

Rua de Espinhosa 4475-699 Avioso S. Pedro – Maia – Portugal

Tel: 229866448 (chamada para a rede fixa nacional)

Tlm: 918759323 (chamada para a rede móvel nacional)

www.ciccopn.pt lgmc@ciccopn.pt

Relatório nº: 253913

Versão: 1 Data: 2025-12-9

Requisição nº: 253913

Data da receção: 2025-11-20

MOTA-ENGIL, ENGENHARIA E CONST.S.A.

Casa Calçada, Largo do Paço, N° 6

4600-017 Amarante

Obra: Linha de Alta Velocidade - Lote A - Projeto de Execução

Identificação da amostra: S37 T-SL4 (6,7-7,7m)

Data da recolha da amostra:

Amostragem realizada por: Cliente

Ensaio	Unidade	Resultado/Incerteza	Método
Solos. Determinação do teor em água			NP84:1965
Teor em água			
Data de início de ensaio		26-11-2025 10:50	
Teor em água	%	24.9 ± 1.4	
Solos. Análise granulométrica por peneiração húmida			LNEC E239:1970
Granulometria			
Data de início de ensaio		02-12-2025 14:48	
Resultado(s)		Anexo 1	
Solos. Determinação dos limites de consistência			NP143:1969
Limite de liquidez			
Data de início de ensaio		02-12-2025 10:34	
Estado da amostra antes de ensaio		Seco ao ar	
LL - Limite de liquidez		Não plástico	
Limite de plasticidade			
Data de início de ensaio		02-12-2025 10:34	
Estado da amostra antes de ensaio		Seco ao ar	
LP - Limite de plasticidade		Não plástico	
*Classificação unificada de solo			ASTM D2487:2017
Classificação unificada			
Data de ensaio		04-12-2025 14:56	
Referência da amostra		S37 T-SL4 (6.7-7.7m)	
Classificação do solo		SM - Areia Siltosa	
Solos. Determinação da densidade das partículas			NP83:1965
Densidade			
Data de início de ensaio		26-11-2025 12:24	
Fração granulométrica ensaiada	mm	Inferior a 4.76	

Rua de Espinhosa 4475-699 Avioso S. Pedro – Maia – Portugal

Tel: 229866448 (chamada para a rede fixa nacional)

Tlm: 918759323 (chamada para a rede móvel nacional)

www.ciccopn.pt lgmc@ciccopn.pt

Relatório nº: 253913 Versão: 1

Data: 2025-12-9

Condição de ensaio		Com secagem prévia	
Temperatura de ensaio	°C	17.0	
$d_{20}t_x$ - Densidade		2.67 ± 0.01	
Solos. Ensaio triaxial consolidado não drenado (CIU)			PEPS015:2022
Ensaio triaxial consolidado não drenado (CIU)			
Data de início de ensaio		26-11-2025 16:51	
Descrição visual do material		Silte com argila	
Tipo de provete		Não perturbado	
Determinação do teor em água		Com a totalidade dos provetes	
Método usado na avaliação da área dos provetes após consolidação (A_c)		A	
Valor da densidade das partículas (G_s)		Obtido por ensaio	
Taxa de extensão no corte	%/min.	0.06	
Programa de registo e armazenamento dos resultados		GDS Lab	
Resultado(s)		Anexo 2	

Observações do relatório:

Notas: No caso da amostragem ter sido realizada pelo cliente, os resultados apresentados neste relatório aplicam-se à amostra conforme rececionada. Neste caso o cliente é igualmente responsável pela descrição indicada nos campos identificação da amostra, data de recolha da amostra e referência do provete. Os valores assinalados com (*) não estão incluídos no âmbito da acreditação. Os resultados apresentados na forma <X, na coluna "Resultado/Incerteza", são inferiores ao limite de quantificação do método (LQ). A incerteza expandida, se apresentada, é expressa pela incerteza-padrão, multiplicada pelo fator de expansão $k=2$, o qual para uma distribuição t de Student corresponde a uma probabilidade de expansão de aproximadamente 95%.

