



# **ASCENDANT RESOURCES**

LAGOA SALGADA PROJECT

## **ESTUDO DE VIABILIDADE DEFINITIVO INFRAESTRUTURAS VIÁRIAS MEMÓRIA DESCRITIVA**

Revisão 01

Lisboa, 26 de Abril de 2023

| REVISÃO | DATA       | DESCRIÇÃO       |
|---------|------------|-----------------|
| 0       | 23/12/2022 | Emissão inicial |
| 1       | 26/04/2023 | Revisão Geral   |
|         |            |                 |
|         |            |                 |
|         |            |                 |
|         |            |                 |
|         |            |                 |
|         |            |                 |

## ASCENDANT RESOURCES

### LAGOA SALGADA PROJECT

#### ESTUDO DE VIABILIDADE DEFINITIVO

#### INFRAESTRUTURAS VIÁRIAS

#### MEMÓRIA DESCRITIVA

#### ÍNDICE GERAL

|            |                                                                                                         |           |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b>   | <b>INTRODUÇÃO</b>                                                                                       | <b>1</b>  |
| <b>2</b>   | <b>VIAS</b>                                                                                             | <b>2</b>  |
| <b>3</b>   | <b>TRAÇADO</b>                                                                                          | <b>3</b>  |
| <b>3.1</b> | <b>CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS</b>                                                                      | <b>3</b>  |
| 3.1.1      | VIAS EXTERNAS                                                                                           | 3         |
| <b>3.2</b> | <b>PERFIL TRANSVERSAL TIPO</b>                                                                          | <b>4</b>  |
| 3.2.1      | VIAS EXTERNAS                                                                                           | 4         |
| 3.2.2      | VIAS INTERNAS                                                                                           | 4         |
| <b>4</b>   | <b>TERRAPLENAGEM</b>                                                                                    | <b>6</b>  |
| <b>4.1</b> | <b>LEITO DO PAVIMENTO</b>                                                                               | <b>6</b>  |
| <b>5</b>   | <b>PAVIMENTAÇÃO</b>                                                                                     | <b>7</b>  |
| <b>5.1</b> | <b>METODOLOGIA</b>                                                                                      | <b>7</b>  |
| <b>5.2</b> | <b>DESCRIÇÃO DAS ESTRUTURAS ADOPTADAS</b>                                                               | <b>8</b>  |
| 5.2.1      | ACESSO SECUNDÁRIO – VEÍCULOS LIGEIROS, VIA DE ACESSO À MINA SOL. A & B, VIAS INTERNAS E ESTACIONAMENTOS | 8         |
| 5.2.2      | VIAS INTERNAS (VI 01 DO KM 0+000 ATÉ 1+080 E VI 16 DO KM 0+090 ATÉ 0+632.074)                           | 9         |
| 5.2.3      | PASSEIOS                                                                                                | 9         |
| <b>6</b>   | <b>SINALIZAÇÃO VERTICAL E HORIZONTAL</b>                                                                | <b>10</b> |
| <b>7</b>   | <b>DRENAGEM PLUVIAL</b>                                                                                 | <b>11</b> |
| <b>7.1</b> | <b>DRENAGEM LONGITUDINAL</b>                                                                            | <b>11</b> |
| <b>7.2</b> | <b>DRENAGEM TRANSVERSAL</b>                                                                             | <b>12</b> |
| <b>7.3</b> | <b>CÁLCULOS HIDROLÓGICOS</b>                                                                            | <b>12</b> |
| 7.3.1      | CAUDAL DE CÁLCULO                                                                                       | 12        |
| 7.3.2      | TEMPO DE CONCENTRAÇÃO                                                                                   | 13        |

|                                                               |                                                       |                  |
|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------|
| 7.3.3                                                         | COEFICIENTE DE ESCOAMENTO .....                       | 13               |
| 7.3.4                                                         | PERÍODO DE RETORNO .....                              | 13               |
| 7.3.5                                                         | INTENSIDADE DE PRECIPITAÇÃO .....                     | 14               |
| <b>7.4</b>                                                    | <b>DIMENSIONAMENTO DA DRENAGEM TRANSVERSAL.....</b>   | <b>17</b>        |
| <b>7.5</b>                                                    | <b>DIMENSIONAMENTO DA DRENAGEM LONGITUDINAL .....</b> | <b>17</b>        |
| <b><u>ANEXO I – CÁLCULOS DAS DIRETRIZES</u></b>               |                                                       | <b><u>18</u></b> |
| <b><u>ANEXO III – CÁLCULOS DAS RASANTES</u></b>               |                                                       | <b><u>29</u></b> |
| <b><u>ANEXO IIIII – CÁLCULOS DE PASSAGENS HIDRÁULICAS</u></b> |                                                       | <b><u>44</u></b> |

## **ASCENDANT RESOURCES**

### **LAGOA SALGADA PROJECT**

#### **ESTUDO DE VIABILIDADE DEFINITIVO**

#### **INFRAESTRUTURAS VIÁRIAS**

#### **MEMÓRIA DESCRITIVA**

## **1 INTRODUÇÃO**

O presente relatório refere-se à componente das infraestruturas viárias necessárias ao Projeto da Mina Lagoa Salgada, requerido pela empresa Ascendant Resources e Redcorp, em Portugal.

O objetivo do Projeto Lagoa Salgada é extrair minério do subterrâneo e processá-lo à superfície de forma a se obter concentrados constituídos principalmente por cobre e zinco, entre outros concentrados metálicos em menores quantidades.

As infraestruturas viárias dividem-se nas seguintes componentes principais:

- Definição geométrica do traçado;
- Estudo de Terraplenagens;
- Definição dos desenhos de pormenores dos perfis transversais tipo;
- Drenagem.

Neste documento serão descritas as condições, opções tomadas, soluções adotadas e metodologia seguida, na preparação deste projeto.

## 2 VIAS

O Estudo Prévio agora apresentado pretende sistematizar e justificar a concepção adotada para a rede viária de acesso aos edifícios, bem como da rede de circulação dentro do perímetro da Mina Lagoa Salgada.

Nesta fase estudou-se a viabilidade da execução de plataformas, os acessos de ligação às estradas envolventes e a rede de vias internas dentro do complexo da Mina, de forma a garantir uma boa articulação entre a rede de vias internas com as vias externas.

Neste documento serão descritas as condições, opções tomadas, soluções adotadas e metodologia seguida, na preparação deste projeto.

A rede viária foi projetada em função das características topográficas do terreno e da rede viária existente, tendo determinado três acessos à Mina, um acesso preferencialmente para ligeiros e duas alternativas de acesso para veículos pesados.

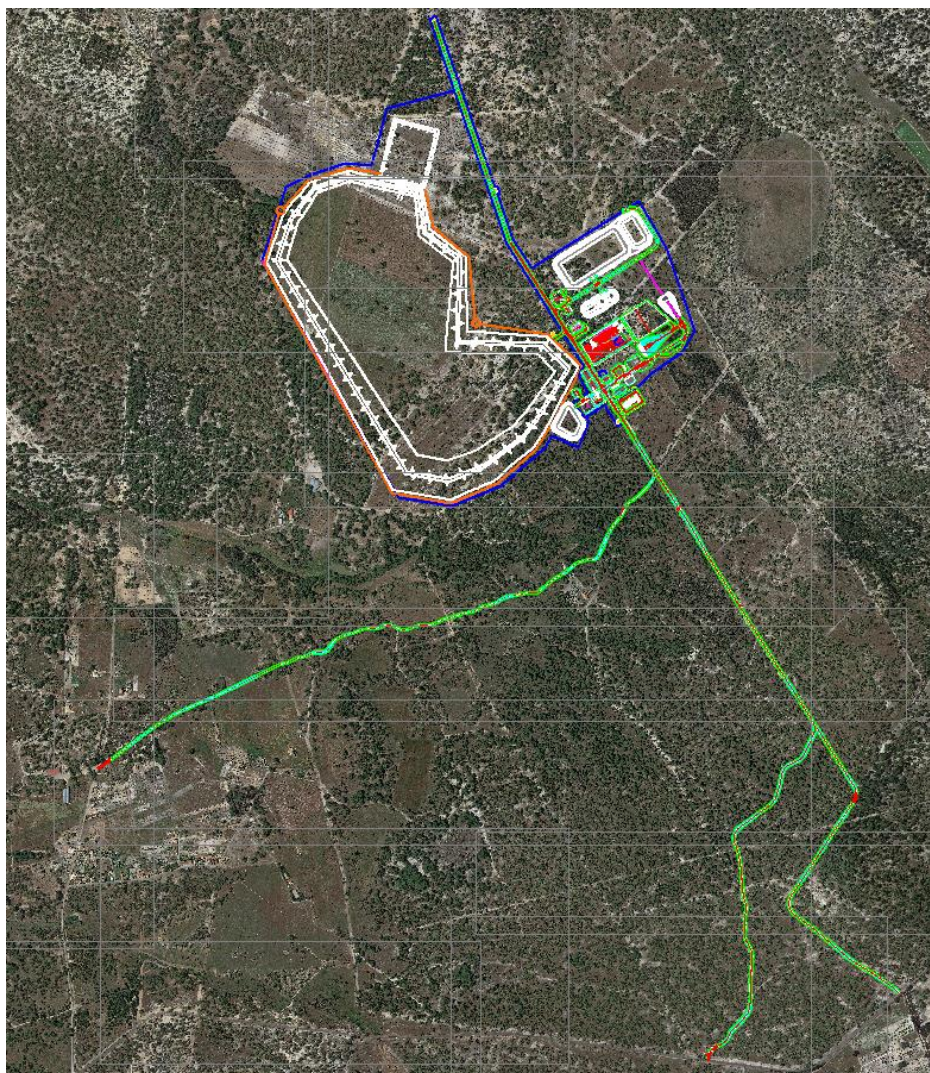


Figura 2.1 – Layout geral

### **3 TRAÇADO**

Para a definição geométrica dos acessos procurou-se uma boa funcionalidade de conjunto, quer do ponto de vista de traçado, quer do ponto de vista de escoamento de águas pluviais, com as limitações inerentes às suas funções de circulação (velocidade reduzida), sendo ainda tomada em consideração a orografia do terreno.

As vias a implantar são caracterizadas por baixas velocidades de circulação e têm como objetivo a circulação dos veículos pesados.

O traçado das vias de acesso externo quando possível estão condicionadas, tanto em planta como em perfil longitudinal, às vias existentes.

#### **3.1 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS**

##### **3.1.1 VIAS EXTERNAS**

###### **3.1.1.1 VIAS EXTERNAS (ACESSO SECUNDÁRIO – VEÍCULOS LIGEIROS, VIA DE ACESSO À MINA SOL. A & SOL. B)**

As vias externas estudadas são constituídas por alinhamentos rectos concordados por curvas circulares cujos raios variam entre 18 m e 5000 m.

Em perfil longitudinal, as rasantes são constituídas por traineis cujas inclinações variam entre 0,3% e 3,5%. A ligação entre trainéis é efetuada através de concordâncias verticais côncavas, com um parâmetro mínimo de 350m de raio, e concordâncias convexas, com um parâmetro mínimo de 335 m de raio.

###### **3.1.1.2 VIAS INTERNAS (VI 01 A VI 21)**

As vias internas estudadas são constituídas por alinhamentos rectos concordados por curvas circulares cujos raios variam entre 8 m e 60 m.

Em perfil longitudinal, as rasantes são constituídas por traineis cujas inclinações variam entre 0,3% e 19.5%. A ligação entre trainéis é efetuada através de concordâncias verticais côncavas, com um parâmetro mínimo de 75m de raio, e concordâncias convexas, com um parâmetro mínimo de 200 m de raio.

Nas peças desenhadas apresentam-se a planta e o perfil longitudinal, sendo assim possível observarem-se as respetivas características geométricas.

### 3.2 PERFIL TRANSVERSAL TIPO

Foram considerados 9 perfis transversais tipo para caracterizar a rede de vias externas e internas propostas.

#### 3.2.1 VIAS EXTERNAS

O perfil transversal tipo do Acesso Secundário para veículos ligeiros caracteriza-se por apresentar:

- faixa de rodagem com 5.0 m de largura (duas vias com 2.50 m cada);
- bermas esquerdas com 0.50 m de largura;
- bermas direitas com 0.50 m de largura.

O perfil transversal tipo do Acesso à Mina Sol. A & Sol. B caracteriza-se por apresentar:

- faixa de rodagem com 7.0 m de largura (duas vias com 3.50 m cada);
- bermas esquerdas com 1.00 m de largura;
- bermas direitas com 1.00 m de largura.

As bermas, apresentam a mesma inclinação transversal da faixa de rodagem e a mesma estrutura de pavimento.

A inclinação transversal das faixas de rodagem será genericamente de 2,5% a duas águas sendo para os estacionamentos e passeios de 2,0% para o eixo.

#### 3.2.2 VIAS INTERNAS

O perfil transversal tipo das Vias Internas de 01 a 04 caracteriza-se por apresentar:

- faixa de rodagem com 8.0 m de largura (duas vias com 4.00 m cada);
- passeios com 2.0 m de largura.

A inclinação transversal das faixas de rodagem será genericamente de 2,5% a duas águas sendo para os passeios de 2,0% para o eixo.

O perfil transversal tipo das Vias Internas de 05 e 10 caracteriza-se por apresentar:

- faixa de rodagem com 6.0 m de largura (duas vias com 3.00 m cada);
- passeios com 2.0 m de largura.

A inclinação transversal das faixas de rodagem será genericamente de 2,5% a duas águas sendo para os passeios de 2,0% para o eixo.

O perfil transversal tipo da Via Interna 06 caracteriza-se por apresentar:

- faixa de rodagem com 5.0 m de largura (duas vias com 2.50 m cada).

A inclinação transversal das faixas de rodagem será genericamente de 2,5% a duas águas.

O perfil transversal tipo das Vias Internas de 07 a 08 caracteriza-se por apresentar:

- faixa de rodagem com 10.0 m de largura (duas vias com 5.00 m cada).

A inclinação transversal das faixas de rodagem será genericamente de 2,5% a duas águas.

O perfil transversal tipo da Via Interna 11 caracteriza-se por apresentar:

- faixa de rodagem com 8.0 m de largura (duas vias com 4.00 m cada).

A inclinação transversal das faixas de rodagem será genericamente de 2,5% a duas águas.

O perfil transversal tipo das Vias Internas 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 e 21 caracteriza-se por apresentar:

- faixa de rodagem com 6.0 m de largura (duas vias com 3.00 m cada).

A inclinação transversal das faixas de rodagem será genericamente de 2,5% a duas águas.

O perfil transversal tipo das Vias Internas 12, 13, 16 e 17 caracteriza-se por apresentar:

- faixa de rodagem com 6.0 m de largura (duas vias com 3.00 m cada);
- estacionamento com 7.0 m de largura.

A inclinação transversal das faixas de rodagem será genericamente de 2,5% a duas águas sendo para os estacionamentos de 2,0% para o eixo.

#### 4 TERRAPLENAGEM

Com base no modelo geológico considerado no presente projeto, considerou-se uma decapagem média de 0,20 m.

Relativamente aos taludes de escavação a executar propõe-se neste estudo uma inclinação de 1:1,5 (V:H).

As inclinações adotadas neste estudo devem ser confirmadas quando forem realizados e analisados os trabalhos de prospeção.

Em relação aos taludes de aterro, adotaram-se inclinações de 1:1,5 (V:H), considerando a aplicação de materiais que possibilitem tais inclinações.

