



PLANO DE PEDREIRA



REQUERENTE: NR GRANITOS, LDA

EXPLORAÇÃO: EXTRAÇÃO ORNAMENTAL DE GRANITO

DENOMINAÇÃO: “PEDREIRA DE CÂMBAS”

LOCAL: ATEI, MONDIM DE BASTO, VILA REAL

Penafiel, julho de 2026.

PLANO DE LAVRA

Em conformidade com o Decreto-Lei nº 340/2007 de 12 de outubro

O Plano de Pedreira é constituído por 3 Partes e respetivos Anexos:

Parte 1 – ENQUADRAMENTO E PLANO DE LAVRA (PL)	02
Parte 2 - PLANO DE SEGURANÇA E SAÚDE (PSS)	59
Parte 3 - PLANO AMBIENTAL DE RECUPERAÇÃO E PAISAGISTICA (PARP)	128
ANEXOS	152

Parte - 1

ENQUADRAMENTO E PLANO DE LAVRA

Índice

I. Enquadramento	6
1 – Introdução.....	6
1.1– Antecedentes.....	6
1.2 – Ficha Técnica da Pedreira	6
2 – Localização e Acessos	7
2.1 – Localização da Pedreira	7
2.2 – Vias de Comunicação e Acessos.....	7
2.3 – Vértices da área da pedreira.....	8
3 – Caracterização Física do Terreno	9
3.1 – Clima	9
3.2 – Flora e Fauna.....	9
3.3 – Paisagem	11
3.4 – Solos.....	12
3.5 – Recursos Hídricos.....	13
3.6 – Enquadramento Geológico da Região	14
3.6.1 – Geologia Regional	14
3.6.2 – Geologia Local.....	15
3.6.3 – Caracterização do Sistema de Falhas, Fracturação e Áreas de Instabilidade.	16
4 – Plantas de Ordenamento, Condicionantes e Carta de Uso e Ocupação de Solo	18
5 – Cadastro	22
II. Plano de Lavra.....	22
6.1 – Projeto de Exploração.....	22
6.1.1 – Cálculo de Áreas e Cotas do Projeto.....	22
6.1.2 – Zonas de Defesa	24
6.1.3 – Cálculo de Reservas e Vida Útil.....	24
6.1.4 – Método de Exploração.....	25
6.1.5 – Fases do Desmonte.....	26
6.1.6 – Escombreira	29
6.1.6.1 – Estabilidade da Escombreira.....	31
6.1.7 – Ciclo de Produção	34

6.1.8 – Matéria-Prima e Produtos Comercializados	34
6.1.9 – Equipamentos	35
6.1.10 – Recursos Humanos	36
6.1.11 – Sistema de Distribuição de Energia	36
6.1.12 – Rede de Drenagem	37
6.1.12.1 – Dimensionamento da Rede de Drenagem.....	39
6.1.12.2 Dimensionamento bacias de retenção	41
6.2 – Exploração a 3 Anos.....	42
6.3 – Plantas Intermédias – 10 e 20 Anos de Exploração	45
6.4 – Plano de Deposição / Plano de Gestão de Resíduos (PGR).....	50
6.4.1 – Resíduos de extração	51
6.4.1.1 – Caracterização dos resíduos	52
6.4.1.2 – Comportamento geotécnico dos resíduos	55
6.4.1.3 – Procedimento de controlo e monitorização.....	55
6.4.1.4 – Sistema de Drenagem	56
6.4.1.5 – Plano de Encerramento	56
6.4.2 – Outros Resíduos	56
6.5 – Infraestruturas	57
6.5.1 – Instalações Sociais	57
6.5.2 – Outros Anexos.....	57
6.6 – Estudo de Viabilidade Económica	58
6.7 – Considerações Finais.....	58

Índice de Figuras

Figura 1.1 - Extrato da Carta Militar nº 87, com a Localização da Pedreira.	7
Figura 1.2 - Vias de comunicação e acessos à pedreira a partir da A7 (s/escala).	8
Figura 1.3 - Temperatura, Precipitação, Humidade e Vento médio no Continente (Fonte: http://portaldoclima.pt).	9
Figura 1.4 - Aspeto da envolvente da pedreira.	10
Figura 1.5 - Rede Natura 2000, ICNF.	11
Figura 1.6 - Área de Distribuição do Lobo-Ibérico (Censo Nacional 2002 e 2003).	11
Figura 1.7 - Aspeto da paisagem na envolvente da pedreira.	12
Figura 1.8 - Extrato da carta de solos (Fonte: Atlas do Ambiente – DGA).	12
Figura 1.9 - Bacias Hidrográficas (Fonte: Atlas do Ambiente - DGA).	13
Figura 1.10 - Produtividade Média dos Aquíferos (Fonte: Atlas do Ambiente - DGA).	14
Figura 1.11 - Interpretação global das fases finais da orogenia Varisca.	14
Figura 1.12 - Excerto da Carta 10-A – Celorico de Basto, à escala 1:50 000.....	16
Figura 1.13 - Carta das zonas sísmicas propostas pelo RSAEEP.....	16
Figura 1.14 - Cartas de atividade e previsão sísmicas.	17
Figura 1.15 - Diagrama de roseta com principais famílias de descontinuidades.	18
Figura 1.16 - Extrato da Planta de Condicionantes do PDM de Mondim de Basto.	20
Figura 1.17 - Extrato da Planta de Ordenamento do PDM de Mondim de Basto.	20
Figura 1.18 - Extrato da Carta de Uso e Ocupação de Solo – 2023.	21

Figura 1.19 - Extrato da Carta de Perigosidade de Incêndio Rural – Perigosidade Estrutural 2020-2030.....	21
Figura 1.20 - Planta Cadastral.....	22
Figura 1.21 - Situação Final da Exploração da Pedreira.....	23
Figura 1.22 - Configuração das bancadas – Perfil nº 2.....	25
Figura 1.23 - Aspeto Final da Exploração.....	26
Figura 1.24 - Representação de Bancada no corte de blocos.....	27
Figura 1.25 - Esquema de corte a fio diamantado.....	28
Figura 1.26- Representação da Furação para taqueio.....	29
Figura 1.27 - Ângulo de repouso de vários materiais (Fonte: Manual CAT).....	32
Figura 1.28 - Valores de ângulo de atrito interno (Zhu, 2012).....	32
Figura 1.29 - Valores de coesão (Zhu, 2012).....	33
Figura 1.30 - Valores de peso específico (Zhu, 2012).....	33
Figura 1.31 - Teste de estabilidade no software Hyrcan.....	33
Figura 1.32 - Ciclo de Produção.....	34
Figura 1.33 - Aspeto da matéria-prima -produzida na exploração.....	34
Figura 1.34 - Planta de Simulação do Escoamento de Águas na Superfície Final de Escavação.	38
Figura 1.35 - Planta de Simulação do Escoamento de Águas na Superfície no Terreno Natural (Esquerda) e aos 3 Anos (Direita).....	38
Figura 1.36 - Planta de Simulação do Escoamento de Águas na Superfície aos 10 Anos (Esquerda) e aos 20 Anos (Direita).....	38
Figura 1.37 - Regiões Pluviométricas de Portugal Continental.....	39
Figura 1.38 - Identificação da área de influência.....	40
Figura 1.39 - Localização e dimensões da bacia de retenção 1.....	41
Figura 1.40 - Localização e dimensões da bacia de retenção 2.....	41
Figura 1.41 - Localização e dimensões da bacia de retenção 3.....	42
Figura 1.42 - Localização e dimensões da bacia de retenção 4.....	42
Figura 1.43 - Extrato da Planta da Exploração ao final de 3 anos.....	44
Figura 1.44 - Perfil de Escavação nº 3 – Exploração 3 Anos.....	44
Figura 1.45 - Simulação 3D da escavação ao final de 3 anos.....	45
Figura 1.46 - Perfil nº 3 – Escombreira a 3 Anos.....	45
Figura 1.47 - Planta de escavação – Exploração a 10 anos.....	47
Figura 1.48 - Modelo 3D – Exploração a 10 Anos.....	47
Figura 1.49 - Perfil nº 3 – Escombreira a 10 Anos.....	48
Figura 1.50 - Planta de Escavação – Exploração a 20 Anos.....	49
Figura 1.51 - Modelo 3D – Exploração a 20 Anos.....	49
Figura 1.52 - Perfil de Escavação nº 3 – Exploração 20 Anos.....	50
Figura 1.53 - Modelação de Escavação com Escombreira – Exploração a 3 Anos.....	53

Figura 1.54 - Modelação de Escavação com Escombreira – Exploração a 10 Anos.....	53
Figura 1.55 - Modelação de Escavação com Escombreira – Exploração a 20 Anos.....	54
Figura 1.56 - Modelação 3D – Aspeto Final da Exploração Com Escombreira.	54
Figura 1.57 - Verificação do ângulo de talude durante a fase de enchimento.....	55
Figura 1.58 - Exemplo de armazenamento de óleos / combustível com bacia de retenção.....	57

Índice de Tabelas

Tabela 1.1 - Ficha Técnica da Pedreira.	6
Tabela 1.2 - Vértices da poligonal da área da pedreira.	8
Tabela 1.3 - Enquadramento da área em estudo segundo as cartas de atividade e previsão sísmica.	18
Tabela 1.4 - Cálculo de Áreas.....	23
Tabela 1.5 - Cálculo de Reservas e Produção.	24
Tabela 1.6 - Estimativa do número de camiões a sair da pedreira por dia.	25
Tabela 1.7 - Diagrama de Fogo (Corte de Blocos).....	27
Tabela 1.8 - Consumo de explosivo estimado.	27
Tabela 1.9 - Diagrama Fogo (Taqueio).....	29
Tabela 1.10 - Características físico-mecânicas da matéria-prima.	35
Tabela 1.11 - Equipamentos presentes na Pedreira.....	36
Tabela 1.12 - Recursos Humanos.....	36
Tabela 1.13 - Cálculo de produção – Exploração 3 Anos.	43
Tabela 1.14 - Cálculo de produção – Exploração a 10 Anos.	46
Tabela 1.15- Cálculo de produção – Exploração a 20 Anos.	48
Tabela 1.16 - Classificação e destino dos resíduos produzidos.	51
Tabela 1.17 - Resíduos da atividade extrativa na exploração.	56
Tabela 1.18 - Viabilidade Económica.	58

I. Enquadramento

1 – Introdução

O presente documento técnico consiste em elaborar o Plano de Lavra da pedreira “Pedreira de Cambas”, sita na freguesia de Atei, do município de Mondim de Basto do distrito Vila Real, de acordo com o Anexo VI do Decreto – Lei nº 270/2001 de 6 de outubro alterado e republicado pelo Decreto – Lei nº 340/2007 de 12 de outubro. Através deste Plano de Lavra pretende-se licenciar a pedreira “Pedreira de Cambas” de modo a iniciar os trabalhos de exploração a céu aberto, em degraus direitos de cima para baixo.

1.1– Antecedentes

Os terrenos onde se pretende licenciar esta pedreira foram adquiridos no estado em que se encontram. Nestes terrenos verifica-se que já foi realizada uma pequena exploração de granito na região mais a norte do limite a licenciar. Pretende-se, agora, realizar o licenciamento de uma área de 101 082,88 m².

1.2 – Ficha Técnica da Pedreira

Tabela 1.1 - Ficha Técnica da Pedreira.

Designação	Pedreira de Cambas
Substância extraída	Granito Ornamental
Local	Atei, Mondim de Basto
Explorador	NR GRANITOS, LDA
NIF	514 207 922
Proprietário do Terreno	Freguesia de Atei NR Granitos, Lda
Entidade Licenciadora	DGEG
Classe (de acordo com o Artigo 10º A do Decreto-Lei nº 340/2007 de 12 de outubro)	Classe 2
Área de Pedreira	101 082,88 m ²
Produção / Reservas	15 500 m ³ /ano 41 850 ton/ ano Reservas Disponíveis: 941 686 m ³
Profundidade de escavações	56 m
Número de Trabalhadores	6
Vida útil da pedreira	35
Enquadramento com as figuras de ordenamento	Exploração de massas minerais e florestas de pinheiro-bravo.

2 – Localização e Acessos

2.1 – Localização da Pedreira

A área onde se pretendem realizar os trabalhos de exploração encontra-se representada na Carta Militar n.º 87. Esta área localiza-se a cerca de 1,86 km para Norte da freguesia de Vilar de Ferreiros, a cerca de 1,57 km para Oeste da união de freguesias de Canedo de Basto e Corga e a cerca de 6 km para Sul de Cavez. Verifica-se ainda que o limite de terreno se encontra dentro dos limites do CAOP 2025 da freguesia de Atei, Concelho de Mondim de Basto, distrito de Vila Real.

No que diz respeito a linhas de água, verifica-se a existência destas a Norte da exploração e uma linha de água que atravessa a pedreira, mas não se encontra materializada no terreno nem consta nas plantas de condicionantes e ordenamento do plano diretor municipal de Mondim de Basto. Existe ainda junto ao limite este a Ribeira de Camba. O excerto da Carta Militar n.º 87 com os limites de pedreira assinalados e respetivos vértices encontra-se no anexo D01_Carta Militar 87.

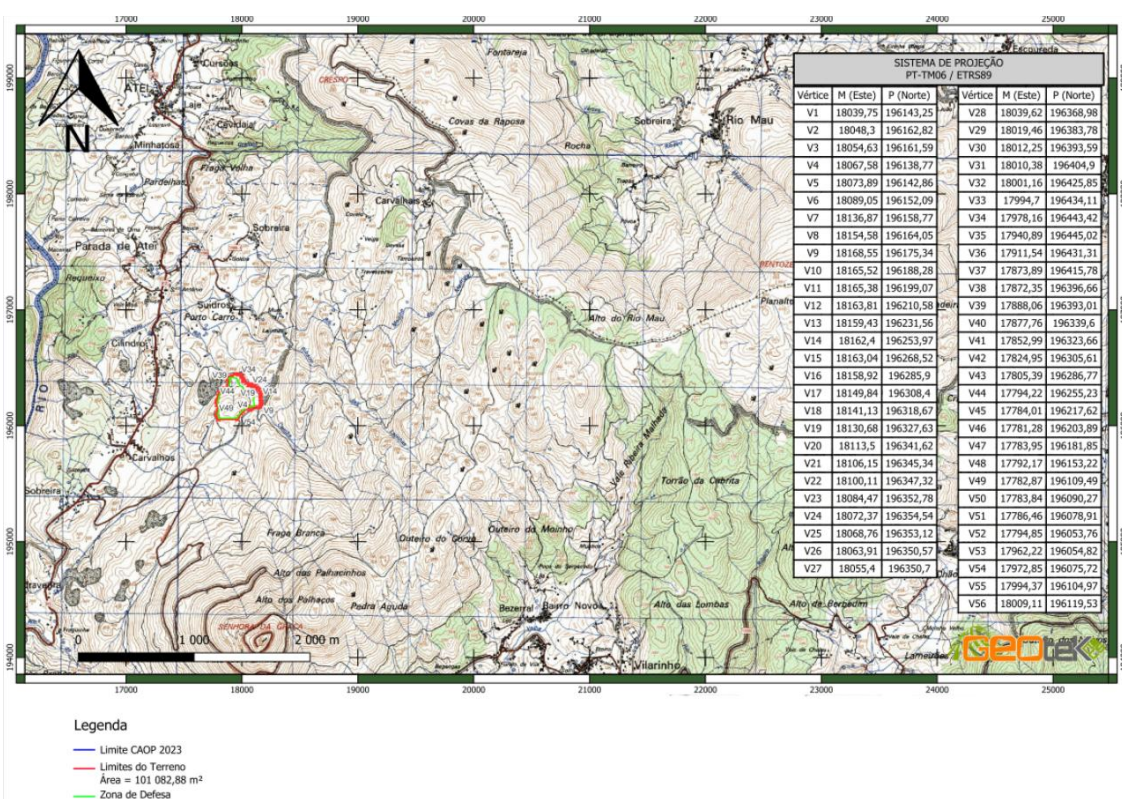


Figura 1.1 - Extrato da Carta Militar nº 87, com a Localização da Pedreira.

2.2 – Vias de Comunicação e Acessos

O acesso ao local em estudo pode ser efetuado a partir da A7 que faz a ligação Póvoa de Varzim – Vila Pouca de Aguiar. Seguindo pela saída 12, seguir pela Rua da Barca, EM 1193 e N 312 para a Rua da Cabine / EM 1199 em Vila Real. Continuar pela EM 1199 até chegar ao destino, conforme representado na Figura 1.2.

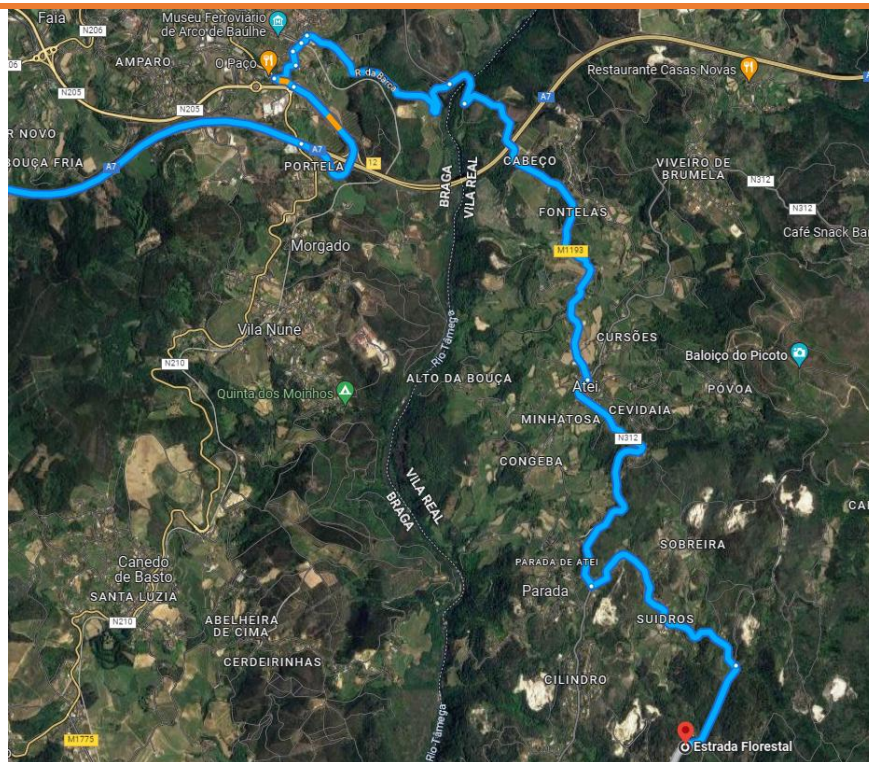


Figura 1.2 - Vias de comunicação e acessos à pedreira a partir da A7 (s/escala).

2.3 – Vértices da área da pedreira

Os vértices que compõem a poligonal da área da pedreira encontram-se na Tabela 1.2, no sistema de coordenadas PT -TM06 / ETRS 89.

Tabela 1.2 - Vértices da poligonal da área da pedreira.

Vértice	M (Este)	P (Norte)	Vértice	M (Este)	P (Norte)	Vértice	M (Este)	P (Norte)
V1	18039,747	196143,249	V20	18113,503	196341,622	V39	17888,056	196393,013
V2	18048,297	196162,818	V21	18106,145	196345,343	V40	17877,761	196339,599
V3	18054,626	196161,59	V22	18100,105	196347,323	V41	17852,993	196323,661
V4	18067,579	196138,772	V23	18084,466	196352,780	V42	17824,947	196305,614
V5	18073,89	196142,861	V24	18072,374	196354,539	V43	17805,391	196286,773
V6	18089,054	196152,088	V25	18068,764	196353,115	V44	17794,217	196255,225
V7	18136,874	196158,77	V26	18063,914	196350,569	V45	17784,009	196217,624
V8	18154,576	196164,049	V27	18055,399	196350,702	V46	17781,281	196203,886
V9	18168,546	196175,343	V28	18039,622	196368,979	V47	17783,949	196181,845
V10	18165,522	196188,284	V29	18019,463	196383,781	V48	17792,171	196153,223
V11	18165,38	196199,066	V30	18012,252	196393,591	V49	17782,865	196109,488
V12	18163,805	196210,579	V31	18010,378	196404,903	V50	17783,837	196090,270
V13	18159,429	196231,562	V32	18001,162	196425,850	V51	17786,463	196078,905
V14	18162,403	196253,968	V33	17994,703	196434,114	V52	17794,847	196053,764
V15	18163,035	196268,515	V34	17978,160	196443,416	V53	17962,217	196054,817
V16	18158,919	196285,896	V35	17940,893	196445,022	V54	17972,853	196075,717
V17	18149,835	196308,395	V36	17911,538	196431,305	V55	17994,372	196104,967
V18	18141,126	196318,665	V37	17873,886	196415,775	V56	18009,106	196119,526
V19	18130,675	196327,628	V38	17872,347	196396,662			

3 – Caracterização Física do Terreno

3.1 – Clima

A região em estudo insere-se num clima de características continentais, onde a temperatura média anual varia entre os 11,0°C e os 15,0°C - Figura 1.3, a)). A precipitação apresenta valores médios, entre os 2000 mm e os 2500 mm (Figura 1.3, b)). No que respeita à humidade relativa, apresenta valores médios, entre os 75% e os 80%, o que atribui a esta região, características de uma secura sazonal com algum significado (Figura 1.3, c)). A intensidade do vento é em média de aproximadamente 3,4 m/s, sendo classificado como “Vento fraco” (Figura 1.3, d)).

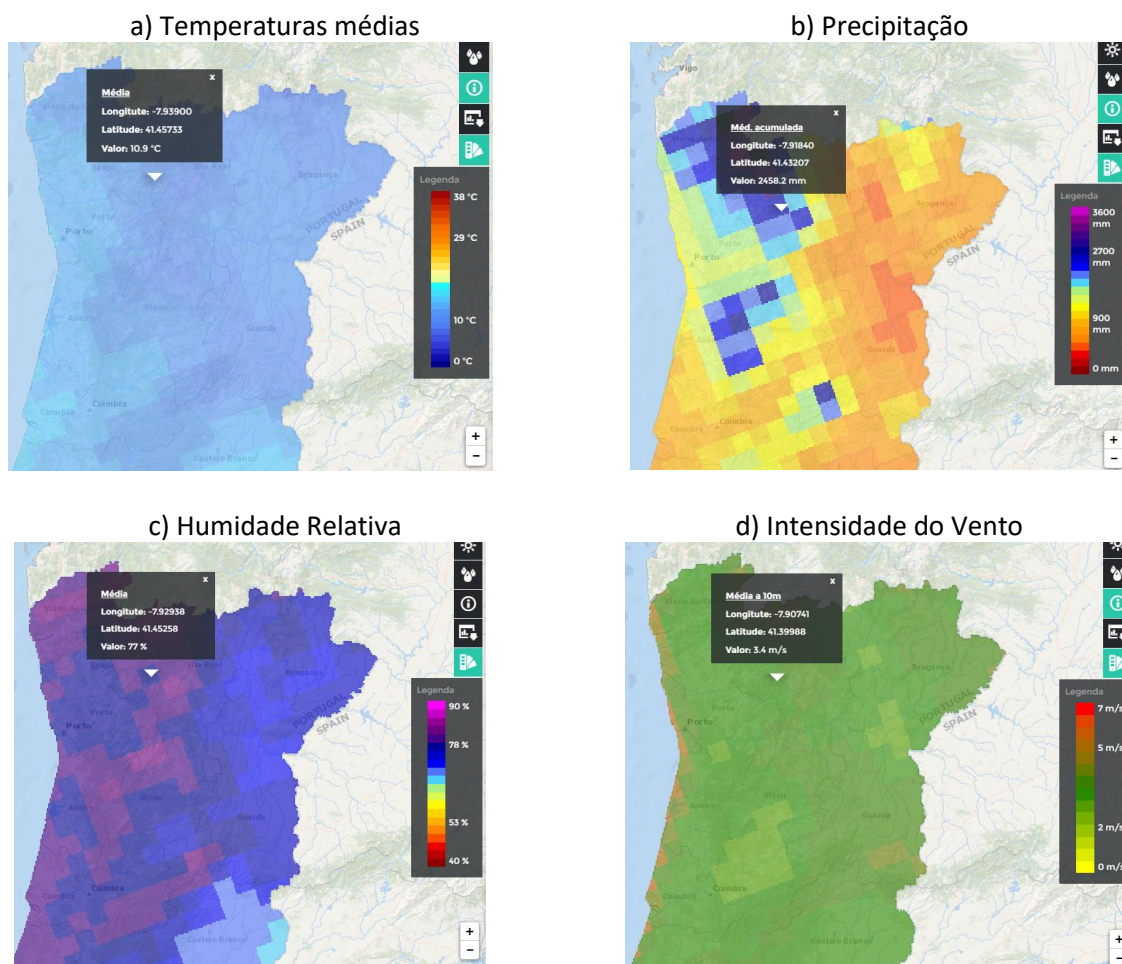


Figura 1.3 - Temperatura, Precipitação, Humidade e Vento médio no Continente (Fonte: <http://portaldoclima.pt>).

3.2 – Flora e Fauna

No local em estudo, os solos são pouco espessos, de textura grossa fazendo-se notar a presença de zonas pedregosas.

Devido à intervenção humana, as espécies faunísticas existentes, principalmente as mais sensíveis, não são ocorrentes no local em estudo e, portanto, não refletem a biodiversidade da área envolvente. A área envolvente é caracterizada essencialmente por afloramentos rochosos. Não estão inventariadas espécies florísticas com estatuto de proteção para a área de estudo.

Na Figura 1.5, verifica-se ainda que a pedreira não se enquadra em nenhuma zona de proteção especial ou num sítio de importância comunitária da Rede Natura 2000.

