

# **GREENTOOL**

Gestão de Projectos e Investimentos

**Vale Palheiro – Agroturismo**

**Aljezur**

---

**ESTUDO DO REGIME DE CHEIAS LOCAL**

---

**RELATÓRIO**

**Agosto.2015**

## **ÍNDICE**

<b>1   INTRODUÇÃO .....</b>	<b>3</b>
<b>2   CARACTERIZAÇÃO DA ZONA EM ESTUDO .....</b>	<b>3</b>
<b>3   ELEMENTOS DE BASE .....</b>	<b>3</b>
<b>4   A RIBEIRA DE ALJEZUR .....</b>	<b>5</b>
<b>5   O SUBSIDIÁRIO .....</b>	<b>8</b>
<b>6   ELEMENTOS EXPOSTOS E POSSÍVEIS CONSEQUÊNCIAS.....</b>	<b>10</b>
6.1   Considerações gerais .....	10
6.2   Identificação de elementos expostos .....	10
6.3   Possíveis consequências .....	11
<b>7   RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>11</b>
7.1   Medidas não estruturais locais.....	11
7.2   Medidas estruturais locais.....	12
<b>8   CONCLUSÕES.....</b>	<b>14</b>
<b>9   REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>16</b>
<b>10   ANEXOS.....</b>	<b>16</b>

*Arquivo GreenTool: RELATÓRIO\_VF*

## 1 | INTRODUÇÃO

Na sequência da emissão por parte da Agência Portuguesa do Ambiente, I.P. de parecer desfavorável às obras de edificação (construção, reconstrução, alteração, ampliação) em área não abrangida por operação de loteamento (Ofício S061230 - 201411 - ARHALG.DRHI de 27-11-2014), fundamentada sobretudo na ausência de *“quaisquer elementos que evidenciem a compatibilidade dos usos propostos para com o regime de cheias afetas à ribeira de Aljezur e ao seu subsidiário”*, solicita o promotor do empreendimento Vale Palheiro – Agroturismo a realização de estudo do regime de cheias local, a fim de dotá-lo de elementos que possam demonstrar a eventual compatibilidade.

Nesse sentido realizou-se o estudo do regime de cheias local cujo resultando é apresentado no presente relatório.

## 2 | CARACTERIZAÇÃO DA ZONA EM ESTUDO

O projeto consiste na implementação de uma unidade de turismo em espaço rural, agroturismo, num terreno de 44 hectares denominado por Vale Palheiro.

O terreno ocupa uma parte da várzea maior da Ribeira de Aljezur, mas na sua maioria é constituído por relevo algo acidentado e com pendentes agrestes nalguns pontos.

Do ponto de vista de intervenção baseou-se o projeto no estudo da evolução do sítio nos últimos anos e no sentido de compreender as características da estrutura existente anteriormente ao abandono da terra para as poder recuperar e renovar tendo em conta o novo uso.

Tiveram-se pois em conta os aspetos de impacto ambiental que a construção de um empreendimento deste tipo provoca, no sentido de reduzir ao máximo os seus efeitos negativos - tratamento acertado do coberto vegetal privilegiando as espécies autóctones, modelações do terreno mínimas de modo a evitar acentuados aterros e escavações.

O empreendimento compreende seis edifícios principais, piscinas, estacionamento automóveis e hortas. Evidencia-se para efeito do presente estudo dois dos edifícios (A e C) por estarem implantados a cotas próxima dos 6.00m estando a um destes (C) também associada uma piscina.

Em termos hidrológicos releva a proximidade da Ribeira de Aljezur e a existência de um subsidiário desta.

## 3 | ELEMENTOS DE BASE

Dos elementos mais relevantes disponíveis sobre a matéria, destaca-se o **Relatório Final da Elaboração de Cartografia Específica sobre Risco de Inundação para Portugal Continental**, referente aos estudos para a Elaboração de Cartografia Específica sobre Risco de Inundação para Portugal Continental (Zonas Inundáveis e de Risco de Inundação), para Carregamento e Disponibilização de Informação em Bases de Dados Específicas, desenvolvido pelo Consórcio AQUALOGUS / ACTION MODULERS na sequência do contrato celebrado com a Agência Portuguesa do Ambiente, I.P. (APA).

O referido estudo teve como principal objectivo a elaboração de cartografia específica sobre risco de inundação com base no desenvolvimento de estudos especializados de modelação hidrológica e hidráulica das cheias, para 22 zonas críticas em Portugal Continental, entre as quais se inclui, na Zona Geográfica da Administração de Região Hidrográfica - Algarve, a ribeira de Aljezur, tendo por principais objectivos:

- ▶ Modelação hidrológica e hidráulica das cheias, das zonas críticas em estudo;
- ▶ Elaboração de mapas de inundação e de risco de inundação dessas zonas associados a diferentes períodos de retorno, a uma escala apropriada para cada região territorial;
- ▶ Integração da informação obtida num Sistema de Informação Geográfica (SIG).

A modelação hidráulica referida permitiu a delimitação das zonas de inundação, assim como a análise da altura e velocidade do escoamento máximos em caso de inundação.

Os respectivos resultados, permitiram a elaboração de Cartas de Zonas Inundáveis para períodos de retorno de 20, 100 e 1 000 anos, encontrando-se a informação resultante do estudo disponível nos portais:

<http://sniamb.apambiente.pt/diretiva60ce2007> e <http://snirh.pt>

Relativamente a registos hidrométricos com influência na bacia hidrográfica da ribeira de Aljezur são identificadas duas estações hidrométricas com interesse - Cerca dos Pomares (30E/01H) e Ponte Pereiro (30E/04H) que controlam 21% e 28% da bacia hidrográfica respectivamente.

Dada a proximidade das estações hidrométricas de Cerca dos Pomares e Ponte Pereiro, são agregados os registos destas estações de modo a obter uma série de caudais instantâneos máximos anuais com 21 registos. Para o efeito, são transpostos os caudais registados na estação hidrométrica de Cerca dos Pomares para a estação de Ponte Pereiro por recurso à fórmula de Meyer.

O mesmo estudo apresenta os resultados obtidos para as precipitações de projecto consideradas na modelação hidrológica da bacia hidrográfica da ribeira de Aljezur, para os diferentes períodos de retorno.

#### Precipitação para os períodos de retorno considerados

Método de estimativa de precipitações intensas	Posto udométrico	tc (h)	T = 1000 anos		T = 100 anos		T = 20 anos	
			i (mm/h)	P (mm)	i (mm/h)	P (mm)	i (mm/h)	P (mm)
LPU	Aljezur (30E/01UG)	7	12.5	87.5	9.3	65.4	7.1	49.8
	Marmelete (30E/02UG)		16.5	115.4	12.6	88.1	9.8	68.0

Apresenta também os valores estimados para a precipitação diária máxima nos postos udométricos com influência na bacia hidrográfica da ribeira de Aljezur, para diferentes períodos de retorno.

#### Precipitações máximas diárias nos postos udométricos

T (anos)	P24h (mm)	a (-)
2	39.22	12.22
5	56.25	17.52
20	78.33	24.40
<b>100</b>	<b>102.81</b>	<b>32.02</b>
500	127.04	39.57
1000	137.46	42.82

No mesmo estudo conclui-se que os caudais de ponta de cheia resultantes da análise estatística e por modelação hidrológica são concordantes. Nesse sentido, e apesar das referidas estações controlarem apenas cerca de 30% da bacia hidrográfica da ribeira de Aljezur, julga-se adequada a consideração dos caudais de ponta de cheia afluentes à Zona Crítica (ZC) de Aljezur determinados por recurso a modelação hidrológica.

Resultam assim os caudais de ponta de cheia adoptados no referido estudo para a determinação dos níveis de cheia e as respectivas zonas inundáveis na bacia hidrográfica da ribeira de Aljezur.

### Caudais de ponta de cheia adoptados

Local	Caudais de ponta de cheia (m <sup>3</sup> /s)		
	T = 1000 anos	T = 100 anos	T = 20 anos
Jusante da ZC	553	<b>367</b>	208
Ribeira da Cerca em Ponte Pereiro (30E/04H)	190	134	81

## 4 | A RIBEIRA DE ALJEZUR

Para o entendimento do regime de cheias local e fundamental o conhecimento do leito de cheia da Ribeira de Aljezur na zona proposta para o empreendimento.

