



**ESTADO DE MATO GROSSO
PREFEITURA MUNICIPAL DE JUÍNA**

PONTE DE CONCRETO PRÉ-MOLDADO PROTENDIDO

OBRA: ELABORAÇÃO DE ESTUDO TOPOGRÁFICO, ESTUDO HIDROLÓGICO/HIDRÁULICO, E PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA DA PONTE EM CONCRETO ARMADO E PROTENDIDO, SOBRE O RIO PERDIDO

RODOVIA: MUNICIPAL

TRECHO: JUÍNA / FRIGORIFICO JUÍNA

EXTENSÕES: 50,00 m

LARGURA: 8,80 m

COORDENADAS: 11°24'38.25"S / 58°44'44.03"O

MUNICIPIO: JUÍNA

VOLUME III – MEMÓRIA JUSTIFICATIVA.

**CUIABÁ/MT
JUNHO/2026**



**ESTADO DE MATO GROSSO
PREFEITURA MUNICIPAL DE JUÍNA**

PONTE DE CONCRETO PRÉ-MOLDADO PROTENDIDO

OBRA: ELABORAÇÃO DE ESTUDO TOPOGRÁFICO, ESTUDO HIDROLÓGICO/HIDRÁULICO, E PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA DA PONTE EM CONCRETO ARMADO E PROTENDIDO, SOBRE O RIO PERDIDO

RODOVIA: MUNICIPAL

TRECHO: JUÍNA / FRIGORIFICO JUÍNA

EXTENSÕES: 50,00 m

LARGURA: 8,80 m

COORDENADAS: 11°24'38.25"S / 58°44'44.03"O

MUNICIPIO: JUÍNA

VOLUME III – MEMÓRIA JUSTIFICATIVA.

**CUIABÁ/MT
JUNHO/2026**

MARILDA DE CASTRO
COSTA:01534644881
1

MARILDA DE CASTRO
COSTA:01534644881
2026.06.25
14:12:50
-04'00'

LUCAS LUIZ ARAUJO
CORREA:22091942880
2026.06.25
11:29:52
-04'00'
2026.1.1

LUCAS LUIZ ARAUJO
CORREA:22091942880



1.0 - ÍNDICE



INDICE

2.0 - APRESENTAÇÃO	4
3.0 – MAPA DE SITUAÇÃO	6
4.0 - SONDAGEM	8
5.0 – MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL	37
6.0 – MEMÓRIA DE CÁLCULO DOS QUANTITATIVOS.....	81
7.0 – ART	96
8.0 – TERMO DE ENCERRAMENTO	99



2.0 - APRESENTAÇÃO

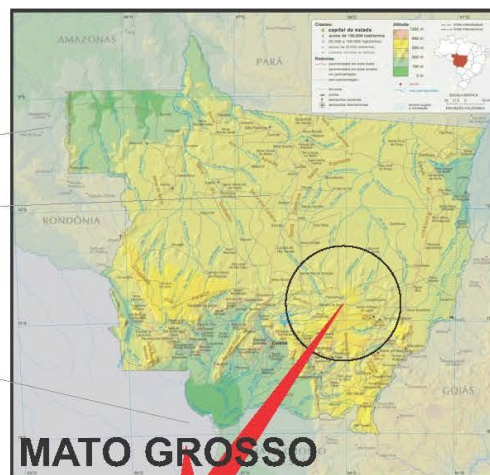


A empresa FCK Engenharia Consultoria Comércio Representações LTDA., apresenta o Volume III, referente a Contratação de Pessoa Jurídica para elaboração de estudo hidrológico/hidráulico e projeto executivo sobre o Rio Perdido, situado na Rodovia municipal, coordenadas 11°24'38.25"S / 58°44'44.03"O, no Município de Juína.

- Responsáveis Técnicos: Marilda De Castro Costa - ART 1220240084210
Lucas Luiz Araujo Corrêa - ART 1220240084627



3.0 – MAPA DE SITUAÇÃO



RIO PERDIDO VERDUN: 11°24'38.25"S - 58°44'44.03"O



PREFEITURA MUNICIPAL DE JUÍNA

**CONSTRUÇÃO DE PONTE EM CONCRETO ARMADO E PROTENDIDO
RIO PERDIDO
MAPA DE SITUAÇÃO**

RODOVIA:
MUNICIPAL

TRECHO:
JUÍNA / FRIGORIFICO JUÍNA

MUNICÍPIO:
JUÍNA



4.0 - SONDAGEM



1. INTRODUÇÃO.

Atendendo ao solicitado por V.Sas, apresentamos no presente relatório, os resultados das sondagens **rotativa** realizadas na obra: PONTE SOBRE RIO PERDIDO NA AV. GERENCIO VERONEZE – MUNICÍPIO DE JUÍNA – MT.

O relatório com resultados é apresentado em forma de seções geológicas geotécnicas, indicando as características dos solos perfurados e as posições dos níveis de água encontrados nos 03 furos de sondagem rotativa / mista, totalizando 53,50 metros de perfuração.

A realização das sondagens baseia-se nas seguintes normas técnicas:

- **ABNT NBR 6502/1995:** “Rochas e solos - terminologia”.
- **ABNT NBR 6484/2001:** “Execução de sondagens de simples reconhecimento dos solos”.
- **ABNT NBR 7250/1982:** “Identificação de Descrição de Amostras de Solos Obtidas em Sondagens de Simples Reconhecimento dos Solos”.

FERNANDO
SILVA DE
SOUZA
LTDA:24277123
000132

Assinado de forma
digital por FERNANDO
SILVA DE SOUZA
LTDA:24277123000132
Dados: 2023.12.28
14:23:37 -04'00'



2. LOCALIZAÇÃO E VIAS DE ACESSO.

Foram conduzidos trabalhos de sondagem rotativa encontra-se situado na zona rural do município de Juína, estado de Mato Grosso, mais especificamente na Av. Gerencio Veroneze, Bloco 04, sobre a ponte do Rio perdido, sendo que o Marco de amarração apresenta a seguinte coordenada Geográfica: Latitude $14^{\circ}17'8,86''S$ e Longitude $57^{\circ}53'46,32''W$. Tal atividade foi executada no período de 05 de dezembro 2023 até 15 de dezembro de 2023, conforme data da ordem de serviço.

Essa investigação geotécnica teve como objetivo principal a obtenção de informações detalhadas sobre as características do solo e rocha no local, visando fornecer subsídios fundamentais para futuros projetos de engenharia na região.

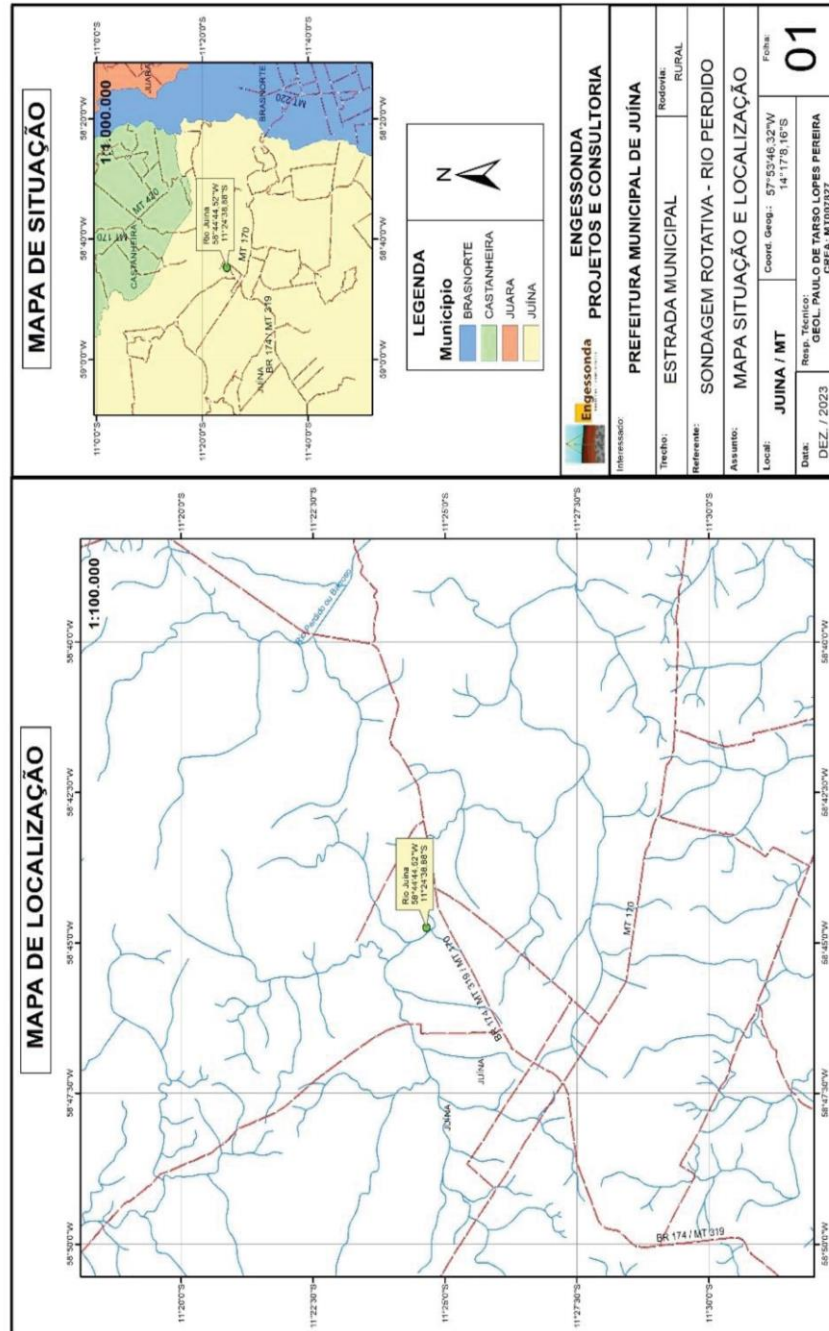


Figura 1 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO E SITUAÇÃO.

FERNANDO
SILVA DE
SOUZA
LTDA:2427712
3000132

Assinado de forma
digital por FERNANDO
SILVA DE SOUZA
LTDA:2427712300013
Dados: 2023.12.28
15:06:20 -04'00'



3. METODOLOGIA.

3.1. SONDAGEM ROTATIVA.

A Sondagem Rotativa é utilizada para perfuração das rochas e solos duros através de sondas rotativas, utilizando-se composições acopladas a bombas de circulação de água (barriletes, revestimentos e hastes), para refrigerar a coroa cortante e retirar detritos e pó de rochas. Aplicada principalmente na coleta de amostras para Barragens, Túneis, Pontes e obras de Mineração, e no avanço de sondagens a percussão, quando impenetrável ao trépano de lavagem e ao SPT.

Quando utilizando o equipamento rotativo, indicou-se o diâmetro da perfuração e graficamente a porcentagem de recuperação dos testemunhos obtidos. O Equipamento utilizado é a Sonda Rotativa, que acoplada em caminhão, com bomba d'água, composições de revestimentos, barriletes/amostradores, coroa, sapatas alargadores hastes, etc., permite melhor mobilidade nas obras.

Caracteriza-se além da perfuração em rochas e solos duros, pela recuperação de amostras de rochas e solos (testemunhos) a cada metro perfurado, utilizando-se barriletes especiais, fornecendo o fator de recuperação FR e/ou RDQ, sendo possível a execução de sondagem Mista SPT / BX, em grande profundidade.

Os testemunhos são acondicionados em caixas de maneira a serem mantidas as posições originais indicando a profundidade inicial e final de cada manobra (inclusive fendas, cavernas e material não recuperados), que posteriormente são analisados por Geólogo, para verificação das condições do maciço rochoso, grau de alteração, fraturamento e características das discontinuidades, seguindo critérios geotécnicos e geológicos de interesse ao projeto.

FERNANDO
SILVA DE SOUZA
Assinado de forma digital por
FERNANDO SILVA DE SOUZA
LTDA:24277123000132
Dados: 2023.12.28 15:06:31 -0400
00132



4. ASPECTOS REGIONAL DO MUNICÍPIO.

4.1. JUÍNA.

4.1.1. HISTORIA DO MUNICÍPIO.

Juína, município situado em Mato Grosso, Brasil, tem sua história vinculada à expansão da fronteira agrícola e ao processo de ocupação da Amazônia Legal. Inicialmente habitada por povos indígenas, a região experimentou um aumento populacional significativo durante a "Marcha para o Oeste" na década de 1970, impulsionada por políticas governamentais que incentivavam a migração para áreas consideradas pouco desenvolvidas.