Jorge Carvalho Ribeiro
(Responsável Técnico)

Rua da Espinhosa 4475-699 Avioso S. Pedro - Maia -Portugal

Tel: 229 866 448 (chamada para a rede fixa nacional)

Tlm: 918 759 323 (chamada para a rede móvel nacional)

www.ciccopn.pt

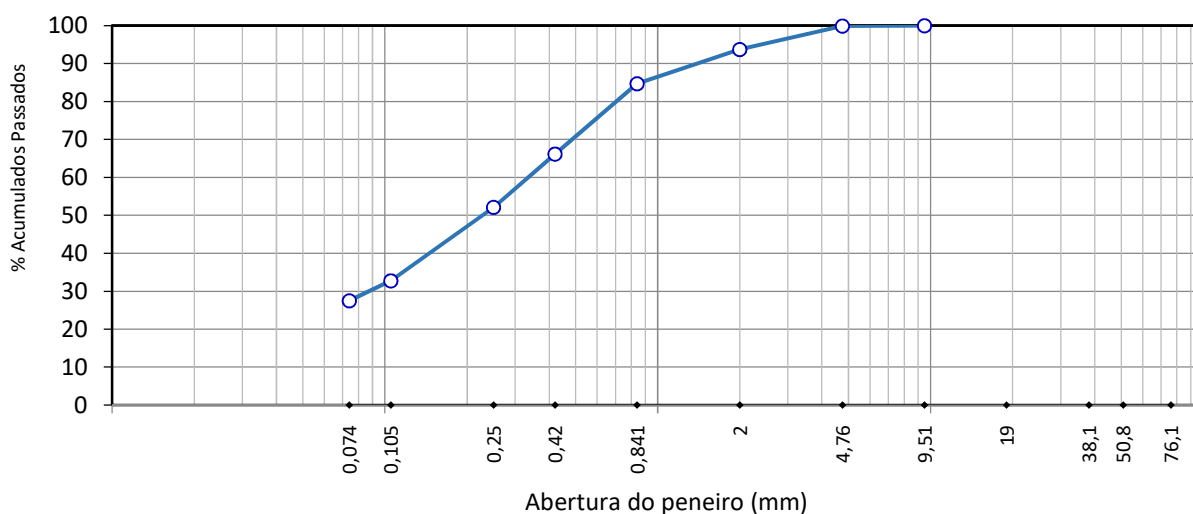
lgmc@ciccopn.pt

Relatório N.º 253913 Anexo 1

Data de ensaio		02/12/2025
m_{10} - Massa total da fração retida no peneiro 2,00 mm	(g)	63,33
m'_{10} - Massa total da fração passada no peneiro 2,00 mm	(g)	939,78
m_t - Massa total da amostra	(g)	1003,11
N'_{10} - Percentagem de material grosso	(%)	6,3
N''_{10} - Percentagem de material fino	(%)	93,7
m_a - Massa de material fino utilizada	(g)	115,45

Abertura de peneiros (mm)	m_x - Massa retida nos peneiros (g)	N_x - Percentagem retida (%)	Percentagem retida acumulada (%)	Acumulados passados (%)	Incerteza (%)
---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---
9,51	0,00	0,00	0,0	100,0	± 0,7
4,76	1,35	0,13	0,1	99,9	± 0,7
2,00	61,98	6,18	6,3	93,7	± 0,6
0,841	11,12	9,02	15,3	84,7	± 0,6
0,420	22,80	18,50	33,8	66,2	± 0,4
0,250	17,33	14,06	47,9	52,1	± 0,3
0,105	23,84	19,35	67,2	32,8	± 0,2
0,074	6,48	5,26	72,5	27,5	± 0,2

Curva granulométrica



Rua da Espinhosa 4475-699 Avioso S. Pedro - Maia -Portugal

Tel: 229 866 448 (chamada para a rede fixa nacional)

Tlm: 918 759 323 (chamada para a rede móvel nacional)

www.ciccopn.pt

lgmc@ciccopn.pt

Relatório N.º 253913 Anexo 2

Dados do provete:

