

ACESSO SUL **À PLATAFORMA DOS POÇOS CL8,CL9 E CL10**



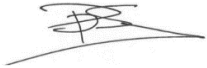
FASE III – PROJETO DE EXECUÇÃO

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS – DRENAGEM

JULHO 2024

EDA RENOVAVEIS**ESTUDO PRÉVIO E ELABORAÇÃO DO PROJETO DE EXECUÇÃO DO ACESSO SUL À
PLATAFORMA DOS POÇOS CL8,CL9 E CL10****FASE III - PROJETO DE EXECUÇÃO****CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS – DRENAGEM**

Documento nº	40713-PE-0403-CJ	Data:	31-07-2024
--------------	------------------	-------	------------

	Nome	Função	Assinatura
Elaborado	Carolina Tamem	Eng.ª Civil	
Verificado	Guilherme Pisco	Eng.ª Civil	
Aprovado	Paulo Soares	Eng.º Civil	

Registo de Revisões:

Revisão	Data	Elaborado	Verificado	Aprovado	Descrição

EDA RENOVÁVEIS

ESTUDO PRÉVIO E ELABORAÇÃO DO PROJETO DE EXECUÇÃO DO ACESSO SUL À PLATAFORMA DOS POÇOS CL8,CL9 E CL10

FASE III - PROJETO DE EXECUÇÃO

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS – DRENAGEM

ÍNDICE

	Pág.
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 DRENAGEM LONGITUDINAL	1
2.1 CÁLCULO HIDROLÓGICO.....	1
2.2 CONCEÇÃO	2
2.3 CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO	2
2.4 DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO	3
3 DRENAGEM TRANSVERSAL	6
3.1 CÁLCULO HIDROLÓGICO.....	6
3.2 CONCEÇÃO	6

ANEXO I - Áreas de contribuição para o dimensionamento da drenagem

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 – Secção circular fechada. Grandezas geométricas adimensionais.....	3
Quadro 2.2 – Troço Poente. Verificação da capacidade de escoamento das valetas de crista	3
Quadro 2.3 – Troço Nascente. Verificação da capacidade de escoamento das valetas de crista.....	4
Quadro 2.4 – Troço Poente. Verificação da capacidade de escoamento das valetas de banquetta	4
Quadro 2.5 – Troço Nascente. Verificação da capacidade de escoamento das valetas de banquetta	4
Quadro 2.6 – Troço Poente. Verificação da capacidade de escoamento das valetas de plataforma	5
Quadro 2.7 – Troço Nascente. Verificação da capacidade de escoamento das valetas de plataforma	5

Quadro 2.8 – Troço Poente e Nascente. Diâmetro mínimo a adotar para as descidas de talude	5
Quadro 3.1 – Verificação do diâmetro mínimo a assegurar para as condutas da drenagem transversal	7

EDA RENOVÁVEIS

ESTUDO PRÉVIO E ELABORAÇÃO DO PROJETO DE EXECUÇÃO DO ACESSO SUL À PLATAFORMA DOS POÇOS CL8,CL9 E CL10

FASE III - PROJETO DE EXECUÇÃO

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS – DRENAGEM

1 INTRODUÇÃO

Na presente Memória Descritiva descreve-se a metodologia utilizada no dimensionamento e verificação hidráulica dos órgãos de drenagem longitudinal e transversal associados às intervenções preconizadas no presente projeto.

O troço em análise desenvolve-se em ambas as margens da Ribeira das Roças.

2 DRENAGEM LONGITUDINAL

2.1 CÁLCULO HIDROLÓGICO

O cálculo de caudais foi feito usando a fórmula racional e considerando um período de retorno de 10 anos:

$$Q = \frac{C \ i \ A}{3,6} \quad (m^3/s)$$

onde,

- C coeficiente de escoamento da fórmula racional (tem em consideração a densidade habitacional da zona e as características do terreno);
- i intensidade de precipitação correspondente à chuvada com duração igual ao tempo de concentração e determinado período de retorno (mm/h);
- A área da bacia hidrográfica correspondente à secção em estudo (km²).

