



GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ
Secretaria da Infraestrutura

Elaboração de Projetos de Engenharia

Rodovia: Vicinal

Trecho: Entr. CE-417 - Acesso a Av. Maria da
Conceição Pontes de Azevedo

Extensão: 1,01 km

VOLUME 2B - ESTUDOS GEOTÉCNICOS (Projeto Básico)

Fortaleza
Fevereiro/2022



ÍNDICE



ÍNDICE

1 – APRESENTAÇÃO	p.4
2 – ESTUDOS GEOTÉCNICOS	p.6
3 – ESTUDOS DO SUBLEITO NATURAL	p.10
4 – ESTUDOS DOS EMPRÉSTIMOS	p.13
5 - ESTUDOS DAS JAZIDAS	p.17
6 – ESTUDO DOS AREAIS	p.20
7 – ESTUDO DA PEDREIRA	p.22



1 – APRESENTAÇÃO



1 - APRESENTAÇÃO

A **Secretaria de Infraestrutura - SEINFRA**, vem através deste, apresentar o **Volume 2B – Estudos Geotécnicos**, referente à Elaboração do Projeto de Engenharia da Rodovia: Vicinal, Trecho: **Entr. CE-417 – Acesso a Av. Maria da Conceição Pontes de Azevedo**, com extensão de **1,01 km**.

O Projeto Básico é composto dos seguintes volumes:

- Volume 1 – Relatório (tamanho A-4);
- Volume 2 – Projeto de Execução (tamanho A-3);
- Volume 2A – Notas de Serviço e Cálculo de Volumes (tamanho A-4);
- Volume 2B – Estudos Geotécnicos (tamanho A-4);
- Volume 4 – Orçamento e Memória de Cálculo (tamanho A-4);



2 – ESTUDOS GEOTÉCNICOS



2 – ESTUDOS GEOTÉCNICOS

2.1 - INTRODUÇÃO

Os serviços geotécnicos consistiram na execução de sondagens e ensaios com o intuito de caracterizar o Sub-leito e a disponibilidade de materiais da região para execução da rodovia, tendo como escopo básico as seguintes etapas:

- Estudo do Sub-leito
- Estudo de Empréstimos
- Estudo de Jazidas
- Estudo de Areais
- Estudo de Pedreiras

2.2 - ESTUDO DO SUB-LEITO

O Sub-leito da rodovia foram estudados através da execução sondagens a pá e picareta, para coleta de amostras das camadas atravessadas, em quantidade suficiente para a elaboração dos seguintes ensaios:

- Granulometria
- Índices físicos
- Compactação do Sub-leito (Proctor Normal)
- ISC

2.3 - ESTUDO DOS EMPRÉSTIMOS

Foi estudado 01 (um) empréstimo de materiais com energia do Proctor Normal (12 golpes) para serem utilizados em terraplenagem, sendo eles:

Empréstimo	Estaca	Distância ao Eixo (km)	Espessura Útil (m)	Área (m ²)	Volume Útil (m ³)	ISC (%)
E-01	00	0,710 – LE	2,50	38.000	95.000	18

2.4 - ESTUDO DAS JAZIDAS

Foi estudada inicialmente 01 (uma) jazida de solo para ser utilizada nas camadas de base e sub-base com energia do Proctor Intermediário (26 golpes), cujas características são as seguintes:

Jazida de Base

Jazida	Estaca	Distância ao Eixo (km)	Espessura Útil (m)	Área (m ²)	Volume Útil (m ³)	ISC (%)	ISC c/Brita (%)
J-01	00	2,14 – LE	0,70	13.500	9.450	42	103

Jazida de Sub-Base

Jazida	Estaca	Distância ao Eixo (km)	Espessura Útil (m)	Área (m ²)	Volume Útil (m ³)	ISC (%)
J-02	00	2,14 – LE	0,70	13.500	9.450	54

Como o ISC "in natura" não foi suficiente para a camada de base, este material foi estudado com mistura de 40% de brita corrida 1" com energia do Proctor modificado (55 golpes) onde resultou em um ISC > 80 %.

2.5 - ESTUDO DOS AREAIS

A areia grossa para a confecção dos concretos e argamassas foi indicada no Projeto como proveniente de 01 (um) areal localizado no Rio Acaraú, com as seguintes características:

Arais

Areal	Estaca	Distância ao Eixo (km)	Espessura Útil (m)	Área (m ²)	Volume Útil (m ³)	EA (%)
A-01	00	5,85 - LD	2,00	16.000	32.000	95

Caso as áreas indicadas não possuam licença ambiental, a Construtora deverá solicitar junto a SEMACE, o pedido de licenciamento Ambiental da área, apresentando os documentos necessários para aprovação da exploração dos Arais.



