



**PROJETO BLOCO 8**

PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO PLANO DE DESCOMISSIONAMENTO RELATÓRIO TÉCNICO	MINA_BLC8007-1010-G-RE-26	Folha <b>1/59</b>
	WBH28-17-SAM-RTE-0026	Revisão 01

# **RELATÓRIO TÉCNICO**

## **PLANO DE DESCOMISSIONAMENTO**

**SAM – SUL AMERICANA DE METAIS S/A**

**(PROJETO BLOCO 8)**

Novembro/2018





PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO PLANO DE DESCOMISSIONAMENTO RELATÓRIO TÉCNICO	MINA_BLC8007-1010-G-RE-26	Folha <b>3/59</b>
	WBH28-17-SAM-RTE-0026	Revisão 01

### ÍNDICE

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIÇÃO</u>	<u>PÁGINA</u>
1.0	APRESENTAÇÃO.....	5
2.0	INTRODUÇÃO.....	5
3.0	CRITÉRIOS E PREMISSAS ADOTADAS NO PROJETO.....	5
4.0	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA.....	7
5.0	DESCRIÇÃO GERAL DAS ESTRUTURAS.....	10
5.1	DADOS GERAIS.....	10
5.2	CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA DOS REJEITOS.....	11
5.3	CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICAS DOS MATERIAIS DE FUNDAÇÃO.....	15
5.4	CARACTERÍSTICAS DAS ESTRUTURAS DE ARMAZENAMENTO DE ÁGUA.....	15
5.4.1	BARRAGEM DO VALE.....	15
5.4.1.1	MACIÇO.....	16
5.4.1.2	SISTEMA DE DRENAGEM SUPERFICIAL E INTERNA.....	16
5.4.1.3	SISTEMA EXTRAVASOR.....	17
5.4.1.4	MONITORAMENTO.....	17
5.4.2	BARRAGEM INDUSTRIAL.....	18
5.4.2.1	MACIÇO.....	19
5.4.2.2	SISTEMA DE DRENAGEM SUPERFICIAL E INTERNA.....	19
5.4.2.3	SISTEMA EXTRAVASOR.....	20
5.4.2.4	MONITORAMENTO.....	21
5.5	CARACTERÍSTICAS DAS ESTRUTURAS DE DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITOS.....	21
5.5.1	BARRAGEM 1.....	21
5.5.1.1	MACIÇO.....	26
5.5.1.2	SISTEMA DE DRENAGEM SUPERFICIAL E INTERNA.....	26
5.5.1.3	SISTEMA EXTRAVASOR.....	27
5.5.1.4	MONITORAMENTO.....	28
5.5.2	BARRAGEM 2.....	29
5.5.2.1	MACIÇO.....	30
5.5.2.2	SISTEMA DE DRENAGEM SUPERFICIAL E INTERNA.....	31
5.5.2.3	SISTEMA EXTRAVASOR.....	31
5.5.2.4	MONITORAMENTO.....	32
5.5.3	BACKFILL.....	32
5.5.3.1	MACIÇO.....	34
5.5.3.2	SISTEMA DE DRENAGEM SUPERFICIAL E INTERNA.....	35
5.5.3.3	SISTEMA EXTRAVASOR.....	36
5.5.3.4	MONITORAMENTO.....	36

**PROJETO BLOCO 8**

PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO PLANO DE DESCOMISSIONAMENTO RELATÓRIO TÉCNICO	MINA_BLC8007-1010-G-RE-26	Folha <b>4/59</b>
	WBH28-17-SAM-RTE-0026	Revisão 01

<b>6.0</b>	<b>PROJETO DE DESCOMISSIONAMENTO</b> .....	37
<b>6.1</b>	<b>DESCRIPTIVO DO PROJETO</b> .....	38
<b>6.1.1</b>	<b>ESTRUTURAS DE ARMAZENAMENTO DE ÁGUA</b> .....	38
<b>6.1.2</b>	<b>ESTRUTURAS DE DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITOS</b> .....	38
<b>6.1.2.1</b>	<b>BARRAGEM 1</b> .....	39
<b>6.1.2.2</b>	<b>BARRAGEM 2</b> .....	47
<b>7.0</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	55
<b>8.0</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	55

		<b>PROJETO BLOCO 8</b>	
<b>PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO PLANO DE DESCOMISSIONAMENTO RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>MINA_BLC8007-1010-G-RE-26</b>	<b>Folha 5/59</b>	
	<b>WBH28-17-SAM-RTE-0026</b>	<b>Revisão 01</b>	

## 1.0 APRESENTAÇÃO

Este documento apresenta o Plano de Descomissionamento do Projeto Bloco 8, itemizado da seguinte maneira:

- Item 2 – Introdução: apresenta uma breve introdução do projeto, indicando as partes envolvidas, a localização do empreendimento e o contexto geral;
- Item 3 – Critérios e Premissas Adotadas no Projeto: são descritos os critérios as premissas adotadas para o desenvolvimento do plano de descomissionamento, em conformidade com as normativas vigentes;
- Item 4 – Documentos de Referência: apresenta a relação de documentos disponibilizados pela SAM para o desenvolvimento do estudo;
- Item 5 – Descrição Geral das Estruturas: dividido em subitens, sintetiza as características do rejeito, da fundação e das estruturas desenvolvidas no Projeto Bloco 8;
- Item 6 – Projeto de Descomissionamento: apresenta o plano de descomissionamento proposto pela WALM para as estruturas do Projeto Bloco 8;
- Item 7 – Considerações Finais;
- Item 8 - Referências Bibliográficas.

## 2.0 INTRODUÇÃO

Este documento apresenta o Relatório Técnico referente ao Plano de Descomissionamento do Projeto Bloco 8, localizado entre os municípios de Grão Mogol e Padre Carvalho, estado de Minas Gerais, a aproximadamente 600 km a norte de Belo Horizonte, capital do estado.

O Plano de Descomissionamento do Projeto Bloco 8 objetiva apresentar os estudos realizados e o detalhamento das atividades das obras necessárias para a sua descaracterização como estruturas de contenção de rejeito e/ou estéril.

## 3.0 CRITÉRIOS E PREMISSAS ADOTADAS NO PROJETO

		<b>PROJETO BLOCO 8</b>
<b>PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO PLANO DE DESCOMISSIONAMENTO RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>MINA_BLC8007-1010-G-RE-26</b>	<b>Folha 6/59</b>
	<b>WBH28-17-SAM-RTE-0026</b>	<b>Revisão 01</b>

Para subsidiar o Plano de Descomissionamento, tomou-se como critérios e premissas os itens que seguem:

- As estruturas deveram ser descaracterizadas como barragem, eliminando seu reservatório, onde ela será adequada para operar/funcionar como um aterro;
- Será considerado que o reservatório apresenta suporte para sobrecarga dos equipamentos de terraplenagem;
- Escavação de todo o material fofo, inconsolidado e orgânico superficial, estimado em no máximo 1,0 m de profundidade;
- Rejeito Classificado com Classe II B – Não Perigoso e Inerte segundo NBR 10.004 (ABNT,2004);
- Estrutura sem a finalidade para acúmulo de sedimentos;

Como as estruturas serão descaracterizadas como barragem, elas passarão a ser um aterro. Dessa forma, como não há normas técnicas que estabelecem fatores de segurança mínimo para taludes de corte e de aterro, o talude de jusante da estrutura foi estudado para que apresentasse fator de segurança (FS) compatível ou com a norma técnica brasileira de estabilidade de taludes/encostas – NBR 11.682 (ABNT, 2009), ou com a norma técnica brasileira de pilhas de estéril – NBR 13.029 (ABNT, 2017), uma vez que o reservatório será coberto com estéril. Dessa forma, conforme essas normas técnicas têm-se:

- NBR 11.682 (ABNT, 2009): o fator de segurança mínimo requerido para deslizamentos é obtido pelo cruzamento de uma matriz que envolve o nível desejado de segurança contra a perda de vidas humanas e o nível desejado de segurança contra danos materiais e ambientais.
- NBR 13.029 (ABNT, 2017): o fator de segurança mínimo requerido para taludes de pilhas de estéril deve considerar os seguintes aspectos:
  - Ruptura do talude geral:
    - Superfície freática normal:  $FS_{mín} = 1,50$ ;
    - Superfície freática crítica:  $FS_{mín} = 1,30$ .
  - Ruptura do talude entre bermas:  $FS_{mín} = 1,50$ .

		<b>PROJETO BLOCO 8</b>
<b>PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO PLANO DE DESCOMISSIONAMENTO RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>MINA_BLC8007-1010-G-RE-26</b>	<b>Folha 7/59</b>
	<b>WBH28-17-SAM-RTE-0026</b>	<b>Revisão 01</b>

Portanto, como se trata de um projeto de descomissionamento, o fator de segurança mínimo requerido para deslizamento do talude de jusante das barragens após a sua descaracterização, de acordo com a NBR 13.029 (ABNT, 2017), deve ser igual a 1,50.

#### 4.0 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

Para a elaboração deste trabalho foram fornecidos pela SAM os seguintes documentos:

- 1VNNS004-1-EA-EIA-0015\_23 – Estudo de Impacto Ambiental – EIA Módulo 3 – Descrição do Empreendimento – Mineroduto. Elaborado pela BRANDT Meio Ambiente em Junho de 2012;
- 1VNNS004-1-EA-EIA-0006\_9 – Estudo de Impacto Ambiental – EIA – Módulo 6 – Diagnóstico do Meio Físico – Complexo Minerário e Adutora. Elaborado pela BRANDT Meio Ambiente em Junho de 2012;
- MINA\_VRP005-1010-D-SE-01 – Sumário Executivo – Projeto Conceitual de Lavra. Elaborado pela Venturini Consultoria em Outubro de 2017;
- BSU-C-BV-RE-009-4 - Estudos Complementares e Esclarecimentos Solicitados sobre o Projeto Conceitual – Sumário Executivo. Elaborado pela DAM Engenharia em Dezembro de 2015;
- BSU-C-BV-RE-004-1 – Projeto Conceitual – Barragem Vacaria – Relatório Técnico. Elaborado pela DAM Engenharia em Maio de 2013;
- BSU-C-BV-RE-005-2 – Projeto Conceitual – Barragem Vacaria – Sumário Executivo. Elaborado pela DAM Engenharia em Maio 2013;
- Planilha com a medida do Nível Freático e Piezométrico de Novembro de 2010 a Abril de 2016;
- VRP-2010-M-0004\_R00 – Estudo Conceitual – Planta de Beneficiamento – Geral – Engenharia – Plano Diretor. Elaborado pela SAM em Janeiro de 2018;
- VRP-2010-P-0004\_R02 – Projeto Conceitual – Planta de Beneficiamento – Geral – Engenharia – Fluxograma de Processo c/ Balanço de Massas (5 anos) – Britagem Primária e Secundária, Peneiramento, Pilha Pulmão. Elaborado pela SAM em Maio de 2015;

		<b>PROJETO BLOCO 8</b>
<b>PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO PLANO DE DESCOMISSIONAMENTO RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>MINA_BLC8007-1010-G-RE-26</b>	<b>Folha 8/59</b>
	<b>WBH28-17-SAM-RTE-0026</b>	<b>Revisão 01</b>

- VRP-2010-P-0005\_R02 – Engenharia Conceitual – Planta de Beneficiamento – Geral – Engenharia – Fluxograma de Processo c/ Balanço de Massas (5 anos) – Pré-Moagem, Moagem Primária, Classificação. Elaborado pela SAM em Maio de 2015;
- VRP-2010-P-0006\_R01 – Engenharia Conceitual – Planta de Beneficiamento – Geral – Engenharia – Fluxograma de Processo c/ Balanço de Massas (5 anos) – Pré-Concentração Magnética de Grossos/Finos e Deslamagem de Finos. Elaborado pela SAM em Março de 2014;
- VRP-2010-P-0007\_R01 – Engenharia Conceitual – Planta de Beneficiamento – Geral – Engenharia – Fluxograma de Processo c/ Balanço de Massas (5 anos) – Pré-Concentração Magnética Scavenger. Elaborado pela SAM em Março de 2014;
- VRP-2010-P-0008\_R01 - Engenharia Conceitual – Planta de Beneficiamento – Geral – Engenharia – Fluxograma de Processo c/ Balanço de Massas (5 anos) – Remoagem de Finos/Desaguamento de Finos. Elaborado pela SAM em Março de 2014;
- VRP-2010-P-0009\_R01 – Engenharia Conceitual – Planta de Beneficiamento – Geral – Engenharia – Fluxograma de Processo c/ Balanço de Massas (5 anos) – Remoagem de Grossos/Deslamagem de Grossos Remoídos. Elaborado pela SAM em Março de 2014;
- VRP-2010-P-0010\_R01 – Engenharia Conceitual – Planta de Beneficiamento – Geral – Engenharia – Fluxograma de Processo c/ Balanço de Massas (5 anos) – Flotação de Grossos Remoídos. Elaborado pela SAM em Maio de 2014;
- VRP-2010-P-0011\_R01 - Engenharia Conceitual – Planta de Beneficiamento – Geral – Engenharia – Fluxograma de Processo c/ Balanço de Massas (5 anos) – Flotação de Finos Remoídos. Elaborado pela SAM em Maio de 2014;
- VRP-2010-P-0012 – Engenharia Conceitual – Planta de Beneficiamento – Geral – Engenharia – Fluxograma de Processo com Balanço de Massas (5 Anos) – Espessador de Concentrado / Rejeito – Sistema de Água para Flotação. Elaborado pela SAM em Julho de 2015;
- VRP-2010-P-0013 – Engenharia Conceitual – Planta de Beneficiamento – Geral – Engenharia – Fluxograma de Processo com Balanço de Massas (5 Anos) – Espessador de Lamas / Água para Delamagem / Água para Processo. Elaborado pela SAM em Março de 2014;
- VRP-2010-P-0014\_R02 – Engenharia Conceitual – Planta de Beneficiamento – Geral – Engenharia – Fluxograma de Processo c/ Balanço de Massas (5 anos) – Sist. de Água p/



**PROJETO BLOCO 8**

PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO PLANO DE DESCOMISSIONAMENTO RELATÓRIO TÉCNICO	MINA_BLC8007-1010-G-RE-26	Folha <b>9/59</b>
	WBH28-17-SAM-RTE-0026	Revisão 01

Utilidades – Sist. de Captação e Adução de Água Nova – Captação de Água Recuperada.  
Elaborado pela SAM em Julho de 2015;

- VRP-2010-P-0015\_R01 – Projeto Conceitual – Planta de Beneficiamento – Geral – Engenharia – Fluxograma de Processo c/ Balanço de Massas (5 anos) – Balanço de Água. Elaborado pela SAM em Abril de 2014;
- MINA\_VRP002-1010-O-RE-01-01 – Projeto Conceitual – Relatório de Visita Técnica de Campo. Elaborado pela WALM em Outubro de 2013;
- MINA\_VRP002-1010-O-RE-02-05 – Projeto Conceitual – Geotecnia de Cava – Relatório Final. Elaborado pela WALM em Fevereiro de 2014;
- MINA\_VRP002-1010-O-RE-03-08 – Projeto Conceitual – Estudo de Alternativas de Disposição de Rejeitos e Estéril – Relatório Técnico. Elaborado pela WALM em Fevereiro de 2014;
- MINA\_VRP002-1010-O-RE-04-05 – Projeto Conceitual – Plano de Manejo Integrado dos Recursos Hídricos – Relatório Técnico. Elaborado pela WALM em Fevereiro de 2014;
- MINA\_VRP002-1010-O-RE-05-04 – Projeto Conceitual – Sistema de Desvios – Relatório Técnico. Elaborado pela WALM em Fevereiro de 2014;
- MINA\_VRP002-1010-O-RE-06-06 – Projeto Conceitual – Barragem de Água Industrial – Relatório Técnico. Elaborado pela WALM em Fevereiro de 2014;
- MINA\_VRP002-1010-O-RE-07-04 – Projeto Conceitual – Modelo Hidrogeológico-Conceitual – Relatório Técnico. Elaborado pela WALM em Fevereiro de 2014;
- MINA\_VRP002-1010-O-RE-08-05 – Projeto Conceitual – Modelo Hidrogeológico Numérico – Relatório Técnico. Elaborado pela WALM em Março de 2014;
- MINA\_VRP002-1010-O-RE-09-02 – Projeto Conceitual – Investigações Geológico-Geotécnicas – Especificação Técnica. Elaborado pela WALM em Fevereiro de 2014;
- MINA\_VRP002-1010-O-RE-10-01 – Projeto Conceitual – Monitoramento e Instrumentação – Especificação Técnica. Elaborado pela WALM em Fevereiro de 2014;
- MINA\_VRP002-1010-O-RE-11-02 – Engenharia Conceitual – Sumário Executivo. Elaborado pela WALM em Fevereiro de 2014;
- MINA\_VRP002-1010-O-RE-12-02 – Projeto Conceitual – Plano Conceitual de Fechamento – Especificação Técnica. Elaborado pela WALM em Fevereiro de 2014;
- MINA\_VRP002-1010-O-RE-13-01 – Estudos Hidrológicos para Dimensionamento de Reservatório para Abastecimento de Água para a Comunidade do Vale das Cancelas – Relatório Técnico. Elaborado pela WALM em Fevereiro de 2014;

		<b>PROJETO BLOCO 8</b>
<b>PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO PLANO DE DESCOMISSIONAMENTO RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>MINA_BLC8007-1010-G-RE-26</b>	<b>Folha 10/59</b>
	<b>WBH28-17-SAM-RTE-0026</b>	<b>Revisão 01</b>

- MINA\_VRP002-1010-O-RE-10-01– Projeto Conceitual – Estudo de Alternativas de Disposição de Rejeitos e Estéril – Relatório Técnico. Elaborado pela WALM em Dezembro de 2013;
- MINA\_VRP002-1010-O-RE-11-02 – Modelo Hidrogeológico Numérico – Relatório Síntese para Atendimento ao IBAMA. Elaborado pela WALM em Fevereiro de 2014;
- MINA\_VRP005-1010-D-0001 a MINA\_VRP005-1010-D-0024 – Projeto Conceitual – Layout Cavas do Ano 1 as ANO 32 – Venturini Consultoria Outubro 2017.

## 5.0 DESCRIÇÃO GERAL DAS ESTRUTURAS

### 5.1 DADOS GERAIS

O Projeto Bloco 8 localiza-se entre os municípios de Grão Mogol e Padre Carvalho, estado de Minas Gerais, a aproximadamente 600 km a norte de Belo Horizonte, capital do estado. O acesso a partir de Belo Horizonte é realizado pela BR-135 até o município de Montes Claros (MG). A partir deste ponto o acesso até o projeto é realizado pela BR-251 (Rodovia Júlio Garcia) por 136 km até as proximidades do distrito de Vale das Cancelas. O acesso a área do Projeto do Bloco 8 é realizado pela estrada vicinal não pavimentada.