Nesse contexto, colonos, muitos provenientes de outras regiões do Brasil, desbravaram a densa floresta amazônica, aproveitando a fertilidade do solo para atividades agrícolas e pecuárias. Oficialmente criado como município em 1986, desmembrando-se de Aripuanã, Juína experimentou um crescimento urbano expressivo, tornando-se um centro regional vital para agricultura, pecuária, comércio e educação.

Contudo, a história de Juína também reflete desafios ambientais, incluindo desmatamento e pressão sobre os recursos naturais, destacando a necessidade de abordagens sustentáveis. A cultura local é influenciada por uma diversidade de origens, incluindo tradições indígenas, culturas regionais e a dinâmica de uma população migrante.

A cidade continua a evoluir, enfrentando os desafios e oportunidades associados ao desenvolvimento econômico e à preservação ambiental, refletindo a complexidade da ocupação da Amazônia e a constante busca por um equilíbrio entre crescimento e sustentabilidade.

4.1.2. GEOGRAFIA E VIAS DE ACESSO.

A sede do município de Juína está situada nas coordenadas aproximadas de latitude 11°22'42" sul e longitude 58°44'28" oeste, a uma altitude de 442 metros. Localizado a noroeste do estado de Mato Grosso, a 720 quilômetros da capital, Cuiabá, Juína foi criado em 1976 através de um projeto implementado pela Companhia de Desenvolvimento de Mato Grosso (CODEMAT). Conforme as estimativas do IBGE em

FERNANDO
SILVA DE SOUZA
LTDA:242771230
00132

Assinado de forma
digital por FERNANDO
SILVA DE SOUZA
LTDA:24277123000132
Dados: 2023.12.28
15:06:42 -04'00'



2020, a população de Juína era de aproximadamente 41.101 habitantes. Essa cifra reflete não apenas o crescimento populacional, mas também a importância da cidade como um centro regional na região noroeste de Mato Grosso.

FERNANDO
SILVA DE
SOUZA
LTDA:242771-²
23000132

Assinado de forma
digital por
FERNANDO SILVA DE
SOUZA
LTDA:2427712300013
Dados: 2023.12.28
15:06:52 -04'00'

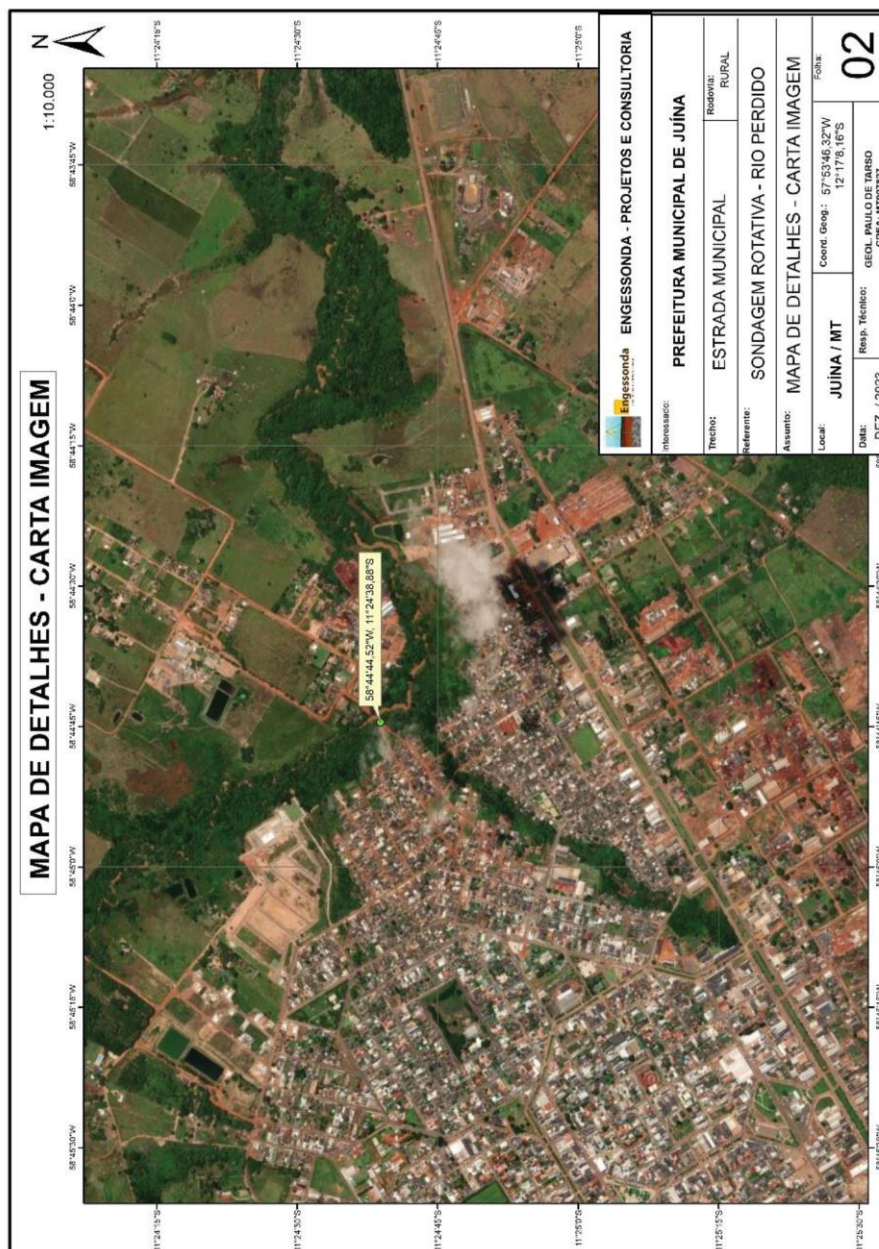


Figura 2 - MAPA EM DETALHE O MUNICÍPIO DE JUÍNA.

FERNANDO
SILVA DE SOUZA
LTDA:24277123
000132



4.1.3. RELEVO.

O relevo de Juína, localizado no noroeste do estado de Mato Grosso, Brasil, apresenta características distintas influenciadas pela região amazônica e a transição para o Planalto Brasileiro. A topografia varia desde áreas planas até suavemente onduladas, refletindo a diversidade geográfica da região.

4.1.4. VEGETAÇÃO.

O Município apresenta uma vegetação diversificada influenciada pela proximidade com a Amazônia. A região abrange áreas de floresta tropical úmida amazônica, caracterizada por uma ampla variedade de espécies. Além disso, a presença do Cerrado, com árvores espaçadas e gramíneas, pode ser notada em áreas mais abertas ou de transição. A vegetação ao longo dos cursos d'água, como o rio Juruena, também é influenciada pelos ecossistemas ribeirinhos. O desenvolvimento urbano e atividades agrícolas impactam a paisagem, destacando a importância da preservação e práticas sustentáveis para equilibrar o desenvolvimento humano com a conservação do meio ambiente em Juína.

FERNANDO
SILVA DE SOUZA
LTDA:242771230
00132

Assinado de forma
digital por FERNANDO
SILVA DE SOUZA
Dados: 2023.12.28
15:07:16 -04'00'

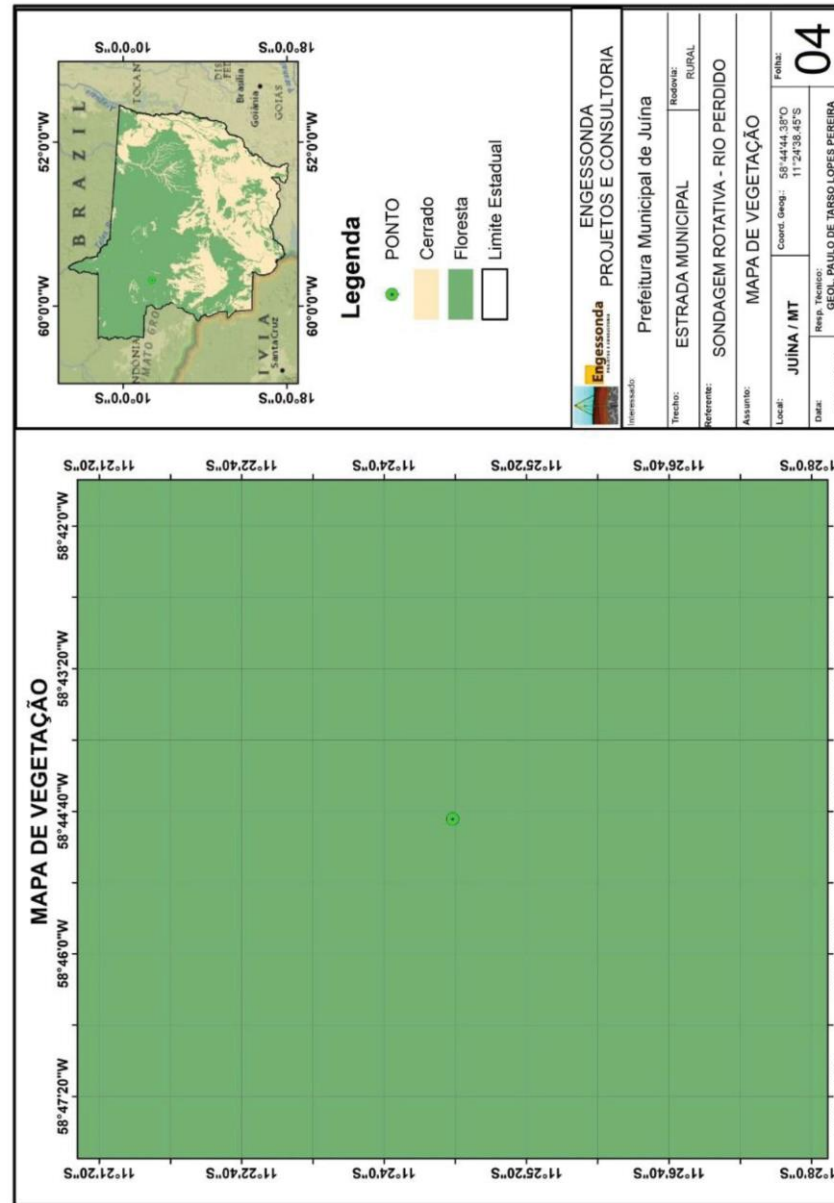


Figura 3 - MAPA DE VEGETAÇÃO DA REGIÃO EM QUESTÃO.

FERNANDO Assinado de forma
SILVA DE eletrônica
DE SOUZA FERNANDO SILVA
LTD.A:24277123000
LTD.A:24277 132
123000132 Dados: 2023.12.28
15:07:27 -0400



4.1.5. CLIMA.

A região de Juína, assim como grande parte do estado de Mato Grosso, Juína, localizado em Mato Grosso, Brasil, apresenta um clima tropical com temperaturas médias anuais entre 22°C e 28°C. O clima é caracterizado por duas estações distintas: uma estação chuvosa, de novembro a março, com chuvas intensas e temperaturas mais elevadas, e uma estação seca, de abril a outubro, com menor quantidade de chuvas e temperaturas mais amenas. A umidade relativa do ar pode ser alta, especialmente durante a estação chuvosa. A vegetação na região pode ser influenciada pela proximidade da Floresta Amazônica, incluindo áreas de floresta tropical e transição para formações mais abertas.

4.1.6. HIDROGRAFIA.

Como mencionado anteriormente, a hidrografia da região inclui o rio Juruena e seus afluentes. Esses cursos d'água desempenham um papel importante na paisagem e na vida local.