Método de ensaio	Consolidado isotropicamente não drenado (CIU)
Identificação do provete	S37 T-SL4 (6,7-7,7m)
Descrição visual do provete	Silte com argila
Tipo de provete	Não perturbado

Dados iniciais:

		Provete 1	Provete 2	Provete 3
H_i - Altura inicial	(mm)	146,81	147,20	148,71
D_i - Diâmetro inicial	(mm)	72,74	72,84	72,95
A_i - Área inicial	(mm ²)	4155,6	4166,7	4179,3
V_i - Volume inicial	(mm ³)	610087,5	613335,1	621513,7
m_i - Massa inicial	(g)	1134,9	1124,5	1113,0
m_d - Massa seca final	(g)	891,3	866,9	861,2
ρ - Massa volumica inicial	(Mg/m ³)	1,86	1,83	1,79
ρ_d - Massa volumica seca final	(Mg/m ³)	1,46	1,41	1,39
W_i - Teor em água inicial	(%)	27,3	29,7	29,2
ρ_s - Massa volumica das partículas	(Mg/m ³)		2,67	
e_i - Índice de vazios		0,8	0,9	0,9
n - Porosidade		0,5	0,5	0,5
S_r - Grau de saturação	(%)	88	89	84

Saturação:

		Provete 1	Provete 2	Provete 3
Contrapressão total	(kPa)	390	390	390
Parâmetro B		1	1	1

Consolidação:

		Provete 1	Provete 2	Provete 3
σ'_c - Tensão de consolidação	(kPa)	51	100	201
ϵ_v - Deformação vertical	(%)	0,45	0,85	1,52
ϵ_{vol} - Deformação volumétrica	(%)	1,64	2,87	5,05
Taxa de def. volumétrica	(%/hora)	0,02	0,02	0,05

NOTA: Foi realizada drenagem pelo topo e pela base do provete

Corte:

		Provete 1	Provete 2	Provete 3
Taxa de def. vertical	(%/hora)	3,96	3,89	3,76
$(\Delta\sigma_v)_m$ - Correção tensão vertical	(kPa)	2,22	2,22	2,22
$(\Delta\sigma_h)_m$ - Correção tensão horizontal	(kPa)	0,00	0,00	0,00

Rua da Espinhosa 4475-699 Avioso S. Pedro - Maia -Portugal

Tel: 229 866 448 (chamada para a rede fixa nacional)

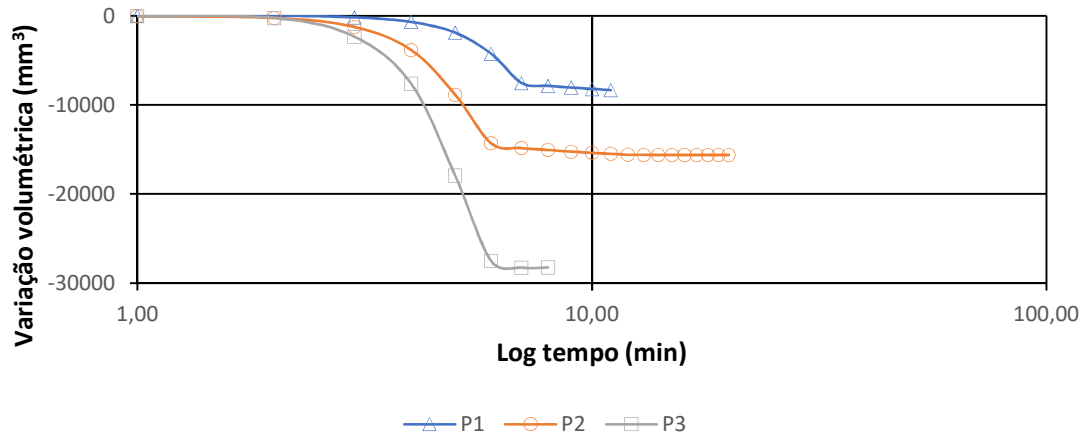
Tlm: 918 759 323 (chamada para a rede móvel nacional)

