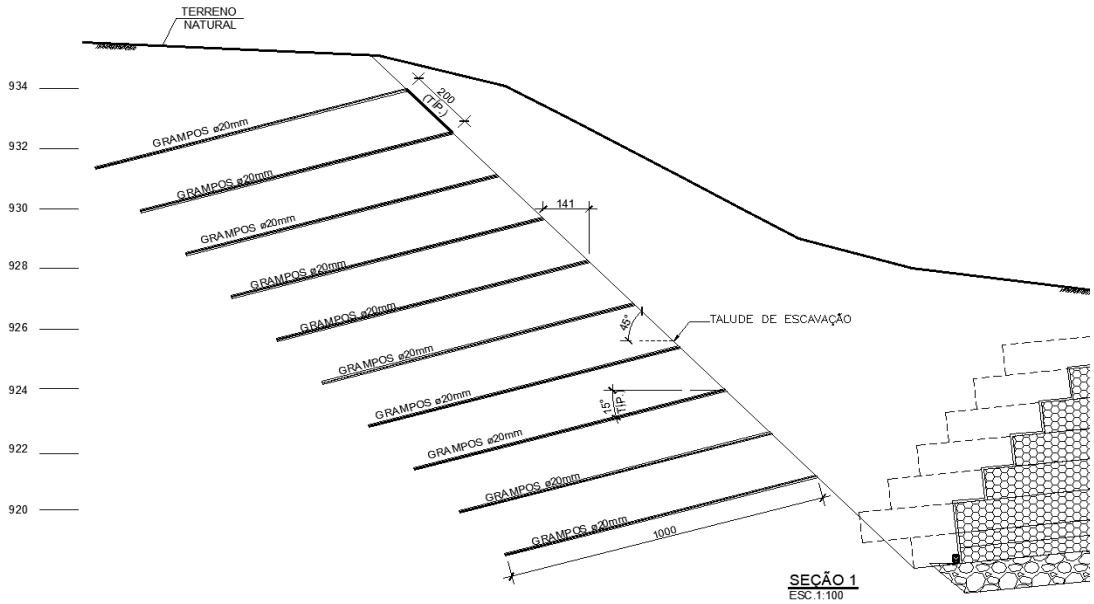
3.1. DIMENSIONAMENTO SOLO GRAMPEADO

3.1.1) Forma

Planta:



Seções Transversais:



3.1.2) Parâmetros Geotécnicos

Os parâmetros abaixo serviram como base para a determinação da estabilidade do talude em solo grampeado. A partir da caracterização do solo a partir das sondagens na região de implantação do muro, correlacionou-se com os parâmetros apresentados abaixo.

Classificação dos solos: Norma NBR 7250

Solo	Índice de resistência à penetração	Designação
Areia e Silte arenoso	≤ 4	fofa (o)
	5 a 8	pouco fofa (o)
	9 a 18	medianamente compacta (o)
	19 a 40	compacta (o)
	> 40	muito compacta (o)
Argila e Silte argiloso	≤ 2	muito mole
	3 a 5	mole
	6 a 10	média (o)
	11 a 19	rija (o)
	> 19	dura (o)

Areias e Solos Arenosos					
Compacidade	**γ (t/m³)**	**C (t/m²)**	**ϕ °**	**E (t/m²)**	**v**
Fofa	1,6	0	25 - 30	100 - 500	0,3 a 0,4
Pouco Compacta	1,8	0	30 - 35	500 - 1400	
Medianamente Compacta	1,9	0	35 - 40	1400 - 4000	
Compacta	2,0	0	40 - 45	4000 - 7000	
Muito Compacta	> 2,0	0	> 45	> 7000	
Argilas e Solos Argilosos					
Consistência	**γ (t/m³)**	**C (t/m²)**	**ϕ °**	**E' (t/m²)**	**v**
Muito Mole	1,3	0 - 1,2	0	30 - 120	0,4 a 0,5
Mole	1,5	1,2 - 2,5	0	120 - 280	
Média	1,7	2,5 - 5,0	0	280 - 500	
Rija	1,9	5,0 - 15,0	0	500 - 1500	
Dura	> 2,0	> 15,0	0	> 1500	

(Marangon, 2009)

N (golpes)	Consistência	Peso específico (KN/m³)
≤ 2	Muito mole	13
3 - 5	Mole	15
6 - 10	Média	17
11 - 19	Rija	19
≥ 20	Dura	21

(Godoy, 1972)

N (golpes)	Consistência	Peso específico (KN/m³)		
		Areia seca	Úmida	Saturada
< 5	Fofa	16	18	19
5 - 8	Pouco compacta			
9 – 18	Medianamente compacta	17	19	20
19 - 40	Compacta	18	20	21
> 40	Muito compacta			

(Godoy, 1972)

MATERIAL DESCRIÇÃO	Nº	γ(kN/m³)	c (kN/m²)	Ø (°)
Silte Argilo-Arenoso – SPT médio =5	1	17	10	25
Silte Arenoso SPT médio=10	2	17	16	27
Silte Arenoso SPT médio=15	3	18	15	29
Silte Arenoso SPT médio=25	4	18	13	32
Silte Arenoso SPT médio=30	5	19	12	33
Silte Arenoso SPT médio=35	6	20	11	35
Silte Arenoso SPT>40	7	20	10	38

Autor	Correlação - ϕ°
Godoy (1983)	$\emptyset = 28° + 0{,}4.N$
de Mello (1971)	$\tan \emptyset = \frac{0{,}712}{(1{,}49 - D_r)}$
Teixeira (1996)	$\emptyset = \sqrt{20.N} + 15$

3.1.3) Definição do Grampo

Resistência a Tração do Grampo:

Diâmetro barra (mm):	20		fyd = fyk/1,15 =	4347.83	kgf/cm²
Corrosão segundo NBR 1620-2:2021	0		Área Barra =	3.14159	cm²
Diâmetro barra com corrosão (mm):	20		Capacidade Barra =	13659.1	kgf
			Capacidade Barra /1,5 =	**9106.07**	kgf
Capacidade de Cisalhamento =	**54.64**	kN		**91.06**	kN
	5.46	tf		**9.11**	tf

Tabela 1 – Redução por corrosão superficial da armação de aço em função do meio e da vida útil – Espessura de sacrifício (continua)

Dimensões em milímetros

Meio	Tipo de solo	Vida útil		
		5 anos	25 anos	50 anos
Não agressivo	Solos naturais inalterados	0	0,30	0,60
	Aterros compactados (areia, silte, argila etc.)	0,09	0,35	0,60
	Aterros não compactados (areia, silte, argila etc.)	0,18	0,70	1,20

Tabela 1 (conclusão)

Dimensões em milímetros

Meio	Tipo de solo	Vida útil		
		5 anos	25 anos	50 anos
Agressivo	Solos naturais poluídos e regiões industriais	0,15	0,75	1,50
	Solos naturais (pântano, turfa, solos orgânicos)	0,20	1,00	1,75
	Aterros não compactados ou compactados (cinzas, escórias etc.)	0,50	2,00	3,25
NOTA Considera-se meio agressivo o solo que apresente pH igual ou menor a 5 ou solo orgânico.				

Tabelas Corrosão (NBR 16920-2:2021)

Capacidade do bulbo por adesão ao solo (a):

Na profundidade mais solicitada:

Nspt médio:	10	Silte ou argila média
Diâmetro do furo:	10	cm
coeficiente de aumento (injeção-reijeção):	1.1	

aderencia (qs) = 45,12 LN(Nspt) - 14,99 (Springer, 2006) Método Empírico

aderencia (qs) 0.889026 kgf/cm² = 88.90264 Kpa < Máximo recomendado, OK!

área do furo:	78.53982	cm²	
perimetro:	31.41593	cm	
a=qs*pi*D:	30.72255	kN/m	qs em Kpa, D em m
a:	3072.255	kgf/m	
FS =	1.5		
ad:	20.4817	kN/m	
ad:	2048.17	kgf/m	

Comprimento Bulbo de Ancoragem necessário para ter capacidade igual ou superior à tração da barra com corrosão e FS de 1,5:

Comprimento de Ancoragem Necessário:	2	m
Comprimento de Ancoragem Adotado:	**6**	m
Verificação:	OK!	Atende ao arrancamento, segundo a NBR 16920-2:2021

Tabela de aderência (qs) máximas recomendadas por tipo de solo:

Areia fofa e pouco compacta	100	Kpa
Areia média a compacta	200	Kpa
Areia compacta	400	Kpa
Areia muito compacta	600	Kpa
Silte ou argila muito mole a mole	50	Kpa
Silte ou argila média	100	Kpa
Silte ou argila rija	150	Kpa
Silte ou argila dura	250	Kpa
Rocha muito alterada ou fraturada	400	Kpa
Rocha medianamente alterada ou fraturada	800	Kpa
Rocha pouco alterada ou fraturada	1200	Kpa

Obs.: Método proposto por Springer, em 2006 é geralmente mais conservativo.