A intensidade de precipitação correspondente a uma duração t , para um período de retorno de 10 anos, é calculada pela curva i-d-f obtida para cada região pluviométrica segundo o estudo realizado por *Matos, R.M. e Silva, M.H., 1986*. No caso da região dos Açores, Ilha de S. Miguel, esta situa-se na Região C. A intensidade de precipitação (para chuvadas com duração inferior a 30 minutos) é dada pela expressão:

$$i = a \times t_c^b, \text{ em que } a = 348,22 \text{ e } b = -0,549$$

Considerando-se um tempo de concentração, t_c , de 5 minutos obtém-se uma intensidade, i , de 149,92 mm/h.

Os coeficientes de escoamento, C , foram os seguintes:

- 0,36 para zonas de floresta com declives de 2% a 7%;
- 0,41 para zonas de floresta com declives superiores a 7%;
- 0,90 para asfalto.

2.2 CONCEÇÃO

Prevê-se a execução do sistema de drenagem longitudinal constituído por drenagem de plataforma, de crista e de banqueteta. Assim, de uma forma geral, a drenagem longitudinal é constituída, no presente âmbito, pelos seguintes tipos de órgãos:

- valetas de crista, constituídas por canais semicirculares do tipo meia-cana de betão Ø400mm;
- valetas de banqueteta, constituídas por canais semicirculares do tipo meia-cana de betão Ø400mm;
- descidas de talude em tubos de PVC de Ø400mm envoltos em betão e revestidos com pedra da região;
- valetas de plataforma, correspondentes a canais semicirculares do tipo meia-cana de betão Ø400mm.

Por forma a ligar os elementos de drenagem, prevê-se, quando necessário, a execução de caixas de ligação/receção.

Preconiza-se o encaminhamento do escoamento afluente ao sistema de drenagem longitudinal para a ribeira das roças que se desenvolve a norte da solução do acesso no lado poente e a sul da solução de acesso no lado nascente.

2.3 CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO

A capacidade das valetas, no geral, pode ser obtida pela aplicação da fórmula de *Manning-Strickler*:

$$Q = K_s \times S \times R^{2/3} \times i^{1/2} \quad (m^3/s)$$

onde,

- K_s coeficiente da fórmula de *Manning-Strickler* ($K_s=75 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ para o betão);
- S área da secção (m^2);
- P perímetro molhado (m);
- R raio hidráulico, $R = S/P$ (m);
- i inclinação crítica da valeta.

Valetas de secção em meia-cana

Para uma valeta de secção em meia cana, o diâmetro mínimo, $D_{\min}$, de acordo com a fórmula de *Manning-Strickler*, para uma secção em meia-cana é calculado através da expressão:

$$D_{\min} = 2 \times \left(\frac{Q}{74,21 \times i^{0,5}} \right)^{3/8}$$

onde,

Q caudal afluyente (m^3/s);

i inclinação da valeta de secção em meia-cana (m).

Considera-se para efeitos de cálculo de verificação da capacidade de escoamento, valetas de secção em meia-cana com 0,40 m de diâmetro.

Descidas de talude

A capacidade das descidas de talude em tubos de PVC pode ser obtida pela aplicação da fórmula de *Manning-Strickler*, considerando $K_s=100 m^{1/3}s^{-1}$.

No dimensionamento de um canal de secção circular aceita-se como máximo da relação h/D o valor de 0,80. Assim, as relações apresentadas no **Error! Reference source not found.** são válidas para o cálculo da máxima capacidade de transporte da descida de talude.

Quadro 2.1 – Secção circular fechada. Grandezas geométricas adimensionais.

Grandezas geométricas consideradas para canal de secção circular fechada	
h/D	0,800
S/D^2	0,674
R/D	0,304

2.4 DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO

Sobre a topografia e com auxílio das cartas militares n.º 32 e n.º 33, traçaram-se as áreas de influência que contribuem para a afluição de caudal à drenagem longitudinal da solução.

No Anexo I apresentam-se as áreas de contribuição para a drenagem e respetivo caudal, obtido através da fórmula racional.

Tendo em conta os resultados obtidos para as áreas de influência, foram contabilizadas as contribuições para cada troço relativo às drenagens de crista. No Quadro 2.2 e Quadro 2.3 apresentam-se as verificações para as valetas meia-cana a colocar nas cristas de talude, no lado poente e nascente, respetivamente.