2.6 - ESTUDO DAS PEDREIRAS

A brita que será utilizada para a confecção do revestimento e concretos e a pedra para a alvenaria terá como fonte de exploração uma Pedreira situada a 9,98 km a direita da estaca 0 (Início do Trecho), de propriedade da Empresa MINERMAC, com Abrasão “Los Angeles” de 25 %.

Pedreira	Estaca	Distância ao Eixo (km)	Abrasão Los Angeles (%)
P-01	00	19,5 - LD	25



3 - ESTUDOS DO SUBLEITO NATURAL

RESUMO DOS ENSAIOS

FURO Nº		1	2	3	4	5					
Profundidade (m)	DE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					
	ATÉ	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00					
Estaca		02	10	20	30	40					
Posição		D	E	X	D	X					
GRANULOMETRIA	% PASSEANDO	2"	100	100	100	100	100				
		1"	100	100	100	97	92				
		3/8"	93	110	100	96	88				
		Nº 4	87	100	99	95	83				
		Nº 10	79	99	96	92	71				
		Nº 40	58	98	73	52	42				
		Nº 200	28	93	48	24	18				
LL		27	47	26	27	NL					
IP		11	27	10	9	NP					
IG		0	15	3	0	0					
EA		-	-	-	-	-					
GRUPO TRB		A-2-6	A-7-6	A-4	A-2-4	A-2-4					
FAIXA											
GOLPES	12										
	hót	8,4	15,2	10,2	6,9	6,7					
	dmáx.	1893	1605	1632	1804	1899					
	Expansão	2,60	6,00	2,50	2,60	0,30					
I. S.C.		4	1	3	3	13					
Grau de Compactação											
Umidade Natural											

Quadro Resumo - Sub-leito

Trecho: Entr. CE-417 - Acesso a Av. Maria da Conceição Pontes de Azevedo



4 - ESTUDOS DOS EMPRÉSTIMOS

EMPRÉSTIMO 01

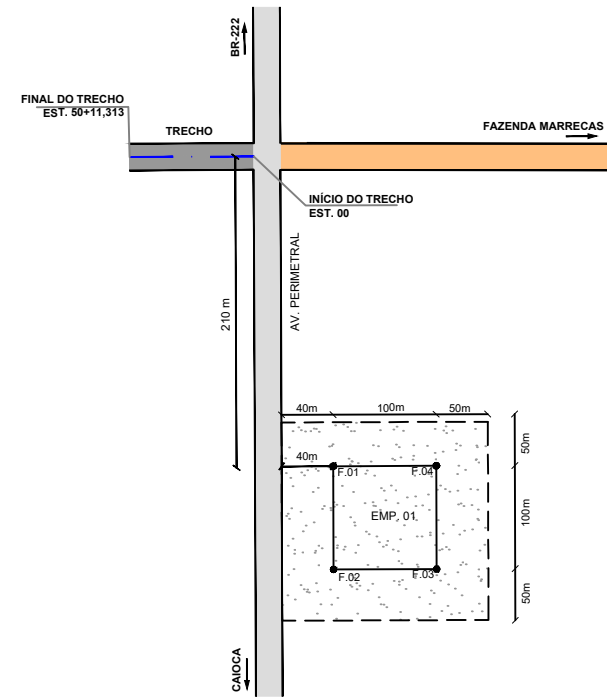
INDICAÇÕES GERAIS

EMPRÉSTIMO	EMP.01
MATERIAL	SOLO SILTOSO COM PEDREGULHO DE COR VERIEGADA
DISTÂNCIA A OBRA	710 m
PROPRIETÁRIO	Sr. TOBIAS
ENDEREÇO	MARDECAS
TIPO DE VEGETAÇÃO	JUREMA, SABIÁ, MARMELEIRO E MUFUMBO
ÁREA	38,000 m²
ESPESSURA DO EXPURGO	-
VOLUME UTILIZÁVEL	95.000 m³
ESPESSURA MÉDIA UTILIZÁVEL	2,50 m
UTILIZAÇÃO	TERRAPLENAGEM
MALHAS	100 x 100m

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E MECÂNICAS

ENS. DE CARACT. AMOSTRA		EMP.01 X̄	COMPACTAÇÃO E ISC AMOSTRA	EMP.01 X̄	
GRANULOMETRIA % PASSANDO	2"	100	AASHO NORMAL 12 GOLPES	M.E.A.S. MAXIMA	1844
	1"	100		UMIDADE OTIMA	10,3
	3/8"	98		EXPANSÃO	0,20
	No. 4	92	AASHO INTERM. 26 GOLPES	I.S.C.	18
	No. 10	84		M.E.A.S. MAXIMA	
	No. 40	50		UMIDADE OTIMA	
No. 200	26	EXPANSÃO			
L.L.		24	I.S.C.		
I.P.		8			
E.A.		-			
I.G. MODAL		0			
CLASS. H.R.B. MODAL		A-2-4			
VALORES DE PROJETO					
$\bar{X} = \frac{\sum X}{N} \quad X_{max.} = \bar{X} + \frac{1,29}{\sqrt{N}} \sqrt{0,68\sigma}$ $X_{min.} = \bar{X} - \frac{1,29}{\sqrt{N}} \sqrt{0,68\sigma}$ $X_{proj.} = \bar{X} - \frac{1,29}{\sqrt{N}} \sqrt{0,68\sigma}$ $\sigma = \sqrt{\frac{\sum (\bar{X} - X)^2}{N - 1}}$					
DESG. A ABRASAO " LOS ANGELES "					
DENS. "IN SITU "					
UMIDADE NATURAL					