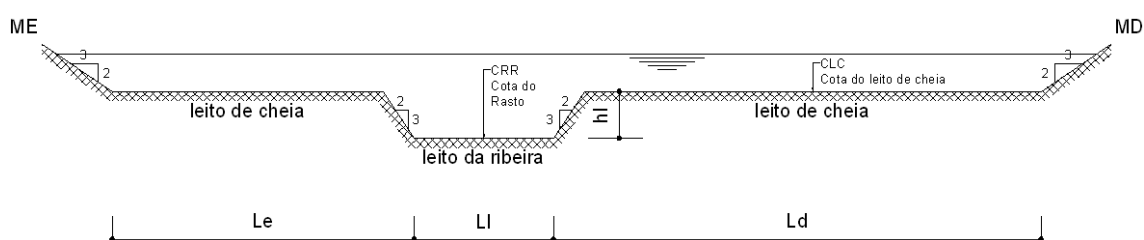
A zona inundada a delimitar no âmbito do presente trabalho consiste em zona de inundação associada apenas a cheias fluviais e, dada a sua localiza o,   desprez vel o efeito de marés.

A cartografia elaborada no âmbito do estudo da APA situa o limite de cheia centenária associada   Ribeira de Aljezur nas imedia es do empreendimento próximo da cota 6.00m.

Todavia, estando na presença de elementos topográficos de maior detalhe que o que deu origem a delimita o do leito naquele estudo, bem como da proposta de modela o de terreno na envolvente dos edifícios implantados às cotas mais baixas, procedeu-se a modela o hidráulica local a fim de comparar os limites assim obtidos com o perceptível nas cartas patenteadas.

Procurou-se assim determinar a altura do escoamento uniforme para o caudal de ponta centenário dado pelo estudo ( $Q_{T100} = 367 \text{ m}^3/\text{s}$ ).

Para o efeito, considerou-se que o leito da ribeira e o leito de cheia se aproxima de um canal com sec o dupla, resultando o modelo simplificado seguinte:



De forma a se obter uma melhor aproximação, consideraram-se 5 perfis perpendiculares ao sentido de escoamento da ribeira, afastados de 25.0m com as seguintes características dimensionais:

Perfil	Le	LI	Ld	hl	me	ml	md	CRR	CLC
1	42.00	7.19	105.00	1.50	1.50	0.67	1.50	2.30	3.80
2	35.00	10.07	112.00	1.55	1.50	0.67	1.50	2.25	3.80
3	30.00	8.69	125.00	1.60	1.50	0.67	1.50	2.21	3.80
4	19.00	7.56	130.00	1.64	1.50	0.67	1.50	2.16	3.80
5	35.00	6.04	135.00	1.69	1.50	0.67	1.50	2.11	3.80

Para a obtenção da altura do escoamento correspondente ao caudal de ponta centenário, seguiu-se a seguinte metodologia:

► **Formulação**

$$Q_i = K \cdot S_i \cdot R_i^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

em que

e

$K = 40 \text{ m}^{1/3} \cdot \text{s}^{-1}$   
 $i = 0.0019$   
 $Q_{T100} = 367 \text{ m}^3/\text{s} (*)$

(\*) valor proveniente do Relatório Final da Elaboração de Cartografia Específica sobre Risco de Inundação para Portugal Continental.

$$Q(h) = Q_e(h) + Q_l(h) + Q_d(h)$$

► **Leito da ribeira / Rasto (l)**

Área da secção  $S_l(h)$

$$\begin{aligned} (L_l \times h) + (m_l \times h^2) & \quad \text{para } h \leq h_l \\ ((L_l \times h_l) + (m_l \times h_l^2)) + ((L_l + 2 \times 2 \cdot m_l) \times (h - h_l)) & \quad \text{para } h > h_l \end{aligned}$$

Perímetro molhado  $P_l(h)$

$$\begin{aligned} L_l + (2 \cdot h \times (1 + m_l^2)^{1/2}) & \quad \text{para } h \leq h_l \\ L_l + (2 \cdot h_l \times (1 + m_l^2)^{1/2}) & \quad \text{para } h > h_l \end{aligned}$$

Raio hidráulico

$$R_l(h) = S_l(h) / P_l(h)$$

Caudal  $Q_l(h)$

$$Q_l(h) = K \cdot S_l(h) \cdot R_l(h)^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

► Leito de cheia da margem esquerda (e)

Área da secção  $S_e(h)$

$$\begin{array}{l|l} 0 & \text{para } h \leq h_l \\ (L_e \times (h - h_l)) + (0.5 \cdot m_e \times (h - h_l)^2) & \text{para } h > h_l \end{array}$$

Perímetro Molhado  $P_e(h)$

$$\begin{array}{l|l} 0 & \text{para } h \leq h_l \\ L_e + ((h - h_l) \times (1 + m_e^2)^{1/2}) & \text{para } h > h_l \end{array}$$

Raio hidráulico

$$R_e(h) = S_e(h) / P_e(h)$$

Caudal  $Q_e(h)$

$$Q_e(h) = K \cdot S_e(h) \cdot R_e(h)^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

► Leito de cheia da margem direita (d)

Área da secção  $S_d(h)$

$$\begin{array}{l|l} 0 & \text{para } h \leq h_l \\ (L_d \times (h - h_l)) + (0.5 \times m_d \times (h - h_l)^2) & \text{para } h > h_l \end{array}$$

Perímetro molhado  $P_d(h)$

$$\begin{array}{l|l} 0 & \text{para } h \leq h_l \\ L_d + (1 \times (h - h_l) \times (1 + m_d^2)^{1/2}) & \text{para } h > h_l \end{array}$$

Raio hidráulico

$$R_d(h) = S_d(h) / P_d(h)$$

Caudal  $Q_d(h)$

$$Q_d(h) = K \cdot S_d(h) \cdot R_d(h)^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

Dos cálculos efectuados para os 5 perfis considerados resulta que a altura do escoamento uniforme para o caudal de ponta centenário, dado pelo estudo ( $Q_{T100} = 367 \text{ m}^3/\text{s}$ ), se aproxima da cota 5.00m.

No anexo I é apresentado esquema com os perfis estudados assim como os resultados dos cálculos efectuados.

Com efeito, dada a diferença relativamente diminuta encontrada entre o valor da altura do escoamento centenário obtido através do método simplificado acima descrito (~5.00m) e a aparente na cartografia elaborada no âmbito do estudo da APA (~6.00m), ponderando as suas limitações, considera-se crível que o

limite de cheia centenária associada à Ribeira de Aljezur nas proximidades do empreendimento se situe à cota 6.00m.

No anexo II e apresentado esquema com o limite de cheia centenária associada à Ribeira de Aljezur conjuntamente com a implantação dos edifícios do empreendimento localizados às cotas mais baixas.

## 5 | O SUBSIDIÁRIO

Em termos hidrológicos, para além da proximidade da Ribeira de Aljezur e do limite de cheia centenária associada, releva a existência de um subsidiário desta bacia.

A contribuição do subsidiário passa sobretudo por torrentes produzidas na respectiva sub-bacia em período de pluviosidade mais intensa, pelo que importa conhecer o caudal de ponta de cheia nela gerado.

No anexo III está representada a sub-bacia.

A sub-bacia que contribui para escoamentos superficiais na zona nascente do empreendimento tem as seguintes **características** gerais.

### Características da sub-bacia

Área [Km2]	L [Km]	Alt. Mínima linha água	Alt. Máxima linha água	Alt. Mínima bacia	Alt. Máxima bacia
0.351	1.14	2.3	110	2.3	120

Através destes valores determinaram-se os valores de S (declive médio da linha de água principal) e h (desnível máximo da bacia).

$$S = (\text{Alt. Máx. linha água} - \text{Alt. Min. linha água}) / L \text{ (comprimento linha água)}$$

$$h = \text{Alt. Máxima bacia} - \text{Alt. Mínima bacia}$$

### Valores de S e h

S - declive médio linha água	h - desnível máximo da bacia [m]
0.0946	118

Para a **determinação do caudal de ponta de cheia** da sub-bacia hidrográfica recorreu-se à fórmula racional.