FERNANDO
SILVA DE
SOUZA
LTDA:24277
123000132

Assinado de forma
digital por
FERNANDO SILVA
DE SOUZA
LTDA:2427712300
0132
Dados: 2023.12.28
15:07:37 -04'00'

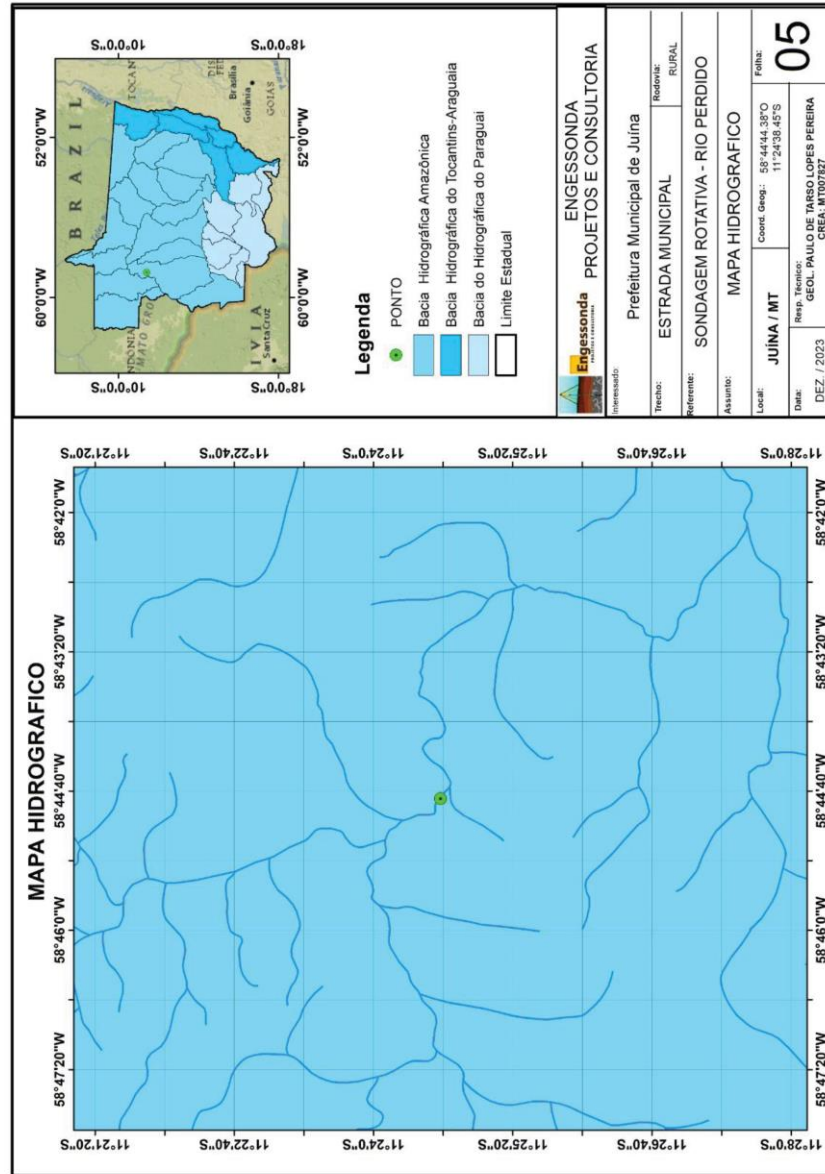


Figura 4 - MAPA HIDROGRÁFICO DA REGIÃO.

FERNANDO
Assinado de forma
digital por FERNANDO
SILVA DE SOUZA
SILVA DE SOUZA
LTDA:24277123000132
Dados: 2023.12.28
00132
15:07:52 -04'00'



4.1.7. SOLO.

Os solos em Brasnorte e região, conforme mapeados na escala 1:250.000 no Projeto Zoneamento Sócio-Econômico-Ecológico do Estado de Mato Grosso, estão representados pelas seguintes classes:

O Latossolo Vermelho-Escuro álico e distrófico (LEd4) que são solos com horizonte B latossólico, que apresentam teores de Fe_2O_3 variando de 8 a 18%, refletindo-se em cores vermelho-escuro a bruno-avermelhado. Possuem atração magnética fraca a nula e índice Ki variando de 0,2 a 2,2. Apresentam nesta folha predominantemente horizonte A do tipo moderado com cores no matiz 2,5YR, e com textura variando de média a argilosa. Encontram-se relacionados a arenitos (textura média) e à Superfície Peneplanizada Terciária (textura argilosa), com relevo variando do plano ao suave ondulado e em menor proporção o ondulado.

O Latossolo Vermelho-Amarelo álico e distrófico (LVd4) compreende solos com horizonte B latossólico cujas principais características referem-se a: baixos teores de Fe_2O_3 (7 – 11%), que ocasionam cores intermediárias entre o vermelho e o amarelo; ausência de atração magnética; baixa relação molecular SiO_2/Al_2O_3 (Ki), geralmente menor que 1,5 e relativamente alta relação molecular Al_2O_3 / Fe_2O_3 . Apresentam horizonte superficial moderadamente desenvolvido, de pequena espessura e transição frequentemente plana e gradual e raramente plana e clara nos horizontes subsuperficiais. Estão relacionados a Superfície Peneplanizada Terciária e à arenitos da Formação Utiariti, com relevo variando do plano ao suave ondulado e em menor proporção o ondulado.

5. GEOLOGIA REGIONAL.

5.1. GRANITO FONTANILLAS.

Granito Fontanillas O Granito Fontanillas foi definido primeiramente por (Gomes & Uchoa 2004). Segundo Leite et al., (2005a), estas rochas ocorrem na forma de grandes lajedos, blocos e matacões subangulosos a tabulares, nas proximidades de Juara e Castanheira, com zonas de cisalhamentos superimpostas nas direções E-W a WNW-ESSE. Suas rochas são porfíricas, com cristais equidimensionais de até 10 cm e

FERNANDO
SILVA DE
SOUZA
LTDA:242771
23000132

Assinado de forma
digital por FERNANDO
SILVA DE SOUZA
LTDA:2427712300013
2
Dados: 2023.12.28
15:08:03 -04'00'



feldspato alcalino com textura rapakivi, com cores rosa e vermelha. A composição é de sienito a monzogranito, conforme a classificação de Streckeisen (1976).

5.2. O GABRO JUÍNA

Ocorre no município de mesmo nome e a norte de Juara e foi definido por Lacerda Filho et al. (2004). Leite et al. (2005a) descreveu estas rochas em stocks e diques. Nos stocks são gabros e dioritos, de cor cinza a preta e, por vezes com texturas porfírica e porfiroclástica. Em diques, são diabásios, de cor cinza, com textura subofítica e constituídos de anfibólio, clinopiroxênio, plagioclásio, epidoto, sericita, carbonato e pirita Batata (2007).

FERNANDO
SILVA DE
SOUZA
LTDA:2427712
3000132

Assinado de forma
digital por FERNANDO
SILVA DE SOUZA
LTDA:2427712300013
2
Dados: 2023.12.28
15:08:16 -04'00'

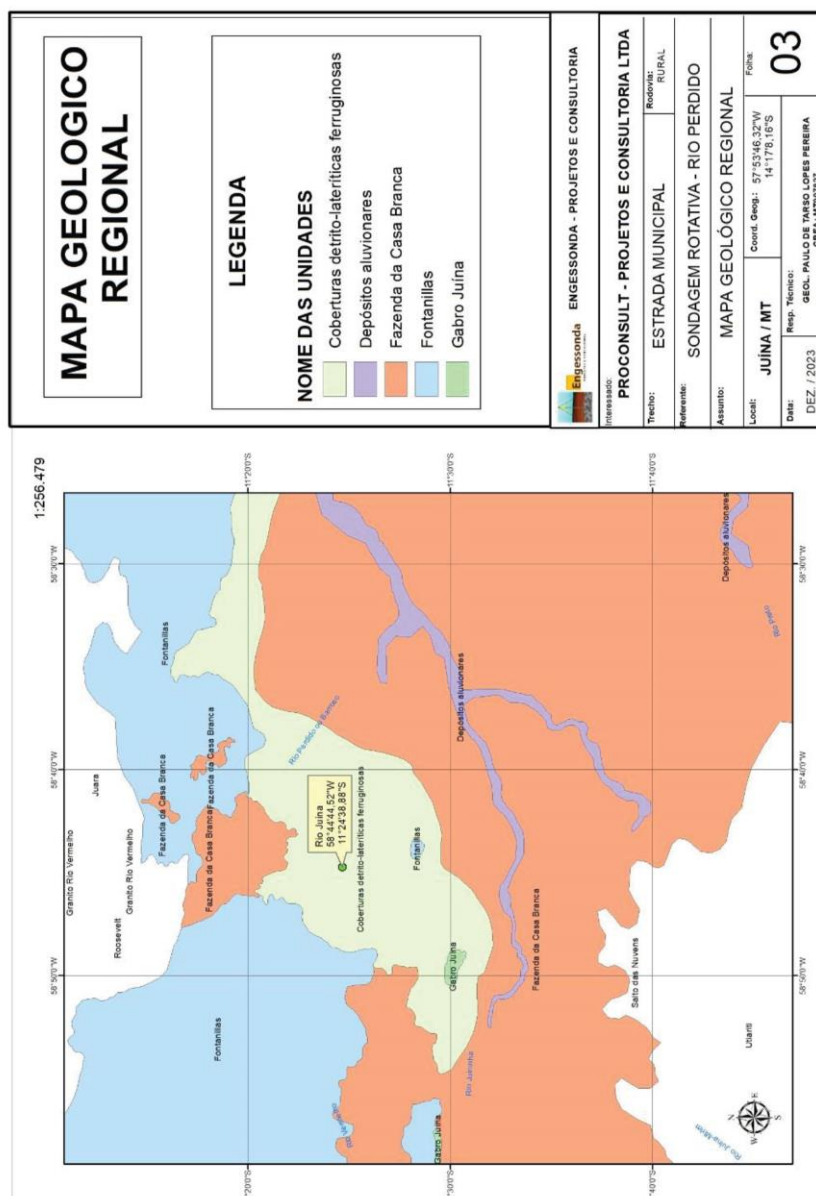


Figura 5 - MAPA GEOLÓGICO.

FERNANDO
SILVA DE
SOUZA
LTDA:24277 0132
123000132



6. CARACTERÍSTICAS GERAL DA OBRA.

6.1. DA PONTE A SER IMPLANTADA.

Ponte de estrutura de concreto, tipo mão dupla, com uma extensão e largura a ser definida. Foram executados 3 (três) furos de sondagens rotativa, que se encontram dispostos em um eixo perpendicular ao eixo do rio.

6.2. DA OBRA EXECUTADA.

Lançamos mão de um método de investigação direta, através de furos de sondagens mistas, ou seja, sondagem à percussão e rotativa, as quais abaixo descrevemos sobre os furos executados.

TABELA DE LOCAÇÃO DE SONDAAGEM			
COORDENADAS			ELEVAÇÃO
SONDAGENS	PROJETO	PROJETO	LOCADA
	NORTE	ESTE	COTA
SONDAAGEM ROTATIVA / MISTA			
SR01	8738038,5160	309.526,6930	322,835
SR02	8738069,8200	309.564,9180	323,853
SR03	8738048,6700	309.546,9980	318,356

TABELA DE PROFUNDIDADE DA SONDAAGEM	
FURO	ROTATIVA (M)
SM 01	18,00
SM 02	18,50
SM 03	18,00
TOTAL DE PERFURAÇÃO	
54,50 METROS	

6.3. LOCAÇÃO DOS FUROS.

FERNANDO
SILVA DE SOUZA
LTDA:24277123
000132

Assinado de forma
digital por FERNANDO
SILVA DE SOUZA
LTDA:24277123000132
Dados: 2023.12.28
15:08:42 -04'00'



Os furos estão dispostos em campo conforme o croqui abaixo, pois levou em consideração o traçado da estrada existente, além de ser algo já desmatado.

6.4. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS.

Foram meticulosamente observadas e descritas quatro distintas litologias, cuidadosamente dispostas em uma disposição horizontal, delineando um perfil geológico. O primeiro estrato é caracterizado por um aterro de cascalho laterítico, resultante da remobilização de material provocada pela recente construção da ponte adjacente, notabilizando-se pela presença pronunciada de material orgânico de coloração marrom.

O segundo horizonte, situado imediatamente acima do mencionado estrato, revela-se como uma areia de granulometria fina a média, destacando-se pela presença de nódulos de natureza carbonada, exibindo uma tonalidade bege.

Subsequentemente, identifica-se um leito de cascalho contendo seixos de composição polimítica, cuja matriz apresenta-se como uma areia de granulometria variável, compreendendo-se entre média a grossa, e manifestando uma diversidade cromática.

A última litologia, encontrada na porção basal do perfil, é categorizada como granito, uma rocha ígnea intrusiva constituída predominantemente por minerais micáceos, feldspato, quartzo e plagioclásio. Essa sequência estratigráfica não apenas proporciona uma visão elucidativa da evolução geológica na região em consideração, mas também se revela como um valioso substrato para análises mais aprofundadas sobre a dinâmica sedimentar e os processos geológicos subjacentes.