NOTA: O DATUM utilizado no georeferenciamento das ocorrências é o WGS-84 (World Geodetic System)



LEGENDA

- F ● FURO DE SONDAAGEM
- TRECHO PROJETADO
- CARROÇÁVEL EXISTENTE
- EDIFICAÇÃO EXISTENTE

RESUMO DOS ENSAIOS

FURO Nº		1	2	3	4				Média
Profundidade (m)	DE	0	0	0	0				0
	ATÉ	1,00	1,00	1,00	1,00				1,00
Estaca		0	0	0	0				
Posição		E	E	E	E				
GRANULOMETRIA	% PASSEANDO	2"	100	100	100	100			100
		1"	100	100	100	100			100
		3/8"	98	97	99	98			98
		Nº 4	91	93	94	91			92
		Nº 10	81	84	88	82			84
		Nº 40	44	51	55	50			50
		Nº 200	17	26	30	29			26
LL		NL	NL	26	22			24	
IP		NP	NP	9	7			8	
IG		0	0	0	0			0	
EA		-	-	-	-			-	
GRUPO TRB		A-2-4	A-2-4	A-2-4	A-2-4			A-2-4	
FAIXA									
12 GOLPES	hót	8,1		12,4				10,3	
	dmáx.	1867		1821				1844	
	Expansão	0,00		0,40				0,20	
	I. S.C.	24		11				17,5	
Grau de Compactação									
Umidade Natural									
Quadro Resumo - Empréstimo 01 - Trecho 04									
Trecho: Entr. CE-417 - Acesso a Av. Maria da Conceição Pontes de Azevedo									



5 - ESTUDOS DAS JAZIDAS

JAZIDA 01 - BASE
JAZIDA 01 - BASE + 40% DE BRITA 1" CORRIDA

INDICAÇÕES GERAIS

MATERIAL	AREIA SILTOSA COM PEDREGULHO DE COR CINZA	GNAISSE
DISTÂNCIA A OBRA	2,14 km	19,5 km
PROPRIETÁRIO	SR. TOBIAS	MINERMAC
ENDEREÇO DO PROPRIETÁRIO	MARRECAS	-
TIPO DE VEGETAÇÃO	JUREMA, MARMELEIRO E SABIÁ	
ÁREA	13.500 m²	
ESPESSURA MÉDIA UTILIZÁVEL	0,70 m	
VOLUME UTILIZÁVEL	9.450 m³	O NECESSÁRIO
UTILIZAÇÃO	BASE	DRENAGEM E PAVIMENTAÇÃO
MALHAS	30 x 30m	

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E MECÂNICAS

JAZIDA 01 IN NATURA						MISTURA J-01 (BASE) + 40% DE BRITA 1" CORRIDA						BRITA 1" CORRIDA						
ENS. DE CARACT. AMOSTRA	X̄	G	Xmax.	Xmin.	Xproj.	ENS. DE CARACT. AMOSTRA	X̄	G	Xmax.	Xmin.	Xproj.	ENS. DE CARACT. AMOSTRA	MATERIAL RETIDO			% que passa da amostra total	Peneira mm	
													Presing	% Amostra total	% Acumulado			
GRANULOMETRIA % PASSANDO	2"	100	0	100	100	2"	100	0	100	100	100	2"	-	-	-	100	50,8	
	1"	100	0	100	100	100	1"	100	0	100	100	1"	-	-	-	100	38,1	
	3/8"	97	4	100	93	96	3/8"	83	2	85	81	83	3/8"	-	-	-	68	9,5
	No. 4	92	6	97	87	91	No. 4	65	3	68	62	64	No. 4	-	-	-	34	4,8
	No. 10	84	7	90	78	83	No. 10	51	5	55	47	50	No. 10	-	-	-	16	2,0
GRANULOMETRIA % PASSANDO	No. 40	59	9	67	51	57	No. 40	33	4	37	29	32	No. 40	-	-	-	6	0,42
	No. 200	34	5	38	30	33	No. 200	18	2	20	16	18	No. 200	-	-	-	3	0,074
L.L.	NL					L.L.	NL											
I.P.	NP					I.P.	NP											
I.G. MODAL	0					I.G. MODAL	0											
CLASS. H.R.B.	A-2-4					CLASS. H.R.B.	A-1-b											
FAIXA	FF					FAIXA	D											
AASHO INTERMEDIÁRIO 20 COLPES	M.E.A.S. MÁXIMA	1910	59	1968	1853	1893	AASHO MODIFICADO 30 COLPES	M.E.A.S. MÁXIMA	2079	35	2124	2084	2104					
	UMIDADE ÓTIMA	11,1	1,6	12,7	9,6	10,7		UMIDADE ÓTIMA	9,1	1,3	10,3	7,8	8,7					
	EXPANSÃO	0,43	0,24	0,66	0,00	0,36		EXPANSÃO	0,15	0,15	0,29	0,00	0,10					
I.S.C.	47	18	65	29	42	I.S.C.	109	21	130	88	103							