O Projeto Bloco 8 encontra-se em fase de revisão pela WALM, onde serão realizados os Serviços Multidisciplinares de Engenharia para Elaboração de Estudos Conceituais, nos quais estão contemplados os estudos de armazenamento de água em barragens, de disposição do rejeito e do estéril em barragens e disposição em cava, bem como o plano de descomissionamento das respectivas estruturas. O projeto contemplará os 18 anos de operação da mina, sendo considerado o plano de lavra e o sequenciamento de exploração das cavas apresentados pela SAM.

Na Figura 5.1.1 está representado as estruturas finais, no ANO 18, do Projeto Bloco 8, sendo elas:

- Barragem do Vale – Barragem de armazenamento de água para abastecimento da comunidade do Vale das Cancelas;
- Barragem Industrial – Barragem de armazenamento de água para abastecimento da Planta Industrial;

PROJETO CONCEITUAL  
 MINA  
 ENGENHARIA  
 DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO  
 PLANO DE DESCOMISSIONAMENTO  
 RELATÓRIO TÉCNICO

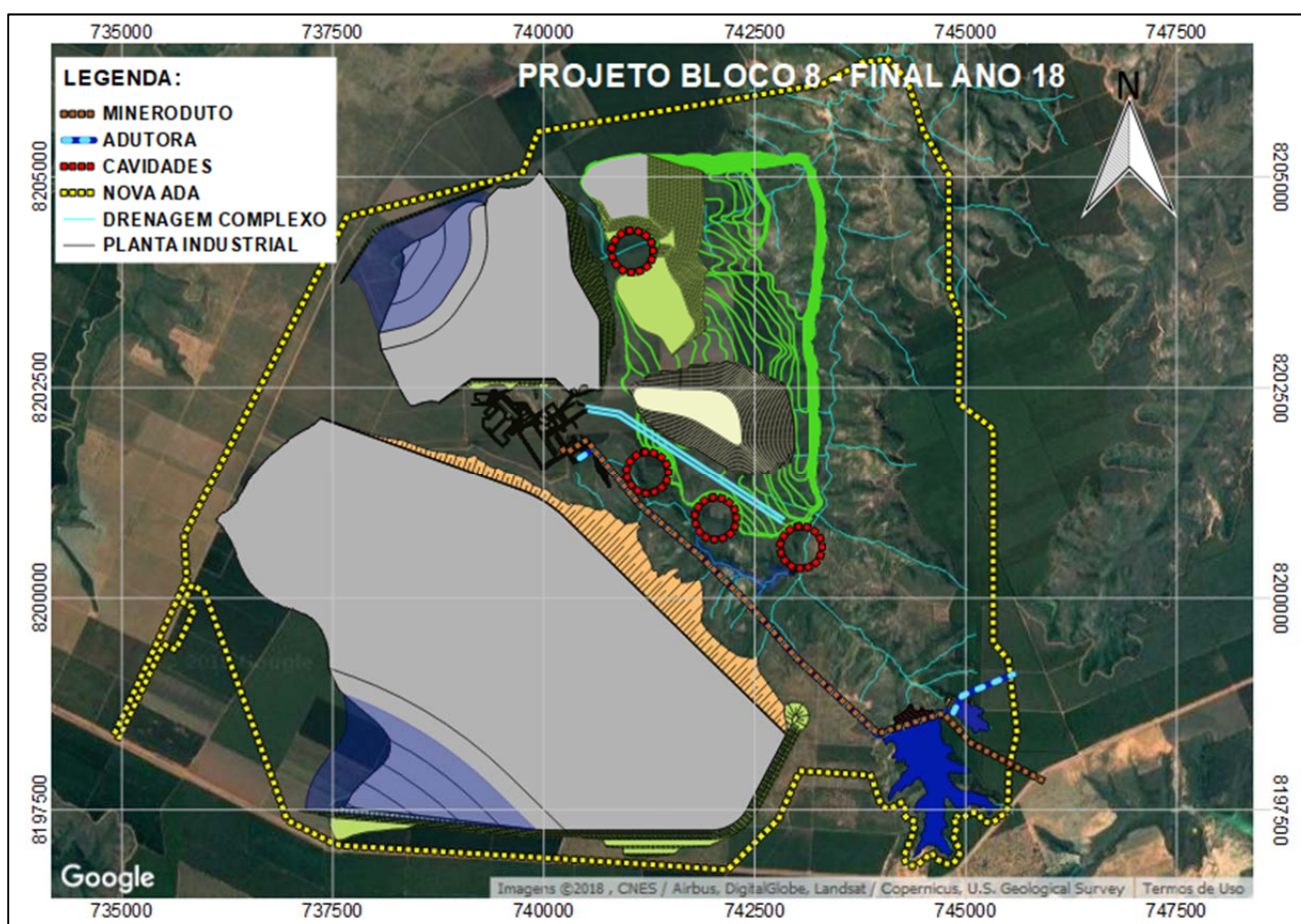
MINA\_BLC8007-1010-G-RE-26

Folha  
**11/59**

WBH28-17-SAM-RTE-0026

Revisão  
 01

- Barragem 1 – Barragem de disposição de estéril e rejeitos provenientes das atividades de mineração;
- Barragem 2 - Barragem de disposição de estéril e rejeitos provenientes das atividades de mineração;
- Backfill - Todo o excedente de estéril não utilizado será direcionado para a cava do empreendimento, em áreas exauridas da operação, apresentando também área disponível para disposição de rejeitos;



**Figura 5.1.1 – Arranjo Geral Projeto Bloco 8 – Final do Ano 18 de Operação**

## **5.2 CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA DOS REJEITOS**

		<b>PROJETO BLOCO 8</b>	
PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO PLANO DE DESCOMISSIONAMENTO RELATÓRIO TÉCNICO	MINA_BLC8007-1010-G-RE-26	Folha <b>12/59</b>	
	WBH28-17-SAM-RTE-0026	Revisão 01	

Para as características granulométricas dos rejeitos produzidos no processo da Unidade de Processamento do Projeto Bloco 8, foram consideradas as informações disponibilizadas pela SAM, com a distribuição granulométrica para as frações do rejeito grosso, fino e lama. A Tabela 5.2.1 e a Figura 5.2.1 apresentam a distribuição granulométrica.

**PROJETO BLOCO 8**

PROJETO CONCEITUAL  
MINA  
ENGENHARIA  
DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO  
PLANO DE DESCOMISSIONAMENTO  
RELATÓRIO TÉCNICO

MINA\_BLC8007-1010-G-RE-26

Folha  
**13/59**

WBH28-17-SAM-RTE-0026

Revisão 01

**Tabela 5.2.1 – Distribuição granulométrica dos rejeitos a serem gerados no processo do minério do Projeto Bloco 8**

Diâmetro do Material (mm)	Rejeito			Lama			Rejeito Fino			Rejeito Grosso		
	%retida	%retida acumulada	%Passante	%retida	%retida acumulada	%Passante	%retida	%retida acumulada	%Passante	%retida	%retida acumulada	%Passante
<b>0,5</b>	0,22	0,22	<b>99,78</b>				0,09	0,09	<b>99,91</b>	1,07	1,07	<b>98,93</b>
<b>0,3</b>	0,95	1,17	<b>98,83</b>				0,4	0,49	<b>99,51</b>	4,6	5,67	<b>94,33</b>
<b>0,212</b>	1,83	3	<b>97,00</b>				0,77	1,26	<b>98,74</b>	8,87	14,54	<b>85,46</b>
<b>0,15</b>	4,68	7,68	<b>92,32</b>				2,34	3,6	<b>96,4</b>	20,64	35,18	<b>64,82</b>
<b>0,115</b>	7,14	14,82	<b>85,18</b>				5,06	8,66	<b>91,34</b>	23,31	58,49	<b>41,51</b>
<b>0,105</b>	3,4	18,22	<b>81,78</b>				2,68	11,34	<b>88,66</b>	9,62	68,11	<b>31,89</b>
<b>0,074</b>	12,62	30,84	<b>69,16</b>				12,89	24,23	<b>75,77</b>	19,48	87,59	<b>12,41</b>
<b>0,044</b>	16,88	47,72	<b>52,28</b>	1	1	<b>99</b>	20,16	44,39	<b>55,61</b>	9,35	96,94	<b>3,06</b>
<b>0,02</b>	17,27	64,99	<b>35,01</b>	8	9	<b>91</b>	21,23	65,62	<b>34,38</b>	1,62	98,56	<b>1,44</b>
<b>0,005</b>	18,3	83,29	<b>16,71</b>	37	46	<b>54</b>	19,22	84,84	<b>15,16</b>	0,81	99,37	<b>0,63</b>
<b>-0,005</b>	16,71	100	<b>0,00</b>	54	100	<b>0</b>	15,14	99,98	<b>0,02</b>	0,63	100	<b>0</b>

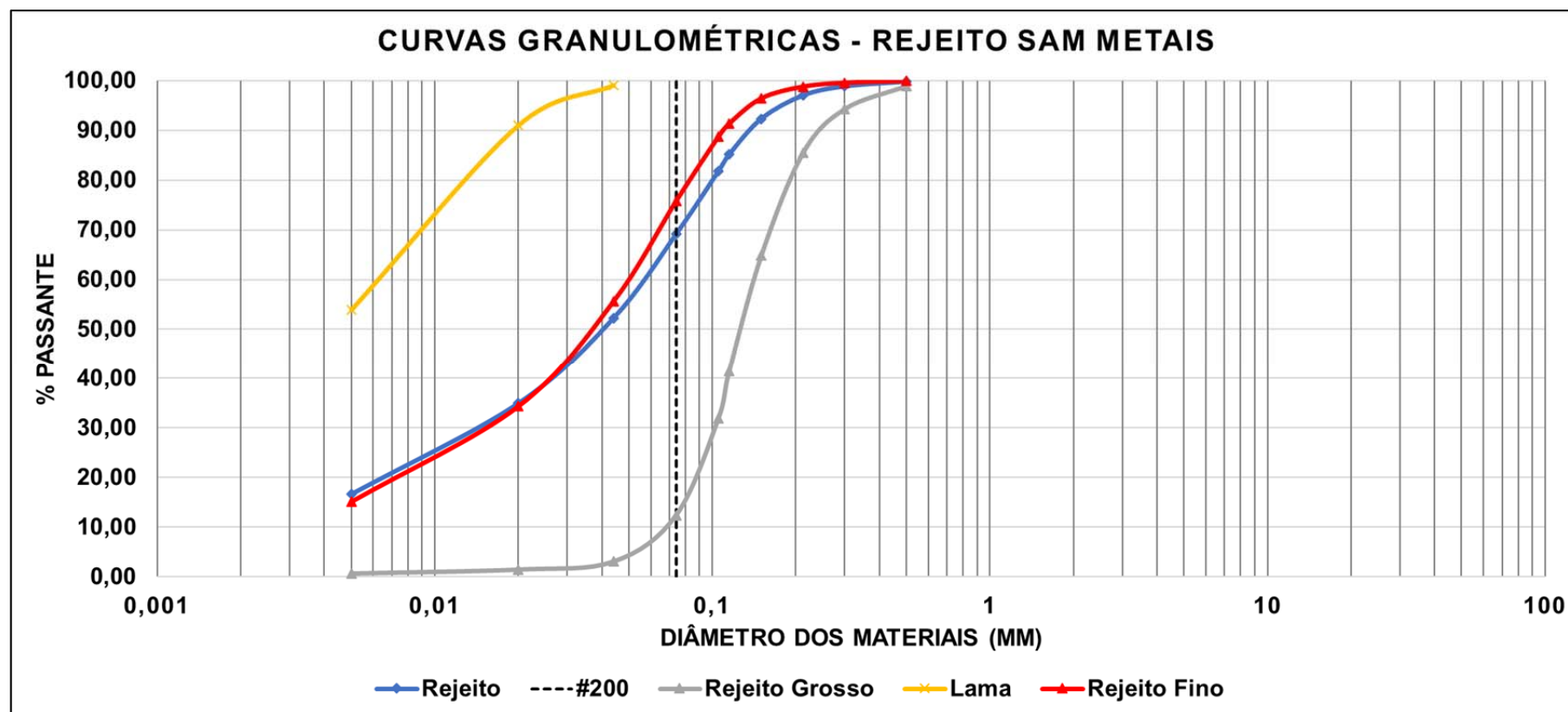


Figura 5.2.1 – Curvas Granulométricas resultantes da distribuição granulométrica para os materiais disponibilizados pela SAM



		<b>PROJETO BLOCO 8</b>
PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO PLANO DE DESCOMISSIONAMENTO RELATÓRIO TÉCNICO	MINA_BLC8007-1010-G-RE-26	Folha <b>15/59</b>
	WBH28-17-SAM-RTE-0026	Revisão 01

### 5.3 CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICAS DOS MATERIAIS DE FUNDAÇÃO

A área do Projeto Bloco 8 está inserida na Formação Nova Aurora, composta por metadiamicictos de matriz arenoso-argilosa, com quartzo, hematita, magnetita, muscovita, clorita e biotita como minerais principais, ocorrendo também lentes de filitos, xistos e quartzitos. Os clastos dos diamicictos são compostos principalmente por quartzitos, quartzo, xistos e rochas carbonáticas com tamanho variando de grânulo a bloco. A principal descontinuidade observada é uma foliação de direção N-S e mergulhos normalmente baixos para leste.

As principais características geológico-geotécnicas do Projeto Bloco 8, são apresentadas no documento “MINA\_BLC8007-1010-G-RE-04”, referente ao Modelo Hidrogeológico Conceitual.

Ressalta-se que para o Projeto Bloco 8, não foram desenvolvidos campanha de sondagens de cunho geotécnico para as estruturas propostas pela WALM para o Projeto Bloco 8.

Para a Cava do Projeto Bloco 8, foram realizados furos exploratórios com o intuito de definir os materiais, teores e características dos materiais de modo a definir as características da lavra.

### 5.4 CARACTERÍSTICAS DAS ESTRUTURAS DE ARMAZENAMENTO DE ÁGUA

#### 5.4.1 BARRAGEM DO VALE

A Barragem do Vale consiste em um barramento independente para o atendimento da demanda hídrica da Comunidade Vale das Cancelas. Abaixo apresenta-se a ficha técnica da Barragem do Vale com as informações da mesma.

Para mais informações sobre o projeto conceitual da Barragem do Vale, consultar documento “MINA\_BLC8007-1010-G-RE-29”.

**Tabela 5.4.1.1 – Ficha técnica da Barragem do Vale**

Barragem do Vale	
Estrutura	Dados
Elevação Crista (m)	860,00

**PROJETO BLOCO 8**

PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO PLANO DE DESCOMISSIONAMENTO RELATÓRIO TÉCNICO	MINA_BLC8007-1010-G-RE-26	Folha <b>16/59</b>
	WBH28-17-SAM-RTE-0026	Revisão 01

Elevação Base (m)	795,00
Altura Máxima (m)	65,00
Largura de Crista (m)	10,00
Comprimento de Crista (m)	184,00
Taludes locais (H:V)	2,0 H : 1,0 V
Desnível máximo entre bermas (m)	10,00
Largura de bermas (m)	6,00
Taludes Globais Jusante (H:V)	2,6 H : 1,0 V
Área de Maciço (m <sup>2</sup> )	35.039,67
Volume total Maciço (m <sup>3</sup> )	700.000,00
Cota do nível d'água operacional (m)	858,00
Área de espelho d'água (m <sup>2</sup> )	86.549,87
Volume do Reservatório (m <sup>3</sup> ) – Até a cota da soleira na El. 858,00 m	1.640.000,00
Vazão de Projeto Sistema Extravasor– TR 10.000 anos (m <sup>3</sup> /s)	5,2
Sobrelevação Máxima do Nível de Água (m)	859,0
Borda Livre Resultante (m)	1,00

#### 5.4.1.1 MACIÇO

A Barragem do Vale será construída em uma única etapa, sendo o maciço homogêneo, constituído de estéril compactado. As principais características geométricas do maciço são: crista na El. 860,0 m, com 10,0 m de largura e 184,0 m de comprimento; altura máxima de 65,0 m; inclinação do talude de jusante de 2,6 H : 1,0 V com bermas de 6,0 m de largura.

#### 5.4.1.2 SISTEMA DE DRENAGEM SUPERFICIAL E INTERNA

O sistema de drenagem superficial proposto para a Barragem do Vale tem como objetivo coletar as águas provenientes do escoamento superficial incidente sobre o talude de jusante e áreas adjacentes e conduzi-las, de forma ordenada, até o talvegue natural a jusante do maciço, evitando o desenvolvimento de processos erosivos. O sistema proposto é constituído basicamente pelas seguintes estruturas:

- Canaletas de drenagem nas bermas, cuja função hidráulica será de conduzir os escoamentos superficiais provenientes da bancada da barragem até aos canais periféricos;
- Canais periféricos de coleta e condução de águas superficiais, tendo como objetivo coletar o escoamento proveniente das bermas e áreas adjacentes, descartando-os juntos as bacias de dissipação. Os canais periféricos serão instalados nas ombreiras esquerda e direita da barragem, e serão concebidos com perfil longitudinal em degraus onde a topografia possuir altas declividades, de forma a auxiliar na dissipação da energia do fluxo de água;



		<b>PROJETO BLOCO 8</b>
<b>PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO PLANO DE DESCOMISSIONAMENTO RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>MINA_BLC8007-1010-G-RE-26</b>	<b>Folha 17/59</b>
	<b>WBH28-17-SAM-RTE-0026</b>	<b>Revisão 01</b>

- Bacias de dissipação, previstas nas extremidades de jusante dos canais periféricos, com o objetivo de reduzir a energia do fluxo de água, evitando a ocorrência de processos erosivos.

O sistema de drenagem da barragem será composto por um filtro vertical em areia com espessura de 1,00 m, tapetes drenantes de ombreira em areia com espessura de 0,60 m e tapete central do tipo sanduíche com núcleo drenante em brita 0 com espessura de 0,50 m envolto por transição geotécnica em areia com camada de 0,30 m. O ponto de desague é constituído por um dreno de pé em enrocamento localizado na base do talvegue natural.

#### **5.4.1.3 SISTEMA EXTRAVASOR**

O sistema extravasor da Barragem do Vale foi concebido na ombreira direita do maciço, com a finalidade de conduzir, de forma ordenada, as vazões defluentes do reservatório, em épocas de cheias, até o talvegue natural, garantindo a segurança hidráulica da barragem. Esse sistema é composto pelos seguintes elementos:

- Canal de aproximação: concebido em concreto armado, com seção retangular, base com 3,0 m de largura, altura de 2,0 m e declividade longitudinal constante de 0,05%, tendo sua soleira na El. 858,00m;
- Canal do rápido (Descida de Água): concebido em concreto armado, com geometria retangular com base variando de 3,00 m a 2,00 m e 1,00 m de altura, tendo seu fundo constituído por degraus onde a topografia possuir altas declividades (superiores a 10%), de forma a auxiliar na dissipação de energia do fluxo de água;
- Bacia de dissipação: concebida em concreto armado, implantada na extremidade de jusante do rápido, visando minimizar a energia do fluxo de água e a ocorrência de processos erosivos no trecho de restituição ao talvegue natural. A mesma possui comprimento mínimo de 10,0 metros, largura de 2,0 m e altura de 2,00 m.