Verificação Cargas nos Grampos:

Determinaçao das Cargas Atuantes

Parâmetros do Terreno para empuxo:

Considerando-se um material de caracteristicas arenosas apenas para efeito de cálculo do grampo, tem-se:

coesao: c= **0** tf/m²

ang. de atrito do solo ϕ = **35** °

Peso especifico $\gamma_{(solo)}$= **1.9** tf/m³

ang. de atrito do solo/muro (ang. de rugosidade) ϕ_1= **0** °

Coeficiente de empuxo (Coulomb)

$$Ka=sen^2(\beta+\phi)/(sen^2\beta.sen(\beta-\phi_1).(1+\sqrt{(sen(\phi-\alpha).sen(\phi+\phi_1)/sen(\beta-\phi_1).sen(\beta+\alpha)}))^2$$

onde: β= ang.do paramento do muro com a vertical = **135** °

α=ang. de inclinacao do terreno adjacente= **0** °

Simplificando, temos:

Ka= 0.026

a) Pressao devido ao Empuxo de terra

altura do paramento h=	17	m	(Considerando altura do topo do talude)
altura critica = Hc =	0.00	m	
$Zo=Hc/2=2c/\gamma.ka^{½}=$	0.00	m	
$qa=\gamma.h.K\alpha-2cKa^{½}=$			

assim:

qa=	0.84	tf/m²	(carga triangular)
Ea=	7.14	tf/m	

b) Pressão Devido a sobrecarga

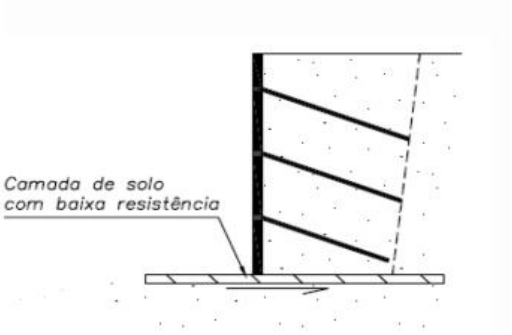
Considerando a ação de uma sobre carga uniformente distribuída de multidão:

Q=	**2.5**	tf/m²
qc= SC.Ka=	0.06	tf/m²/m
Ec=	1.10	tf/m

Espaçamento Horizontal Grampos:	2.00	m	
Espaçamento Vertical Grampos:	2.00	m	
Altura da fileira inicial de grampos:	0.500	m	
Distância até limite Placa na Horizontal:	1.000	m	
ângulo de inclinação Grampo:	15	°	
Tração nos Grampos mais solicitados:	2.826	tf	**OK!**
Inclinada:	2.93	tf	**OK!**

3.1.4) Verificação Deslizamento

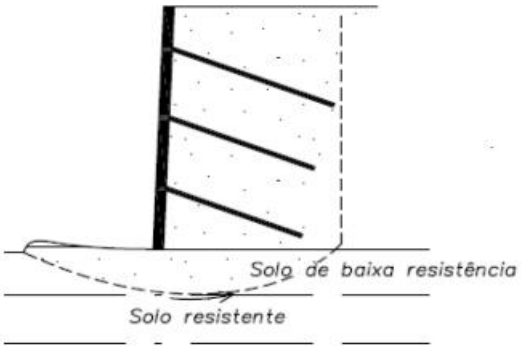
Força de desesbilizadora (Ea + Ec):	8.24	tf/m
Pressão vertical:	32.3	tf/m²
Comprimento Projetado Grampo:	**10.0**	m
Força vertical:	323	tf/m
Coeficiente de atrito (tan (2/3ϕ) <= 0,5)	0.431	
	139.3286	tf/m
FS=	16.902	
Verificação=	**Ok!**	



i) Resistência da base ao deslizamento

3.1.5) Ruptura de Fundo

Tensão na Base:	32.3	tf/m²		
Nspt da Base:	**20**			
Capacidade do Solo:	**40**	tf/m²	Tensão:	OK!



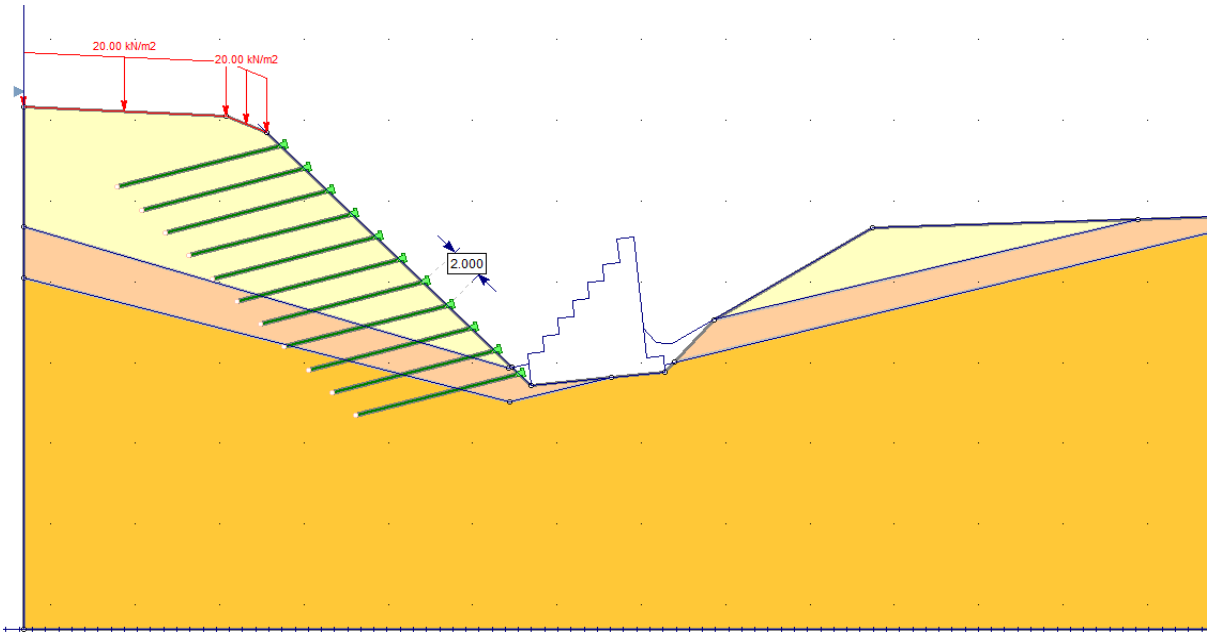
h) Ruptura de fundo

3.1.6) Seções Críticas - ELU: Estabilidade Global

Abaixo é apresentado as seções crítcas que foram utilizadas na avaliação da establidade do talude.

Obs.: O volume de terra acima do topo do solo grampeado foi substituido por sobrecarga.

Seção 1 EST 3+10:



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kN/m2)	Phi	Water Surface	Ru
Argila Siltosa, Nspt Médio = 4		15	Mohr-Coulomb	10	24	None	0
Silte Arenoso, Nspt Médio = 10		19	Mohr-Coulomb	0	35	None	0
Areia Fina a Média Nspt>20		20	Mohr-Coulomb	0	45	None	0

Support Name	Color	Type	Force Application	Out-Of-Plane Spacing	Tensile Capacity	Plate Capacity	Shear Capacity	Compression Capacity	Bond Strength	Material Dependent
Grampo 20mm SEM CORROSÃO		Soil Nail	Passive (Method B)	2	91	0	55	0	20	No

Ângulo com a horizontal: **15°**

Seção 1 - Análise de Estabilidade de taludes-Solo Grampeado

1) Project Gabião Geraldo - SECA-RECORTE EXECUÇÃO-GRAMPOS

General Settings

Units of Measurement : Metric Units
Time Units: days
Permeability Units: meters/second
Failure Direction : Right to Left
Data Output : Standard
Maximum Material Properties : 20
Maximum Support Properties : 20

Analysis Options

Analysis Methods Used

Bishop simplified
Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50
Check malpha < 0.2: Yes
Initial trial value of FS: 1
Steffensen Iteration: Yes

Groundwater Analysis

Groundwater Method : Water Surfaces
Pore Fluid Unit Weight : 9.81 kN/m3
Advanced Groundwater Method : None

Random Numbers

Pseudo-random Seed: 10116
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Surface Options

Surface Type: Circular
Search Method: Grid Search
Radius Increment: 10
Composite Surfaces: Disabled
Reverse Curvature: Create Tension Crack
Minimum Elevation: Not Defined
Minimum Depth: Not Defined

Loading

1 Distributed Loads present

Distributed Load 1

Distribution: Constant
Magnitude [kN/m2]: 20
Orientation: Vertical

Material Properties

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kN/m2)	Phi	Water Surface	Ru
Argila Siltosa, Nspt Médio = 4		15	Mohr-Coulomb	10	24	None	0
Silte Arenoso, Nspt Médio = 10		19	Mohr-Coulomb	0	35	None	0
Areia Fina a Média Nspt>20		20	Mohr-Coulomb	0	45	None	0

Support Properties

Grampo 20mm SEM CORROSÃO

Support Type: Soil Nail
Force Application: Passive
Out-of-Plane Spacing: 2 m
Tensile Capacity: 91 kN
Plate Capacity: 0 kN
Bond Strength: 20 kN/m
Shear Capacity: 55 kN