www.ciccopn.pt

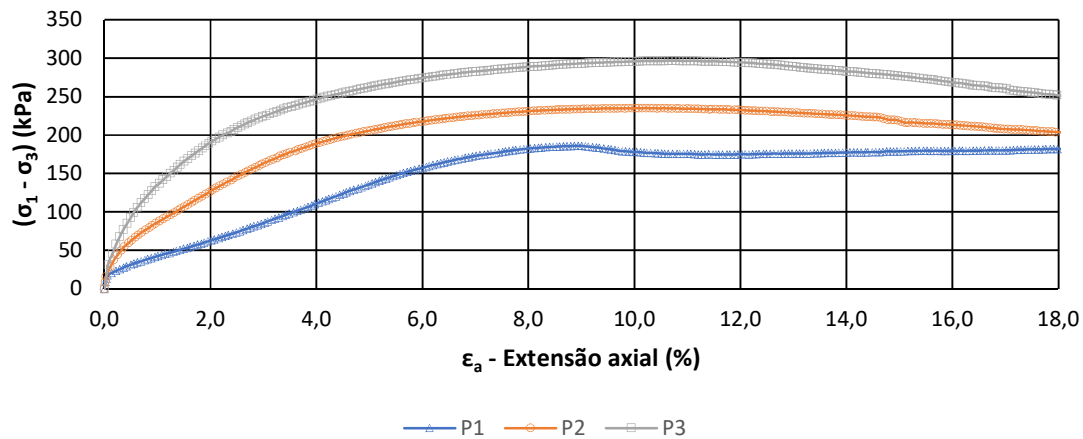
lgmc@ciccopn.pt

Relatório N.º 253913 Anexo 2

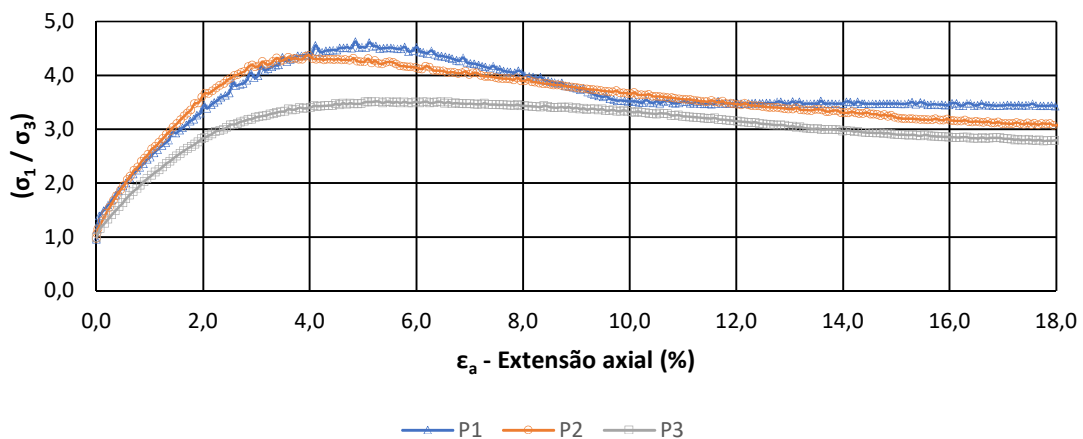
Curvas de consolidação



Curva extensão / Tensão de desvio



Curva extensão / Relação das tensões efetivas



Rua da Espinhosa 4475-699 Avioso S. Pedro - Maia -Portugal

Tel: 229 866 448 (chamada para a rede fixa nacional)