A utilização da fórmula racional requer o conhecimento da área e tipo de ocupação do solo da bacia hidrográfica, do tempo de concentração e da pluviosidade média para um dado período de retorno T.



► **Formulação**

$$Q_{T100} = (C \times I \times A) / 3.6 \quad \text{em que}$$

- Q<sub>T100</sub>: caudal de ponta de cheia centenária [m<sup>3</sup>/s]
- C: coeficiente de escoamento
- I: intensidade de precipitação para T [mm/h]
- A: área da bacia drenante [Km<sup>2</sup>]
- T: período de retorno 100 anos

Devido à sua simplicidade, a fórmula dita racional tem sido bastante utilizada, com resultados satisfatórios sobretudo em pequenas bacias, (A<25km<sup>2</sup>), em particular naquelas em que os valores do coeficiente C possam ser determinados a partir de observações em bacias semelhantes, com é o caso.

O valor do coeficiente de escoamento (C) assume aqui o valor de 0.40.

Para a determinação do **tempo de concentração** da sub-bacia hidrográfica em estudo, utilizaram-se as fórmulas de Temez e Chow:

$$\text{Temez} \quad t_c = 0,3 \left( \frac{L}{S^{0,25}} \right)^{0,76} \qquad \text{Chow} \quad t_c = 0,914 \cdot \frac{(L^{1,15})}{(h^{0,38})}$$

Optou-se por adoptar para o tempo de concentração, a média resultante dos valores obtidos pelos dois métodos, como se pode ver no quadro seguinte.

**Valores de tempo de concentração (tc)**

tc - tempo de concentração			
Temez [h]	Chow [h]	Média [h]	Média [min]
0.140	0.173	0.156	9.39

Para a determinação da **intensidade de precipitação**, utilizaram-se os dados apresentados para a precipitação máxima diária nos postos udométricos com influência na bacia hidrográfica da ribeira de Aljezur, para diferentes períodos de retorno, valores esses já anteriormente referidos.

O período de retorno considerado para o cálculo foi de T = 100 anos, período normalmente considerado para estudos deste tipo foi apurado através da seguinte formulação:

$$P = a t^b \quad \text{em que}$$

- P: precipitação máxima diária [mm]
- t: duração [min]
- a = 32.02 para o período de retorno T = 100 anos (\*)
- b = 0.367 (\*)

(\*) valores provenientes do Relatório Final da Elaboração de Cartografia Específica sobre Risco de Inundação para Portugal Continental

Da aplicação da fórmula acima obteve-se o valor da precipitação máxima diária e consequentemente da Intensidade de precipitação I.

### Valores da precipitação máxima diária P e da intensidade de precipitação I

t [min]	$P = 32.03 t^{0.367}$ [mm]	I [mm/h]
9	16.22	108.10

Determinados os valores de C, I e A obteve-se o valor de **caudal de ponta de cheia** ( $Q_{T100}$ ) da sub-bacia em estudo, valor que se podem ver no quadro seguinte.

### Valores de caudal de ponta de cheia

I [mm/h]	C	$Q_p$ [m <sup>3</sup> /s]
108.10	0.40	4.21

## 6 | ELEMENTOS EXPOSTOS E POSSÍVEIS CONSEQUÊNCIAS

### 6.1 | Considerações gerais

A Directiva 2007/60/CE, transposta para a ordem jurídica interna pelo Decreto-lei n.º 115/2010, de 22 de Outubro, define:

- ▶ **Inundação** consiste na cobertura temporária por água de uma terra normalmente não coberta por água. Inclui as cheias ocasionadas pelos rios, pelas torrentes de montanha e pelos cursos de água efémeros mediterrânicos, e as inundações ocasionadas pelo mar nas zonas costeiras, e pode excluir as inundações com origem em redes de esgotos;

e

- ▶ **Risco de inundação** corresponde à combinação da probabilidade de inundações e das suas potenciais consequências prejudiciais para a saúde humana, o ambiente, o património cultural e as actividades económicas.

### 6.2 | Identificação de elementos expostos

Tendo por base os resultados da modelação hidrológica e hidráulica obtidos, para o período de retorno de 100 anos, o qual corresponde a uma probabilidade de ocorrência que se classifica como média, é possível identificar os elementos do empreendimento que se afiguram mais expostos a inundações.

Destacam-se assim duas situações:

- ▶ Situação A – Edifício C e Piscina adjacente;
- ▶ Situação B – Acesso Nascente, Estacionamento da zona nascente e Horta à cota baixa.

Embora as construções do Edifício A estejam previstas a cotas superiores e afastadas do leito de cheia, a contribuição do subsidiário deverá ser tida em conta, sobretudo no período do Outono à Primavera.

De referir também que, na eventualidade do Acesso Nascente ficar temporariamente interdito, existe um outro acesso ao empreendimento pela zona poente, a cotas altas.

No anexo IV apresenta-se cartografia identificativa das situações A e B.

### 6.3 | Possíveis consequências

Face aos elementos exposto e aos usos propostos, identificam-se como possíveis consequências:

- ▶ Prejuízos de perdas e/ou danos materiais;
- ▶ Interrupção da atividade econômica relacionada com a exploração do empreendimento turístico.

## 7 | RECOMENDAÇÕES

Identificados os elementos expostos e as possíveis consequências de cheias e inundações constitui-se um conjunto de recomendações que correspondem, no essencial, à implementação de medidas locais com vista à minoração do risco.

Tais medidas são sobretudo de protecção e passam por implementar medidas locais, tanto estruturais como não estruturais, para reduzir a probabilidade de inundações e/ou o impacto das inundações sobre o empreendimento.

### 7.1 | Medidas não estruturais locais

- ▶ **Acções de manutenção preventiva:**
  - Limpeza de linhas de água, sumidouros e outros esgotos de águas pluviais;
  - Vigilância de “pontos críticos” que, atingidos pelas inundações, possam afectar a vida da comunidade, tais como muros de suporte ou taludes;
  - Acessos que possam ficar submersos ou cujos pavimentos possam ser danificados ou destruídos;
  - Reconhecimento de zonas habitualmente inundáveis.
- ▶ **Acções de informação e sensibilização junto de todos os utentes do empreendimento**
  - Identificação das zonas mais expostas;
  - Reconhecimento do sistema de aviso;
  - Procedimento a tomar em caso da ocorrência.
- ▶ **Sistema local de aviso aos utentes do empreendimento**
  - Encaminhamento eficaz dos avisos da Protecção Civil.

## 7.2 | Medidas estruturais locais

### ▶ Edifício C e Piscina adjacente - Situação A

- A construção do muro de contenção projectado na envolvente da piscina com cota do topo 6.75m assume primordial importância pois é através deste que se poderá controlar a eventual inundação daquela zona.

Acresce no entanto a necessidade de rever a configuração deste muro a fim de proteger também as soleiras das portas do piso de cota mais baixa do edifício o que poderá ser conseguido através do seu prolongamento na zona nascente.

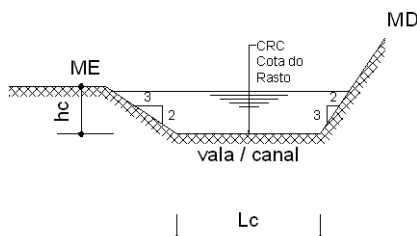
No anexo V apresenta-se esquema identificativo da revisão proposta - Situação A.

### ▶ Acesso Nascente, Estacionamento da zona nascente e Horta à cota baixa - Situação B

- Embora as construções do Edifício A estejam previstas a cotas superiores e afastadas do leito de cheia, a contribuição do subsidiário deverá ser tida em conta, sobretudo no período do Outono à Primavera.