No que diz respeito à população de lobo em Portugal, esta é constituída por duas subpopulações como representado na Figura 1.6, que apresentam duas situações muito distintas em termos de conservação:

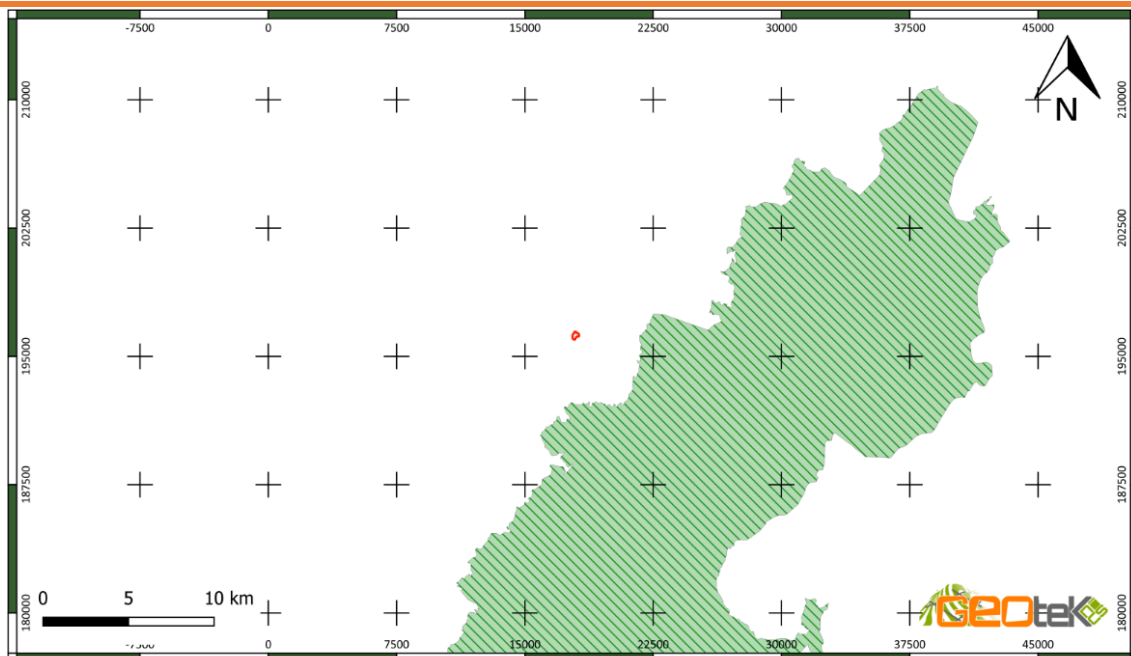
- A subpopulação que ocorre a norte do rio Douro que, embora apresente alguma fragmentação, tem continuidade com a população espanhola;
- A subpopulação que ocorre a sul do rio Douro, que está, aparentemente, isolada da restante população ibérica, apresentando os dois núcleos que a constituem um elevado nível de fragmentação entre si.

A escassez de presas selvagens e o consequente recurso a presas domésticas tem gerado conflitos com algumas atividades desenvolvidas pelo ser humano, comprometendo a sobrevivência desta espécie. Em resultado da política de proteção decorrente da Lei n.º 90/88, de 13 de agosto, que estabeleceu, pela primeira vez, as bases para a proteção do lobo-ibérico em Portugal, o lobo nunca desapareceu do território nacional, ao contrário do que aconteceu com a espécie noutros países da Europa. Esta circunstância confere ao país uma responsabilidade acrescida, designadamente no contexto da União Europeia, até que se atinja o estado de conservação favorável, o que depende da coexistência entre as atividades humanas e a presença do lobo.

Uma vez que a pedreira se encontra na área de distribuição do lobo-ibérico será necessário, como medida mitigadora, a instalação de uma vedação em torno da pedreira de maneira a reduzir os possíveis conflitos com a presença do lobo, aumentando a tolerância com este grande predador da nossa fauna e permitindo a sua conservação para as gerações futuras.



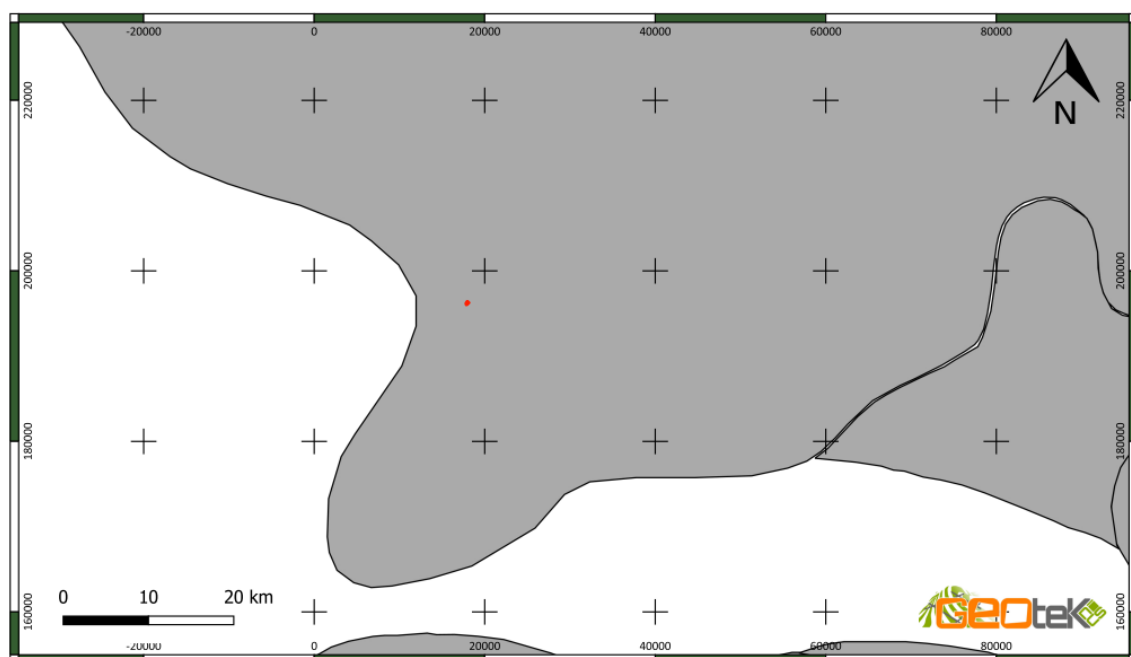
Figura 1.4 - Aspeto da envolvente da pedreira.



Legenda:

- Limite Pedreira
- Rede Natura 2000 – Zonas Especiais de Conservação - ZEC
- Rede Natura 2000 – Zonas de Proteção Especial - ZPE

Figura 1.5 - Rede Natura 2000, ICNF.



Censo Nacional do Lobo-ibérico (2002 e 2003)
Área de Distribuição da Espécie

Legenda

- Limite Pedreira
- Área de Distribuição do Lobo Ibérico

Figura 1.6 - Área de Distribuição do Lobo-Ibérico (Censo Nacional 2002 e 2003).

3.3 – Paisagem

A área insere-se num local onde o relevo é marcado por alguma irregularidade, com declives desde os 3-5% de inclinação até superiores a 25%. A hipsometria do local varia entre as cotas 370 m e 445 m. Os solos são pedregosos e pouco espessos.



Figura 1.7 - Aspeto da paisagem na envolvente da pedreira.

3.4 – Solos

Os solos em presença pertencem à classe dos Cambissolos. Tratam-se de terrenos baldios florestados ou incultos (nas cotas mais altas), em geral como solos de baixo perfil e condições de relevo muito acentuado.

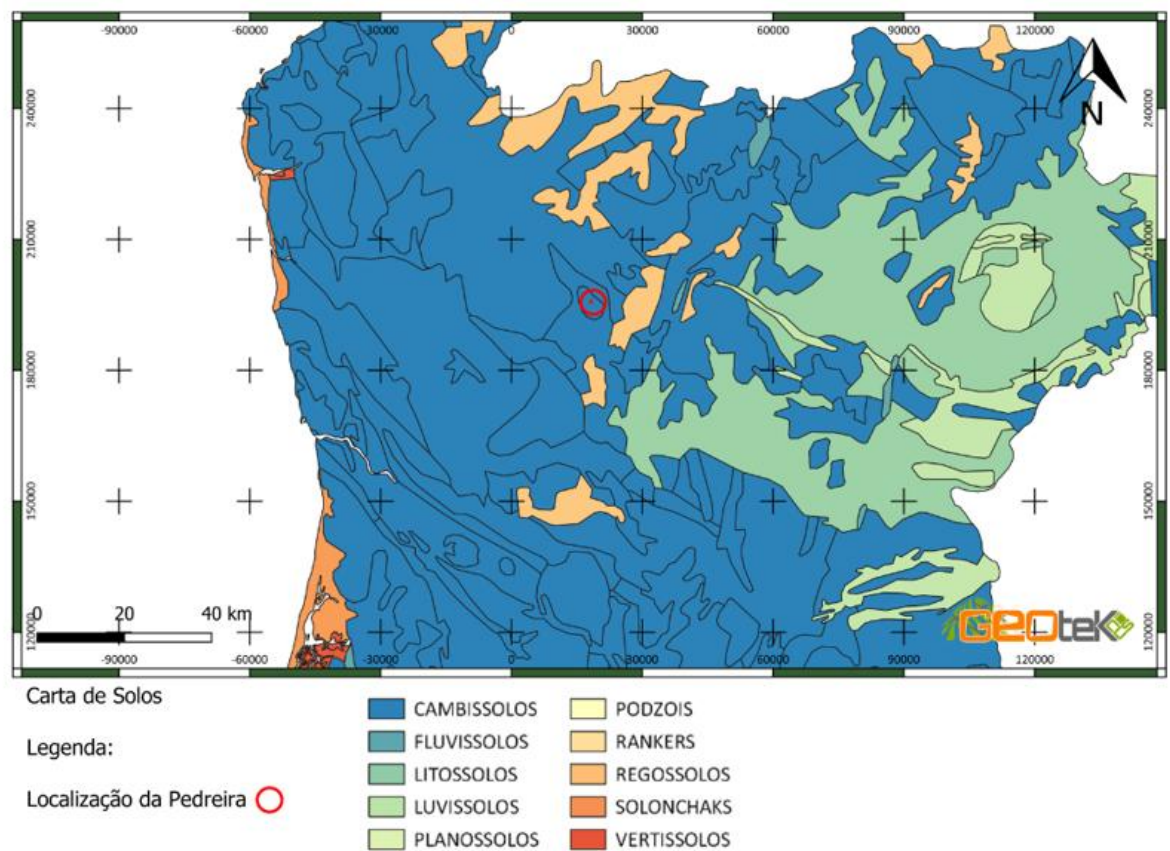


Figura 1.8 - Extrato da carta de solos (Fonte: Atlas do Ambiente – DGA).

3.5 – Recursos Hídricos

A região onde se localiza a pedreira em estudo está inserida na Região Hidrográfica do Douro (RH3). Esta é uma região hidrográfica internacional com uma área total em território nacional de 19 218 km². Integra a bacia hidrográfica do rio Douro e as bacias hidrográficas das ribeiras de costa, incluindo as respetivas águas subterrâneas e águas costeiras adjacentes, conforme Decreto-Lei n.º 347/2007, de 19 de outubro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 117/2015, de 23 de junho. A gestão dos recursos hídricos, incluindo o respetivo planeamento, licenciamento, monitorização e fiscalização ao nível da região hidrográfica, cabe à Agência Portuguesa do Ambiente, I.P. (APA, I.P.) através do seu serviço territorialmente desconcentrado da Administração da Região Hidrográfica do Norte (ARH do Norte). Esta região engloba total ou parcialmente, 74 concelhos sendo que 47 estão totalmente englobados nesta RH, incluindo o concelho de Mondim de Basto. A RH3 é a região hidrográfica internacional mais extensa da península ibérica, encontrando-se o âmbito territorial do Plano Hidrológico correspondente ao lado espanhol fixado no Real Decreto 125/2007, de 2 de fevereiro, sendo que, na parte portuguesa são consideradas dez sub-bacias hidrográficas que integram as principais linhas de água afluentes aos rios Douro, Águeda, Côa, Paiva, Rabaçal, Tuela, Maçãs, Sabor, Tâmega e Tua e ainda as bacias costeiras associadas a pequenas linhas de água que drenam diretamente para o Oceano Atlântico. O concelho de Mondim de Basto pertence à sub-bacia do Tâmega.

Esta bacia é considerada densa e bem hierarquizada, a que correspondem recursos hídricos “(...) essencialmente renováveis e dependentes da precipitação, provenientes das massas de ar mediterrânica e atlântica”.

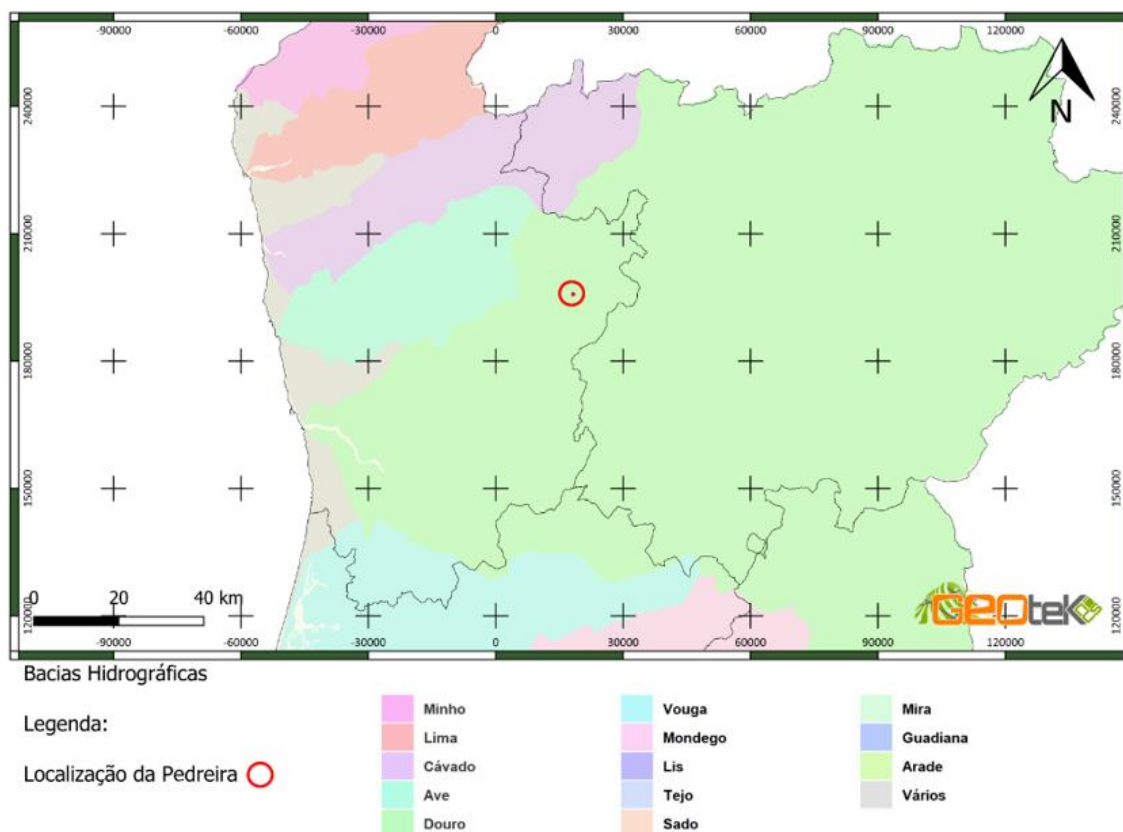


Figura 1.9 - Bacias Hidrográficas (Fonte: Atlas do Ambiente - DGA).

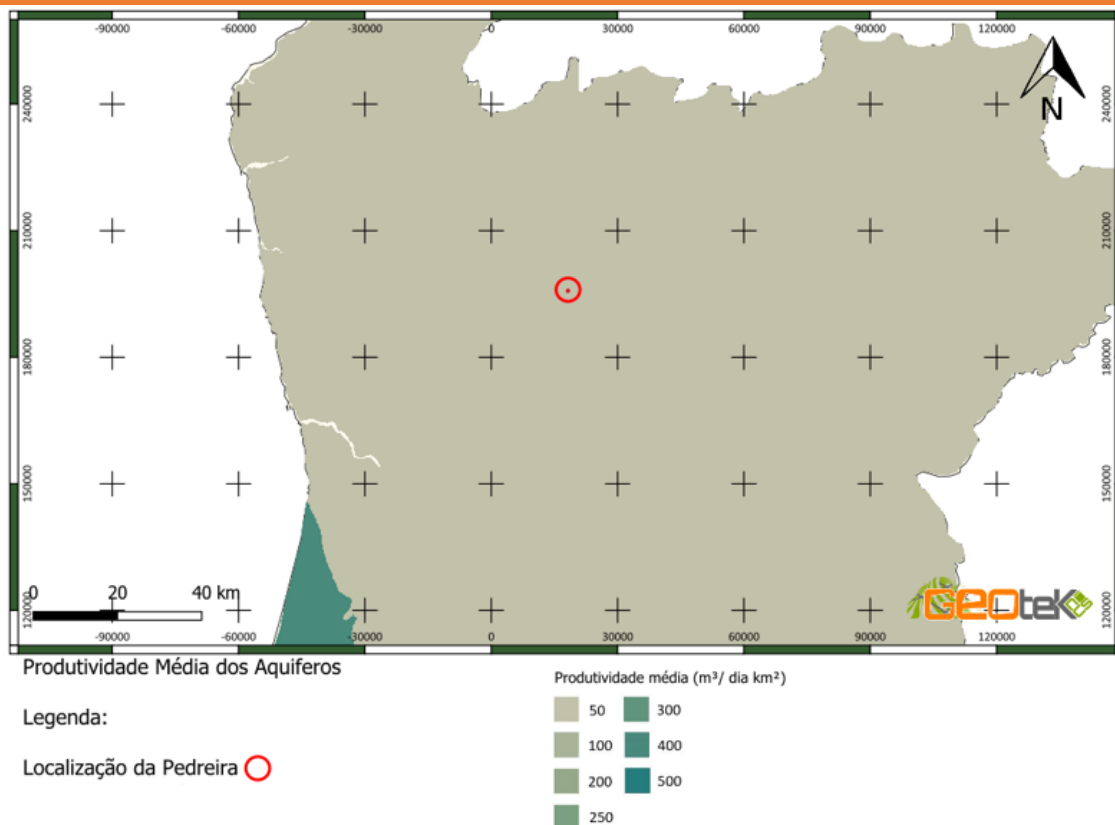


Figura 1.10 - Produtividade Média dos Aquíferos (Fonte: Atlas do Ambiente - DGA).

3.6 – Enquadramento Geológico da Região

3.6.1 – Geologia Regional

Grande parte das litologias identificadas em Portugal Continental enquadram-se na Orogenia Varisca europeia, com exceção das Orlas Mesocenozóicas. Esta orogenia resultou da colagem de vários terrenos tectono-estratigráficos diferentes, que correspondiam a diferentes placas litosféricas que evoluíram em conjunto durante o Paleozóico. Esta orogenia consistiu num processo de colisão em regime de desligamento direito durante o Paleozóico superior (Arthaud & Matte, 1977, entre outros), entre as mega-placas Gondwana, Laurussia e outras microplacas.

À escala geológica regional, a área em estudo encontra-se dentro dos limites da área da carta, demarcada entre a fronteira dos terrenos autóctones e alóctones da Zona Centro Ibérica. (Figura 1.11).

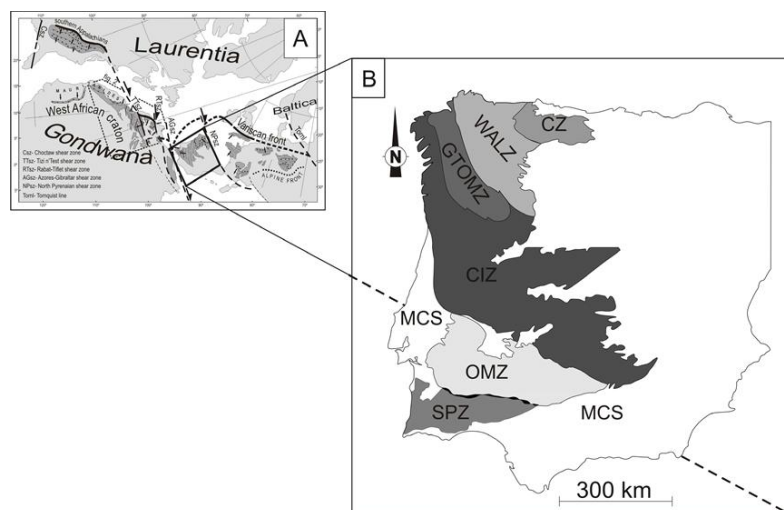


Figura 1.11 - Interpretação global das fases finais da orogenia Varisca.

Interpretação global das fases finais da orogenia Varisca, com colisão entre duas grandes placas tectónicas (Laurentia e Gondwana) em regime transpressivo direito. Adaptado de Almeida P. e Dias R., 2009.

- ➔ B – Domínios paleogeográficos da Ibéria.
- ➔ CZ – Zona Cantábrica. WALZ – Zona Oeste Asturo-Leonesa.
- ➔ GTOMZ – Zona Galaico Transmontana.
- ➔ CIZ – Zona Centro Ibérica.
- ➔ OMZ – Zona de Ossa Morena.
- ➔ SPZ – Zona Sul Portuguesa.
- ➔ MCS – Sequências Meso-Cenozóicas indiferenciadas.

Adaptado de Ribeiro et al, 1979, Ribeiro et al 1991 e Almeida, P. e Dias, R., 2009. Sequências Meso-Cenozóicas indiferenciadas.

3.6.2 – Geologia Local

Relativamente à geologia local, a zona em estudo encontra-se na folha 10 – A (de Celorico de Basto, à escala 1:50 000, da Carta Geológica de Portugal. O maciço granítico da região compreendida na carta 10-A, cratonizado no Hercínico, sofre, no Alpino e nos períodos recentes, a influência de compressões NW-SE e, aproximadamente, W-E que reativam fraturas anteriores e condicionam o relevo atual. Esta região é ainda caracterizada por uma importante estrutura regional, a falha de Verim-Régua que ainda cruza o canto SE da área em estudo. Trata-se de falha ativa com registo sísmico, termalismo ao longo de todo o percurso e estruturas responsáveis pelos fossos associados.

O local em estudo encontra-se inserido num maciço alóctone, o granito da senhora da graça. Este granito de duas micas ocupa um maciço circunscrito, cuja interseção com a atual superfície topográfica tem forma elíptica. A dimensão maior é paralela às macroestruturas de F_2 que ora moldam o maciço, ora são truncadas por ele. A referência temporal de cristalização dos minerais tipomorfos do metamorfismo regional (ante a $\sin-F_2$ nos restantes setores), junto do maciço, é transferida para $\sin$ a pós- F_2 . O gradiente térmico não sobe com a proximidade do granito, mas, perdura no tempo até à instalação do maciço, permitindo, por via indireta uma datação aproximada.

Este é um granito de duas micas, de grão médio com esparsos megacristais possuindo uma textura hipautomórfica granular, às vezes porfiroide com deformação cataclástica sendo constituído principalmente por quartzo (30%-6%), microclina-pertite, microclina-sódica, moscovite e biotite. Possui, também, mineralizações associadas de Sn-W sendo cada vez mais utilizado na exploração destes recursos.

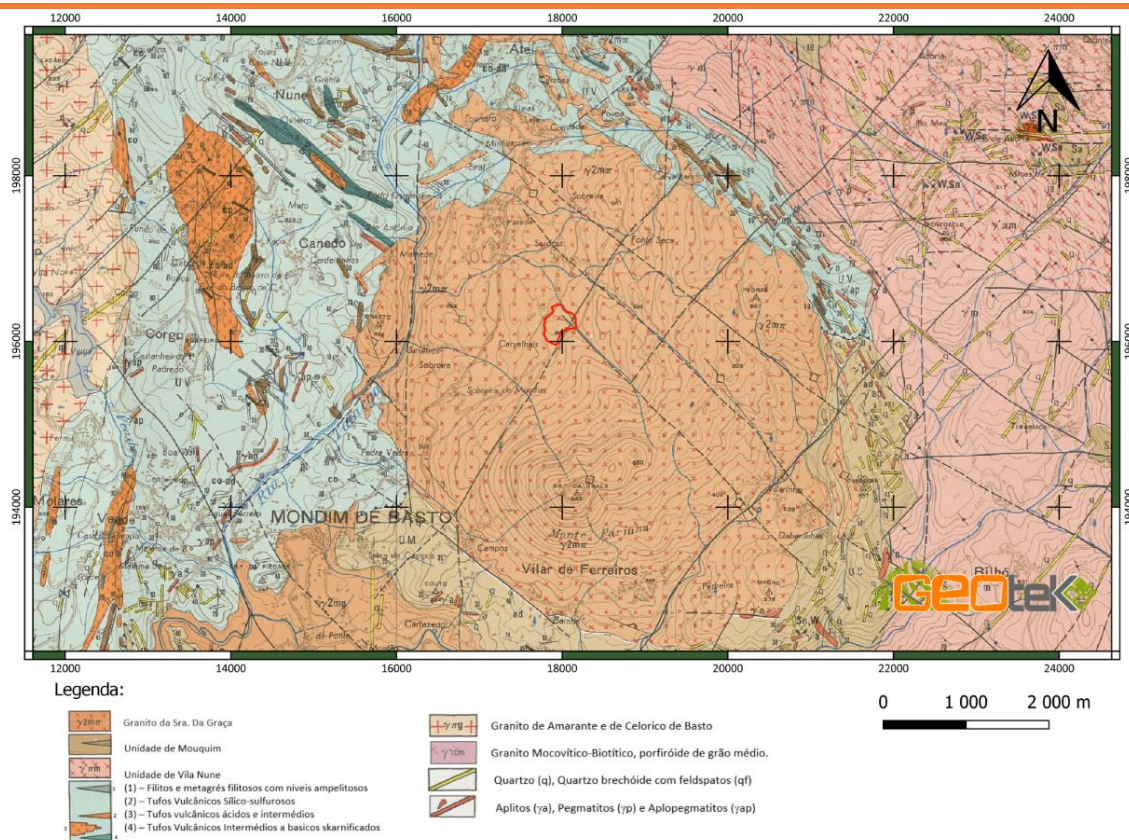


Figura 1.12 - Excerto da Carta 10-A – Celorico de Basto, à escala 1:50 000.

3.6.3 – Caracterização do Sistema de Falhas, Fracturação e Áreas de Instabilidade.

Com base nas cartas de previsão sísmica que constam do Regulamento de Segurança e Ações para Estruturas de Edifícios e Pontes (RSAEEP) (Figura 1.13 e Figura 1.14) procedeu-se ao enquadramento da área em estudo.