Para implantação das vias projetadas serão necessários realizar os seguintes movimentos de terras:

| INFRAESTRUTURA             | DECAPAGEM<br>(m <sup>3</sup> ) | ESCAVAÇÃO<br>(m <sup>3</sup> ) | ATERRO<br>(m <sup>3</sup> ) | BALANÇO DE<br>TERRAS<br>(m <sup>3</sup> ) |
|----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------|
| VIAS DE ACESSO<br>EXTERNAS | 16701                          | 9282                           | 24472                       | 15190                                     |
| VIAS DE ACESSO<br>INTERNAS | 24040                          | 2634                           | 83529                       | 80895                                     |
| <b>TOTAL</b>               | 40741                          | 11916                          | 108001                      | 96085                                     |

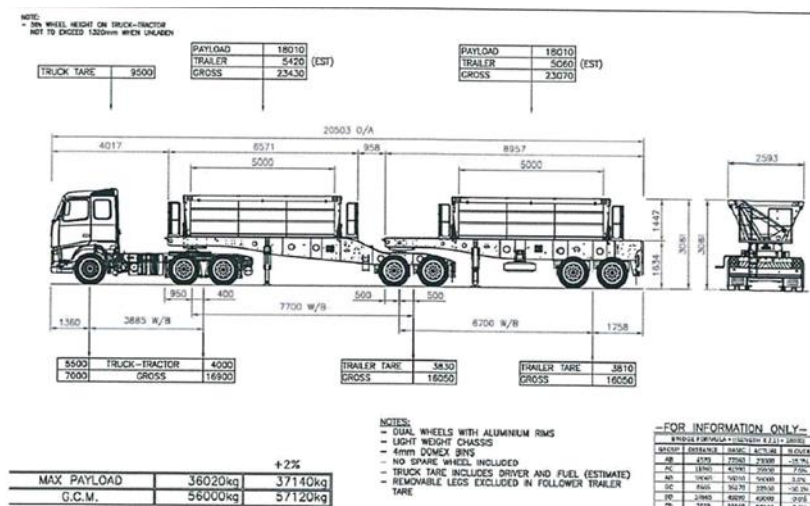
Assim, verifica-se que haverá necessidade de terras de empréstimo, pois o volume de aterro é superior ao volume de escavação.

##### 4.1 LEITO DO PAVIMENTO

A camada de leito de pavimento com espessura de 0.30m será constituída em materiais do tipo S4, de forma a garantir um CBR de projecto 10% e um módulo de deformabilidade da fundação do pavimento de 100MPa.

## 5.1 METODOLOGIA

O método que será utilizado para verificar a estrutura dos novos pavimentos é o método analítico, que se baseia na análise estrutural das camadas do pavimento, determinando os estados de tensão e deformação induzidos na estrutura do pavimento e na respetiva fundação, quando solicitado pelos eixos dos veículos pesados.



**Figura 5.1 – Veículo Pesado considerado no estudo com o número de passageiros (8/dia)**

A metodologia seguida consiste em arbitrar uma estrutura modelo e optimizá-la até que os valores de tensões ou tensões induzidas pela aplicação de uma carga unitária sejam inferiores aos valores-limite admissíveis obtidos a partir dos critérios de ruína das misturas betuminosas e do leito do pavimento.

Para se poder apreciar uma dada solução de pavimento, é necessário estabelecer critérios de concepção que reflectam os estados limite de ruína do pavimento. Os estados limite de ruína da estrutura de um pavimento são considerados os mesmos quando as verificações anteriores foram efectuadas:

- A ruptura por tracção das camadas betuminosas resultante das sucessivas passagens dos veículos pesados (efeito de fadiga), que resulta numa fenda excessiva na superfície do pavimento;
- Deformação excessiva (valas de rodas) da superfície da camada de desgaste associada a deformações excessivas transmitidas ao respectivo leito.

Para efeitos de conceção, estes estados limite de ruína são considerados utilizando os seguintes critérios:

- Limitar a extensão máxima de tracção da zona inferior das camadas betuminosas ( $\epsilon_t$ ), evitando a rutura por fadiga, em tração, dessas camadas durante o período de dimensionamento;
- Limitar a extensão vertical da compressão na parte superior da fundação do pavimento ( $\epsilon_z$ ), que visa reduzir a contribuição das deformações permanentes da fundação para a formação de ranhuras da banda de rodagem.

Para calcular as tensões, deformações e deslocamentos induzidos no pavimento pelas rodas do veículo, é necessário ter um modelo que simule o comportamento estrutural dos pavimentos.

O modelo de comportamento adotado consiste em assimilar o pavimento a um conjunto de camadas sobrepostas com base na respetiva fundação, em que cada camada tem uma determinada espessura constante e é considerada infinita no plano horizontal.

## 5.2 DESCRIÇÃO DAS ESTRUTURAS ADOPTADAS

### 5.2.1 ACESSO SECUNDÁRIO – VEÍCULOS LIGEIROS, VIA DE ACESSO À MINA SOL. A & B, VIAS INTERNAS E ESTACIONAMENTOS

Para este tipo e intensidade de cargas circulantes, a estrutura do pavimento é definida da seguinte forma:

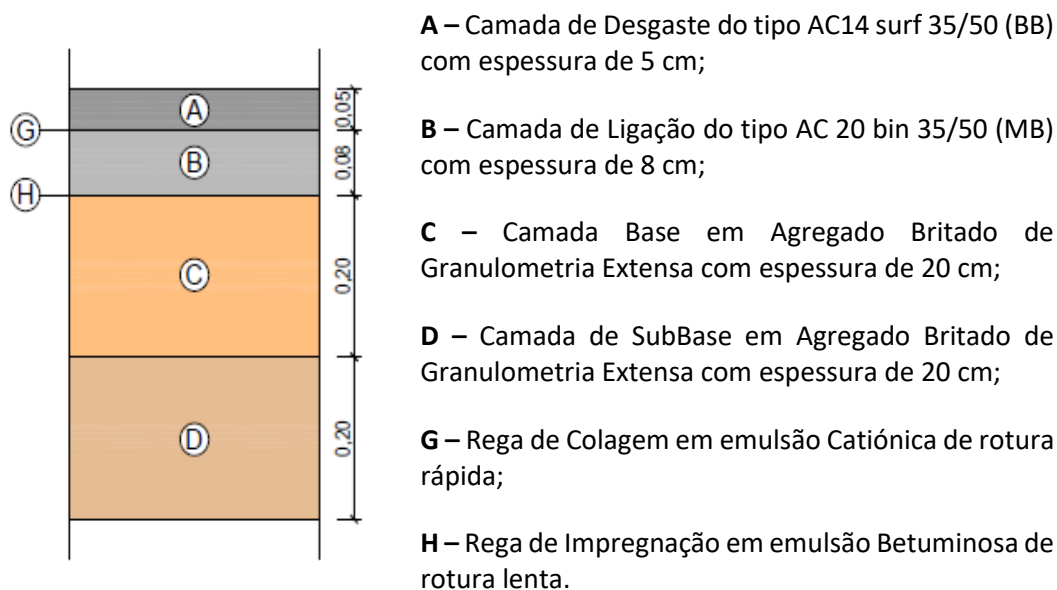
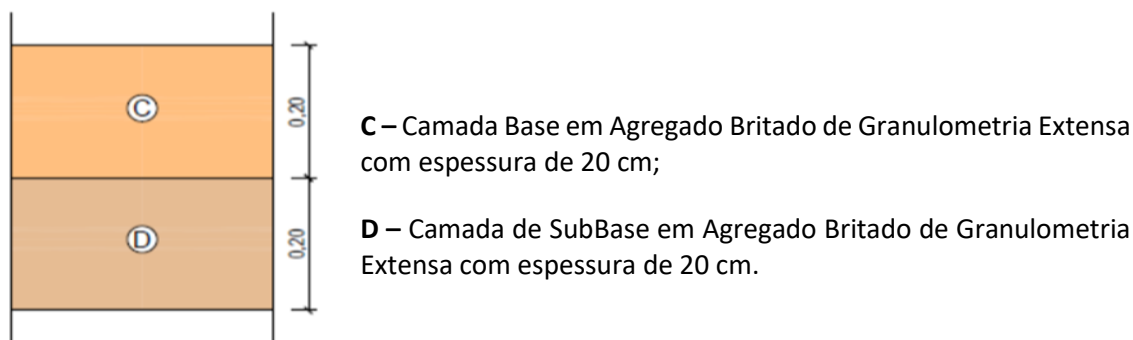


Figura 5.2 – Pavimento Tipo I

### 5.2.2 VIAS INTERNAS (VI 01 DO KM 0+000 ATÉ 1+080 E VI 16 DO KM 0+090 ATÉ 0+632.074)

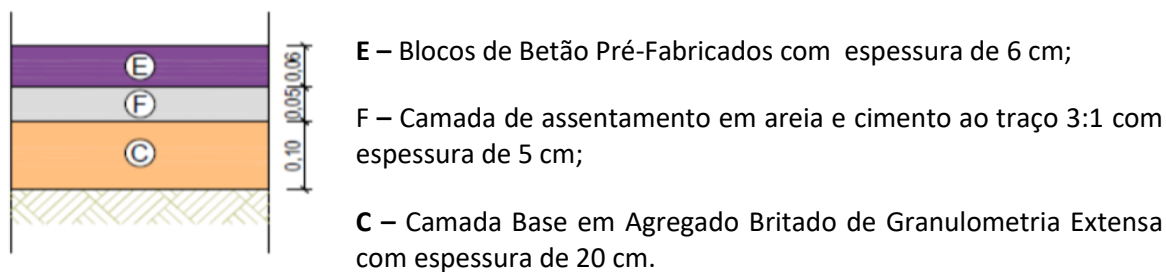
Para este tipo e intensidade de cargas circulantes, a estrutura do pavimento é definida da seguinte forma:



**Figura 5.3 – Pavimento Tipo II**

### 5.2.3 PASSEIOS

A estrutura do pavimento é definida da seguinte forma:



**Figur2 5.4 – Pavimento Tipo III**

## **6 SINALIZAÇÃO VERTICAL E HORIZONTAL**

Foram propostos sinais de trânsito e marcações rodoviárias com o objetivo de dirigir, informar e controlar o comportamento dos utentes dos acessos e da rede das vias internas e com o objetivo de tornar os mesmos tão seguros quanto possível para todos.

A velocidade de projeto considerada no projeto foi de 40/50km/h nos Acessos e 20 km/h para as vias internas, velocidades baixas dadas as características dos veículos a circular em nas mesmas.

Para os sinais de trânsito é proposto o tamanho de 0,70m para o diâmetro/largura dos sinais circulares/triangulares/octogonais.

A altura mínima de montagem recomendada para os sinais de trânsito (medida até à borda inferior do sinal) a serem localizados em áreas destinadas a serem utilizadas por peões é de 2100mm. A altura normal de montagem para as restantes áreas é de 1600mm acima da faixa de rodagem.

Para a sinalização horizontal (marcas no pavimento), serão utilizadas marcas longitudinais contínuas e tracejadas, com larguras de 0,10m e 0,12m, bem como várias outras marcas no pavimento, tais como passagens de peões e setas.

Todas as marcações na estrada são brancas.

Os materiais a serem aplicados são do tipo termoplástico, aplicados manualmente nas marcas transversais e "outras marcas", e mecanicamente pelo processo "spray" no que diz respeito às marcas longitudinais.

## **7 DRENAGEM PLUVIAL**

O objetivo do presente estudo é definir e dimensionar um sistema de drenagem eficaz, que garanta a proteção da obra dos efeitos prejudiciais da água e proporcione uma circulação segura nas vias de acesso à mina bem como nas vias internas da mesma.

Um objetivo importante da drenagem das vias internas é encaminhar as águas de escoamentos, contaminadas com materiais prejudiciais das atividades mineiras, recolhidas pelas valas quer de plataforma quer de pé de talude e encaminhá-las para a bacia de retenção designada de “Runoff Pond” para posterior bombagem para a bacia de retenção maior designada de “Aging Pond”.

As águas de escoamento não sujeitas a contaminação com os materiais de exploração mineira serão drenadas naturalmente para as linhas de água e terrenos adjacentes à área da mina.

A conceção da rede de águas pluviais assegurará que não haja mistura de água contaminada e não contaminada devido a restrições ambientais.

### **7.1 DRENAGEM LONGITUDINAL**

A drenagem das vias é assegurada por um conjunto de obras longitudinais, superficiais e internas, que recolherão as águas caídas nessa zona.

Assim, tendo em conta as características e a constituição dos perfis transversais, definiram-se as seguintes obras:

- Valetas de plataforma e bordadura, colocadas nas vias a fim de recolherem e conduzirem as águas escorridas da plataforma;
- Valas de pé de talude trapezoidais, destinadas a recolher as águas dos taludes e dos terrenos adjacentes a este;
- Descidas de água nos taludes;
- Caixas de visita com grelha;
- Caixas de visita com tampa metálica;
- Coletores em betão, com os diâmetros indicados em planta;
- Canal retangular de betão com tampa em betão.

## 7.2 DRENAGEM TRANSVERSAL

A drenagem transversal da via será assegurada pela implementação de passagens hidráulicas em pontos baixos do terreno.

As obras de drenagem transversal são fundamentalmente constituídas pelos seguintes elementos:

- Tubos de betão armado ou reforçado, com diâmetros interiores de Ø 0.60 m a Ø 1.50 m;
- Bocas de entrada e saída para aquedutos circulares em betão;
- Valas trapezoidais de desvio de linhas de água, revestidas com enrocamento argamassado;
- Órgãos de dissipação de energia e proteção contra a erosão em taludes de aterro.

## 7.3 CÁLCULOS HIDROLÓGICOS

### 7.3.1 CAUDAL DE CALCULO

O pré-dimensionamento dos órgãos de drenagem previstos no presente estudo tiveram por base o cálculo e definição de dados como período de retorno, tempo de concentração, intensidade de precipitação que em seguida se apresentam.

Para a determinação dos caudais a considerar no dimensionamento dos sistemas de drenagem adotou-se fórmula racional:

$$Q = \frac{C.I.S}{360}$$

em que:

Q = caudal, em m<sup>3</sup>/s

C = coeficiente de escoamento

S = área da bacia, em hectares

I = intensidade de precipitação, em mm/h

#### 7.3.2 TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

O tempo de concentração ( $t_c$ ) de uma bacia hidrográfica definida numa determinada seção de um curso de água corresponde ao tempo para que a totalidade da bacia contribua para o escoamento superficial na seção considerada. Para o seu cálculo nas secções objeto de avaliação de caudais de ponta de cheia, recorreu-se à fórmula de Témez (bacias com áreas inferiores a 20 km<sup>2</sup>).

O tempo de concentração mínimo usado neste estudo foi de 10 minutos.

Fórmula de Témez,

$$t_c = 0.30 \times \left( \frac{L_b}{i^{0.25}} \right)^{0.76}$$

em que:

$t_c$  = tempo de concentração (h)

$L_b$  = comprimento do curso de água principal da bacia (km)

$i$  = declive médio do curso de água principal da bacia (m/m)

#### 7.3.3 COEFICIENTE DE ESCOAMENTO

Este coeficiente tem em linha de conta as perdas de precipitação, incluindo, as perdas por interseção, infiltração, retenção superficial e evapotranspiração, e a difusão do escoamento, entendida como sendo uma medida da “capacidade” da bacia hidrográfica, para atenuar os caudais de ponta de cheia.

O coeficiente de escoamento (C) deve ter em conta também o período de retorno considerado na avaliação de caudais de ponta de cheia, pois de facto, as perdas da precipitação dependem do grau de humidade da bacia hidrográfica.

#### 7.3.4 PERÍODO DE RETORNO

O período de retorno corresponde ao tempo médio que decorre entre dois eventos hidrológicos consecutivos, sendo definido como o inverso da probabilidade de um evento ser igualado ou ultrapassado.

No dimensionamento dos órgãos de drenagem longitudinal considerou-se um período de retorno de 20 anos.

No dimensionamento dos órgãos de drenagem transversal considerou-se um período de retorno de 100.

#### 7.3.5 INTENSIDADE DE PRECIPITAÇÃO

Para a determinação da intensidade de precipitação correspondente ao tempo de concentração de cada bacia, recorreu-se às curvas I-D-F (Intensidade-Duração-Frequência) definidas na publicação “Estudos de Precipitação com Aplicação no Projeto de Sistemas de Drenagem Pluvial” (M.R. Matos e M.H. da Silva, LNEC 1987).