Assim, a fim de proporcionar a continuidade do subsidiário, controlar eventuais torrentes e fenómenos erosivos locais, recomenda-se a construção de uma vala / canal, localizada a nascente do edifício A, implantada o mais possível sobre a linha de água natural e de uma passagem hidráulica sobre a via nascente de acesso ao empreendimento, com as características dimensionais seguintes:

#### Vala / Canal



#### ▶ Formulação

$$Q_i(h) = K \cdot S_i(h) \cdot R_i(h)^{2/3} \cdot I^{1/2} \quad \text{em que} \quad \left\{ \begin{array}{l} K_s: \text{Coeficiente de Strickler [m}^{1/3}/\text{s]} \\ i: \text{inclinação (troço final) [m/m]} \\ Q_{T100} = 4.21 \text{ m}^3/\text{s} \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} K = 40 \text{ m}^{1/3} \cdot \text{s}^{-1} \\ i = 0.0196 \\ (*) \end{array} \right.$$

(\*) Valor do  $Q_{T100}$  proveniente do cálculo da sub-bacia hidrográfica

#### ▶ Leito da ribeira / Rasto

Área da secção  $S_c(h)$

$$(L_c \times h) + (0.5 \times m_e \times h^2) + (0.5 \times m_d \times h^2)$$

Perímetro molhado  $P_c(h)$

$$L_c + (h \times (1 + m_e^2)^{1/2}) + (h \times (1 + m_d^2)^{1/2})$$

Raio hidráulico

$$R_c(h) = S_c(h) / P_c(h)$$

Para o caudal de ponta de cheia ( $Q_{T100} = 4.21 \text{ m}^3/\text{s}$ ), com um período de retorno de  $T=100$  anos, a secção da vala / canal com a geometria apresentada, rasto de 1.50m e altura  $h \geq 0.70$  assegura o regular escoamento pretendido.

### Passagem Hidráulica

O dimensionamento dos diâmetros das passagens hidráulicas é baseado na fórmula de Manning-Strickler na forma:

$$Q = K_s \cdot S \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2} \quad \text{em que}$$

$K_s$ : Coeficiente de Strickler [ $\text{m}^{1/3}/\text{s}$ ]	$K_s = 75 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$
$S$ : Secção molhada [ $\text{m}^2$ ]	$S = \pi D^2/4$
$R$ : Raio hidráulico [m]	$R = S / P$
$P$ : Perímetro molhado [m]	$P = 2\pi D/2$
$i$ : inclinação (troço final) [m/m]	$i = 0.0196$
e $Q_{T100} = 4.21 \text{ m}^3/\text{s}$	(*)

(\*) Valor do  $Q_{T100}$  proveniente do cálculo da sub-bacia hidrográfica

Considera-se colector circular dimensionado para um escoamento máximo a secção cheia sendo o material utilizado o betão.

Das equações acima, resolvidas em ordem ao diâmetro  $D$ , resulta:

$$D = \left( \frac{Q}{0.311 \times K_s \times i^{1/2}} \right)^{\frac{1}{2.667}}$$

O diâmetro obtido resultante do cálculo é o que se encontra no quadro seguinte, assim como a verificação da velocidade de escoamento e a respectiva capacidade de auto-limpeza.

### Valor do diâmetro a considerar

Diâmetro			Velocidade e Auto-limpeza			
Ks [s/m <sup>3</sup> ]	Diâmetro Cálculo [m]	Diâmetro Projecto [m]	Velocidade		Poder de Transporte	
			[m/s]	ok ≤ 5	[N/m <sup>2</sup> ]	ok ≥ 3
75.00	1.10	1.20	0.47	ok	6.00	ok

Assim, conclui-se que para o caudal de ponta de cheia ( $Q_{T100} = 4.21 \text{ m}^3/\text{s}$ ), um período de retorno de  $T=100$  anos, a secção do  $D = 1.20\text{m}$  para a passagem hidráulica asseguram o regular escoamento pretendido.

Na sequência destes trabalhos sugere-se também o reperfilamento do Acesso Nascente e do Estacionamento da zona nascente assim como a eventual elevação do patamar onde se localiza a Horta à cota baixa para a cota superior à  $6.00\text{m}$ .

### **Modelação**

Para a eficiente condução dos caudais gerados à vala /canal e conseqüentemente à passagem inferior, antes da entrega na ribeira, preconiza-se a modelação local da zona da entrada na vala, estrutura essa que se reveste de importância pois protege o edifício A da cheia que extravasa o leito menor.

Complementarmente, recomenda-se ainda que, para a pequena linha de água da encosta, que drena diretamente sobre o edifício A, seja executada vala drenante que encaminhe as águas para a zona de entrada da vala / canal.

De salientar que os trabalhos de modelações e execução de valas drenantes deverão ser executados com solos adequados ao fim a que se destinam.

No anexo VI é apresentado esquema da implantação da vala / canal, da passagem hidráulica e da localização dos trabalhos de modelação, assim como os resultados dos cálculos efectuados - Situação B.

Importa por fim referir que as presentes recomendações constituem um pré-dimensionamento pelo que o seu tratamento em detalhe deverá ser realizado em projectos específicos.

## **8 | CONCLUSÕES**

Para o entendimento do regime de cheias local é fundamental o conhecimento do leito de cheia da Ribeira de Aljezur na zona proposta para o empreendimento. A zona inundada consiste em zona de inundação associada apenas a cheias fluviais e, dada a sua localização, é desprezável o efeito de marés.

Constata-se que, dada a diferença relativamente diminuta encontrada entre o valor da altura do escoamento centenário obtido através do método simplificado utilizado no presente estudo ( $\sim 5.00\text{m}$ ) e a aparente na cartografia elaborada no âmbito do estudo da APA ( $\sim 6.00\text{m}$ ), ponderando as suas limitações, considera-se crível que o limite de cheia centenária associada à Ribeira de Aljezur nas proximidades do empreendimento se situe à cota  $6.00\text{m}$ .

Em termos hidrológicos, para além da proximidade da Ribeira de Aljezur e do limite de cheia centenária associada, releva a existência de um subsidiário desta bacia, cuja contribuição passa sobretudo pelas torrentes produzidas na respectiva sub-bacia em período de pluviosidade mais intensa.

Reveste-se de importância o caudal de ponta de cheia nela gerado a fim de dimensionar dispositivos que proporcionem a sua continuidade, controlem eventuais torrentes e fenómenos erosivos locais.

Identificam-se os elementos expostos donde se destacam o Edifício C e Piscina adjacente (Situação A) e o Acesso Nascente, Estacionamento da zona nascente e Horta à cota baixa (Situação B).

Face aos elementos exposto e aos usos propostos, apontam-se como possíveis consequências prejuízos de perdas e/ou danos materiais e a eventual interrupção da atividade econômica relacionada com a exploração do empreendimento turístico, incidindo em ambos os casos sobre investimento privado.

Identificados os elementos expostos e as possíveis consequências de cheias e inundações sobre o empreendimento, constitui-se um conjunto de recomendações que correspondem, no essencial, à implementação de medidas locais com vista à minoração do risco.

As medidas não estruturais locais passam por acções de manutenção preventiva, acções de informação e sensibilização junto de todos os utentes e a implementação de um sistema local de aviso.

Quanto às medidas estruturais locais para a Situação A (Edifício C e Piscina adjacente) identifica-se a importância da construção do muro de contenção projectado na envolvente da piscina, com cota do topo 6.75m, assim como a necessidade de rever a sua configuração a fim de proteger também as soleiras das portas do piso de cota mais baixa do edifício o que poderá ser conseguido através do prolongamento do muro na zona nascente.

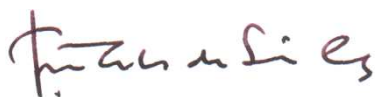
No tocante às medidas estruturais locais para a Situação B (Acesso Nascente, Estacionamento da zona nascente e Horta à cota baixa) releva a necessidade de proporcionar a continuidade do subsidiário, controlar eventuais torrentes e fenómenos erosivos locais, pelo que se recomenda a construção de uma vala / canal, localizada a nascente do edifício A, implantada o mais possível sobre a linha de água natural e de uma passagem hidráulica sobre a via nascente de acesso ao empreendimento.