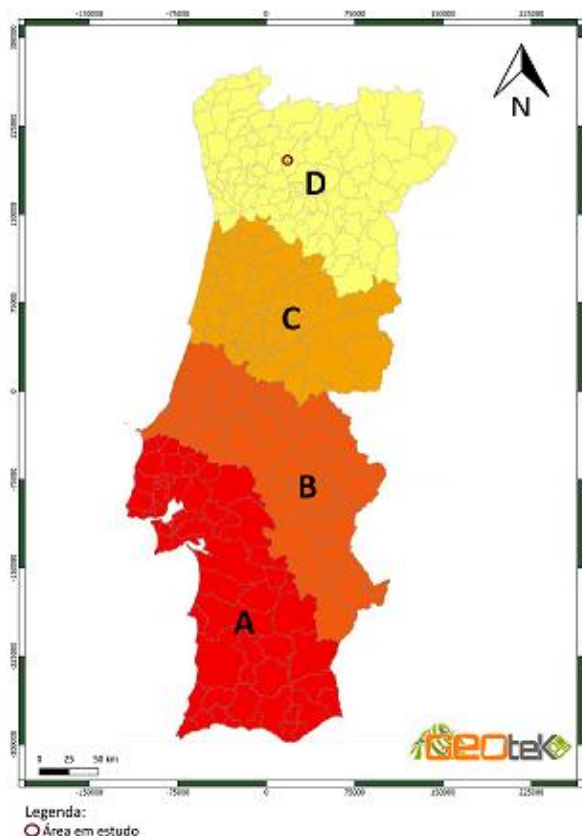
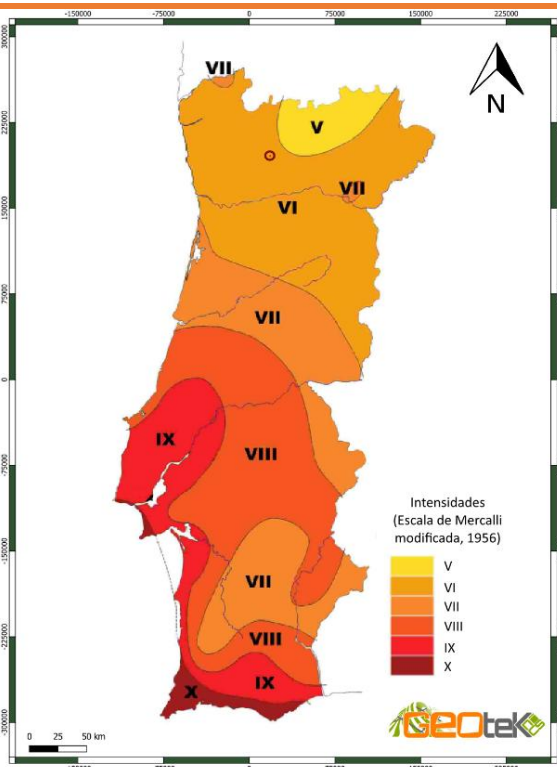


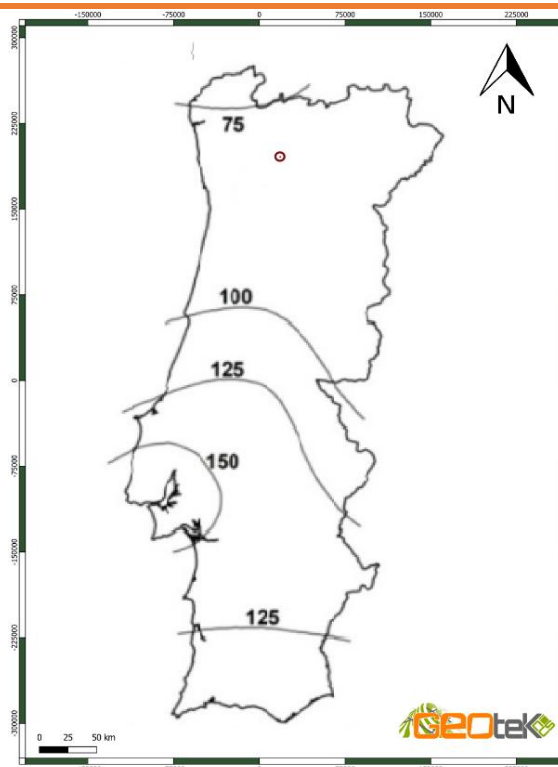
Figura 1.13 - Carta das zonas sísmicas propostas pelo RSAEEP.



Carta de Intensidades Máximas

Legenda:

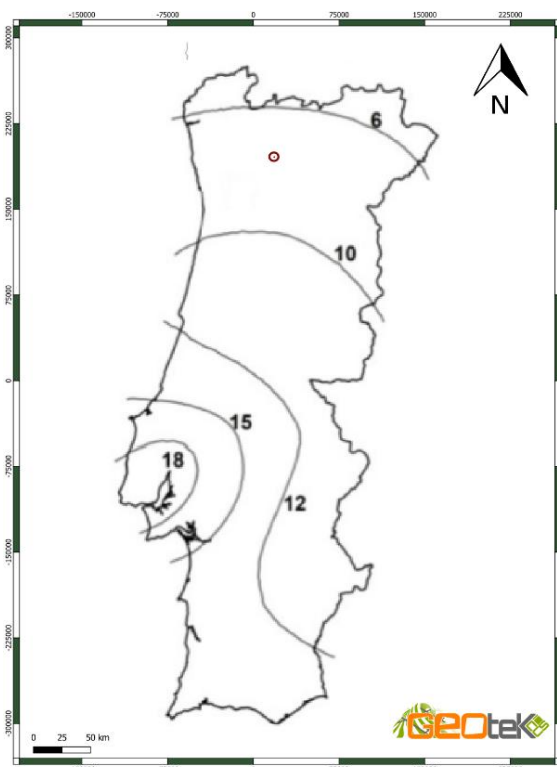
○ Área em estudo



Carta de Aceleração Máxima para 1000 anos

Legenda:

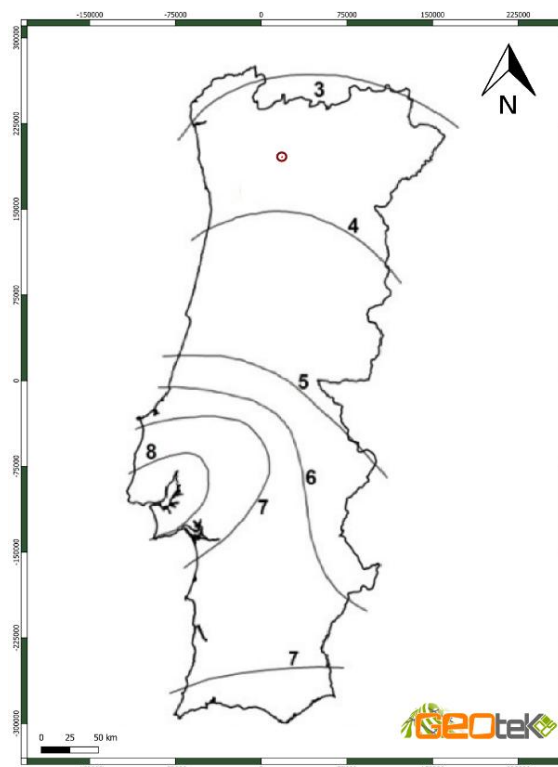
○ Área em estudo



Carta de Velocidade Máxima para 1000 anos

Legenda:

○ Área em estudo



Carta de Deslocamento Máximo para 1000 anos

Legenda:

○ Área em estudo

Figura 1.14 - Cartas de atividade e previsão sísmicas.

Foram utilizadas as cartas de intensidades sísmicas máximas observadas em Portugal Continental, no período de 1901 até à atualidade, de aceleração máxima para um período de retorno de 1000 anos (cm/s^2), de velocidade máxima para um retorno de 1000 anos (cm/s) e a de deslocamento máximo (cm), para a caracterização sísmica da zona sendo os resultados obtidos referidos na Tabela 1.3.

Tabela 1.3 - Enquadramento da área em estudo segundo as cartas de atividade e previsão sísmica.

Carta Sísmica	Enquadramento da Zona de Estudo
Zonas Sísmicas propostas pelo RSAEEP	D
Intensidade sísmica máxima	VI
Aceleração máxima, para 1000 anos	75 a 100 cm/s ²
Velocidade máxima, para 1000 anos	6 a 10 cm/s ²
Deslocamento máximo, para 1000 anos	3 a 4 cm

Pela análise dos parâmetros anteriores, conclui-se que o local em estudo se encontra numa zona de grande estabilidade tectónica e de risco sísmico reduzido.

Uma vez que se encontra numa zona de cisalhamento, o surgimento de descontinuidades não é incomum, sendo identificadas orientações preferenciais conforme o observado no diagrama de roseta da Figura 1.15. Foram anotadas diferentes famílias de descontinuidades sendo a orientação preferencial registada a N85°E.

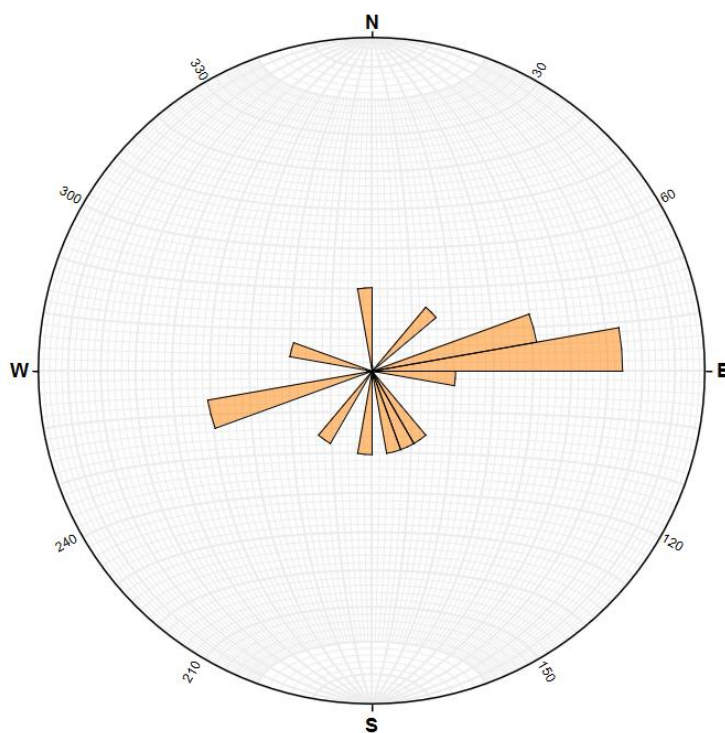


Figura 1.15 - Diagrama de roseta com principais famílias de descontinuidades.

4 – Plantas de Ordenamento, Condicionantes e Carta de Uso e Ocupação de Solo

Relativamente à implementação do limite da pedreira nas figuras de Ordenamento (Figura 1.17) esta situa-se em espaços afetos à exploração de recursos geológicos e espaços florestais. Área encontra-se ainda em área submetida a regime florestal parcial.

No que diz respeito a linhas de água cartografadas a nordeste da exploração encontra-se a Ribeira de Camba à qual foi dada a devida zona de defesa.

Na Carta de Uso e Ocupação de Solo – 2023 (Figura 1.18) o limite de terreno encontra-se sobre as áreas classificadas como “Floresta de Pinheiro-bravo”.

Na Figura 1.19 encontra-se representada a Carta de Perigosidade de Incêndio Rural, onde se verifica que a pedreira se enquadra na classe Alta.

De acordo com o Decreto-Lei nº 82/2021, de 13 de outubro, Capítulo V –Segurança, Secção I – Condicionamento da edificação, Artigo 60.º: Condicionamento da edificação em áreas prioritárias de prevenção e segurança:

1 - Nas áreas das APPS correspondentes às classes de perigosidade de incêndio rural «alta» e «muito alta», delimitadas na carta de perigosidade de incêndio rural ou já inseridas na planta de condicionantes do plano territorial aplicável, nos termos do n.º 6 do artigo 41.º, em solo rústico, com exceção dos aglomerados rurais, são interditos os usos e as ações de iniciativa pública ou privada que se traduzam em operações de loteamento e obras de edificação.

2 - Excetuam-se da interdição estabelecida no número anterior:

a) Obras de conservação e obras de escassa relevância urbanística, nos termos do regime jurídico da urbanização e da edificação, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 555/99, de 16 de dezembro, na sua redação atual;

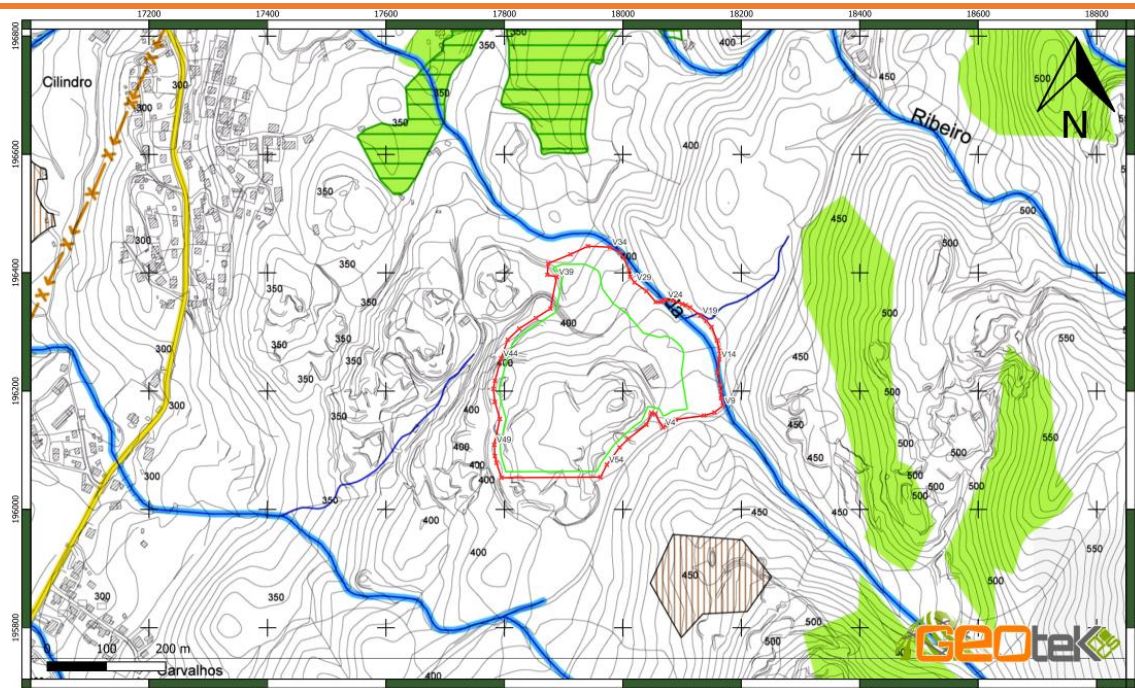
b) Obras de reconstrução de edifícios destinados a habitação própria permanente ou a atividade económica objeto de reconhecimento de interesse municipal, quando se mostrem cumpridas, cumulativamente, as seguintes condições:

i) Ausência de alternativa de realocação fora de APPS;

ii) Afastamento à extrema do prédio nunca inferior a 50 m, podendo o mesmo ser obtido através de realocação da implantação do edifício, sem prejuízo de situações de impossibilidade absoluta com ausência de alternativa habitacional, expressamente reconhecidas pela câmara municipal competente;

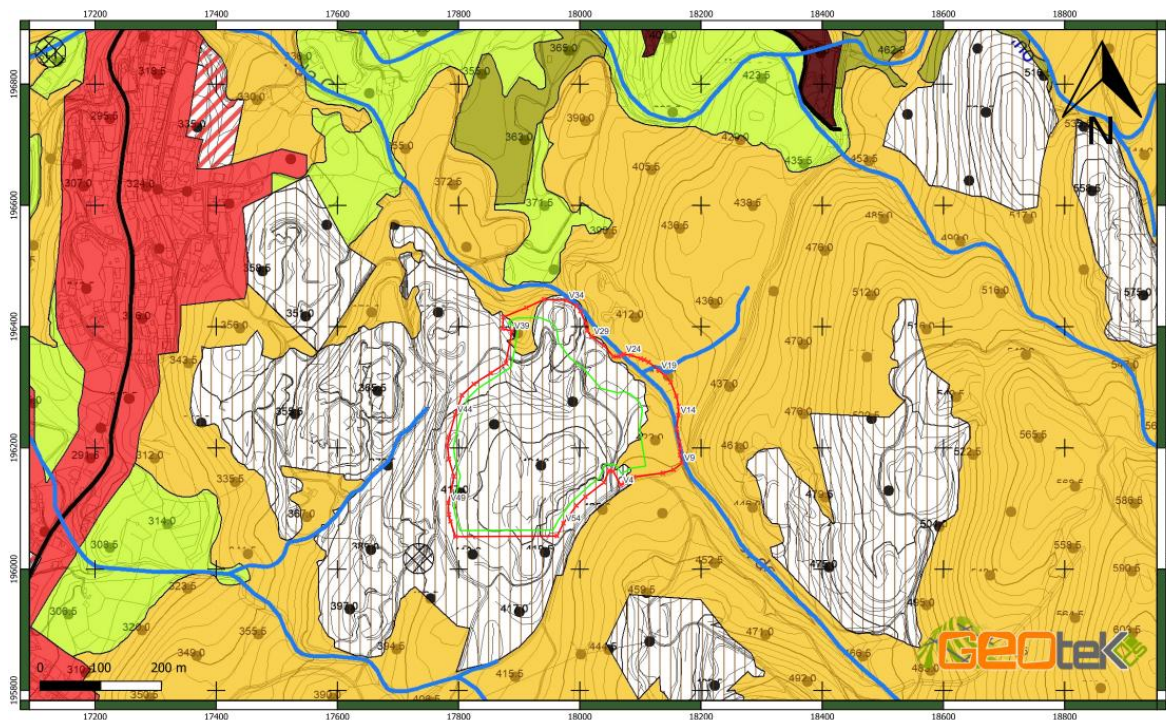
iii) Medidas de minimização do perigo de incêndio rural a adotar pelo interessado, incluindo uma faixa de gestão de combustível com a largura de 50 m em redor do edifício;

O explorador terá de manter uma faixa de gestão de combustível em redor do edifício. Estando “Edifício” definido pelo Decreto Regulamentar n.º 5/2019 de 27 de setembro, ficha n.º I-21 como uma construção permanente, dotada de acesso independente, coberta, limitada por paredes exteriores ou paredes meeiras que vão das fundações à cobertura, destinada a utilização humana ou a outros fins, assim entende-se que estruturas como telheiros e cobertos não estão incluídos nesta regulamentação.



- Legenda**
- Vértices
 - Limites do Terreno
 - Área: 101 082,88 m²
 - Zona de Defesa
 - Estradas Municipais
 - Leitos dos Cursos de Água
 - Leitos e Margens dos Cursos de Água (só negativos -10 m)
 - Outros Sistemas Ecológicos
 - Exploração de Massas Minerais

Figura 1.16 - Extrato da Planta de Condicionantes do PDM de Mondim de Basto.



- Legenda**
- Vértices
 - Limites do Terreno
 - Área = 101 082,88 m²
 - Zona de Defesa
 - Aglomerados rurais
 - Áreas de Edificação Dispersa
 - Espaço Florestal de Produção
 - Espaço Florestal de Conservação
 - Espaços Residenciais
 - Espaço Natural
 - Solo Urbanizável - Espaços Residenciais
 - Exploração de Massas Minerais
 - Linha de Água
 - Estradas e Caminhos Municipais

Figura 1.17 - Extrato da Planta de Ordenamento do PDM de Mondim de Basto.

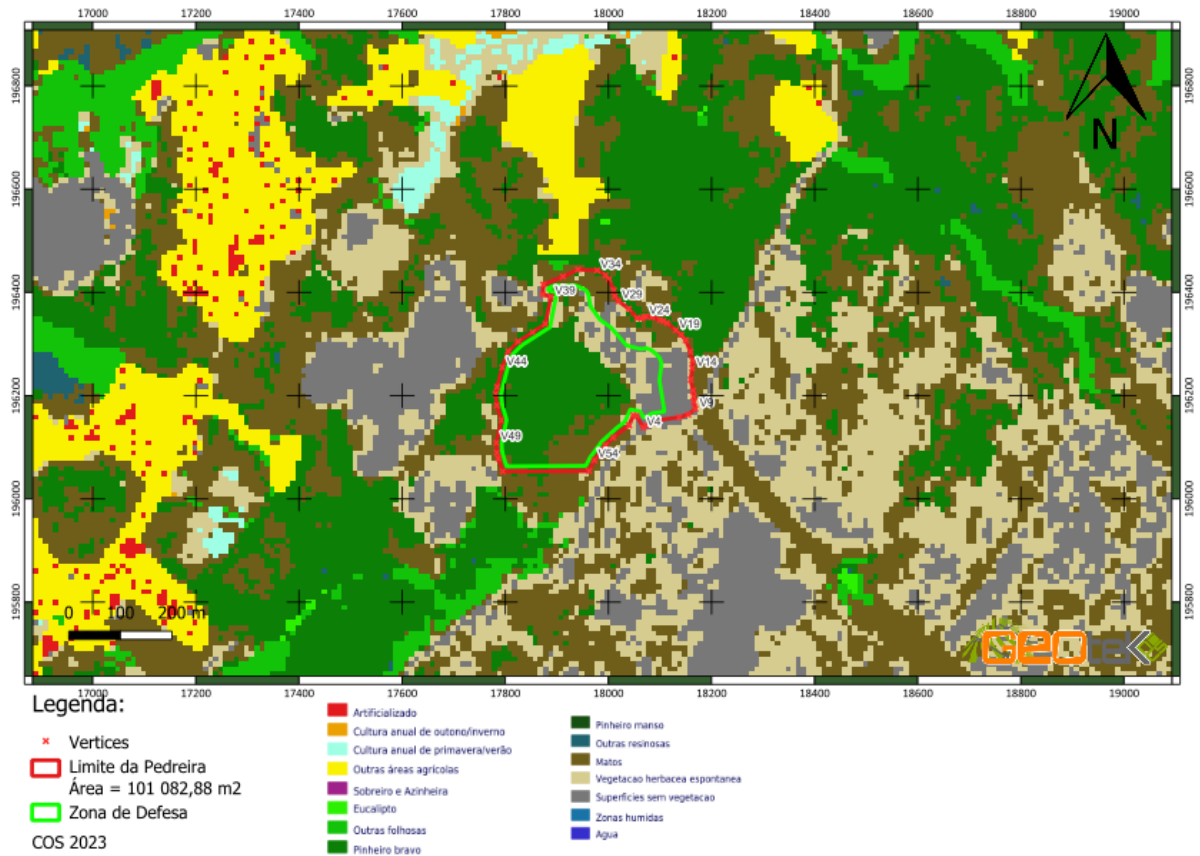


Figura 1.18 - Extrato da Carta de Uso e Ocupação de Solo – 2023.

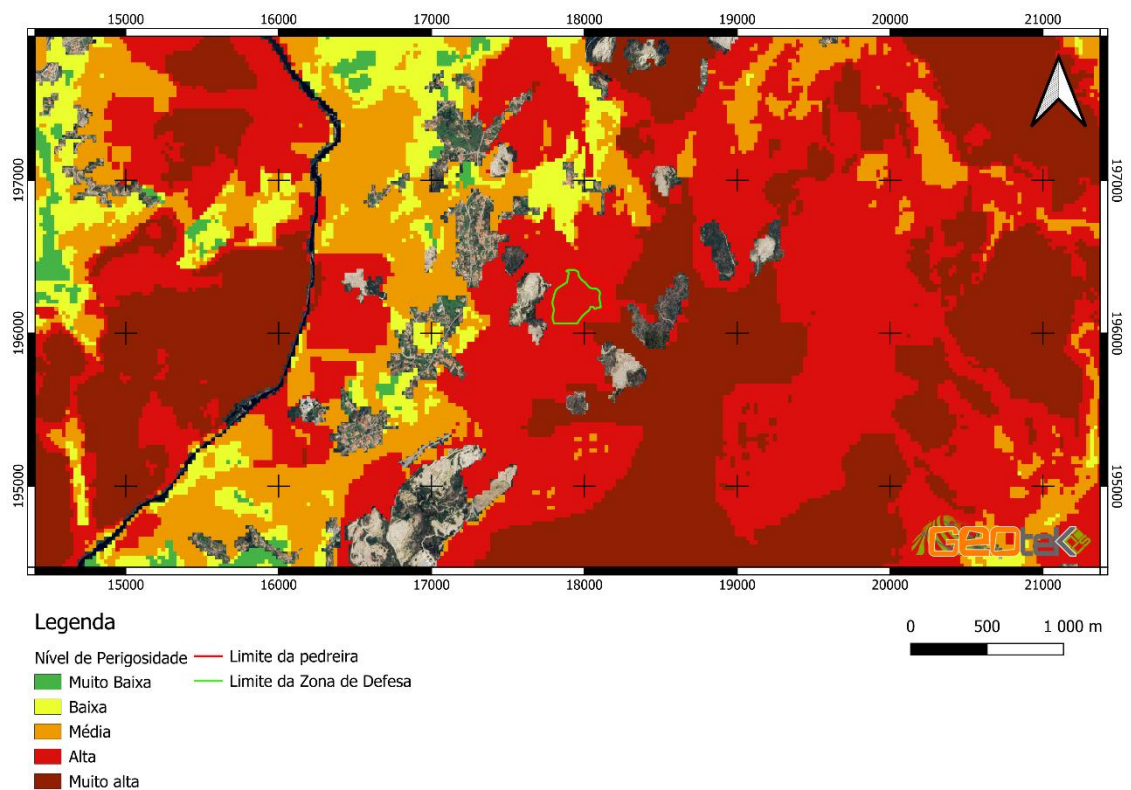


Figura 1.19 - Extrato da Carta de Perigosidade de Incêndio Rural – Perigosidade Estrutural 2020-2030.

5 – Cadastro

O limite da pedreira é composto pelo artigo nº 1169 e artigo nº 1124. O restante terreno em que esta pedreira se insere pertence à freguesia de Atei, que efetuou um contrato de arrendamento com a empresa exploradora NR Granitos, Lda.