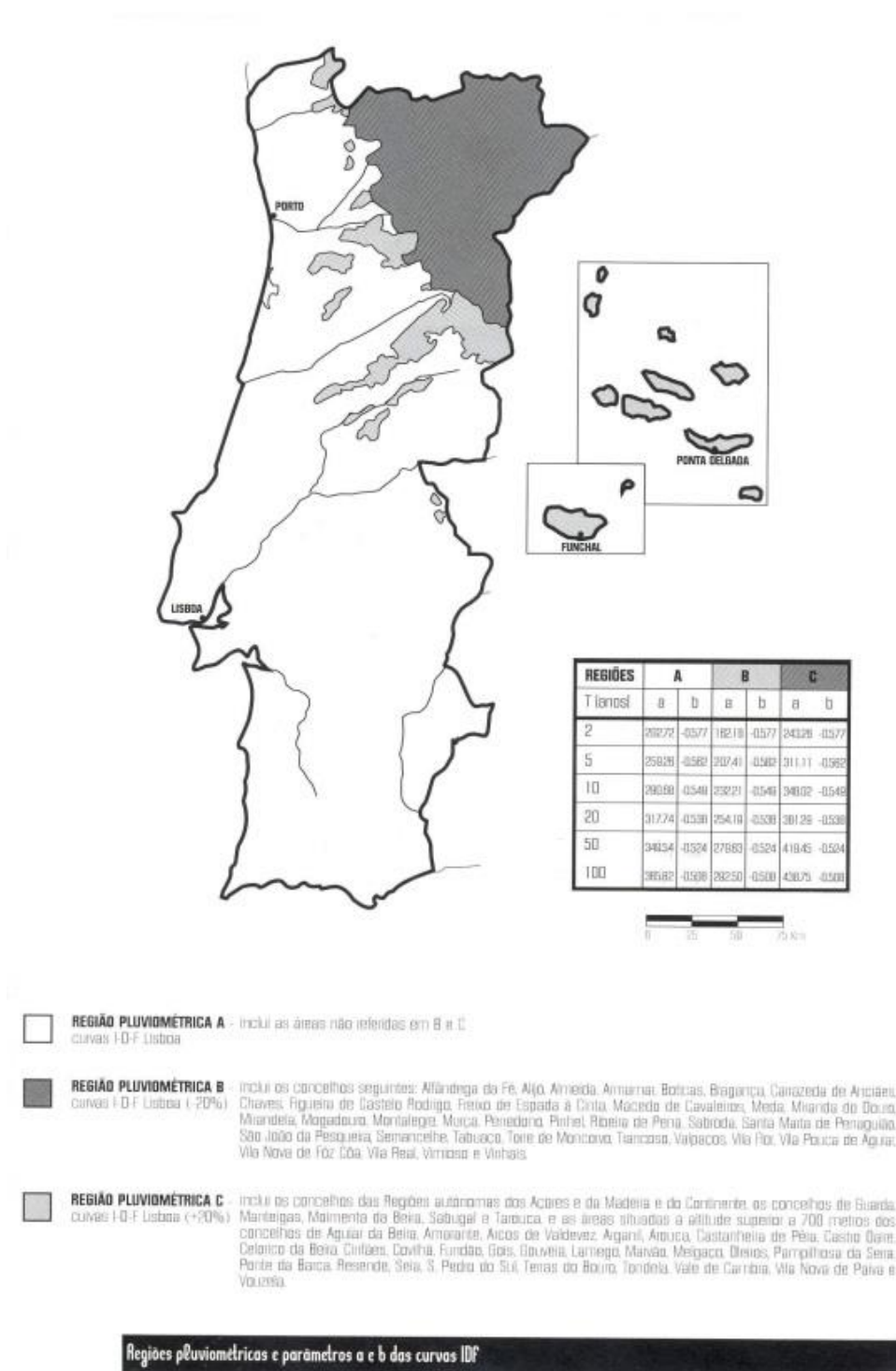
Estas curvas são do tipo exponencial e seguem uma função do tipo:

$$I = a \times t^b$$

I = Intensidade de precipitação (mm/h);

t = tempo da chuvada da chuvada (min);

a e b = parâmetros referentes às curvas I-D-F para diferentes locais do país.



Fonte: Matos, M.R. – Métodos de Análise e de Cálculo de Caudais Pluviais em Sistemas de Drenagem Urbana – Tese de Especialista do LNEC, Fevereiro 1987

Figura 7-1 – Regiões Pluviométricas

| <b>a</b> |         |         |         |
|----------|---------|---------|---------|
| T anos   | Zona A  | Zona B  | Zona C  |
| 2        | 202.720 | 162.180 | 243.260 |
| 5        | 259.260 | 207.410 | 311.110 |
| 10       | 290.680 | 232.210 | 348.820 |
| 20       | 317.740 | 254.190 | 381.290 |
| 50       | 349.540 | 279.630 | 419.450 |
| 100      | 365.620 | 292.500 | 438.750 |

| <b>b</b> |        |        |        |
|----------|--------|--------|--------|
| T anos   | Zona A | Zona B | Zona C |
| 2        | -0.577 | -0.577 | -0.577 |
| 5        | -0.562 | -0.562 | -0.562 |
| 10       | -0.549 | -0.549 | -0.549 |
| 20       | -0.538 | -0.538 | -0.538 |
| 50       | -0.524 | -0.524 | -0.524 |
| 100      | -0.508 | -0.508 | -0.508 |

Figura 7-2 – Parâmetros a e b

Dado que o projeto da Mina da Lagoa Salgada se localiza na região A e que o dimensionamento da drenagem longitudinal será efetuado para caudais com período de retorno de 20 anos, a curva IDF utilizada no presente estudo é dada pela fórmula seguinte, sendo que os valores de a e b retirados da tabela apresentada anteriormente, Figura.2:

$$i = 317,74 \times t^{-0,538}$$

Tendo em conta que se admitiu os 10 minutos tempo de duração da chuvada, obteve-se a seguinte intensidade, expressas em milímetros por hora:

$$I = 92,06 \text{ mm/h}$$

Para as passagens hidráulicas o estudo é efetuado para caudais com período de retorno de 100 anos, sendo a curva IDF utilizada no presente estudo dada por:

$$i = 365,62 \times t^{-0,508}$$

Tendo como “t” o tempo de concentração obtido pela fórmula de Temez para cada uma das passagens hidráulicas.

Os valores obtidos podem ser observados e indicados na Tabela do Dimensionamento de passagens hidráulicas, apresentada em anexo.

#### 7.4 DIMENSIONAMENTO DA DRENAGEM TRANSVERSAL

As características geométricas e de implantação das passagens hidráulicas são definidas de modo a garantir o restabelecimento das linhas de água sem prejuízo para a via, nomeadamente sem risco de inundação ou galgamento da mesma. Assim, a verificação do funcionamento destas estruturas faz-se calculando a altura de água a montante das mesmas, para o caudal de ponta de cheia das linhas de água a restabelecer.

Como critérios iniciais de dimensionamento das passagens hidráulicas, tomou-se o seguinte:

- A secção mínima circular a considerar será de diâmetro igual a 0.60m;
- A velocidade máxima considerada foi de 5m/s, sendo considerada a proteção à saída das passagens hidráulicas, sempre que os benefícios de construção e segurança o justificam.
- As relações  $H_w/D \leq 1.50$ , e  $h_u/D \leq 0.80$ , foram cumpridas no cálculo das passagens hidráulicas;

#### 7.5 DIMENSIONAMENTO DA DRENAGEM LONGITUDINAL

O dimensionamento das valas, valetas e caleiras é uma questão de análise, uma vez que as secções a usar são previamente definidas, situando-se a decisão apenas ao nível da necessidade de o sistema ser descarregado ou, se necessário, apoiado por coletor.

Para o dimensionamento dos diversos elementos constituintes dos sistemas de drenagem considerar-se-á que o escoamento se processa em regime uniforme, sendo aplicável a fórmula de Manning-Strickler.

Esta fórmula relaciona o caudal com as características geométricas da secção de vazão, rugosidade da tubagem e ainda a perda de carga unitária, e é representada por:

$$Q = K S R^{2/3} i^{1/2}$$

em que:

$Q$  = caudal de dimensionamento ( $m^3/s$ );

$K$  = coeficiente de Strickler ( $m^{1/3} s^{-1}$ );

$S$  = área líquida ( $m^2$ );

$R$  = raio hidráulico (m);

$i$  = perda de carga unitária (m/m).

## **ANEXO I – CÁLCULOS DAS DIRETRIZES**

### ACESSO SECUNDÁRIO – VIATURAS LIGEIRAS

| Km        | Desenv. | M          | P           | Rumo      | Caract. Geométricas |
|-----------|---------|------------|-------------|-----------|---------------------|
| 0+000.000 |         | -30430.709 | -161318.149 | 102.46831 | RECTA(1)            |
|           | 2.540   |            |             |           | Raio infinito       |
| 0+002.540 |         | -30428.171 | -161318.247 | 102.46831 | CIRC.(2)            |
|           | 12.306  | -30427.473 | -161300.261 |           | Centro R= -18.0     |
| 0+014.846 |         | -30416.653 | -161314.646 | 58.94621  | RECTA(3)            |
|           | 204.297 |            |             |           | Raio infinito       |
| 0+219.143 |         | -30253.384 | -161191.844 | 58.94621  | CIRC.(4)            |
|           | 43.167  | -29952.836 | -161591.432 |           | Centro R= 500.0     |
| 0+262.310 |         | -30217.809 | -161167.417 | 64.44234  | RECTA(5)            |
|           | 54.819  |            |             |           | Raio infinito       |
| 0+317.129 |         | -30171.321 | -161138.366 | 64.44234  | CIRC.(6)            |
|           | 27.821  | -30060.032 | -161316.452 |           | Centro R= 210.0     |
| 0+344.950 |         | -30146.822 | -161125.225 | 72.87643  | RECTA(7)            |
|           | 26.780  |            |             |           | Raio infinito       |
| 0+371.730 |         | -30122.435 | -161114.158 | 72.87643  | CIRC.(8)            |
|           | 44.952  | -28882.587 | -163845.966 |           | Centro R= 3000.0    |
| 0+416.682 |         | -30081.364 | -161095.887 | 73.83034  | RECTA(9)            |
|           | 67.067  |            |             |           | Raio infinito       |
| 0+483.749 |         | -30019.885 | -161069.088 | 73.83034  | CIRC.(10)           |
|           | 46.618  | -30399.498 | -160198.229 |           | Centro R= -950.0    |
| 0+530.367 |         | -29977.624 | -161049.419 | 70.70632  | RECTA(11)           |
|           | 165.127 |            |             |           | Raio infinito       |
| 0+695.495 |         | -29829.672 | -160976.089 | 70.70632  | CIRC.(12)           |
|           | 9.208   | -30184.934 | -160259.298 |           | Centro R= -800.0    |
| 0+704.702 |         | -29821.446 | -160971.953 | 69.97361  | RECTA(13)           |
|           | 27.201  |            |             |           | Raio infinito       |
| 0+731.903 |         | -29797.215 | -160959.594 | 69.97361  | CIRC.(14)           |
|           | 17.034  | -29774.497 | -161004.135 |           | Centro R= 50.0      |
| 0+748.937 |         | -29781.027 | -160954.563 | 91.66218  | RECTA(15)           |
|           | 5.267   |            |             |           | Raio infinito       |
| 0+754.203 |         | -29775.805 | -160953.876 | 91.66218  | CIRC.(16)           |
|           | 15.997  | -29782.335 | -160904.304 |           | Centro R= -50.0     |
| 0+770.200 |         | -29760.546 | -160949.306 | 71.29436  | RECTA(17)           |
|           | 25.719  |            |             |           | Raio infinito       |
| 0+795.920 |         | -29737.397 | -160938.098 | 71.29436  | CIRC.(18)           |
|           | 26.579  | -29698.177 | -161019.103 |           | Centro R= 90.0      |
| 0+822.498 |         | -29712.124 | -160930.190 | 90.09489  | CIRC.(19)           |
|           | 21.867  | -29722.196 | -160865.975 |           | Centro R= -65.0     |
| 0+844.365 |         | -29691.491 | -160923.266 | 68.67818  | CIRC.(20)           |
|           | 27.336  | -29660.785 | -160980.556 |           | Centro R= 65.0      |
| 0+871.701 |         | -29665.425 | -160915.722 | 95.45167  | RECTA(21)           |
|           | 23.813  |            |             |           | Raio infinito       |
| 0+895.514 |         | -29641.673 | -160914.022 | 95.45167  | CIRC.(22)           |
|           | 29.265  | -29643.814 | -160884.098 |           | Centro R= -30.0     |
| 0+924.779 |         | -29617.837 | -160899.105 | 33.34940  | RECTA(23)           |
|           | 8.737   |            |             |           | Raio infinito       |
| 0+933.516 |         | -29613.467 | -160891.540 | 33.34940  | CIRC.(24)           |
|           | 53.418  | -29548.525 | -160929.056 |           | Centro R= 75.0      |
| 0+986.935 |         | -29573.161 | -160858.218 | 78.69215  | RECTA(25)           |
|           | 17.478  |            |             |           | Raio infinito       |
| 1+004.413 |         | -29556.653 | -160852.477 | 78.69215  | CIRC.(26)           |
|           | 18.080  | -29507.380 | -160994.153 |           | Centro R= 150.0     |
| 1+022.493 |         | -29539.260 | -160847.580 | 86.36563  | CIRC.(27)           |
|           | 24.061  | -29560.513 | -160749.864 |           | Centro R= -100.0    |
| 1+046.554 |         | -29516.587 | -160839.700 | 71.04795  | CIRC.(28)           |
|           | 25.855  | -29488.035 | -160898.094 |           | Centro R= 65.0      |
| 1+072.409 |         | -29491.738 | -160833.199 | 96.37097  | RECTA(29)           |
|           | 29.323  |            |             |           | Raio infinito       |
| 1+101.732 |         | -29462.463 | -160831.528 | 96.37097  | CIRC.(30)           |
|           | 25.333  | -29466.736 | -160756.650 |           | Centro R= -75.0     |
| 1+127.065 |         | -29437.891 | -160825.882 | 74.86780  | RECTA(31)           |
|           | 8.460   |            |             |           | Raio infinito       |
| 1+135.525 |         | -29430.081 | -160822.628 | 74.86780  | CIRC.(32)           |
|           | 48.980  | -29410.851 | -160868.782 |           | Centro R= 50.0      |