#### **5.4.1.4 MONITORAMENTO**

		<b>PROJETO BLOCO 8</b>
<b>PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO PLANO DE DESCOMISSIONAMENTO RELATÓRIO TÉCNICO</b>	MINA_BLC8007-1010-G-RE-26	Folha <b>18/59</b>
	WBH28-17-SAM-RTE-0026	Revisão 01

O plano de instrumentação visa permitir o controle e monitoramento dos fatos associados à estabilidade da barragem. A tabela a seguir apresenta uma síntese dos tipos e quantitativos a serem instalados na barragem e suas respectivas funções.

**Tabela 5.4.1.4.1 – Tipos de instrumentos de monitoramento e respectivas funções**

Instrumento	Quantidades	Localização	Função
Piezômetro	07	Fundação	Acompanhamento da evolução dos níveis de sub-pressões desenvolvidos ao longo da fundação.
INA	07	Maciço	Monitoramento do nível da freática estabelecida no interior do maciço.
Marco Superficial	07	Maciço	Acompanhamento de recalques e deslocamentos horizontais da estrutura.

## 5.4.2 BARRAGEM INDUSTRIAL

A Barragem Industrial é formada por um reservatório único contemplando toda a bacia do córrego do Vale. Na ficha técnica abaixo consta as informações do arranjo geral da barragem.

Para mais informações sobre o projeto conceitual da Barragem Industrial, consultar documento “MINA\_BLC8007-1010-G-RE-30”.

**Tabela 5.4.2.1 – Ficha técnica da Barragem Industrial**

Barragem Industrial	
Estrutura	Dados
Elevação Crista (m)	860,00
Elevação Base (m)	777,00
Altura Máxima (m)	83,00
Largura de Crista (m)	10,00
Comprimento de Crista (m)	672,00
Talude locais (H:V)	2,0 H : 1,0 V
Desnível máximo entre bermas (m)	10,00
Largura de bermas (m)	6,00
Taludes Globais Jusante (H:V)	2,6 H : 1,0 V
Área de Maciço (m <sup>2</sup> )	11.360,57
Volume total Maciço (m <sup>3</sup> )	2.660.000,00
Cota do nível d'água operacional (m)	858,00
Área de espelho d'água (m <sup>2</sup> )	783.387
Volume do Reservatório (m <sup>3</sup> ) – Até a cota da soleira na El. 858,00 m	19.322.109
Vazão de Projeto Sistema Extravasor– TR 10.000 anos (m <sup>3</sup> /s)	59,31
Sobrelevação Máxima do Nível de Água (m)	858,95

		<b>PROJETO BLOCO 8</b>
PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO PLANO DE DESCOMISSIONAMENTO RELATÓRIO TÉCNICO	MINA_BLC8007-1010-G-RE-26	Folha <b>19/59</b>
	WBH28-17-SAM-RTE-0026	Revisão 01

Barragem Industrial	
Estrutura	Dados
Borda Livre Resultante (m)	1,05

#### 5.4.2.1 MACIÇO

A Barragem Industrial será construída em uma única etapa, sendo o maciço homogêneo, constituído de estéril compactado. As principais características geométricas do maciço são: crista na El. 860,0 m, com 10,0 m de largura e 672,0 m de comprimento; altura máxima de 83,0 m; inclinação do talude de jusante de 2,6 H : 1,0 V com bermas de 6,0 m de largura.

#### 5.4.2.2 SISTEMA DE DRENAGEM SUPERFICIAL E INTERNA

O sistema de drenagem superficial tem por objetivo coletar as águas provenientes do escoamento superficial da Barragem Industrial e conduzi-las, de forma ordenada, até o curso de água, de forma a proteger os taludes e bermas do maciço, evitando o desenvolvimento de processos erosivos. O sistema proposto é constituído pelas seguintes estruturas:

- Canaletas de drenagem nas bermas da barragem, cuja função hidráulica será de conduzir os escoamentos superficiais provenientes das bancadas da barragem até os canais periféricos. Essas estruturas foram projetadas em seção retangular revestidas em concreto, com inclinação longitudinal mínima de 0,5%;
- Canais periféricos de coleta e condução de águas superficiais, tendo como objetivo coletar o escoamento proveniente das bermas, e áreas adjacentes, descartando-os juntos as bacias de dissipação. Os canais periféricos serão instalados nas ombreiras esquerda e direita da barragem, com seção retangular, em concreto armado e serão concebidos com perfil longitudinal em degraus onde a topografia possuir altas declividades, de forma a auxiliar na dissipação da energia do fluxo de água;
- Bacias de dissipação, previstas nas extremidades de jusante dos canais periféricos, com o objetivo de reduzir a energia do fluxo de água, evitando a ocorrência de processos erosivos;

		<b>PROJETO BLOCO 8</b>
PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO PLANO DE DESCOMISSIONAMENTO RELATÓRIO TÉCNICO	MINA_BLC8007-1010-G-RE-26	Folha <b>20/59</b>
	WBH28-17-SAM-RTE-0026	Revisão 01

- Proteção em enrocamento da interface de uma porção do maciço com o terreno natural, onde não foi previsto um canal periférico. Essa proteção foi constituída por um tapete de enrocamento numa faixa de aproximadamente 1,0 m do barramento, com espessura média de 0,50 m, visando proteger a face do maciço do escoamento superficial oriundo da drenagem superficial do terreno natural, de maneira a minimizar o surgimento de processos erosivos.

O sistema de drenagem da barragem será composto por um filtro vertical em areia com espessura de 1,00 m, tapetes drenantes de ombreira em areia com espessura de 0,90 m e tapete central do tipo sanduíche com núcleo drenante em brita 0 com espessura de 0,50 m envolto por transição geotécnica em areia com camada de 0,30 m. O ponto de desagüe é constituído por um dreno de pé em enrocamento localizado na base do talvegue natural.

#### 5.4.2.3 SISTEMA EXTRAVASOR

O sistema extravasor da Barragem Industrial foi concebido com a finalidade de conduzir, de forma ordenada, as vazões defluentes do reservatório em épocas de cheias até o talvegue natural, garantindo a segurança hidráulica da barragem, sendo composto pelos seguintes elementos:

- Canal de aproximação do tipo “side channel”, visando a redução da seção geométrica do longo do sistema extravasor. O canal lateral será concebido em seção trapezoidal, taludes 1V:2H, com base menor de 40 metros de largura, altura de 2,0 metros, tendo sua soleira na El. 858,00m;
- Canal do vertedouro: concebido em concreto armado, com geometria retangular, e declividade longitudinal nula em seu trecho inicial, e de 0,75% no seu trecho final. O canal do vertedouro receberá as contribuições vertidas pelo canal lateral. Essa estrutura foi concebida com seção retangular, em concreto armado, com 9,0 metros de base e altura variando de 5,0 m (trecho inicial) para 3,0 metros;
- Canal do rápido: concebido em concreto armado, com geometria retangular, tendo seu fundo constituído por degraus onde a topografia possuir altas declividades, de

		<b>PROJETO BLOCO 8</b>
<b>PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO PLANO DE DESCOMISSIONAMENTO RELATÓRIO TÉCNICO</b>	MINA_BLC8007-1010-G-RE-26	Folha <b>21/59</b>
	WBH28-17-SAM-RTE-0026	Revisão 01

forma a auxiliar na dissipação da energia do fluxo de água. O canal do rápido foi concebido com seção retangular, em concreto armado, com 9,0 metros de base e altura de 2,0 metros;

- Bacia de dissipação: concebida em concreto, implantada na extremidade de jusante do rápido, visando minimizar a energia do fluxo de água e a ocorrência de processos erosivos no trecho de restituição ao talvegue natural.

#### 5.4.2.4 MONITORAMENTO

O plano de instrumentação visa permitir o controle e monitoramento dos fatos associados à estabilidade da barragem. A Tabela 5.4.2.4.1 a seguir apresenta uma síntese dos tipos e quantitativos a serem instalados na barragem e suas respectivas funções.

**Tabela 5.4.2.4.1 – Tipos de instrumentos de monitoramento e suas respectivas funções**

Instrumento	Quantidades	Localização	Função
Piezômetro	08	Fundação	Acompanhamento da evolução dos níveis de sub-pressões desenvolvidos ao longo da fundação.
INA	08	Maciço	Monitoramento do nível da freática estabelecida no interior do maciço.
Marco Superficial	08	Maciço	Acompanhamento de recalques e deslocamentos horizontais da estrutura.

### 5.5 CARACTERÍSTICAS DAS ESTRUTURAS DE DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITOS

O presente item apresenta as principais características das Barragens 1 e 2, bem como do sistema de disposição Backfill.

#### 5.5.1 BARRAGEM 1

A Barragem 1 consiste na construção da barragem de rejeitos na região do córrego Lamarão considerando o atendimento do volume total de rejeitos a serem gerados nos 18 anos de operação.

		<b>PROJETO BLOCO 8</b>
<b>PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO PLANO DE DESCOMISSIONAMENTO RELATÓRIO TÉCNICO</b>	MINA_BLC8007-1010-G-RE-26	Folha <b>22/59</b>
	WBH28-17-SAM-RTE-0026	Revisão 01

A barragem será construída em etapas, sendo inicialmente construído um Dique de Partida, maciço alteado com rejeito grosso e o Dique de sela na ombreira esquerda, este com objetivo de fechar o reservatório do sistema.

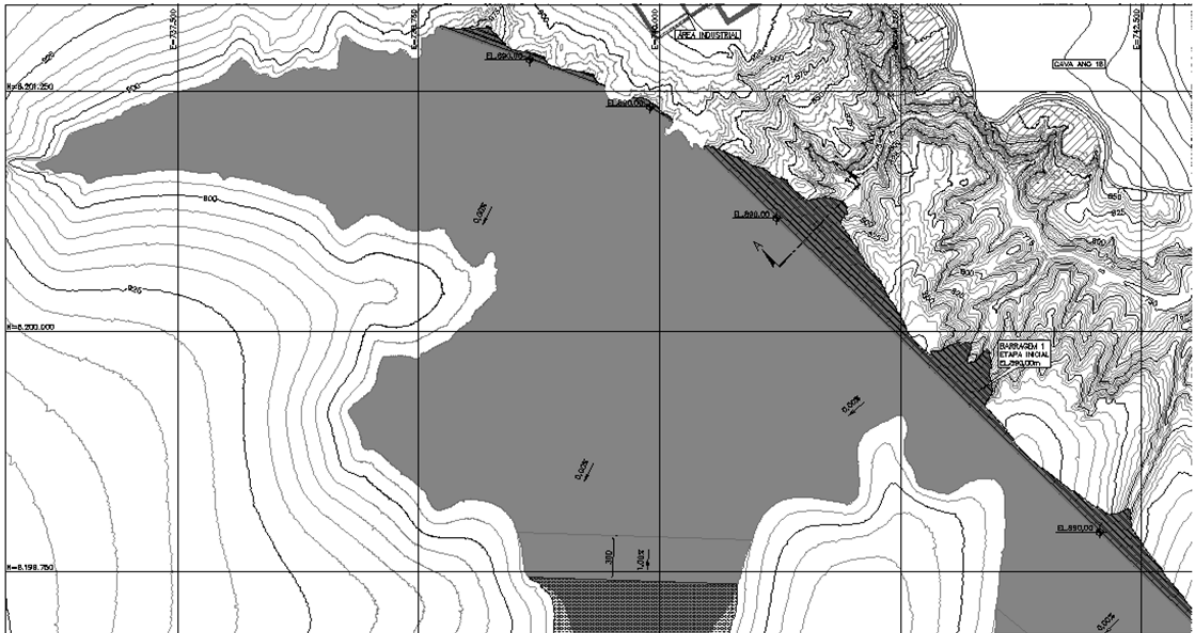
A ficha técnica a seguir apresenta as características desta barragem, assim como o arranjo geral e as seções típicas da estrutura inicial e final.

Para mais informações sobre o projeto conceitual da Barragem 1, consultar documento “MINA\_BLC8007-1010-G-RE-31”.

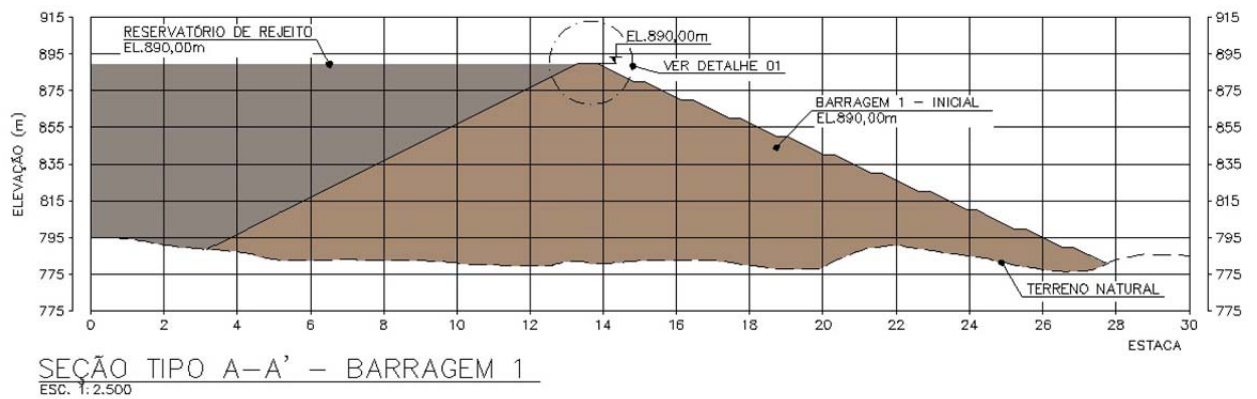
**Tabela 5.5.1.1 – Ficha técnica da Barragem 1**

<b>Estrutura</b>	<b>Inicial</b>	<b>Final</b>
Elevação Crista (m)	890,00	935,00
Elevação Base (m)	776,00	770,00
Altura Máxima (m)	119,00	165,00
Largura de Crista (m)	10,00	10,00
Comprimento de Crista (m)	4763,11	6827,66
Talude locais (H:V)	2,0 H:1,0 V	2,0 H:1,0 V
Desnível máximo entre bermas (m)	10,00	10,00
Largura de bermas (m)	6,00	6,00
Taludes Globais Jusante (H:V)	3,5 H:1,0 V	3,5 H:1,0 V
Área de Maciço (m <sup>2</sup> )	730.006,88	1.898.242,93
Volume total Maciço (m <sup>3</sup> )	18.950.000	65.400.000
Cota do nível d'água operacional (m)	887,00	932,00
Área de espelho d'água (m <sup>2</sup> )	2.196.120	2.161.192
Volume do Reservatório (m <sup>3</sup> ) – Até a cota da soleira	235.348.761	869.176.106
Volume do Reservatório (m <sup>3</sup> ) – Até a cota da crista	262.603.131	927.474.822
Vazão de Projeto Sistema Extravasor– TR 10.000 anos (m <sup>3</sup> /s)	43,94	42,53
Sobrelevação Máxima do Nível de Água (m)	887,74	933,71
Borda Livre Resultante (m)	1,26	1,29

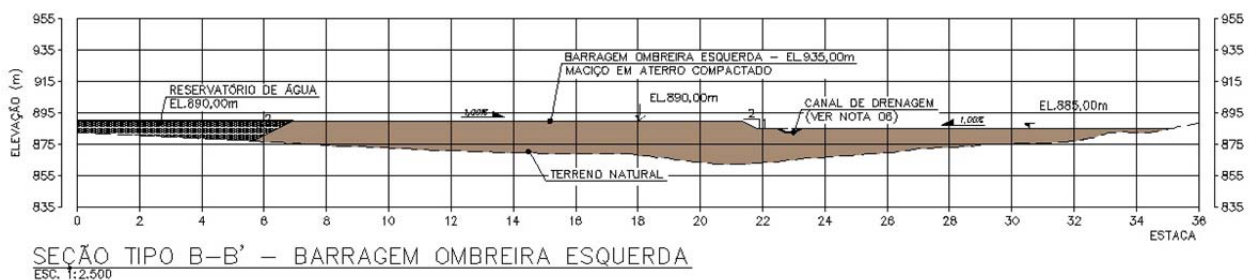




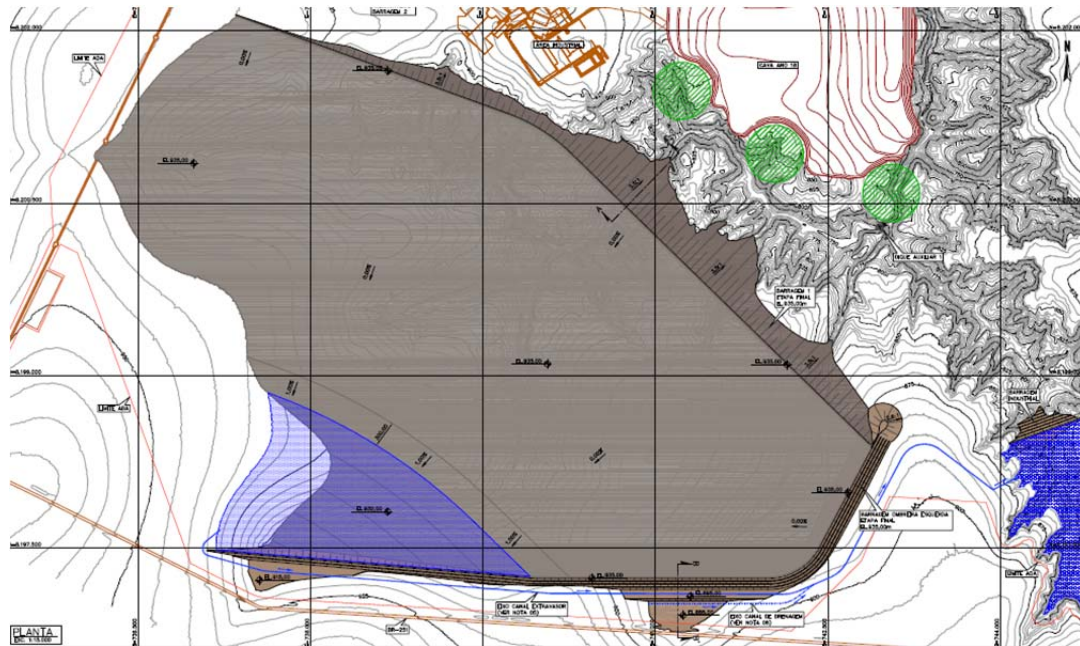
**Figura 5.5.1.1 - Arranjo geral do Dique de Partida**