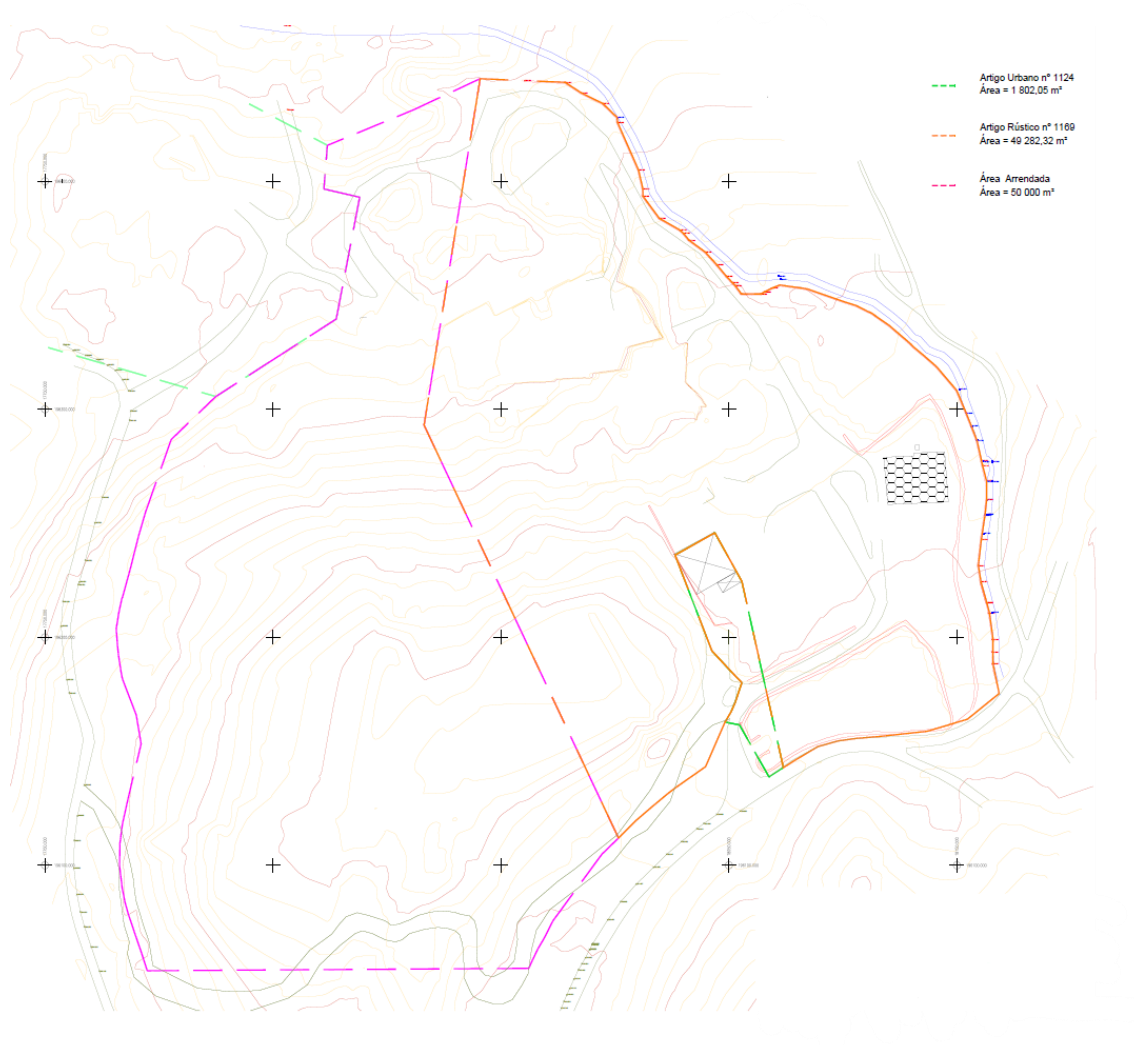


Figura 1.20 - Planta Cadastral.

II. Plano de Lavra

6.1 – Projeto de Exploração

6.1.1 – Cálculo de Áreas e Cotas do Projeto

Pretende-se licenciar a pedreira “Pedreira de Cambas” delimitada por uma poligonal com 101 082,88 m², em que a lavra ocupa 34 074,08 m², onde se realizará o desmonte de rocha com recurso a pólvoras e corte a fio diamantado.

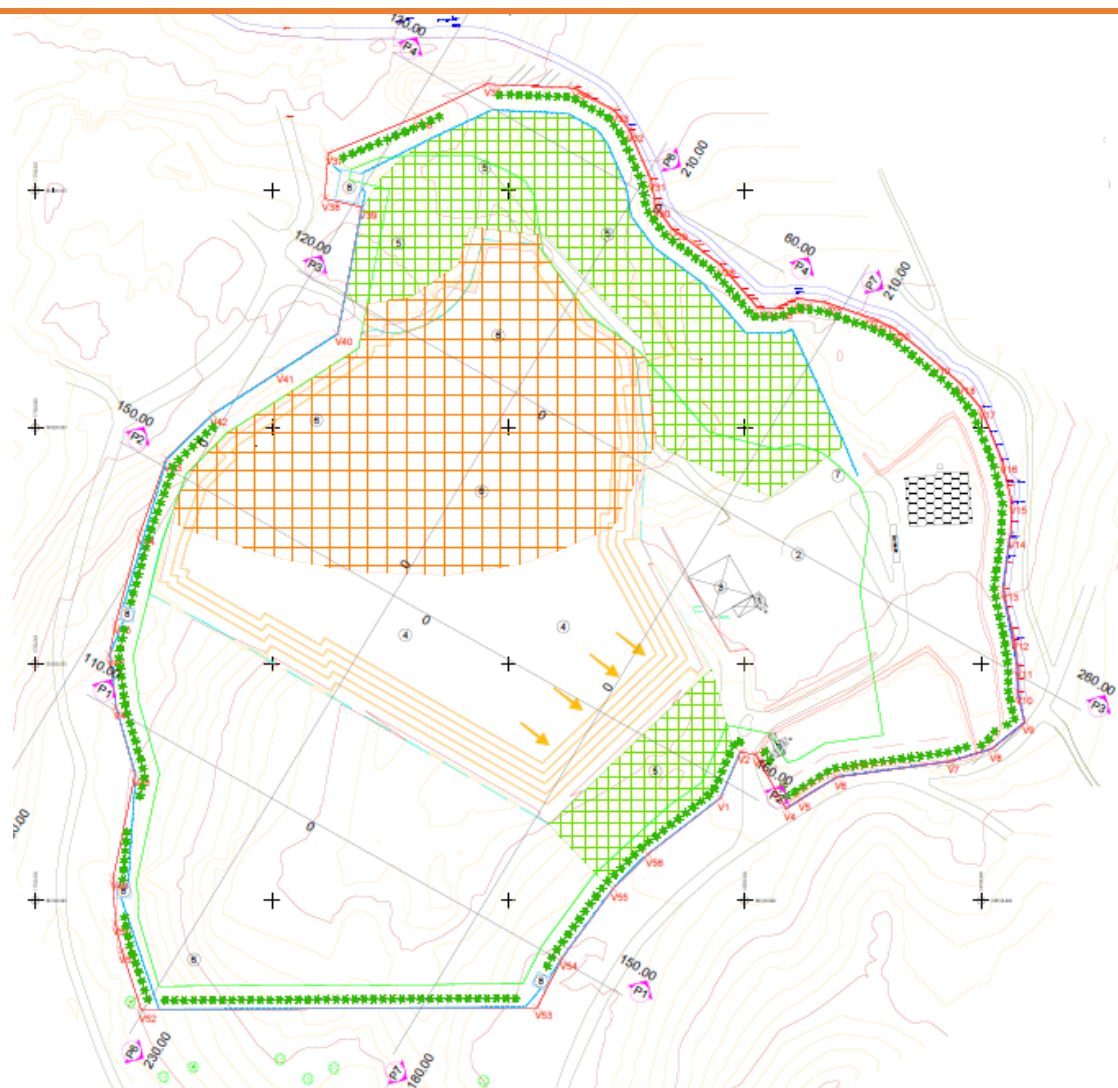


Figura 1.21 - Situação Final da Exploração da Pedreira.

Com o apoio do desenho técnico foram calculadas as seguintes áreas:

Tabela 1.4 - Cálculo de Áreas.

Áreas	m2	%
1 - Área de Extração na fase final	34 074,08	33,71%
2 - Área de Defesa	30 103,98	29,78%
3 - Área de Depósito de Blocos	548,87	0,54%
4 - Área de Vias de Circulação	3 450,52	3,41%
5 - Área de Pré-Stock	417,93	0,41%
6 - Área de Transformação	271,66	0,27%
7 - Área de Anexos - Dentro Área de Pedreira	512,73	0,51%
8 - Bacias de Retenção	238,00	0,24%
9 - Áreas Não Mexida	20 480,85	20,26%
10 - Áreas Restantes	10 984,26	10,87%
Total	101 082,88	100,00%
11 - Área de Escombros	18 702,44	m2
12 - Áreas Mexidas / Exploradas	39 513,79	m2
13 - Área de Anexos - Fora Área de Pedreira	-	m2
14 - Cota final de Escavação	379,00	m
15 - Área de Extração na Cota Final	24 819,62	m2
16 - Total de área não intervencionada (2+9+10)	61 569,09	m2
17 - Área não mexida - programa trienal	79 591,36	m2
18 - Área explorada já recuperada	-	m2

6.1.2 – Zonas de Defesa

As Zonas de Defesa são as mencionadas no Anexo II do Decreto-Lei nº 270/01 de 6 de outubro, alterado e republicado pelo Decreto-Lei nº 340/2007 de 12 de outubro. Segundo este diploma, de acordo com a localização do terreno onde se pretende licenciar a pedreira e as confrontações existentes, foram identificadas as seguintes zonas a proteger:

Prédios rústicos, urbanos ou mistos vizinhos, murados ou não – **10 m**

Cursos de água não navegáveis e de regime não permanente – **10 m**

Rios navegáveis e canais/nascentes de águas, cursos de água de regime permanente – **50 m**

A marcação da linha de zona de defesa nas plantas em anexo, foi baseada nestas zonas identificadas.

6.1.3 – Cálculo de Reservas e Vida Útil

Para cálculo das reservas utilizou-se a ferramenta do AutoCAD Civil 3D – Volumes Dashboard, onde se comparam as superfícies do terreno natural com a projeção final da escavação, tendo-se chegado ao resultado de um volume 941 686 m³ de reservas disponíveis (Tabela 1.5)

Com base nos dados estatísticos desta pedreira, prevê-se que do volume total a explorar cerca de 10% corresponda a material estéril. Este material será depositado nas zonas assinaladas com o número 5 nas plantas de escavação em anexo, para posteriormente ser utilizado na recuperação paisagística da pedreira.

Nesta pedreira estima-se que o aproveitamento seja na ordem dos 65%. O material que não é comercializável será depositado nas escombrelas assinaladas com o número 6 nas plantas de escavação em anexo de escavação em anexo (D06 a D09).

Por fim, cerca de 5% de material provenientes das lamas do corte a fio diamantado, classificado como resíduos inertes, será também reutilizado na recuperação paisagística.

Tabela 1.5 - Cálculo de Reservas e Produção.

Item	Volumes m3	Aproveitamento
Reservas Disponíveis	941 686,00	
Volume já explorado		
Das Reservas temos:		
Massa Rochosa	847 517,40	90%
Estéril	94 168,60	10%
Da Produção de Massa de Granito temos:		
Produção Comercializável	550 886,31	65%
Escombros	254 255,22	30%
Outros resíduos inertes	42 375,87	5%

O valor médio da produção será utilizado para o cálculo da vida útil da exploração, considerando que se manterá constante ao longo desta, caso contrário será ajustado em função da produção obtida.

Produção anual prevista: 15 500m³ / 41 850ton.

$$Vida\ útil = \frac{550\ 886}{15\ 500\ m^3/ano} = 35,5\ anos.$$

Na Tabela 1.6 encontra-se a estimativa do número de camiões a sair da pedreira, por dia, tendo em conta a sua produção anual.

Tabela 1.6 - Estimativa do número de camiões a sair da pedreira por dia.

Capacidade média por camião (m³)	Volume anual a transportar (m³)	Nº de Camiões necessários	Camiões por dia
10	15 500	1550	8

6.1.4 – Método de Exploração

A exploração da pedreira, é realizada segundo os critérios de segurança, proteção ambiental, aproveitamento da massa rochosa e economia.

O método de exploração é efetuado a céu aberto, por degraus direitos acompanhando a morfologia natural do terreno, conforme o preconizado no artigo 44º do Decreto-Lei 270/2001 de 6 de outubro alterado e republicado pelo Decreto – Lei nº 340/2007 de 12 de outubro, relativo às Boas Regras de Execução da Exploração.

O desmonte da massa rochosa realiza-se através da aplicação de pólvoras e corte a fio diamantado. As dimensões das bancadas finais são 10m de altura e 3m de patamar com uma inclinação de segurança de cerca de 5% e são obtidas ao realizar o desmonte de cima para baixo. A Bordadura de escavação, é composta por uma bancada com no máximo 2 metros de altura ao longo de todo o perímetro.

A configuração final das bancadas será como se apresenta na Figura 1.22. Na Figura 1.23 representa-se um modelo 3D do que será o aspeto final da exploração.

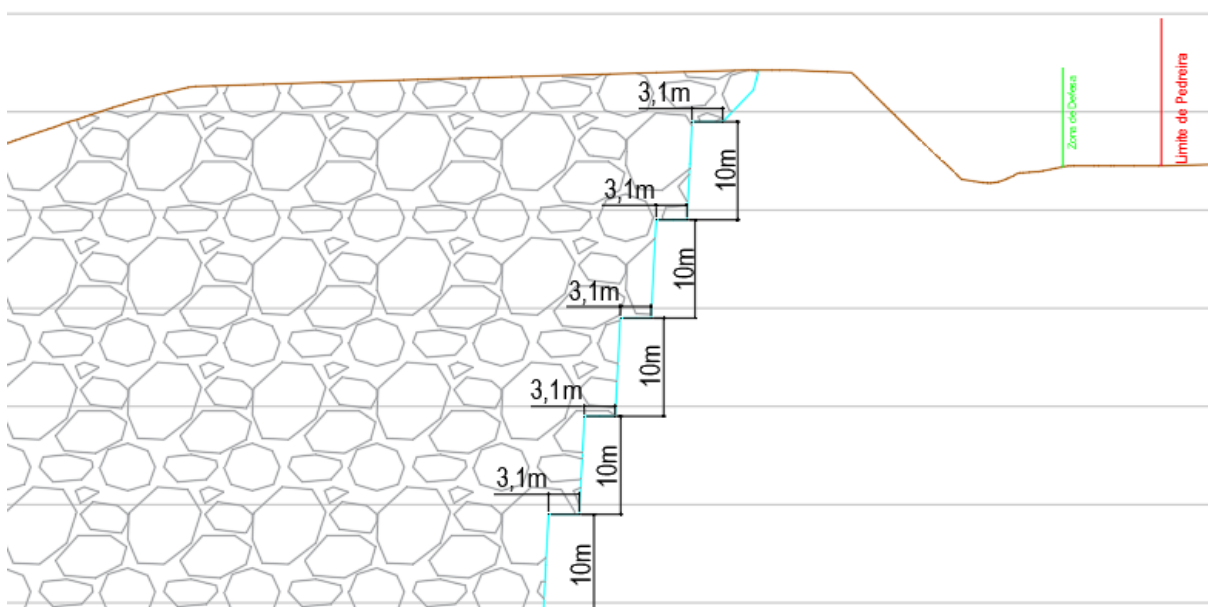


Figura 1.22 - Configuração das bancadas – Perfil nº 2.

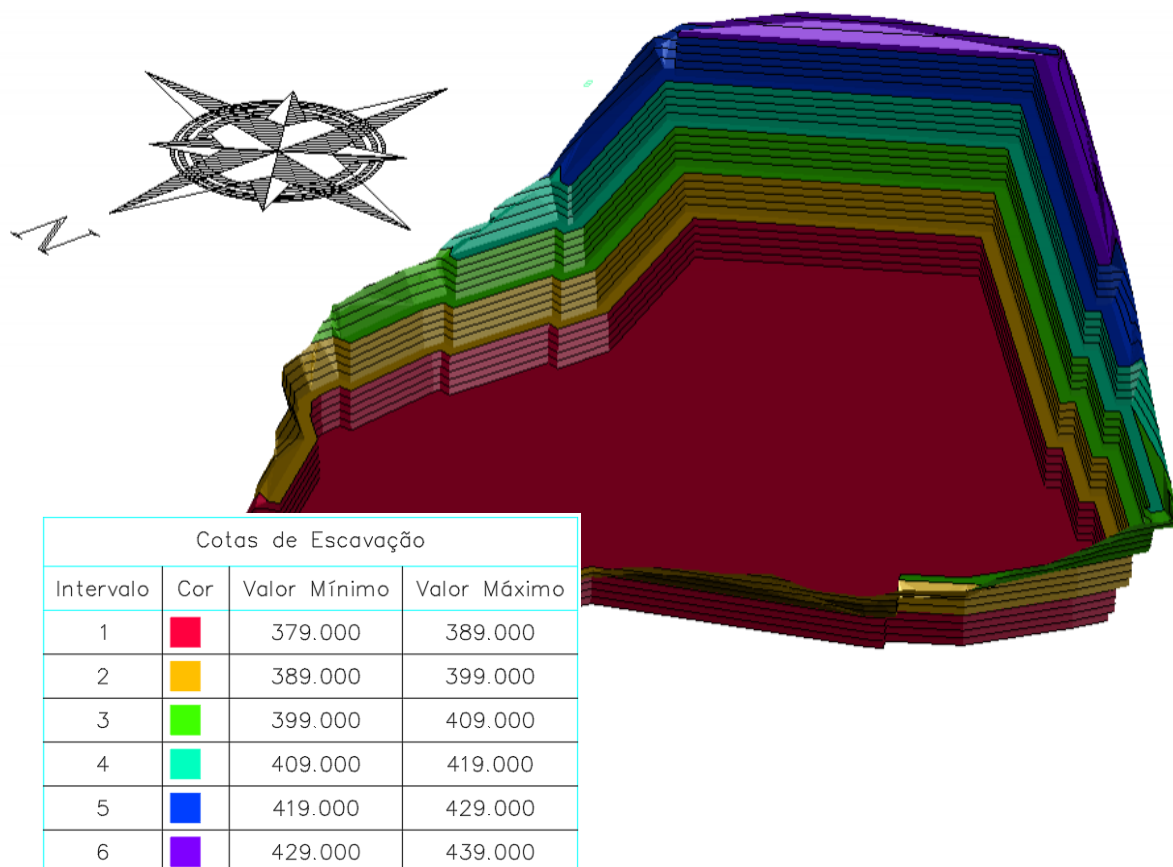


Figura 1.23 - Aspeto Final da Exploração.

6.1.5 – Fases do Desmonte

Dado que a exploração se desenvolve a céu aberto, as operações unitárias da pedreira são:

- 1) Desmatização e remoção de terra vegetal;
- 2) Remoção da massa rochosa alterada e respetiva deposição em local próprio para posterior reutilização na recuperação paisagística da pedreira.
- 3) Desmonte de rocha com recurso a pólvora ou técnica de fio diamantado.
- 4) Limpeza da frente. Transporte dos blocos para a área de pré-stock.
- 5) Colocação do material final no parque de blocos final.

A operação de decapagem é a primeira fase do desmonte, e tem como finalidade retirar as terras de cobertura que existem à superfície e preparar o terreno para as operações de desmonte da rocha que se pretende extrair. Esta primeira fase é realizada com recurso à maquinaria pesada presente na pedreira.

- Corte de Blocos:

1) Com Recurso a pólvora:

O corte de blocos é realizado com recurso a pólvora e iniciado com cordão detonante. Na Figura 1.24 encontra-se um esquema das bancadas no corte de blocos. Na Tabela 1.7 encontra-se o diagrama de fogo tipo para o corte de blocos utilizando a pólvora.

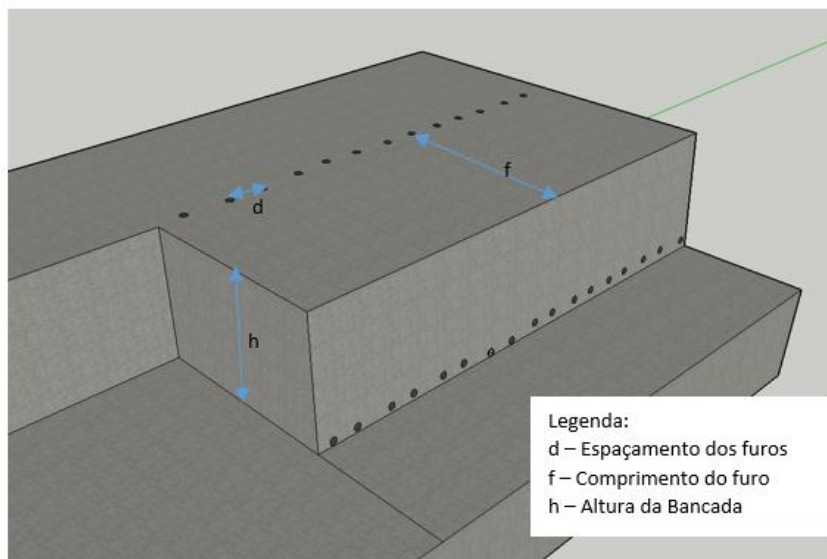


Figura 1.24 - Representação de Bancada no corte de blocos.

Tabela 1.7 - Diagrama de Fogo (Corte de Blocos).

Parâmetros	
Diâmetro de furo (mm)	64,0
Comprimento do furo (m)	4
Inclinação do furo (º)	5
Nº de Furos	10
Altura de Bancada	5
Largura de Bancada	5
Comprimento de Bancada	10
Espaçamento (m)	5
Afastamento (m)	1,2
Atacamento (m)	1,8
Carga de fundo + Carga de Coluna (kg)	7,5
Volume desmontado/pega m3	250
Carga específica (kg/m3)	0,03

Tabela 1.8 - Consumo de explosivo estimado.

Consumo de Explosivo (Pólvoras)	
Carga específica (Kg/m3)	0,3
Produção (m3/mês)	1 291,67
Explosivo (kg/mês)	387,50
Produção (m3/ano)	15 500,00
Explosivo (kg/ano)	4 650,00

Caso recorra a este método para obtenção de 50% da produção, terá um consumo de explosivos de 4 650,00 Kg/ano.

2) Corte a fio diamantado

As massas graníticas de dimensões consideráveis que apresentem características ótimas, sem fissuras e homogêneas serão extraídas preferencialmente com o recurso a fio diamantado (Figura 1.25), de modo a libertar grandes massas de rocha sem grandes desperdícios de matéria-prima e com

minoração dos impactes ambientais. A utilização da técnica do fio diamantado permite a obtenção de grandes volumes de rocha e têm a grande vantagem de criar faces livres para destacar o bloco pretendido.

As fases deste método são:

- 1.º - Realizam-se dois furos perpendiculares, enquadrados de forma a encontrarem-se no final;
- 2.º - Faz-se passar o fio diamantado pelos furos e une-se;
- 3.º - Inicia-se o corte com a máquina de fio de forma a obter o corte do bloco, procedendo-se de seguida ao esquadrejamento da massa granítica destacada.

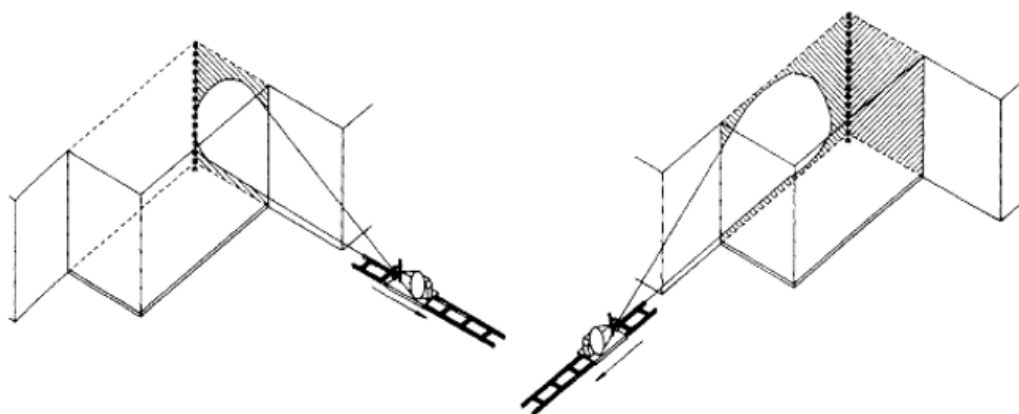


Figura 1.25 - Esquema de corte a fio diamantado.

3) Esquadrejamento de blocos

Após o destaque da massa granítica é necessário a divisão em blocos de dimensão comercial, e para isso há várias técnicas como: corte a fio diamantado secundário, o tiro enraiado, abertura por cunhas ou em alguns casos cordão detonante e água.

- O corte a fio secundário é realizado nos blocos já destacados. Estes são transportados para uma zona afastada das frentes de desmonte, onde se encontra uma máquina de fio diamantado de menor potência, que realiza diversos cortes de forma a reduzir as dimensões dos blocos. As águas utilizadas nesta técnica de corte são armazenadas em bacias de retenção em circuito fechado.
- No tiro enraiado é realizado um furo no meio do bloco com martelo pneumático de profundidade aproximadamente igual à altura do bloco sem vaziar. De seguida é colocada uma broca enraiadeira de forma a criar uma linha de fraqueza por onde a pólvora vai abrir depois de carregado o furo.
- A abertura por cunhas consiste na furação espaçada de 15 em 15 cm, em linha por onde se pretende a abertura do bloco. Após a furação são introduzidas as cunhas que serão pressionadas através de martelo pneumático até o abrir.
- Para o corte com cordão detonante e água executam-se furos espaçados de 30cm, que são cheios de água. Introduce-se o cordão detonante ligado entre todos os furos. Através de um

detonador o rebentamento acontece em simultâneo em todos os furos dando-se a abertura do bloco.

4) Taqueamento

O Taqueamento tem como objetivo tornar os blocos retirados mais pequenos, de forma a serem mais fácil transportar e transformar. É realizado com Pólvora e iniciado com Rastilhos, sendo por isso uma técnica em desuso utilizada em último recurso.

Diagrama de Fogo:

Tabela 1.9 - Diagrama Fogo (Taqueio)

ITEM	DESCRIPTIVO
Diâmetro do furo	32 mm
Altura do furo	2,0 m
Inclinação do furo	0°
Afastamento	1,00 m
Espaçamento	1,00 m
Número de furos	1
Carga de fundo e coluna	0,150 Kg
Atacamento	1,80 m
Explosivo/ furo	0,150 Kg
Carga específica	150 g/m ³
Quantidade explosivo/ pega	0,150 g
Retardos (Rastilho)	0 ms
Volume de rocha desmontada/ furo	1 m ³

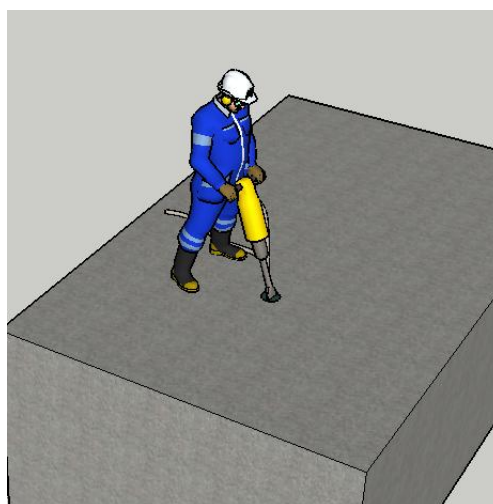


Figura 1.26- Representação da Furação para taqueio

6.1.6 – Escombreira

A construção da escombreira deve ser realizada de forma faseada, acompanhando o desenvolvimento dos trabalhos de escavação e em função da quantidade de escombros produzidos. Regra geral, a produção de material de escombro tende a ser mais significativa durante a abertura de novas frentes de escavação, uma vez que o maciço rochoso se encontra, nessas zonas, mais alterado e fraturado.