FERNANDO
SILVA DE
SOUZA
LTDA:2427712
3000132

Assinado de forma
digital por FERNANDO
SILVA DE SOUZA
LTDA:24277123000132
Dados: 2023.12.28
15:08:54 -04'00'



PERFIL LITOLOGICO REPRESENTATIVO BASEADOS NOS FUIROS DE SONDAGEM

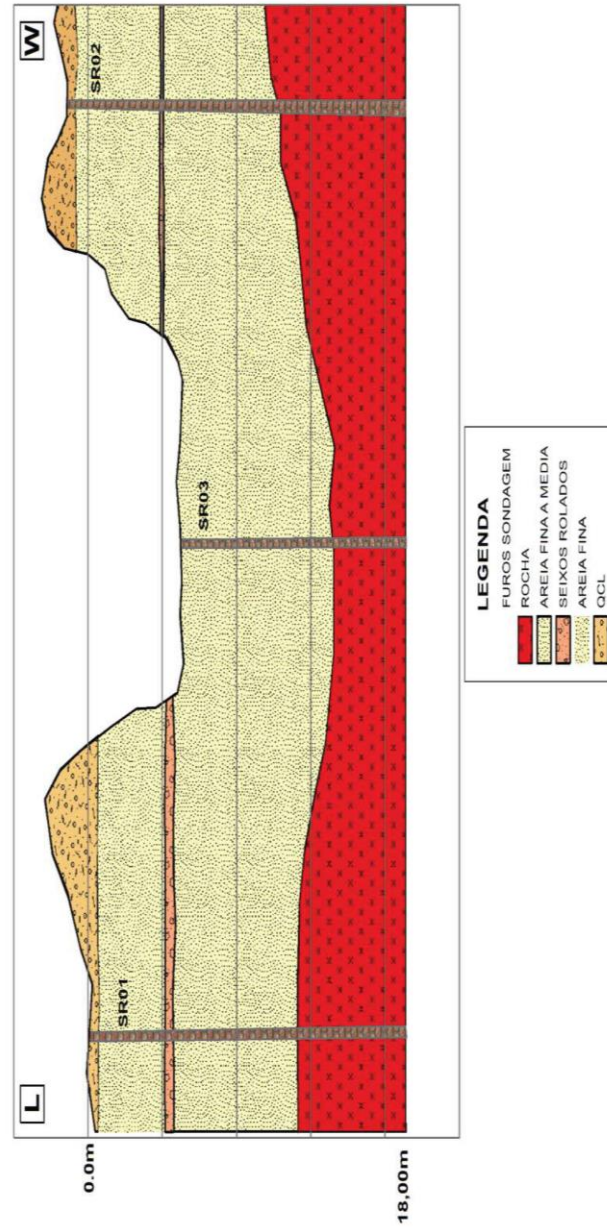


Figura 6 - PERFIL LITOLOGICO REPRESENTATIVO BASEADOS NOS FUIROS DE SONDAGEM.

FERNANDO
SILVA DE
SOUZA
LTDA:24277123²
000132

Assinado de forma
digital por FERNANDO
SILVA DE SOUZA
LTDA:2427712300013
Dados: 2023.12.28
15:09:07 -04'00'



7. PERFIS GEOLÓGICOS.

Engessonda		BOLETIM GEOLOGICO-GEOTECNICO INDIVIDUAL DE SONDAGEM ROTATIVA OU MISTA		SONDAGEM Nº								
CLIENTE: PREFEITURA MUNICIPAL DE JUÍNA		SERVIÇO: SONDAGEM ROTATIVA - CÔRREGO PERDIDO		SR - 01								
LOCAL: AVENIDA VERDAN - MODULO 4 - JUÍNA / MT				Folha 1 de 2								
SONDAGEM A PERCUSSÃO METODO ABNT-NBR 6484 / SONDAGEM ROTATIVA - DNER-PRO 102/97												
PROFUNDIDADE m	Nº de amostras	AMOSTRA	PENETRAÇÃO: (golpes/30 cm)		EQUIPAMENTOS UTILIZADOS	CLASSIFICAÇÃO GEOLOGICA	Nº de amostras	CONTAGEM	MATÉRIAS	Nº de amostras	COSTAS	
			1ª e 2ª penetrações	2ª e 3ª penetrações								Revestimento Ø NW Metro 14,00
			Gráfico Esc. 1:100									
			N Golpes									
			2ª e 3ª									
0	CA	0	0,5	-	-	Aterro de cascalho laterítico com presença de detritos vegetais de cor marrom.	-	-	-	-	-	
1	CA	1	2,45	-	-	Areia de granulometria fina a média, com presença de nódulos de carbonados, de cor bege	-	-	-	-	-	
2	CA	2	2,45	-	-		-	-	-	-	-	
3	CA	3	3,45	-	-		-	-	-	-	-	
4	CA	4	4,45	-	-		-	-	-	-	-	
5	CA	5	5,45	-	-	Seixos rolados de granulometria média a grossa, matriz diversas, envolvido por matriz arenosa, de cor variegado.	-	-	-	-	-	
6	CA	6	6,45	-	-	Areia de granulometria fina a média, com presença de nódulos de carbonados, de cor bege	-	-	-	-	-	
7	CA	7	7,45	-	-		-	-	-	-	-	
8	CA	8	8,45	-	-		-	-	-	-	-	
9	CA	9	9,45	-	-		-	-	-	-	-	
10	CA	10	10,45	-	-	Alteração de rocha do tipo granito, de cor variegado	-	-	-	-	-	
11	CA	11	11,45	-	-		-	-	-	-	-	
12	CA	12	12,45	-	-		-	-	-	-	-	
13	CA	13	13,45	-	-		-	-	-	-	-	
14	CDRTE	14	14,45	-	-	Blocos soltos de granitos e gabros, intercalados, de cor variegado	-	-	-	-	-	

Método		Recuperação		Data Início		Classificação	
Escalado		0 - 100%		Inicial 11/12/2023		Início	
Percussão				Final 13/12/2023		Início	
Rotativa						Início	
Nº de amostras		8738069,82		Seco		Início	
Cota		309564,918		Final 1,00		Início	
Cota		323,853				Início	
Inclinação		VERTICAL				Início	
RCD		0 - 100%		Pessima		Má	
		25		Regular		Boa	
		50		Excelente		Excelente	

Classificação		Cota	
Início		Início	
Início		Início	
A0 - Rocha ígnea	P1 - Pouco fraturada	C1 - Muito Coerente	
A1 - Pouco alterada	P2 - Medianamente fraturada	C2 - Coerente	
A2 - Med. Alterada	P3 - Muito fraturada	C3 - Pouco Coerente	
A3 - Muito alterada	P4 - Extremamente fraturada	C4 - Frável	
A4 - Extremamente alterada	P5 - Fragmentada		

Obs: Dos 14,30 m até 14,45 m foram analisadas 14 amostras de solo, devido sua granulometria ser muito fina foram analisadas em amostras de calha durante a circulação de água no furo.

FERNANDO
SILVA DE
SOUZA
LTDA:24277123
000132

Assinado de forma
digital por FERNANDO
SILVA DE SOUZA
LTDA:2427712300013
2
Dados: 2023.12.28
15:09:21 -04'00'



Engessonda		BOLETIM GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO INDIVIDUAL DE SONDAGEM ROTATIVA OU MISTA											
CLIENTE: PREFEITURA MUNICIPAL DE JUÍNA		SONDAGEM Nº											
SERVIÇO: SONDAGEM ROTATIVA - CORREGO PERDIDO		SR - 01											
LOCAL: AVENIDA VERDAN - MÓDULO 4 - JUÍNA / MT		Folha 1 de 2											
SONDAGEM A PERCUSSÃO METODO ABNT-NBR 6484 / SONDAGEM ROTATIVA - DNER-PRO 102/97													
PROFUNDIDADE m	Nº de amostra	AMOSTRA	PENETRAÇÃO: (Golpes/30 cm)		Nº de golpes	Gráfico	Esc. 1:100	EQUIPAMENTOS UTILIZADOS	CLASSIFICAÇÃO GEOLÓGICA				
			1ª e 2ª penetrações	2ª e 3ª penetrações									
Revestimento Ø NW Metro 6,50													
Amostrador Ø m. 34,9													
Ø m. 50,6													
Peso: 65 kg Alt. de queda: 75 cm													
Método de amostragem													
Método de amostragem													
Método de amostragem													
14	R	14	14,45	-	-	-	-	Alteração de rocha do tipo granito, muito alterada a extremamente alterada, fragmentada, pouco coerente a frável, péssima, de cor variegado	A3/A4	F4/F5	C3/C4	-	FORMAÇÃO FONTANILHA
15	R	15	15,45	-	-	-	-	Granito pouco alterado a medianamente alterado, medianamente fraturado, coerente, regular, de cor cinza	A1/A2	F1/F2	C2/C3	0	
16	R	16	16,45	-	-	-	-	Granito sã a pouco alterado, pouco fraturado a medianamente fraturado, muito coerente a coerente, regular, de cor cinza	A1/A1	F1/F2	C1/C2	5	
17	R	17	17,45	-	-	-	-	Granito sã a pouco alterado, pouco fraturado a medianamente fraturado, muito coerente a coerente, boa, de cor cinza	A1/A1	F1/F2	C1/C2	5	
18		18	18,45					Limite da Sondagem Rotativa					
19		19	19,45										
20		20	20,45										
21		21	21,45										
22		22	22,45										
23		23	23,45										
24		24	24,45										
25		25	25,45										
26		26	26,45										
27		27	27,45										
28		28	28,45										

Método		Recuperação		Data Início		Data Término		Classificação	
E	Escavação	0 - 100%	Final	11/12/2023	13/12/2023	A0	RSCN 10	F1 - Pouco Fraturado	C1 - Muito Coerente
P	Percussão	0 - 100%	Final	13/12/2023	13/12/2023	A1	Pouco alterado	F2 - Medianamente Fraturado	C2 - Coerente
M	Mistura	0 - 100%	Final	13/12/2023	13/12/2023	A2	Med. Alterado	F3 - Muito Fraturado	C3 - Pouco Coerente
NW	Diamantada	0 - 100%	Final	13/12/2023	13/12/2023	A3	Muito alterado	F4 - Extremamente Fraturado	C4 - Frável
CA	Circulação de água	0 - 100%	Final	13/12/2023	13/12/2023	A4	Extremamente Alterado	F5 - Fragmentada	
Coordenadas/Cota		N 8738069,82		E 309564,918		C 323,853			
Inclinação		VERTICAL							
Ponto de Início do Perfil		CNA 120,170,270-4							

FERNANDO
SILVA DE SOUZA
LTDA:24277123
000132

Assinado de forma
digital por FERNANDO
SILVA DE SOUZA
LTDA:24277123000132
Dados: 2023.12.28
15:09:34 -04'00'