INFRAESTRUTURAS VIÁRIAS  
MEMÓRIA DESCRITIVA

|           |        |            |             |           |                  |
|-----------|--------|------------|-------------|-----------|------------------|
| 1+184.505 |        | -29383.249 | -160827.091 | 137.23066 | CIRC.(33)        |
|           | 52.990 | -29355.646 | -160785.401 |           | Centro R= -50.0  |
| 1+237.495 |        | -29332.780 | -160829.865 | 69.76137  | CIRC.(34)        |
|           | 43.840 | -29287.047 | -160918.795 |           | Centro R= 100.0  |
| 1+281.335 |        | -29290.706 | -160818.862 | 97.67047  | RECTA(35)        |
|           | 25.142 |            |             |           | Raio infinito    |
| 1+306.477 |        | -29265.581 | -160817.942 | 97.67047  | CIRC.(36)        |
|           | 25.014 | -29267.410 | -160767.976 |           | Centro R= -50.0  |
| 1+331.490 |        | -29241.838 | -160810.942 | 65.82225  | CIRC.(37)        |
|           | 44.869 | -29172.793 | -160926.950 |           | Centro R= 135.0  |
| 1+376.359 |        | -29200.209 | -160794.763 | 86.98112  | RECTA(38)        |
|           | 7.122  |            |             |           | Raio infinito    |
| 1+383.481 |        | -29193.235 | -160793.316 | 86.98112  | CIRC.(39)        |
|           | 28.161 | -29223.697 | -160646.442 |           | Centro R= -150.0 |
| 1+411.642 |        | -29166.358 | -160785.050 | 75.02918  | RECTA(40)        |
|           | 14.219 |            |             |           | Raio infinito    |
| 1+425.861 |        | -29153.219 | -160779.615 | 75.02918  | CIRC.(41)        |
|           | 13.471 | -29134.106 | -160825.818 |           | Centro R= 50.0   |
| 1+439.332 |        | -29140.231 | -160776.194 | 92.18085  | RECTA(42)        |
|           | 14.750 |            |             |           | Raio infinito    |
| 1+454.082 |        | -29125.593 | -160774.387 | 92.18085  | CIRC.(43)        |
|           | 35.969 | -29134.169 | -160704.915 |           | Centro R= -70.0  |
| 1+490.050 |        | -29092.553 | -160761.201 | 59.46904  | CIRC.(44)        |
|           | 26.085 | -29062.827 | -160801.405 |           | Centro R= 50.0   |
| 1+516.135 |        | -29068.563 | -160751.735 | 92.68088  | CIRC.(45)        |
|           | 15.595 | -29074.299 | -160702.065 |           | Centro R= -50.0  |
| 1+531.730 |        | -29053.597 | -160747.578 | 72.82435  | CIRC.(46)        |
|           | 10.968 | -29032.896 | -160793.092 |           | Centro R= 50.0   |
| 1+542.698 |        | -29043.197 | -160744.164 | 86.78928  | CIRC.(47)        |
|           | 21.475 | -29053.499 | -160695.237 |           | Centro R= -50.0  |
| 1+564.173 |        | -29023.759 | -160735.431 | 59.44636  | CIRC.(48)        |
|           | 46.321 | -28964.279 | -160815.818 |           | Centro R= 100.0  |
| 1+610.494 |        | -28981.572 | -160717.325 | 88.93526  | RECTA(49)        |
|           | 48.822 |            |             |           | Raio infinito    |
| 1+659.316 |        | -28933.486 | -160708.882 | 88.93526  | CIRC.(50)        |
|           | 33.755 | -28907.546 | -160856.622 |           | Centro R= 150.0  |
| 1+693.071 |        | -28899.866 | -160706.819 | 103.26112 | CIRC.(51)        |
|           | 24.120 | -28898.329 | -160676.858 |           | Centro R= -30.0  |
| 1+717.191 |        | -28877.819 | -160698.752 | 52.07655  | RECTA(52)        |
|           | 15.624 |            |             |           | Raio infinito    |
| 1+732.815 |        | -28866.417 | -160688.070 | 52.07655  | CIRC.(53)        |
|           | 60.948 | -28661.316 | -160907.008 |           | Centro R= 300.0  |
| 1+793.763 |        | -28818.025 | -160651.190 | 65.01018  | RECTA(54)        |
|           | 30.660 |            |             |           | Raio infinito    |
| 1+824.423 |        | -28791.881 | -160635.175 | 65.01018  | CIRC.(55)        |
|           | 22.406 | -28857.176 | -160528.585 |           | Centro R= -125.0 |
| 1+846.829 |        | -28773.923 | -160621.826 | 53.59894  | RECTA(56)        |
|           | 15.222 |            |             |           | Raio infinito    |
| 1+862.051 |        | -28762.568 | -160611.687 | 53.59894  | CIRC.(57)        |
|           | 18.188 | -28722.607 | -160656.443 |           | Centro R= 60.0   |
| 1+880.239 |        | -28747.386 | -160601.799 | 72.89719  | CIRC.(58)        |
|           | 58.758 | -28685.438 | -160738.410 |           | Centro R= 150.0  |
| 1+938.997 |        | -28690.538 | -160588.496 | 97.83478  | CIRC.(59)        |
|           | 23.317 | -28691.219 | -160568.508 |           | Centro R= -20.0  |
| 1+962.315 |        | -28672.579 | -160575.757 | 23.61315  | CIRC.(60)        |
|           | 25.701 | -28206.581 | -160756.991 |           | Centro R= 500.0  |
| 1+988.016 |        | -28662.651 | -160552.053 | 26.88556  | RECTA(61)        |
|           | 51.217 |            |             |           | Raio infinito    |
| 2+039.233 |        | -28641.659 | -160505.336 | 26.88556  | CIRC.(62)        |
|           | 25.912 | -28504.837 | -160566.817 |           | Centro R= 150.0  |
| 2+065.146 |        | -28629.054 | -160482.733 | 37.88313  | RECTA(63)        |
|           | 12.810 |            |             |           | Raio infinito    |
| 2+077.956 |        | -28621.873 | -160472.124 | 37.88313  | CIRC.(64)        |
|           | 23.766 | -28489.375 | -160561.815 |           | Centro R= 160.0  |
| 2+101.722 |        | -28607.141 | -160453.504 | 47.33931  | RECTA(65)        |
|           | 6.274  |            |             |           | Raio infinito    |
| 2+107.996 |        | -28602.893 | -160448.886 | 47.33931  | CIRC.(66)        |
|           | 25.222 | -28661.776 | -160394.730 |           | Centro R= -80.0  |
| 2+133.218 |        | -28589.003 | -160427.958 | 27.26825  | RECTA(67)        |

|           |         |            |             |           |                  |
|-----------|---------|------------|-------------|-----------|------------------|
|           | 16.822  |            |             |           | Raio infinito    |
| 2+150.039 |         | -28582.016 | -160412.656 | 27.26825  | CIRC.(68)        |
|           | 21.702  | -28491.050 | -160454.191 |           | Centro R= 100.0  |
| 2+171.741 |         | -28570.939 | -160394.044 | 41.08408  | CIRC.(69)        |
|           | 13.141  | -28546.973 | -160412.088 |           | Centro R= 30.0   |
| 2+184.882 |         | -28561.023 | -160385.582 | 68.96951  | CIRC.(70)        |
|           | 31.472  | -28612.542 | -160288.392 |           | Centro R= -110.0 |
| 2+216.354 |         | -28535.688 | -160367.091 | 50.75518  | RECTA(71)        |
|           | 39.888  |            |             |           | Raio infinito    |
| 2+256.242 |         | -28507.151 | -160339.223 | 50.75518  | CIRC.(72)        |
|           | 44.320  | -28611.951 | -160231.906 |           | Centro R= -150.0 |
| 2+300.562 |         | -28480.443 | -160304.056 | 31.94528  | CIRC.(73)        |
|           | 31.911  | -28506.745 | -160289.626 |           | Centro R= -30.0  |
| 2+332.473 |         | -28481.358 | -160273.642 | 364.22700 | RECTA(74)        |
|           | 228.311 |            |             |           | Raio infinito    |
| 2+560.784 |         | -28603.005 | -160080.437 | 364.22700 | RECTA(74)        |

Ext. Total=2560.784(metros)

### ACESSO À MINA SOLA

| Km        | Desenv. | M          | P           | Rumo      | Caract. Geométricas |
|-----------|---------|------------|-------------|-----------|---------------------|
| 0+000.000 |         | -28603.003 | -160080.439 | 164.22700 | RECTA(1)            |
|           | 158.772 |            |             |           | Raio infinito       |
| 0+158.772 |         | -28518.407 | -160214.798 | 164.22700 | CIRC.(2)            |
|           | 87.167  | -24287.242 | -157550.734 |           | Centro R= -5000.0   |
| 0+245.939 |         | -28471.323 | -160288.153 | 163.11716 | RECTA(3)            |
|           | 208.847 |            |             |           | Raio infinito       |
| 0+454.786 |         | -28356.983 | -160462.919 | 163.11716 | CIRC.(4)            |
|           | 28.666  | -28775.391 | -160736.661 |           | Centro R= 500.0     |
| 0+483.452 |         | -28341.985 | -160487.344 | 166.76708 | RECTA(5)            |
|           | 89.209  |            |             |           | Raio infinito       |
| 0+572.662 |         | -28297.502 | -160564.672 | 166.76708 | CIRC.(6)            |
|           | 19.733  | -27864.096 | -160315.355 |           | Centro R= -500.0    |
| 0+592.394 |         | -28287.328 | -160581.578 | 164.25462 | RECTA(7)            |
|           | 439.190 |            |             |           | Raio infinito       |
| 1+031.584 |         | -28053.483 | -160953.337 | 164.25462 | CIRC.(8)            |
|           | 16.727  | -27630.251 | -160687.114 |           | Centro R= -500.0    |
| 1+048.311 |         | -28044.342 | -160967.344 | 162.12491 | RECTA(9)            |
|           | 27.138  |            |             |           | Raio infinito       |
| 1+075.449 |         | -28029.132 | -160989.819 | 162.12491 | CIRC.(10)           |
|           | 13.678  | -28443.223 | -161270.049 |           | Centro R= 500.0     |
| 1+089.128 |         | -28021.622 | -161001.251 | 163.86649 | RECTA(11)           |
|           | 451.925 |            |             |           | Raio infinito       |
| 1+541.053 |         | -27778.668 | -161382.315 | 163.86649 | CIRC.(12)           |
|           | 57.383  | -27820.828 | -161409.195 |           | Centro R= 50.0      |
| 1+598.436 |         | -27779.007 | -161436.599 | 236.92885 | RECTA(13)           |
|           | 296.735 |            |             |           | Raio infinito       |
| 1+895.171 |         | -27941.644 | -161684.795 | 236.92885 | CIRC.(14)           |
|           | 18.852  | -28778.065 | -161136.706 |           | Centro R= 1000.0    |
| 1+914.023 |         | -27952.125 | -161700.464 | 238.12901 | RECTA(15)           |
|           | 79.813  |            |             |           | Raio infinito       |
| 1+993.836 |         | -27997.120 | -161766.385 | 238.12901 | CIRC.(16)           |
|           | 77.143  | -27955.823 | -161794.573 |           | Centro R= -50.0     |
| 2+070.979 |         | -27985.153 | -161835.066 | 139.90715 | RECTA(17)           |
|           | 46.701  |            |             |           | Raio infinito       |
| 2+117.679 |         | -27947.332 | -161862.461 | 139.90715 | CIRC.(18)           |
|           | 53.896  | -28387.285 | -162469.866 |           | Centro R= 750.0     |
| 2+171.575 |         | -27904.856 | -161895.617 | 144.48196 | RECTA(19)           |
|           | 135.653 |            |             |           | Raio infinito       |
| 2+307.228 |         | -27800.991 | -161982.874 | 144.48196 | CIRC.(20)           |
|           | 29.741  | -27672.343 | -161829.741 |           | Centro R= -200.0    |
| 2+336.969 |         | -27776.884 | -162000.244 | 135.01516 | RECTA(21)           |
|           | 63.899  |            |             |           | Raio infinito       |
| 2+400.868 |         | -27722.409 | -162033.644 | 135.01516 | CIRC.(22)           |
|           | 28.704  | -27983.760 | -162459.902 |           | Centro R= 500.0     |

|           |        |            |             |           |                 |
|-----------|--------|------------|-------------|-----------|-----------------|
| 2+429.572 |        | -27698.382 | -162049.342 | 138.66988 | RECTA(23)       |
|           | 62.985 |            |             |           | Raio infinito   |
| 2+492.557 |        | -27646.664 | -162085.291 | 138.66988 | CIRC.(24)       |
|           | 25.158 | -27732.277 | -162208.459 |           | Centro R= 150.0 |
| 2+517.715 |        | -27627.304 | -162101.311 | 149.34740 | RECTA(25)       |
|           | 16.530 |            |             |           | Raio infinito   |
| 2+534.245 |        | -27615.496 | -162112.879 | 149.34740 | RECTA(25)       |

Ext. Total=2534.245(metros)

### ACESSO À MINA SOL.B

| Km        | Desenv. | M          | P           | Rumo      | Caract. Geométricas |
|-----------|---------|------------|-------------|-----------|---------------------|
| 0+000.000 |         | -28603.003 | -160080.439 | 164.22700 | RECTA(1)            |
|           | 158.772 |            |             |           | Raio infinito       |
| 0+158.772 |         | -28518.407 | -160214.798 | 164.22700 | CIRC.(2)            |
|           | 87.167  | -24287.242 | -157550.734 |           | Centro R= -5000.0   |
| 0+245.939 |         | -28471.323 | -160288.153 | 163.11716 | RECTA(3)            |
|           | 208.847 |            |             |           | Raio infinito       |
| 0+454.786 |         | -28356.983 | -160462.919 | 163.11716 | CIRC.(4)            |
|           | 28.666  | -28775.391 | -160736.661 |           | Centro R= 500.0     |
| 0+483.452 |         | -28341.985 | -160487.344 | 166.76708 | RECTA(5)            |
|           | 89.209  |            |             |           | Raio infinito       |
| 0+572.662 |         | -28297.502 | -160564.672 | 166.76708 | CIRC.(6)            |
|           | 19.733  | -27864.096 | -160315.355 |           | Centro R= -500.0    |
| 0+592.394 |         | -28287.328 | -160581.578 | 164.25462 | RECTA(7)            |
|           | 439.190 |            |             |           | Raio infinito       |
| 1+031.584 |         | -28053.483 | -160953.337 | 164.25462 | CIRC.(8)            |
|           | 16.727  | -27630.251 | -160687.114 |           | Centro R= -500.0    |
| 1+048.311 |         | -28044.342 | -160967.344 | 162.12491 | RECTA(9)            |
|           | 27.138  |            |             |           | Raio infinito       |
| 1+075.449 |         | -28029.132 | -160989.819 | 162.12491 | CIRC.(10)           |
|           | 13.678  | -28443.223 | -161270.049 |           | Centro R= 500.0     |
| 1+089.128 |         | -28021.622 | -161001.251 | 163.86649 | RECTA(11)           |
|           | 182.982 |            |             |           | Raio infinito       |
| 1+272.110 |         | -27923.251 | -161155.542 | 163.86649 | CIRC.(12)           |
|           | 50.299  | -27965.411 | -161182.422 |           | Centro R= 50.0      |
| 1+322.409 |         | -27920.139 | -161203.646 | 227.90905 | RECTA(13)           |
|           | 74.635  |            |             |           | Raio infinito       |
| 1+397.044 |         | -27951.821 | -161271.223 | 227.90905 | CIRC.(14)           |
|           | 35.992  | -27997.092 | -161249.998 |           | Centro R= 50.0      |
| 1+433.036 |         | -27977.045 | -161295.803 | 273.73574 | RECTA(15)           |
|           | 26.681  |            |             |           | Raio infinito       |
| 1+459.717 |         | -28001.487 | -161306.501 | 273.73574 | CIRC.(16)           |
|           | 48.211  | -27981.440 | -161352.306 |           | Centro R= -50.0     |
| 1+507.928 |         | -28030.501 | -161342.666 | 212.35211 | RECTA(17)           |
|           | 27.111  |            |             |           | Raio infinito       |
| 1+535.038 |         | -28035.729 | -161369.268 | 212.35211 | CIRC.(18)           |
|           | 23.906  | -28231.976 | -161330.706 |           | Centro R= 200.0     |
| 1+558.945 |         | -28041.727 | -161392.395 | 219.96172 | RECTA(19)           |
|           | 27.239  |            |             |           | Raio infinito       |
| 1+586.184 |         | -28050.129 | -161418.305 | 219.96172 | CIRC.(20)           |
|           | 45.198  | -28116.716 | -161396.714 |           | Centro R= 70.0      |
| 1+631.382 |         | -28076.526 | -161454.027 | 261.06740 | RECTA(21)           |
|           | 34.217  |            |             |           | Raio infinito       |
| 1+665.599 |         | -28104.542 | -161473.673 | 261.06740 | CIRC.(22)           |
|           | 24.185  | -27817.472 | -161883.052 |           | Centro R= -500.0    |
| 1+689.784 |         | -28124.000 | -161488.032 | 257.98802 | RECTA(23)           |
|           | 16.568  |            |             |           | Raio infinito       |
| 1+706.352 |         | -28137.090 | -161498.189 | 257.98802 | CIRC.(24)           |
|           | 11.828  | -28290.354 | -161300.679 |           | Centro R= 250.0     |
| 1+718.181 |         | -28146.603 | -161505.217 | 261.00012 | RECTA(25)           |
|           | 38.251  |            |             |           | Raio infinito       |
| 1+756.431 |         | -28177.897 | -161527.211 | 261.00012 | CIRC.(26)           |
|           | 72.821  | -28149.147 | -161568.119 |           | Centro R= -50.0     |
| 1+829.253 |         | -28193.069 | -161592.012 | 168.28110 | CIRC.(27)           |