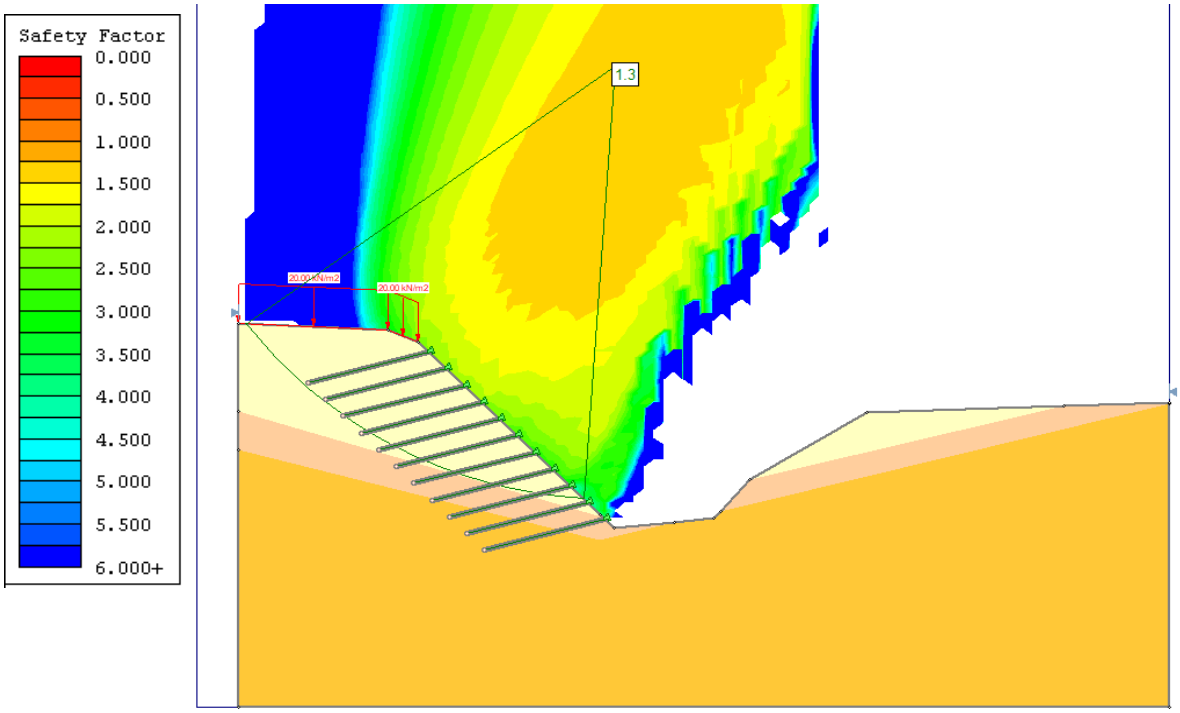
Global Minimums

Method: bishop simplified

FS: 1.286860
Center: 8.499, 37.617
Radius: 36.722
Left Slip Surface Endpoint: -21.052, 15.817
Right Slip Surface Endpoint: 6.064, 0.976
Resisting Moment=58037.8 kN-m
Driving Moment=45100.5 kN-m

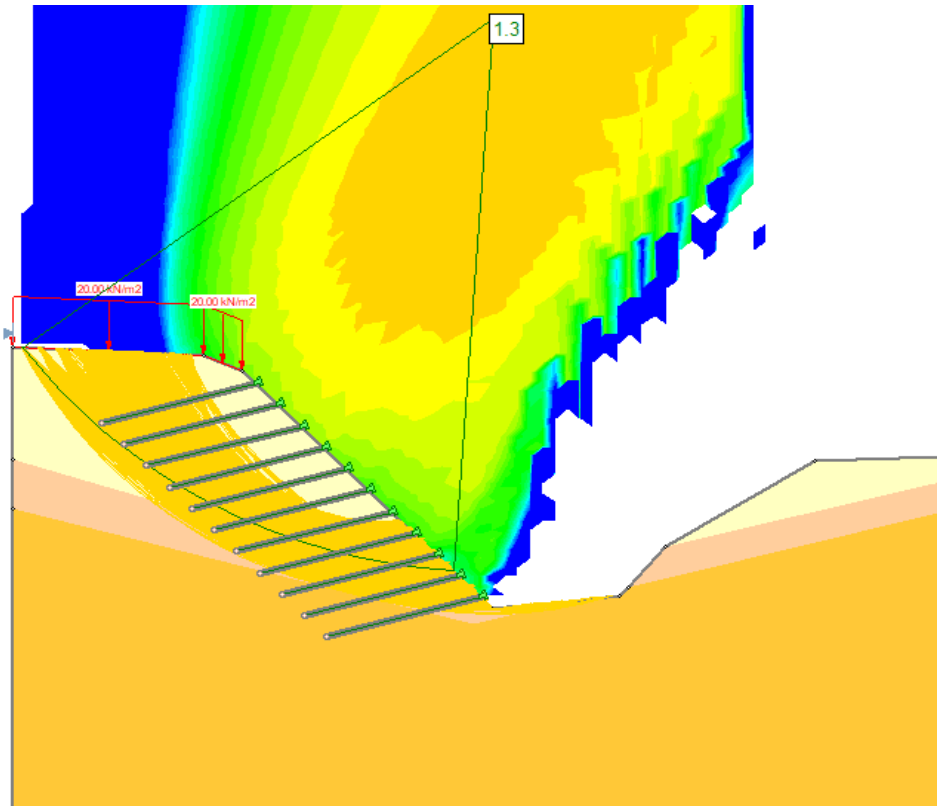
Global Minimums

Bishop Simplificado
Diagrama da estabilidade para a secao 1 – coef. De segurança=1,3- OK!



Bishop Simplificado

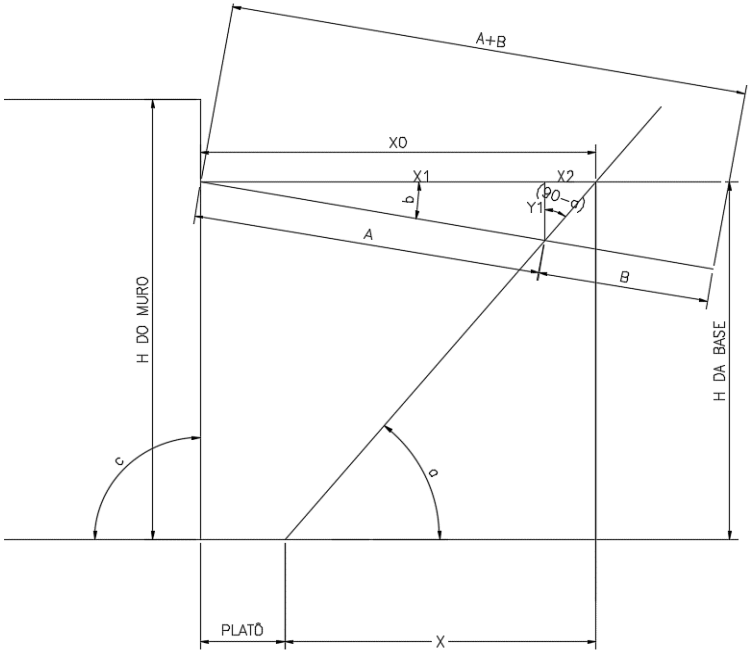
Diagrama da estabilidade para secoes diversas – coef. De segurança>1.2- OK!



3.1.7. COMPRIMENTO DOS GRAMPOS

Constantes para determinação do comprimento do Grampo:

Sobra pro macaco	**0**	cm
Dobra Barra / Sobra Cortina:	**50**	cm
Ângulo cunha de rompimento (a):	**50**	graus
Ângulo face da parede(c):	**135**	graus
Platô antes do ângulo da cunha:	**150**	cm
Ângulo grampo (b):	**15**	graus
Comprimento mínimo do trecho livre (A):	**400**	cm



GRAMPOS								
NÚMERO	**MODELO**	**QUANTIDADE**	**POSIÇÃO**	**COMPRIMENTOS UNITÁRIOS (cm)**				
				A (cm)	**Dobra**	**B (cm)**	**C' (cm) Necessário**	**C' (cm) Adotado**
GRAMPOS	Grampos CA-50 ø20mm	231	ESCAVAÇÃO	400	50	600	1050	**1050**
				TOTAL (m) Grampos CA-50 ø20mm =				**2425.5**

4. CONTENÇÃO PROVISÓRIA - CORTINA DE ESTACAS PRANCHA ATIRANTADA

4.1 CORTINA ESTACA PRANCHA CÁLCULO NO MÓDULO CORTINAS DO SOFTWARE CYPECAD

ÍNDICE

1.- NORMA E MATERIAIS..... 2
2.- AÇÕES..... 2
3.- DADOS GERAIS..... 2
4.- DESCRIÇÃO DO TERRENO..... 2
5.- SEÇÃO VERTICAL DO TERRENO..... 3
6.- GEOMETRIA..... 3
7.- VERIFICAÇÃO DA GEOMETRIA..... 4
8.- ESQUEMA DAS FASES..... 5
9.- CARGAS..... 6
10.- ELEMENTOS DE APOIO..... 6
11.- RESULTADOS DAS FASES..... 6
12.- RESULTADOS PARA OS ELEMENTOS DE APOIO..... 7
13.- VERIFICAÇÕES DE ESTABILIDADE (COEFICIENTES DE SEGURANÇA)..... 8
14.- VERIFICAÇÕES DE ESTABILIDADE (CÍRCULO DE DESLIZAMENTO DESFAVORÁVEL)..... 9

Seleção de relatórios

CORTINA ESTACA PRANCHA GERALDO_01 Data: 17/11/25

1.- NORMA E MATERIAIS

Módulo de elasticidade: 2.14067e+006 kgf/cm²
Módulo de corte: 823336 kgf/cm²
Limite elástico (fy): 2446.48 kgf/cm²

2.- AÇÕES

Majoração esforços em construção: 1.00
Majoração esforços em serviço: 1.60
Sem análise sísmica
Sem considerar ações térmicas nas escoras

3.- DADOS GERAIS

Cota do Térreo: 0.00 m
Altura do muro sobre a rasante: 0.00 m
Tipologia: Estacas-pranchas metálicas. Catálogo 'ArcelorMittal'.