A deposição do material será efetuada a partir do topo da escombreira, promovendo o seu crescimento progressivo em altura. Serão respeitados taludes com altura máxima de 10 m e patamares

com largura mínima de 3 m, mantendo-se esta metodologia até à cessação da produção de escombros ou até ser atingida a capacidade máxima prevista para a escombreira.

Os escombros deverão ser removidos imediatamente da frente de escavação através de meios mecânicos, nomeadamente giratórias e pás carregadoras, podendo ser auxiliados por dumpers para o transporte até à área destinada à deposição na escombreira, através dos caminhos internos da pedreira que garantam o percurso mais curto e seguro.

Parte dos materiais depositados ficará na sua posição final, pelo que se procederá à sua compactação após a deposição, com o objetivo de aumentar a estabilidade do maciço depositado e reduzir a mobilização de blocos.

A produção de escombros ocorrerá ao longo de toda a vida útil da pedreira, constituindo uma consequência direta do processo extrativo. Todo o material será inicialmente depositado na escombreira projetada. À medida que as bancadas de escavação atinjam a sua geometria final, os escombros serão gradualmente depositados para a sua localização definitiva, com vista à recuperação da pedreira. Este procedimento permite otimizar o processo de recuperação da pedreira, evitando a dupla mobilização do material e tornando a operação global mais eficiente, com a consequente redução dos custos associados.

De forma a evitar o deslocamento do material para além da área definida para deposição e garantir a integridade estrutural da escombreira, deverão ser adotadas as seguintes medidas:

- Deposição do material em camadas sucessivas com compactação adequada, evitando descargas e acumulação de blocos soltos na face exterior da escombreira.
- Cumprimento das características geométricas definidas em projeto, nomeadamente no que respeita às dimensões dos patamares, alturas máximas dos taludes e inclinação global da escombreira.
- Implementação de um sistema eficaz de drenagem superficial, através da construção das valas previstas em projeto, com o objetivo de controlar a quantidade de água que entra na escombreira. Deverão ainda ser realizadas inspeções prioritárias após períodos prolongados de precipitação.
- Antes do início da deposição de material, deverá ser garantida a integridade da base da escombreira, assegurando-se a remoção de materiais moles ou instáveis, quando aplicável, bem como a verificação da existência de descontinuidades ou outras condições geotécnicas desfavoráveis.
- É expressamente proibida a escavação no pé do talude da escombreira e descarregar no topo da mesma escombreira.
- Não deverá existir permanência de pessoas, equipamentos ou vias de circulação na zona potencial de alcance de blocos, sem que seja previamente realizada uma avaliação específica de risco e implementadas medidas passivas de contenção.
- Sempre que possível, deverá evitar-se a colocação de blocos de grandes dimensões ou de geometria tabular na face externa da escombreira.
- Deverão ser garantidas proteções de bordo e respeitadas distâncias de segurança relativamente à crista dos taludes.

- Sempre que o risco residual o justifique, deverão ser implementadas medidas complementares, tais como valas de retenção, bermas de proteção, malhas metálicas ou barreiras de contenção.
- Deverá ser estabelecido um procedimento de inspeção da escombreira, incluindo critérios de paragem das operações e, sempre que necessário, a implementação de sistemas de monitorização geotécnica ou instrumental.

Alguns sinais de alarme que justificam paragem imediata da deposição e isolamento da zona incluem:

- blocos recentemente caídos no pé da escombreira;
- fissuras ou abatimentos na crista;
- abertura de vazios entre blocos;
- deformações localizadas na face do talude da escombreira.
- surgências de água ou zonas húmidas persistentes;
- colapso parcial.

6.1.6.1 – Estabilidade da Escombreira

O comportamento da escombreira depende diretamente das características naturais dos materiais depositados. Assim, para garantir a maior estabilidade possível durante a deposição temporária do escombrio, devem ser considerados os ângulos de repouso dos materiais a depositar. O ângulo de repouso corresponde ao ângulo máximo que a superfície de um material granular pode manter em relação à horizontal sem que ocorra deslizamento do material.

A estabilidade dos taludes da escombreira constitui um aspeto fundamental para assegurar a segurança da área envolvente e dos trabalhadores. Uma vez que os materiais depositados apresentam-se, geralmente, soltos e menos compactados, existe um risco associado de ocorrência de deslizamentos ou queda de blocos, sobretudo quando os taludes apresentam inclinações elevadas. Assim, a estabilidade da escombreira depende essencialmente das características geotécnicas dos materiais, bem como da altura e da inclinação dos taludes executados.

Para minimizar estes riscos, como anteriormente referido, a deposição do material deverá ser realizada de forma controlada, evitando a formação de taludes excessivamente inclinados e promovendo a acomodação progressiva dos materiais. A execução de patamares intermédios constitui uma medida eficaz para aumentar a segurança da estrutura, contribuindo para reduzir a probabilidade de ocorrência de movimentos de massa. Adicionalmente, deve ser realizada uma inspeção periódica da escombreira permitirá identificar precocemente eventuais sinais de instabilidade, possibilitando a implementação atempada de medidas corretivas sempre que necessário.

Face ao exposto, foi projetado um ângulo de deposição correspondente a uma inclinação máxima, no pior cenário, de 45°, considerando que, segundo os valores limites da tabela seguinte, para materiais do tipo pedregulho, com partículas de forma arredondada a angular, o ângulo de repouso situa-se, tipicamente, entre 30° e 50°. Será ainda considerada uma altura máxima de talude de 10 m,

complementada pela execução de patamares estabilizadores com cerca de 3 m de largura, de forma a reforçar a estabilidade global da estrutura e aumentar as condições de segurança da escombreira.

ÂNGULO DE REPOUSO DE VÁRIOS MATERIAIS		
MATERIAL	ÂNGULO ENTRE A HORIZONTAL E A INCLINAÇÃO DE UMA PILHA COROADA DE MATERIAL	
	Razão	Graus
Carvão industrial	1,4:1—1,3:1	35-38
Terra comum, Seca	2,8:1—1,0:1	20-45
Úmida	2,1:1—1,0:1	25-45
Molhada	2,1:1—1,7:1	25-30
Pedregulho redondo a angular ...	1,7:1—0,9:1	30-50
Areia e Argila	2,8:1—1,4:1	20-35
Areia Seca	2,8:1—1,7:1	20-30
Úmida	1,8:1—1,0:1	30-45
Molhada	2,8:1—1,0:1	20-45

Figura 1.27 - Ângulo de repouso de vários materiais (Fonte: Manual CAT)

Fazendo ainda outro tipo de análise, considerando o método de Bishop Simplificado o Fator de Segurança é dado por:

$$FS = \frac{M_R}{M_A}$$

Em que MR é o momento resistente e MA é o momento atuante. Para que a estrutura esteja estável é preciso que FS seja maior que 1, o que equivale a afirmar que o momento resistente é maior que o atuante. Se FS = 1, a estrutura está na iminência da rutura, e para FS < 1, a rutura é certa.

Para aplicação do método de Bishop, são fundamentais três parâmetros geotécnicos: Ângulo de atrito interno, coesão e peso específico.

Para obtenção destes parâmetros foram consultadas tabelas de valores conhecidos da Geologia dos Materiais (Zhu, 2012). O tipo de material tido em conta é rocha (“Rock”) na base da escombreira. O material da escombreira corresponde tipicamente a uma mistura de blocos de granito com produto da sua alteração (saibro), estando os blocos de maiores dimensões na base e os de menor dimensão no topo.

Os valores recolhidos encontram-se de seguida apresentados:

- Ângulo de atrito interno: Para rochas o valor considerado é de 30 °.

<u>Angle of internal friction (φ)</u>	
Rock	30°
Sand	30-40°
Gravel	35°
Silt	34°
Clay	20°
Loose sand	30-35°
Medium sand	40°
Dense sand	35-45°
Gravel with some sand	34-48°
Silt	26-35°

Figura 1.28 - Valores de ângulo de atrito interno (Zhu, 2012)

- Coesão: Para rochas graníticas o valor tabelado é de 10 000 kPa.

o Dado que estamos perante material, eventualmente alterado de característica branda optou se por assumir o valor de 5 000 kPa para o material da base;

o O material de escombreira, é de largo espectro granulométrico com finos de saibro por isso foi considerado um valor de 500 kPa.

Cohesive strength (τ_0)	
Rock	10,000 kPa
Silt	75 kPa
Clay	10-20 kPa
Very soft clay	0- 48 kPa
Soft clay	48-96 kPa
Medium clay	96-192 kPa
Stiff clay	192-384 kPa
Very stiff clay	384-766 kPa
Hard clay	>766 kPa

Figura 1.29 - Valores de coesão (Zhu, 2012)

- Peso específico: Para rochas é de 26,5 kN /m³

Unit weight (γ) (recall that $\gamma = \rho g$)	
“Rock”	26.5 kN/m ³
Gravel soil	19 kN/m ³
Sandy soil	16 kN/m ³
Silty soil	20 kN/m ³
Clay soil	18 kN/m ³
Water	9.8 kN/m ³
Concrete	23 kN/m ³
Steel	78 kN/m ³

Figura 1.30 - Valores de peso específico (Zhu, 2012)

Utilizando o software Hyrcan 3.0 para a análise da estabilidade de um talude de escombreira de exemplo e aplicando do referido método de Bishop, bem como os valores de referência considerados, obteve-se um fator de segurança igual a 7,667, conforme apresentado na figura seguinte. Este resultado indica que a estrutura analisada apresenta condições de estabilidade adequadas, podendo, portanto, ser considerada estável nas condições avaliadas.

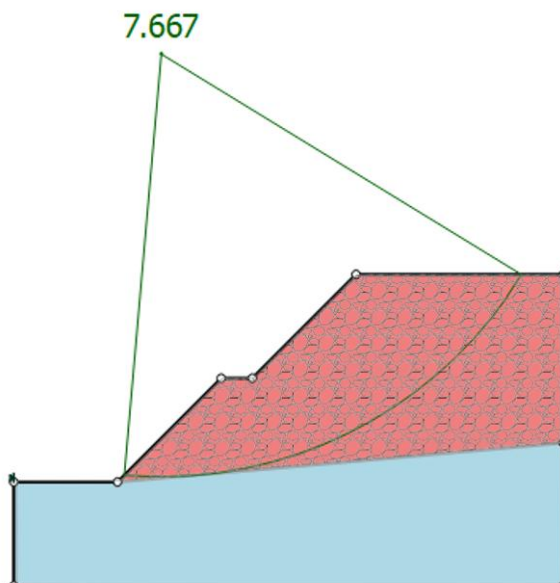


Figura 1.31 - Teste de estabilidade no software Hyrcan

6.1.7 – Ciclo de Produção

Após o corte, o material que não apresenta dimensões/condições para serem expedidos, são carregados através de pá carregadora ou dumpers para a zona de escombros, utilizando os acessos internos e rampas de acesso criadas para as diferentes bancadas.

Os blocos com boas dimensões para comercializar são levados para a área de parque de blocos através de Pá carregadora ou Dumper, ficando aí a aguardar a expedição. Nesta fase, são transformados até adquirirem a dimensão pretendida para blocos de menores dimensões, cubos, perpianhos ou alvenaria.

Os acessos existentes bem como a sua evolução ao longo da vida útil da pedreira, são dimensionados de acordo com as necessidades verificadas durante o avanço do desmonte, tendo sempre em consideração os aspetos relacionados com a segurança na circulação de equipamentos móveis.

A rede de acessos no interior da pedreira não será necessariamente estática, podendo, consoante se apresente favorável, ou fruto do alargamento da área de escavação, sofrer alterações com vista à otimização do sistema.

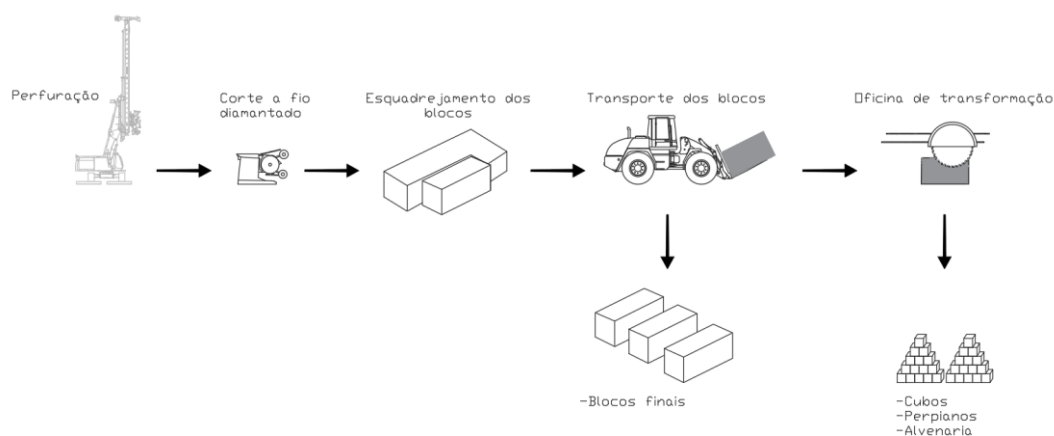


Figura 1.32 - Ciclo de Produção

6.1.8 – Matéria-Prima e Produtos Comercializados

A matéria-prima explorada é o granito amarelo Mondim correspondente a uma rocha granítica de cor amarelada, com granulado médio, duas micas e alteração moderada.

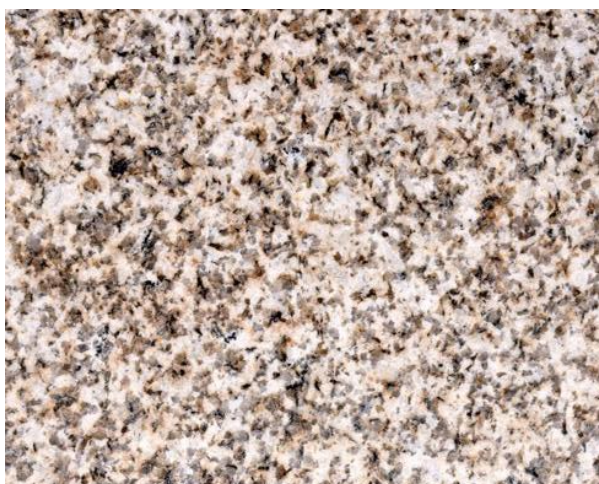


Figura 1.33 - Aspeto da matéria-prima -produzida na exploração.

Segundo as informações disponibilizadas no geocatálogo do Laboratório Nacional de Energia e Geologia, este granito caracteriza-se por apresentar granulometria média e textura hipidiomórfica granular, evidenciando sinais de deformação cataclástica. Observa-se ainda uma alteração moderada dos feldspatos e cloritização parcial da biotite.

Do ponto de vista mineralógico, verifica-se a predominância de minerais essenciais como a plagioclase (oligoclase–albite), que constitui cerca de 31% da matriz, seguida do feldspato potássico (microclina), com aproximadamente 27%. O quartzo representa cerca de 25% e a moscovite cerca de 11%.

Relativamente aos minerais acessórios, destacam-se a biotite (~3%) e a clorite (~2%). Podem ainda ocorrer, em menores quantidades (cerca de 1%), minerais como apatite, zircão, monazite, rútilo, sericite, caulinite, sillimanite, ilmenite, bem como outros minerais opacos.

Na tabela seguinte encontra-se apresentada algumas características físico-mecânicas desta rocha:

Tabela 1.10 - Características físico-mecânicas da matéria-prima.

Características físico-mecânicas	
Resistência à compressão uniaxial	118 MPa
Resistência à flexão sob carga centrada	8,4 MPa
Absorção de água à pressão atmosférica	1,2 %
Densidade aparente	2560 kg/m ³
Porosidade aberta	3,4 %
Resistência à compressão uniaxial após ciclos de gelo/degelo	106 MPa
Número de ciclos de gelo/degelo	25
Coefficiente de dilatação térmica linear (max)	8,5×10 ⁻⁶ /°C
Energia de rutura	10 J
Resistência ao desgaste - Ensaio Amsler	0,4 mm

A exploração deste tipo de granito é levada a cabo em massas da zona superficial do maciço alvo de alteração, onde se podem explorar tonalidades amareladas relativamente homogêneas. A tonalidade da pedra tem tendência a diminuir em profundidade, até que surge o granito fresco, não explorado.

A fracturação é predominantemente sub-vertical e variável de local para local. Como sistemas principais, ocorrem fracturas com direcção N-S e E-W, sendo de registar a ocorrência de outros sistemas de fracturação menos importantes. Além do mais, em alguns locais, a zona superior do maciço encontra-se muito fracturada, apresentando inclusive fracturas sub-horizontais. Face ao exposto, apenas em algumas zonas é possível obter blocos de dimensão média a pequena, sendo a obtenção de blocos de grande dimensão mais rara. De um modo geral, a rentabilidade das explorações tende a ser reduzida, em função das características anteriormente descritas. Nesta mancha granítica, as reservas são consideradas razoáveis, verificando-se, contudo, uma certa variabilidade nas propriedades físico-mecânicas dos granitos amarelados explorados.

6.1.9 – Equipamentos

Os equipamentos a utilizar na exploração da pedreira, a quantidade e respectivas funções encontram-se representados na Tabela 1.11.

Tabela 1.11 - Equipamentos presentes na Pedreira.

Equipamento	Potência	Capacidade	Quant.	Função
 Compressor			1	Fornecimento de ar comprimido para martelos pneumáticos
 Martelo Perfurador			2	Furação para desmonte secundário.
 Posto de Transformação (PT)			1	Fornecimento de Energia
 Coluna de Perfuração			1	Perfuração
 Máquina de Fio Diamantado			1	Corte de Blocos
 Pá Carregadora	352 HP 259 kW	12,5 a 37,8 ton	2	Carregamento e Transporte. Auxílio na construção e manutenção de acessos.
 Giratória	189 HP 141 kW	5,1 ton	2	Limpeza, carregamento e derrubamento de blocos.
 Dumper	353 HP 262 kW	32 ton	1	Transporte de material

6.1.10 – Recursos Humanos

Os recursos humanos necessários a este tipo de explorações são compostos essencialmente um encarregado geral para supervisão da área de extração e transformação, por manobreadores que garantem eficazmente as operações de carga e transporte, e operários indiferenciados na transformação de pedra.

A tabela seguinte apresenta o número de trabalhadores afetos à exploração.

Tabela 1.12 - Recursos Humanos

	Gerente / Encarregado da Exploração	1
	Responsável Técnico	1
	Condutores / Manobreadores	2
	Trabalhadores Indiferenciados	2
Total		6

6.1.11 – Sistema de Distribuição de Energia

A energia elétrica para o funcionamento da máquina de fio diamantado é providenciada pelo posto de transformação que se encontra local com potência de 250 kVA.

O ar comprimido é fornecido através de 1 compressor.

O fornecimento de combustível é efetuado por um depósito existente na área da pedreira com capacidade máxima não superior a 5 000 L.

6.1.12 – Rede de Drenagem

A rede de drenagem é composta por:

1) Vala periférica

A vala periférica tem como função recolher as águas provenientes da precipitação no exterior da pedreira que escorreriam para o interior da mesma. Deste modo, evita que essas águas escurram no interior da pedreira em áreas mexidas pela exploração. Esta vala faz o contorno da zona Este do limite da Pedreira, encaminhando-as para as suas linhas de escorrência natural, neste caso a Ribeira de Camba, sem qualquer tipo de contaminante provindo da exploração.

2) Vala de Drenagem interna

As águas provenientes da precipitação nas áreas mexidas da pedreira escorrem por gravidade para as valas de drenagem internas representada na Figura 1.34. Estas têm como função recolher as águas provenientes da exploração, encaminhando-as para uma bacia de retenção, onde se realiza a decantação de partículas (Sólidos Suspensos Totais).

Na Figura 1.34, Figura 1.35 e Figura 1.36 encontra-se representada uma simulação do escoamento natural da água, em todas as fases do projeto. Como é possível observar, as valas abrangem eficazmente todas as áreas de drenagem, assegurando a recolha eficaz das águas que circulam no interior da exploração.

Após o enchimento destas bacias de retenção, as águas serão descarregadas para a linha de água natural mais próxima.

A rede de drenagem será constituída por uma valeta natural escavada de dimensões adequadas para a intensidade da chuva nas cotas inferiores às zonas mexidas e em solos brandos onde é possível realizar uma escavação. No caso de zonas não escaváveis será realizada uma barreira natural que encaminhará as águas à bacia de retenção.

As valas de drenagem interna foram implementadas na periferia da pedreira, junto ao seu limite, com o objetivo de assegurar uma eficaz recolha das águas provenientes do interior da exploração. Esta solução permite captar e encaminhar todas as águas potencialmente contaminadas por finos, antes da sua descarga na linha de água envolvente. Do ponto de vista operacional, constitui uma vantagem significativa, uma vez que concentra a gestão hídrica dentro do perímetro estabelecido, garantindo maior controlo e segurança em todas as atividades desenvolvidas.

3) Bacia de Retenção

A capacidade das bacias de retenção será calculada de forma a suportar o maior volume de água possível. Após o enchimento/transbordo da bacia de retenção a água é rejeitada, seguindo depois por escoamento gravítico natural até à linha de água mais próxima.

A rede de drenagem e bacia de retenção será um órgão dinâmico que acompanhará a evolução da exploração ao longo do tempo sempre de forma a garantir a recolha das águas pluviais, permitir a deposição das partículas e, após enchimento colocá-las na sua linha de água natural.

As águas pluviais acumuladas na bacia de retenção poderão ainda ser usadas na aspersão de caminhos e ainda na reposição das perdas de água relativas ao processo de serragem e corte dos blocos a fio diamantado.

Será feita limpeza dos sedimentos, com uma periodicidade máxima de 3 meses, dependendo da natureza dos trabalhos e da estação do ano, sendo que na época de chuvas será realizada com uma maior frequência de maneira a não prejudicar as características da água entregue à rede hidrográfica e as condições de operação ao tornar o período de retenção menor.

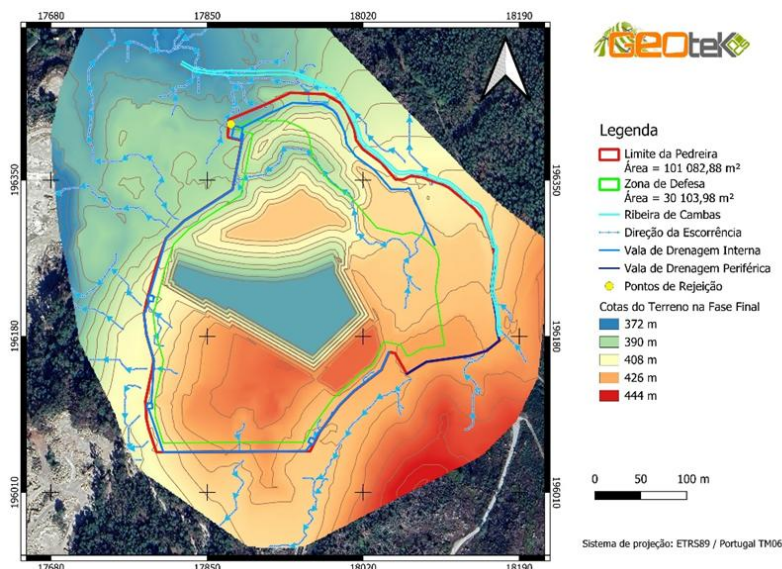


Figura 1.34 - Planta de Simulação do Escoamento de Águas na Superfície Final de Escavação.

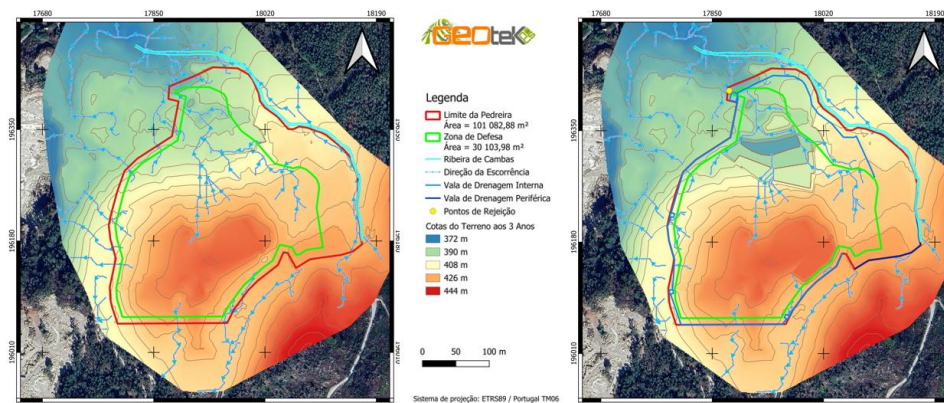


Figura 1.35 - Planta de Simulação do Escoamento de Águas na Superfície no Terreno Natural (Esquerda) e aos 3 Anos (Direita).

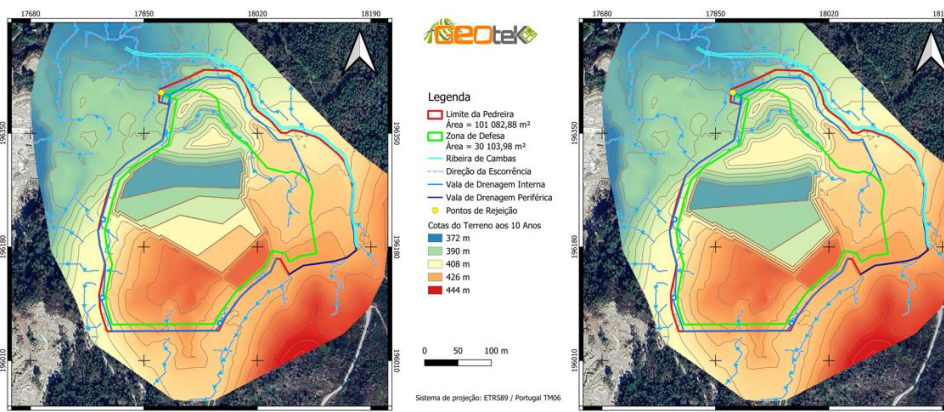


Figura 1.36 - Planta de Simulação do Escoamento de Águas na Superfície aos 10 Anos (Esquerda) e aos 20 Anos (Direita).