VALORES DE PROJETO:

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{N}$$

$$G = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{N - 1}}$$

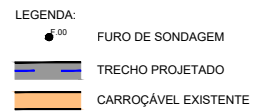
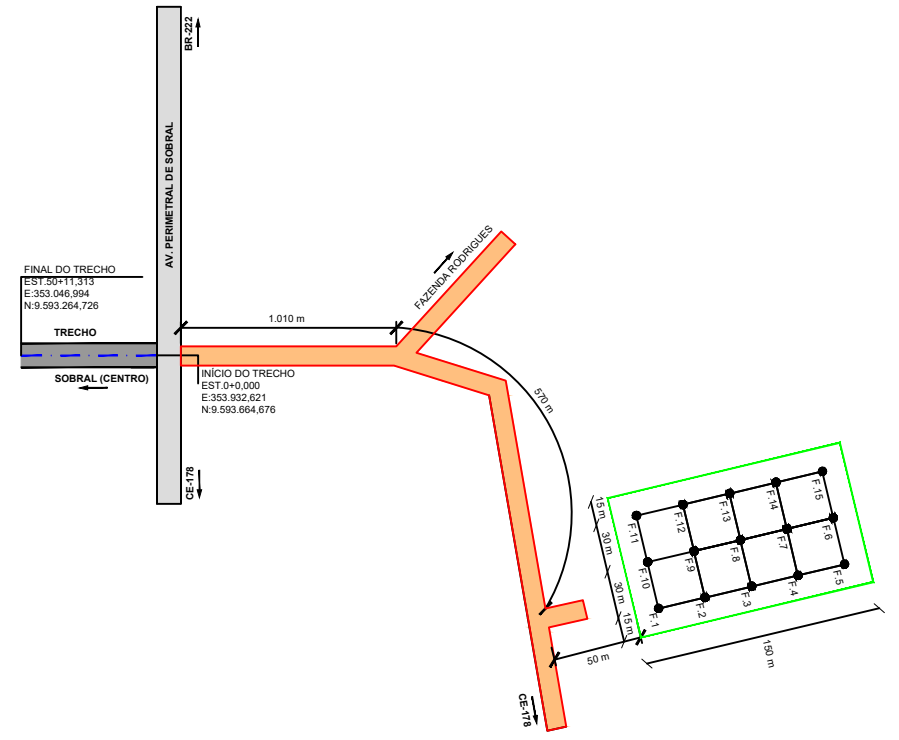
$$X_{max.} = \bar{X} + 1,29 G$$

$$X_{min.} = \bar{X} - 1,29 G$$

$$X_{proj.} = \bar{X} - 1,29 G$$

OBSERVAÇÃO: FORA DE FAIXA SOMENTE NA PENEIRA 1"

NOTA: O DATUM utilizado no georeferenciamento das ocorrências é o WGS-84 (World Geodetic System)