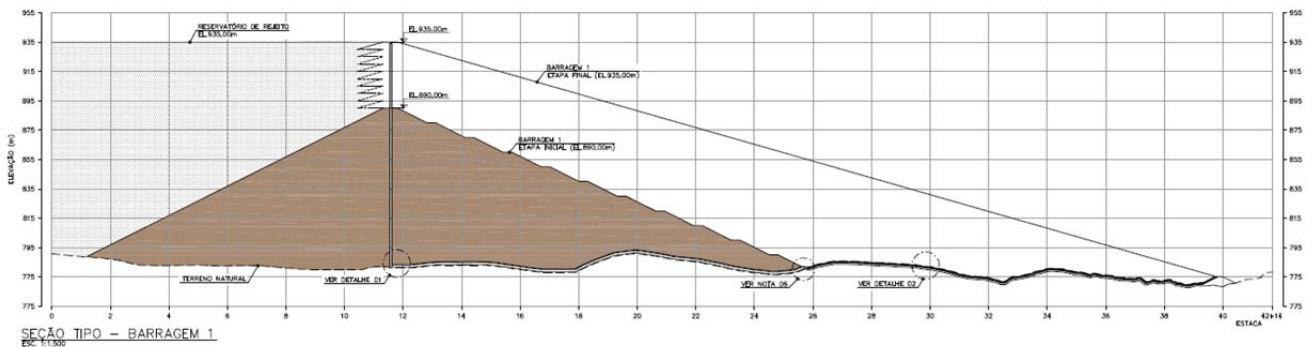
**Figura 5.5.1.2 – Seção do Dique de Partida**



**Figura 5.5.1.3 – Seção Ombreira Esquerda**



**Figura 5.5.1.4 – Arranjo Geral Final da Barragem 1**



**Figura 5.5.1.5 – Seção do Barramento Final**



**Figura 5.5.1.6 – Seção Ombreira Esquerda final**



PROJETO CONCEITUAL  
MINA

MINA\_BLC8007-1010-G-RE-26

Folha  
**25/59**

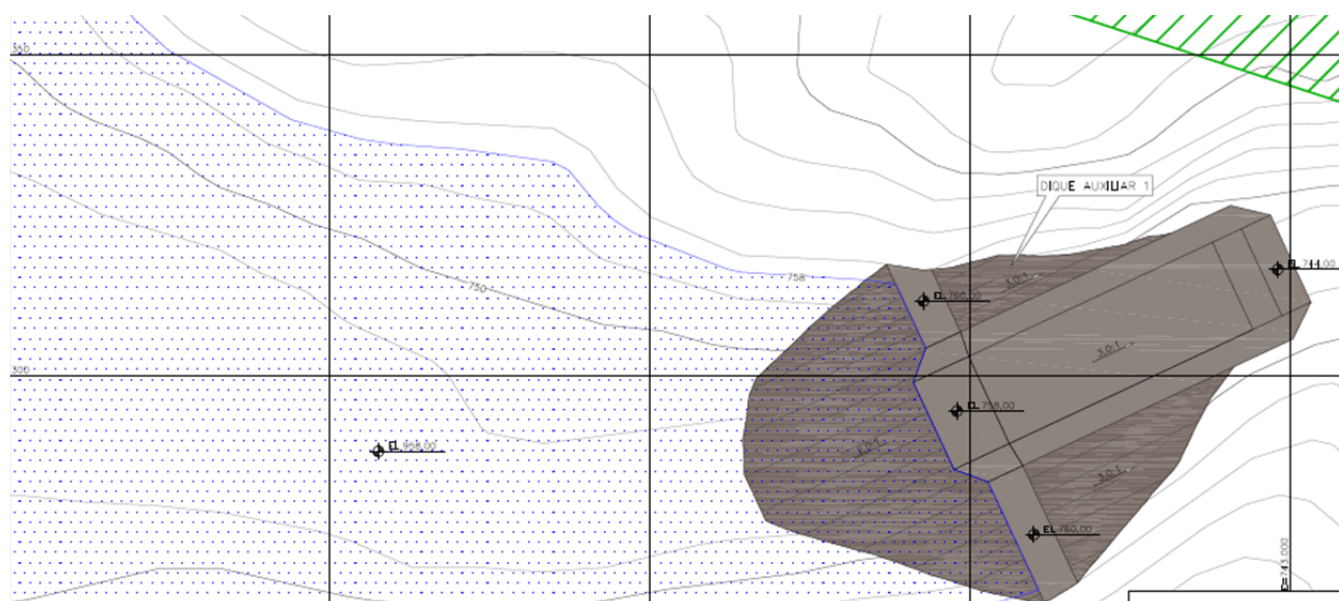
ENGENHARIA  
DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO  
PLANO DE DESCOMISSIONAMENTO  
RELATÓRIO TÉCNICO

WBH28-17-SAM-RTE-0026

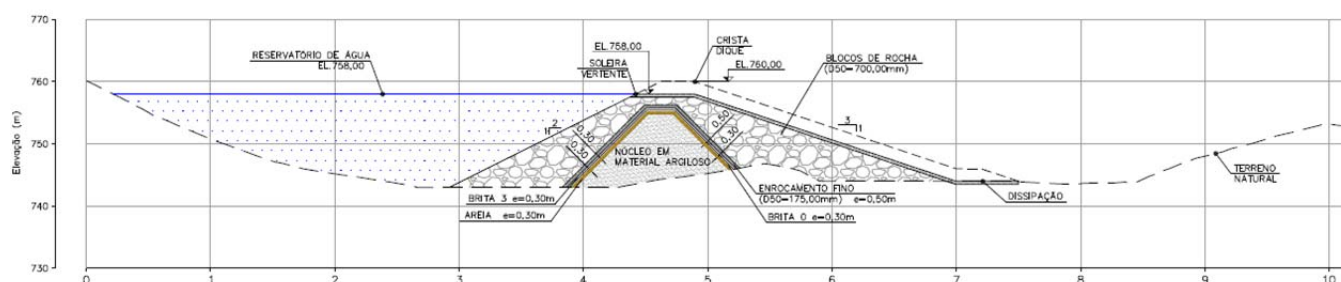
Revisão  
01

A fim de captar a água do sistema de drenagem interna e recircular a mesma para a planta/processo, foi projetado um dique auxiliar galgável em enrocamento com o núcleo argiloso a jusante da Barragem 1. O dimensionamento levou em consideração a crista do Dique na El. 760,00 m com o volume disponível para amortecimento das cheias de 232.877 m<sup>3</sup> com sistema de bombeamento com capacidade de 3.500,00 m<sup>3</sup>/h.

A Figura 5.5.1.7 apresenta o arranjo geral e a Figura 5.5.1.8 apresenta a seção típica.



**Figura 5.5.1.7 – Arranjo geral – Dique Auxiliar 1.**



**Figura 5.5.1.8 - Seção típica – Dique Auxiliar 1.**

		<b>PROJETO BLOCO 8</b>
PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO PLANO DE DESCOMISSIONAMENTO RELATÓRIO TÉCNICO	MINA_BLC8007-1010-G-RE-26	Folha <b>26/59</b>
	WBH28-17-SAM-RTE-0026	Revisão 01

### 5.5.1.1 MACIÇO

O maciço da Barragem 1 será constituída por um dique de partida em estéril compactado e alteamentos em rejeito grosso por linha de centro. As principais características geométricas do maciço são: crista na El. 935,0 m, com 10,0 m de largura e 6827,66 m de comprimento; altura máxima de 159,0 m; inclinação do talude de jusante de 3,5 H : 1,0 V.

### 5.5.1.2 SISTEMA DE DRENAGEM SUPERFICIAL E INTERNA

O sistema de drenagem superficial da Barragem 1 tem por objetivo coletar as águas provenientes do escoamento superficial sobre o talude de jusante e crista do maciço da Barragem 1 e conduzi-las, de forma ordenada, até os pontos de descarga no terreno natural, evitando o desenvolvimento de processos erosivos. O sistema proposto é constituído basicamente pelas seguintes estruturas:

- Canaletas de drenagem nas bermas, cuja função hidráulica será de conduzir os escoamentos superficiais provenientes das bancadas da barragem até as descidas de água e/ou aos canais periféricos;
- Descidas de água sobre os taludes, responsáveis por coletar os escoamentos provenientes das bermas, destinando-os aos canais periféricos;
- Canais periféricos de coleta e condução de águas superficiais, tendo como objetivo coletar o escoamento proveniente das bermas, descidas de água e áreas adjacentes, descartando-os juntos as bacias de dissipação. Os canais periféricos serão concebidos com perfil longitudinal em degraus onde a topografia possuir altas declividades, de forma a auxiliar na dissipação da energia do fluxo de água;
- Bacias de dissipação, previstas nas extremidades de jusante dos canais periféricos, com o objetivo de reduzir a energia do fluxo de água, evitando a ocorrência de processos erosivos;
- Sump 01, concebido imediatamente a jusante dos canais periféricos CP-01 e CP-02, com a função de armazenar as contribuições provenientes das precipitações

		<b>PROJETO BLOCO 8</b>
PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO PLANO DE DESCOMISSIONAMENTO RELATÓRIO TÉCNICO	MINA_BLC8007-1010-G-RE-26	Folha <b>27/59</b>
	WBH28-17-SAM-RTE-0026	Revisão 01

diretas sob o maciço e drenagem interna que não são passíveis de serem retiradas por gravidade, para serem, posteriormente, bombeadas para o Dique Auxiliar 1;

- Sump 02, a ser implantado a jusante dos canais periféricos CP-09 e CP-10, visando armazenar as contribuições provenientes das precipitações diretas sob o maciço e drenagem interna e, em seguida bombeá-las para o reservatório do Dique Auxiliar 1, visando evitar o aporte dessas águas na cavidade existente imediatamente a jusante.

O arranjo geral do sistema de drenagem superficial da Barragem 1 (etapa final) está apresentado no desenho “WBH28-17-SAM-DWG-0073”.

Para garantir que não haja a saturação e desestabilização do maciço de jusante da barragem, foi prevista a implantação do sistema de drenagem interna composto por um filtro vertical e tapete drenante e no fundo do talvegue à jusante da barragem um dreno de fundo, cuja função será de receber uma parcela de água liberada pelo rejeito grosso, a água percolada pela estrutura e, por fim, a água de precipitação pluviométrica incidente sobre o maciço.

### 5.5.1.3 SISTEMA EXTRAVASOR

O sistema extravasor da Barragem 1 foi concebido com a finalidade de conduzir, de forma ordenada, as vazões defluentes do reservatório em épocas de cheias até o talvegue natural, garantindo a segurança hidráulica da barragem. Tanto para a etapa inicial, quanto para a etapa final, essa estrutura foi concebida em colchão reno, com seção transversal, com base de 9,0 metros, altura de 3,0 metros e taludes 1V:2H, tendo a sua soleira na etapa inicial e final nas cotas 887,00 m e 932,00 m, respectivamente.

O sistema extravasor foi dimensionado para a vazão decorrente da chuva de 10.000 anos de período de retorno, considerando uma borda livre mínima de 1,0 m, conforme recomendação constante na publicação “Diretrizes para Elaboração de Estudos Hidrológicos e Dimensionamentos Hidráulicos em Obras de Mineração”, (PINHEIRO, 2011).

O sistema extravasor de emergência do Dique Auxiliar 1 foi concebido com a finalidade de conduzir, de forma ordenada, as vazões defluentes do reservatório em épocas de cheias até o talvegue

		<b>PROJETO BLOCO 8</b>
<b>PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO PLANO DE DESCOMISSIONAMENTO RELATÓRIO TÉCNICO</b>	MINA_BLC8007-1010-G-RE-26	Folha <b>28/59</b>
	WBH28-17-SAM-RTE-0026	Revisão 01

natural, garantindo a segurança hidráulica do barramento, sendo composto pelos seguintes elementos:

- Trecho 1: soleira vertente concebida em geometria trapezoidal, com base menor de 15,0 metros, altura de 2,00 m, taludes laterais de 2,0(H): 1,0(V), revestida em enrocamento arrumado, com diâmetro dos blocos D50 de 50 cm;
- Trecho 2: canal do rápido, sendo o próprio corpo do maciço do dique, revestido em enrocamento arrumado com D50 de 50 cm, declividade longitudinal de 3,0(H): 1,0(V) e transversal de 2,0 (H): 1,0(V);
- Trecho 3: bacia de dissipação para redução do potencial erosivo das vazões vertidas, revestida em enrocamento arrumado D50 de 50 cm.

#### 5.5.1.4 MONITORAMENTO

O plano de instrumentação visa permitir o controle e monitoramento dos fatos associados à estabilidade da barragem. A tabela a seguir apresenta uma síntese dos tipos e quantitativos a serem instalados na barragem e suas respectivas funções.

**Tabela 5.5.1.4.1 – Tipos de instrumentos de monitoramento e suas respectivas funções**

Instrumento	Quantidades	Localização	Função
Piezômetro Casagrande	63	Fundação	Acompanhamento da evolução dos níveis de sub-pressões desenvolvidos ao longo da fundação.
Piezômetro Elétrico	18	Maciço	Maciço da barragem, para conhecer e avaliar as poropressões desenvolvidas devido ao desenvolvimento da barragem
MNA	65	Maciço	Monitoramento do nível da freática estabelecida no interior do maciço.
Marco Superficial	67	Maciço	Acompanhamento de recalques e deslocamentos horizontais da estrutura.

		<b>PROJETO BLOCO 8</b>
<b>PROJETO CONCEITUAL</b> <b>MINA</b> <b>ENGENHARIA</b> <b>DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO</b> <b>PLANO DE DESCOMISSIONAMENTO</b> <b>RELATÓRIO TÉCNICO</b>	MINA_BLC8007-1010-G-RE-26	Folha <b>29/59</b>
	WBH28-17-SAM-RTE-0026	Revisão 01

### 5.5.2 BARRAGEM 2

A Barragem 2 consiste na implantação do barramento construído em etapas, considerando a construção do maciço inicial e alteamentos em solo compactado pela metodologia de linha de centro.

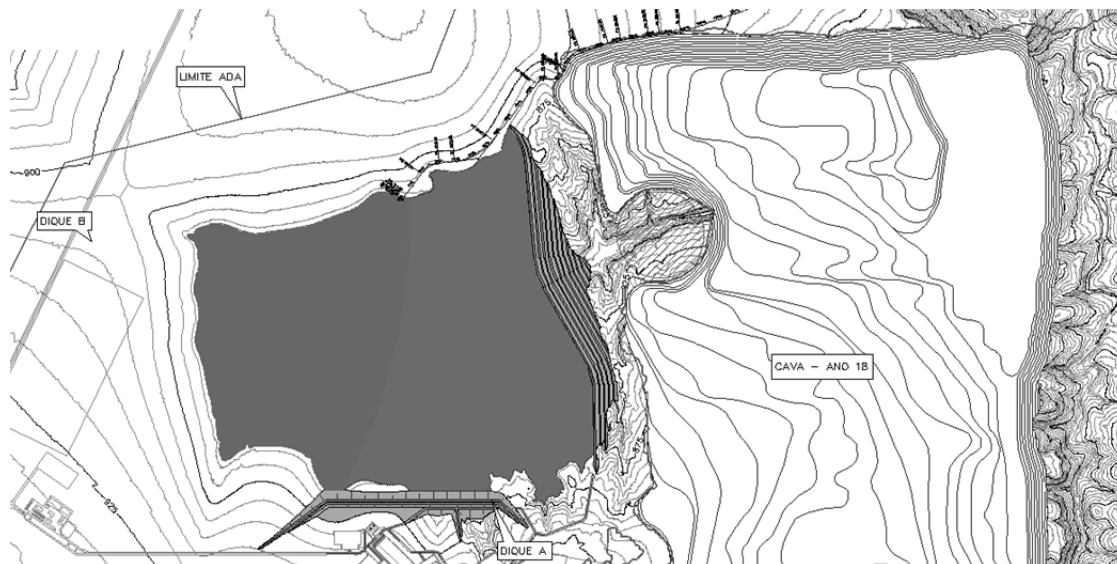
A ficha técnica a seguir apresenta as características desta barragem, assim como os arranjos da estrutura para a etapa inicial e final.

Para mais informações sobre o projeto conceitual da Barragem 2, consultar documento “MINA\_BLC8007-1010-G-RE-32”.

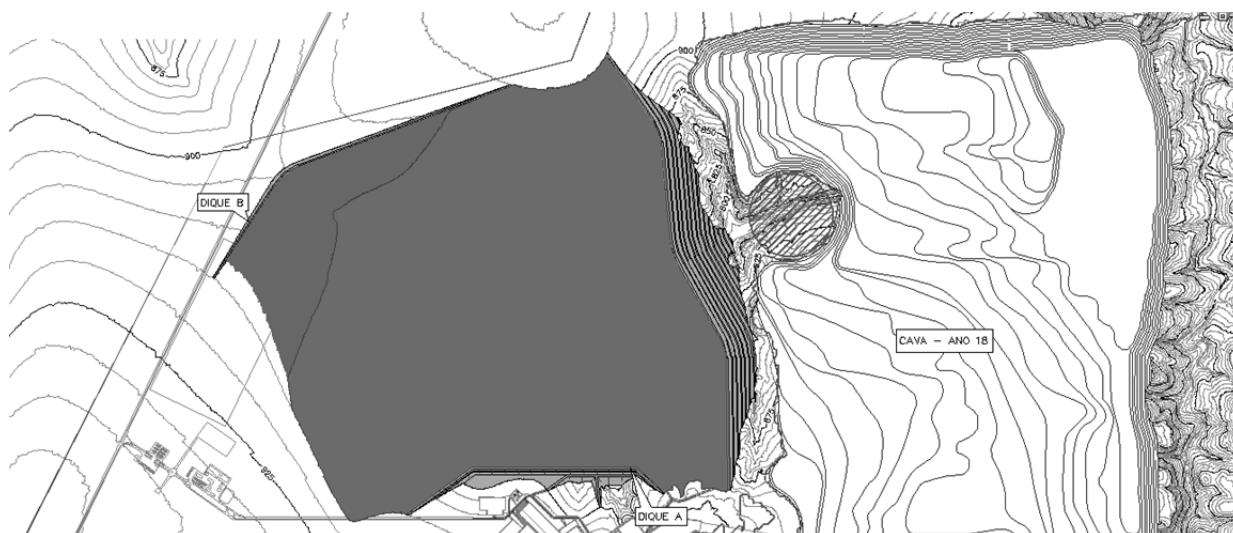
**Tabela 5.5.2.1 – Ficha técnica Barragem 2**

<b>Estrutura</b>	<b>Inicial</b>	<b>Final</b>
Elevação Crista (m)	890,00	915,00
Elevação Base (m)	783,00	782,00
Altura Máxima (m)	107,00	133,00
Largura de Crista (m)	10,00	10,00
Comprimento de Crista (m)	3.791,25	4.485,76
Talude locais (H:V)	2,0 H:1,0 V	2,0 H:1,0 V
Desnível máximo entre bermas (m)	10,00	10,00
Largura de bermas (m)	6,00	6,00
Taludes Globais Jusante (H:V)	3,5 H:1,0 V	3,5 H:1,0 V
Área de Maciço (m <sup>2</sup> )	497.756,64	493.195,12
Volume total Maciço (m <sup>3</sup> )	17.150.000	26.450.000
Cota do nível d'água operacional (m)	888,00	913,00
Área de espelho d'água (m <sup>2</sup> )	3.168.626	5.459.582
Volume do Reservatório (m <sup>3</sup> ) – Até a cota da soleira	116.924.991	221.577.298
Volume do Reservatório (m <sup>3</sup> ) – Até a cota da crista	123.404.484	232.721.245
Vazão de Projeto Sistema Extravasor– TR 10.000 anos (m <sup>3</sup> /s)	10,92	10,94
Sobrelevação Máxima do Nível de Água (m)	888,94	913,94
Borda Livre Resultante (m)	1,06	1,06





**Figura 5.5.2.1 – Arranjo geral – Barragem 2 – Etapa Inicial.**



**Figura 5.5.2.2 – Arranjo geral – Barragem 2 – Etapa Final.**

### 5.5.2.1 MACIÇO

O maciço da Barragem 2 será constituída por um dique de partida em estéril compactado e alteamento em estéril por linha de centro. As principais características geométricas do maciço são: crista na El. 915,0 m, com 10,0 m de largura e 4.485,76 m de comprimento; altura máxima de 132,0 m; inclinação do talude de jusante de 3,5 H : 1,0 V com bermas de 6,0 m de largura.