Na sequência destes trabalhos sugere-se também o reperfilamento do Acesso Nascente e do Estacionamento da zona nascente assim como a eventual elevação do patamar onde se localiza a Horta à cota baixa para a cota 6.00m.

Complementarmente, para a eficiente condução dos caudais gerados, preconiza-se a modelação local da zona da entrada na vala / canal, estrutura essa que se reveste de importância pois protege as edificações da cheia que extravasa o leito menor. Recomenda-se ainda que, para a pequena linha de água da encosta, que drena diretamente sobre o edifício A, seja executada vala drenante que encaminhe as águas para a zona de entrada da vala / canal.

Assim, cumprido que seja o conjunto de recomendações, poder-se-á considerar reunidas as condições necessárias à compatibilidade dos usos propostos para com o regime de cheias afetas à ribeira de Aljezur e ao seu subsidiário.

Portimão, 17 de Agosto de 2015



*João Cercas*  
Eng.º Civil – OE 37741

## 9 | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Para a elaboração do presente estudo foi necessária a consulta e utilização de vários elementos, de entre os quais se destacam:

- Elaboração de Cartografia Específica sobre Risco de Inundação para Portugal Continental Relatório Final – Volume 1 – Memória Descritiva [Consórcio AQUALOGUS / ACTION MODULERS na sequência do contrato celebrado com a Agência Portuguesa do Ambiente, I.P. (APA I.P.)] - <http://snirh.pt/index.php?idMain=2&idItem=5.4>
- Foram consultados, no portal do SNIRH, os registos de precipitações diárias máximas anuais dos postos udométricos - <http://snirh.pt>

## 10 | ANEXOS

- Anexo I – Ribeira de Aljezur - Esquema dos perfis estudados e resultados dos cálculos efectuados.
- Anexo II – Ribeira de Aljezur - Esquema com o limite de cheia centenária associada à Ribeira de Aljezur conjuntamente com a implantação dos edifícios do empreendimento localizados às cotas mais baixas
- Anexo III – Subsidiário – representação da sub-bacia
- Anexo IV – Identificação de elementos expostos - Situações A e B
- Anexo V – Recomendações / Medidas - Esquema identificativo da revisão proposta - Situação A
- Anexo VI – Recomendações / Medidas - Esquema da implantação da vala / canal e da passagem hidráulica e resultados dos cálculos efectuados - Situação B



**Anexo I**

**Ribeira de Aljezur - Esquema dos perfis estudados e resultados dos cálculos efectuados**

---

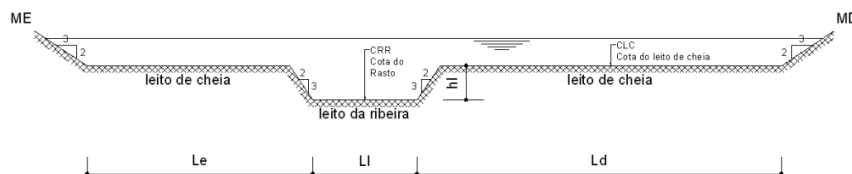


**ALTURA DO ESCOAMENTO UNIFORME PARA O CAUDAL DE PONTA CENTENÁRIO**

**Modelo Simplificado**

**Dados**

<b>K</b>	40 m <sup>1/3</sup> s <sup>-1</sup>
<b>i</b>	0.0019
<b>QT20</b>	208 m <sup>3</sup> /s
<b>QT100</b>	<b>367 m<sup>3</sup>/s</b>
<b>QT1000</b>	553 m <sup>3</sup> /s



Perfil	largura			altura			paredes		
	Le	LI	Ld	hl	me	ml	md		
<b>1</b>	42.00	7.19	105.00	1.50	1.50	0.67	1.50		
<b>2</b>	35.00	10.07	112.00	1.55	1.50	0.67	1.50		
<b>3</b>	30.00	8.69	125.00	1.60	1.50	0.67	1.50		
<b>4</b>	19.00	7.56	130.00	1.64	1.50	0.67	1.50		
<b>5</b>	35.00	6.04	135.00	1.69	1.50	0.67	1.50		

fundo	lateral	cotas		
		T20	T100	T1000
2.30	3.80	4.55	4.90	5.24
2.25	3.80	4.49	4.85	5.15
2.21	3.80	4.49	4.84	5.16
2.16	3.80	4.52	4.87	5.21
2.11	3.80	4.49	4.82	5.13

**Perfil 1**

h	Se(h)	SI(h)	Sd(h)	Pe(h)	PI(h)	Pd(h)	Re(h)	RI(h)	Rd(h)	Qe(h)	QI(h)	Qd(h)	Q(h)
0	0.00	0.00	0.00	0.00	7.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.5	0.00	3.76	0.00	0.00	8.39	0.00	0.00	0.45	0.00	0.00	3.84	0.00	3.84
1	0.00	7.86	0.00	0.00	9.59	0.00	0.00	0.82	0.00	0.00	11.99	0.00	11.99
1.5	0.00	12.29	0.00	0.00	10.80	0.00	0.00	1.14	0.00	0.00	23.35	0.00	23.35
2	21.19	17.21	52.69	42.90	10.80	105.90	0.49	1.59	0.50	23.08	40.96	57.68	121.72
<b>2.25</b>	31.71	19.63	78.64	43.34	10.80	106.34	0.73	1.82	0.74	44.88	50.98	112.13	<b>208.00</b>
2.5	42.75	22.14	105.75	43.80	10.80	106.80	0.98	2.05	0.99	73.34	62.32	183.17	318.83
<b>2.60</b>	47.05	23.11	116.26	43.98	10.80	106.98	1.07	2.14	1.09	85.80	66.94	214.26	<b>367.00</b>
<b>2.94</b>	61.87	26.44	152.36	44.59	10.80	107.59	1.39	2.45	1.42	134.21	83.78	335.01	<b>553.00</b>
3	64.69	27.07	159.19	44.70	10.80	107.70	1.45	2.51	1.48	144.29	87.11	360.13	591.54

**Perfil 2**

h	Se(h)	SI(h)	Sd(h)	Pe(h)	PI(h)	Pd(h)	Re(h)	RI(h)	Rd(h)	Qe(h)	QI(h)	Qd(h)	Q(h)
0	0.00	0.00	0.00	0.00	10.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.5	0.00	5.20	0.00	0.00	11.27	0.00	0.00	0.46	0.00	0.00	5.42	0.00	5.42
1	0.00	10.74	0.00	0.00	12.47	0.00	0.00	0.86	0.00	0.00	16.94	0.00	16.94
1.5	0.00	16.60	0.00	0.00	13.67	0.00	0.00	1.21	0.00	0.00	32.95	0.00	32.95
2	15.99	22.94	50.83	35.82	13.79	112.82	0.45	1.66	0.45	16.29	56.16	52.09	124.54
<b>2.24</b>	24.58	25.99	77.87	36.25	13.79	113.25	0.68	1.89	0.69	33.08	69.15	105.77	<b>208.00</b>
2.5	34.02	29.31	107.36	36.72	13.79	113.72	0.93	2.13	0.94	56.37	84.48	180.15	320.99
<b>2.59</b>	37.45	30.50	118.03	36.89	13.79	113.89	1.02	2.21	1.04	65.95	90.30	210.75	<b>367.00</b>
<b>2.90</b>	48.60	34.36	152.51	37.43	13.79	114.43	1.30	2.49	1.33	100.84	110.13	322.02	<b>533.00</b>
3	52.42	35.67	164.26	37.62	13.79	114.62	1.39	2.59	1.43	114.02	117.23	364.05	595.31