Quadro 2.2 – Troço Poente. Verificação da capacidade de escoamento das valetas de crista

Troço condicionante	$Q_{aff}(m^3/s)$	$i (m/m)$	$\kappa (m^{1/3}/s)$	D (mm)	$D_{min} (mm)$	Verificação
Plataforma CL7 - Cx1	0,035	0,30%	75	400	334,8	OK
Plataforma CL7 - Cx4	0,035	0,30%	75	400	335,2	OK
Sul - Cx 5	0,070	8,00%	75	400	235,2	OK
Cx 7 - Cx 5	0,070	5,33%	75	400	253,8	OK
Norte - Cx 7	0,040	25,00%	75	400	153,7	OK
Sul - Cx 12	0,025	14,29%	75	400	144,2	OK
Norte - Cx 19	0,059	125,00%	75	400	132,2	OK
Sul - Cx 20	0,008	40,00%	75	400	75,9	OK
Sul - Cx 22	0,012	25,00%	75	400	98,4	OK

Quadro 2.3 – Troço Nascente. Verificação da capacidade de escoamento das valetas de crista

Troço condicionante	$Q_{aff}(m^3/s)$	$i (m/m)$	$\kappa (m^{1/3}/s)$	D (mm)	$D_{min} (mm)$	Verificação
Cx 30 - Cx 29	0,003	89,69%	75	400	45,6	OK
Cx 29 - Cx 28	0,007	104,17%	75	400	61,5	OK
Cx 28 - Cx 27	0,015	117,65%	75	400	80,4	OK
Sul - PH2	0,071	7,81%	75	400	237,5	OK
Norte - PH2	0,059	2,08%	75	400	283,9	OK
Norte - Cx 31	0,059	6,44%	75	400	229,7	OK
Sul - PH3	0,031	9,56%	75	400	168,1	OK
Norte - PH3	0,031	0,34%	75	400	315,0	OK

Relativamente às drenagens de banqueteta, empregou-se a mesma metodologia, tendo-se obtido os resultados constantes no Quadro 2.4 e no Quadro 2.5.

Quadro 2.4 – Troço Poente. Verificação da capacidade de escoamento das valetas de banqueteta

Troço condicionante	$Q_{aff}(m^3/s)$	$i (m/m)$	$\kappa (m^{1/3}/s)$	D (mm)	$D_{min} (mm)$	Verificação
Sul - Cx 8	0,003	1,00%	75	400	104,6	OK
Sul - Cx 18	0,003	25,00%	75	400	55,4	OK
Sul - Bc 1	0,004	25,00%	75	400	65,8	OK
Sul - Cx20	0,001	25,00%	75	400	38,2	OK

Quadro 2.5 – Troço Nascente. Verificação da capacidade de escoamento das valetas de banqueteta

Troço condicionante	$Q_{aff}(m^3/s)$	$i (m/m)$	$\kappa (m^{1/3}/s)$	D (mm)	$D_{min} (mm)$	Verificação
Norte - Cx 30	0,001	3,67%	75	400	49,9	OK
Norte - Cx 29	0,004	3,67%	75	400	94,1	OK
Norte - Cx 28	0,008	3,67%	75	400	122,3	OK

Finalmente, foram verificadas as capacidades de escoamento das valetas de plataforma, que recebem a drenagem proveniente das descidas de talude, panos dos taludes a executar e da estrada. A capacidade é assegurada, tendo-se obtido as verificações constantes no Quadro 2.6 e no Quadro 2.7.