4.- DESCRIÇÃO DO TERRENO

Percentagem de atrito interno entre o terreno e o tardoz da cortina: 0.0 %
Percentagem de atrito interno entre o terreno e o intradorso da cortina: 0.0 %

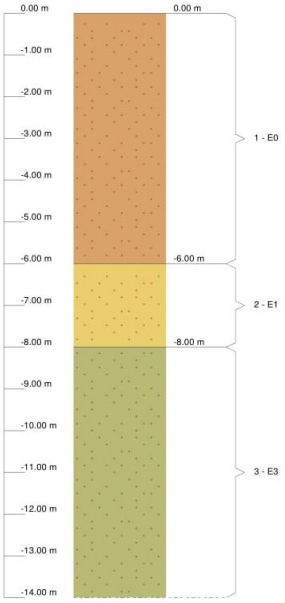
ESTRATOS

Referências	Cota superior	Descrição	Coeficientes de empuxo
1 - E0	0.00 m	Densidade aparente: 1.5 kg/dm³ Densidade submersa: 0.5 kg/dm³ Ângulo atrito interno: 24 graus Coesão: 1.00 t/m² Coef. de recalque empuxo ativo: 1000.0 t/m³ Coef. de recalque empuxo passivo: 1000.0 t/m³ Gradiente Coef. de recalque: 0.0 t/m4	Ativo tardoz: 0.42 Repouso tardoz: 0.59 Passivo tardoz: 2.37 Ativo intradorso: 0.42 Repouso intradorso: 0.59 Passivo intradorso: 2.37
2 - E1	-6.00 m	Densidade aparente: 1.9 kg/dm³ Densidade submersa: 0.9 kg/dm³ Ângulo atrito interno: 35 graus Coesão: 0.00 t/m² Coef. de recalque empuxo ativo: 1000.0 t/m³ Coef. de recalque empuxo passivo: 1000.0 t/m³ Gradiente Coef. de recalque: 0.0 t/m4	Ativo tardoz: 0.27 Repouso tardoz: 0.43 Passivo tardoz: 3.69 Ativo intradorso: 0.27 Repouso intradorso: 0.43 Passivo intradorso: 3.69
3 - E3	-8.00 m	Densidade aparente: 2.0 kg/dm³ Densidade submersa: 1.0 kg/dm³ Ângulo atrito interno: 45 graus Coesão: 0.00 t/m² Coef. de recalque empuxo ativo: 2000.0 t/m³ Coef. de recalque empuxo passivo: 2000.0 t/m³ Gradiente Coef. de recalque: 0.0 t/m4	Ativo tardoz: 0.17 Repouso tardoz: 0.29 Passivo tardoz: 5.83 Ativo intradorso: 0.17 Repouso intradorso: 0.29 Passivo intradorso: 5.83

Seleção de relatórios

CORTINA ESTACA PRANCHA GERALDO_01 Data: 17/11/25

5.- SEÇÃO VERTICAL DO TERRENO



6.- GEOMETRIA

Altura total: 14.00 m
Série de estaca-prancha: U
Perfil: AU 14



Seleção de relatórios

CORTINA ESTACA PRANCHA GERALDO_01 Data: 17/11/25

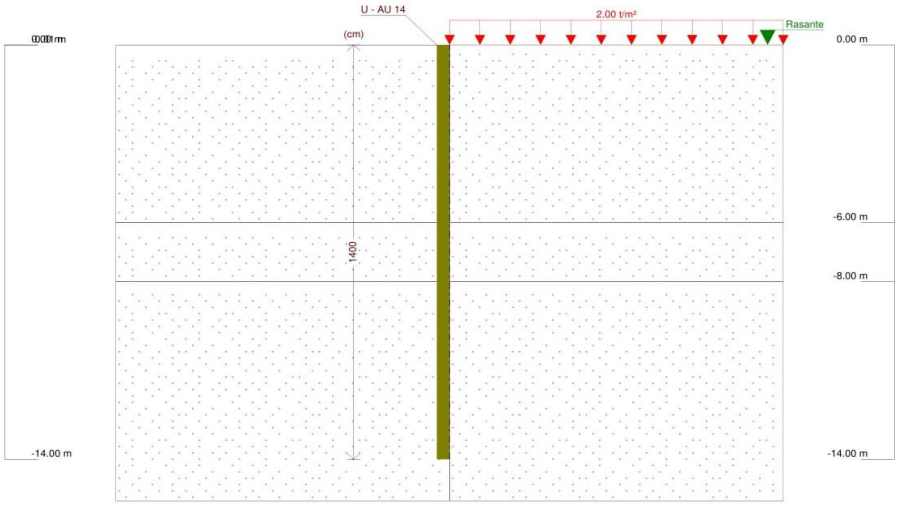
7.- VERIFICAÇÃO DA GEOMETRIA

Referência: U (AU 14)		
Verificação	Valores	Estado
Força Normal de ruptura plástica da seção transversal: *Eurocode 3: 'Design of steel structures'. Part 5: 'Piling'. English version. Stage 49, July 2004, CEN (European Committe for Standarisation). Artigo 5.2.3, Capítulo 4 (pag.41).*	Npl,Rd: 322.93 t Ned: 9.13 t	Passa
Cortante de ruptura plástica da seção transversal: *Eurocode 3: 'Design of steel structures'. Part 5: 'Piling'. English version. Stage 49, July 2004, CEN (European Committe for Standarisation). Artigo 5.2.2, Capítulo 4 (Fórmula 5.5) (pag.39).*	Vpl,Rd: 76.83 t Ved: 10.48 t	Passa
Momento fletor de ruptura da seção transversal: *Eurocode 3: 'Design of steel structures'. Part 5: 'Piling'. English version. Stage 49, July 2004, CEN (European Committe for Standarisation). Artigo 5.2.2, Capítulo 2 (pag.38).*	Mc,Rd: 40.685 t·m Med: 18.863 t·m	Passa
Resistência à flambagem por esforço cortante: *Eurocode 3: 'Design of steel structures'. Part 5: 'Piling'. English version. Stage 49, July 2004, CEN (European Committe for Standarisation). Artigo 5.2.2, Capítulo 7 (Fórmula 5.7) (pag.39).*	Vb,Rd: 76.83 t Ved: 10.48 t	Passa
Momento fletor resistido pela seção, reduzido pela ação do esforço cortante (1) *Eurocode 3: 'Design of steel structures'. Part 5: 'Piling'. English version. Stage 49, July 2004, CEN (European Committe for Standarisation). Artigo 5.2.2, Capítulo 9 (Fórmula 5.9/5.10) (pag.40).* *(1) Não foi superado o valor do esforço cortante necessário para que haja uma redução do momento fletor resistido pela seção.*		Não procede
Momento fletor resistido pela seção, reduzido pela ação dos esforços cortante e normal (1) *Eurocode 3: 'Design of steel structures'. Part 5: 'Piling'. English version. Stage 49, July 2004, CEN (European Committe for Standarisation). Artigo 5.2.3, Capítulo 10, 11 (Fórmula 5.17, 5.18, 5.19, 5.20, 5.21, 5.22) (pag.45).* *(1) Não foi superado o valor do esforço normal necessário para que haja uma redução do momento fletor resistido pela seção.*		Não procede
Interação fletor, cortante e normal (verificação com flambagem) (1) *Eurocode 3: 'Design of steel structures'. Part 5: 'Piling'. English version. Stage 49, July 2004, CEN (European Committe for Standarisation). Artigo 5.2.3, Capítulo 4 (Fórmula 5.13) (pag.41).* *(1) Não foi superado o valor do esforço normal necessário para que seja exigida a verificação*		Não procede
Todas as verificações foram cumpridas		