**Perfil 3**

h	Se(h)	SI(h)	Sd(h)	Pe(h)	PI(h)	Pd(h)	Re(h)	RI(h)	Rd(h)	Qe(h)	QI(h)	Qd(h)	Q(h)
0	0.00	0.00	0.00	0.00	8.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.5	0.00	4.51	0.00	0.00	9.89	0.00	0.00	0.46	0.00	0.00	4.66	0.00	4.66
1	0.00	9.35	0.00	0.00	11.09	0.00	0.00	0.84	0.00	0.00	14.56	0.00	14.56
1.5	0.00	14.53	0.00	0.00	12.29	0.00	0.00	1.18	0.00	0.00	28.32	0.00	28.32
2	12.27	20.15	50.75	30.73	12.52	125.73	0.40	1.61	0.40	11.61	48.25	48.33	108.18
<b>2.29</b>	21.09	23.40	86.76	31.25	12.52	126.25	0.68	1.87	0.69	28.30	61.90	117.80	<b>208.00</b>
2.5	27.76	25.83	113.74	31.63	12.52	126.63	0.88	2.06	0.90	44.38	72.97	184.61	301.96
<b>2.63</b>	31.88	27.31	130.30	31.87	12.52	126.87	1.00	2.18	1.03	55.61	80.10	231.28	<b>367.00</b>
<b>2.96</b>	42.31	31.04	171.89	32.46	12.52	127.46	1.30	2.48	1.35	88.04	99.12	365.84	<b>553.00</b>
3	43.63	31.50	177.11	32.53	12.52	127.53	1.34	2.52	1.39	92.51	101.61	384.36	578.49

**Perfil 4**

h	Se(h)	SI(h)	Sd(h)	Pe(h)	PI(h)	Pd(h)	Re(h)	RI(h)	Rd(h)	Qe(h)	QI(h)	Qd(h)	Q(h)
0	0.00	0.00	0.00	0.00	7.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.5	0.00	3.94	0.00	0.00	8.76	0.00	0.00	0.45	0.00	0.00	4.04	0.00	4.04
1	0.00	8.22	0.00	0.00	9.96	0.00	0.00	0.83	0.00	0.00	12.62	0.00	12.62
1.5	0.00	12.83	0.00	0.00	11.16	0.00	0.00	1.15	0.00	0.00	24.56	0.00	24.56
2	6.89	17.86	46.57	19.64	11.50	130.64	0.35	1.55	0.36	5.97	41.76	40.82	88.56
<b>2.36</b>	14.09	21.58	94.15	20.30	11.50	131.30	0.69	1.88	0.72	19.27	57.23	131.50	<b>208.00</b>
2.5	16.84	22.97	112.03	20.55	11.50	131.55	0.82	2.00	0.85	25.73	63.52	175.49	264.74
<b>2.72</b>	21.27	25.19	140.50	20.94	11.50	131.94	1.02	2.19	1.06	37.49	74.05	255.47	<b>367.00</b>
3	27.17	28.08	177.86	21.45	11.50	132.45	1.27	2.44	1.34	55.48	88.78	377.45	521.71
<b>3.05</b>	28.29	28.62	184.82	21.54	11.50	132.54	1.31	2.49	1.39	59.14	91.64	402.22	<b>553.00</b>

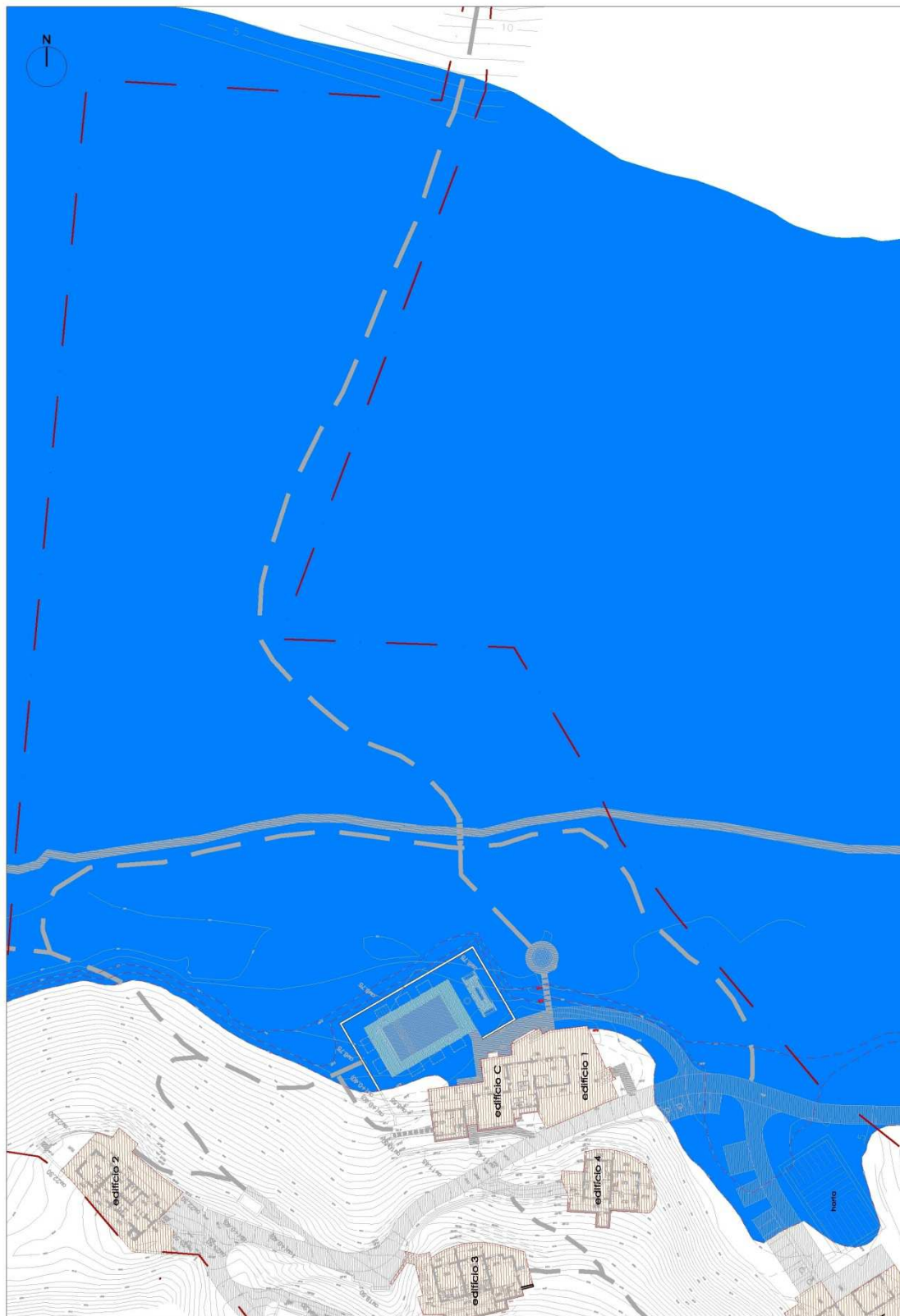
**Perfil 5**

h	Se(h)	SI(h)	Sd(h)	Pe(h)	PI(h)	Pd(h)	Re(h)	RI(h)	Rd(h)	Qe(h)	QI(h)	Qd(h)	Q(h)
0	0.00	0.00	0.00	0.00	6.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.5	0.00	3.19	0.00	0.00	7.25	0.00	0.00	0.44	0.00	0.00	3.22	0.00	3.22
1	0.00	6.71	0.00	0.00	8.45	0.00	0.00	0.79	0.00	0.00	10.03	0.00	10.03
1.5	0.00	10.57	0.00	0.00	9.65	0.00	0.00	1.09	0.00	0.00	19.57	0.00	19.57
2	10.92	14.82	41.92	35.56	10.11	135.56	0.31	1.47	0.31	8.67	33.34	33.43	75.44
<b>2.38</b>	24.64	18.16	94.01	36.25	10.11	136.25	0.68	1.80	0.69	33.21	46.80	127.99	<b>208.00</b>
2.5	28.84	19.17	109.84	36.46	10.11	136.46	0.79	1.90	0.80	43.01	51.23	165.72	259.97
<b>2.71</b>	36.53	21.01	138.68	36.84	10.11	136.84	0.99	2.08	1.01	63.34	59.69	243.96	<b>367.00</b>
3	47.14	23.53	178.14	37.36	10.11	137.36	1.26	2.33	1.30	95.96	72.06	369.36	537.38
<b>3.02</b>	48.04	23.74	181.48	37.41	10.11	137.41	1.28	2.35	1.32	98.96	73.15	380.89	<b>553.00</b>