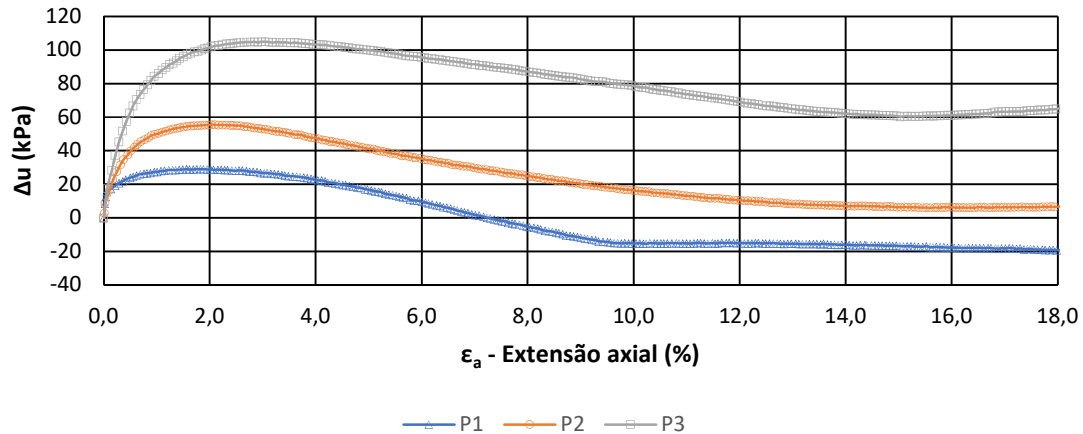
Tlm: 918 759 323 (chamada para a rede móvel nacional)

www.ciccopn.pt

lgmc@ciccopn.pt

Relatório N.º 253913 Anexo 2

Curva extensão / Pressão neutra



Parâmetros na rotura (σ'_1 / σ'_3)_{máx}:

		Provete 1	Incet.	Provete 2	Incet.	Provete 3	Incet.
$(\sigma_1 - \sigma_3)$ - Tensão de desvio	(kPa)	132,3	±1,7	188,6	±2,5	265,8	±3,5
σ_3 - Tensão horizontal	(kPa)	440,0	±10,7	490,0	±11,9	590,0	±14,3
σ_1 - Tensão axial	(kPa)	572,3	±3,9	678,6	±4,7	855,8	±5,9
u - Pressão neutra	(kPa)	404,2	±19,6	434,7	±21,1	485,3	±23,6
σ'_3 - Tensão efetiva horizontal	(kPa)	35,8	±2,4	55,3	±3,7	104,7	±7,1
σ'_1 - Tensão efetiva axial	(kPa)	168,1	±1,8	243,9	±2,7	370,5	±4,1
ϵ_a - Extensão axial	(%)	4,86	±0,2	3,99	±0,2	5,23	±0,2
(*)Af - Parâmetro Af		0,13		0,25		0,37	
(*) (σ'_1/σ'_3) - Relação das tensões efetivas		4,63		4,37		3,52	

(*) Fora do âmbito da acreditação

Parâmetros de resistência (σ'_1 / σ'_3)_{máx}:

		Provete 1	Provete 2	Provete 3
(*) C_u - Coesão não drenada	(kPa)	66,2	94,3	132,9

(*) Fora do âmbito da acreditação

		(σ'_1/σ'_3) _{máx}
(*) ϕ' - Ângulo de atrito interno	(°)	29,3
(*) c' - Coesão efetiva	(kPa)	19,4

(*) Fora do âmbito da acreditação

Rua da Espinhosa 4475-699 Avioso S. Pedro - Maia -Portugal

Tel: 229 866 448 (chamada para a rede fixa nacional)

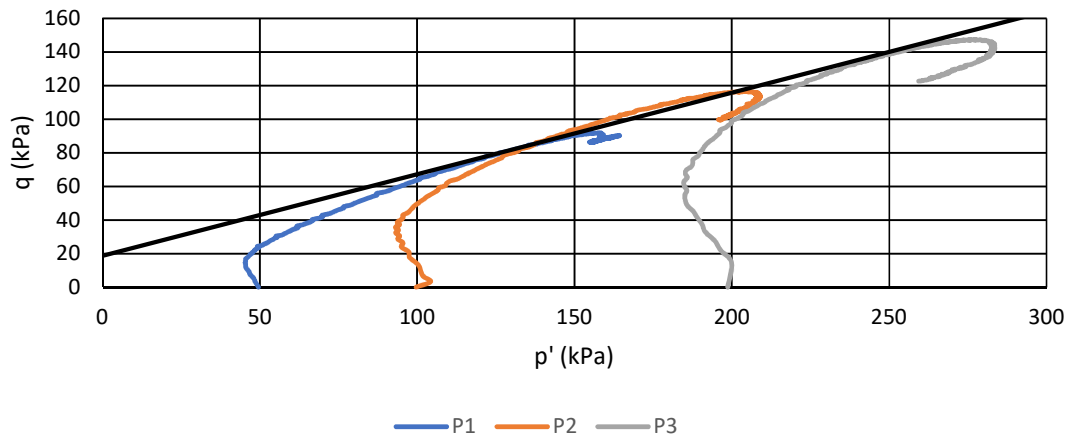
Tlm: 918 759 323 (chamada para a rede móvel nacional)