|           |        |            |             |                  |
|-----------|--------|------------|-------------|------------------|
| 1+861.634 | 32.382 | -28280.911 | -161639.800 | Centro R= 100.0  |
|           |        | -28182.428 | -161622.446 | RECTA(28)        |
|           | 18.918 |            |             | Raio infinito    |
| 1+880.552 |        | -28179.145 | -161641.077 | CIRC.(29)        |
|           | 42.881 | -28671.559 | -161727.847 | Centro R= 500.0  |
| 1+923.433 |        | -28173.523 | -161683.575 | RECTA(30)        |
|           | 70.831 |            |             | Raio infinito    |
| 1+994.265 |        | -28167.251 | -161754.128 | CIRC.(31)        |
|           | 40.617 | -28017.840 | -161740.846 | Centro R= -150.0 |
| 2+034.882 |        | -28158.254 | -161793.609 | CIRC.(32)        |
|           | 36.108 | -28205.059 | -161811.196 | Centro R= 50.0   |
| 2+070.989 |        | -28158.312 | -161828.937 | CIRC.(33)        |
|           | 29.904 | -28111.565 | -161846.678 | Centro R= -50.0  |
| 2+100.893 |        | -28160.187 | -161858.338 | CIRC.(34)        |
|           | 16.659 | -28208.808 | -161869.997 | Centro R= 50.0   |
| 2+117.552 |        | -28159.047 | -161874.881 | RECTA(35)        |
|           | 21.957 |            |             | Raio infinito    |
| 2+139.510 |        | -28161.192 | -161896.733 | CIRC.(36)        |
|           | 24.296 | -28111.431 | -161901.616 | Centro R= -50.0  |
| 2+163.805 |        | -28157.712 | -161920.537 | CIRC.(37)        |
|           | 21.129 | -28065.149 | -161882.695 | Centro R= -100.0 |
| 2+184.934 |        | -28147.717 | -161939.108 | CIRC.(38)        |
|           | 50.170 | -28209.643 | -161981.418 | Centro R= 75.0   |
| 2+235.104 |        | -28134.825 | -161986.630 | RECTA(39)        |
|           | 92.704 |            |             | Raio infinito    |
| 2+327.808 |        | -28141.266 | -162079.110 | CIRC.(40)        |
|           | 23.032 | -28016.569 | -162087.796 | Centro R= -125.0 |
| 2+350.840 |        | -28140.747 | -162102.103 | RECTA(41)        |
|           | 13.518 |            |             | Raio infinito    |
| 2+364.358 |        | -28139.200 | -162115.532 | CIRC.(42)        |
|           | 13.541 | -28188.871 | -162121.255 | Centro R= 50.0   |
| 2+377.899 |        | -28139.479 | -162129.029 | RECTA(43)        |
|           | 33.420 |            |             | Raio infinito    |
| 2+411.318 |        | -28144.675 | -162162.042 | CIRC.(44)        |
|           | 27.091 | -28194.067 | -162154.269 | Centro R= 50.0   |
| 2+438.409 |        | -28155.758 | -162186.400 | RECTA(45)        |
|           | 41.498 |            |             | Raio infinito    |
| 2+479.907 |        | -28182.426 | -162218.195 | CIRC.(46)        |
|           | 14.830 | -28239.889 | -162169.998 | Centro R= 75.0   |
| 2+494.738 |        | -28193.014 | -162228.545 | RECTA(47)        |
|           | 7.116  |            |             | Raio infinito    |
| 2+501.854 |        | -28198.569 | -162232.992 | CIRC.(48)        |
|           | 27.357 | -28167.319 | -162272.023 | Centro R= -50.0  |
| 2+529.211 |        | -28214.313 | -162254.948 | CIRC.(49)        |
|           | 45.137 | -28270.706 | -162234.458 | Centro R= 60.0   |
| 2+574.348 |        | -28243.533 | -162287.952 | RECTA(50)        |
|           | 23.153 |            |             | Raio infinito    |
| 2+597.500 |        | -28264.175 | -162298.437 | CIRC.(51)        |
|           | 49.993 | -28241.530 | -162343.016 | Centro R= -50.0  |
| 2+647.493 |        | -28291.276 | -162337.978 | RECTA(52)        |
|           | 8.849  |            |             | Raio infinito    |
| 2+656.342 |        | -28292.167 | -162346.782 | RECTA(52)        |

Ext. Total=2656.342(metros)

### VI 01

| Km        | Desenv. | M          | P           | Rumo      | Caract. Geométricas |
|-----------|---------|------------|-------------|-----------|---------------------|
| 0+000.000 |         | -29250.345 | -158704.369 | 178.85589 | RECTA(1)            |
|           | 806.980 |            |             |           | Raio infinito       |
| 0+806.980 |         | -28987.223 | -159467.248 | 178.85589 | CIRC.(2)            |
|           | 13.787  | -28930.502 | -159447.684 |           | Centro R= -60.0     |
| 0+820.768 |         | -28981.276 | -159479.653 | 164.22702 | RECTA(3)            |
|           | 709.953 |            |             |           | Raio infinito       |
| 1+530.721 |         | -28603.003 | -160080.439 | 164.22702 | RECTA(3)            |

Ext. Total=1530.721(metros)

### VI 02

| Km        | Desenv. | M          | P           | Rumo     | Caract. Geométricas |
|-----------|---------|------------|-------------|----------|---------------------|
| 0+000.000 |         | -28757.716 | -160055.305 | 64.22701 | RECTA(1)            |
|           | 117.531 |            |             |          | Raio infinito       |
| 0+117.531 |         | -28658.257 | -159992.682 | 64.22701 | RECTA(1)            |

Ext. Total=117.531(metros)

### VI 03

| Km        | Desenv. | M          | P           | Rumo      | Caract. Geométricas |
|-----------|---------|------------|-------------|-----------|---------------------|
| 0+000.000 |         | -28698.877 | -160018.257 | 164.22701 | RECTA(1)            |
|           | 40.251  |            |             |           | Raio infinito       |
| 0+040.251 |         | -28677.431 | -160052.319 | 164.22701 | RECTA(1)            |

Ext. Total=40.251(metros)

### VI 04

| Km        | Desenv. | M          | P           | Rumo      | Caract. Geométricas |
|-----------|---------|------------|-------------|-----------|---------------------|
| 0+000.000 |         | -28658.257 | -159992.683 | 64.22701  | RECTA(1)            |
|           | 329.914 |            |             |           | Raio infinito       |
| 0+329.914 |         | -28379.073 | -159816.900 | 64.22701  | CIRC.(2)            |
|           | 48.474  | -28395.057 | -159791.513 |           | Centro R= -30.0     |
| 0+378.388 |         | -28370.415 | -159774.403 | 361.36250 | RECTA(3)            |
|           | 39.522  |            |             |           | Raio infinito       |
| 0+417.910 |         | -28392.956 | -159741.939 | 361.36250 | RECTA(3)            |

Ext. Total=417.910(metros)

### VI 05

| Km        | Desenv. | M          | P           | Rumo     | Caract. Geométricas |
|-----------|---------|------------|-------------|----------|---------------------|
| 0+000.000 |         | -28598.050 | -160088.307 | 64.22701 | RECTA(1)            |
|           | 19.000  |            |             |          | Raio infinito       |
| 0+019.000 |         | -28581.971 | -160078.184 | 64.22701 | RECTA(1)            |

Ext. Total=19.000(metros)

### VI 06

| Km        | Desenv. | M          | P           | Rumo      | Caract. Geométricas |
|-----------|---------|------------|-------------|-----------|---------------------|
| 0+000.000 |         | -28469.595 | -159873.896 | 105.86537 | RECTA(1)            |
|           | 32.607  |            |             |           | Raio infinito       |
| 0+032.607 |         | -28437.127 | -159876.895 | 105.86537 | CIRC.(2)            |
|           | 11.446  | -28435.516 | -159859.470 |           | Centro R= -17.5     |
| 0+044.053 |         | -28426.192 | -159874.279 | 64.22701  | RECTA(3)            |
|           | 44.996  |            |             |           | Raio infinito       |
| 0+089.049 |         | -28388.115 | -159850.304 | 64.22701  | CIRC.(4)            |
|           | 10.893  | -28397.439 | -159835.495 |           | Centro R= -17.5     |
| 0+099.942 |         | -28381.229 | -159842.090 | 24.59967  | RECTA(5)            |
|           | 22.496  |            |             |           | Raio infinito       |
| 0+122.439 |         | -28372.751 | -159821.253 | 24.59967  | CIRC.(6)            |
|           | 5.142   | -28419.065 | -159802.410 |           | Centro R= -50.0     |
| 0+127.580 |         | -28371.062 | -159816.399 | 18.05307  | RECTA(7)            |
|           | 17.178  |            |             |           | Raio infinito       |
| 0+144.759 |         | -28366.255 | -159799.907 | 18.05307  | RECTA(7)            |

Ext. Total=144.759(metros)

### VI 07

| Km        | Desenv. | M          | P           | Rumo     | Caract. Geométricas |
|-----------|---------|------------|-------------|----------|---------------------|
| 0+000.000 |         | -28506.674 | -159846.912 | 64.22701 | RECTA(1)            |
|           | 153.435 |            |             |          | Raio infinito       |
| 0+153.435 |         | -28376.833 | -159765.160 | 64.22701 | RECTA(1)            |

Ext. Total=153.435(metros)

### VI 08

| Km        | Desenv. | M          | P           | Rumo      | Caract. Geométricas |
|-----------|---------|------------|-------------|-----------|---------------------|
| 0+000.000 |         | -28425.823 | -159756.452 | 147.20956 | RECTA(1)            |
|           | 34.704  |            |             |           | Raio infinito       |
| 0+034.704 |         | -28400.232 | -159779.893 | 147.20956 | RECTA(1)            |

Ext. Total=34.704(metros)

### VI 09

| Km        | Desenv. | M          | P           | Rumo     | Caract. Geométricas |
|-----------|---------|------------|-------------|----------|---------------------|
| 0+000.000 |         | -28707.286 | -159914.813 | 64.41869 | RECTA(1)            |
|           | 15.447  |            |             |          | Raio infinito       |
| 0+015.447 |         | -28694.189 | -159906.622 | 64.41869 | RECTA(1)            |

Ext. Total=15.447(metros)

### VI 10

| Km        | Desenv. | M          | P           | Rumo     | Caract. Geométricas |
|-----------|---------|------------|-------------|----------|---------------------|
| 0+000.000 |         | -28767.779 | -159818.737 | 64.22701 | RECTA(1)            |
|           | 231.155 |            |             |          | Raio infinito       |
| 0+231.155 |         | -28572.168 | -159695.575 | 64.22701 | RECTA(1)            |

Ext. Total=231.155(metros)

### VI 11

| Km        | Desenv. | M          | P           | Rumo     | Caract. Geométricas |
|-----------|---------|------------|-------------|----------|---------------------|
| 0+000.000 |         | -28831.103 | -159817.901 | 64.22728 | RECTA(1)            |
|           | 53.142  |            |             |          | Raio infinito       |
| 0+053.142 |         | -28786.132 | -159789.587 | 64.22728 | RECTA(1)            |

Ext. Total=53.142(metros)

### VI 12

| Km        | Desenv. | M          | P           | Rumo     | Caract. Geométricas |
|-----------|---------|------------|-------------|----------|---------------------|
| 0+000.000 |         | -28816.911 | -159740.702 | 64.22701 | RECTA(1)            |
|           | 72.000  |            |             |          | Raio infinito       |
| 0+072.000 |         | -28755.983 | -159702.340 | 64.22701 | RECTA(1)            |

Ext. Total=72.000(metros)

### VI 13

| Km        | Desenv. | M          | P           | Rumo      | Caract. Geométricas |
|-----------|---------|------------|-------------|-----------|---------------------|
| 0+000.000 |         | -28757.769 | -159675.104 | 164.22701 | RECTA(1)            |
|           | 37.190  |            |             |           | Raio infinito       |
| 0+037.190 |         | -28737.954 | -159706.575 | 164.22701 | RECTA(1)            |

Ext. Total=37.190(metros)

### VI 14

| Km        | Desenv. | M          | P           | Rumo      | Caract. Geométricas |
|-----------|---------|------------|-------------|-----------|---------------------|
| 0+000.000 |         | -28692.828 | -159599.946 | 164.22701 | RECTA(1)            |
|           | 29.000  |            |             |           | Raio infinito       |
| 0+029.000 |         | -28677.377 | -159624.487 | 164.22701 | RECTA(1)            |

Ext. Total=29.000(metros)

### VI 15

| Km        | Desenv. | M          | P           | Rumo      | Caract. Geométricas |
|-----------|---------|------------|-------------|-----------|---------------------|
| 0+000.000 |         | -28677.377 | -159624.487 | 164.22701 | RECTA(1)            |
|           | 23.685  |            |             |           | Raio infinito       |
| 0+023.685 |         | -28664.757 | -159644.530 | 164.22701 | RECTA(1)            |

Ext. Total=23.685(metros)

### VI 16

| Km        | Desenv. | M          | P           | Rumo      | Caract. Geométricas |
|-----------|---------|------------|-------------|-----------|---------------------|
| 0+000.000 |         | -28829.699 | -159720.393 | 64.22701  | RECTA(1)            |
|           | 412.137 |            |             |           | Raio infinito       |
| 0+412.137 |         | -28480.935 | -159500.801 | 64.22701  | CIRC.(2)            |
|           | 47.596  | -28496.919 | -159475.414 |           | Centro R= -30.0     |
| 0+459.733 |         | -28471.787 | -159459.032 | 363.22549 | RECTA(3)            |
|           | 103.697 |            |             |           | Raio infinito       |
| 0+563.430 |         | -28528.412 | -159372.160 | 363.22549 | CIRC.(4)            |
|           | 46.652  | -28553.544 | -159388.542 |           | Centro R= -30.0     |
| 0+610.082 |         | -28569.529 | -159363.155 | 264.22698 | RECTA(5)            |
|           | 21.992  |            |             |           | Raio infinito       |
| 0+632.074 |         | -28588.139 | -159374.872 | 264.22698 | RECTA(5)            |

Ext. Total=632.074(metros)

### VI 17

| Km        | Desenv. | M          | P           | Rumo      | Caract. Geométricas |
|-----------|---------|------------|-------------|-----------|---------------------|
| 0+000.000 |         | -28752.559 | -159991.692 | 164.22704 | RECTA(1)            |
|           | 51.083  |            |             |           | Raio infinito       |
| 0+051.083 |         | -28725.341 | -160034.920 | 164.22704 | RECTA(1)            |

Ext. Total=51.083(metros)

### VI 18

| Km                        | Desenv. | M          | P           | Rumo      | Caract. Geométricas |
|---------------------------|---------|------------|-------------|-----------|---------------------|
| 0+000.000                 |         | -28554.237 | -159818.504 | 164.22701 | RECTA(1)            |
|                           | 46.447  |            |             |           | Raio infinito       |
| 0+046.447                 |         | -28529.489 | -159857.809 | 164.22701 | RECTA(1)            |
| Ext. Total=46.447(metros) |         |            |             |           |                     |

### VI 19

| Km                        | Desenv. | M          | P           | Rumo     | Caract. Geométricas |
|---------------------------|---------|------------|-------------|----------|---------------------|
| 0+000.000                 |         | -28921.098 | -159575.229 | 64.22701 | RECTA(1)            |
|                           | 15.000  |            |             |          | Raio infinito       |
| 0+015.000                 |         | -28908.405 | -159567.237 | 64.22701 | RECTA(1)            |
| Ext. Total=15.000(metros) |         |            |             |          |                     |

### VI 20

| Km                        | Desenv. | M          | P           | Rumo     | Caract. Geométricas |
|---------------------------|---------|------------|-------------|----------|---------------------|
| 0+000.000                 |         | -29134.307 | -159040.802 | 78.85589 | RECTA(1)            |
|                           | 71.500  |            |             |          | Raio infinito       |
| 0+071.500                 |         | -29066.714 | -159017.488 | 78.85589 | RECTA(1)            |
| Ext. Total=71.500(metros) |         |            |             |          |                     |

### VI 21

| Km                        | Desenv. | M          | P           | Rumo     | Caract. Geométricas |
|---------------------------|---------|------------|-------------|----------|---------------------|
| 0+000.000                 |         | -29176.695 | -158917.906 | 78.85589 | RECTA(1)            |
|                           | 21.500  |            |             |          | Raio infinito       |
| 0+021.500                 |         | -29156.370 | -158910.896 | 78.85589 | RECTA(1)            |
| Ext. Total=21.500(metros) |         |            |             |          |                     |