BOLETIM GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO INDIVIDUAL DE SONDAGEM ROTATIVA OU MISTA														
CLIENTE: PREFEITURA MUNICIPAL DE JUÍNA					SONDAGEM Nº									
SERVIÇO: SONDAGEM ROTATIVA - Córrego Perdido					SR - 02									
LOCAL: AVENIDA VERDAN - MÓDULO 4 - JUÍNA / MT					Folha 1 de 2									
SONDAGEM A PERCUSSÃO MÉTODO ABNT-NBR 6484 / SONDAGEM ROTATIVA - DNER-PRO 102/97														
PROFUNDIDADE m	Nº de amostras	AMOSTRA	Fundo do poço m	PENETRAÇÃO: (golpes/30 cm)					EQUIPAMENTOS UTILIZADOS	CLASSIFICAÇÃO GEOLÓGICA	FOTOGRAFIA	ANÁLISE DE LABORATÓRIO	OBSERVAÇÕES	
				1ª e 2ª penetrações	2ª e 3ª penetrações	Gráfico	Esc. 1:100	Revestimento						Amostrador
0		CA 0	0,5						Revestimento Ø NW Metro 14,00					
1		CA 1	1,45						Amostrador Ø m. 34,9					
2		CA 2	2,45						Ø m. 50,6					
3		CA 3	3,45											
4		CA 4	4,45											
5		CA 5	5,45											
6		CA 6	6,45											
7		CA 7	7,45											
8		CA 8	8,45											
9		CA 9	9,45											
10		CA 10	10,45											
11		CA 11	11,45											
12		CA 12	12,45											
13		CA 13	13,45											
14		CA 14	14,45											
15		CA 15	15,45											
16		CA 16	16,45											
17		CA 17	17,45											
18		CA 18	18,45											
19		CA 19	19,45											
20		CA 20	20,45											
21		CA 21	21,45											
22		CA 22	22,45											
23		CA 23	23,45											
24		CA 24	24,45											
25		CA 25	25,45											
26		CA 26	26,45											
27		CA 27	27,45											
28		CA 28	28,45											
29		CA 29	29,45											
30		CA 30	30,45											
31		CA 31	31,45											
32		CA 32	32,45											
33		CA 33	33,45											
34		CA 34	34,45											
35		CA 35	35,45											
36		CA 36	36,45											
37		CA 37	37,45											
38		CA 38	38,45											
39		CA 39	39,45											
40		CA 40	40,45											
41		CA 41	41,45											
42		CA 42	42,45											
43		CA 43	43,45											
44		CA 44	44,45											
45		CA 45	45,45											
46		CA 46	46,45											
47		CA 47	47,45											
48		CA 48	48,45											
49		CA 49	49,45											
50		CA 50	50,45											
51		CA 51	51,45											
52		CA 52	52,45											
53		CA 53	53,45											
54		CA 54	54,45											
55		CA 55	55,45											
56		CA 56	56,45											
57		CA 57	57,45											
58		CA 58	58,45											
59		CA 59	59,45											
60		CA 60	60,45											
61		CA 61	61,45											
62		CA 62	62,45											
63		CA 63	63,45											
64		CA 64	64,45											
65		CA 65	65,45											
66		CA 66	66,45											
67		CA 67	67,45											
68		CA 68	68,45											
69		CA 69	69,45											
70		CA 70	70,45											
71		CA 71	71,45											
72		CA 72	72,45											
73		CA 73	73,45											
74		CA 74	74,45											
75		CA 75	75,45											
76		CA 76	76,45											
77		CA 77	77,45											
78		CA 78	78,45											
79		CA 79	79,45											
80		CA 80	80,45											
81		CA 81	81,45											
82		CA 82	82,45											
83		CA 83	83,45											
84		CA 84	84,45											
85		CA 85	85,45											
86		CA 86	86,45											
87		CA 87	87,45											
88		CA 88	88,45											
89		CA 89	89,45											
90		CA 90	90,45											
91		CA 91	91,45											
92		CA 92	92,45											
93		CA 93	93,45											
94		CA 94	94,45											
95		CA 95	95,45											
96		CA 96	96,45											
97		CA 97	97,45											
98		CA 98	98,45											
99		CA 99	99,45											
100		CA 100	100,45											
101		CA 101	101,45											
102		CA 102	102,45											
103		CA 103	103,45											
104		CA 104	104,45											
105		CA 105	105,45											
106		CA 106	106,45											
107		CA 107	107,45											
108		CA 108	108,45											
109		CA 109	109,45											
110		CA 110	110,45											
111		CA 111	111,45											
112		CA 112	112,45											
113		CA 113	113,45											
114		CA 114	114,45											
115		CA 115	115,45											
116		CA 116	116,45											
117		CA 117	117,45											
118		CA 118	118,45											
119		CA 119	119,45											
120		CA 120	120,45											
121		CA 121	121,45											
122		CA 122	122,45											
123		CA 123	123,45											
124		CA 124	124,45											
125		CA 125	125,45											
126		CA 126	126,45											
127		CA 127	127,45											
128		CA 128	128,45											
129		CA 129	129,45											
130		CA 130	130,45											
131		CA 131	131,45											
132		CA 132	132,45											
133		CA 133	133,45											
134		CA 134	134,45											
135		CA 135	135,45											
136		CA 136	136,45											
137		CA 137	137,45											
138		CA 138	138,45											
139		CA 139	139,45											
140		CA 140	140,45											
141		CA 141	141,45											
142		CA 142	142,45											
143		CA 143	143,45											
144		CA 144	144,45											
145		CA 145	145,45											
146		CA 146	146,45											
147		CA 147	147,45											
148		CA 148	148,45											



FERNANDO
SILVA DE SOUZA
LTDA:242771230
00132

[illegible]

FERNANDO
SILVA DE SOUZA
LTDA:2427712300132

Assinado de forma
digital por FERNANDO
SILVA DE SOUZA
LTDA:24277123000132
Dados: 2023.12.28
15:10:18 -04'00'



Engessonda		BOLETIM GEOLOGICO-GEOTECNICO INDIVIDUAL DE SONDAGEM ROTATIVA OU MISTA		SONDAGEM Nº								
CLIENTE: PREFEITURA MUNICIPAL DE JUÍNA		SERVIÇO: SONDAGEM ROTATIVA - Córrego Perdido		SR - 03								
LOCAL: AVENIDA VERDAN - MODULO 4 - JUÍNA / MT		Folha		1 de 2								
SONDAGEM A PERCUSSÃO METODO ABNT-NBR 6484 / SONDAGEM ROTATIVA - DNER-PRO 102/97												
PROFUNDIDADE m	AMOSTRA	PENETRAÇÃO: (golpes/30 cm)					EQUIPAMENTOS UTILIZADOS		Nº de amostras	Cota	Profundidade	Observações
		1ª e 2ª penetrações	2ª e 3ª penetrações	N Golpes	Revestimento	Amostrador	Peso	Alt. de queda				
14	R 14	14,45	-	-	M = 1,00 m R = 50,3%	15,00	Alteração de rocha do tipo granito, muito alterada a extremamente alterada, fragmentada, pouco coerente a frável, má de cor variado	A3/A4	F4/F5	C3/C4	FORMAÇÃO FONTANILHA	
15	R 15	15,45	-	-	M = 1,00 m R = 68,6%	16,00	Granito pouco alterado a medianamente alterado, medianamente fraturado, coerente, regular, de cor cinza	A1/A2	F1/F2	C2/C3		
16	R 16	16,45	-	-	M = 1,00 m R = 71,3%	17,00	Granito sã a pouco alterado, pouco fraturado a medianamente fraturado, muito coerente a coerente, regular, de cor cinza	A0/A1	F1/F2	C1/C2		
17	R 17	17,45	-	-	M = 1,00 m R = 85%	18,00	Granito sã a pouco alterado, pouco fraturado a medianamente fraturado, muito coerente a coerente, boa, de cor cinza	A0/A1	F1/F2	C1/C2		
18		18,45					Limite da Sondagem Rotativa					
19		19,45										
20		20,45										
21		21,45										
22		22,45										
23		23,45										
24		24,45										
25		25,45										
26		26,45										
27		27,45										
28		28,45										
Método		Recuperação		Data Início		Data Término		Classificação				
1. Trado		0 - 100%		Inicial 14/12/2023		Final 15/12/2023		Alteração		Coerência		
2. Percussão								A1 - Rocha sã		C1 - Muito Coerente		
3. Rotativa								A2 - Pouco alterada		C2 - Coerente		
4. Diâmetro								A3 - Med. Alterada		C3 - Pouco Coerente		
5. Diâmetro de boca								A4 - Muito alterada		C4 - Frável		
6. Diâmetro de fundo								A5 - Extremamente Alterada				
7. Diâmetro de boca								F1 - Pouco Fraturada				
8. Diâmetro de fundo								F2 - Medianamente Fraturada				
9. Diâmetro de boca								F3 - Muito Fraturada				
10. Diâmetro de fundo								F4 - Extremamente Fraturada				
11. Diâmetro de boca								F5 - Fragmentada				
12. Diâmetro de fundo												
13. Diâmetro de boca												
14. Diâmetro de fundo												
15. Diâmetro de boca												
16. Diâmetro de fundo												
17. Diâmetro de boca												
18. Diâmetro de fundo												
19. Diâmetro de boca												
20. Diâmetro de fundo												
21. Diâmetro de boca												
22. Diâmetro de fundo												
23. Diâmetro de boca												
24. Diâmetro de fundo												
25. Diâmetro de boca												
26. Diâmetro de fundo												
27. Diâmetro de boca												
28. Diâmetro de fundo												
29. Diâmetro de boca												
30. Diâmetro de fundo												
31. Diâmetro de boca												
32. Diâmetro de fundo												
33. Diâmetro de boca												
34. Diâmetro de fundo												
35. Diâmetro de boca												
36. Diâmetro de fundo												
37. Diâmetro de boca												
38. Diâmetro de fundo												
39. Diâmetro de boca												
40. Diâmetro de fundo												
41. Diâmetro de boca												
42. Diâmetro de fundo												
43. Diâmetro de boca												
44. Diâmetro de fundo												
45. Diâmetro de boca												
46. Diâmetro de fundo												
47. Diâmetro de boca												
48. Diâmetro de fundo												
49. Diâmetro de boca												
50. Diâmetro de fundo												
51. Diâmetro de boca												
52. Diâmetro de fundo												
53. Diâmetro de boca												
54. Diâmetro de fundo												
55. Diâmetro de boca												
56. Diâmetro de fundo												
57. Diâmetro de boca												
58. Diâmetro de fundo												
59. Diâmetro de boca												
60. Diâmetro de fundo												
61. Diâmetro de boca												
62. Diâmetro de fundo												
63. Diâmetro de boca												
64. Diâmetro de fundo												
65. Diâmetro de boca												
66. Diâmetro de fundo												
67. Diâmetro de boca												
68. Diâmetro de fundo												
69. Diâmetro de boca												
70. Diâmetro de fundo												
71. Diâmetro de boca												
72. Diâmetro de fundo												
73. Diâmetro de boca												
74. Diâmetro de fundo												
75. Diâmetro de boca												
76. Diâmetro de fundo												
77. Diâmetro de boca												
78. Diâmetro de fundo												
79. Diâmetro de boca												
80. Diâmetro de fundo												
81. Diâmetro de boca												
82. Diâmetro de fundo												
83. Diâmetro de boca												
84. Diâmetro de fundo												
85. Diâmetro de boca												
86. Diâmetro de fundo												
87. Diâmetro de boca												
88. Diâmetro de fundo												
89. Diâmetro de boca												
90. Diâmetro de fundo												
91. Diâmetro de boca												
92. Diâmetro de fundo												
93. Diâmetro de boca												
94. Diâmetro de fundo												
95. Diâmetro de boca												
96. Diâmetro de fundo												
97. Diâmetro de boca												
98. Diâmetro de fundo												
99. Diâmetro de boca												
100. Diâmetro de fundo												
101. Diâmetro de boca												
102. Diâmetro de fundo												
103. Diâmetro de boca												
104. Diâmetro de fundo												
105. Diâmetro de boca												
106. Diâmetro de fundo												
107. Diâmetro de boca												
108. Diâmetro de fundo												
109. Diâmetro de boca												
110. Diâmetro de fundo												
111. Diâmetro de boca												
112. Diâmetro de fundo												
113. Diâmetro de boca												
114. Diâmetro de fundo												
115. Diâmetro de boca												
116. Diâmetro de fundo												
117. Diâmetro de boca												
118. Diâmetro de fundo												
119. Diâmetro de boca												
120. Diâmetro de fundo												
121. Diâmetro de boca												
122. Diâmetro de fundo												
123. Diâmetro de boca												
124. Diâmetro de fundo												
125. Diâmetro de boca												
126. Diâmetro de fundo												
127. Diâmetro de boca												
128. Diâmetro de fundo												
129. Diâmetro de boca												
130. Diâmetro de fundo												
131. Diâmetro de boca												
132. Diâmetro de fundo												
133. Diâmetro de boca												
134. Diâmetro de fundo												
135. Diâmetro de boca												
136. Diâmetro de fundo												
137. Diâmetro de boca												
138. Diâmetro de fundo												
139. Diâmetro de boca												
140. Diâmetro de fundo												
141. Diâmetro de boca												
142. Diâmetro de fundo												
143. Diâmetro de boca												
144. Diâmetro de fundo												
145. Diâmetro de boca												
146. Diâmetro de fundo												
147. Diâmetro de boca												
148. Diâmetro de fundo												
149. Diâmetro de boca												
150. Diâmetro de fundo												
151. Diâmetro de boca												
152. Diâmetro de fundo												
153. Diâmetro de boca												
154. Diâmetro de fundo												
155. Diâmetro de boca												
156. Diâmetro de fundo												
157. Diâmetro de boca												
158. Diâmetro de fundo												
159. Diâmetro de boca												
160. Diâmetro de fundo												
161. Diâmetro de boca												
162. Diâmetro de fundo												
163. Diâmetro de boca												
164. Diâmetro de fundo												
165. Diâmetro de boca												
166. Diâmetro de fundo												
167. Diâmetro de boca												
168. Diâmetro de fundo												
169. Diâmetro de boca												
170. Diâmetro de fundo												
171. Diâmetro de boca												
172. Diâmetro de fundo												
173. Diâmetro de boca												
174. Diâmetro de fundo												
175. Diâmetro de boca												
176. Diâmetro de fundo												
177. Diâmetro de boca												
178. Diâmetro de fundo												
179. Diâmetro de boca												
180. Diâmetro de fundo												
181. Diâmetro de boca												
182. Diâmetro de fundo												
183. Diâmetro de boca												
184. Diâmetro de fundo												
185. Diâmetro de boca												
186. Diâmetro de fundo												
187. Diâmetro de boca												
188. Diâmetro de fundo												
189. Diâmetro de boca												