		<b>PROJETO BLOCO 8</b>
<b>PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO PLANO DE DESCOMISSIONAMENTO RELATÓRIO TÉCNICO</b>	MINA_BLC8007-1010-G-RE-26	Folha <b>31/59</b>
	WBH28-17-SAM-RTE-0026	Revisão 01

### 5.5.2.2 SISTEMA DE DRENAGEM SUPERFICIAL E INTERNA

O sistema de drenagem superficial tem por objetivo coletar as águas provenientes do escoamento superficial sobre o talude de jusante e crista do maciço da Barragem 2 e conduzi-las, de forma ordenada, até o sump localizado a jusante, evitando o desenvolvimento de processos erosivos. O sistema proposto é constituído basicamente pelas seguintes estruturas:

- Canaletas de drenagem nas bermas, cuja função hidráulica será de conduzir os escoamentos superficiais provenientes das bancadas da barragem até as descidas de água e/ou aos canais periféricos;
- Descidas de água sobre os taludes, responsáveis por coletar os escoamentos provenientes das bermas, destinando-os aos canais periféricos;
- Canais periféricos de coleta e condução de águas superficiais, tendo como objetivo coletar o escoamento proveniente das bermas, descidas de água e áreas adjacentes, descartando-os juntos aos sumps. Os canais periféricos serão concebidos com perfil longitudinal em degraus onde a topografia possuir altas declividades, de forma a auxiliar na dissipação da energia do fluxo de água;
- Sumps, concebidos com a função de contenção de sedimentos. Vale ressaltar que o SUMP-03, localizado no talvegue a jusante da barragem, receberá toda a contribuição da drenagem superficial da barragem, a qual deverá ser bombeada para que não atinja a cavidade existente logo a jusante.

O arranjo geral do sistema de drenagem superficial da Barragem 2 (etapa final) está apresentado no desenho "MINA\_BLC8007-1010-O-80".

O sistema de drenagem interna do maciço principal da Barragem 2, do Dique Industrial e de Sela é composto por um filtro vertical e tapete drenante no fundo do talvegue.

### 5.5.2.3 SISTEMA EXTRAVASOR

		<b>PROJETO BLOCO 8</b>
<b>PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO PLANO DE DESCOMISSIONAMENTO RELATÓRIO TÉCNICO</b>	MINA_BLC8007-1010-G-RE-26	Folha <b>32/59</b>
	WBH28-17-SAM-RTE-0026	Revisão 01

O sistema extravasor da Barragem 2, para as fases inicial e final, foi concebido com a finalidade de conduzir, de forma ordenada, as vazões defluentes do reservatório em épocas de cheias até o talvegue natural, garantindo a segurança hidráulica do barramento.

Destaca-se que o sistema extravasor foi previsto em concreto com seção trapezoidal. O extravasor da fase final é conectado ao vertedouro da etapa inicial, conforme pode ser visualizado nos desenhos “MINA\_BLC8007-1010-O-81” e “MINA\_BLC8007-1010-O-82” de Arranjo Geral das fases.

#### 5.5.2.4 MONITORAMENTO

O plano de instrumentação visa permitir o controle e monitoramento dos fatos associados à estabilidade da barragem. A tabela a seguir apresenta uma síntese dos tipos e quantitativos a serem instalados na barragem e suas respectivas funções.

**Tabela 5.5.2.4.1 – Tipos de instrumentos de monitoramento e suas respectivas funções**

Instrumento	Quantidades	Localização	Função
Piezômetro Casagrande	32	Fundação	Acompanhamento da evolução dos níveis de sub-pressões desenvolvidos ao longo da fundação.
MNA	31	Maciço	Monitoramento do nível da freática estabelecida no interior do maciço.
Marco Superficial	34	Maciço	Acompanhamento de recalques e deslocamentos horizontais da estrutura.

#### 5.5.3 BACKFILL

O *Backfill*, além do estéril, deverá apresentar para as etapas finais de operação área disponível para disposição de rejeitos. Para esta condição, a disposição do estéril na área da cava deverá manter áreas apropriadas para a disposição de rejeitos, considerando lançamento hidráulico.

Como se trata de uma fase inicial de projeto e os volumes de estéril variam ao longo do tempo, para esta etapa dos estudos, foi considerado apenas o arranjo final da estrutura. O sequenciamento desta



		<b>PROJETO BLOCO 8</b>
<b>PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO PLANO DE DESCOMISSIONAMENTO RELATÓRIO TÉCNICO</b>	MINA_BLC8007-1010-G-RE-26	Folha <b>33/59</b>
	WBH28-17-SAM-RTE-0026	Revisão 01

estrutura deverá ser realizado nas próximas fases do estudo, considerando todas as interferências do projeto e com base no refinamento dos estudos das Barragens de Rejeitos que podem reduzir e/ou aumentar as demandas de estéril, implicando diretamente na geometria do *Backfill*.

Neste contexto, a disposição em estéril deverá ocupar toda a porção oeste/nordeste da cava, sendo considerado a separação da estrutura em duas pilhas de meia encosta na EL. 775,00 m, equivalente a região que intercepta a drenagem do córrego Mundo Novo, a montante da Cava no trecho compreendido entre a Barragem 2 e o bordo da cava. Nesta região foi necessária à restrição do aterro de modo a compatibilizar a drenagem do trecho e a cava do Projeto Bloco 8, onde o trecho remanescente do córrego Mundo Novo deverá ser desviado pela drenagem superficial do *Backfill*.

Além dos itens citados, o backfill deverá apresentar sistema de drenagem superficial constituídos por canaletas de bermas, descidas hidráulicas, canais periféricos e dispositivos de dissipação, para atendimento as estações chuvosas, evitando a formação de processos erosivos na face dos taludes e bermas durante os períodos de operação. Além disto, foi previsto a construção de um *Sump* no interior da cava para atendimento aos fluxos e sedimentos gerados na região.

A ficha técnica a seguir apresenta as características desta estrutura, assim como o arranjo geral e a seção típica. Para mais informações sobre o projeto conceitual do Backfill, consultar documento “MINA\_BLC8007-1010-G-RE-33”.

**Tabela 5.5.3.1 – Ficha técnica Backfill**

<b>Estrutura</b>	<b>Dados</b>
Elevação Crista (m)	865,00
Elevação Base (m)	642,50
Altura Máxima (m)	225,50
Largura de Crista (m)	20,00
Comprimento de Crista (m)	1.547,73
Talude locais (H:V)	2:1
Desnível máximo entre bermas (m)	10,00
Largura de bermas (m)	6,00
Taludes Globais Jusante (H:V)	2,6:1
Borda livre reservatório (m)	1,50
Cota do nível d'água operacional (m)	863,50
Área de Ocupação (m <sup>2</sup> )	2.008.858,00
Volume total de Disposição de Estéril (Mm <sup>3</sup> )	125,00

PROJETO CONCEITUAL  
MINA  
ENGENHARIA  
DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO  
PLANO DE DESCOMISSIONAMENTO  
RELATÓRIO TÉCNICO

MINA\_BLC8007-1010-G-RE-26

Folha  
**34/59**

WBH28-17-SAM-RTE-0026

Revisão  
01

Estrutura	Dados
Volume total do Reservatório (Mm <sup>3</sup> )	19,46
Área total de espelho D'água (m <sup>2</sup> )	428.930,04

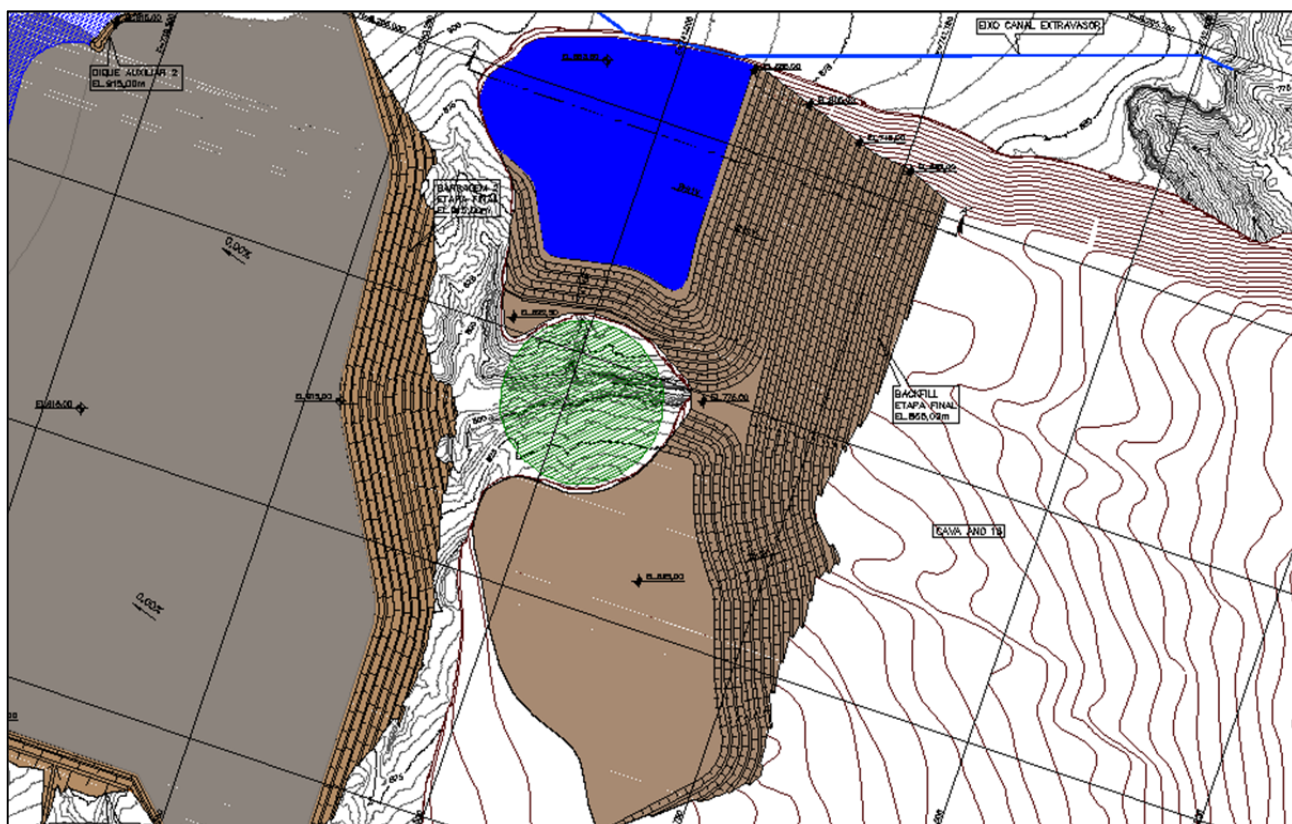


Figura 5.5.3.1 – Arranjo Geral do *Backfill* – Projeto Bloco 8.

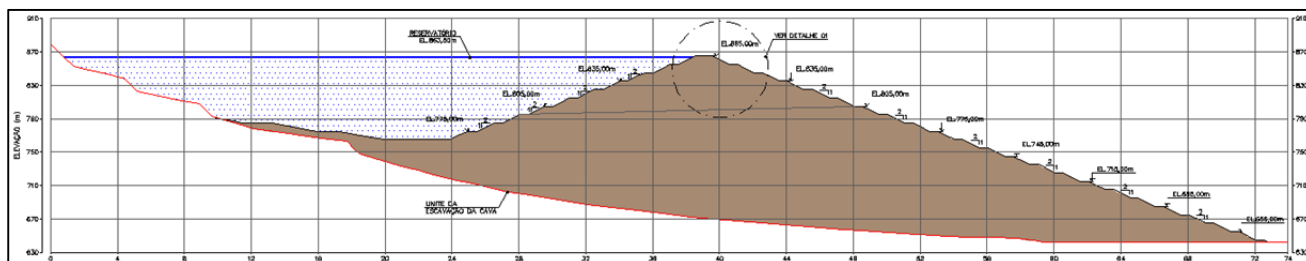


Figura 5.5.3.2 – Seção típica do *Backfill* – Projeto Bloco 8.

### 5.5.3.1 MACIÇO

		<b>PROJETO BLOCO 8</b>
PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO PLANO DE DESCOMISSIONAMENTO RELATÓRIO TÉCNICO	MINA_BLC8007-1010-G-RE-26	Folha <b>35/59</b>
	WBH28-17-SAM-RTE-0026	Revisão 01

O maciço do Backfill é constituído basicamente de estéril. As principais características geométricas do maciço são: crista na El. 865,0 m, com 20,0 m de largura e 1.547,73 m de comprimento; altura máxima de 225,50 m; inclinação do talude de jusante de 2,6H:1V com bermas de 6,0 m de largura.

### 5.5.3.2 SISTEMA DE DRENAGEM SUPERFICIAL E INTERNA

O sistema de drenagem do Backfill foi concebido com o objetivo de coletar as águas provenientes da precipitação direta incidente sobre a área do Backfil e entorno. Essas águas serão conduzidas, de forma ordenada, até ao sump estrategicamente posicionado no fundo da cava, de modo a evitar o desenvolvimento de processos erosivos. São elementos deste sistema:

- Drenagem sobre as bermas que deverão funcionar como canais, conduzindo os escoamentos provenientes do Backfil até as descidas de água e/ou canais periféricos;
- Descidas de Água (DC), responsáveis por coletar os escoamentos provenientes das bermas, destinando-os aos canais periféricos;
- Leiras de proteção de solo compactado, com altura mínima de 0,50 m e taludes 1V:2H, visando o direcionamento das drenagens incidentes sobre o platô do backfill para o canal periférico, evitando a fuga de água e ocorrência de processos erosivos na face dos taludes de jusante e;
- Sump, estrutura escavada em solo localizado no fundo da cava, com a finalidade de conter os sedimentos que, por ventura, sejam gerados durante as operações de lavra e armazenar as contribuições provenientes das precipitações diretas no Backfill, para serem posteriormente bombeadas para a sua reutilização no processo de beneficiamento do minério.

Para garantir que não haja a saturação e desestabilização da região da disposição do estéril na região leste do *Backfill*, foi prevista a implantação do sistema de drenagem interna cuja função é receber os escoamentos provenientes do desaguamento subterrâneo (recarga natural) e contribuições oriundas da infiltração através do material da pilha. Como o estéril será depositado no interior da cava do Projeto Bloco 8, assente em rocha, será desprezada a parcela de contribuição pelo desaguamento subterrâneo.

		<b>PROJETO BLOCO 8</b>
<b>PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO PLANO DE DESCOMISSIONAMENTO RELATÓRIO TÉCNICO</b>	MINA_BLC8007-1010-G-RE-26	Folha <b>36/59</b>
	WBH28-17-SAM-RTE-0026	Revisão 01

Para o trecho em estéril foi considerado a implantação de tapetes drenantes na região da fundação e ombreiras de modo a conduzir os fluxos percolados pelo maciço em estéril. A opção da adoção de drenagem interna somente com tapetes drenantes nestas regiões, visa possibilitar a SAM na disposição do estéril de maneira convencional na região do maciço de suporte da sela topográfica na região norte/noroeste, considerando compactação com o tráfego de equipamentos. Desta forma, despreza-se a utilização de filtros verticais que exigiriam obras civis para a sua construção, reduzindo despesas operacionais e mantendo a produtividade das operações de disposição do estéril para os 18 anos de operação.

#### **5.5.3.3 SISTEMA EXTRAVASOR**

O sistema extravasor do reservatório formado pelo Backfill foi concebido com a finalidade de conduzir, de forma ordenada, as vazões defluentes do reservatório em épocas de cheias até o extravasor da Barragem 2, garantindo a segurança hidráulica da estrutura. Destaca-se que o sistema extravasor foi previsto em concreto com seção trapezoidal.

O vertedouro do reservatório do Backfill apresenta as seguintes dimensões:

**Tabela 5.5.3.3.1 – Extravasor do reservatório do Backfill**

<b>Geometria</b>	Trapezoidal
<b>Base menor (m)</b>	1,00
<b>Taludes (H:V)</b>	2,00
<b>Altura (m)</b>	1,50

#### **5.5.3.4 MONITORAMENTO**

O plano de instrumentação visa permitir o controle e monitoramento dos fatos associados à estabilidade da barragem. A tabela a seguir apresenta uma síntese dos tipos e quantitativos a serem instalados na barragem e suas respectivas funções.