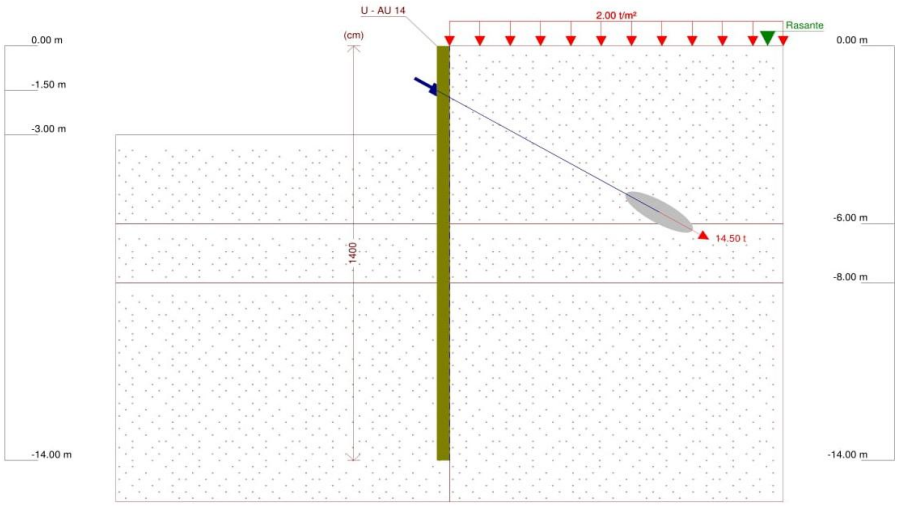
Seleção de relatórios

CORTINA ESTACA PRANCHA GERALDO_01 Data: 17/11/25

8.- ESQUEMA DAS FASES



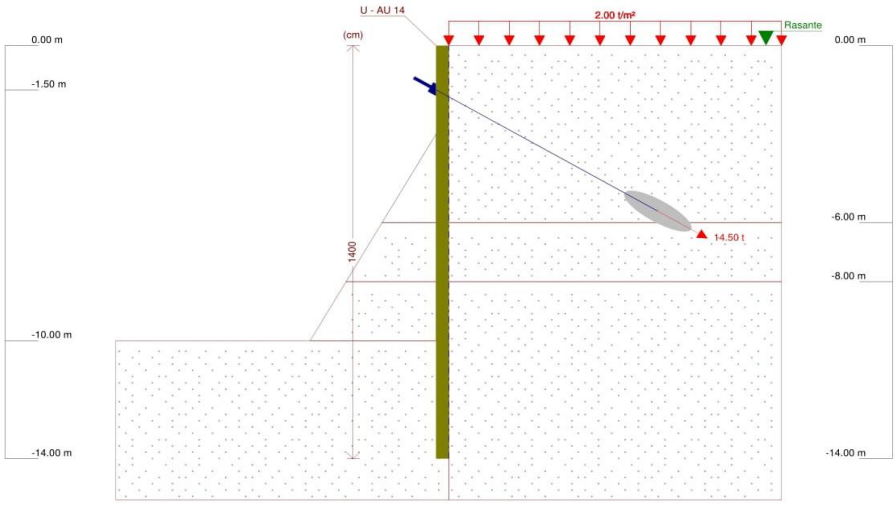
Referências	Nome	Descrição
Fase 1	Fase 1	Tipo de fase: Construtiva Cota de escavação: -0.01 m



Referências	Nome	Descrição
Fase 2	Fase 2	Tipo de fase: Construtiva Cota de escavação: -3.00 m

Seleção de relatórios

CORTINA ESTACA PRANCHA GERALDO_01 Data: 17/11/25



Referências	Nome	Descrição
Fase 3	Fase 3	Tipo de fase: Construtiva Cota de escavação: -10.00 m Altura da berma: 7.00 m Ângulo do talude: 60 graus Distância ao coroamento do talude: 0.00 m

9.- CARGAS

CARGAS NO TARDOZ

Tipo	Cota	Dados	Fase inicial	Fase final
Uniforme	Na superfície	Valor: 2 t/m²	Fase 3	Fase 3
Uniforme	Na superfície	Valor: 2 t/m²	Fase 2	Fase 3
Uniforme	Na superfície	Valor: 2 t/m²	Fase 1	Fase 3

10.- ELEMENTOS DE APOIO

ANCORAGENS ATIVAS

Descrição	Fase inicial	Fase final
Cota: -1.50 m Rigidez axial: 740 t/m Carga: 14.50 t Ângulo: 30 graus Distância: 2.00 m	Fase 2	Fase 3

11.- RESULTADOS DAS FASES

Esforços sem majorar.

FASE 1: FASE 1

BÁSICA

Seleção de relatórios

CORTINA ESTACA PRANCHA GERALDO_01 Data: 17/11/25

Cota (m)	Deslocamentos (mm)	Diagrama de esforços axiais (t/m)	Diagrama de esforços cortantes (t/m)	Diagrama de momentos fletores (t·m/m)	Diagrama de empuxos (t/m²)	Pressão hidrostática (t/m²)
0.00	-0.65	0.00	0.07	0.00	0.54	0.00
-1.25	-0.63	0.13	-0.01	0.03	-0.06	0.00
-2.50	-0.61	0.26	-0.06	-0.02	-0.03	0.00
-3.75	-0.59	0.39	-0.08	-0.12	0.01	0.00
-5.00	-0.55	0.52	-0.03	-0.20	0.10	0.00
-6.25	-0.45	0.65	0.10	-0.12	-0.04	0.00
-7.50	-0.32	0.78	0.18	0.04	0.22	0.00
-8.75	-0.20	0.91	0.03	0.26	-0.21	0.00
-10.00	-0.15	1.04	-0.10	0.17	0.00	0.00
-11.25	-0.14	1.17	-0.07	0.06	0.04	0.00
-12.50	-0.14	1.30	-0.02	0.01	0.03	0.00
-13.75	-0.15	1.42	-0.00	-0.00	0.00	0.00
Máximos	-0.14 Cota: -11.25 m	1.45 Cota: -14.00 m	0.31 Cota: -8.00 m	0.26 Cota: -8.75 m	0.54 Cota: 0.00 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínimos	-0.65 Cota: 0.00 m	0.00 Cota: 0.00 m	-0.10 Cota: -10.00 m	-0.20 Cota: -5.25 m	-0.46 Cota: -8.00 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 2: FASE 2

BÁSICA

Cota (m)	Deslocamentos (mm)	Diagrama de esforços axiais (t/m)	Diagrama de esforços cortantes (t/m)	Diagrama de momentos fletores (t·m/m)	Diagrama de empuxos (t/m²)	Pressão hidrostática (t/m²)
0.00	-1.23	0.00	0.14	0.00	1.14	0.00
-1.25	-1.56	0.13	1.68	1.09	1.92	0.00
-2.50	-2.14	3.88	-1.91	-1.15	2.46	0.00
-3.75	-2.47	4.01	0.13	-1.58	0.11	0.00
-5.00	-2.38	4.14	0.28	-1.32	0.28	0.00
-6.25	-1.96	4.27	0.64	-0.62	-0.30	0.00
-7.50	-1.38	4.40	0.83	0.18	0.86	0.00
-8.75	-0.86	4.53	0.14	1.14	-0.94	0.00
-10.00	-0.62	4.66	-0.45	0.74	0.01	0.00
-11.25	-0.57	4.79	-0.31	0.25	0.19	0.00
-12.50	-0.59	4.92	-0.10	0.03	0.12	0.00
-13.75	-0.62	5.05	-0.00	-0.00	0.01	0.00
Máximos	-0.57 Cota: -11.25 m	5.08 Cota: -14.00 m	2.16 Cota: -1.50 m	1.63 Cota: -1.50 m	2.72 Cota: -3.00 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínimos	-2.48 Cota: -4.00 m	0.00 Cota: 0.00 m	-3.61 Cota: -1.75 m	-1.64 Cota: -3.00 m	-1.83 Cota: -8.00 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 3: FASE 3

BÁSICA

Cota (m)	Deslocamentos (mm)	Diagrama de esforços axiais (t/m)	Diagrama de esforços cortantes (t/m)	Diagrama de momentos fletores (t·m/m)	Diagrama de empuxos (t/m²)	Pressão hidrostática (t/m²)
0.00	-16.85	0.00	0.15	0.00	1.23	0.00
-1.25	-25.30	0.13	1.78	1.16	2.02	0.00
-2.50	-33.98	7.95	-8.61	-7.84	2.81	0.00
-3.75	-40.73	8.08	-4.81	-15.80	3.15	0.00
-5.00	-43.45	8.21	-0.85	-18.85	3.20	0.00
-6.25	-41.38	8.34	2.93	-16.96	2.25	0.00
-7.50	-34.99	8.47	5.68	-11.22	2.14	0.00
-8.75	-25.75	8.59	6.87	-2.85	0.04	0.00
-10.00	-15.78	8.72	6.76	5.70	-0.28	0.00
-11.25	-7.28	8.85	3.17	12.61	-10.23	0.00
-12.50	-1.94	8.98	-6.78	8.10	-2.71	0.00
-13.75	1.34	9.11	-3.66	0.33	9.32	0.00
Máximos	1.97 Cota: -14.00 m	9.14 Cota: -14.00 m	6.88 Cota: -9.00 m	12.77 Cota: -11.50 m	10.66 Cota: -14.00 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínimos	-43.45 Cota: -5.00 m	0.00 Cota: 0.00 m	-10.48 Cota: -1.75 m	-18.86 Cota: -5.25 m	-10.69 Cota: -11.50 m	0.00 Cota: 0.00 m

12.- RESULTADOS PARA OS ELEMENTOS DE APOIO

Esforços sem majorar.