JAZIDA 02 - SUB-BASE

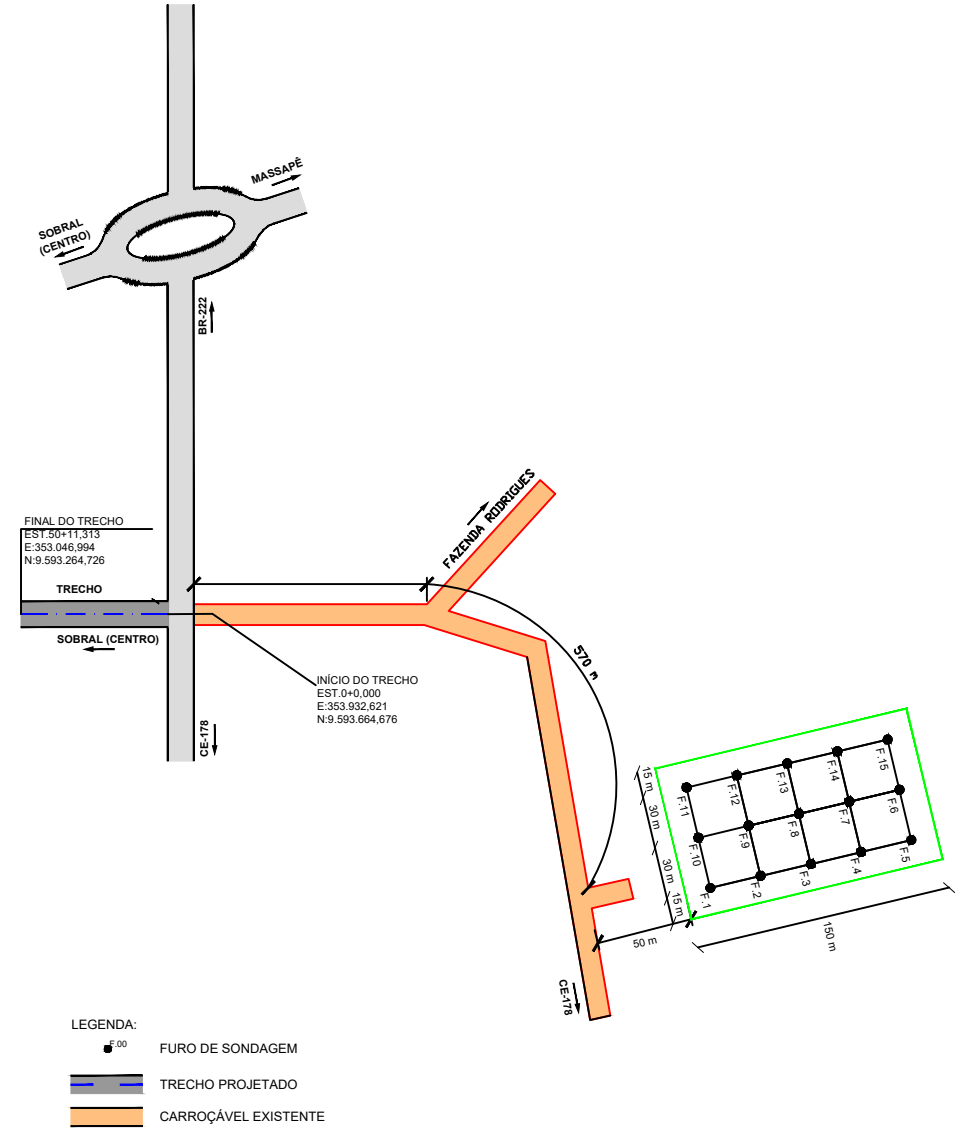
INDICAÇÕES GERAIS

MATERIAL	AREIA SILTOSA COM PEDREGULHO DE COR CINZA
DISTÂNCIA A OBRA	2,14 km
PROPRIETÁRIO	SR. FRANCISCO
ENDEREÇO DO PROPRIETÁRIO	ALTO GRANDE (FAZENDA DE DR. LUCIANO)
BENFEITORIAS	-
TIPO DE VEGETAÇÃO	CAPOEIRA, JUREMA
ÁREA	13.500 m²
ESPESSURA DO EXPURGO	-
VOLUME UTILIZÁVEL	9.450 m³
ESPESSURA MÉDIA UTILIZÁVEL	0,70 m
UTILIZAÇÃO	SUB-BASE
MALHAS	30 x 30m

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E MECÂNICAS

ENS. DE CARACT. AMOSTRA		\bar{X}	σ	Xmax.	Xmin.	Xproj.	COMPACTAÇÃO E ISC AMOSTRA						
GRANULOMETRIA % PASSANDO							\bar{X}	σ	Xmax.	Xmin.	Xproj.		
	AASHO NORMAL 12 GOLPES	2"	100	0	100	100	100						
1"		99	1	100	98	99							
3/8"		97	3	100	94	96							
No. 4		94	4	98	90	93							
No. 10		85	6	91	79	83							
No. 40		50	8	58	42	48							
AASHO INTERMED. 26 GOLPES	No. 200	19	6	25	13	17							
	M.E.A.S. MAXIMA						1944	82	2031	1857	1913		
	UMIDADE OTIMA						6,6	1,3	8,0	5,3	6,1		
AASHO MODIF. 55 GOLPES	EXPANSÃO						0,15	0,13	0,29	0,01	0,10		
	I.S.C.						63	24	88	38	54		
	M.E.A.S. MAXIMA												
L.L.		NL											
I.P.		NP											
FAIXA A.A.S.H.O													
I.G. MODAL		0											
CLASS. H.R.B. MODAL		A-1-b											
VALORES DE PROJETO							DESG. A ABRASAO " LOS ANGELES "						
$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$		$X_{max.} = \bar{X} + 1,29 \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$					DENS. "IN SITU "						
$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{N - 1}}$		$X_{min.} = \bar{X} - 1,29 \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$					UMIDADE NATURAL						
		$X_{proj.} = \bar{X} - 1,29 \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$											

NOTA: O DATUM utilizado no georeferenciamento das ocorrências é o WGS-84 (World Geodetic System)