6.1.12.1 – Dimensionamento da Rede de Drenagem

No dimensionamento hidráulico considerou-se os pressupostos mais desfavoráveis.

Como precipitação excecional, considerou-se a resultante da intensidade de precipitação para um período de retorno de 10 anos de acordo com o Artigo 130º do Decreto n.º 23/95 de 23 de agosto.

Na avaliação da intensidade de precipitação foi adotado o valor recomendado no Regulamento de Geral de Drenagem de Águas Residuais em que este parâmetro é dado pela seguinte equação:

$$I = a.t^b$$

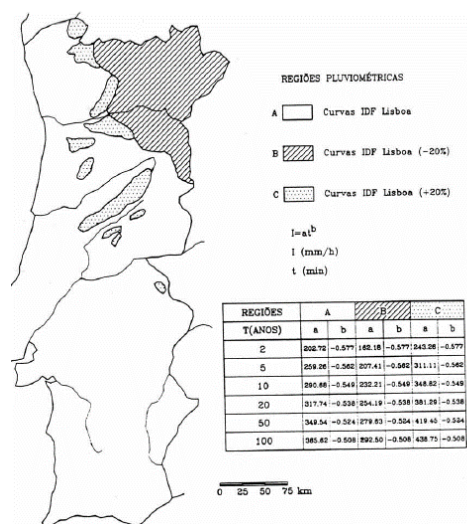


Figura 1.37 - Regiões Pluviométricas de Portugal Continental.

Para um tempo de retorno de 10 anos e Região Pluviométrica A, de acordo com a Figura 1.37 onde se representa a carga pluviométrica de Portugal Continental, nas curvas IDF ($a = 290.68$ e $b = -0.549$) e uma duração da chuva (t) de 20 minutos a intensidade de precipitação (I) resultante é de **155,9 l/s/ha**.

O caudal de escoamento será determinado para cada secção pelo Método Racional, que se baseia na seguinte expressão:

$$Q = C.I.A$$

Adotou-se um coeficiente de escoamento $C = 0,4$ de forma conservadora, conforme proposto por Ven Te Chow (1964). Este valor foi considerado adequado tendo em conta as condições do local, caracterizadas por solos com baixa capacidade de infiltração, devido à natureza predominantemente rochosa do terreno. Acresce que a área em estudo se destina à implantação de uma futura pedreira, o que reforça a opção por um coeficiente mais conservador.

A área total (A) a drenar foi estimada com base numa área de influência máxima de 8,2 ha, considerando as zonas sujeitas a escorrência superficial com potencial arrastamento de finos, nomeadamente as áreas intervencionadas/exploradas e as respetivas zonas de escoamento associadas.

Deste modo, para os valores considerados obtém-se o valor de Caudal de Ponta de **511,35 l/s**.

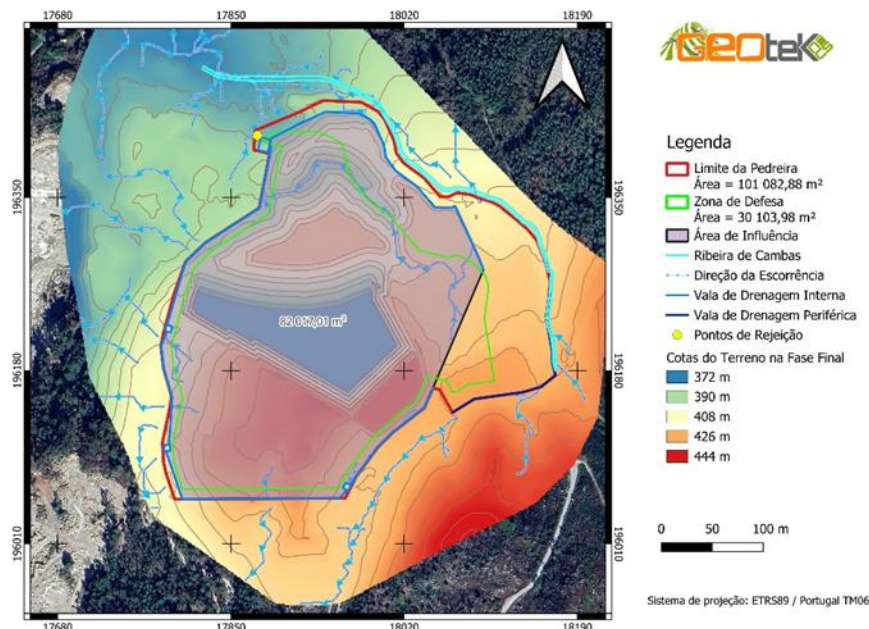


Figura 1.38 - Identificação da área de influência.

A capacidade de transporte das valas de terra de secção retangular, foi determinada pela fórmula de Manning-Strickler:

$$Q = K.S.R^{\frac{2}{3}}.\sqrt{i}$$

Em que:

Q – Caudal transportado

K – Coeficiente de Manning-Strickler, considerou-se 47,75 (canal de terra bem mantido)

S/A – Área de escoamento (0,6 m x 0,6 m)

R – Raio hidráulico

I – Inclinação, consideramos a inclinação média de 5%

Efetuada-se os cálculos, o valor de capacidade de transporte de Caudal é de **1 314,56 l/s**, logo, estando este valor acima do caudal de ponta **511,35 l/s**, conclui-se assim que este dimensionamento é capaz de receber e encaminhar as águas para a bacia de decantação.

A rede de drenagem foi dimensionada considerando o cenário mais desfavorável. Trata-se de um sistema dinâmico, passível de adaptação a qualquer momento, sempre que necessário, de modo a assegurar o adequado encaminhamento e condicionamento das águas. Desta forma, garante-se a prevenção da contaminação da rede hidrográfica envolvente.

Analisando os dados obtidos e tendo em conta o dimensionamento definido para o conjunto das bacias de cerca de 1 190 m³, conclui-se que estas apresentam capacidade para armazenar o volume de água correspondente a um evento de precipitação com duração de cerca de 39 min considerado, uma intensidade de 155,90 l/s/ha, o que se considera um dimensionamento adequado, para o caso em questão.

6.1.12.2 Dimensionamento bacias de retenção

Todas as bacias de retenção serão realizadas através de escavação mecânica encontrando-se projetadas 4 diferentes bacias:

- A primeira, localizada mais a este, junto dos vértices 53 e 54 (Figura 1.39), receberá apenas parte das águas provenientes da zona sul da exploração. Após o seu enchimento, a água é reencaminhada por gravidade através de um conjunto de valas e bacias de drenagem. Devido à topografia da pedreira, a água encaminhada para esta bacia escoar naturalmente, das cotas mais elevadas para as mais baixas, no sentido dos ponteiros do relógio, sem necessidade de bombeamento, sendo conduzida até à bacia de retenção 2;

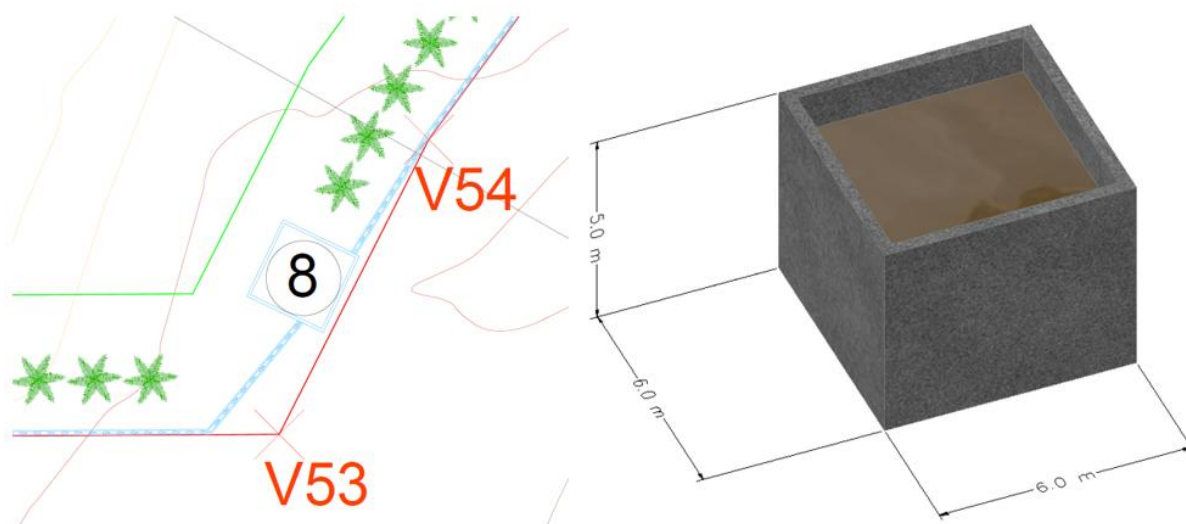


Figura 1.39 - Localização e dimensões da bacia de retenção 1.

- A segunda, localizada imediatamente a noroeste da primeira, junto do vértice 49 (Figura 1.40), apresenta, à semelhança da anterior, uma capacidade de 180 m^3 , recebendo igualmente águas provenientes da zona sul da exploração. Adicionalmente, recebe as águas encaminhadas a partir da bacia de retenção 1, encontrando-se também hidraulicamente ligada à bacia de retenção 3 através de um conjunto de valas de drenagem;

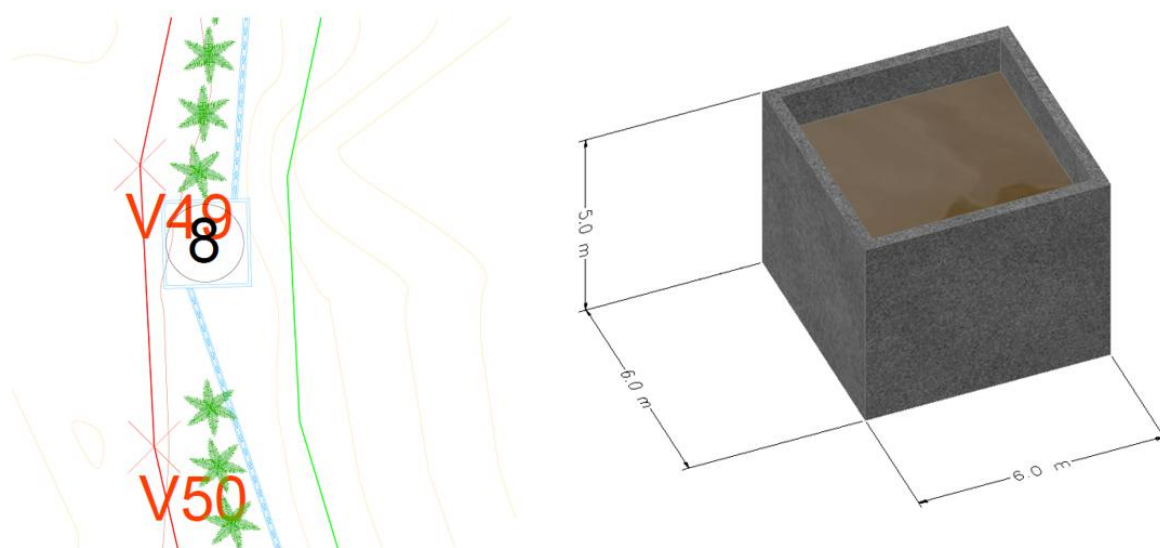


Figura 1.40 - Localização e dimensões da bacia de retenção 2.

- A terceira bacia, localizada junto do vértice 45 (Figura 1.41), receberá águas provenientes das zonas este e sul da exploração, bem como as águas encaminhadas a partir da bacia de retenção 2. Esta bacia apresenta também uma capacidade de 180 m³. Funciona ainda como elemento intermédio do sistema, recebendo os caudais das bacias anteriores e estabelecendo ligação à última bacia, de maior capacidade, onde ocorrerá a rejeição.

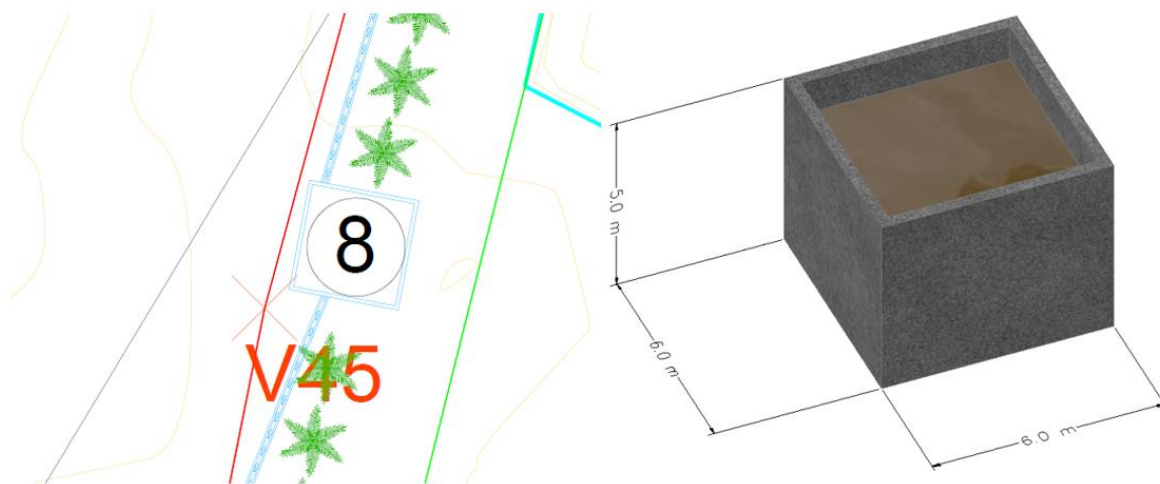


Figura 1.41 - Localização e dimensões da bacia de retenção 3.

- Como referido anteriormente, a rede de drenagem culmina na quarta e última bacia, localizada junto dos vértices 38 e 39 (Figura 1.42), com uma capacidade superior a 650 m³. Esta bacia receberá as águas escoadas através das pargas de material estéril situada a norte, bem como os caudais provenientes das bacias anteriores, conduzidas naturalmente por gravidade. Após o processo de decantação, a água será rejeitada, por escoamento gravítico natural, diretamente para a linha de água mais próxima (Ribeira de Camba), garantindo-se a sua adequada clarificação e a ausência de partículas finas em suspensão.

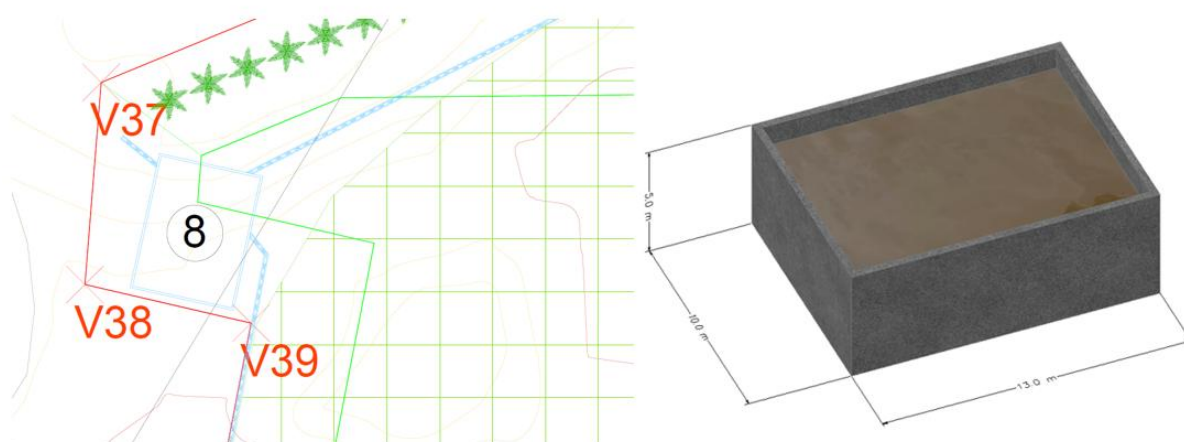


Figura 1.42 - Localização e dimensões da bacia de retenção 4.

6.2 – Exploração a 3 Anos.

Ao final de 3 anos de exploração, com base na produção anual estimada de 15 500 m³, será de esperar um volume de produção comercializável de 46 500 m³. Assumindo os valores de aproveitamento representados na Tabela 1.13, será necessário explorar um volume total de 79 487 m³

de rocha, dos quais 7 948 m³ representam material estéril proveniente das decapagens e serão depositados nas zonas assinaladas com o número 5 na Planta D06 – Exploração a 3 Anos. O restante material composto por escombros e outros resíduos inertes, cerca de 25 038,46 m³, considerando um empolamento de 20% totalizando um valor de 30 046,15 m³, será depositado na zona norte da pedreira, assinalada com o número 6.

Tabela 1.13 - Cálculo de produção – Exploração 3 Anos.

Item	Volumes m3	Aproveitamento
Volume Explorado em 3 anos	79 487,18	
Das Reservas temos:		
Massa Rochosa	71 538,46	90%
Estéril	7 948,72	10%
Da Produção de Massa de Granito temos:		
Produção Comercializável	46 500,00	65%
Escombros	21 461,54	30%
Outros resíduos inertes	3 576,92	5%

Nos 3 primeiros anos será feita a abertura das bancadas no sentido Noroeste Sudeste até à cota de 379 como se verifica na Figura 1.43 (Planta Completa em Anexo - D06), e no perfil correspondente representado na Figura 1.44.

As valas de drenagem serão contruídas nos 3 primeiros anos, sendo que esta serão mantidas até ao final da exploração. As águas existentes no interior de escavação serão recolhidas para as bacias de retenção construídas, assinaladas com o número 8 nas plantas de exploração, onde os sólidos suspensos serão retidos, não permitindo a sua passagem para as linhas de águas naturais envolventes. Na Figura 1.43, encontra-se uma projeção do que será a exploração ao final de 3 anos. Na Figura 1.44 apresenta-se um excerto do perfil n.º 3, evidenciando a configuração da escombreira ao fim de três anos. Observa-se uma altura máxima de 10 m de talude com patamares estabilizadores de 3m e um ângulo de deposição de 45° no pior cenário, valor enquadrado no intervalo típico do ângulo de repouso destes materiais (30°–50°). Assim, em termos geométricos, conclui-se que a escombreira se encontra estável e com condições de segurança adequadas para a fase analisada.

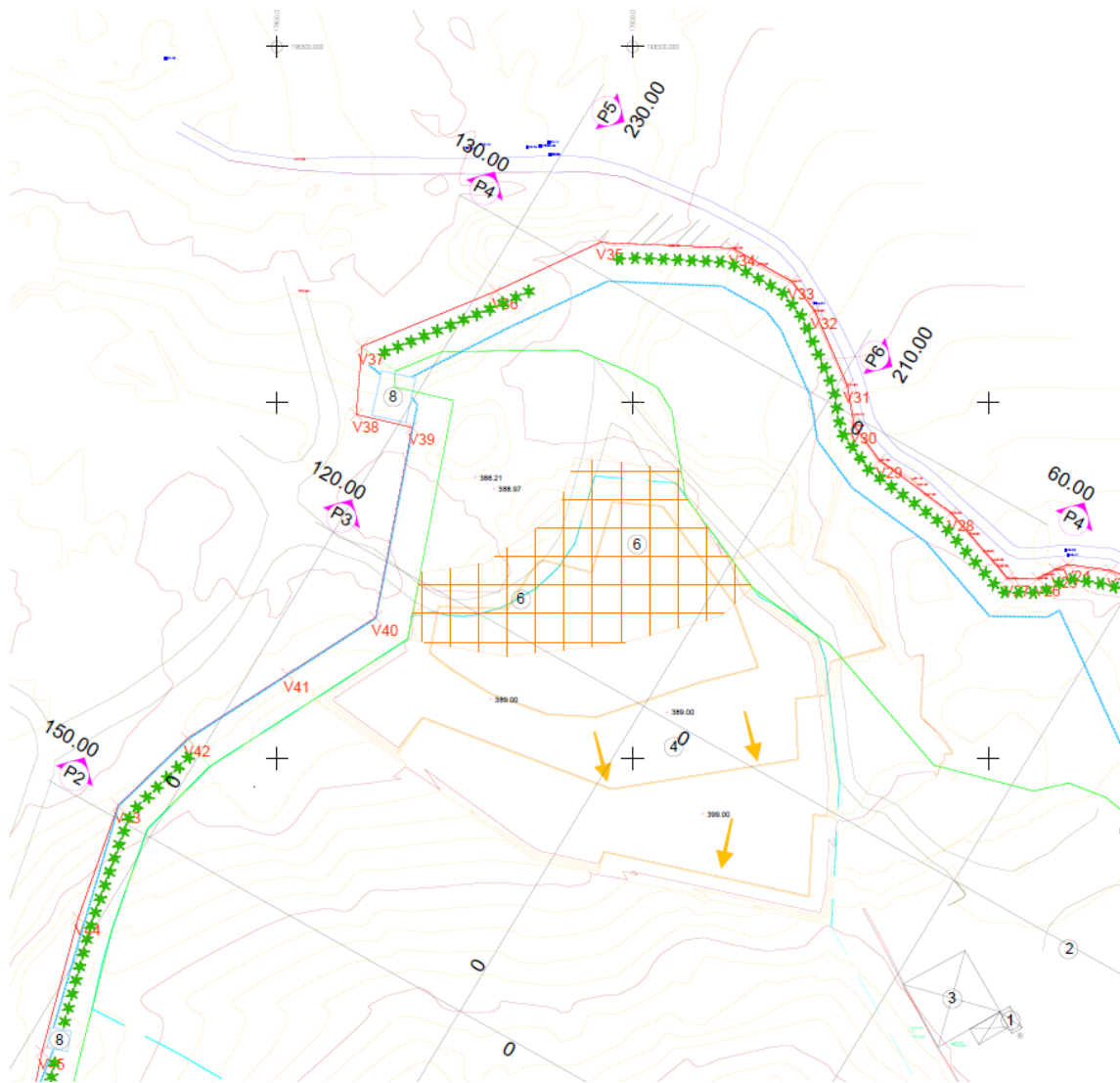


Figura 1.43 - Extrato da Planta da Exploração ao final de 3 anos.

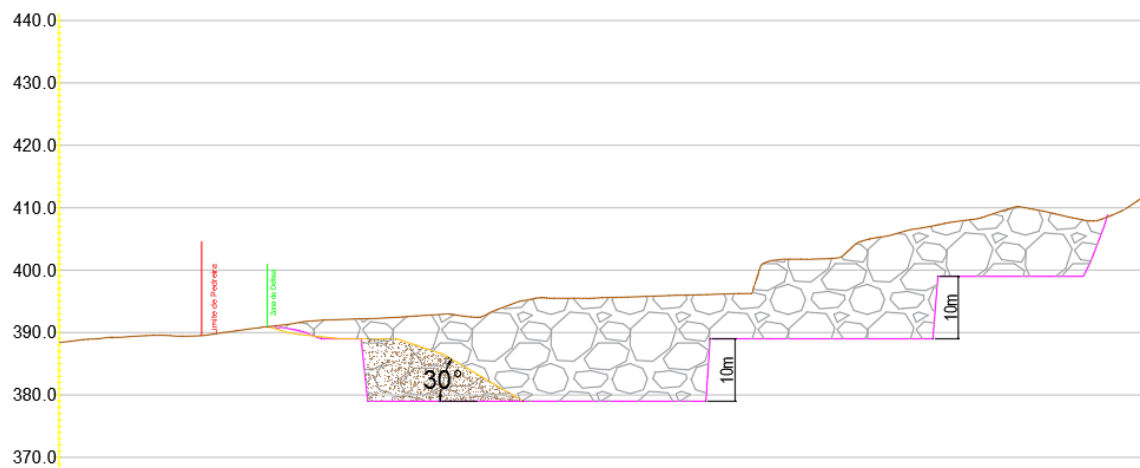


Figura 1.44 - Perfil de Escavação nº 3 – Exploração 3 Anos.

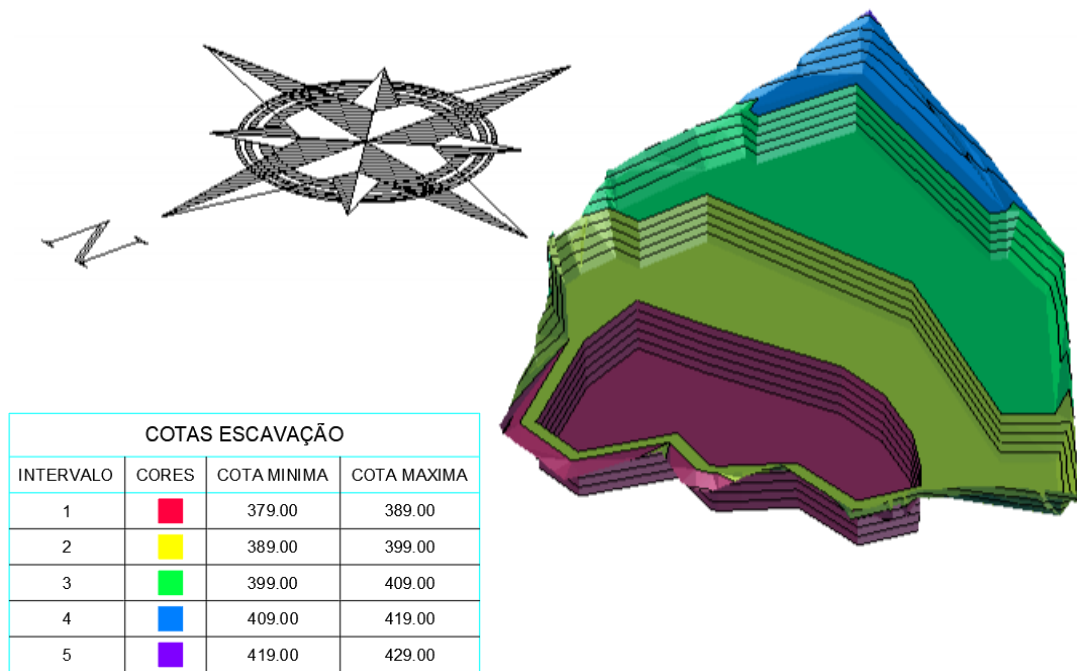


Figura 1.45 - Simulação 3D da escavação ao final de 3 anos.