Seleção de relatórios

CORTINA ESTACA PRANCHA GERALDO_01 Data: 17/11/25

Ancoragens ativas

Cota: -1.50 m	
Fase	Resultado
Fase 2	Carga concentrada (Na direção da ancoragem): 14.50 t Carga linear (Na direção da ancoragem): 7.25 t/m Carga concentrada (Em projeção horizontal): 12.56 t Carga linear (Em projeção horizontal): 6.28 t/m
Fase 3	Carga concentrada (Na direção da ancoragem): 30.75 t Carga linear (Na direção da ancoragem): 15.38 t/m Carga concentrada (Em projeção horizontal): 26.63 t Carga linear (Em projeção horizontal): 13.32 t/m

13.- VERIFICAÇÕES DE ESTABILIDADE (COEFICIENTES DE SEGURANÇA)

Referência: Verificações de estabilidade (Coeficientes de segurança): CORTINA ESTACA PRANCHA GERALDO_01		
Verificação	Valores	Estado
Relação entre o momento originado pelos empuxos passivos no intradorso e o momento originado pelos empuxos ativos no tardoz: *Valor introduzido pelo usuário.*	Mínimo: 2	
Hipótese básica:		
- Fase 1:	Calculado: 16.646	Passa
- Fase 2:	Calculado: 17.503	Passa
- Fase 3:	Calculado: 3.381	Passa
Relação entre o empuxo passivo total no intradorso e o empuxo realmente mobilizado: *Valor introduzido pelo usuário.*	Mínimo: 1.5	
Hipótese básica:		
- Fase 1:	Calculado: 12.87	Passa
- Fase 2:	Calculado: 10.928	Passa
- Fase 3:	Calculado: 2.528	Passa
Todas as verificações foram cumpridas		

Seleção de relatórios

CORTINA ESTACA PRANCHA GERALDO_01 Data: 17/11/25

14.- VERIFICAÇÕES DE ESTABILIDADE (CÍRCULO DE DESLIZAMENTO DESFAVORÁVEL)

Referência: Verificações de estabilidade (Círculo de deslizamento desfavorável): CORTINA ESTACA PRANCHA GERALDO_01		
Verificação	Valores	Estado
Círculo de deslizamento desfavorável: *Valor introduzido pelo usuário.*	Mínimo: 1.5	
Combinações sem sismo:		
- Fase 1: Coordenadas do centro do círculo (-0.03 m ; 0.23 m) - Raio: 6.23 m:	Calculado: 24.491	Passa
- Fase 2: Coordenadas do centro do círculo (-1.23 m ; 7.24 m) - Raio: 13.24 m:	Calculado: 4.653	Passa
- Fase 3: Coordenadas do centro do círculo (-6.50 m ; 10.87 m) - Raio: 21.87 m:	Calculado: 2.41	Passa
Todas as verificações foram cumpridas		

Informação adicional:

- Fase 1: Combinações sem sismo - Devido ao fato do círculo de deslizamento desfavorável passar pelo elemento de contenção, este deverá resistir a um esforço de corte de, pelo menos, 76.868 t/m na interseção com tal círculo. Isto é necessário para garantir a validade do coeficiente de segurança calculado.
- Fase 2: Combinações sem sismo - Devido ao fato do círculo de deslizamento desfavorável passar pelo elemento de contenção, este deverá resistir a um esforço de corte de, pelo menos, 77.071 t/m na interseção com tal círculo. Isto é necessário para garantir a validade do coeficiente de segurança calculado.
- Fase 3: Combinações sem sismo - Devido ao fato do círculo de deslizamento desfavorável passar pelo elemento de contenção, este deverá resistir a um esforço de corte de, pelo menos, 80.237 t/m na interseção com tal círculo. Isto é necessário para garantir a validade do coeficiente de segurança calculado.

4.2 TIRANTES

4.2.1) DIMENSIONAMENTO DOS TIRANTES DYWIDAG 18MM - PROVIS.

4.2.1.1) TIRANTES INCLINADOS A 45º

Carga Aplicada no Tirante =	**14.5**	tf	
ΔÂngulo Tirante c/horizontal=	**30.0**	º	
Componente horizontal Tirante=	12.557	tf	
Componente vertical Tirante=	7.250	tf	
Tirante adotado =	**14.5**	tf	**OK**

4.2.1.2) ANALISE DA ANCORAGEM DOS TIRANTES

Tirante tipo: DYWIDAG ST 95/105 ø 18mm

Carga de trabalho dos tirantes

ø tirante (sf) =	18	mm		
σt escoamento tirante =	9700	kgf/cm²		0.8552
Seção do tirante catálogo (af) =	254	mm²		
Carga de trabalho =	af x σt x 0.9 / 1.5		(Provisório)	
Carga de trabalho =	14782.8	kgf		
Carga de trabalho =	14.8	tf		
Adotado =	14.5	tf=>	**Ok!**	

Determinação do comprimento do bulbo de ancoragem

Método proposto pelo Engenheiro Bustamante, 1985 e aprimorado no semi-empírico de Porto (2015) com base também em Decourt e Quaresma (1978)

TL = π x Ds x Ls x qs

TL = capacidade de carga do bulbo

Ds = α x Dd, Dd = diâmetro de perfuração e α coeficiente segundo tabela abaixo

Ls = comprimento do bulbo

qs = aderência na ruptura

$$T_L = \pi \cdot D_S \cdot L_b \cdot q_s$$

$$D_S = \beta \cdot D_P$$

$$q_s = 10\,k\left(\frac{N_{SPT}}{3} + 1\right)$$

Em relação a resistência ao cisalhamento (q_s), a metodologia de Porto (2015) se baseia na formulação de capacidade de carga de estacas de Décourt e Quaresma (1978), sendo função do coeficiente de ancoragem (k) e N_{SPT} médio do bulbo, conforme mostrado na Equação 3

Quadro 2 – Parâmetros de dimensionamento (adaptado de Porto, 2015).

Tipo de solo	β	Valores de k (kN/m²)	
		Valores com 80% de confiança	Valor mais provável
Argila siltosa	2,10	1,20 a 1,29	1,25
Argila arenosa	2,10	0,90 a 1,01	0,95
Silte argiloso	1,97	2,37 a 2,77	2,57
Silte*	2,11	2,04 a 2,28	2,16
Silte arenoso	2,25	1,70 a 1,78	1,74
Areia argilosa	2,20	2,57 a 2,77	2,67
Areia siltosa	2,20	2,10 a 2,37	2,24

*Resultados inferidos.

Dd = 10.00 cm

α = 2.25 - IRS - (injeção em estágios multiplos)

Ds = 22.50

qs = 0.75 kgf/cm²

Ls = 500.00 cm

TL = 26648.56 kgf

TL = 26.65 tf

Verificacoes de Seguranca

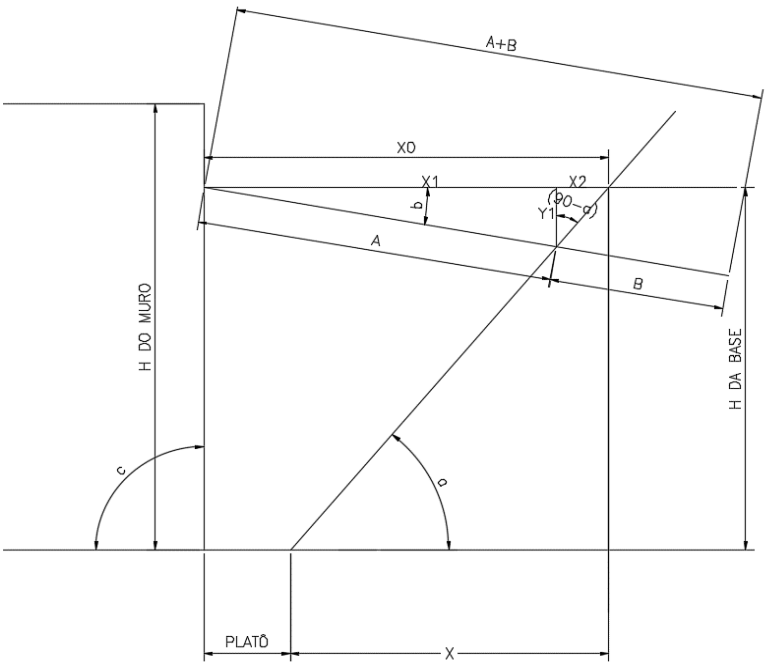
n1 = TL / Carga trabalho > 1.5 Conforme B.2.4.1 da NBR 5629:2018

n1 = 1.84 Ok! (Provisório)