8. REGISTRO FOTOGRÁFICO.

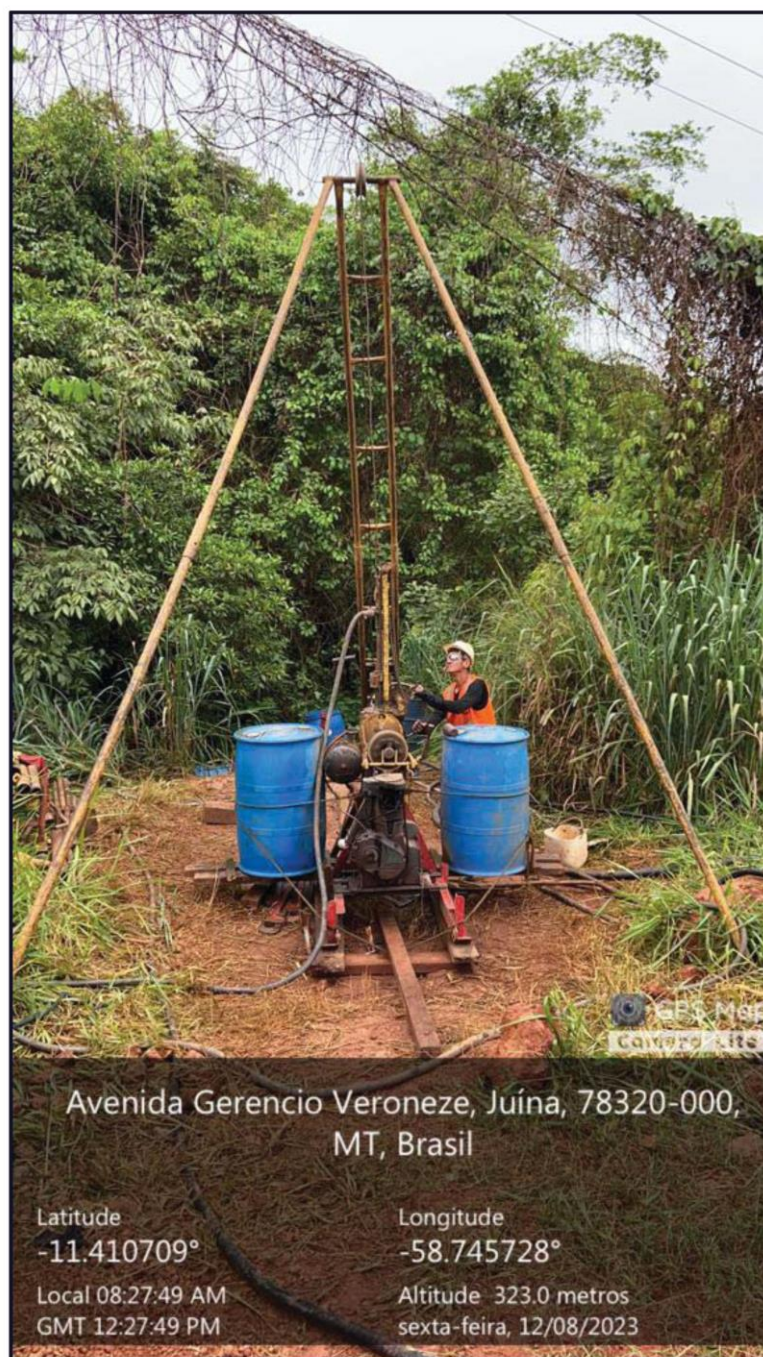


Figura 7 - LOCAÇÃO DO FURO SR01.

FERNANDO
SILVA DE
SOUZA
LTDA:242771
23000132

Assinado de forma
digital por FERNANDO
SILVA DE SOUZA
LTDA:2427712300013
2
Dados: 2023.12.28
15:10:50 -04'00'



Figura 8 - EM DETALHE MOMENTO DA EXECUÇÃO DO FURO SR02.

FERNANDO
SILVA DE SOUZA
LTDA:24277123
000132

Assinado de forma
digital por FERNANDO
SILVA DE SOUZA
LTDA:24277123000132
Dados: 2023.12.28
15:11:07 -04'00'



Figura 9 - LOCAÇÃO DO FURO SR02.

FERNANDO
SILVA DE
SOUZA
LTDA:242771
23000132

Assinado de forma
digital por FERNANDO
SILVA DE SOUZA
LTDA:24277123000132
Dados: 2023.12.28
15:11:23 -04'00'



Figura 10 - EM DETALHE BLOCO DE MADEIRA QUE ESTAVA OBSTRUINDO O AVANÇO DO FURO SR03.

FERNANDO
SILVA DE
SOUZA
LTDA:242771
23000132

Assinado de forma
digital por FERNANDO
SILVA DE SOUZA
LTDA:2427712300013
2
Dados: 2023.12.28
15:11:46 -04'00'



Figura 11 - LOCAÇÃO DO FURO SR03 EM CIMA NA BALSA.

FERNANDO
SILVA DE SOUZA
LTDA:24277123
000132

Assinado de forma
digital por FERNANDO
SILVA DE SOUZA
LTDA:24277123000132
Dados: 2023.12.28
14:22:31 -04'00'



5.0 – MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL



INTRODUÇÃO

CRITERIOS DE CÁLCULO

Neste memorial de cálculo se desenvolve o dimensionamento da Ponte sobre o Rio Perdido, localizado na Rodovia municipal, trecho Juína - Frigorífico Juína, com extensão total de 50.00m e largura de 8.80m.

O tabuleiro será composto por vigas do tipo I, em concreto com protensão aderente, que serão protendidas com cordoalhas de 15,2mm (0,6") de diâmetro.

As vigas, calculadas sobre apoios simples, são caracterizadas por uma altura de 140cm e um comprimento de 24.3m, serão completadas (na obra) com uma laje de espessura colaborante total de 17cm mais uma pré-laje de 5cm.

O peso da laje e as cargas permanentes de segunda fase (pavimentação, barreiras de proteção, etc) aplicam-se às diferentes vigas em função de suas respectivas áreas de influência.

As cargas móveis previstas pela NBR 7188 (Carga Móvel em Ponte Rodoviária e Passarela de Pedestres), são repartidas transversalmente na superestrutura mediante um modelo de elementos finitos.

As verificações de estabilidade se desenvolveram na viga que resultou mais solicitada, as armaduras, assim determinadas, foram consideradas iguais para todas as outras vigas.

Levou-se em conta a diferente classe de resistência do concreto entre as vigas e a laje através de um coeficiente de homogeneização, que equivale à razão entre aos seus respectivos módulos de elasticidade convencionais.

As perdas de tensão nas armaduras de protensão são descontadas ora na viga isolada, ora na seção composta, nas proporções indicadas nesse memorial.

Nas seções perto do apoio, em função do insuficiente comprimento de ancoragem das cordoalhas, a verificação ao cisalhamento foi efetuada considerando uma seção de concreto armado.

Consideram-se positivos os momentos que tracionam as fibras inferiores da viga e da laje e as forças de compressão; quanto às tensões, convencionou-se como negativas as de compressão.

O elemento que representa a viga no modelo computacional têm coordenada de origem na sua extremidade.



NORMAS DE REFERÊNCIA

O cálculo se desenvolveu com referência, onde aplicável, às seguintes normas:

NBR 6118 - 2014- Projeto de estruturas de concreto – Procedimento;

NBR 6120 - 2019 - Cargas para o Cálculo de Estruturas;

NBR 6122 - 2022 - Projeto e Execução de Fundações;

NBR 6123 - 1988 - Forças devidas ao vento em edificações;

NBR 7187 - 2021 - Projeto de pontes – procedimento;

NBR 7188 - 2013 - Carga Móvel em Ponte Rodoviária e Passarela de Pedestres;

NBR 7483 - 2021 - Cordoalhas de Aço para Concreto Protendido;

NBR 8681 - 2003 - Ações e segurança nas estruturas;

NBR 9062 - 2017 - Projeto e Execução de Estruturas de Concreto Pré-Moldado.



DESCRIÇÃO DO MODELO

Nesse capítulo é apresentada uma breve descrição das características do modelo (seções, matérias e cargas aplicadas), idealizado com a finalidade de representar da maneira mais fiel possível o comportamento da superestrutura.

A análise foi baseada no método dos elementos finitos, com o auxílio do programa CSIBridge v.17.1.1:



Os parâmetros flexionais e torcionais das vigas que compõem o tabuleiro foram calculados considerando as características estático-geométricas das seções de concreto simples (sem homogeneização) considerando a contribuição resistente da laje, quando apropriado.

Considerou-se um coeficiente de mola horizontal para o aparelho de neoprene:

$K_n = G \cdot A_n / d_n$, onde:

K_n = rigidez horizontal do aparelho de neoprene;

G = módulo de elasticidade transversal do neoprene, $G = 1.000 \text{ KN/m}^2$;

A_n = área em planta do neoprene;

d_n = altura do neoprene, não se considera as chapas de aço de fretagem.

A intenção do modelo de elementos finitos é determinar o comportamento da estrutura em serviço, ou seja, a partir do momento em que a laje é solidarizada à longarina, onde a seção reagente é a seção composta.

Em primeira fase, quando a laje ainda não contribui na resistência do conjunto, o peso próprio da viga e da laje são calculados e aplicados diretamente na viga, em esquema isostático como carga uniformemente distribuída.

As travessinas são representadas por elementos com geometria retangular com largura igual a 40cm e altura proporcional à altura da longarina.

O esquema de vínculo considerado prevê um apoio em neoprene fretado, portanto com rotação liberada.

Ao modelo supracitado foram aplicadas as cargas permanentes e cargas móveis definidas neste memorial.

As cargas foram combinadas entre si de acordo com as indicações da NBR 6118.

Da análise do modelo emerge que as vigas mais solicitadas são as mais externas.



CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS

- Classe de agressividade ambiental II, conforme NBR6118;
- Cobrimento das armaduras: 3cm para peças moldadas *in-loco*, 2cm para as pré-moldadas e 5cm para as fundações.
- Concreto protendido nível 2 (protensão limitada).