Quadro 2.6 – Troço Poente. Verificação da capacidade de escoamento das valetas de plataforma

Troço condicionante	$Q_{aff}(m^3/s)$	$i (m/m)$	$\kappa (m^{1/3}/s)$	D (mm)	$D_{min} (mm)$	Verificação
Cx 1 - Cx 4	0,065	2,00%	75	400	296,7	OK
Cx 4 - Cx 6	0,011	1,00%	75	400	171,6	OK
Cx 6 - Cx 8	0,091	1,00%	75	400	383,8	OK
Cx 8 - Cx 11	0,158	25,00%	75	400	258,0	OK
Cx 11 - Cx 13	0,200	25,00%	75	400	281,9	OK
Cx 13 - Cx 17	0,206	25,00%	75	400	285,3	OK
Cx 17 - Cx 22	0,223	25,00%	75	400	293,9	OK
Cx 22 - Cx 24	0,238	25,00%	75	400	300,9	OK
Cx 23 - Cx 25	0,021	1,00%	75	400	220,8	OK

Quadro 2.7 – Troço Nascente. Verificação da capacidade de escoamento das valetas de plataforma

Troço condicionante	$Q_{aff}(m^3/s)$	$i (m/m)$	$\kappa (m^{1/3}/s)$	D (mm)	$D_{min} (mm)$	Verificação
Norte - Zona PH3	0,006	2,00%	75	400	119,9	OK
Zona PH3 - Cx 32	0,015	2,00%	75	400	170,7	OK
Cx 32 - Zona PH2	0,025	4,00%	75	400	183,0	OK
Zona PH2 - Cx 26	0,050	3,67%	75	400	241,0	OK

Preconiza-se a execução de sete descidas de talude para o troço poente e de uma descida de talude para o troço nascente. Estas receberão o caudal afluente às drenagens de crista. No Quadro 2.8 apresenta-se, para cada descida de talude, o diâmetro mínimo a considerar.

Quadro 2.8 – Troço Poente e Nascente. Diâmetro mínimo a adotar para as descidas de talude

	mont	jus	$Q_{aff}(m^3/s)$	$i (m/m)$	$\kappa (m^{1/3}/s)$	$D_{min} (mm)$	D adotado (mm)	Verificação
Zona Poente	Cx 5	Cx 6	0,070	150,00%	100	95	400	OK
	Cx 7	Cx 8	0,040	150,00%	100	77	400	OK
	Cx 10	Cx 11	0,015	150,00%	100	54	400	OK
	Cx 12	Cx 13	0,028	150,00%	100	67	400	OK
	Cx 14	Cx 15	0,027	150,00%	100	66	400	OK
	Cx 16	Cx 17	0,028	150,00%	100	67	400	OK
	Cx 20	Cx 21	0,009	150,00%	100	43	400	OK
Zona Nascente	Cx 31	Cx 32	0,059	150,00%	100	89	400	OK

3 DRENAGEM TRANSVERSAL

3.1 CÁLCULO HIDROLÓGICO

Para o cálculo da drenagem transversal, a intensidade de precipitação correspondente a uma duração t , deverá ser calculada para um período de retorno de 100 anos. A intensidade de precipitação (para chuvadas com duração inferior a 30 minutos) é dada pela expressão:

$$i = a \times t_c^b, \text{ em que } a = 438,75 \text{ e } b = -0,508$$

Considerando-se um tempo de concentração, t_c , de 5 minutos obtém-se uma intensidade, i , de 193,70 mm/h.

Os coeficientes de escoamento, C , foram os seguintes:

- 0,36 para zonas de floresta com declives de 2% a 7%;
- 0,41 para zonas de floresta com declives superiores a 7%.

3.2 CONCEÇÃO

A capacidade das manilhas pode ser obtida pela aplicação da fórmula de *Manning-Strickler*, explicitada no subcapítulo 2.3.

O cálculo do ângulo θ , dependente do nível de água na conduta em relação ao seu diâmetro, pode ser obtido através da fórmula iterativa:

$$\theta_{n+1} = \text{sen } \theta_n + 6,063 \left(\frac{Q}{K\sqrt{i}} \right)^{0,6} D^{-1,6} \theta_n^{0,4}$$

Em que:

D diâmetro da conduta;

θ ângulo ao centro: $\theta = 2 \arccos \left(1 - \frac{2y}{D} \right)$;

y altura de escoamento: $y = \left(\frac{1}{2} \right) \left(1 - 2 \frac{\cos \theta}{2} \right) D$;

S área: $S = \left(\frac{1}{8} \right) (\theta - \text{sen } \theta) D^2$;

P perímetro molhado: $P = \frac{1}{2} \theta D$;

R raio hidráulico: $R = \left(\frac{1}{4} \right) \frac{(\theta - \text{sen } \theta)}{\theta} D$

$$0 \leq \theta \leq 2 \pi$$

Este ângulo permite calcular a relação entre h/D e A/D^2 , necessária para o cálculo através da fórmula de Manning-Strickler, obtendo-se os diâmetros mínimos a adotar para as condutas – Quadro 3.1.