www.ciccopn.pt

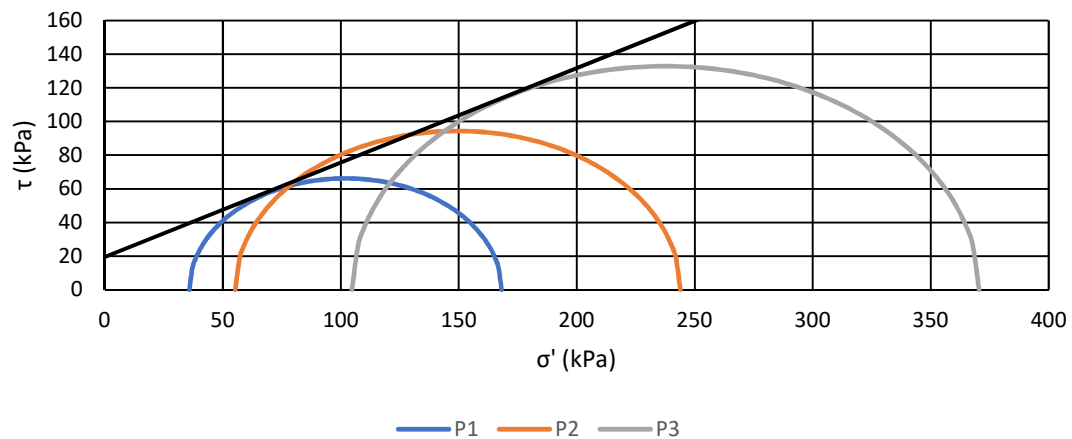
lgmc@ciccopn.pt

Relatório N.º 253913 Anexo 2

Envolvente de rotura (Tensões efetivas)



Círculos de Mohr - Tensões efetivas



Parâmetros na rotura ($\sigma'_1 - \sigma'_3$)_{máx}:

		Provete 1	Incet.	Provete 2	Incet.	Provete 3	Incet.
$(\sigma_1 - \sigma_3)$ - Tensão de desvio	(kPa)	186,0	±2,4	235,1	±3,1	296,7	±3,9
σ_3 - Tensão horizontal	(kPa)	441,0	±10,7	491,0	±11,9	590,0	±14,3
σ_1 - Tensão axial	(kPa)	627,0	±4,3	726,1	±5,0	886,7	±6,1
u - Pressão neutra	(kPa)	375,4	±18,2	402,8	±19,6	461,6	±22,4
σ'_3 - Tensão efetiva horizontal	(kPa)	65,6	±4,5	88,2	±6,0	128,4	±8,7
σ'_1 - Tensão efetiva axial	(kPa)	251,6	±2,8	323,3	±3,6	425,1	±4,7
ϵ_a - Extensão axial	(%)	8,9	±0,4	10,2	±0,4	10,6	±0,5
(*) Af - Parâmetro Af		-0,06		0,07		0,25	
(*) (σ'_1/σ'_3) - Relação das tensões efetivas		3,80		3,64		3,29	

(*) Fora do âmbito da acreditação

Rua da Espinhosa 4475-699 Avioso S. Pedro - Maia -Portugal

Tel: 229 866 448 (chamada para a rede fixa nacional)