## **ANEXO III – CÁLCULOS DAS RASANTES**

### ACESSO SECUNDÁRIO – VIATURAS LIGEIRAS

| Km        | Desenv. | Cota   | Caract. Geométricas |
|-----------|---------|--------|---------------------|
| 0+000.000 |         | 78.000 | Trainel(1)          |
|           | 19.671  |        | i= -0.300%          |
| 0+019.671 |         | 77.941 | Curva(2)            |
|           | 20.010  |        | Radio= 3335.000     |
| 0+039.682 |         | 77.941 | Trainel(3)          |
|           | 141.631 |        | i= 0.300%           |
| 0+181.313 |         | 78.366 | Curva(4)            |
|           | 20.000  |        | Radio= 2500.000     |
| 0+201.313 |         | 78.346 | Trainel(5)          |
|           | 294.495 |        | i= -0.500%          |
| 0+495.808 |         | 76.873 | Curva(6)            |
|           | 20.000  |        | Radio= 2000.000     |
| 0+515.808 |         | 76.873 | Trainel(7)          |
|           | 73.349  |        | i= 0.500%           |
| 0+589.157 |         | 77.240 | Curva(8)            |
|           | 28.000  |        | Radio= 1600.000     |
| 0+617.157 |         | 77.135 | Trainel(9)          |
|           | 90.468  |        | i= -1.250%          |
| 0+707.625 |         | 76.004 | Curva(10)           |
|           | 39.995  |        | Radio= 4210.000     |
| 0+747.620 |         | 75.694 | Trainel(11)         |
|           | 130.993 |        | i= -0.300%          |
| 0+878.613 |         | 75.301 | Curva(12)           |
|           | 20.000  |        | Radio= 1666.666     |
| 0+898.613 |         | 75.121 | Trainel(13)         |
|           | 45.424  |        | i= -1.500%          |
| 0+944.037 |         | 74.440 | Curva(14)           |
|           | 16.425  |        | Radio= 365.000      |
| 0+960.462 |         | 74.563 | Trainel(15)         |
|           | 35.777  |        | i= 3.000%           |
| 0+996.240 |         | 75.637 | Curva(16)           |
|           | 21.600  |        | Radio= 800.000      |
| 1+017.840 |         | 75.993 | Trainel(17)         |
|           | 179.944 |        | i= 0.300%           |
| 1+197.783 |         | 76.533 | Curva(18)           |
|           | 20.000  |        | Radio= 625.000      |
| 1+217.783 |         | 76.913 | Trainel(19)         |
|           | 17.833  |        | i= 3.500%           |
| 1+235.616 |         | 77.537 | Curva(20)           |
|           | 20.000  |        | Radio= 1000.000     |
| 1+255.616 |         | 78.037 | Trainel(21)         |
|           | 45.855  |        | i= 1.500%           |
| 1+301.471 |         | 78.725 | Curva(22)           |
|           | 20.000  |        | Radio= 2500.000     |
| 1+321.471 |         | 78.945 | Trainel(23)         |
|           | 46.677  |        | i= 0.700%           |
| 1+368.149 |         | 79.271 | Curva(24)           |
|           | 19.998  |        | Radio= 4490.000     |
| 1+388.147 |         | 79.367 | Trainel(25)         |
|           | 134.300 |        | i= 0.255%           |
| 1+522.447 |         | 79.709 | Curva(26)           |
|           | 19.985  |        | Radio= 1145.000     |
| 1+542.432 |         | 79.934 | Trainel(27)         |
|           | 40.833  |        | i= 2.000%           |
| 1+583.265 |         | 80.751 | Curva(28)           |
|           | 20.025  |        | Radio= 445.000      |
| 1+603.290 |         | 80.701 | Trainel(29)         |
|           | 17.446  |        | i= -2.500%          |
| 1+620.735 |         | 80.265 | Curva(30)           |
|           | 20.075  |        | Radio= 365.000      |
| 1+640.810 |         | 80.315 | Trainel(31)         |
|           | 23.548  |        | i= 3.000%           |
| 1+664.358 |         | 81.021 | Curva(32)           |
|           | 50.000  |        | Radio= 2000.000     |

|           |         |        |                 |
|-----------|---------|--------|-----------------|
| 1+714.358 |         | 81.896 | Trainel(33)     |
|           | 22.827  |        | i= 0.500%       |
| 1+737.185 |         | 82.010 | Curva(34)       |
|           | 20.000  |        | Radio= 1000.000 |
| 1+757.185 |         | 82.310 | Trainel(35)     |
|           | 38.492  |        | i= 2.500%       |
| 1+795.677 |         | 83.273 | Curva(36)       |
|           | 20.000  |        | Radio= 2000.000 |
| 1+815.677 |         | 83.673 | Trainel(37)     |
|           | 25.347  |        | i= 1.500%       |
| 1+841.024 |         | 84.053 | Curva(38)       |
|           | 20.400  |        | Radio= 1700.000 |
| 1+861.424 |         | 84.236 | Trainel(39)     |
|           | 55.577  |        | i= 0.300%       |
| 1+917.001 |         | 84.403 | Curva(40)       |
|           | 20.020  |        | Radio= 910.000  |
| 1+937.021 |         | 84.683 | Trainel(41)     |
|           | 51.727  |        | i= 2.500%       |
| 1+988.748 |         | 85.977 | Curva(42)       |
|           | 20.000  |        | Radio= 400.000  |
| 2+008.748 |         | 85.977 | Trainel(43)     |
|           | 34.711  |        | i= -2.500%      |
| 2+043.459 |         | 85.109 | Curva(44)       |
|           | 14.000  |        | Radio= 500.000  |
| 2+057.459 |         | 84.955 | Trainel(45)     |
|           | 90.375  |        | i= 0.300%       |
| 2+147.834 |         | 85.226 | Curva(46)       |
|           | 19.968  |        | Radio= 815.000  |
| 2+167.801 |         | 85.530 | Trainel(47)     |
|           | 24.747  |        | i= 2.750%       |
| 2+192.548 |         | 86.211 | Curva(48)       |
|           | 20.213  |        | Radio= 825.000  |
| 2+212.760 |         | 86.519 | Trainel(49)     |
|           | 136.696 |        | i= 0.300%       |
| 2+349.456 |         | 86.929 | Curva(50)       |
|           | 20.020  |        | Radio= 910.000  |
| 2+369.477 |         | 87.210 | Trainel(51)     |
|           | 39.896  |        | i= 2.500%       |
| 2+409.372 |         | 88.207 | Curva(52)       |
|           | 20.250  |        | Radio= 675.000  |
| 2+429.622 |         | 88.410 | Trainel(53)     |
|           | 131.162 |        | i= -0.500%      |
| 2+560.784 |         | 87.754 | Trainel(53)     |

Ext. Total=2560.784(metros)

### ACESSO À MINA SOLA

| Km        | Desenv. | Cota   | Caract. Geométricas |
|-----------|---------|--------|---------------------|
| 0+000.000 |         | 87.754 | Trainel(1)          |
|           | 131.224 |        | i= 0.500%           |
| 0+131.224 |         | 88.410 | Curva(2)            |
|           | 19.954  |        | Radio= 665.000      |
| 0+151.179 |         | 88.211 | Trainel(3)          |
|           | 41.523  |        | i= -2.501%          |
| 0+192.701 |         | 87.172 | Curva(4)            |
|           | 30.010  |        | Radio= 1500.000     |
| 0+222.711 |         | 86.722 | Trainel(5)          |
|           | 53.613  |        | i= -0.500%          |
| 0+276.324 |         | 86.454 | Curva(6)            |
|           | 40.315  |        | Radio= 1150.000     |
| 0+316.639 |         | 86.959 | Trainel(7)          |
|           | 61.912  |        | i= 3.006%           |
| 0+378.551 |         | 88.820 | Curva(8)            |
|           | 20.000  |        | Radio= 399.246      |
| 0+398.551 |         | 88.920 | Trainel(9)          |
|           | 48.089  |        | i= -2.004%          |
| 0+446.640 |         | 87.956 | Curva(10)           |
|           | 20.000  |        | Radio= 443.606      |
| 0+466.640 |         | 88.007 | Trainel(11)         |
|           | 25.161  |        | i= 2.505%           |
| 0+491.801 |         | 88.637 | Curva(12)           |
|           | 20.000  |        | Radio= 443.743      |
| 0+511.801 |         | 88.687 | Trainel(13)         |
|           | 25.683  |        | i= -2.002%          |
| 0+537.485 |         | 88.173 | Curva(14)           |
|           | 63.144  |        | Radio= 2175.000     |
| 0+600.629 |         | 87.825 | Trainel(15)         |
|           | 336.420 |        | i= 0.901%           |
| 0+937.049 |         | 90.855 | Curva(16)           |
|           | 20.005  |        | Radio= 1820.000     |
| 0+957.054 |         | 91.146 | Trainel(17)         |
|           | 73.223  |        | i= 2.000%           |
| 1+030.277 |         | 92.610 | Curva(18)           |
|           | 17.625  |        | Radio= 1175.000     |
| 1+047.902 |         | 92.830 | Trainel(19)         |
|           | 23.518  |        | i= 0.500%           |
| 1+071.419 |         | 92.948 | Curva(20)           |
|           | 20.000  |        | Radio= 1333.331     |
| 1+091.419 |         | 93.198 | Trainel(21)         |
|           | 43.960  |        | i= 2.000%           |
| 1+135.380 |         | 94.077 | Curva(22)           |
|           | 19.959  |        | Radio= 400.000      |
| 1+155.338 |         | 93.978 | Trainel(23)         |
|           | 6.122   |        | i= -2.990%          |
| 1+161.460 |         | 93.795 | Curva(24)           |
|           | 19.214  |        | Radio= 350.000      |
| 1+180.674 |         | 93.748 | Trainel(25)         |
|           | 8.975   |        | i= 2.500%           |
| 1+189.649 |         | 93.973 | Curva(26)           |
|           | 60.000  |        | Radio= 1500.000     |
| 1+249.649 |         | 94.273 | Trainel(27)         |
|           | 13.851  |        | i= -1.500%          |
| 1+263.500 |         | 94.065 | Curva(28)           |
|           | 20.000  |        | Radio= 571.430      |
| 1+283.500 |         | 94.115 | Trainel(29)         |
|           | 16.645  |        | i= 2.000%           |
| 1+300.145 |         | 94.448 | Curva(30)           |
|           | 20.000  |        | Radio= 666.968      |
| 1+320.145 |         | 94.548 | Trainel(31)         |
|           | 17.655  |        | i= -0.999%          |
| 1+337.800 |         | 94.372 | Curva(32)           |
|           | 19.998  |        | Radio= 890.000      |
| 1+357.798 |         | 94.397 | Trainel(33)         |

|           |         |                 |
|-----------|---------|-----------------|
|           | 39.310  | i= 1.248%       |
| 1+397.107 | 94.887  | Curva(34)       |
|           | 22.220  | Radio= 890.000  |
| 1+419.327 | 94.887  | Trainel(35)     |
|           | 19.136  | i= -1.248%      |
| 1+438.463 | 94.648  | Curva(36)       |
|           | 21.968  | Radio= 800.000  |
| 1+460.432 | 94.676  | Trainel(37)     |
|           | 85.571  | i= 1.498%       |
| 1+546.002 | 95.957  | Curva(38)       |
|           | 39.896  | Radio= 1000.000 |
| 1+585.899 | 95.759  | Trainel(39)     |
|           | 35.382  | i= -2.492%      |
| 1+621.280 | 94.878  | Curva(40)       |
|           | 20.000  | Radio= 1057.155 |
| 1+641.280 | 94.568  | Trainel(41)     |
|           | 153.166 | i= -0.600%      |
| 1+794.446 | 93.649  | Curva(42)       |
|           | 18.919  | Radio= 1000.000 |
| 1+813.365 | 93.357  | Trainel(43)     |
|           | 45.409  | i= -2.492%      |
| 1+858.774 | 92.225  | Curva(44)       |
|           | 19.967  | Radio= 400.000  |
| 1+878.742 | 92.226  | Trainel(45)     |
|           | 23.569  | i= 2.500%       |
| 1+902.311 | 92.815  | Curva(46)       |
|           | 20.000  | Radio= 400.000  |
| 1+922.311 | 92.815  | Trainel(47)     |
|           | 15.588  | i= -2.500%      |
| 1+937.899 | 92.426  | Curva(48)       |
|           | 19.983  | Radio= 500.000  |
| 1+957.883 | 92.325  | Trainel(49)     |
|           | 77.279  | i= 1.497%       |
| 2+035.162 | 93.482  | Curva(50)       |
|           | 19.950  | Radio= 2000.000 |
| 2+055.111 | 93.681  | Trainel(51)     |
|           | 69.268  | i= 0.499%       |
| 2+124.379 | 94.027  | Curva(52)       |
|           | 20.013  | Radio= 1600.000 |
| 2+144.392 | 94.252  | Trainel(53)     |
|           | 105.478 | i= 1.750%       |
| 2+249.870 | 96.098  | Curva(54)       |
|           | 28.000  | Radio= 1600.000 |
| 2+277.870 | 96.833  | Trainel(55)     |
|           | 12.405  | i= 3.500%       |
| 2+290.275 | 97.267  | Curva(56)       |
|           | 21.775  | Radio= 335.000  |
| 2+312.050 | 97.321  | Trainel(57)     |
|           | 21.570  | i= -3.000%      |
| 2+333.620 | 96.674  | Curva(58)       |
|           | 20.188  | Radio= 425.000  |
| 2+353.808 | 96.548  | Trainel(59)     |
|           | 121.705 | i= 1.750%       |
| 2+475.513 | 98.678  | Curva(60)       |
|           | 19.987  | Radio= 2665.000 |
| 2+495.500 | 99.103  | Trainel(61)     |
|           | 38.745  | i= 2.500%       |
| 2+534.245 | 100.071 | Trainel(61)     |

Ext. Total=2534.245(metros)

### ACESSO À MINA SOL.B

| Km        | Desenv. | Cota   | Caract. Geométricas |
|-----------|---------|--------|---------------------|
| 0+000.000 |         | 87.754 | Trainel(1)          |
|           | 131.224 |        | i= 0.500%           |
| 0+131.224 |         | 88.410 | Curva(2)            |
|           | 19.954  |        | Radio= 665.000      |
| 0+151.179 |         | 88.211 | Trainel(3)          |
|           | 41.523  |        | i= -2.501%          |
| 0+192.701 |         | 87.172 | Curva(4)            |
|           | 30.010  |        | Radio= 1500.000     |
| 0+222.711 |         | 86.722 | Trainel(5)          |
|           | 53.613  |        | i= -0.500%          |
| 0+276.324 |         | 86.454 | Curva(6)            |
|           | 40.315  |        | Radio= 1150.000     |
| 0+316.639 |         | 86.959 | Trainel(7)          |
|           | 61.912  |        | i= 3.006%           |
| 0+378.551 |         | 88.820 | Curva(8)            |
|           | 20.000  |        | Radio= 399.246      |
| 0+398.551 |         | 88.920 | Trainel(9)          |
|           | 48.089  |        | i= -2.004%          |
| 0+446.640 |         | 87.956 | Curva(10)           |
|           | 20.000  |        | Radio= 443.606      |
| 0+466.640 |         | 88.007 | Trainel(11)         |
|           | 25.161  |        | i= 2.505%           |
| 0+491.801 |         | 88.637 | Curva(12)           |
|           | 20.000  |        | Radio= 443.743      |
| 0+511.801 |         | 88.687 | Trainel(13)         |
|           | 25.683  |        | i= -2.002%          |
| 0+537.485 |         | 88.173 | Curva(14)           |
|           | 63.144  |        | Radio= 2175.000     |
| 0+600.629 |         | 87.825 | Trainel(15)         |
|           | 336.420 |        | i= 0.901%           |
| 0+937.049 |         | 90.855 | Curva(16)           |
|           | 20.005  |        | Radio= 1820.000     |
| 0+957.054 |         | 91.146 | Trainel(17)         |
|           | 73.380  |        | i= 2.000%           |
| 1+030.433 |         | 92.613 | Curva(18)           |
|           | 19.975  |        | Radio= 1175.000     |
| 1+050.408 |         | 92.843 | Trainel(19)         |
|           | 17.363  |        | i= 0.300%           |
| 1+067.771 |         | 92.895 | Curva(20)           |
|           | 20.000  |        | Radio= 1176.470     |
| 1+087.771 |         | 93.125 | Trainel(21)         |
|           | 47.609  |        | i= 2.000%           |
| 1+135.380 |         | 94.077 | Curva(22)           |
|           | 19.959  |        | Radio= 400.000      |
| 1+155.338 |         | 93.978 | Trainel(23)         |
|           | 6.122   |        | i= -2.990%          |
| 1+161.460 |         | 93.795 | Curva(24)           |
|           | 19.214  |        | Radio= 350.000      |
| 1+180.674 |         | 93.748 | Trainel(25)         |
|           | 8.975   |        | i= 2.500%           |
| 1+189.649 |         | 93.973 | Curva(26)           |
|           | 60.000  |        | Radio= 1500.000     |
| 1+249.649 |         | 94.273 | Trainel(27)         |
|           | 18.007  |        | i= -1.500%          |
| 1+267.655 |         | 94.003 | Curva(28)           |
|           | 20.000  |        | Radio= 571.429      |
| 1+287.655 |         | 94.053 | Trainel(29)         |
|           | 23.734  |        | i= 2.000%           |
| 1+311.389 |         | 94.527 | Curva(30)           |
|           | 20.000  |        | Radio= 555.555      |
| 1+331.389 |         | 94.567 | Trainel(31)         |
|           | 169.164 |        | i= -1.600%          |
| 1+500.553 |         | 91.861 | Curva(32)           |
|           | 21.375  |        | Radio= 1125.000     |
| 1+521.928 |         | 91.722 | Trainel(33)         |