4.2.2. COMPRIMENTO DOS TIRANTES

Constantes para determinação do comprimento do Tirante:

Sobra Cortina + Sobra Macaco:	**100**	cm
Ângulo cunha de rompimento (a):	**45**	graus
Ângulo face da parede(c):	**90**	graus
Platô antes do ângulo da cunha:	**150**	cm
Ângulo tirante (b):	**30**	graus
Comprimento mínimo do trecho livre (A):	**300**	cm



TIRANTES							
TIRANTE	MODELO	QTDE.	COMPRIMENTOS UNITÁRIOS (cm)				
			A (cm)	Sobra (cm)	B (cm)	C (cm) Necessário	C (cm) Adotado
T1 a T6	TIRANTE DYWIDAG ST 95/105 18mm	6	740	100	500.00	1340	**1400**
	TOTAL (metros) TIRANTE DYWIDAG ST 95/105 18mm =						**84**

Obs: Adotar Viga metálica de travamento na linha de tirantes

5. SONDAGENS


SP-05
SP-01
SP-02
SP-03
SP-04

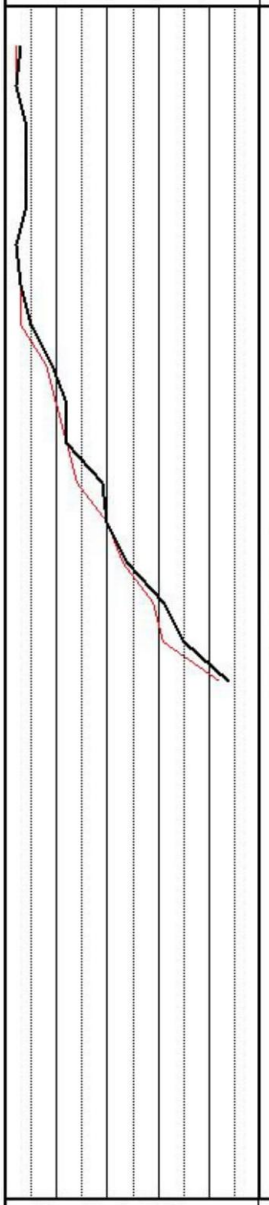

627998,47
39,91
7715245,74
SP05
627997,96
19,62
628017,04
628030,75
7715226,37
13,72
SP04
7715222,28
SP01
SP03
628007,64
7715221,83
7715211,7
13,82
SP02
17,45

INFRASOLOS ENGENHARIA

CLIENTE: CAVA ENHENHARIA DE INFRAESTRUTURA LTDA

OBRA: R. GERALDO GERVÃO - BR 482 - GIGANTE - CONSELHEIRO LAFAIETE / MG

SONDAGEM A PERCUSSÃO | COTA: | SONDAGEM: SP - 01



GOLPES P/30 INICIAL	GOLPES P/30 FINAL
2	3
2	2
4	4
4	4
4	4
2	2
3	3
3	5
8	9
10	12
12	12
14	19
20	20
23	24
29	31
31	35
42	44

Revestimento (m) | N A (m): 4,70 | PROF (m): 0, -5, -10, -15, -20, -25, -30 | PERFIL | PROF. DAS CAMADAS (m): 8.00, 17.45

CLASSIFICAÇÃO DAS CAMADAS

ARGILA SILTOSA COM AREIA FINA A MÉDIA E PEDREGULHOS ESPARSOS, MUITO MOLE A MOLE, COR VARIADA.

(ATERRO)

SILTE ARENOSO (AREIA FINA A MÉDIA), PASSAGEM DE CASCALHOS, MEDIANAMENTE A MUITO COMPACTO, AMARELO, BRANCO, VERDE, MARROM E ROSA VARIEGADO.

(SOLO RESIDUAL)

LIMITE DA SONDAGEM

FURO PARALISADO CONFORME O ITEM 5.2.4.2 DA NORMA NBR6484:2020 - SOLO - SONDAGEM DE SIMPLES - RECONHECIMENTO SPT
OBS: FAVOR OBESERVAR O ITEM 04 DO RELÁTORIO, REFERENTE AO N.A

ø Revestimento 2.1/2" Peso 65Kg Altura da Queda 75cm Amostrador: ø Int. 1.3/8" ø Ext. 2"	Inicio: 10/09/2025 Fim: 10/09/2025 SITE:	Rel. No: RS 235/25 Sondador: RN	Coord. N: Coord. E: Estaca: Afast. Eixo:	Folha No: 01/05 Eng. Resp.: Armando Cecconello

Rua Inspetor Jaime Caldeiras, 81 - Brasileia - Betim/MG - TEL. (31) 3592 7344 e-mail: engenharia@infrasolos.com.br

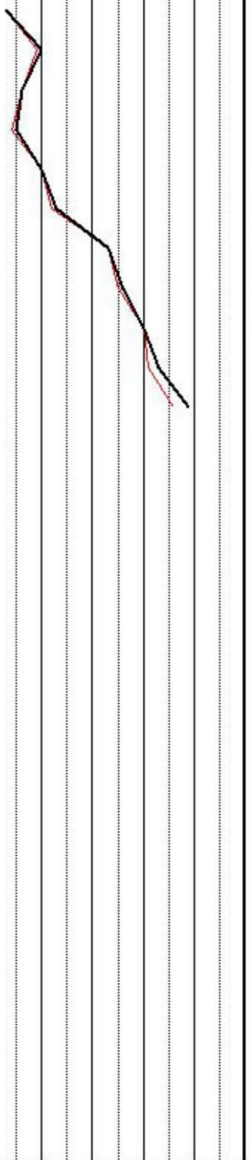
INFRASOLOS ENGENHARIA

CLIENTE: CAVA ENHENHARIA DE INFRAESTRUTURA LTDA

OBRA: R. GERALDO GERVÃO - BR 482 - GIGANTE - CONSELHEIRO LAFAIETE / MG

SONDAGEM A PERCUSSÃO | COTA: | SONDAGEM: SP - 02

RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO - SPT (INICIAL — FINAL) 10 20 30 40



GOLPES P/30 INICIAL	GOLPES P/30 FINAL	Revestimento (m)	N A (m)	PROF (m)	PERFIL	PROF. DAS CAMADAS (m)	CLASSIFICAÇÃO DAS CAMADAS
3	3			0			ARGILA SILTOSA COM AREIA FINA A MÉDIA E PEDREGULHOS ESPARSOS, COR VARIADA.
9	10					2.55	(ATERRO)
6	6						
4	5		4,80	-5			ARGILA SILTOSA COM AREIA FINA A MÉDIA, MOLE A RIJA, MARROM E AMARELA.
10	10					6.00	
12	13						SILTE ARENOSO (AREIA FINA A MÉDIA), MEDIANAMENTE A MUITO COMPACTO, AMARELO, BRANCO, CINZA, MARROM E ROSA VARIEGADO.
23	23						(SOLO RESIDUAL)
25	26			-10			
30	30					11.45	
31	33						LIMITE DA SONDAGEM
36	39						FURO PARALISADO CONFORME O ITEM 5.2.4.2 DA NORMA NBR6484:2020 - SOLO - SONDAGEM DE SIMPLES - RECONHECIMENTO SPT OBS: FAVOR OBESERVAR O ITEM 04 DO RELÁTORIO, REFERENTE AO N.A
				-15			
				-20			
				-25			
				-30			

ø Revestimento 2.1/2"	Inicio: 10/09/2025	Rel. No:	Coord. N:	Folha No: 02/05
Peso 65Kg	Fim: 10/09/2025	RS 235/25	Coord. E:	Eng. Resp.:
Altura da Queda 75cm	SITE:	Sondador:	Estaca:	Armando Cecconello
Amostrador:		RN	Afast. Eixo:	
ø Int. 1.3/8" ø Ext. 2"				

Rua Inspetor Jaime Caldeiras, 81 - Brasileia - Betim/MG - TEL. (31) 3592 7344 e-mail: engenharia@infrasolos.com.br

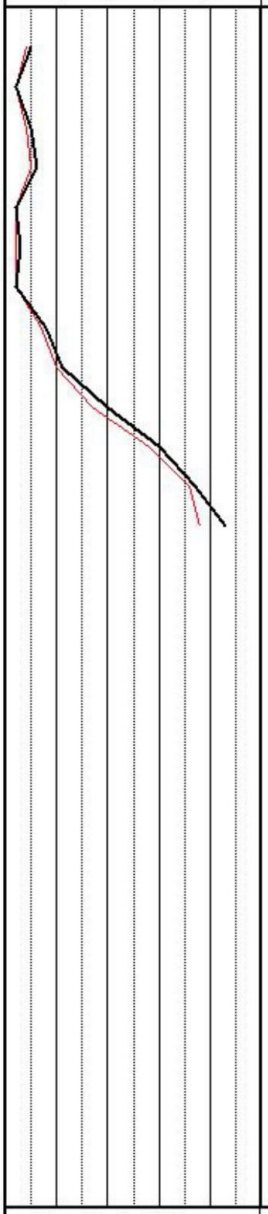
INFRASOLOS ENGENHARIA

CLIENTE: CAVA ENHENHARIA DE INFRAESTRUTURA LTDA

OBRA: R. GERALDO GERVÃO - BR 482 - GIGANTE - CONSELHEIRO LAFAIETE / MG

SONDAGEM A PERCUSSÃO | COTA: | SONDAGEM: **SP - 03**

RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO - SPT (INICIAL ——— FINAL) 10 20 30 40