Quadro 3.1 – Verificação do diâmetro mínimo a assegurar para as condutas da drenagem transversal

Troço	Conduta	Q afluente	Q afluente, acumulado	i	D	Di	DN	θ	θ_{n+1}	$\theta_{n+1} - \theta$	h/D	S	Rh
		m^3/s	m^3/s	%	mm	mm	mm					m^2	m
Zona Poente	PH1	0,169	0,169	5,88%	300,00	348,20	400,00	2,83	2,83	0,00	0,42	0,04	0,08
	Travessia 1	0,009	0,009	2,00%	150,00	174,00	200,00	2,35	2,35	0,00	0,31	0,01	0,03
Zona Nascente	PH2	0,188	0,188	28,85%	300,00	348,20	400,00	2,29	2,29	0,00	0,29	0,02	0,06
	PH3	0,180	0,180	59,89%	300,00	348,20	400,00	2,04	2,04	0,00	0,24	0,02	0,05

Anexo I – Áreas de contribuição para o dimensionamento da drenagem

Zona Poente
Áreas de influência

	Área de influência	Área	C	Q
		m ²		m ³ /s
Lado Direito	A1	2403	0,36	0,035
	A2	2411	0,36	0,035
	A3	4253	0,41	0,070
	A4	2415	0,41	0,040
	A5	1540	0,41	0,025
	A6	3617	0,41	0,059
Lado Esquerdo	A7	258	0,41	0,004
	A8	465	0,41	0,008
	A9	735	0,41	0,012

Áreas de panos

	Área de influência	Área	C	Q
		m ²		m ³ /s
Lado Direito	BA1	173,0	0,41	0,003
	BA2	159,0	0,41	0,003
	BA3	252,0	0,41	0,004
Lado Esquerdo	BA4	59,0	0,41	0,001
	PA1d	335,0	0,41	0,005
	PA2d	150,0	0,41	0,002
Lado Direito	PA3d	450,00	0,41	0,007
	PA4d	204,00	0,41	0,003
	PA5d	118,00	0,41	0,002
	PA6d	212,00	0,41	0,003
	PA7d	317,00	0,41	0,005
	PA1e	240,0	0,41	0,004
	PA2e	328,0	0,41	0,005
Lado Esquerdo	PA3e	250,0	0,41	0,004
	PA4e	36,0	0,41	0,001
	PA5e	139,0	0,41	0,002
	PA6e	155,0	0,41	0,003
	PA7e	118,0	0,41	0,002

Áreas de estrada

Área de influência	Área	C	Q
	m ²		m ³ /s
E1	575,0	0,90	0,021
E2	522,0	0,90	0,019
E3	397,0	0,90	0,014
E4	182,0	0,90	0,007
E5	111	0,90	0,004
E6	212	0,90	0,008
E7	187	0,90	0,007
E8	190	0,90	0,007

Zona Nascente
Áreas de influência

	Área de influência	Área	C	Q
		m ²		m ³ /s
Lado Esquerdo	A1	133	0,41	0,002
	A2	4313	0,41	0,071
	A3	7626	0,39	0,117
	A4	4043	0,39	0,062

Áreas de panos

	Área de influência	Área	C	Q
		m ²		m ³ /s
Lado Esquerdo	BA1	46,0	0,41	0,001
	BA2	250,0	0,41	0,004
	BA3	503,0	0,41	0,008
	PA1e	518,0	0,41	0,008
	PA2e	539,0	0,41	0,009
	PA3e	181,0	0,41	0,003
Lado Direito	PA1d	135,00	0,41	0,002
	PA2d	85,00	0,41	0,001

Áreas de estrada

Área de influência	Área	C	Q
	m ²		m ³ /s
E1	401,0	0,90	0,014
E2	257,0	0,90	0,009
E3	78,0	0,90	0,003