**Tabela 5.5.3.4.1 – Tipos de instrumentos de monitoramento e suas respectivas funções**

Instrumento	Quantidades	Localização	Função
-------------	-------------	-------------	--------

		<b>PROJETO BLOCO 8</b>
<b>PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO PLANO DE DESCOMISSIONAMENTO RELATÓRIO TÉCNICO</b>	MINA_BLC8007-1010-G-RE-26	Folha <b>37/59</b>
	WBH28-17-SAM-RTE-0026	Revisão 01

Piezômetro Casagrande	18	Fundação	Acompanhamento da evolução dos níveis de sub-pressões desenvolvidos ao longo da fundação.
MNA	27	Maciço	Monitoramento do nível da freática estabelecida no interior do maciço.
Marco Superficial	27	Maciço	Acompanhamento de recalques e deslocamentos horizontais da estrutura.
Medidor de Vazão	2	Saída dos dispositivos de drenagem interna	Conhecimento da vazão percolada e posição dos níveis freáticas na região destinada exclusivamente a disposição do estéril

## 6.0 PROJETO DE DESCOMISSIONAMENTO

De acordo com a legislação vigente, uma barragem é descomissionada quando deixa de ser utilizada para os propósitos de capacitar a acumulação ou desvio de água (ou qualquer outra substância), ou quando for abandonada ou demolida. A descaracterização de uma barragem, com demolição parcial ou total das suas estruturas, deve ser comunicado à entidade fiscalizadora e implementado, de modo a garantir as necessárias exigências de segurança. O empreendedor deve promover a realização de um projeto de descomissionamento, apoiado em estudos detalhados da retirada de serviço da barragem, e incluindo as medidas necessárias para garantir as condições de segurança.

No caso de a barragem não ser totalmente removida pode ser adequado prosseguir o controle de segurança das estruturas que permanecem. Nestes casos, o projeto de descomissionamento deve incluir um plano para o controle de segurança das estruturas que permanecem, nomeadamente por intermédio de inspeções de segurança, indicando o seu tipo, periodicidade e forma de apresentação dos relatórios. No caso de ficarem instalados, nas estruturas que permanecem, instrumentos em condições operacionais, a utilização desses instrumentos e a forma da sua utilização devem ser referidas no plano de controle de segurança dessas estruturas.

As atividades de descomissionamento visam estabelecer soluções com viabilidade ambiental, técnica e econômica e que atendam às exigências legais e demais condicionantes aplicáveis.

		<b>PROJETO BLOCO 8</b>
<b>PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO PLANO DE DESCOMISSIONAMENTO RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>MINA_BLC8007-1010-G-RE-26</b>	<b>Folha 38/59</b>
	<b>WBH28-17-SAM-RTE-0026</b>	<b>Revisão 01</b>

Esse projeto tem como objetivo manter as condições de segurança para o descomissionamento e propiciar uma atividade para os possíveis usos futuros. A este respeito, destaca-se que a definição do uso futuro definido no Plano de Descomissionamento do Projeto Bloco 8 prevê apenas a recuperação ambiental.

As atividades de descomissionamento, em específico, devem atingir aos requisitos de estabilidade física e química, que possibilitem a obtenção de condições para a descaracterização da barragem, em relação as suas operações, embora condicionada a possíveis restrições, para o seu uso futuro.

## **6.1 DESCRITIVO DO PROJETO**

### **6.1.1 ESTRUTURAS DE ARMAZENAMENTO DE ÁGUA**

As estruturas de armazenamento de água serão mantidas para abastecimento da comunidade do vale das cancelas.

### **6.1.2 ESTRUTURAS DE DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITOS**

Como premissa de ocupação da cava, a estrutura de contenção dos rejeitos do *Backfill*, deverá apresentar cota inferior a projeção máxima da cava, de modo a não caracterizar a estrutura como Barragem de Rejeitos.

De acordo com a Lei Federal nº 12.334 de 20 de setembro de 2010, a qual estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens – PNSB destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais, uma estrutura é considerada barragem se apresentar pelo menos uma das seguintes características:

- a) Altura do maciço, contada do ponto mais baixo da fundação à crista, maior ou igual a 15 m (quinze metros);
- b) Capacidade total do reservatório maior ou igual a 3.000.000 m<sup>3</sup> (três milhões de metros cúbicos);
- c) Reservatório que contenha resíduos perigosos conforme normas técnicas aplicáveis;



		<b>PROJETO BLOCO 8</b>
PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO PLANO DE DESCOMISSIONAMENTO RELATÓRIO TÉCNICO	MINA_BLC8007-1010-G-RE-26	Folha <b>39/59</b>
	WBH28-17-SAM-RTE-0026	Revisão 01

- d) Categoria de dano potencial associado – DPA, médio ou alto, em termos econômicos, sociais, ambientais ou de perda de vidas humanas.

Conforme Artigo 7º da Lei Federal nº 12.334, as barragens serão classificadas pelos agentes fiscalizadores, por categoria de risco, dano potencial associado e pelo seu volume, com base nos critérios gerais estabelecidos Portaria DNPM nº 70.389, de 17 de maio de 2017.

O Artigo 2 da Portaria DNPM nº 70.389, de 17 de maio de 2017 no item II descrito a seguir, define o termo Barragem de Mineração.

- **“II. Barragens de Mineração:** barragens, barramentos, diques, cavas com barramentos construídos, associados às atividades desenvolvidas com base em direito minerário, construídos em cota superior à da topografia original do terreno, utilizados em caráter temporário ou definitivo para fins de contenção, acumulação, decantação ou descarga de rejeitos de mineração ou de sedimentos provenientes de atividades de mineração com ou sem captação de água associada, compreendendo a estrutura do barramento e suas estruturas associadas, excluindo-se deste conceito as barragens de contenção de resíduos industriais;”

Desta forma, não há necessidade de descomissionamento do *Backfill*. Optou-se pela manutenção do trecho de disposição hidráulica do rejeito em cota inferior à da cava do Projeto Bloco 8, de modo a não caracterizar a disposição de rejeitos no *Backfill*, como barragem de rejeitos, pois as Barragens 1 e 2 a serem construídas no córrego Lamarão e Mundo Novo terão a capacidade de armazenar todo o rejeito requerido pela SAM.

#### 6.1.2.1 BARRAGEM 1

A solução apresentada para o descomissionamento teve como objetivo proporcionar maior integração da estrutura com o ambiente no entorno, com adoção de intervenções mínimas que garantam a estabilização física e química da área, possibilitando um uso futuro sustentável.

		<b>PROJETO BLOCO 8</b>
<b>PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO PLANO DE DESCOMISSIONAMENTO RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>MINA_BLC8007-1010-G-RE-26</b>	<b>Folha 40/59</b>
	<b>WBH28-17-SAM-RTE-0026</b>	<b>Revisão 01</b>

Para tanto, o projeto propõe a regularização do reservatório com solo/estéril de modo que ocorra a drenagem das águas pluviais em direção aos canais a serem implantados no interior do reservatório.

O aterro de regularização será compactado através do trânsito dos próprios equipamentos de terraplenagem. Observa-se que nos últimos 0,20m, próximo a superfície, o material a ser utilizado deverá ser selecionado (material com granulometria fina) de modo a facilitar o plantio da hidrossemeadura.

Dessa forma, o maciço da Barragem 1 será mantido, mas passará a operar como um aterro, pois o reservatório da barragem não mais existirá.

Com relação à condução da água proveniente da área de drenagem do reservatório da Barragem 1, foi previsto um sistema de drenagem superficial com o objetivo de conduzir, de forma ordenada, o escoamento superficial incidente e garantir a ausência de acúmulo de água. Para tanto, foram previstos quatro canais de condução, sendo que três deles deverão transpor o antigo maciço da Barragem 1, desaguando no talvegue natural existente a jusante e um canal no interior do reservatório da Barragem 1 que interligará ao sistema extravasor da estrutura que, por sua vez, desagua no reservatório da Barragem Industrial.

Os canais periféricos foram concebidos com seção trapezoidal, taludes 1H:2V, revestidos em gabião, com base menor de 9,0 metros de largura e 3,0 metros de altura.

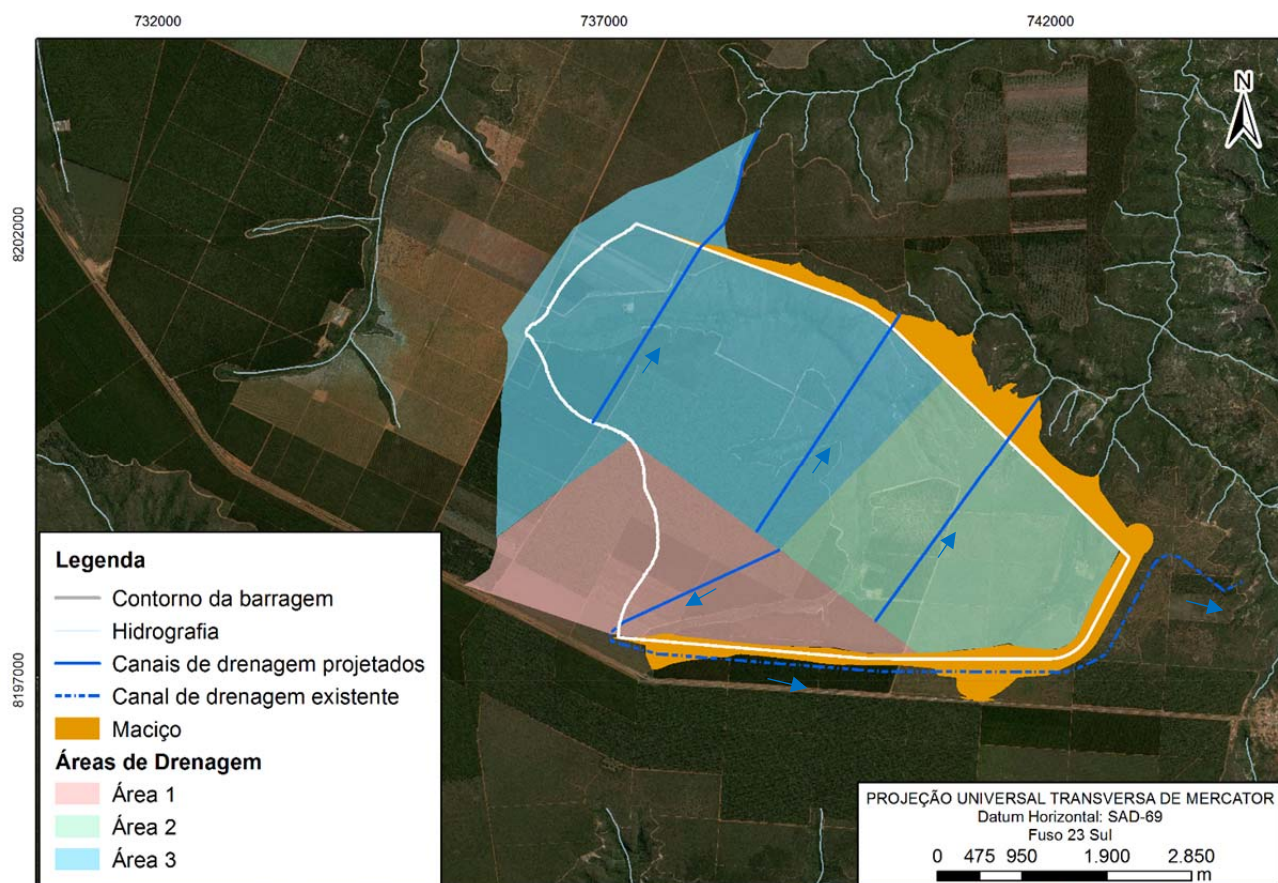
Vale mencionar que, a partir da descaracterização do reservatório e execução dos canais, o atual sistema extravasor da Barragem 1 passará a operar como uma estrutura hidráulica de condução de drenagem superficial, como um canal periférico.

Observa-se, que para a implantação destes canais deverá ser dimensionado, nas próximas etapas do projeto, transição geotécnica, uma vez que os canais serão composto por blocos de rocha.

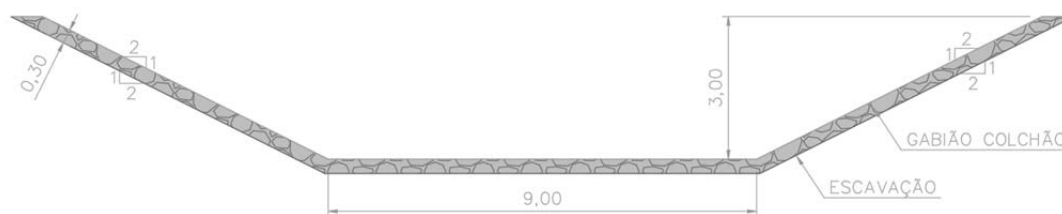
A Figura 6.1.2.1.1 apresenta o arranjo geral do projeto e a Figura 6.1.2.1.2 apresenta as seções típicas dos canais.



		<b>PROJETO BLOCO 8</b>
<b>PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO PLANO DE DESCOMISSIONAMENTO RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>MINA_BLC8007-1010-G-RE-26</b>	<b>Folha 41/59</b>
	<b>WBH28-17-SAM-RTE-0026</b>	<b>Revisão 01</b>



**Figura 6.1.2.1.1 – Barragem 1 – Descomissionamento - Arranjo Geral**



**Figura 6.1.2.1.2 – Seção Típica dos Canais**

Observa-se que mesmo após o descomissionamento da Barragem 1, o monitoramento deverá ser realizado periodicamente até o descomissionamento total da unidade.

		<b>PROJETO BLOCO 8</b>
PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO PLANO DE DESCOMISSIONAMENTO RELATÓRIO TÉCNICO	MINA_BLC8007-1010-G-RE-26	Folha <b>42/59</b>
	WBH28-17-SAM-RTE-0026	Revisão 01

Ressalta-se também a importância do monitoramento da instrumentação ser feito durante as obras de descomissionamento, para verificar se as mesmas irão influenciar na estabilidade total da estrutura, uma vez que as obras englobam desaguamento de todo o reservatório e implantação de aterro de regularização do reservatório.

### 6.1.2.1.1 ESTUDOS GEOTÉCNICOS

#### 6.1.2.1.1.1 ANÁLISES DE ESTABILIDADE

O documento MINA\_BLC8007-1010-G-RE-31, elaborado pela equipe técnica da WALM apresenta o estudo desenvolvido para o projeto conceitual da Barragem 1. Neste estudo estão contempladas todas as análises de estabilidade estabelecidas pela norma NBR 13.028 (ABNT, 2017), apresentando fator de segurança mínimo superior ao exigido por norma.

A fim de verificar a segurança física da estrutura, foram realizadas análises de estabilidade do barramento final para a seção de maior altura, para a situação pós descomissionamento através do software Slide, 2018, desenvolvido pela Rocscience, adotando-se o critério de ruptura de Mohr-Coulomb, e a teoria do equilíbrio limite pelo Método de GLE/Morgenstern-Price.

Observa-se que não foram realizadas análises de estabilidade para o Dique Auxiliar, tendo em vista que este será removido.

Os parâmetros estabelecidos para os materiais foram baseados no documento MINA\_BLC8007-1010-G-RE-31 e segundo a experiência dos profissionais envolvidos no projeto.

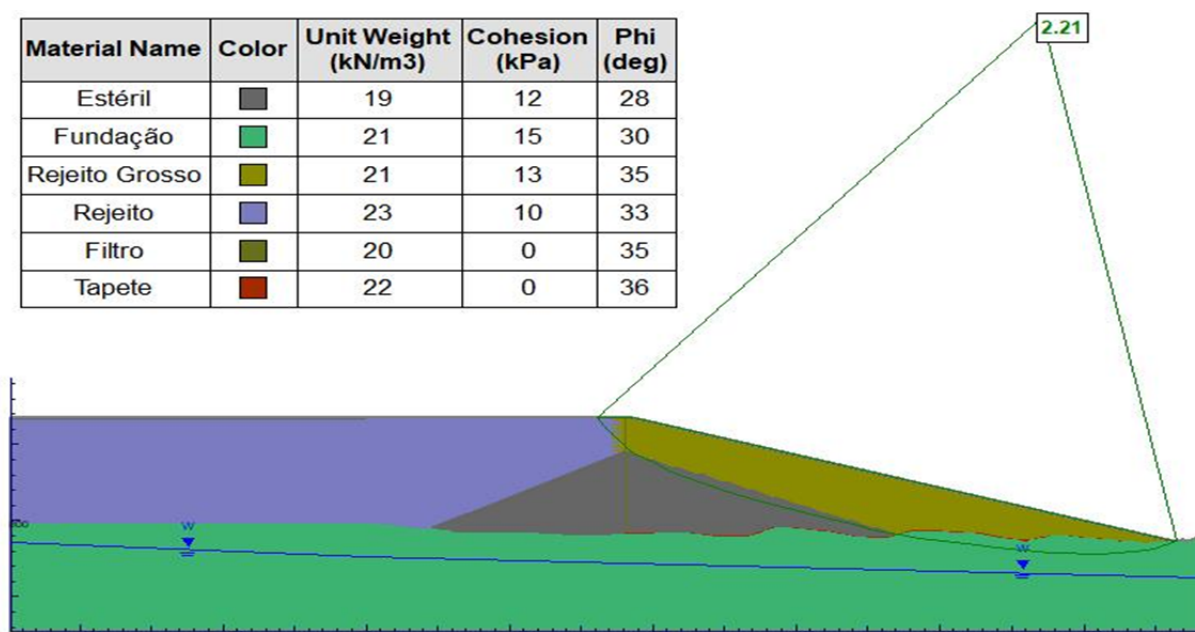
Os valores dos parâmetros de resistência são apresentados na Tabela 6.1.2.1.1. Os resultados das análises são apresentados nas Figura 6.1.2.1.3 e **Erro! Fonte de referência não encontrada..**

**Tabela 6.1.2.1.1 - Parâmetros de Resistência dos Materiais**

Material	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	c' (kPa)	$\phi'$ (°)
Estéril	19	12	28
Fundação	21	15	30

Material	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	c'(kPa)	$\phi'$ (°)
Rejeito	23	10	33
Rejeito Grosso	21	13	35
Areia	20	0	35
Brita 0	22	0	36

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Cohesion (kPa)	Phi (deg)
Estéril	■	19	12	28
Fundação	■	21	15	30
Rejeito Grosso	■	21	13	35
Rejeito	■	23	10	33
Filtro	■	20	0	35
Tapete	■	22	0	36



**Figura 6.1.2.1.3 – Análise de Estabilidade – Situação Pós Descomissionamento da Barragem Final.**

A partir da análise realizada para situação pós descomissionamento da Barragem 1, verifica-se que o fator de segurança é superior ao fator de segurança mínimo de 1,50, mostrando-se estável geotecnicamente.

#### 6.1.2.1.2 ESTUDOS HIDROLÓGICOS

Os estudos hidrológicos foram desenvolvidos com o objetivo de determinar as vazões de projeto para o dimensionamento das estruturas de drenagem previstas para o fechamento da Barragem 1.

Face à inexistência de monitoramento fluviométrico da bacia de interesse, o cálculo das vazões de projeto foi realizado por meio de métodos indiretos, a partir da transformação da chuva em vazão.