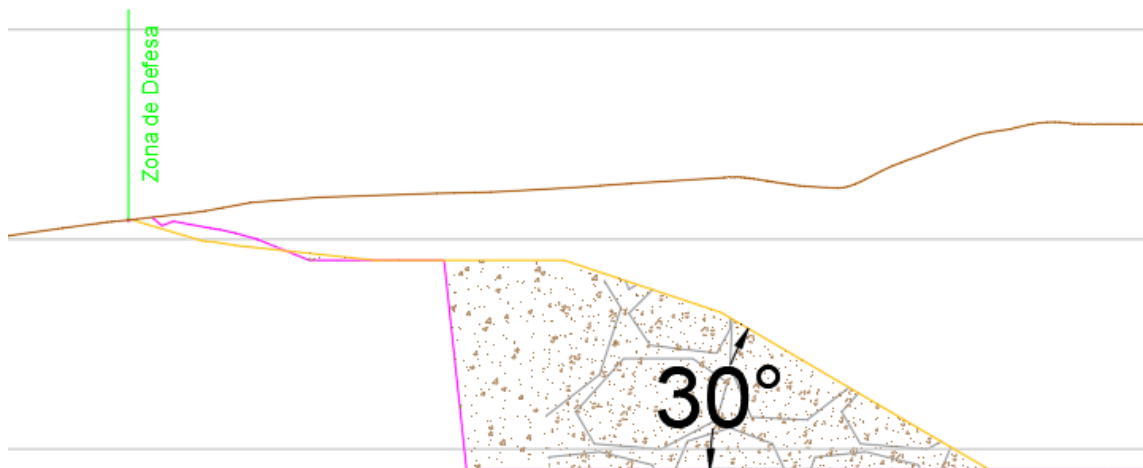


Figura 1.46 - Perfil nº 3 – Escombreira a 3 Anos.

6.3 – Plantas Intermédias – 10 e 20 Anos de Exploração

Com base na produção anual estimada de 15 500 m³, será de esperar um volume de produção comercializável de 155 000 m³ ao final de 10 anos e de 310 000m³ ao final de 20 anos.

Na Tabela 1.14 e Tabela 1.15 encontra-se o cálculo de produção e de escombros produzidos pela exploração ao fim de 10 e 20 anos de produção, respetivamente.

Tabela 1.14 - Cálculo de produção – Exploração a 10 Anos.

Item	Volumes m ³	Aproveitamento
Volume Explorado em 10 anos	332 630,14	
Das Reservas temos:		
Massa Rochosa	238 461,54	72%
Estéril	94 168,60	28%
Da Produção de Massa de Granito temos:		
Produção Comercializável	155 000,00	65%
Escombros	71 538,46	30%
Outros resíduos inertes	11 923,08	5%

Entre os 3 e os 10 anos de exploração, será completada toda a decapagem necessária a realizar na pedreira, estimando-se um volume de 94 168,60 m³ de material estéril que será colocado nos diversos locais assinalados com o número 5 na planta em anexo D07_Planta10Anos. A exploração neste intervalo de anos, após a conclusão das bancadas abertas nos primeiros 3 anos, decorrerá no sentido Noroeste Sudeste estimando-se uma exploração total de aproximadamente 332 630,14 m³ dos quais 155 000 m³ correspondem a produção comercializável. Nesta altura da exploração já se terão produzido no total 83 461 m³ de escombros e outros resíduos inertes. Tendo em conta que cerca de 25 038 m³ já foram depositados nos 3 primeiros anos, estima-se que seja necessário armazenar em escombreira cerca de 58 423 m³ de escombros. Considerando um empolamento de 20%, a capacidade total da escombreira será de 100 153 m³. Estes materiais serão depositados na região Norte da exploração, conforme representado na planta em anexo D07_Planta10Anos. Na Figura 1.49 apresenta-se um excerto do perfil n.º 3, evidenciando a configuração da escombreira ao fim de 10 anos. Observa-se uma altura máxima de 10m de talude com patamares estabilizadores de 3 m e um ângulo de deposição de 45° no pior cenário, valor enquadrado no intervalo típico do ângulo de repouso destes materiais (30°–50°). Assim, em termos geométricos, conclui-se que a escombreira se encontra estável e com condições de segurança adequadas para a fase analisada.

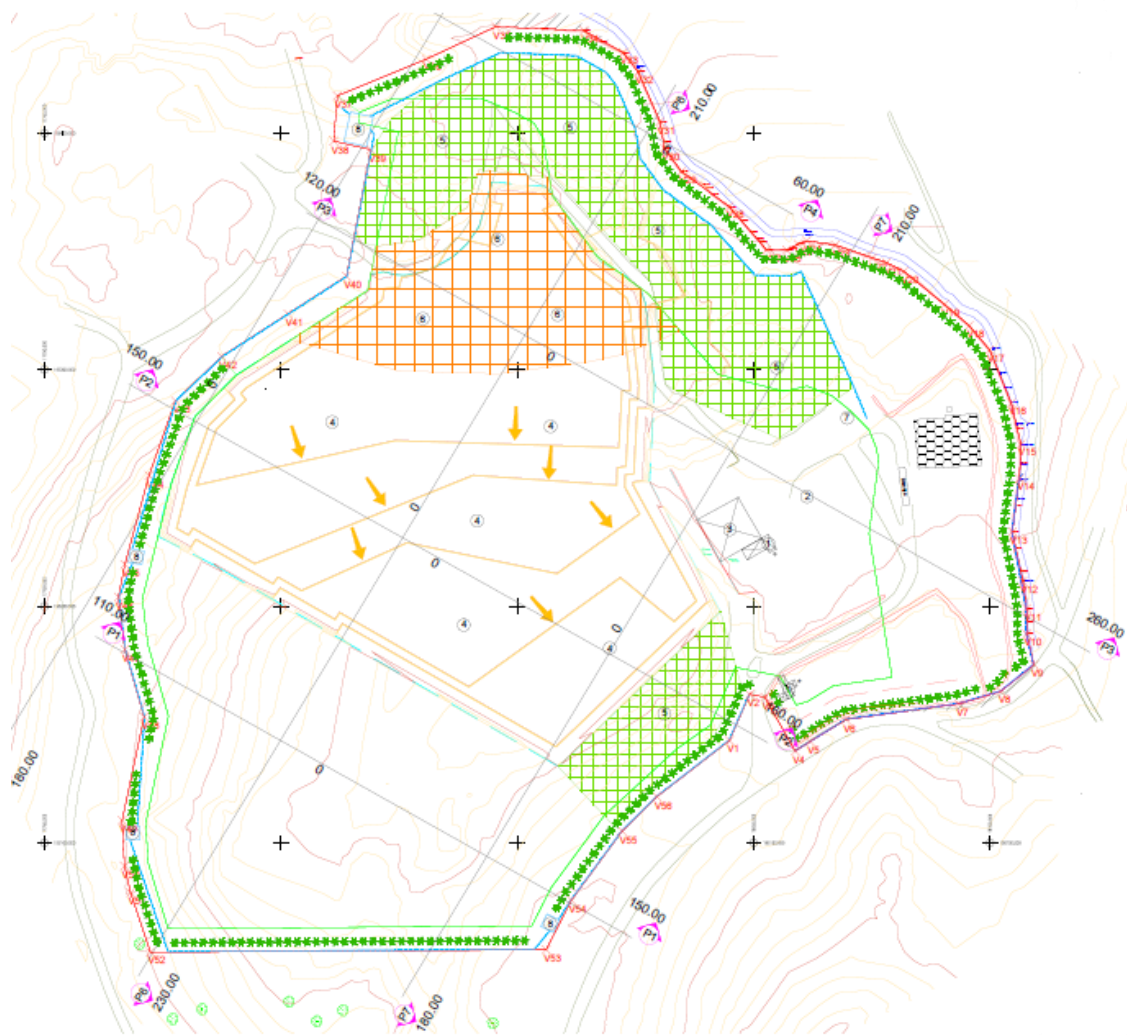


Figura 1.47 - Planta de escavação – Exploração a 10 anos.

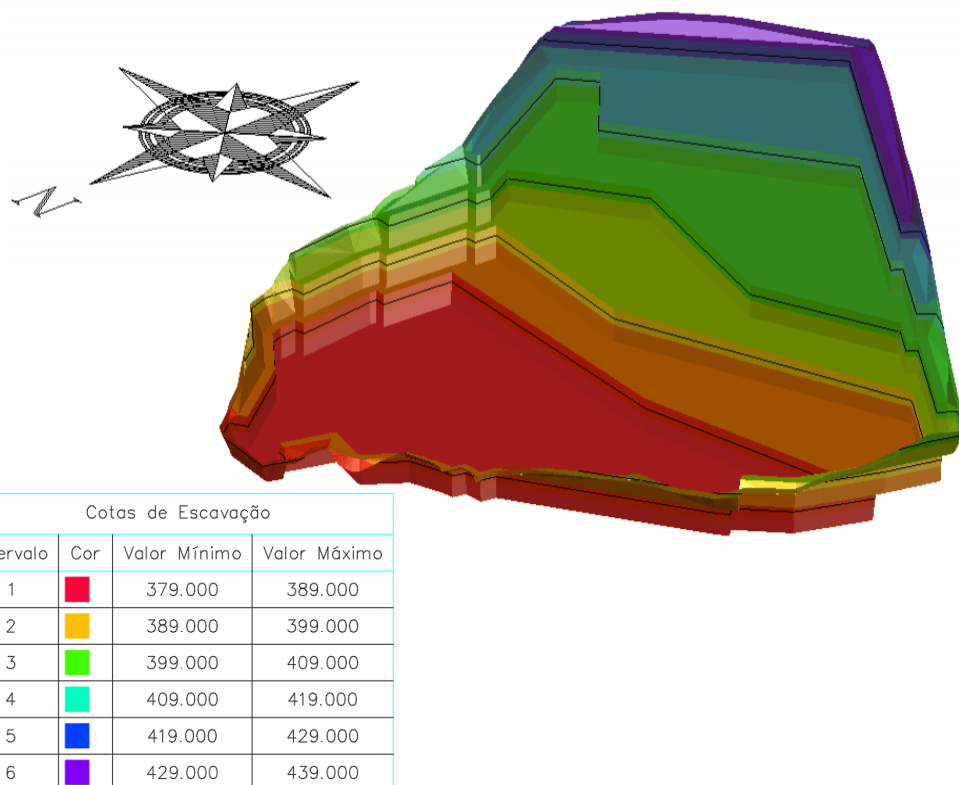


Figura 1.48 - Modelo 3D – Exploração a 10 Anos.

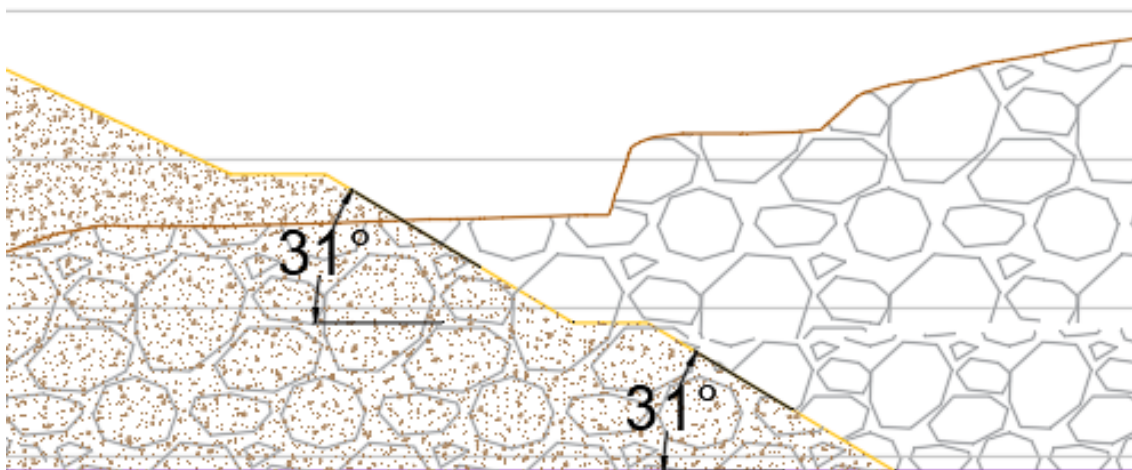


Figura 1.49 - Perfil nº 3 – Escombreira a 10 Anos.

Tabela 1.15- Cálculo de produção – Exploração a 20 Anos.

Item	Volumes m3	Aproveitamento
Volume Explorado em 20 anos	571 091,68	
Das Reservas temos:		
Massa Rochosa	476 923,08	84%
Estéril	94 168,60	16%
Da Produção de Massa de Granito temos:		
Produção Comercializável	310 000,00	65%
Escombros	143 076,92	30%
Outros resíduos inertes	23 846,15	5%

Entre os 10 e os 20 anos de exploração, o volume de material estéril mantém-se pois prevê-se que toda a decapagem da área a explorar esteja completa no final dos 10 anos de exploração. A exploração neste intervalo de anos continuará a decorrer no sentido Noroeste Sudeste estimando-se uma exploração total de aproximadamente 571 091,68 m³ dos quais 310 000 m³ correspondem a produção comercializável. Nesta altura da exploração já se terão produzido no total 166 923 m³ de escombros e outros resíduos inertes. Tendo em conta que cerca de 83 461,54 m³ já foram depositados nos 10 primeiros anos, estima-se que seja necessário armazenar em escombreira mais 83 461,54 m³ de escombros. Considerando um empolamento de 20%, a capacidade total da escombreira será de 200 307m³. Este material será depositado na continuação da escombreira formada nos anos anteriores, conforme representado na planta em anexo D08_Planta20Anos. Na Figura 1.52 apresenta-se um excerto do perfil n.º 3, evidenciando a configuração da escombreira ao fim de 20 anos. Observa-se uma altura máxima de 10m de talude com patamares estabilizadores de 3m e um ângulo de deposição de 45° no pior cenário, valor enquadrado no intervalo típico do ângulo de repouso destes materiais (30°–50°). Assim, em termos geométricos, conclui-se que a escombreira se encontra estável e com condições de segurança adequadas para a fase analisada.

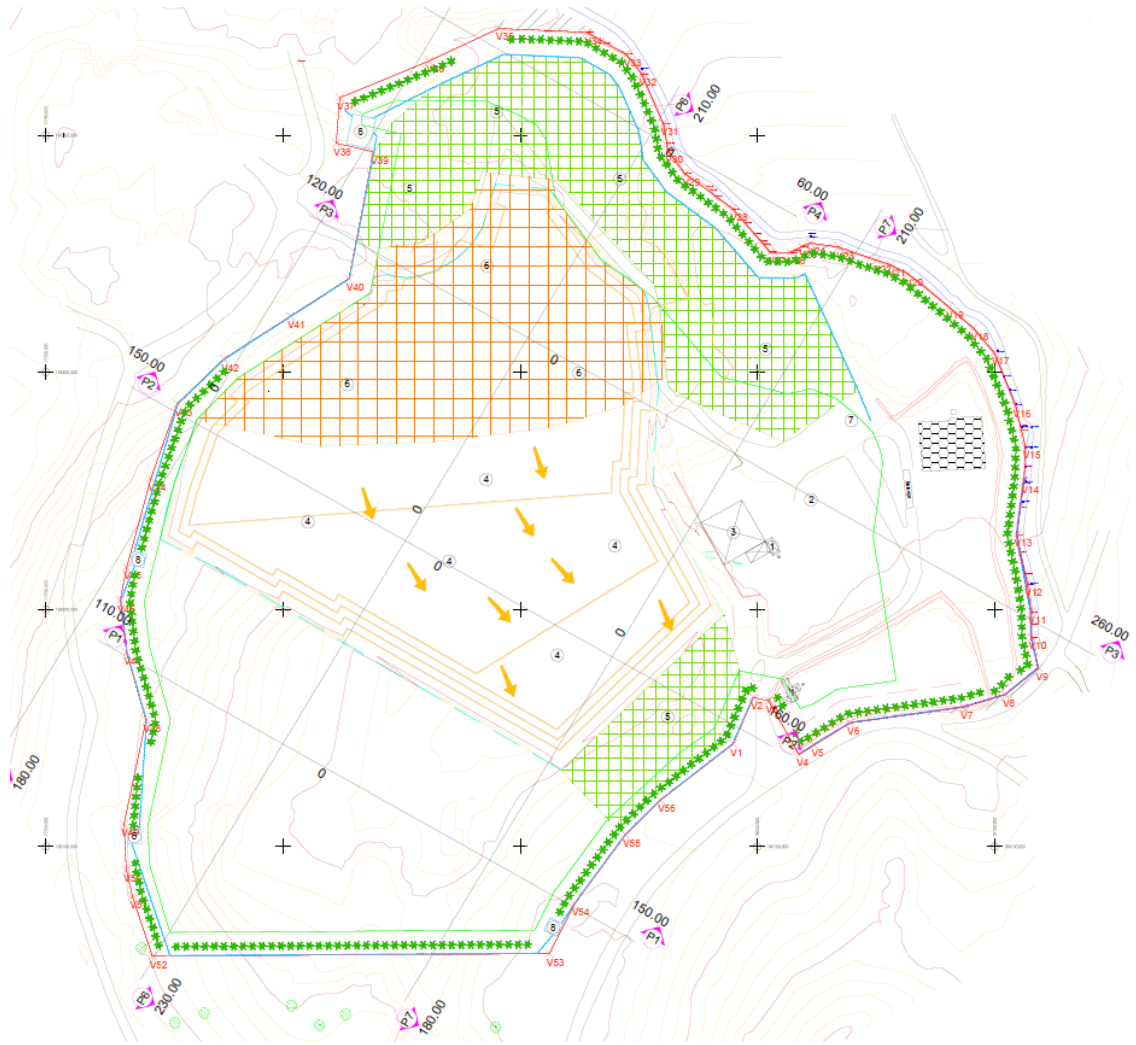


Figura 1.50 - Planta de Escavação – Exploração a 20 Anos.

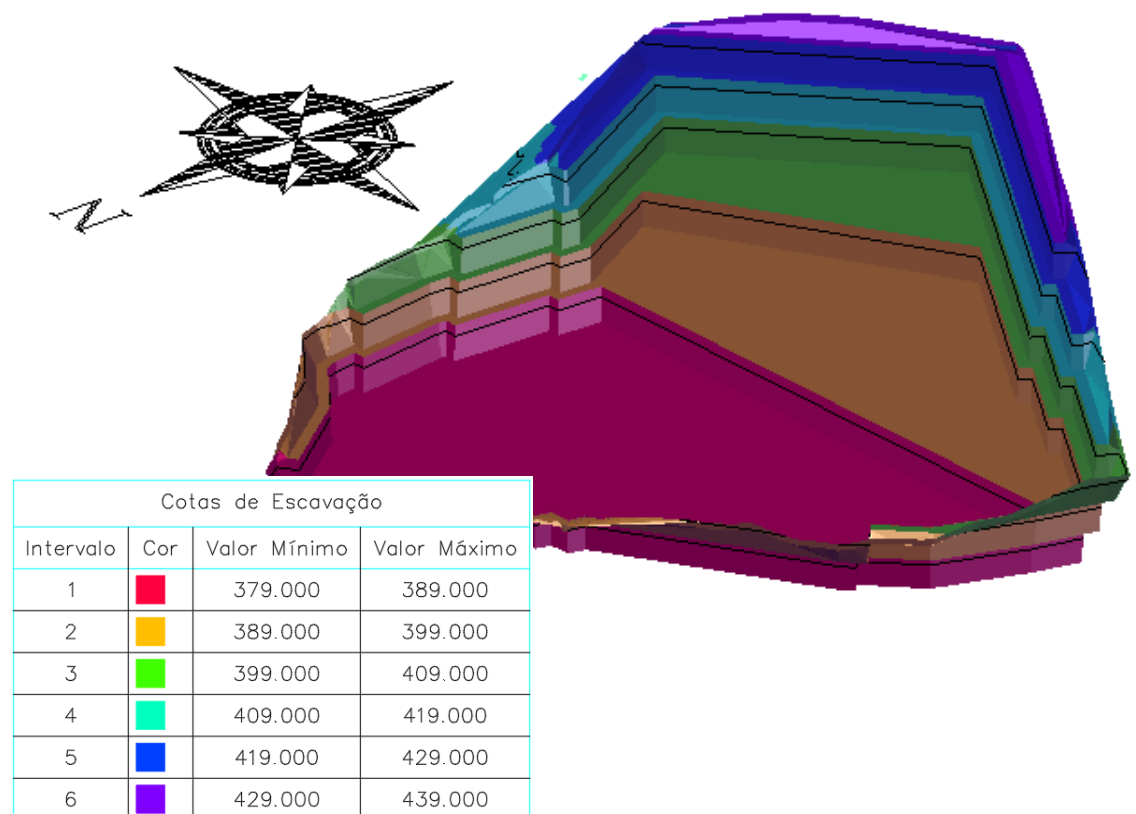


Figura 1.51 - Modelo 3D – Exploração a 20 Anos.

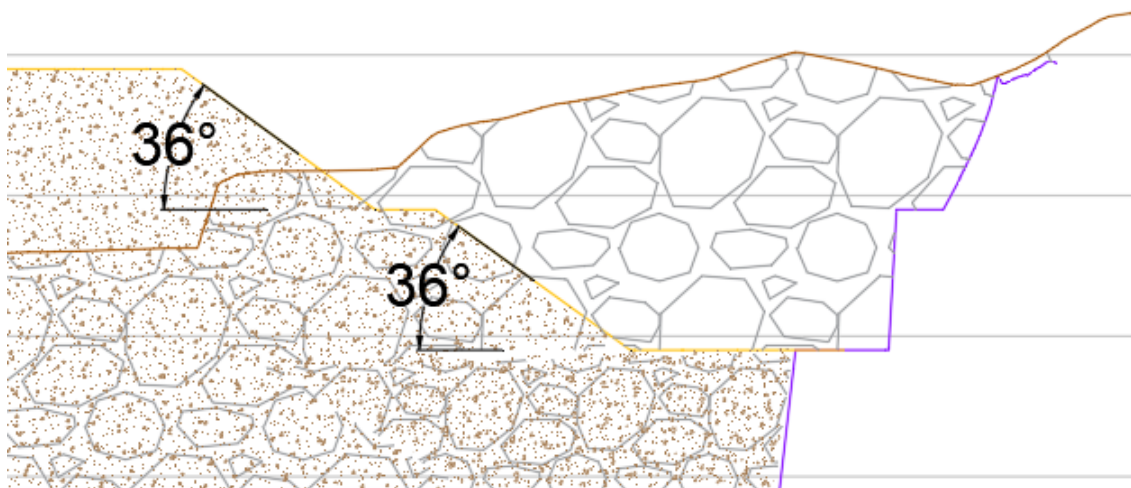


Figura 1.52 - Perfil de Escavação nº 3 – Exploração 20 Anos.

6.4 – Plano de Deposição / Plano de Gestão de Resíduos (PGR)

O plano de gestão de resíduos elaborado de acordo com o Decreto-Lei n.º 31/2013, que procede à primeira alteração ao Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de fevereiro, que estabelece o regime jurídico a que está sujeita a gestão de resíduos das explorações de depósitos minerais e de massas minerais.

De acordo com o Artigo 2º do Decreto-Lei n.º 10/2010 de 4 de fevereiro, este aplica-se à gestão dos resíduos resultantes da prospeção, extração, tratamento, transformação e armazenagem de recursos minerais, bem como da exploração das pedreiras, devendo ser geridos sem colocar em perigo a saúde humana e sem utilizar métodos suscetíveis de agredir o ambiente, evitando a contaminação do solo e a poluição do ar, das águas superficiais e das águas subterrâneas, tanto no curto como no longo prazo, e minimizando, tanto quanto possível, os impactos na paisagem.

O material estéril e não comercializável será devidamente depositado nos vazios de escavação, promovendo a recuperação paisagística da pedreira. Esta situação encontra-se prevista na alínea b) do artigo 10º do Decreto-Lei nº 10/2010 de 4 de fevereiro, “Promover a valorização dos resíduos de extração através da reciclagem, reutilização ou recuperação dos mesmos, com respeito pelo ambiente”.

De acordo com o Artigo 7º Princípio da simplificação administrativa, alínea a) do Decreto-Lei nº 10/2010 de 4 de fevereiro, o licenciamento de instalações de resíduos em explorações de depósitos minerais e de massas minerais é integrado no licenciamento dessas instalações, por forma a evitar a duplicação de licenciamentos e procedimentos, cumprindo assim o número 2 do Artigo 21º Licenciamento de instalações de resíduos, “O licenciamento de instalações de resíduos integradas em explorações de depósitos minerais e de massas minerais é integrado no procedimento de licenciamento dessas explorações, nos termos do disposto no artigo 37.º do presente decreto-lei.”

6.4.1 – Resíduos de extração

Nesta pedreira a extração de massas minerais é realizada por corte a fio diamantado e com recurso a pólvoras. O esquadramento dos blocos é realizado por tiro enraiado, cunhas ou cordão detonante e água. Este conjunto de técnicas permite o maior aproveitamento possível da massa mineral, resultando num menor volume de resíduos de extração (estéreis e escombros). A descrição destes processos encontra-se no capítulo “6.1.5 – Fases do Desmonte” do presente documento.

Os resíduos resultantes desta exploração de pedreira encontram-se classificados na Tabela 1.16 de acordo com o Decreto-Lei nº 71/2016, de 4 de novembro.

Tabela 1.16 - Classificação e destino dos resíduos produzidos.

<i>Tipo de Resíduo</i>	<i>Código LER</i>	<i>Destino</i>
<i>Resíduos de extração de minérios não metálicos</i>	01 01 02	Recuperação Paisagística
<i>Gravilhas e fragmentos de rocha</i>	01 04 08	
<i>Areais e Argila</i>	01 04 09	
<i>Poeiras e pós</i>	01 04 10	
<i>Resíduos do corte e serragem de pedra não abrangidos em 01 04 07.</i>	01 04 13	

Estes resíduos devem ser armazenados e utilizados na recuperação paisagística, desde que seja viável em termos técnicos e económicos e no respeito pelo ambiente.

A escolha do local é baseada nos seguintes critérios:

Técnicos – Em função do terreno e da exploração.

Económicos – O custo de transporte para a escombreira, e posterior custo de recuperação

Ambientais – O impacte visual causado pela escombreira, potencial contaminante de solos e aquífero.

Atendendo aos critérios mencionados, a deposição destes resíduos será efetuada no vazio de escavação existente sendo classificada de acordo com o Artigo 9.º do Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de fevereiro, como “não classificado na categoria A”, uma vez que não preenche os critérios previstos no Anexo II do Decreto-Lei nº 10/2010 de 4 de fevereiro.

Os potenciais riscos de deposição de material estão associados a problemas de estabilidade de talude que está intimamente relacionado com problemas de erosão, transporte e de sedimentação dos materiais que a compõem. Estes problemas são minimizados pela localização e pelo facto de se pretender efetuar o enchimento de um vazio de escavação e posteriormente efetuar o recobrimento com vegetação.