Concreto para as vigas pré-moldadas protendidas (Classe C40)

- Diâmetro máximo agregados: 19mm
- Relação água/cimento máxima: 0,40

Fase inicial

- Resistência característica à compressão $F_{ckj} = 30\text{MPa}$
- Módulo de elasticidade $E = 26071,59\text{Mpa}$
- Resistência à tração admissível $f_{tkj} = 2,03\text{MPa}$
- Compressão admissível $\sigma_c = 0,7 f_{ckj} = 21,0\text{MPa}$
- E.L.U.
- Coeficiente de segurança $\gamma_c = 1,2$
- Resistência à compressão de cálculo $f_{cdj} = f_{ckj} / \gamma_c = 25\text{MPa}$
- Resistência à tração de cálculo $f_{ctdj} = f_{ctkj} / \gamma_c = 1,69\text{MPa}$

Fase final

- Resistência característica à compressão $F_{ck} = 40\text{MPa}$
- Módulo de elasticidade $E = 35417,51\text{Mpa}$
- Resistência à tração admissível $f_{tk} = 3,10\text{MPa}$
- E.L.U.
- Coeficiente de segurança $\gamma_c = 1,4$
- Resistência à compressão de cálculo $f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c = 28,57\text{MPa}$
- Resistência à tração de cálculo $f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 2,21\text{MPa}$

Concreto moldado in loco (classe C30)

- Diâmetro máximo dos agregados 25mm
- Relação água/cimento máxima 0,45
- Resistência característica à compressão $f_{ck} = 30\text{Mpa}$
- Resistência à tração admissível $f_{tk} = 2,03\text{MPa}$
- Módulo de elasticidade 26071,59MPa
- E.L.U.
- coeficiente de segurança $\gamma_c = 1,4$
- resistência à compressão de cálculo $f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c = 21,43\text{Mpa}$
- resistência à tração de cálculo $f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1,08\text{MPa}$

Aço para cordoalha de 0,6"

CP 190 RB

- $f_{ptk} = 1900\text{MPa}$
- $f_{pyk} = 1710\text{Mpa}$

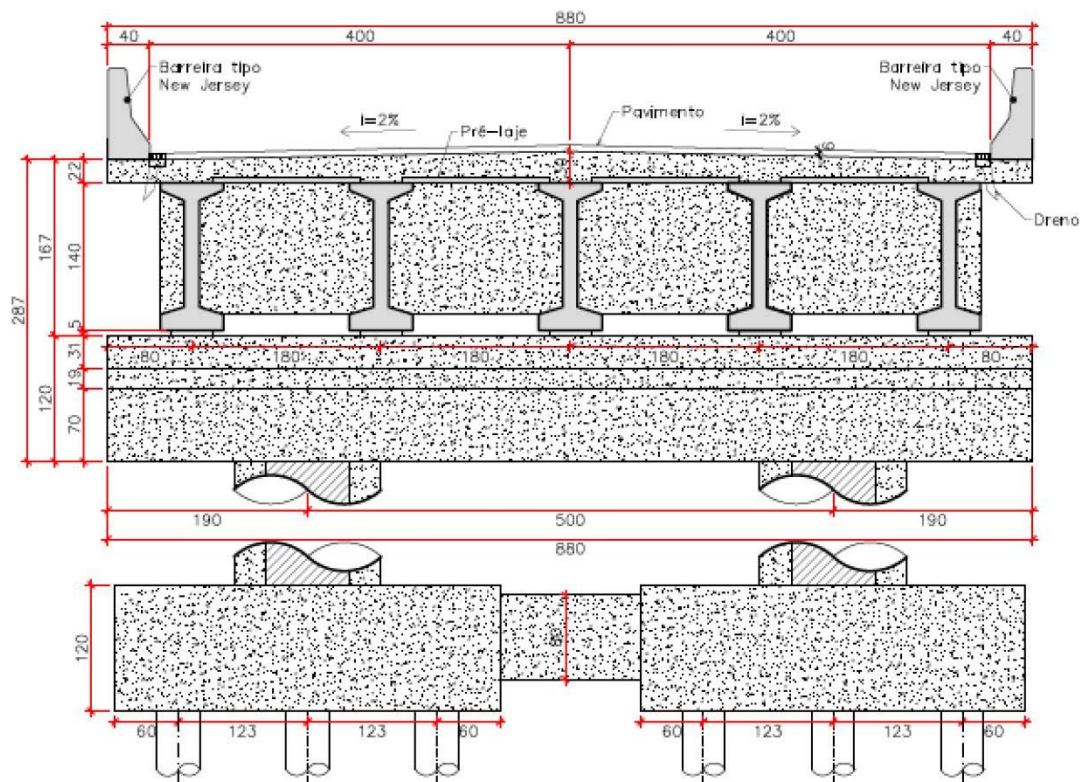
A tensão máxima resistente da cordoalha deve verificar as seguintes desigualdades:

$$\sigma_{pi} \leq 0,77 f_{ptk} = 0,77 \times 1.900 = 1.463 \text{ MPa} = 146,3 \text{ kN/cm}^2 \text{ ou}$$
$$\sigma_{pi} \leq 0,85 f_{pyk} = 0,85 \times 1.710 = 1.453 \text{ MPa} = 145,3 \text{ kN/cm}^2$$



CARACTERÍSTICAS GERAIS DA SUPERESTRUTURA

Seção transversal típica:

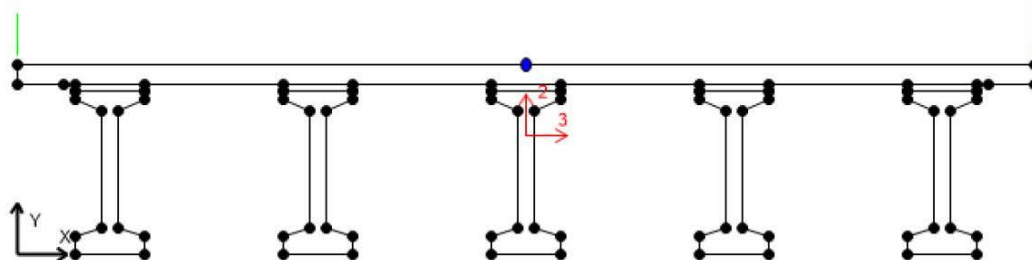




PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS* DAS VIGAS:

*unidades: (kN - m - °C)

O tabuleiro completo possui as seguintes propriedades geométricas:



A	3.9814
J	0.0666
I33	1.3345
I22	25.8002
I23	0.
AS2	1.7068
AS3	1.6441
S33(+face)	2.1961
S33(-face)	1.3182
S22(+face)	5.8637
S22(-face)	5.8637
Z33	1.8627
Z22	8.5042
r33	0.5789
r22	2.5456
Xcg	4.4
Ycg	1.0123
Xpna	4.4
Ypna	1.3254



CARREGAMENTOS PARA OS VIADUTOS RODOVIÁRIOS

CARGAS PERMANENTES (g)

a) Peso próprio da longarina

$$PP_{\text{viga}} = (0.3363 \text{ m}^2 \times 25 \text{ kN/m}^3) = 8.41 \text{ kN/m}$$

b) Peso da transversina:

$$PP_{\text{transversina}} = (1.0584 \text{ m}^2 \times 25 \text{ kN/m}^3) = 26.46 \text{ kN/extremidade de viga}$$

c) Peso da laje:

$$PP_{\text{laje}} = 0.27 \text{ m} \times 25 \text{ kN/m}^3 = 6.75 \text{ kN/m}^2$$

d) Peso da pavimentação:

$$PP_{\text{laje}} = 0.06 \text{ m} \times 24 \text{ kN/m}^3 + 2 \text{ kN/m}^3 = 3.44 \text{ kN/m}^2$$

e) Peso do guarda rodas

$$PP_{\text{gr}} = (0.2318 \text{ m}^2 \times 25 \text{ kN/m}^3) = 5.8 \text{ kN/m}$$

f) Peso do guarda corpo

$$PP_{\text{gcorpo}} = 0 \text{ kN/m}$$

g) Peso próprio da travessa central (viga de apoio):

$$PP_{\text{trav. central}} = (2.1925 \text{ m}^2 \times 25 \text{ kN/m}^3) = 54.81 \text{ kN/m}$$

h) Peso próprio da travessa do encontro

$$PP_{\text{trav. encontro}} = (2.455207 \text{ m}^2 \times 25 \text{ kN/m}^3) = 61.38 \text{ kN/m}$$

i) Peso próprio das alas

$$PP_{\text{alas}} = 2.1 \text{ m}^3 \times 25 \text{ kN/m}^3 = 52.54 \text{ kN/ala}$$

$$\text{Mala} = 129.25 \text{ kN.m}$$

j) Peso laje de aproximação + camada de 50cm de solo

$$PP_{\text{laje aprox}} = (4 \text{ m} \times 0.25 \text{ m} \times 25 \text{ kN/m}^3 + 4 \text{ m} \times 0.5 \text{ m} \times 18 \text{ kN/m}^3) / 2 = 30.5 \text{ kN/m}$$

k) Peso próprio do pilar

$$PP_{\text{pilar}} = 3.1415 \times (1.4)^4 / 4 \times 25 \text{ kN/m}^3 = 75.43 \text{ kN/m}$$

CARGAS MÓVEIS (q)

Trem-Tipo da NBR 7188/2013 - Classe 45.

Carregamento de "Multidão" - de acordo com a NBR 7188.



COMBINAÇÕES DE CARGA

As combinações de carga consideradas são as seguintes:

Considerando:

- g_1 = permanentes de primeira fase;
- g_2 = permanentes de segunda fase;
- q = cargas móveis;
- P_0 = Força de protensão inicial;
- P_∞ = Força de protensão a tempo infinito.

Estado limite de serviço (ELS).

Combinação 1: $0,8g_1 + P_0$

(Combinação especial de transporte, sob supervisão)

Combinação 2: $g_1 + P_0$

(Combinação especial de estocagem ou repouso, sob supervisão)

Combinação 3: $g_1 + \text{peso da laje} + P_0$ (sem considerar a contribuição geométrica da laje)

(Combinação de estado em vazio → ações permanentes)

Combinação 4: $g_1 + g_2 + P_\infty$

(Combinação de estado em vazio → ações permanentes)

Combinação 5: $g_1 + g_2 + 0,4 \cdot \phi \cdot q + P_\infty$

(Combinação quase-permanente)

Combinação 6: $g_1 + g_2 + 0,6 \cdot \phi \cdot q + P_\infty$

(Combinação freqüente)

Combinação 7: $g_1 + g_2 + \phi \cdot q + P_\infty$

(Combinação rara)

O coeficiente dinâmico ϕ é calculado através da fórmula:

$$CIV = 1 + 1,06 \cdot \left(\frac{20}{L_{iv} + 50} \right)$$

Estado Limite Ultimo (ELU).

$$M_d = \gamma_g \cdot (M_{g1} + M_{g2}) + \gamma_q \cdot M_{q1k} + \gamma_{qjk} \cdot \psi_{0j} \cdot \sum M_{qjk}$$



VERIFICAÇÃO DA LONGARINA PARA O VÃO DE 25m.

Da análise do modelo emerge da viga mais solicitada, os esforços solicitantes devido às cargas permanentes de segunda fase e as móveis a seguir:

Peso próprio longarina + transversina:

Posição (cm)	Carga	Cortante (kN)	M. Torçor (kN.m)	M. Fletor (kN.m)
0	DEAD	-107.41	0.23	0.00
115	DEAD	-97.73	2.72	118.07
230	DEAD	-88.05	2.49	225.01
345	DEAD	-78.37	-2.08	320.79
460	DEAD	-68.69	-1.71	405.44
576	DEAD	-59.01	-1.33	478.95
691	DEAD	-49.33	-1.04	541.31
806	DEAD	-39.66	-0.80	592.53
921	DEAD	-29.98	-0.60	632.61
1289	DEAD	0.99	-0.12	686.00

Peso próprio da laje:

Posição (cm)	Carga	Cortante (kN)	M. Torçor (kN.m)	M. Fletor (kN.m)
0	PPlaje	-144.04	-2.42	0.00
115	PPlaje	-134.36	5.34	158.34
230	PPlaje	-124.68	-4.78	301.75
345	PPlaje	-115.00	-4.29	430.21
460	PPlaje	-105.32	-3.43	543.72
576	PPlaje	-95.64	-2.66	642.30
691	PPlaje	-85.97	-2.04	725.93
806	PPlaje	-76.29	-1.54	794.63
921	PPlaje	-66.61	-1.13	848.38
1289	PPlaje	-35.64	-0.17	919.96



Permanentes de segunda fase: Pavimentação + Guarda-rodas.

Posição (cm)	Carga	Cortante (kN)	M. Torçor (kN.m)	M. Fletor (kN.m)
0	PPpav+GR	-142.30	21.21	-12.40
115	PPpav+GR	-142.30	31.07	151.42
230	PPpav+GR	-125.03	32.07	286.15
345	PPpav+GR	-109.06	-32.19	398.47
460	PPpav+GR	-94.00	-30.39	492.31
576	PPpav+GR	-79.60	-27.13	570.17
691	PPpav+GR	-65.69	-23.18	633.57
806	PPpav+GR	-52.13	-18.86	683.35
921	PPpav+GR	-38.83	-14.34	720.01
1289	PPpav+GR	0.24	-0.35	753.60

Carga móvel (Moving load)

Posição (cm)	Carga	Cortante (kN)	M. Torçor (kN.m)	M. Fletor (kN.m)
0	ML	220.89	16.93	12.61
115	ML	206.33	16.93	255.27
230	ML	191.44	28.48	483.70
345	ML	176.61	31.59	684.76
460	ML	162.08	30.81	859.52
576	ML	148.01	28.56	1006.11
691	ML	134.43	25.70	1125.29
806	ML	121.35	22.62	1219.99
921	ML	108.79	19.49	1296.94
1289	ML	85.10	12.36	1372.54

Observação: Os eixos indicados referem-se a um sistema de coordenadas que tem origem na extremidade da viga, assim como o programa de verificação da longarina.