6 - ESTUDO DOS AREAIS

AREAL 01

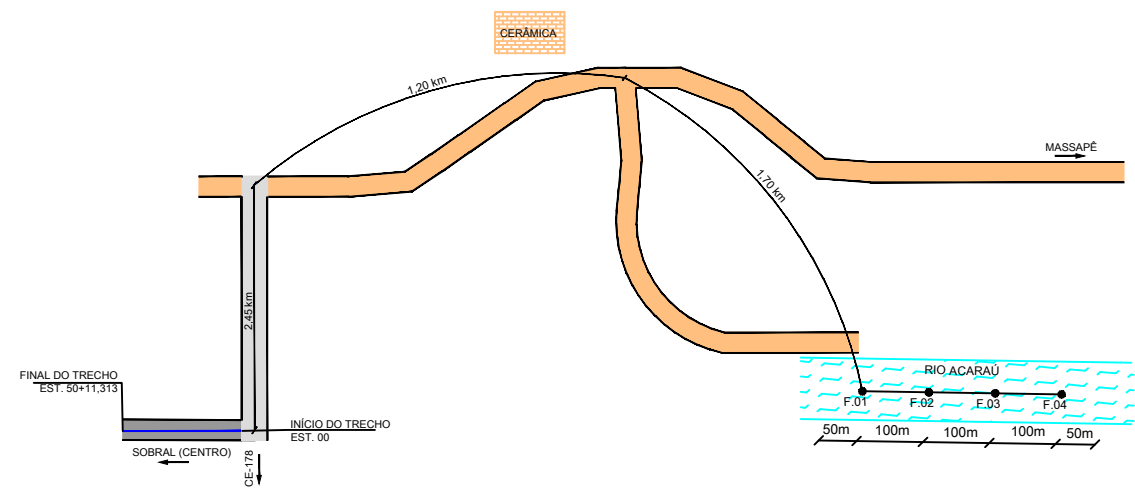
INDICAÇÕES GERAIS

MATERIAL	AREAL (RIO ACARAÚ)
DISTÂNCIA DA OBRA	5,85 km
PROPRIETÁRIO	-
BENFEITORIAS	-
TIPO DE VEGETAÇÃO	-
ÁREA	16.000m²
VOLUME DO EXPURGO	-
VOLUME UTILIZÁVEL	32.000m³
ESPESSURA MÉDIA UTILIZÁVEL	2,00m
UTILIZAÇÃO	DRENAGEM / PAVIMENTAÇÃO
MALHAS	40 x100m

ENSAIOS

RESULTADOS

TEOR DE MATÉRIA ORGÂNICA		
EQUIVALENTE DE AREIA		95
GRANULOMETRIA	# 3/8"	96
	# No.4	92
	# No. 10	80
	# No. 16	60
	# No. 30	20
	# No. 40	12
	# No. 80	2
	# No. 100	1
	# No. 200	0



NOTA: O DATUM utilizado no georeferenciamento das ocorrências é o WGS-84 (World Geodetic System)