6.4.1.1 – Caracterização dos resíduos

Das decapagens são esperados cerca de 94 168 m³ de terra vegetal que será armazenado em pargas assinaladas com o número 5 nas plantas de escavação em anexo. O restante material a depositar serão escombros e outros resíduos inertes provenientes da exploração de massas graníticas, sendo esperado um volume de 296 631 m³. Aplicando um fator de empolamento de 20%, o total de material a depositar em escombreira é de 355 957,31 m³, 113 002,26 m³ correspondem ao material estéril a depositar em pargas.

Os materiais a ser depositados classificados com o código LER: **01 01 02, 01 04 08, 01 04 09 e 01 04 10** podem ser caracterizado como inertes e constituem materiais endógenos e estéreis da pedreira. De referir que são considerados resíduos inertes os resíduos que não sofrem transformações físicas, químicas ou biológicas importantes e, em consequência, não podem ser solúveis nem inflamáveis, nem ter qualquer outro tipo de reação física ou química, e não podem ser biodegradáveis, nem afetar negativamente outras substâncias com as quais entrem em contacto de forma suscetível de aumentar a poluição do ambiente ou prejudicar a saúde humana.

No que diz respeito às Poeiras e pós (código LER **01 04 10**), os que existirem serão em quantidades muito reduzidas e provenientes da movimentação de máquinas, pelo que, este resíduo não será recolhido ou tratado. Serão apenas tomadas medidas para a redução deste, como por exemplo a rega dos caminhos de acesso.

A exploração desta pedreira será realizada nos sentidos Noroeste Sudeste até ao final da exploração. Nos 3 primeiros anos, os escombros serão depositados na zona norte do vazio de escavação criado. O material estéril proveniente das decapagens para abertura de novas frentes, será depositado a Sudeste, junto ao limite da exploração conforme indicado na planta em anexo D06.

Os escombros, até ao final da exploração, serão depositados em continuidade da escombreira anteriormente referida, a qual avançará no sentido norte-sul, acompanhando o progresso da escavação e ocupando o vazio resultante da própria atividade extrativa. O material estéril depositado durante os primeiros 3 anos é suficiente para esgotar o espaço disponível na parga a sudeste sendo necessária a criação de uma nova parga na zona norte. Nas figuras seguintes encontram-se as modelações efetuadas com o decorrer da exploração e deposição de resíduos.

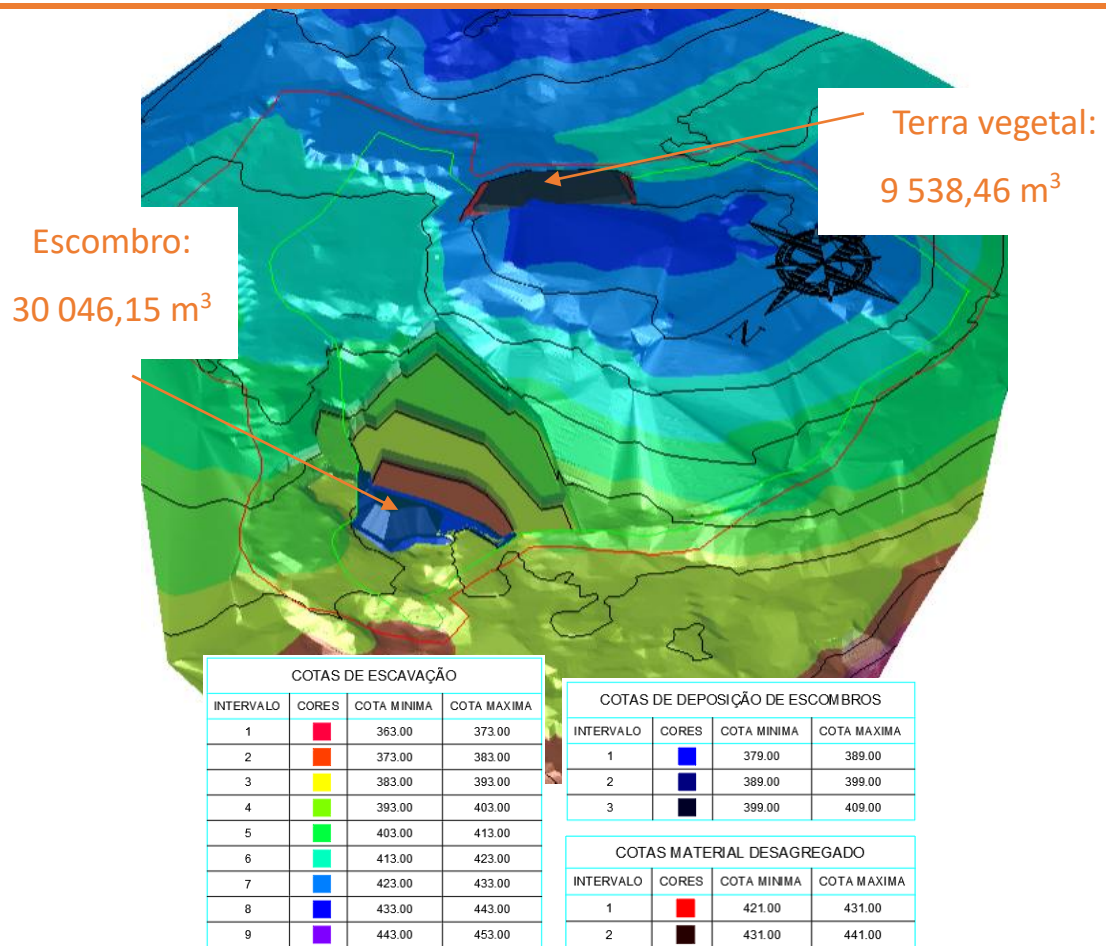


Figura 1.53 - Modelação de Escavação com Escombreira – Exploração a 3 Anos.

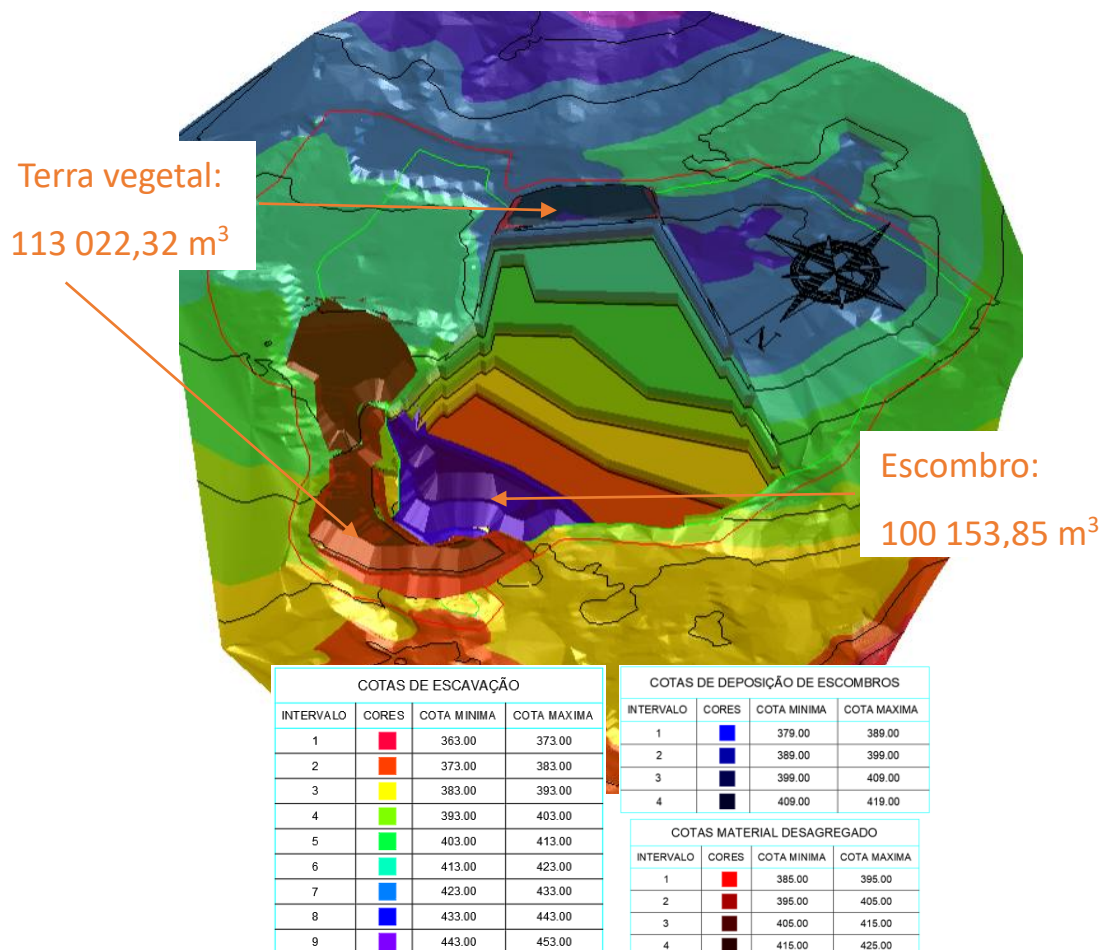


Figura 1.54 - Modelação de Escavação com Escombreira – Exploração a 10 Anos.

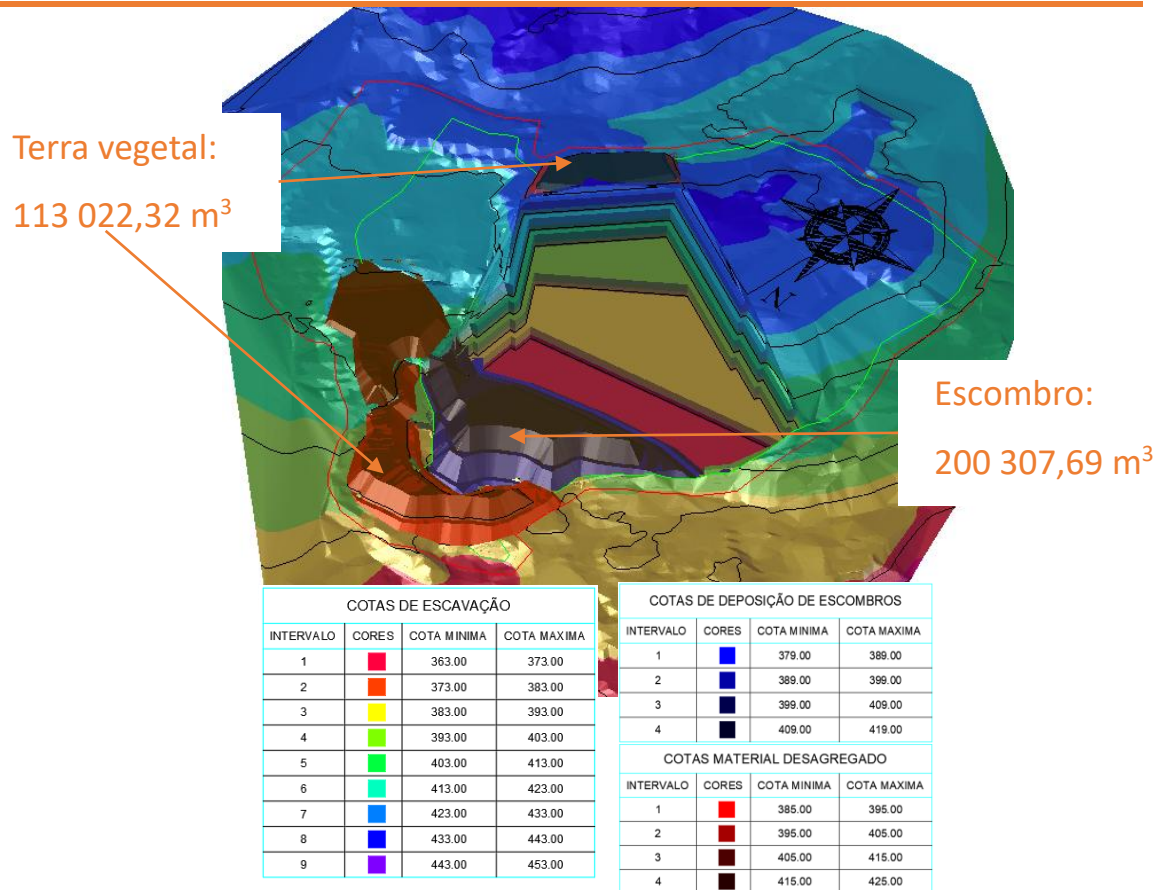


Figura 1.55 - Modelação de Escavação com Escombreira – Exploração a 20 Anos.

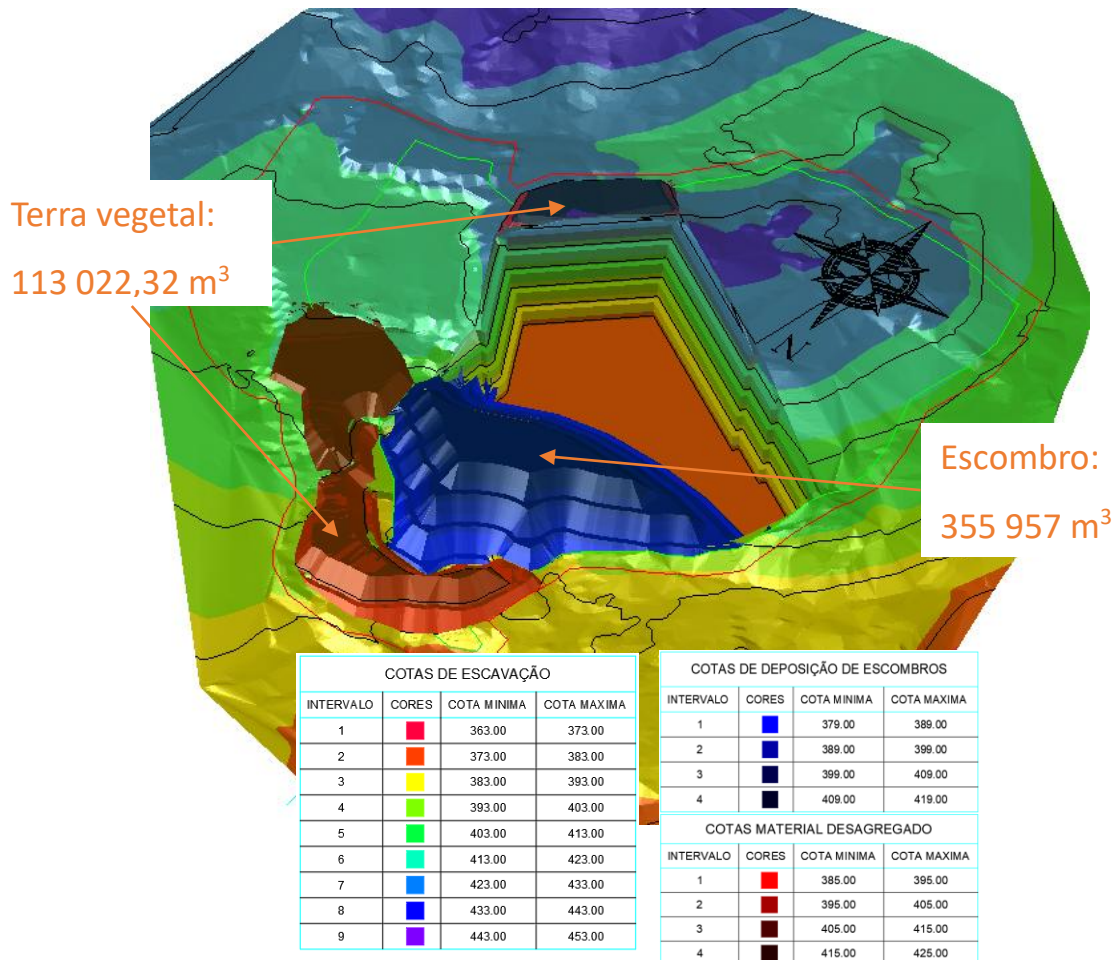


Figura 1.56 - Modelação 3D – Aspetto Final da Exploração Com Escombreira.

6.4.1.2 – Comportamento geotécnico dos resíduos

Os parâmetros mais relevantes como granulometria, plasticidade, densidade e teor em água, índice de vazios, ângulo de atrito, entre outros, serão os valores conhecidos/padrão para granitos.

No enchimento deve-se garantir a drenagem e o ângulo de repouso dos materiais ideal para evitar deslocamentos e derrocadas (ângulo de repouso para granito = 30-50°), efetuando-se uma monitorização de segurança durante a exploração. Neste caso, devido às condições do terreno (área disponível e cotas de terreno), de modo a garantir a maior segurança em termos de estabilidade, os taludes durante o enchimento ficarão com um ângulo de 10-35° para a deposição de material estéril e escombros. Para além disso, serão criados patamares intermédios nos taludes de enchimento quando estes possuírem alturas superiores a 10 metros como se verifica na Figura 1.57.

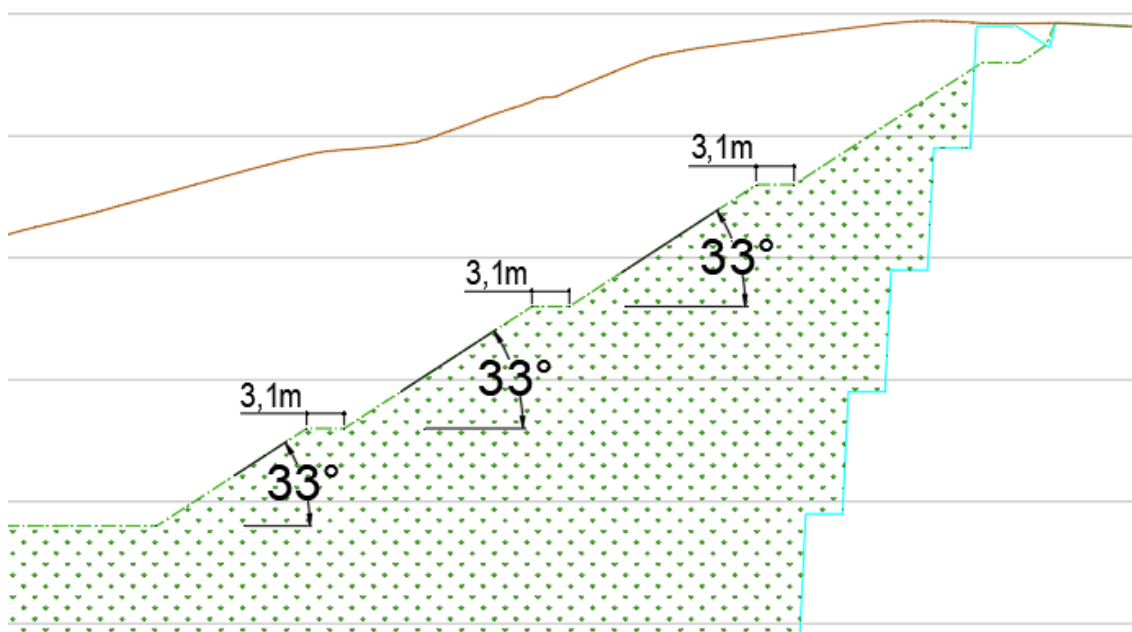


Figura 1.57 - Verificação do ângulo de talude durante a fase de enchimento.

6.4.1.3 – Procedimento de controlo e monitorização

Durante a fase de exploração serão realizadas Inspeções visuais ao talude de deposição, aos canais de drenagem e monitorização do ângulo e geometria de talude através de técnicas de topografia / fotogrametria.

No caso de serem verificadas algumas anomalias é obrigatório:

- A entidade licenciadora e a autoridade de proteção civil territorialmente competente serem informadas, no prazo máximo de quarenta e oito horas, de quaisquer ocorrências suscetíveis de afetar a estabilidade da instalação ou de causar efeitos significativos, prejudiciais ao ambiente, demonstrados pelos procedimentos de controlo e monitorização da instalação de resíduos;
- A entidade licenciadora é informada, no prazo máximo de quarenta e oito horas, de quaisquer ocorrências suscetíveis de afetar os recursos hídricos, que por sua vez informa de imediato a administração da região hidrográfica territorialmente competente;
- Garantir que as medidas de correção necessárias, em caso de resultados indicativos de instabilidade ou contaminação das águas ou do solo, são atempadamente adotadas;
- Os registos das ações de monitorização e de inspeção serem mantidos até ao encerramento da instalação.

6.4.1.4 – Sistema de Drenagem

O sistema de drenagem de forma a evitar que as águas provenientes da precipitação escorram das escombreyras para as linhas de águas naturais encontra-se descrito no tópico “6.1.12.1 – Dimensionamento da Rede de Drenagem” deste documento.

6.4.1.5 – Plano de Encerramento

O encerramento da deposição de material proveniente da pedreira será efetuado no final da exploração. Finda a exploração da pedreira, o material depositado em escombreyra será reutilizado para a recuperação paisagística desta.

Este plano de gestão de resíduos será obrigatoriamente revisto de cinco em cinco anos. As alterações substanciais de resíduos ou dos resíduos depositados determinam uma alteração a este plano. Por fim, qualquer alteração a este plano é obrigatória comunicar à entidade licenciadora.

6.4.2 – Outros Resíduos

Para além dos resíduos de extração, existem outros resíduos como: Lixo, Absorventes e Contaminados, Papel / Cartão limpo, Plástico limpo e sucata. Nas áreas anexas serão colocados depósitos para a classificação destes resíduos.

Os produtores ou detentores de resíduos encontram-se obrigados a fazer a classificação dos resíduos que produzem ou detêm nos termos da LER, seguem um resumo dos códigos LER mais comuns na laboração de uma pedreira:

Tabela 1.17 - Resíduos da atividade extrativa na exploração.

Tipo de resíduo	Código LER
13 02 08 (*)	Outros óleos de motores, transmissões e lubrificação
15 01 02	Embalagens de plástico
15 01 04	Embalagens de Metal
15 01 11 (*)	Embalagens de metal, incluindo recipientes vazios sob pressão, com uma matriz porosa sólida perigosa
15 02 02 (*)	Absorventes, materiais filtrantes (incluindo filtros de óleo não anteriormente especificados), panos de limpeza e vestuário de proteção, contaminados por substâncias perigosas
15 02 03	Absorventes, materiais filtrantes, panos de limpeza e vestuário de proteção não abrangidos em 15 02 02
20 01 01	Papel e Cartão
20 01 02	Vidro
20 01 39	Plásticos
20 01 40	Metais
20 02 01	Resíduos Biodegradáveis
20 03 04	Lamas de Fossas Sépticas

Serão contratadas empresas da especialidade devidamente licenciadas para a recolha dos resíduos. Todos os envios de resíduos serão acompanhados com as respetivas e-GAR's realizadas no portal SiliAmb.

Relativamente às manutenções mecânicas de equipamentos, estas serão realizadas por empresas externas que trazem todo o material necessário para a sua realização, como óleos, filtros e lubrificantes. Utilizam as melhores técnicas de segurança para evitar derrames ou outros possíveis agentes de contaminação, como por exemplo, bacias de retenção, areia, mangas de contenção, etc.



Figura 1.58 - Exemplo de armazenamento de óleos / combustível com bacia de retenção.

6.5 – Infraestruturas

6.5.1 – Instalações Sociais

De acordo com o Regulamento Geral de Segurança e Higiene no Trabalho nas Minas e Pedreiras, Decreto – Lei nº 162/90 de 22 de maio e o Decreto-Lei nº 73/2015 que Procede à primeira alteração ao Sistema da Indústria Responsável, aprovado em anexo ao Decreto-Lei n.º 169/2012, de 1 de agosto, constitui uma obrigação da entidade empregadora garantir as instalações e boas condições de apoio regulamentares, tais como: instalações com função de balneários, WC e refeitório/área social, armazenamento de materiais diversos e primeiros socorros.

- Consumo de água:

- Os balneários funcionaram com água da rede pública, cuja ligação fica ao cargo do explorador;
- Para colaboradores - Água potável engarrafada fornecida diariamente;

- A rede de esgotos das instalações sanitárias é constituída por:

Duas fossas estanque com recolhas periódicas por operador devidamente licenciado.

- Transporte do pessoal:

O pessoal tem transporte próprio para o local de trabalho.

6.5.2 – Outros Anexos

De acordo com o Artigo 33.º- Anexos de pedreira, do Decreto – Lei nº 270/2001 de 6 de outubro alterado e republicado pelo Decreto – Lei nº 340/2007 de 12 de outubro, esta área licenciada passará ainda a dispor de espaços destinados a escritórios, com WC, bem como balneário e vestiário, a implementar nos primeiros anos de exploração, com localização identificada nas plantas em anexo. Estando estes anexos no interior da área licenciada, estão dispensados da autorização de localização de acordo com o mesmo artigo.

6.6 – Estudo de Viabilidade Económica

Para verificar a viabilidade económica da pedreira são comparados os custos com o volume de vendas anuais:

Tabela 1.18 - Viabilidade Económica.

Custos	Qtd.Prevista Mensal	€/mês	€/ano
Aquisição/ Amortização de equipamentos		10 000,00 €	120 000,00 €
Rendas	12	750,00 €	9 000,00 €
Seguros	NA	800,00 €	9 600,00 €
PRODUTOS			
Pólvoras e Explosivos (Kg)	275	1 815,00 €	21 780,00 €
Outros Produtos	NA	15 000,00 €	180 000,00 €
Água Engarrafada (L)	200	100,00 €	1 200,00 €
Manutenção de equipamentos	NA	5 000,00 €	60 000,00 €
ENERGIA			
Gasóleo (L)	8000	10 400,00 €	124 800,00 €
Eletricidade (kW)	8000	1 200,00 €	14 400,00 €
EMPREGO			
Pessoal (Qtd)	6	10 800,00 €	129 600,00 €
Encargos	NA	2 484,00 €	-
Segurança, Saúde e Formação	NA	1 800,00 €	21 600,00 €
Diversos		2 400,00 €	28 800,00 €
TOTAL		62 549,00 €	750 588,00 €
Volume vendas anual -			1 129 950,00 €

A expectativa é que a pedreira em laboração obtenha um diferencial positivo entre as suas receitas e os seus custos. Tendo em conta os valores de venda atualmente praticados no mercado para este tipo de matéria-prima, considera-se um preço de 27 €/ton. Com base neste pressuposto, estima-se um diferencial positivo na ordem dos 379 362 € anuais, pelo que se conclui que a exploração é economicamente viável.

6.7 – Considerações Finais

A empresa exploradora compromete-se em dar cumprimento ao Plano de Lavra que vier a ser aprovado, a cumprir integralmente as exigências das entidades competentes bem como os conselhos dos serviços de fiscalização, tendo como apoio técnico um Eng. Geotécnico do qual se junta o termo de responsabilidade em anexo IV.