Tlm: 918 759 323 (chamada para a rede móvel nacional)

www.ciccopn.pt

lgmc@ciccopn.pt

Relatório N.º 253913 Anexo 2

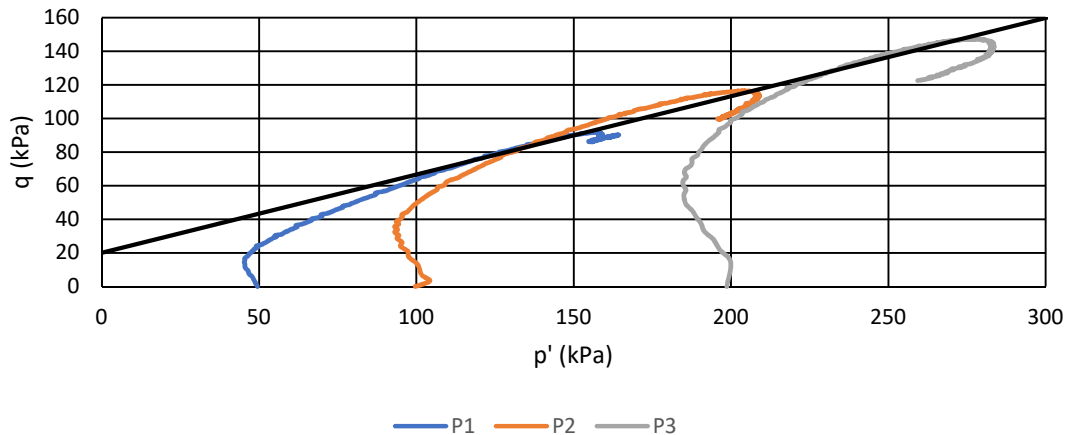
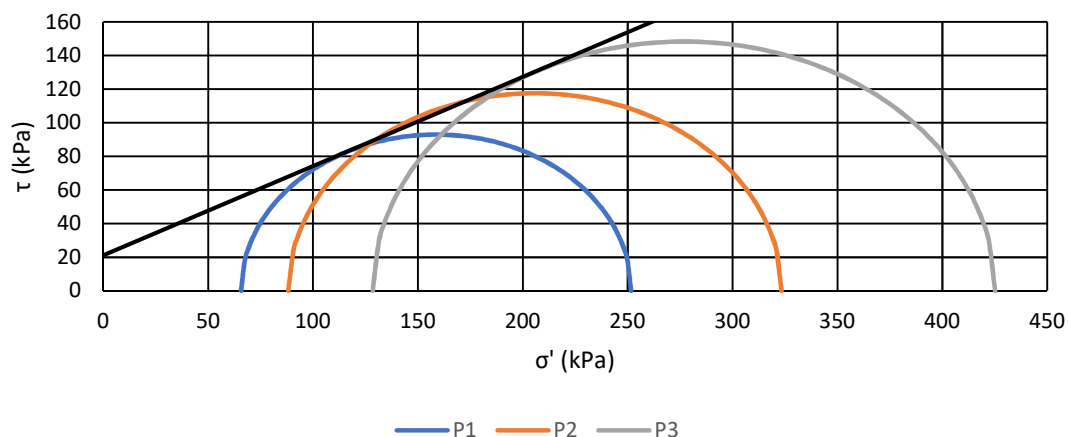
Parâmetros de resistência ($\sigma'_1 - \sigma'_3$)_{máx}:

	Provete 1	Provete 2	Provete 3
(*) C_u - Coesão não drenada (kPa)	93,0	117,6	148,4

(*) Fora do âmbito da acreditação

	($\sigma'_1 - \sigma'_3$) _{máx}
(*) ϕ' - Ângulo de atrito interno (°)	28,0
(*) c' - Coesão efetiva (kPa)	21,1

(*) Fora do âmbito da acreditação

Envolvente de rotura (Tensões efetivas)

Círculos de Mohr - Tensões efetivas


Rua da Espinhosa 4475-699 Avioso S. Pedro - Maia -Portugal

Tel: 229 866 448 (chamada para a rede fixa nacional)

Tlm: 918 759 323 (chamada para a rede móvel nacional)

www.ciccopn.pt lgmc@ciccopn.pt

Relatório N.º 253913 Anexo 2

Fotografias dos provetes após o corte:



Provete 1



Provete 2



Provete 3