GOLPES P/30 INICIAL	GOLPES P/30 FINAL	Revestimento (m)	N A (m)	PROF (m)	PERFIL	PROF. DAS CAMADAS (m)	CLASSIFICAÇÃO DAS CAMADAS
4	5			0			ARGILA SILTOSA COM AREIA FINA A MÉDIA E PEDREGULHOS ESPARSOS, MUITO MOLE A MOLE, COR VARIADA. (ATERRO)
2	2						
4	5						
5	6			-5			
2	2						
2	3					6.00	ARGILA SILTOSA COM AREIA FINA A MÉDIA, MUITO MOLE A MÉDIA, MARROM E PRETA.
2	2		7,58				
7	8					8.00	SILTE ARENOSO (AREIA FINA A MÉDIA), MEDIANAMENTE A MUITO COMPACTO, AMARELO, BRANCO, CINZA, MARROM E ROSA VARIEGADO. (SOLO RESIDUAL)
10	11			-10			
17	20						
28	30						
36	37						
38	43			-15		13.45	LIMITE DA SONDAGEM FURO PARALISADO CONFORME O ITEM 5.2.4.2 DA NORMA NBR6484:2020 - SOLO - SONDAGEM DE SIMPLES - RECONHECIMENTO SPT OBS: FAVOR OBESERVAR O ITEM 04 DO RELÁTORIO, REFERENTE AO N.A
				-20			
				-25			
				-30			

ø Revestimento 2.1/2" Peso 65Kg Altura da Queda 75cm Amostrador: ø Int. 1.3/8" ø Ext. 2"	Inicio: 10/09/2025 Fim: 10/09/2025 SITE:	Rel. No: RS 235/25 Sondador: RN	Coord. N: Coord. E: Estaca: Afast. Eixo:	Folha No: 03/05 Eng. Resp.: Armando Cecconello

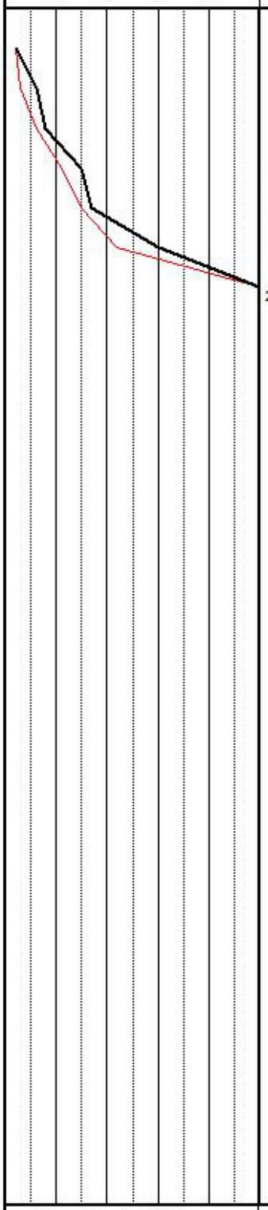
Rua Inspetor Jaime Caldeiras, 81 - Brasileia - Betim/MG - TEL. (31) 3592 7344 e-mail: engenharia@infrasolos.com.br

INFRASOLOS ENGENHARIA

CLIENTE: **CAVA ENHENHARIA DE INFRAESTRUTURA LTDA**

OBRA: R. GERALDO GERVÃO - BR 482 - GIGANTE - CONSELHEIRO LAFAIETE / MG

SONDAGEM A PERCUSSÃO | COTA: | SONDAGEM: **SP - 04**



GOLPES P/30 INICIAL	GOLPES P/30 FINAL	Revestimento (m)	N A (m)	PROF (m)	PERFIL	PROF. DAS CAMADAS (m)	CLASSIFICAÇÃO DAS CAMADAS
2	2			0			ARGILA SILTOSA COM AREIA FINA A MÉDIA E PEDREGULHOS ESPARSOS, COR VARIADA. (ATERRO)
3	6						
6	8		3,86				
11	15			-5		3.70	AREIA FINA A MÉDIA COM PASSAGEM DE CASCALHOS, MEDIANAMENTE A MUITO COMPACTA, BRANCA, CINZA E PRETA.
15	17						
22	30			-10		7.03	LIMITE DA SONDAGEM
25/03							FURO PARALISADO CONFORME O ITEM 5.2.4.2 DA NORMA NBR6484:2020 - SOLO - SONDAGEM DE SIMPLES - RECONHECIMENTO SPT OBS: FAVOR OBESERVAR O ITEM 04 DO RELATORIO, REFERENTE AO N.A
				-15			
				-20			
				-25			
				-30			

ø Revestimento 2.1/2"	Inicio: 10/09/2025	Rel. No:	Coord. N:	Folha No: 04/05
Peso 65Kg	Fim: 10/09/2025	RS 235/25	Coord. E:	Eng. Resp.:
Altura da Queda 75cm	SITE:	Sondador:	Estaca:	Armando Cecconello
Amostrador:		RN	Afast. Eixo:	
ø Int. 1.3/8" ø Ext. 2"				

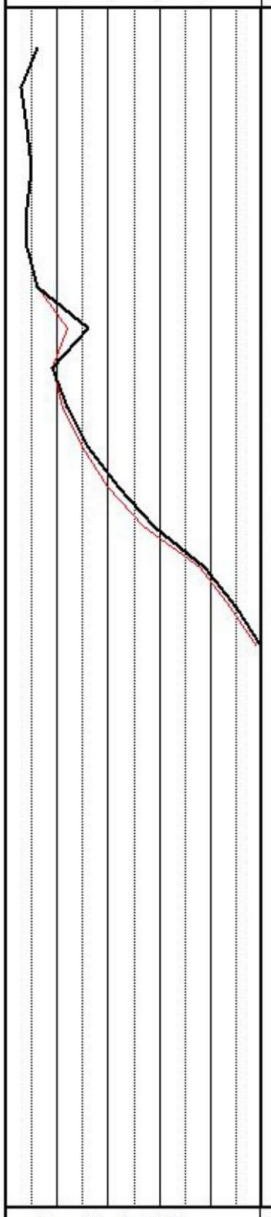
Rua Inspetor Jaime Caldeiras, 81 - Brasileia - Betim/MG - TEL. (31) 3592 7344 e-mail: engenharia@infrasolos.com.br

INFRASOLOS ENGENHARIA

CLIENTE: CAVA ENHENHARIA DE INFRAESTRUTURA LTDA

OBRA: R. GERALDO GERVÃO - BR 482 - GIGANTE - CONSELHEIRO LAFAIETE / MG

SONDAGEM A PERCUSSÃO | COTA: | SONDAGEM: **SP - 05**



GOLPES P/30 INICIAL	GOLPES P/30 FINAL	Revestimento (m)	N.A (m)	PROF (m)	PERFIL	PROF. DAS CAMADAS (m)	CLASSIFICAÇÃO DAS CAMADAS
6	6			0			ARGILA SILTOSA COM AREIA FINA A MÉDIA E PEDREGULHOS ESPARSOS, COR VARIADA. (ATERRO)
3	3						
4	4						
5	5			-5			
4	4					5.70	ARGILA SILTOSA COM AREIA FINA A MÉDIA, MOLE A MÉDIA, VERMELHA.
4	4						
6	6		7,37			7.45	
12	16						SILTE ARENOSO (AREIA FINA A MÉDIA), POUCO A MUITO COMPACTO, CINZA, MARROM, VERMELHO, ROXO, AMARELO E PRETO VARIEGADO. (SOLO RESIDUAL)
9	9			-10			
11	12						
15	16						
20	22						
27	29			-15			
38	39						
44	45						
49	50					16.45	LIMITE DA SONDAGEM FURO PARALISADO CONFORME O ITEM 5.2.4.2 DA NORMA NBR6484:2020 - SOLO - SONDAGEM DE SIMPLES - RECONHECIMENTO SPT OBS: FAVOR OBESERVAR O ITEM 04 DO RELÁTORIO, REFERENTE AO N.A
				-20			
				-25			
				-30			

ø Revestimento 2.1/2" Peso 65Kg Altura da Queda 75cm Amostrador: ø Int. 1.3/8" ø Ext. 2"	Inicio: 09/09/2025 Fim: 09/09/2025 SITE:	Rel. No: RS 235/25 Sondador: RN	Coord. N: Coord. E: Estaca: Afast. Eixo:	Folha No: 05/05 Eng. Resp.: Armando Cecconello

Rua Inspetor Jaime Caldeiras, 81 - Brasileia - Betim/MG - TEL. (31) 3592 7344 e-mail: engenharia@infrasolos.com.br