**PROJETO BLOCO 8**

PROJETO CONCEITUAL

MINA

ENGENHARIA

DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO

PLANO DE DESCOMISSIONAMENTO

RELATÓRIO TÉCNICO

MINA\_BLC8007-1010-G-RE-26

Folha  
**44/59**

WBH28-17-SAM-RTE-0026

Revisão  
01

Em virtude da magnitude da área de contribuição, superiores a 1,0 km<sup>2</sup>, as vazões de projeto foram determinadas segundo o Método do Hidrograma Unitário. Basicamente, a metodologia adotada nos estudos hidrológicos pode ser resumida na seguinte sequência:

- Estudo das chuvas intensas na área de projeto;
- Definição das características físicas e parâmetros da bacia de contribuição;
- Cálculo das vazões de projeto utilizadas nas estruturas hidráulicas para desativação da Barragem 1.

As chuvas de projeto utilizadas como entrada no modelo de transformação de chuva em vazão apresentadas na foram obtidas dos quantis de altura pluviométrica da Estação Grão Mogol (1642014), operada pela ANA, no período compreendido entre 1973 e 2017. Maiores detalhes do estudo para a determinação das chuvas intensas podem ser visualizados no documento MINA\_BLC8007-1010-G-RE-31.

**Tabela 6.1.2.1.2 – Quantis de Altura Pluviométrica da Estação Grão Mogol (1642014)**

Duração	Período de Retorno (anos) - Precipitação (mm)									
	2	5	10	25	50	100	200	500	1.000	10.000
5 min	6,2	7,8	9	10,1	11,0	10,3	10,9	11,9	12,5	14,3
10 min	14,0	17,5	19,6	22,0	23,8	23,7	25,6	27,5	28,9	31,8
25 min	24,3	30,2	33,7	37,8	40,6	41,5	45,1	48,2	50,6	55,0
30 min	26,4	32,8	36,5	41,0	44,0	45,0	48,9	52,3	54,9	59,7
1 h	34,2	42,4	47,3	52,9	56,8	58,5	63,7	67,9	71,3	77,2
2 h	45,1	56,2	62,9	70,8	76,3	80,0	86,4	92,7	97,5	107
3 h	51,5	64,3	72,1	81,3	87,7	92,6	100	107	113	125
4 h	56,1	70,0	78,6	88,7	95,8	102	109	117	124	137
6 h	62,5	78,1	87,7	99,2	107	114	122	132	139	155
8 h	67,0	83,8	94,2	107	115	123	132	142	150	167
10 h	70,5	88,3	99,3	112	122	130	139	150	158	177
12 h	73,4	91,9	103	117	127	136	145	157	165	185
14 h	79,8	100	113	128	138	148	158	171	181	202
24 h	84,4	106	119	135	146	157	168	181	192	214
2 dias	101	127	144	165	180	195	209	228	242	287
3 dias	123	156	176	199	216	231	246	264	278	322
5 dias	156	199	223	251	270	287	304	324	339	387
7 dias	184	237	268	304	329	352	375	404	425	491
10 dias	218	276	309	347	372	396	418	446	467	530
15 dias	270	337	373	413	439	463	485	512	531	589
20 dias	312	391	433	480	511	539	565	598	621	691
30 dias	382	486	544	608	651	690	727	773	806	907

		<b>PROJETO BLOCO 8</b>
<b>PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO PLANO DE DESCOMISSIONAMENTO RELATÓRIO TÉCNICO</b>	MINA_BLC8007-1010-G-RE-26	Folha <b>45/59</b>
	WBH28-17-SAM-RTE-0026	Revisão 01

Como premissa, estas estruturas foram dimensionadas para a vazão decorrente da chuva com 500 anos de período de recorrência, conforme recomendação da Norma ABNT 13.029/2017, visto que o projeto executivo de desativação da Barragem 1 constitui-se na reconformação do antigo reservatório de disposição de rejeitos em uma pilha/aterro.

A partir dos valores de precipitação apresentados na Tabela 6.1.2.1.2 e utilizando-se métodos indiretos de transformação chuva-vazão, foram determinadas as vazões de projeto para o dimensionamento hidráulico dos canais de drenagem.

O modelo matemático utilizado foi o HEC-HMS – Hydrologic Modeling System, desenvolvido pelo Hydrologic Engineering Center, órgão colegiado do U.S. Army Corps of Engineers, versão 3.5.

Para determinação da chuva efetiva, parcela da precipitação que transformará em escoamento superficial, foi utilizada a metodologia proposta pelo Soil Conservation Service (SCS), tendo como parâmetro o Número de Curva (CN).

Na síntese dos hidrogramas de vazões foi utilizado o método SCS, tendo como parâmetro o lagtime (Tlag) dado pela multiplicação do tempo de concentração pelo fator de 0,6.

O tempo de concentração foi calculado usando o Método de Kirpich, O tempo de concentração foi calculado usando o Método de Kirpich.:

Os parâmetros utilizados no modelo para o cálculo das vazões de projeto dos canais de drenagem estão apresentados na Tabela 6.1.2.1.3.

**Tabela 6.1.2.1.3 – Parâmetros Utilizados – Canais de Drenagem**

Estrutura	Área de Drenagem (km <sup>2</sup> )	Número de Curva Ponderado (CN III)	Abstração Inicial (mm)	Tempo de Concentração (min)	Lag Time (horas)
Canal de Drenagem 1	5.8	76.8	15.31	15	9
Canal de Drenagem 2	6.7	76.8	15.31	15	9
Canal de Drenagem 3	6.5	76.8	15.31	15	9
Canal de Drenagem 4	6.5	76.8	15.31	15	9



		<b>PROJETO BLOCO 8</b>
PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO PLANO DE DESCOMISSIONAMENTO RELATÓRIO TÉCNICO	MINA_BLC8007-1010-G-RE-26	Folha <b>46/59</b>
	WBH28-17-SAM-RTE-0026	Revisão 01

As simulações foram realizadas para os eventos de chuva com as durações variando entre 1 hora até 24 horas, de maneira a se determinar a duração crítica, ou seja, aquela que resultará na maior vazão afluente. Os resultados das simulações estão apresentados na Tabela 6.1.2.1.4.

**Tabela 6.1.2.1.4 – Vazões de Projeto para os Canais de Drenagem (m³/s) – TR 500 anos**

Duração (horas)	Canal de Drenagem 1	Canal de Drenagem 2	Canal de Drenagem 3	Canal de Drenagem 4
1	80,75	93,28	90,49	90,49
2	<b>85,26</b>	<b>98,49</b>	<b>95,55</b>	<b>95,55</b>
3	75,61	87,35	84,74	84,74
4	66,41	76,71	74,72	74,72
6	53,28	61,55	59,71	59,71
8	44,74	51,68	50,14	50,14
10	38,75	44,77	43,43	43,43
12	34,32	39,64	38,46	38,46
18	25,88	29,90	29,00	29,00
24	21,01	24,27	24,00	24,00

### 6.1.2.1.3 ESTUDOS HIDRÁULICOS

As estruturas do sistema de drenagem foram dimensionadas para o escoamento das vazões de pico, apresentadas na Tabela 6.1.2.1.4, considerando o regime permanente e uniforme, utilizando a equação de Manning, expressa por:

$$Q = \frac{1}{n} \times A \times Rh^{\frac{2}{3}} \sqrt{I}$$

Onde:

- Q: vazão (m³/s);
- n: coeficiente de rugosidade de Manning, adotado 0,025 (gabião);
- A: área molhada (m²);
- Rh: raio hidráulico da seção molhada (m);
- I: declividade longitudinal (m/m).

Conforme já mencionado, os canais de drenagem foram concebidos com seção trapezoidal, em gabião colchão, taludes 1V:2H e declividade mínima longitudinal de 0,5%. O dimensionamento



		<b>PROJETO BLOCO 8</b>
<b>PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO PLANO DE DESCOMISSIONAMENTO RELATÓRIO TÉCNICO</b>	MINA_BLC8007-1010-G-RE-26	Folha <b>47/59</b>
	WBH28-17-SAM-RTE-0026	Revisão 01

destas estruturas foi realizado para determinação da altura da lâmina de água e o critério de velocidades admissíveis. Adotou-se como premissa uma borda livre de, no mínimo, 20% da altura da lâmina de água.

**Tabela 6.1.2.1.5 – Síntese do Dimensionamento dos Canais de Drenagem da Barragem 1**

Variável	Canal de Drenagem 1	Canal de Drenagem 2	Canal de Drenagem 3 e 4
<b>Vazão de Projeto (m³/s)</b>	85,3	98,49	95,55
<b>Seção geométrica</b>	Trapezoidal (Taludes 1V:2H)	Trapezoidal (Taludes 1V:2H)	Trapezoidal (Taludes 1V:2H)
<b>Largura da Base Menor (m)</b>	9,00	9,00	9,00
<b>Revestimento</b>	Gabião Colchão	Gabião Colchão	Gabião Colchão
<b>Coefficiente de Manning</b>	0,025	0,025	0,025
<b>Declividade longitudinal mínima</b>	0,5%	0,5%	0,5%
<b>Profundidade de escoamento (m)</b>	1,90	2,05	2,02
<b>Velocidade (m/s)</b>	3,52	3,67	3,64
<b>Altura (m)</b>	3,00	3,00	3,00
<b>Borda livre Resultante (m)</b>	1,10	0,95	0,98

### 6.1.2.2 BARRAGEM 2

Para o decomissionamento da Barragem 2 foi prevista a mesma solução adotada para a Barragem 1, com a regularização do reservatório com solo/estéril de modo que ocorra a drenagem das águas pluviais em direção aos canais a serem implantados no interior do reservatório.

O aterro de regularização será compactado através do trânsito dos próprios equipamentos de terraplenagem. Observa-se que nos últimos 0,20m, próximo a superfície, o material a ser utilizado deverá ser selecionado (material com granulometria fina) de modo a facilitar o plantio da hidrossemeadura.

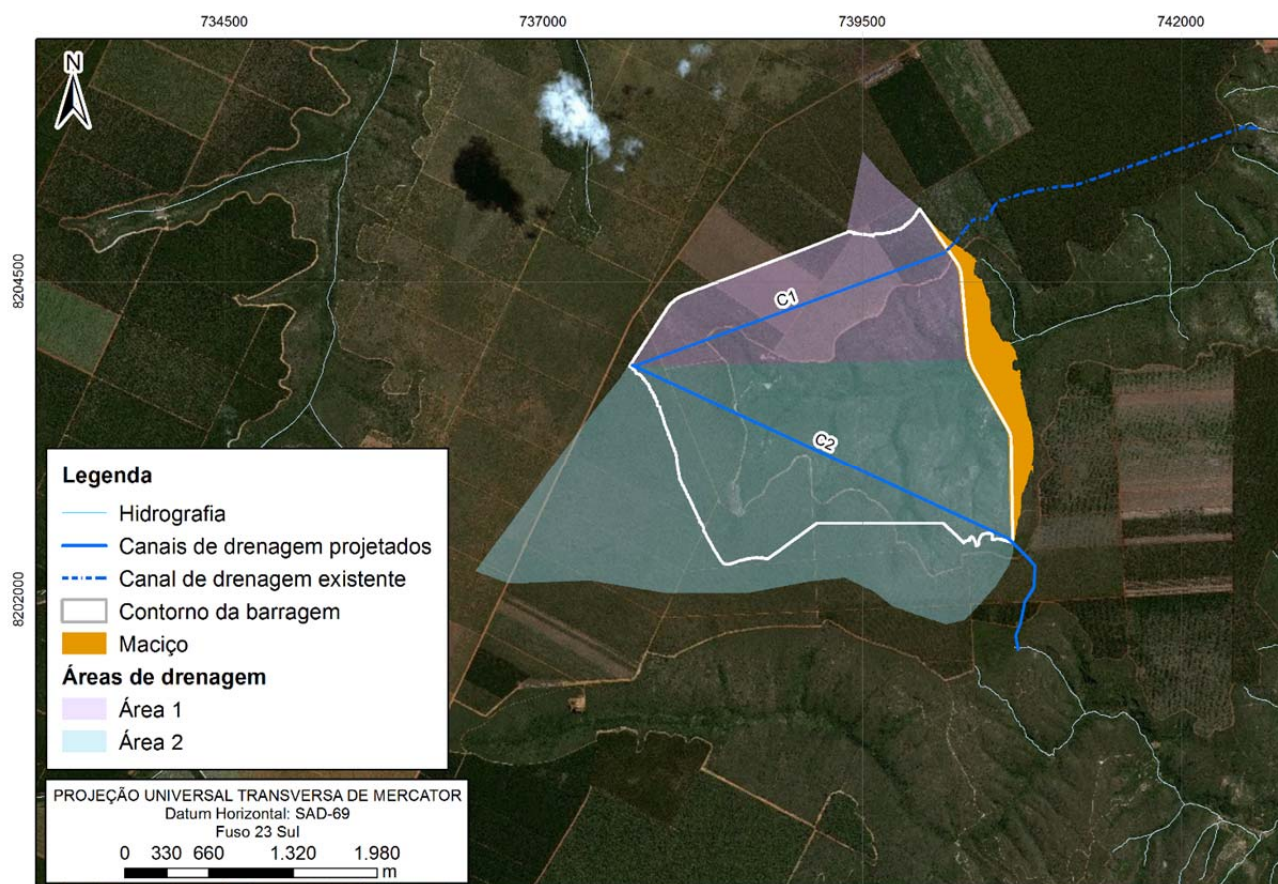
Dessa forma, o maciço da Barragem 2 será mantido, mas passará a operar como um acesso local, pois o reservatório da barragem não mais existirá.

		<b>PROJETO BLOCO 8</b>
<b>PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO PLANO DE DESCOMISSIONAMENTO RELATÓRIO TÉCNICO</b>	MINA_BLC8007-1010-G-RE-26	Folha <b>48/59</b>
	WBH28-17-SAM-RTE-0026	Revisão 01

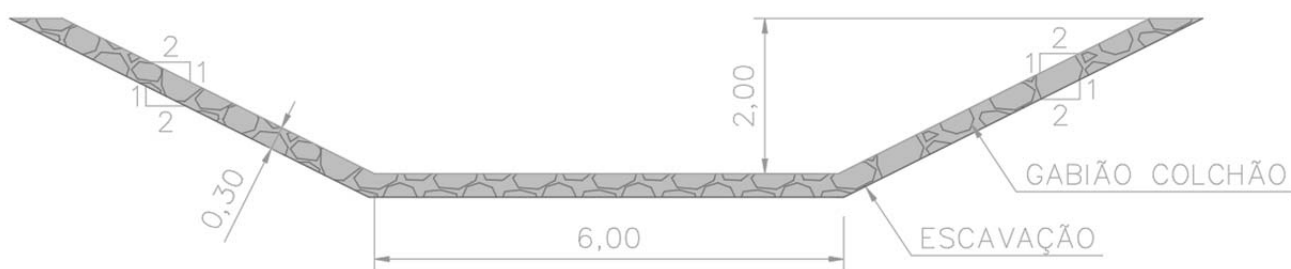
Para a condução, de forma ordenada, do escoamento incidente de maneira a garantir a ausência de acúmulo de água na área do reservatório da Barragem 2, foram propostos dois canais de condução, sendo o primeiro conectado ao antigo sistema extravasor da Barragem 2.

A partir da descaracterização do reservatório e execução dos canais, o atual sistema extravasor da barragem passará a operar como uma estrutura hidráulica de condução de drenagem superficial, como um canal periférico.

A Figura 6.1.2.2.1 apresenta o arranjo geral do projeto e nas Figura 6.1.2.2.2, Figura 6.1.2.2.3 e Figura 6.1.2.2.4 podem ser visualizadas as seções típicas dos canais.



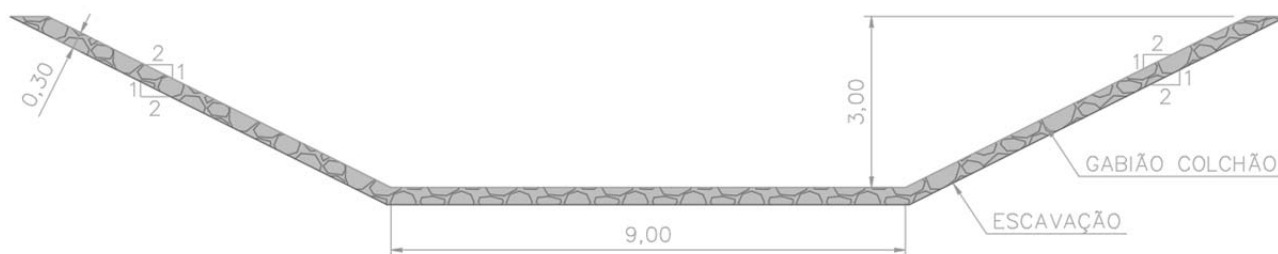
**Figura 6.1.2.2.1 – Barragem 2 – Descomissionamento - Arranjo Geral**



**Figura 6.1.2.2 – Seção Típica do Canal de Drenagem 1 Projetado**



**Figura 6.1.2.2.3 – Seção Típica do Canal de Drenagem 1 Existente - Concreto**



**Figura 6.1.2.2.4 – Seção Típica do Canal de Drenagem 2**

Observa-se que mesmo após o descomissionamento da Barragem 2 o monitoramento deverá ser realizado periodicamente até o descomissionamento total da unidade.

		<b>PROJETO BLOCO 8</b>
PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO PLANO DE DESCOMISSIONAMENTO RELATÓRIO TÉCNICO	MINA_BLC8007-1010-G-RE-26	Folha <b>50/59</b>
	WBH28-17-SAM-RTE-0026	Revisão 01

Ressalta-se também a importância do monitoramento da instrumentação ser feito durante as obras de descomissionamento, para verificar se as mesmas irão influenciar na estabilidade total da estrutura, uma vez que as obras englobam desaguamento de todo o reservatório e implantação de aterro de regularização do reservatório.

### 6.1.2.2.1 ESTUDOS GEOTÉCNICOS

#### 6.1.2.2.1.1 ANÁLISES DE ESTABILIDADE

O documento MINA\_BLC8007-1010-G-RE-32, elaborado pela equipe técnica da WALM apresenta o estudo desenvolvido para o projeto conceitual da Barragem 2. Neste estudo estão contempladas todas as análises de estabilidade estabelecidas pela norma NBR 13.028 (ABNT, 2017), apresentando fator de segurança mínimo superior ao exigido por norma.