LEGENDA

- F ● FURO DE SONDAGEM
- TRECHO PROJETADO
- CARROÇÁVEL EXISTENTE



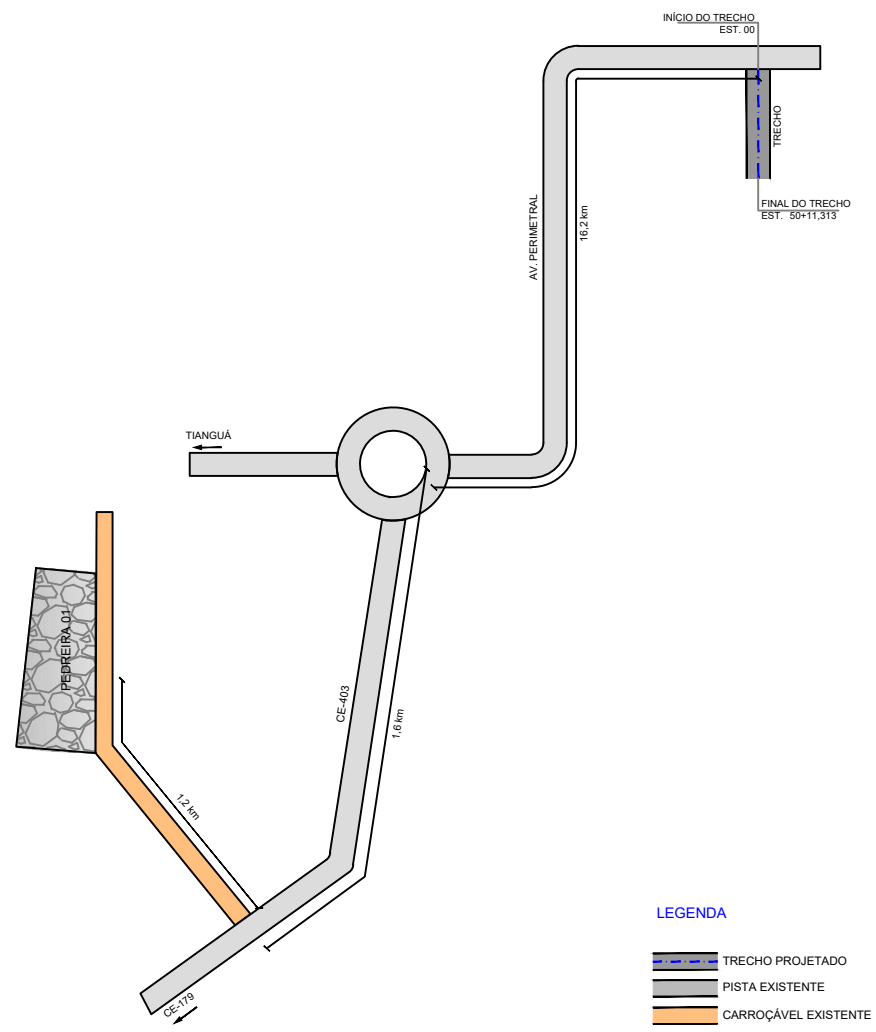
7 - ESTUDO DA PEDREIRA

PEDREIRA - 01

INDICACOES GERAIS

MATERIAL	GNAISSE		
DISTANCIA DA OBRA	19,5 km		
PROPRIETARIO	MINERMAC		
ENDEREÇO DO PROPRIETARIO	-		
BENFEITORIAS	-		
TIPO DE VEGETACAO	-		
AREA	O NECESSÁRIO		
VOLUME DO EXPURGO	-		
VOLUME UTILIZAVEL	O NECESSÁRIO		
ESPESSURA MEDIA UTILIZAVEL	-		
UTILIZACAO	PAVIMENTAÇÃO E DRENAGEM		
MALHAS	-		
ENSAIOS		RESULTADOS	OBSERVACOES
ABRASAO LOS ANGELES	FAIXA	B	
	%	25	
ADESIVIDADE	S/DOPE	NÃO SATISFATÓRIO	
	0,5% DE DOPE	SATISFATÓRIO	
INDICE DE FORMA DE AGREGADOS		-	
DURABILIDADE		-	
ENSAIOS DE LAMINA (ROCHAS BASALTICAS)		-	
DIFRACAO DE RAIOS X (ROCHAS BASALTICAS)		-	

NOTA: O DATUM utilizado no georeferenciamento das ocorrências é o WGS-84 (World Geodetic System)