|           |         |                    |
|-----------|---------|--------------------|
|           | 155.305 | i= 0.300%          |
| 1+677.234 |         | 92.188 Curva(34)   |
|           | 20.070  | Radio= 1115.000    |
| 1+697.303 |         | 92.067 Trainel(35) |
|           | 102.784 | i= -1.500%         |
| 1+800.088 |         | 90.525 Curva(36)   |
|           | 20.070  | Radio= 1115.000    |
| 1+820.157 |         | 90.405 Trainel(37) |
|           | 42.687  | i= 0.300%          |
| 1+862.844 |         | 90.533 Curva(38)   |
|           | 20.010  | Radio= 1380.000    |
| 1+882.854 |         | 90.738 Trainel(39) |
|           | 93.929  | i= 1.750%          |
| 1+976.783 |         | 92.382 Curva(40)   |
|           | 20.000  | Radio= 1904.795    |
| 1+996.783 |         | 92.627 Trainel(41) |
|           | 209.836 | i= 0.700%          |
| 2+206.619 |         | 94.096 Curva(42)   |
|           | 30.449  | Radio= 725.000     |
| 2+237.069 |         | 93.670 Trainel(43) |
|           | 11.094  | i= -3.500%         |
| 2+248.163 |         | 93.281 Curva(44)   |
|           | 28.445  | Radio= 455.000     |
| 2+276.607 |         | 93.175 Trainel(45) |
|           | 1.936   | i= 2.752%          |
| 2+278.543 |         | 93.228 Curva(46)   |
|           | 27.819  | Radio= 830.000     |
| 2+306.362 |         | 93.527 Trainel(47) |
|           | 199.698 | i= -0.600%         |
| 2+506.060 |         | 92.329 Curva(48)   |
|           | 20.000  | Radio= 701.000     |
| 2+526.060 |         | 91.924 Trainel(49) |
|           | 65.977  | i= -3.453%         |
| 2+592.037 |         | 89.646 Curva(50)   |
|           | 19.707  | Radio= 625.000     |
| 2+611.743 |         | 89.276 Trainel(51) |
|           | 41.933  | i= -0.300%         |
| 2+653.677 |         | 89.150 Curva(52)   |
|           | 0.000   | Radio= 0.000       |
| 2+653.677 |         | 89.150 Trainel(53) |
|           | 2.666   | i= -0.300%         |
| 2+656.342 |         | 89.186 Trainel(53) |

Ext. Total=2656.342(metros)

## VI 01

| Km        | Desenv. | Cota   | Caract. Geométricas |
|-----------|---------|--------|---------------------|
| 0+000.000 |         | 86.569 | Trainel(1)          |
|           | 141.421 |        | i= -0.500%          |
| 0+141.421 |         | 85.862 | Curva(2)            |
|           | 20.250  |        | Radio= 1350.000     |
| 0+161.671 |         | 85.912 | Trainel(3)          |
|           | 86.190  |        | i= 1.000%           |
| 0+247.861 |         | 86.774 | Curva(4)            |
|           | 20.000  |        | Radio= 800.000      |
| 0+267.861 |         | 86.724 | Trainel(5)          |
|           | 60.627  |        | i= -1.500%          |
| 0+328.488 |         | 85.815 | Curva(6)            |
|           | 20.000  |        | Radio= 800.000      |
| 0+348.488 |         | 85.765 | Trainel(7)          |
|           | 52.848  |        | i= 1.000%           |
| 0+401.336 |         | 86.293 | Curva(8)            |
|           | 20.000  |        | Radio= 800.000      |
| 0+421.336 |         | 86.243 | Trainel(9)          |

|           |         |                    |
|-----------|---------|--------------------|
|           | 25.993  | i= -1.500%         |
| 0+447.330 |         | 85.853 Curva(10)   |
|           | 20.400  | Radio= 850.000     |
| 0+467.730 |         | 85.792 Trainel(11) |
|           | 55.356  | i= 0.900%          |
| 0+523.086 |         | 86.290 Curva(12)   |
|           | 15.200  | Radio= 950.000     |
| 0+538.286 |         | 86.549 Trainel(13) |
|           | 35.379  | i= 2.500%          |
| 0+573.665 |         | 87.433 Curva(14)   |
|           | 21.000  | Radio= 600.000     |
| 0+594.665 |         | 87.591 Trainel(15) |
|           | 48.063  | i= -1.000%         |
| 0+642.728 |         | 87.110 Curva(16)   |
|           | 20.000  | Radio= 666.667     |
| 0+662.728 |         | 87.210 Trainel(17) |
|           | 24.986  | i= 2.000%          |
| 0+687.714 |         | 87.710 Curva(18)   |
|           | 19.987  | Radio= 615.000     |
| 0+707.702 |         | 87.785 Trainel(19) |
|           | 50.847  | i= -1.250%         |
| 0+758.549 |         | 87.149 Curva(20)   |
|           | 16.250  | Radio= 500.000     |
| 0+774.799 |         | 87.210 Trainel(21) |
|           | 26.880  | i= 2.000%          |
| 0+801.679 |         | 87.748 Curva(22)   |
|           | 20.000  | Radio= 500.000     |
| 0+821.679 |         | 87.748 Trainel(23) |
|           | 44.962  | i= -2.000%         |
| 0+866.641 |         | 86.848 Curva(24)   |
|           | 20.625  | Radio= 625.000     |
| 0+887.266 |         | 86.776 Trainel(25) |
|           | 146.935 | i= 1.300%          |
| 1+034.201 |         | 88.686 Curva(26)   |
|           | 20.000  | Radio= 2000.000    |
| 1+054.201 |         | 88.846 Trainel(27) |
|           | 306.245 | i= 0.300%          |
| 1+360.447 |         | 89.765 Curva(28)   |
|           | 40.050  | Radio= 2225.000    |
| 1+400.497 |         | 89.525 Trainel(29) |
|           | 112.098 | i= -1.500%         |
| 1+512.595 |         | 87.843 Curva(30)   |
|           | 18.000  | Radio= 900.000     |
| 1+530.595 |         | 87.753 Trainel(31) |
|           | 0.127   | i= 0.500%          |
| 1+530.721 |         | 87.754 Trainel(31) |

Ext. Total=1530.721(metros)

## VI 02

| Km        | Desenv. | Cota   | Caract. Geométricas |
|-----------|---------|--------|---------------------|
| 0+000.000 |         | 88.380 | Trainel(1)          |
|           | 0.368   |        | i= -3.000%          |
| 0+000.368 |         | 88.369 | Curva(2)            |
|           | 16.877  |        | Radio= 375.000      |
| 0+017.244 |         | 88.242 | Trainel(3)          |
|           | 48.454  |        | i= 1.500%           |
| 0+065.698 |         | 88.969 | Curva(4)            |
|           | 22.325  |        | Radio= 1240.000     |
| 0+088.024 |         | 89.103 | Trainel(5)          |
|           | 25.509  |        | i= -0.300%          |
| 0+113.533 |         | 89.027 | Curva(6)            |
|           | 0.000   |        | Radio= 0.000        |
| 0+113.533 |         | 89.027 | Trainel(7)          |
|           | 3.998   |        | i= -0.300%          |
| 0+117.531 |         | 89.127 | Trainel(7)          |

Ext. Total=117.531(metros)

## VI 03

| Km        | Desenv. | Cota   | Caract. Geométricas |
|-----------|---------|--------|---------------------|
| 0+000.000 |         | 89.021 | Trainel(1)          |
|           | 40.251  |        | i= -2.500%          |
| 0+040.251 |         | 88.015 | Trainel(1)          |

Ext. Total=40.251(metros)

## VI 04

| Km        | Desenv. | Cota   | Caract. Geométricas |
|-----------|---------|--------|---------------------|
| 0+000.000 |         | 89.127 | Trainel(1)          |
|           | 4.000   |        | i= -2.500%          |
| 0+004.000 |         | 89.027 | Curva(2)            |
|           | 0.000   |        | Radio= 0.000        |
| 0+004.000 |         | 89.027 | Trainel(3)          |
|           | 100.628 |        | i= -2.500%          |
| 0+104.628 |         | 88.725 | Curva(4)            |
|           | 20.100  |        | Radio= 3350.000     |
| 0+124.728 |         | 88.725 | Trainel(5)          |
|           | 293.182 |        | i= 0.300%           |
| 0+417.910 |         | 89.605 | Trainel(5)          |

Ext. Total=417.910(metros)

## VI 05

| Km        | Desenv. | Cota   | Caract. Geométricas |
|-----------|---------|--------|---------------------|
| 0+000.000 |         | 87.800 | Trainel(1)          |
|           | 4.478   |        | i= -2.500%          |
| 0+004.478 |         | 87.688 | Curva(2)            |
|           | 0.000   |        | Radio= 0.000        |
| 0+004.478 |         | 87.688 | Trainel(3)          |

|           |        |                   |
|-----------|--------|-------------------|
|           | 0.000  | i= -2.500%        |
| 0+004.478 |        | 87.688 Curva(4)   |
|           | 10.000 | Radio= 1249.975   |
| 0+014.478 |        | 87.698 Trainel(5) |
|           | 4.522  | i= 0.500%         |
| 0+019.000 |        | 87.721 Trainel(5) |

Ext. Total=19.000(metros)

## VI 06

| Km        | Desenv. | Cota   | Caract. Geométricas |
|-----------|---------|--------|---------------------|
| 0+000.000 |         | 89.020 | Trainel(1)          |
|           | 22.246  |        | i= -1.293%          |
| 0+022.246 |         | 88.732 | Curva(2)            |
|           | 10.051  |        | Radio= 265.000      |
| 0+032.297 |         | 88.793 | Trainel(3)          |
|           | 16.434  |        | i= 2.500%           |
| 0+048.731 |         | 89.204 | Curva(4)            |
|           | 0.000   |        | Radio= 0.000        |
| 0+048.731 |         | 89.204 | Trainel(5)          |
|           | 2.000   |        | i= 2.500%           |
| 0+050.731 |         | 89.399 | Curva(6)            |
|           | 0.000   |        | Radio= 0.000        |
| 0+050.731 |         | 89.399 | Trainel(7)          |
|           | 8.761   |        | i= 9.750%           |
| 0+059.491 |         | 91.107 | Curva(8)            |
|           | 0.000   |        | Radio= 0.000        |
| 0+059.491 |         | 91.107 | Trainel(9)          |
|           | 2.000   |        | i= 19.500%          |
| 0+061.491 |         | 91.302 | Curva(10)           |
|           | 0.000   |        | Radio= 0.000        |
| 0+061.491 |         | 91.302 | Trainel(11)         |
|           | 10.000  |        | i= 9.750%           |
| 0+071.492 |         | 91.302 | Curva(12)           |
|           | 0.000   |        | Radio= 0.000        |
| 0+071.492 |         | 91.302 | Trainel(13)         |
|           | 2.000   |        | i= 0.000%           |
| 0+073.492 |         | 91.107 | Curva(14)           |
|           | 0.000   |        | Radio= 0.000        |
| 0+073.492 |         | 91.107 | Trainel(15)         |
|           | 8.761   |        | i= -9.750%          |
| 0+082.252 |         | 89.399 | Curva(16)           |
|           | 0.000   |        | Radio= 0.000        |
| 0+082.252 |         | 89.399 | Trainel(17)         |
|           | 2.000   |        | i= -19.500%         |
| 0+084.252 |         | 89.204 | Curva(18)           |
|           | 0.000   |        | Radio= 0.000        |
| 0+084.252 |         | 89.204 | Trainel(19)         |
|           | 16.025  |        | i= -9.750%          |
| 0+100.277 |         | 88.803 | Curva(20)           |
|           | 10.000  |        | Radio= 200.000      |
| 0+110.277 |         | 88.803 | Trainel(21)         |
|           | 18.189  |        | i= 2.500%           |
| 0+128.466 |         | 89.258 | Curva(22)           |
|           | 0.000   |        | Radio= 0.000        |
| 0+128.466 |         | 89.258 | Trainel(23)         |
|           | 1.586   |        | i= 2.500%           |
| 0+130.052 |         | 89.280 | Curva(24)           |
|           | 0.000   |        | Radio= 0.000        |
| 0+130.052 |         | 89.280 | Trainel(25)         |
|           | 2.291   |        | i= 1.387%           |
| 0+132.343 |         | 89.309 | Curva(26)           |
|           | 0.000   |        | Radio= 0.000        |
| 0+132.343 |         | 89.309 | Trainel(27)         |

|           |        |              |
|-----------|--------|--------------|
|           | 1.268  | i= 1.266%    |
| 0+133.611 | 89.324 | Curva(28)    |
|           | 0.000  | Radio= 0.000 |
| 0+133.611 | 89.324 | Trainel(29)  |
|           | 2.113  | i= 1.183%    |
| 0+135.724 | 89.346 | Curva(30)    |
|           | 0.000  | Radio= 0.000 |
| 0+135.724 | 89.346 | Trainel(31)  |
|           | 2.249  | i= 1.041%    |
| 0+137.973 | 89.367 | Curva(32)    |
|           | 0.000  | Radio= 0.000 |
| 0+137.973 | 89.367 | Trainel(33)  |
|           | 1.360  | i= 0.934%    |
| 0+139.333 | 89.378 | Curva(34)    |
|           | 0.000  | Radio= 0.000 |
| 0+139.333 | 89.378 | Trainel(35)  |
|           | 0.714  | i= 0.809%    |
| 0+140.047 | 89.383 | Curva(36)    |
|           | 0.000  | Radio= 0.000 |
| 0+140.047 | 89.383 | Trainel(37)  |
|           | 2.819  | i= 0.701%    |
| 0+142.866 | 89.399 | Curva(38)    |
|           | 0.000  | Radio= 0.000 |
| 0+142.866 | 89.399 | Trainel(39)  |
|           | 1.219  | i= 0.572%    |
| 0+144.085 | 89.404 | Curva(40)    |
|           | 0.000  | Radio= 0.000 |
| 0+144.085 | 89.404 | Trainel(41)  |
|           | 0.674  | i= 0.399%    |
| 0+144.759 | 89.406 | Trainel(41)  |

Ext. Total=144.759(metros)

## VI 07

| Km        | Desenv. | Cota    | Caract. Geométricas |
|-----------|---------|---------|---------------------|
| 0+000.000 |         | 100.336 | Trainel(1)          |
|           | 25.000  |         | i= -1.000%          |
| 0+025.000 |         | 100.086 | Curva(2)            |
|           | 0.000   |         | Radio= 0.000        |
| 0+025.000 |         | 100.086 | Trainel(3)          |
|           | 73.873  |         | i= -1.000%          |
| 0+098.873 |         | 89.744  | Curva(4)            |
|           | 11.250  |         | Radio= 75.000       |
| 0+110.123 |         | 89.012  | Trainel(5)          |
|           | 38.307  |         | i= 1.000%           |
| 0+148.429 |         | 89.396  | Curva(6)            |
|           | 0.000   |         | Radio= 0.000        |
| 0+148.429 |         | 89.396  | Trainel(7)          |
|           | 5.005   |         | i= 1.000%           |
| 0+153.435 |         | 89.520  | Trainel(7)          |

Ext. Total=153.435(metros)

## VI 08

| Km        | Desenv. | Cota   | Caract. Geométricas |
|-----------|---------|--------|---------------------|
| 0+000.000 |         | 88.816 | Trainel(1)          |
|           | 7.800   |        | i= -0.500%          |
| 0+007.800 |         | 88.777 | Curva(2)            |
|           | 20.640  |        | Radio= 650.000      |
| 0+028.440 |         | 89.001 | Trainel(3)          |
|           | 6.264   |        | i= 2.675%           |
| 0+034.704 |         | 89.169 | Trainel(3)          |

Ext. Total=34.704(metros)