## **Anexo II**

Ribeira de Aljezur - Esquema com o limite de cheia centenária associada à Ribeira de Aljezur conjuntamente com a implantação dos edifícios do empreendimento localizados às cotas mais baixas

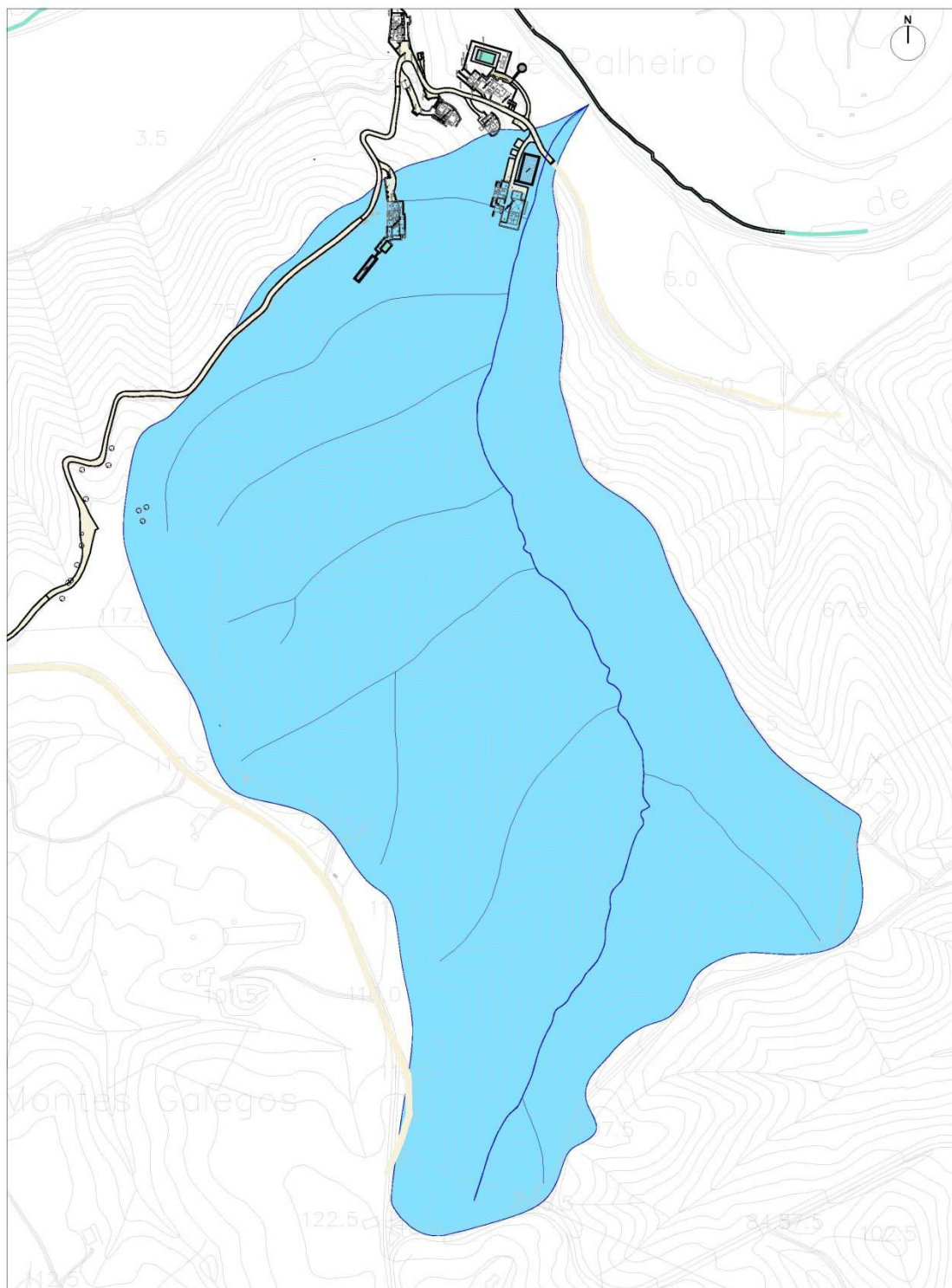
---



**Anexo III**

Subsidiário – representação da sub-bacia

---



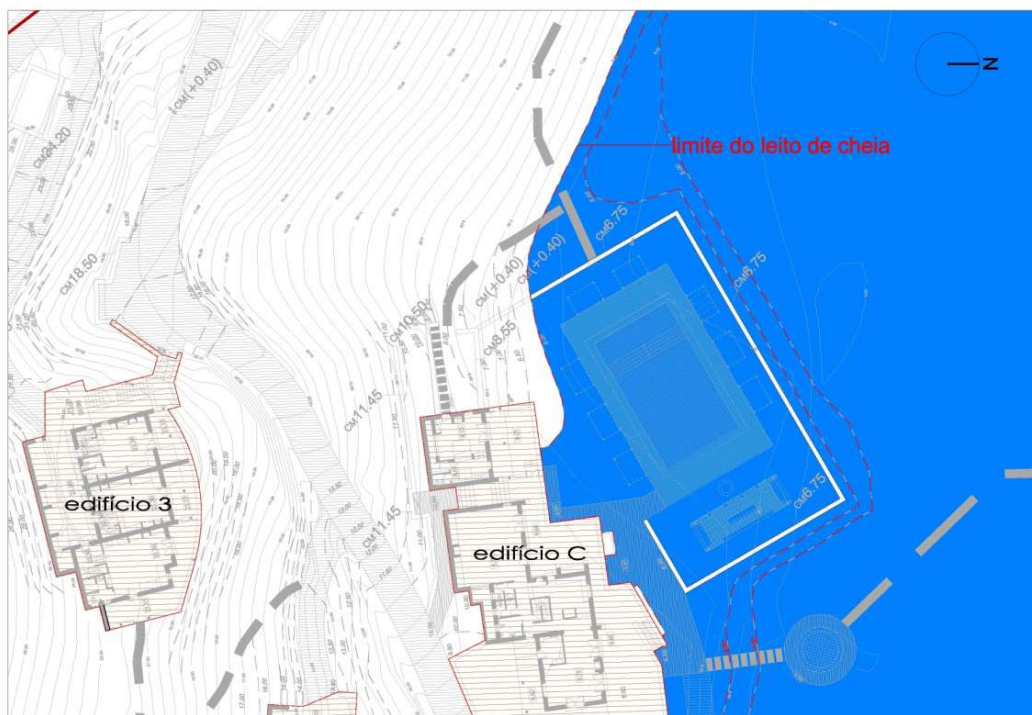


**Anexo IV**

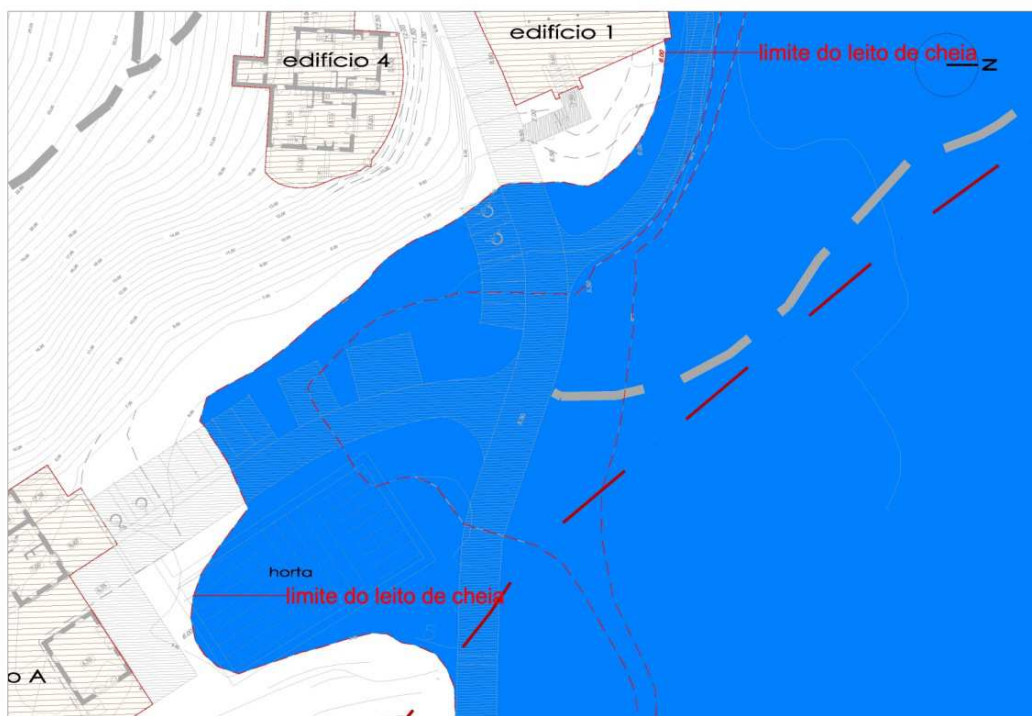
Identificação de elementos expostos - Situações A e B