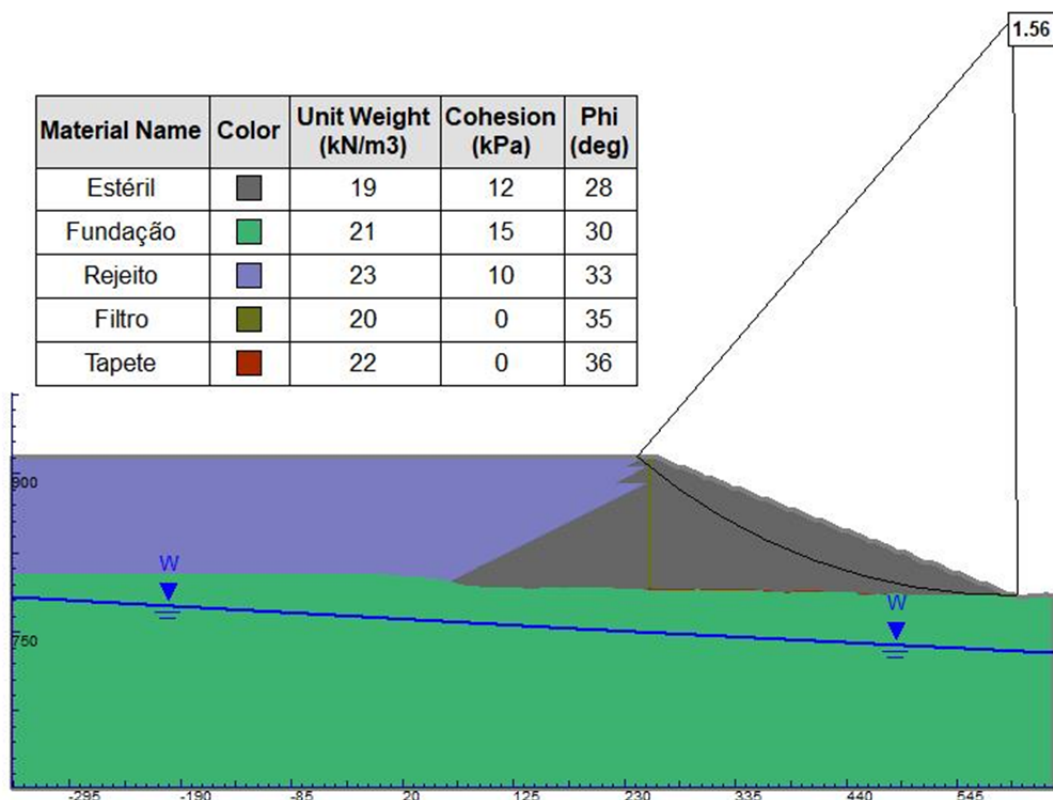
A fim de verificar a segurança física da estrutura, foram realizadas análises de estabilidade do barramento final para a seção de maior altura, para a situação pós descomissionamento através do software Slide, 2018, desenvolvido pela Rocscience, adotando-se o critério de ruptura de Mohr-Coulomb, e a teoria do equilíbrio limite pelo Método de GLE/Morgenstern-Price.

Os parâmetros estabelecidos para os materiais foram baseados no documento MINA\_BLC8007-1010-G-RE-32 e segundo a experiência dos profissionais envolvidos no projeto.

Os valores dos parâmetros de resistência são apresentados na Tabela 6.1.2.2.1. Os resultados das análises são apresentados nas Figura 6.1.2.2.5, **Erro! Fonte de referência não encontrada. Erro! Fonte de referência não encontrada..**

**Tabela 6.1.2.2.1 - Parâmetros de Resistência dos Materiais**

Material	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	c' (kPa)	$\phi'$ (°)
Estéril	19	12	28
Fundação	21	15	30
Rejeito	23	10	33
Areia	20	0	35
Brita 0	22	0	36



**Figura 6.1.2.2.5 – Análise de Estabilidade – Situação Pós Descomissionamento da Barragem Final.**

A partir da análise realizada para situação pós descomissionamento da Barragem 2, verifica-se que o fator de segurança é superior ao fator de segurança mínimo de 1,50, mostrando-se estável geotecnicamente.

#### 6.1.2.2.2 ESTUDOS HIDROLÓGICOS

Os estudos hidrológicos foram desenvolvidos com o objetivo de determinar as vazões de projeto para o dimensionamento das estruturas de drenagem previstas para o fechamento da Barragem 2.

Face à inexistência de monitoramento fluviométrico da bacia de interesse, o cálculo das vazões de projeto foi realizado por meio de métodos indiretos, a partir da transformação da chuva em vazão. Em virtude da magnitude da área de contribuição, superiores a 1,0 km<sup>2</sup>, as vazões de projeto foram



		<b>PROJETO BLOCO 8</b>
<b>PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO PLANO DE DESCOMISSIONAMENTO RELATÓRIO TÉCNICO</b>	<b>MINA_BLC8007-1010-G-RE-26</b>	<b>Folha 52/59</b>
	<b>WBH28-17-SAM-RTE-0026</b>	<b>Revisão 01</b>

determinadas segundo o Método do Hidrograma Unitário. Basicamente, a metodologia adotada nos estudos hidrológicos pode ser resumida na seguinte sequência:

- Estudo das chuvas intensas na área de projeto;
- Definição das características físicas e parâmetros da bacia de contribuição;
- Cálculo das vazões de projeto utilizadas nas estruturas hidráulicas para desativação da Barragem 2.

As chuvas de projeto utilizadas como entrada no modelo de transformação de chuva em vazão apresentadas na foram obtidas dos quantis de altura pluviométrica da Estação Grão Mogol (1642014), operada pela ANA, no período compreendido entre 1973 e 2017. Maiores detalhes do estudo para a determinação das chuvas intensas podem ser visualizados no documento MINA\_BLC8007-1010-G-RE-32. A Tabela 6.1.2.1.2 apresenta os quantis de altura pluviométrica utilizados no estudo.

Como premissa, estas estruturas foram dimensionadas para a vazão decorrente da chuva com 500 anos de período de recorrência, conforme recomendação da Norma ABNT 13.029/2017, visto que o projeto executivo de desativação da Barragem 1 constitui-se na reconformação do antigo reservatório de disposição de rejeitos em uma pilha/aterro.

A partir dos valores de precipitação apresentados na Tabela 6.1.2.1.2 e utilizando-se métodos indiretos de transformação chuva-vazão, foram determinadas as vazões de projeto para o dimensionamento hidráulico dos canais de drenagem.

O modelo matemático utilizado foi o HEC-HMS – Hydrologic Modeling System, desenvolvido pelo Hydrologic Engineering Center, órgão colegiado do U.S. Army Corps of Engineers, versão 3.5.

Para determinação da chuva efetiva, parcela da precipitação que transformará em escoamento superficial, foi utilizada a metodologia proposta pelo Soil Conservation Service (SCS), tendo como parâmetro o Número de Curva (CN).

Na síntese dos hidrogramas de vazões foi utilizado o método SCS, tendo como parâmetro o lagtime (Tlag) dado pela multiplicação do tempo de concentração pelo fator de 0,6.



		<b>PROJETO BLOCO 8</b>
PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO PLANO DE DESCOMISSIONAMENTO RELATÓRIO TÉCNICO	MINA_BLC8007-1010-G-RE-26	Folha <b>53/59</b>
	WBH28-17-SAM-RTE-0026	Revisão 01

O tempo de concentração foi calculado usando o Método de Kirpich, O tempo de concentração foi calculado usando o Método de Kirpich.

Os parâmetros utilizados no modelo para o cálculo das vazões de projeto dos canais de drenagem estão apresentados na Tabela 6.1.2.2.2.

**Tabela 6.1.2.2.2 – Parâmetros Utilizados – Canais de Drenagem**

Estrutura	Área de Drenagem (km <sup>2</sup> )	Número de Curva Ponderado (CN III)	Abstração Inicial (mm)	Tempo de Concentração (min)	Lag Time (horas)
Canal de Drenagem 1	2,4	77	15,71	15	9
Canal de Drenagem 2	6,4	77	15,71	25	15

As simulações foram realizadas para os eventos de chuva com as durações variando entre 1 hora até 24 horas, de maneira a se determinar a duração crítica, ou seja, aquela que resultará na maior vazão afluente. Os resultados das simulações estão apresentados na Tabela 6.1.2.2.3.

**Tabela 6.1.2.2.3 – Vazões de Projeto para os Canais de Drenagem (m<sup>3</sup>/s) – TR 500 anos**

Duração (horas)	Canal de Drenagem 1	Canal de Drenagem 2
1	33,8	73,5
2	<b>35,6</b>	<b>79,5</b>
3	31,5	71,5
4	27,6	85,4
6	22,2	49,3
8	18,6	42,8
10	16,1	37,9
12	14,3	28,6
18	10,8	23,3
24	8,7	15,7

		<b>PROJETO BLOCO 8</b>
PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO PLANO DE DESCOMISSIONAMENTO RELATÓRIO TÉCNICO	MINA_BLC8007-1010-G-RE-26	Folha <b>54/59</b>
	WBH28-17-SAM-RTE-0026	Revisão 01

### 6.1.2.2.3 ESTUDOS HIDRÁULICOS

As estruturas do sistema de drenagem foram dimensionadas para o escoamento das vazões de pico, apresentadas na Tabela 6.1.2.2.3, considerando o regime permanente e uniforme, utilizando a equação de Manning, expressa por:

$$Q = \frac{1}{n} \times A \times Rh^{\frac{2}{3}} \sqrt{I}$$



Onde:

- Q: vazão (m<sup>3</sup>/s);
- n: coeficiente de rugosidade de Manning, adotado 0,025 para gabião e 0,018 para o concreto);
- A: área molhada (m<sup>2</sup>);
- Rh: raio hidráulico da seção molhada (m);
- I: declividade longitudinal (m/m).

Conforme já mencionado, os canais de drenagem foram concebidos com seção trapezoidal, em concreto ou gabião colchão, taludes 1V:2H e declividade mínima longitudinal de 0,5%. O dimensionamento destas estruturas foi realizado para determinação da altura da lâmina de água e o critério de velocidades admissíveis. Adotou-se como premissa uma borda livre de, no mínimo, 20% da altura da lâmina de água.

**Tabela 6.1.2.2.4 – Síntese do Dimensionamento dos Canais de Drenagem da Barragem 2**

Variável	Canal de Drenagem 1 - existente	Canal de Drenagem 1- projetado	Canal de Drenagem 2
Vazão de Projeto (m <sup>3</sup> /s)	35,6	35,6	98,49
Seção geométrica	Trapezoidal (Taludes 1V:2H)	Trapezoidal (Taludes 1V:2H)	Trapezoidal (Taludes 1V:2H)
Largura da Base Menor (m)	6,00	6,00	9,00
Revestimento	Concreto	Concreto	Gabião Colchão
Declividade longitudinal mínima	0,5%	0,5%	0,5%
Coeficiente de Manning	0,018	0,025	0,025
Profundidade de escoamento (m)	1,18	1,41	2,05
Velocidade (m/s)	3,60	2,85	3,67
Altura (m)	2,00	2,00	3,00

		<b>PROJETO BLOCO 8</b>	
<b>PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO PLANO DE DESCOMISSIONAMENTO RELATÓRIO TÉCNICO</b>	MINA_BLC8007-1010-G-RE-26	Folha <b>55/59</b>	
	WBH28-17-SAM-RTE-0026	Revisão 01	
Borda livre Resultante (m)	0,82	0,59	0,96

## 7.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho focou nas atividades e nos dimensionamentos necessários para a descaracterização das estruturas do Projeto Bloco 8. Foi definido que as estruturas de armazenamento de água serão mantidas para abastecimento da comunidade local, já para as estruturas de disposição de rejeito foi proposto a regularização do reservatório somado a execução de canais, sem que haja grande movimentação de terra.

Com base nesta proposição de descomissionamento, serão necessárias obras de preenchimento dos reservatórios, escavação dos canais, execução da transição (a ser prevista em próximas etapas do projeto) e revestimento dos canais.

Está previsto o deságue do lago existente para posterior preenchimento. Este sistema de bombeamento deverá ser dimensionado pela SAM.

O presente estudo considerou que as condições para execução das atividades de terraplenagem serão favoráveis. No entanto, esta condição deverá ser verificada e confirmada em etapas futuras do projeto.

Portanto, hidraulicamente e geotecnicaamente a solução apresentada atenderá de forma segura as condições de descomissionamento das estruturas.

## 8.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Portaria nº 70.389/2017 do DNPM – Cria o Cadastro Nacional de Barragens de Mineração, o Sistema Integrado de Gestão em Segurança de Barragens de Mineração e estabelece a periodicidade de execução ou atualização, a qualificação dos responsáveis técnicos, o conteúdo mínimo e o nível de detalhamento do Plano de Segurança da Barragem, das Inspeções de Segurança Regular e

		<b>PROJETO BLOCO 8</b>
<b>PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO PLANO DE DESCOMISSIONAMENTO RELATÓRIO TÉCNICO</b>	MINA_BLC8007-1010-G-RE-26	Folha <b>56/59</b>
	WBH28-17-SAM-RTE-0026	Revisão 01

Especial, da Revisão Periódica de Segurança de Barragem e do Plano de Ação de Emergência para Barragens de Mineração, conforme art. 8º, 9º, 10, 11 e 12 da Lei nº 12.334 de 20 de setembro de 2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens – PNSB.

Lei nº 12.334/2010 – Lei Federal sobre a Política Nacional de Segurança de Barragens.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13.028: Elaboração e Apresentação de Projeto de Barragens para Disposição de Rejeitos, Contenção de Sedimentos e Reservação de Água, em mineração. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13.029: Elaboração e apresentação de projeto de disposição de estéril, em pilha, em mineração. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.004: Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 11682: Estabilidade de Taludes – Rio de Janeiro, 1991.

ASSUMPÇÃO, M., Pirchiner, M., Dourado, J. C., Barros, L. V. (2016). Terremotos no Brasil: Preparando-se para eventos raros. Boletim da Sociedade Brasileira de Geofísica, nº 96/2016, p.25-29.

BARRERA, S.; Valenzuela, L.; Campaña, J. (2011). Sand Tailings Dams: Design, Construction and Operation Proceeding of Tailings and Mine Waste 2011. Vancouver, November 2011.

DUNCAN, J.M. & WRIGHT, S. G. Soil Strength and Slope Stability.

FEMA – Federal Emergency Management Agency (2005). Technical Manual: Conduits through Embankment Dams, 614p.

		<b>PROJETO BLOCO 8</b>
<b>PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO PLANO DE DESCOMISSIONAMENTO RELATÓRIO TÉCNICO</b>	MINA_BLC8007-1010-G-RE-26	Folha <b>57/59</b>
	WBH28-17-SAM-RTE-0026	Revisão 01

GAIOTO, N.; Pinça, R. L.; Martins, A.; Pacheco, J. G.; Ciparrone, M. (1981). Galeria de Desvio da barragem de Jacareí: um projeto concebido para admitir grandes deformações. In: XIV Seminário Nacional de Grandes Barragens, Recife, 1981.

HUFF, F. A. Time Distribution of Rainfall in Heavy Storms. Water Resources Research, v3, n.4, p. 1007-1019. 1967.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística / EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Mapa de Solos do Brasil. 2001. Escala: 1: 500 000 0000.

ICOLD - International Commission on Large Dams, River Control During Dam Construction, Bulletin 48, Denis, 1984.

MITTAL, H., K.; Morgernstern, N. (1977). Design and Performance of Tailings Dams. Proceedings of ASCE Conference on Geotechnical Practice for Disposal of Solid Waste Materials, ASCE, Reston, 4:475-492.

McCUEM, R.H; WONG, S.L.; RAWLS, W.J. Estimating urban time of concentration. Journal of Hydraulic Engineering, vol 110, n 7, ASCE, 1984.

MORGENSTERN, N.; Vick, S. G.; Viotti, C. B.; Waats, B. - Fundão Tailings Dam Review Panel (2016). Report on the Immediate Causes of Failure of the Fundão Dam.

OHTSU, I.; YASUDA, Y.; TAKAHASHI, M. Flow characteristics of skimming flow in stepped channels. Journal of Hydraulic Engineering, v. 130, p. 860-869, 2004.

OLSON, S. M. (2001). Liquefaction Analysis of Level and Sloping Ground Using Field Case Histories and Penetration Tests. PhD Thesis in Civil Engineering in the Graduate College of the University of Illinois at Urbana-Champaign.

OLSON, S. M. & STARK, T. D. (2003). Yield Strength Ratio and Liquefaction Analysis of Slopes and Embankments. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering – ASCE nº 129:8, 727 – 737.

		<b>PROJETO BLOCO 8</b>
PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO PLANO DE DESCOMISSIONAMENTO RELATÓRIO TÉCNICO	MINA_BLC8007-1010-G-RE-26	Folha <b>58/59</b>
	WBH28-17-SAM-RTE-0026	Revisão 01

SILVA, W. P. (2010). Estudo do Potencial de Liquefação Estática de uma Barragem de Rejeito Alteada para Montante Aplicando a Metodologia de Olson (2001). Dissertação de mestrado profissional em Engenharia Geotécnica da UFOP.

PEREIRA, G, M, Projeto de Usinas Hidrelétricas Passo a Passo, São Paulo: Oficina de Textos, 2015, 518p,

PETERKA, A. J. Hydraulic Design of Stilling Basins and Energy Dissipators. Denver, Colorado United States Department of the Interior: BUREAU OF RECLAMATION. 1984.

PINHEIRO, M.C. Diretrizes para Elaboração de Estudos Hidrológicos em Obras de Mineração. Porto Alegre: ABRH, 2011. 308 p.

RUTLEDGE, P.C.; Gould, J.D. (1973). Movements of Articulated Conduits under Earth Dams on Compressible Foundations. In: Embankment Dam Engineering - Casagrande Volume, John Wiley & Sons, New York.

SARTORI, A. et al. Classificação Hidrológica de Solos Brasileiros para a Estimativa da Chuva Excedente com o Método do Serviço de Conservação do Solo dos Estados Unidos Parte 1: Classificação. RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Volume 10 n.4 Out/Dez 2005.

TUCCI, C.E.M (Org.). Hidrologia: Ciência e Aplicação. Porto Alegre: Ed da UFRGS/ABRH, 4 ed. 2009.

VALENZUELA, L. (2015). Tailings Dams and Hydraulic Fills-The 2015 casagrande Lecture, XV Pan-American Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, Buenos Aires, 2015.

VERONESE, A, Erosioni de Fondo a Valle di unoScarico (in Italian), Annali, dei Lavori, Publicci,1937, 75, 717–726.





**PROJETO BLOCO 8**

PROJETO CONCEITUAL MINA ENGENHARIA DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO PLANO DE DESCOMISSIONAMENTO RELATÓRIO TÉCNICO	MINA_BLC8007-1010-G-RE-26	Folha <b>59/59</b>
	WBH28-17-SAM-RTE-0026	Revisão 01



ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA.

---

FILIAL BELO HORIZONTE  
Rua Antônio de Albuquerque, 156, 13° andar, Funcionários.  
30112-010 – Belo Horizonte - MG  
Tel.: (31) 3234-4003 / 3324-4003  
[www.walmengenharia.com.br](http://www.walmengenharia.com.br)