## VI 09

| Km        | Desenv. | Cota   | Caract. Geométricas |
|-----------|---------|--------|---------------------|
| 0+000.000 |         | 89.689 | Trainel(1)          |
|           | 4.213   |        | i= -2.499%          |
| 0+004.213 |         | 89.584 | Curva(2)            |
|           | 0.000   |        | Radio= 0.000        |
| 0+004.212 |         | 89.584 | Curva(3)            |
|           | 10.000  |        | Radio= 416.667      |
| 0+014.212 |         | 89.654 | Trainel(4)          |
|           | 1.236   |        | i= 1.900%           |
| 0+015.447 |         | 89.677 | Trainel(4)          |

Ext. Total=15.447(metros)

## VI 10

| Km        | Desenv. | Cota   | Caract. Geométricas |
|-----------|---------|--------|---------------------|
| 0+000.000 |         | 89.348 | Trainel(1)          |
|           | 6.042   |        | i= -2.500%          |
| 0+006.042 |         | 89.197 | Curva(2)            |
|           | 9.000   |        | Radio= 300.000      |
| 0+015.042 |         | 89.107 | Trainel(3)          |
|           | 216.113 |        | i= 0.500%           |
| 0+231.155 |         | 90.188 | Trainel(3)          |

Ext. Total=231.155(metros)

## VI 11

| Km        | Desenv. | Cota   | Caract. Geométricas |
|-----------|---------|--------|---------------------|
| 0+000.000 |         | 88.492 | Trainel(1)          |
|           | 13.196  |        | i= -0.500%          |
| 0+013.196 |         | 88.426 | Curva(2)            |
|           | 12.001  |        | Radio= 400.000      |
| 0+025.196 |         | 88.546 | Trainel(3)          |
|           | 27.946  |        | i= 2.500%           |
| 0+053.142 |         | 89.245 | Trainel(3)          |

Ext. Total=53.142(metros)

## VI 12

| Km        | Desenv. | Cota   | Caract. Geométricas |
|-----------|---------|--------|---------------------|
| 0+000.000 |         | 89.072 | Trainel(1)          |
|           | 4.000   |        | i= -2.500%          |
| 0+004.000 |         | 88.972 | Curva(2)            |
|           | 0.000   |        | Radio= 0.000        |
| 0+004.000 |         | 88.972 | Curva(3)            |
|           | 5.000   |        | Radio= 500.000      |
| 0+009.000 |         | 88.972 | Trainel(4)          |
|           | 63.000  |        | i= 0.500%           |
| 0+072.000 |         | 89.287 | Trainel(4)          |

Ext. Total=72.000(metros)

## VI 13

| Km        | Desenv. | Cota   | Caract. Geométricas |
|-----------|---------|--------|---------------------|
| 0+000.000 |         | 89.721 | Trainel(1)          |
|           | 3.001   |        | i= -2.500%          |
| 0+003.001 |         | 89.646 | Curva(2)            |
|           | 10.000  |        | Radio= 500.000      |
| 0+013.001 |         | 89.496 | Trainel(3)          |
|           | 24.189  |        | i= -0.500%          |
| 0+037.190 |         | 89.375 | Trainel(3)          |

Ext. Total=37.190(metros)

## VI 14

| Km        | Desenv. | Cota   | Caract. Geométricas |
|-----------|---------|--------|---------------------|
| 0+000.000 |         | 91.000 | Trainel(1)          |
|           | 2.000   |        | i= 0.000%           |
| 0+002.000 |         | 91.000 | Curva(2)            |
|           | 0.000   |        | Radio= 0.000        |
| 0+002.000 |         | 91.000 | Trainel(3)          |
|           | 0.065   |        | i= 0.000%           |
| 0+002.065 |         | 90.999 | Curva(4)            |
|           | 9.000   |        | Radio= 200.000      |
| 0+011.065 |         | 90.616 | Trainel(5)          |
|           | 6.154   |        | i= -6.500%          |
| 0+017.219 |         | 90.216 | Curva(6)            |
|           | 8.775   |        | Radio= 135.000      |
| 0+025.994 |         | 89.931 | Trainel(7)          |
|           | 0.006   |        | i= -0.000%          |
| 0+026.000 |         | 89.931 | Curva(8)            |
|           | 0.000   |        | Radio= 0.000        |
| 0+026.000 |         | 89.931 | Trainel(9)          |
|           | 3.000   |        | i= 0.000%           |
| 0+029.000 |         | 90.006 | Trainel(9)          |

Ext. Total=29.000(metros)

### VI 15

| Km        | Desenv. | Cota   | Caract. Geométricas |
|-----------|---------|--------|---------------------|
| 0+000.000 |         | 90.006 | Trainel(1)          |
|           | 3.000   |        | i= -2.500%          |
| 0+003.000 |         | 89.931 | Curva(2)            |
|           | 0.000   |        | Radio= 0.000        |
| 0+003.000 |         | 89.931 | Trainel(3)          |
|           | 0.025   |        | i= -2.500%          |
| 0+003.025 |         | 89.931 | Curva(4)            |
|           | 10.000  |        | Radio= 200.000      |
| 0+013.025 |         | 90.181 | Trainel(5)          |
|           | 10.661  |        | i= 5.000%           |
| 0+023.685 |         | 90.714 | Trainel(5)          |

Ext. Total=23.685(metros)

### VI 16

| Km        | Desenv. | Cota   | Caract. Geométricas |
|-----------|---------|--------|---------------------|
| 0+000.000 |         | 89.000 | Trainel(1)          |
|           | 4.075   |        | i= -2.500%          |
| 0+004.075 |         | 88.898 | Curva(2)            |
|           | 7.200   |        | Radio= 180.000      |
| 0+011.275 |         | 88.862 | Trainel(3)          |
|           | 36.518  |        | i= 1.500%           |
| 0+047.792 |         | 89.410 | Curva(4)            |
|           | 33.300  |        | Radio= 2775.000     |
| 0+081.092 |         | 89.710 | Trainel(5)          |
|           | 114.313 |        | i= 0.300%           |
| 0+195.405 |         | 90.053 | Curva(6)            |
|           | 30.000  |        | Radio= 5000.007     |
| 0+225.405 |         | 90.053 | Trainel(7)          |
|           | 94.420  |        | i= -0.300%          |
| 0+319.826 |         | 89.769 | Curva(8)            |
|           | 20.000  |        | Radio= 2500.001     |
| 0+339.826 |         | 89.789 | Trainel(9)          |
|           | 292.248 |        | i= 0.500%           |
| 0+632.074 |         | 91.251 | Trainel(9)          |

Ext. Total=632.074(metros)

### VI 17

| Km        | Desenv. | Cota   | Caract. Geométricas |
|-----------|---------|--------|---------------------|
| 0+000.000 |         | 88.317 | Trainel(1)          |
|           | 47.082  |        | i= 0.300%           |
| 0+047.082 |         | 88.458 | Curva(2)            |
|           | 0.000   |        | Radio= 0.000        |
| 0+047.082 |         | 88.458 | Trainel(3)          |
|           | 4.001   |        | i= 0.300%           |
| 0+051.083 |         | 88.558 | Trainel(3)          |

Ext. Total=51.083(metros)

### VI 18

| Km        | Desenv. | Cota   | Caract. Geométricas        |
|-----------|---------|--------|----------------------------|
| 0+000.000 |         | 90.504 | Trainel(1)<br>i= 0.500%    |
| 0+004.408 | 4.408   | 90.526 | Curva(2)<br>Radio= 228.571 |
| 0+012.408 | 8.000   | 90.426 | Trainel(3)<br>i= -3.000%   |
| 0+046.447 | 34.039  | 89.405 | Trainel(3)                 |

Ext. Total=46.447(metros)

### VI 19

| Km        | Desenv. | Cota   | Caract. Geométricas        |
|-----------|---------|--------|----------------------------|
| 0+000.000 |         | 87.380 | Trainel(1)<br>i= -2.500%   |
| 0+003.000 | 3.000   | 87.305 | Curva(2)<br>Radio= 500.000 |
| 0+013.000 | 10.000  | 87.155 | Trainel(3)<br>i= -0.500%   |
| 0+015.000 | 2.000   | 87.145 | Trainel(3)                 |

Ext. Total=15.000(metros)

### VI 20

| Km        | Desenv. | Cota   | Caract. Geométricas        |
|-----------|---------|--------|----------------------------|
| 0+000.000 |         | 85.839 | Trainel(1)<br>i= -2.500%   |
| 0+003.000 | 3.000   | 85.764 | Curva(2)<br>Radio= 0.000   |
| 0+003.000 | 0.000   | 85.764 | Trainel(3)<br>i= -2.500%   |
| 0+003.000 | 0.000   | 85.764 | Curva(4)<br>Radio= 666.667 |
| 0+013.000 | 10.000  | 85.789 | Trainel(5)<br>i= 1.000%    |
| 0+071.500 | 58.500  | 86.374 | Trainel(5)                 |

Ext. Total=71.500(metros)

### VI 21

| Km        | Desenv. | Cota   | Caract. Geométricas        |
|-----------|---------|--------|----------------------------|
| 0+000.000 |         | 86.554 | Trainel(1)<br>i= -2.500%   |
| 0+003.000 | 3.000   | 86.479 | Curva(2)<br>Radio= 228.571 |
| 0+011.000 | 8.000   | 86.419 | Trainel(3)<br>i= 1.000%    |
| 0+021.500 | 10.500  | 86.524 | Trainel(3)                 |

Ext. Total=21.500(metros)

## **ANEXO IIII – CÁLCULOS DE PASSAGENS HIDRÁULICAS**

| PH                                    | km       | Seção    | A<br>(km²) | L<br>(m) | ΔH<br>(m) | tc<br>(min) | I<br>(mm/h) | Q afl<br>(m³/s) | Q vaz<br>(m³/s) | Vafl<br>m/s | Vvaz<br>m/s | Qafl / Qv |
|---------------------------------------|----------|----------|------------|----------|-----------|-------------|-------------|-----------------|-----------------|-------------|-------------|-----------|
| ACESSO SECUNDÁRIO - VIATURAS LIGEIRAS |          |          |            |          |           |             |             |                 |                 |             |             |           |
| AC1                                   | 0+00     | 1 Ø 1000 | 0,352      | 680,0    | 5,5       | 50,32       | 54,30       | 1,59            | 2,13            | 3,20        | 3,37        | 75%       |
| AC2                                   | 0+00     | 2 Ø 1500 | 2,028      | 2785,0   | 31,0      | 102,62      | 42,86       | 7,24            | 12,57           | 3,95        | 4,42        | 58%       |
| AC3                                   | 0+000,00 | 2 Ø 1000 | 0,620      | 2824,0   | 30,0      | 58,31       | 47,87       | 2,47            | 4,26            | 3,02        | 3,37        | 58%       |
| AC4                                   | 0+00     | 1 Ø 800  | 0,173      | 700,0    | 8,7       | 28,38       | 60,86       | 0,88            | 1,18            | 2,76        | 2,91        | 74%       |
| AC5                                   | 0+00     | 2 Ø 1200 | 1,784      | 2427,0   | 18,5      | 116,75      | 37,62       | 5,59            | 6,93            | 3,67        | 3,81        | 81%       |
| AC6                                   | 0+00     | 1 Ø 800  | 0,091      | 1003,0   | 2,8       | 43,37       | 39,88       | 0,30            | 1,18            | 2,10        | 2,91        | 26%       |
| ACESSO À MINA - SOLUÇÃO A             |          |          |            |          |           |             |             |                 |                 |             |             |           |
| A1                                    | 0+00     | 1 Ø 800  | 0,092      | 449,0    | 5,8       | 20,32       | 68,22       | 0,52            | 1,18            | 2,43        | 2,91        | 44%       |
| A2                                    | 0+00     | 2 Ø 1200 | 1,522      | 449,0    | 5,8       | 82,84       | 33,57       | 4,26            | 6,93            | 3,46        | 3,81        | 61%       |
| A3                                    | 0+00     | 1 Ø 800  | 0,064      | 449,0    | 5,8       | 16,92       | 81,93       | 0,43            | 1,18            | 2,31        | 2,91        | 37%       |
| A4                                    | 0+00     | 1 Ø 600  | 0,077      | 449,0    | 5,8       | 18,60       | 74,51       | 0,48            | 0,55            | 2,35        | 2,40        | 87%       |
| A5                                    | 0+00     | 1 Ø 800  | 0,116      | 647,0    | 8,7       | 22,44       | 61,99       | 0,60            | 1,18            | 2,52        | 2,91        | 51%       |
| A6                                    | 0+00     | 1 Ø 600  | 0,023      | 260,0    | 4,5       | 10,00       | 112,15      | 0,22            | 0,55            | 1,95        | 2,40        | 40%       |
| A7                                    | 0+00     | 1 Ø 800  | 0,156      | 615,0    | 11,5      | 22,01       | 63,26       | 0,82            | 1,18            | 2,72        | 2,91        | 70%       |
| A8                                    | 0+00     | 1 Ø 800  | 0,141      | 411,0    | 5,4       | 25,02       | 69,64       | 0,82            | 1,18            | 2,72        | 2,91        | 70%       |
| A9                                    | 0+00     | 1 Ø 600  | 0,014      | 123,0    | 1,5       | 10,00       | 112,26      | 0,13            | 0,55            | 1,71        | 2,40        | 25%       |
| ACESSO À MINA - SOLUÇÃO B             |          |          |            |          |           |             |             |                 |                 |             |             |           |
| B1                                    | 0+00     | 1 Ø 800  | 0,092      | 579,0    | 2,8       | 32,97       | 52,46       | 0,40            | 1,18            | 2,26        | 2,91        | 34%       |
| B2                                    | 0+00     | 2 Ø 1200 | 1,367      | 1802,0   | 12,9      | 105,47      | 41,53       | 4,73            | 6,93            | 3,54        | 3,81        | 68%       |
| B3                                    | 0+00     | 1 Ø 1000 | 0,144      | 441,0    | 4,0       | 30,54       | 56,73       | 0,68            | 2,13            | 2,58        | 3,37        | 32%       |
| B4                                    | 0+00     | 1 Ø 800  | 0,075      | 420,0    | 5,0       | 19,18       | 72,19       | 0,45            | 1,18            | 2,34        | 2,91        | 38%       |
| B5                                    | 0+00     | 1 Ø 800  | 0,078      | 460,0    | 5,4       | 19,58       | 70,78       | 0,46            | 1,18            | 2,35        | 2,91        | 39%       |
| B6                                    | 0+00     | 1 Ø 800  | 0,137      | 851,0    | 11,0      | 24,82       | 70,80       | 0,80            | 1,18            | 2,71        | 2,91        | 68%       |
| B7                                    | 0+00     | 1 Ø 800  | 0,064      | 502,0    | 7,5       | 15,74       | 87,96       | 0,47            | 1,18            | 2,36        | 2,91        | 40%       |
| B8                                    | 0+00     | 1 Ø 1200 | 0,432      | 647,0    | 9,5       | 41,39       | 42,16       | 1,52            | 3,47            | 3,17        | 3,81        | 44%       |
| B9                                    | 0+00     | 1 Ø 800  | 0,124      | 463,0    | 8,5       | 19,90       | 69,70       | 0,72            | 1,18            | 2,84        | 2,91        | 61%       |
| B10                                   | 0+00     | 1 Ø 800  | 0,025      | 133,0    | 2,5       | 10,00       | 111,65      | 0,23            | 1,18            | 1,94        | 2,91        | 20%       |
| VIAS INTERIAS                         |          |          |            |          |           |             |             |                 |                 |             |             |           |
| V11                                   | 0+00     | 1 Ø 800  | 0,134      | 483,0    | 4,6       | 28,45       | 60,81       | 0,68            | 2,04            | 3,90        | 5,04        | 33%       |
| V12                                   | 0+00     | 1 Ø 600  | 0,135      | 609,0    | 6,1       | 28,01       | 61,85       | 0,70            | 0,95            | 3,93        | 4,16        | 74%       |
| V13                                   | 0+00     | 1 Ø 600  | 0,042      | 458,0    | 4,9       | 15,15       | 90,80       | 0,32            | 0,95            | 3,23        | 4,16        | 34%       |
| V14                                   | 0+00     | 1 Ø 800  | 0,136      | 457,0    | 4,5       | 28,31       | 61,15       | 0,69            | 2,04            | 3,92        | 5,04        | 34%       |