---

### Identificação de elementos - Situação A



### Identificação de elementos - Situação B



**Anexo V**

**Recomendações / Medidas - Esquema identificativo da revisão proposta - Situação A**

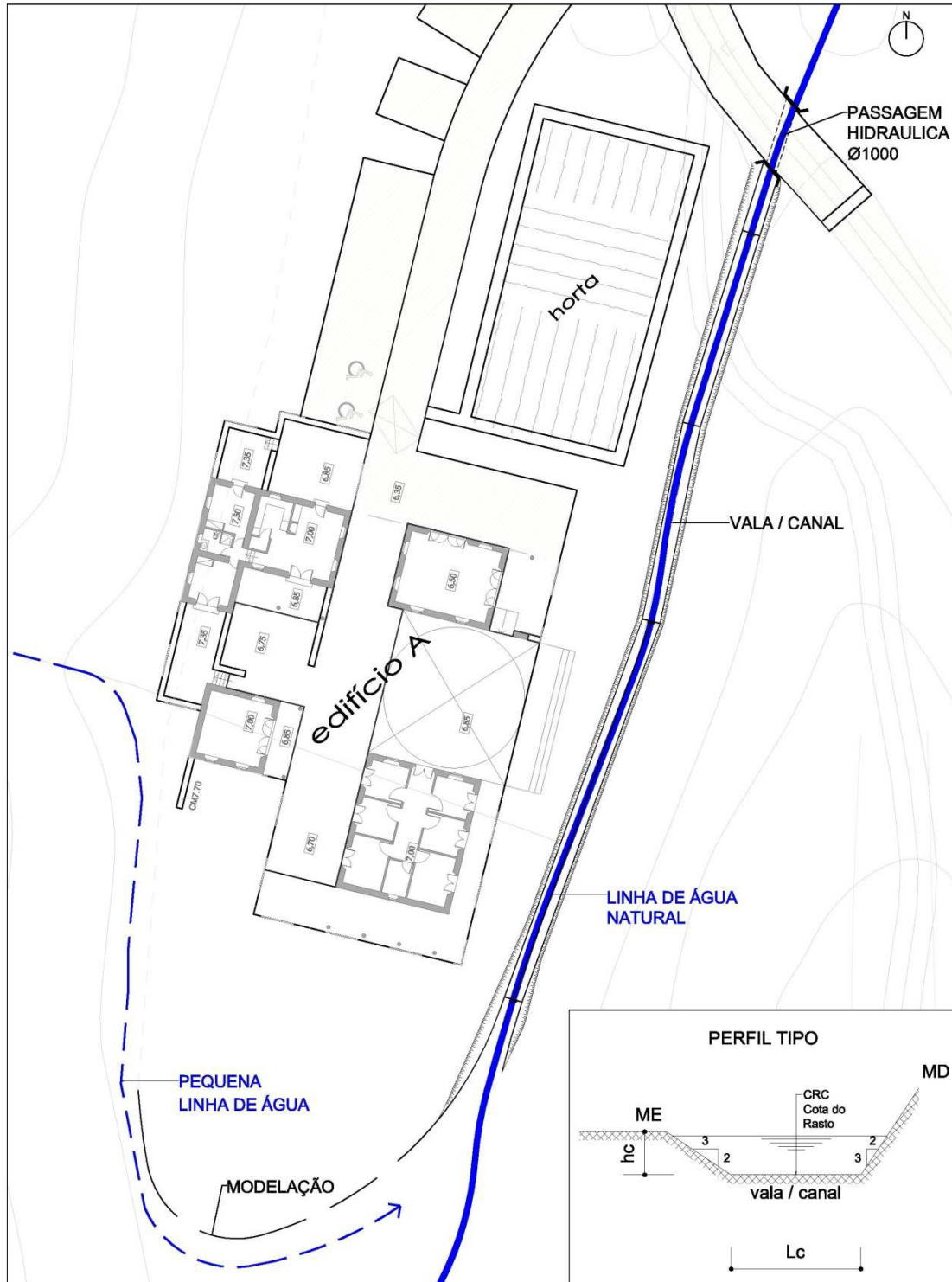
---



**Anexo VI**

Recomendações / Medidas - Esquema da implantação da vala / canal, da passagem hidráulica e resultados dos cálculos efectuados - Situação B

---



**SUBSIDIÁRIO**

**Características da Bacia em Estudo**

Área [Km2]	L [Km]	Alt. Mínima linha água	Alt. Máxima linha água	Alt. Mínima bacia	Alt. Máxima bacia
0.351	1.14	2.3	110	2.3	120

**Valor de S e h**

S - declive médio linha	h - desnível máximo da
0.0946	118

**Tempo de Concentração**

**tc - tempo de concentração**

Temex [h]	Chow [h]	Média [h]	Média [min]
0.140	0.173	0.156	9.39

**Intensidade Percipitação**

t [min]	$P = 32.03 t^{(0.367)}$ [mm]
9	16.22

**Caudal de Ponta**

I [mm/h]	C	Q [m3/s]
108.10	0.40	4.21

**PASSAGEM HIDRAÚLICA**

**Valor de Sf**

Sf - declive troço final	
0.0196	◀ declive no troço final

**Diâmetro**

Ks [m1/3.s-1]	Diâmetro Cálculo [m]	Diâmetro Projecto [m]
75.00	1.10	1.20

**Velocidade e Auto-limpeza**

Velocidade		Poder de Transporte	
[m/s]	ok <= 5	[N/m2]	ok >= 3
0.47	ok	6.00	ok

**VALA / CANAL**

**Dados**

<b>K</b>	40 m <sup>^(1/3)</sup> .s-1	◀ <i>declive no troço final</i>
<b>i</b>	0.0196	
<b>QT100</b>	4.21 m <sup>3</sup> /s	

Perfil	LI	hl	me	md	cota rasto
1	1.50	1.00	1.50	0.67	6.00
1	1.50	1.00	1.50	0.67	5.35
1	1.50	1.00	1.50	0.67	4.70

**Perfil 1**

h	SI(h)	PI(h)	RI(h)	QI(h)	cota T100
0	0.00	1.50	0.00	0.00	6.00
0.5	1.02	3.00	0.34	2.78	6.50
<b>0.63</b>	1.37	3.39	0.40	<b>4.21</b>	<b>6.63</b>
1	2.58	4.50	0.57	9.99	

**Perfil 2**

h	SI(h)	PI(h)	RI(h)	QI(h)	cota T100
0	0.00	1.50	0.00	0.00	5.35
0.5	1.02	3.00	0.34	2.78	5.85
<b>0.63</b>	1.37	3.39	0.40	<b>4.21</b>	<b>5.98</b>
1	2.58	4.50	0.57	9.99	

**Perfil 3**

h	SI(h)	PI(h)	RI(h)	QI(h)	cota T100
0	0.00	1.50	0.00	0.00	4.70
0.5	1.02	3.00	0.34	2.78	5.20
<b>0.63</b>	1.37	3.39	0.40	<b>4.21</b>	<b>5.33</b>
1	2.58	4.50	0.57	9.99	