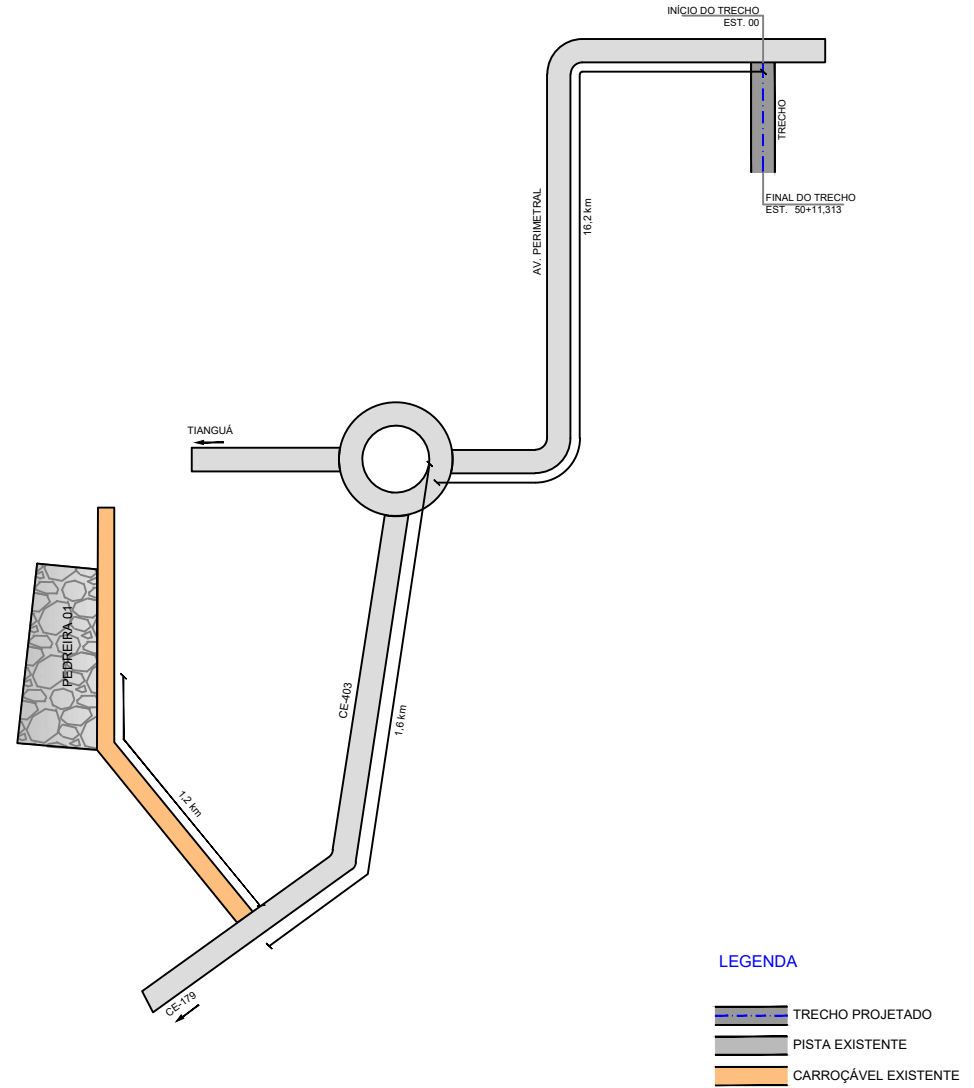


**PEDREIRA - 01
PÓ DE PEDRA**

INDICACOES GERAIS	
MATERIAL	GNAISSE / PÓ DE PEDRA
DISTANCIA DA OBRA	19,5 km
PROPRIETARIO	MINERMAC
ENDEREÇO DO PROPRIETARIO	-
BENFEITORIAS	-
TIPO DE VEGETACAO	-
AREA	O NECESSÁRIO
VOLUME DO EXPURGO	-
VOLUME UTILIZAVEL	O NECESSÁRIO
ESPESSURA MEDIA UTILIZAVEL	-
UTILIZACAO	PAVIMENTAÇÃO E DRENAGEM
MALHAS	-

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E MECÂNICAS													
ENS. DE CARACT. AMOSTRA		\bar{X}	σ	Xmáx.	Xmin.	Xproj.	COMPACTAÇÃO E ISC AMOSTRA		\bar{x}	σ	Xmáx.	Xmin.	Xproj.
GRANULOMETRIA % PASSANDO	2"	100					ASHO NORVAL 12 GOLPES	M.E.A.S. MÁXIMA					
	1"	100						UMIDADE ÓTIMA					
	3/8"	100						EXPANSÃO					
	No. 4	95					ASHO INTERM. 26 GOLPES	I.S.C.					
	No. 10	89						M.E.A.S. MÁXIMA					
	No. 40	48						UMIDADE ÓTIMA					
No. 200	12						EXPANSÃO						
L.L.	NL						ASHO MODIF. 75 GOLPES	I.S.C.					
I.P.	NP							M.E.A.S. MÁXIMA	2,078				
FAIXA	FF							UMIDADE ÓTIMA	7				
I.G. MODAL	0							EXPANSÃO	-				
CLASS. T.R.B. MODAL	A-1-b							I.S.C.	68				
VALORES DE PROJETO							DESG. A ABRASÃO "LOS ANGELES"						
$X_{máx.} = \bar{X} + 1,29 \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$							DENS. "IN SITU"						
$X_{min.} = \bar{X} - 1,29 \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$							UMIDADE NATURAL						
$X_{proj.} = \bar{X} - 1,29 \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$													
ENSAIOS						RESULTADOS							
ABRASAO LOS ANGELES			FAIXA			B							
			%			19							
ADESIVIDADE			S/DOPE			NÃO SATISFATÓRIO							
			0,5% DE DOPE			SATISFATÓRIO							

NOTA: O DATUM utilizado no georeferenciamento das ocorrências é o WGS-84 (World Geodetic System)





DESGASTE DO AGREGADO POR ABRASÃO
(MÁQUINA LOS ANGELES)
PEDREIRA 01 – 19,5 km DA ESTACA 0 (Início do Trecho) - LD

Abertura das Peneiras	Peso da Amostra (g)					
	Passando	Retido	Gradação A(12)	Gradação B(11)	Gradação C(8)	Gradação D(6)
1 1/2"	1"	1250				
1"	3/4"	1250				
3/4"	1/2"	1250	2500			
1/2"	1/2"	1250	2500			
3/8"	Nº 3			2500		
Nº 3	Nº 4			2500		
Nº 4	Nº 8				5000	
PESO TOTAL (g)	5000	5000	5000	5000	5000	5000

NOTA → Os números que se seguem à designação das graduações indicam as quantidades de esferas de aço a empregar no ensaio.


Nº de Rotação da Máquina → **500**

Duração do Ensaio → **15 minutos**

Gradação → **Faixa (B)**

5,000	Após o Ensaio
Mat. Ret. Pen. Nº 12	3.750
Mat. Pas. Pen. Nº 12	1.250
Desgaste (%)	25,00

DOPE → 0,5% (Satisfatório)

Documento assinado digitalmente

CLEVIO GOMES VASCONCELOS MENDES
 Data: 25/06/2024 14:41:51
 Verifique em <https://validar.iti.gov.br>