A disposição das cordoalhas na longarina são indicadas na tabela seguinte:

Cordoalha	Área cordoalha = 1,39 cm²		
Ø 15,2mm	Coef. homog. n= 7.1		
fila	n°	Area [cm ²]	d [cm]
1	10	13,9	6
2	8	11,12	10
4	2	2,78	136
	20		



VERIFICAÇÃO À FLEXO-COMPRESSÃO E CORTANTE PARA C.P.

A verificação baseia-se, no que se refere às características mecânicas dos materiais e aos procedimentos de cálculo, nas normas técnicas vigentes (ver capítulo 2 “Normas de referência”) considerando todas as suas indicações e limitações.

No que concerne as características estáticas e geométricas das seções reagentes, é prevista a possibilidade de que a estrutura a ser verificada seja realizada em duas diferentes fases de concretagem: a primeira geralmente coincide com a pré-fabricação em fábrica e a segunda, com a sucessiva concretagem integrativa (laje) realizada na obra.

As características de resistência do concreto empregado nas duas fases podem ser diferentes, nesse caso usa-se um coeficiente de homogenização para a concretagem em segunda fase, equivalente à razão entre os módulos de elasticidade dos dois materiais.

No caso em estudo, as larguras de concretagem colaborante coincidem com a distância entre os eixos das longarinas; o coeficiente de homogenização entre os concretos é 0,87.

As armaduras de precompressão têm coeficiente de homogenização n igual a 7,67.

No que se refere às solicitações, e conseqüentemente o estado tensional, são previstas 6 diferentes fases que visam definir o estado de solicitação do elemento estrutural ao longo da sua vida útil:

I – Transporte;

II – Estocagem;

III – Primeira fase da concretagem da laje, onde age na estrutura o peso da laje mas não se considera a seção colaborante. Nessa fase são consideradas as perdas imediatas de protensão;

IV – Segunda fase de concretagem da laje, onde existe contribuição geométrica da laje no conjunto, considera-se nessa fase todas as perdas de protensão;

V – Inclusão das cargas permanentes de segunda fase;

VI – inclusão das cargas móveis, considerando combinação quase-permanente, frequente e rara.



Propriedades geométricas das vigas homogenizadas nas diferentes seções de verificação considerando a contribuição geométrica da armadura de pré-compressão:

Geometria viga sozinha, para verificação em primeira fase (na fábrica)

Seção.	Ap (cm ³)	Ach (cm ²)	ep	I _{x-x} h (cm ⁴)	Whi (cm ³)	Whs (cm ³)	d (cm)
0.00m	13.9	3444.79	31.00	8522229	131930	-113022	106
1.15m	13.9	3444.79	31.00	8522229	131930	-113022	106
2.30m	13.9	3444.79	31.00	8522229	131930	-113022	106
3.45m	19.46	3477.50	39.04	8521761	131596	-113256	114
4.60m	19.46	3477.50	39.04	8521761	131596	-113256	114
5.76m	25.02	3510.22	43.07	8521577	131414	-113387	118
6.91m	25.02	3510.22	43.07	8521577	131414	-113387	118
8.06m	27.8	3526.57	44.28	8521525	131351	-113433	119
9.21m	27.8	3526.57	44.28	8521525	131351	-113433	119
12.89m	27.8	3526.57	44.28	8521525	131351	-113433	119

Geometria da viga + laje, para verificações de segunda fase (em exercício)

Seção	Ap (cm ³)	Ach (cm ²)	ep	I _{x-x} h (cm ⁴)	Whi (cm ³)	Whs (cm ³)	d (cm)
0.00m	13.9	7083.33	75.80	21598355	197426	-410612	128
1.15m	13.9	7083.33	75.80	21598355	197426	-410612	128
2.30m	13.9	7083.33	75.80	21598355	197426	-410612	128
3.45m	19.46	7108.22	83.81	21597648	197191	-411594	136
4.60m	19.46	7108.22	83.81	21597648	197191	-411594	136
5.76m	25.02	7133.11	87.82	21597365	197066	-412119	140
6.91m	25.02	7133.11	87.82	21597365	197066	-412119	140
8.06m	27.8	7145.56	89.02	21597286	197026	-412293	141
9.21m	27.8	7145.56	89.02	21597286	197026	-412293	141
12.89m	27.8	7145.56	89.02	21597286	197026	-412293	141

**Cálculo das perdas:*****Perdas de primeira fase (viga na fábrica)***

Seção	Acom. Anco- ragem	Def. imediata	Relax. Aço	Perdas progressivas		TOTAL (primeira fase)
				borda super.	borda infer.	
0.00m	1.92%	1.10%	2.29%	2.10%	3.53%	8.84%
1.15m	1.92%	1.10%	2.29%	2.17%	3.46%	8.77%
2.30m	1.92%	1.10%	2.29%	2.25%	3.40%	8.71%
3.45m	1.92%	1.27%	2.29%	2.04%	3.41%	8.89%
4.60m	1.92%	1.27%	2.29%	2.10%	3.36%	8.85%
5.76m	1.92%	1.37%	2.29%	1.98%	3.30%	8.88%
6.91m	1.92%	1.37%	2.29%	2.02%	3.27%	8.85%
8.06m	1.92%	1.40%	2.29%	2.00%	3.22%	8.83%
9.21m	1.92%	1.40%	2.29%	2.02%	3.20%	8.81%
12.89m	1.92%	1.40%	2.29%	2.05%	3.17%	8.78%

Perdas de segunda fase (viga em exercício)

Seção	Relax. Aço	Perdas progressivas		TOTAL (segunda fase)
		borda super.	borda infer.	
0.00m	5.20%	7.00%	8.08%	13.28%
1.15m	5.20%	7.06%	8.02%	13.22%
2.30m	5.20%	7.11%	7.97%	13.17%
3.45m	5.20%	6.85%	7.87%	13.06%
4.60m	5.20%	6.89%	7.82%	13.02%
5.76m	5.20%	6.70%	7.67%	12.87%
6.91m	5.20%	6.73%	7.64%	12.84%
8.06m	5.20%	6.66%	7.55%	12.75%
9.21m	5.20%	6.68%	7.53%	12.73%
12.89m	5.20%	6.70%	7.51%	12.71%



Verificação das seções no E.L.S:

Nas tabelas seguintes, a primeira coluna indica a seção analisada, σ_s e σ_i (em kN/cm²) representam respectivamente as tensões na borda superior e inferior da viga pré-fabricada. As tensões máximas admissíveis para cada caso estão indicadas acima das tabelas:

Combinação 1: $0,8g_1 + P_0$

(Combinação especial de transporte, sob supervisão)

$$\sigma_{c,lim} = -0,7 f_{ckj} = -0,7 \times 25 = -17,50 \text{ MPa} = -1,75 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{t,lim} = 1,2 f_{tkj} = 1,2 \times 1,35 = 1,62 \text{ MPa} = 0,162 \text{ kN/cm}^2$$

Seção	σ_s	σ_i
0.00m	0.000	0.000
1.15m	-0.113	-0.877
2.30m	-0.188	-0.813
3.45m	-0.082	-1.281
4.60m	-0.142	-1.230
5.76m	-0.030	-1.698
6.91m	-0.073	-1.661
8.06m	-0.032	-1.880
9.21m	-0.061	-1.856
12.89m	-0.098	-1.824

Combinação 2: $g_1 + P_0$

(Combinação especial de estocagem ou repouso, sob supervisão)

Seção	σ_s	σ_i
0.00m	0.000	0.000
1.15m	-0.133	-0.859
2.30m	-0.228	-0.779
3.45m	-0.139	-1.232
4.60m	-0.214	-1.168
5.76m	-0.114	-1.625
6.91m	-0.169	-1.578
8.06m	-0.137	-1.790
9.21m	-0.172	-1.760
12.89m	-0.219	-1.720

Combinação 3: $g_1 + \text{peso da laje} + P_0$ (sem considerar a contribuição geométrica da laje)

(Combinação de estado em vazio → ações permanentes)

Seção	σ_s	σ_i
0.00m	0.000	0.000
1.15m	-0.274	-0.739
2.30m	-0.495	-0.550
3.45m	-0.519	-0.905
4.60m	-0.694	-0.755
5.76m	-0.681	-1.136
6.91m	-0.809	-1.026
8.06m	-0.837	-1.185
9.21m	-0.920	-1.114
12.89m	-1.030	-1.019



Combinação 4: $g_1 + \text{peso da laje} + P_{\infty}$ (considerando a contribuição geométrica da laje)

$$\sigma_{c,lim} = -0,5 f_{ck} = -0,5 \times 40 = -20 \text{ MPa} = -2,00 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{t,lim} = 0$$

Seção	σ_s	σ_i
0.00m	0.000	0.000
1.15m	-0.008	-0.564
2.30m	-0.069	-0.438
3.45m	-0.063	-0.683
4.60m	-0.111	-0.584
5.76m	-0.093	-0.854
6.91m	-0.128	-0.782
8.06m	-0.129	-0.899
9.21m	-0.151	-0.853
12.89m	-0.181	-0.791

Combinação 5: $g_1 + g_2 + P_{\infty}$

(Combinação incluindo cargas permanentes de segunda fase)

$$\sigma_{c,lim} = -0,5 f_{ck} = -0,5 \times 40 = -20 \text{ MPa} = -2,0 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{t,lim} = 0$$

Seção	σ_s	σ_i
0.00m	0.000	-0.006
1.15m	-0.045	-0.487
2.30m	-0.139	-0.294
3.45m	-0.160	-0.481
4.60m	-0.230	-0.335
5.76m	-0.231	-0.565
6.91m	-0.282	-0.460
8.06m	-0.294	-0.552
9.21m	-0.326	-0.487
12.89m	-0.364	-0.408



Combinação 6: $g_1 + g_2 + 0,4q + P_{\infty}$

(Combinação quase-permanente)

$$\sigma_{c,lim} = -0,5 f_{ck} = -0,5 \times 40 = -20,0 \text{ MPa} = -2,0 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{t,lim} = 0$$

Seção	σ_s	σ_i
0.00m	0.000	0.000
1.15m	-0.077	-0.421
2.30m	-0.200	-0.168
3.45m	-0.245	-0.303
4.60m	-0.338	-0.111
5.76m	-0.357	-0.303
6.91m	-0.422	-0.167
8.06m	-0.446	-0.234
9.21m	-0.487	-0.149
12.89m	-0.535	-0.051

Combinação 7: $g_1 + g_2 + 0,6q + P_{\infty}$

(Combinação freqüente)

$$\sigma_{c,lim} = -0,5 f_{ck} = -0,5 \times 40 = -20,0 \text{ MPa} = -2,0 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{t,lim} = 1,2 f_{tk} = 1,2 \times 3,1 = 3,72 \text{ MPa} = 0,372 \text{ kN/cm}^2$$

Seção	σ_s	σ_i
0.00m	0.000	0.000
1.15m	-0.093	-0.388
2.30m	-0.230	-0.105
3.45m	-0.288	-0.214
4.60m	-0.391	0.001
5.76m	-0.419	-0.172
6.91m	-0.492	-0.021
8.06m	-0.522	-0.075
9.21m	-0.568	0.020
12.89m	-0.621	0.128

O coeficiente dinâmico φ é calculado através da fórmula:

$$\varphi = CIV \cdot CNF \cdot CIA$$

$\varphi = 1,6045$ para as seções distantes até 5m dos apoios

$\varphi = 1,2836$ para as demais seções.



Verificação no E.L.U da seção no meio do vão sob ação de carregamentos combinados:

Titulo : Longarina25m

N° Vertici 16 **Zoom** **N° barre** 2 **Zoom**

N°	x [cm]	y [cm]
1	-30	0
2	30	0
3	30	15
4	7	22
5	7	123
6	30	133

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	2.54	0	158
2	2.54	0	5

Sollecitazioni
S.L.U. **Metodo n**

N Ed 0 **0** kN
M xEd 5339.95 **0** kNm
M yEd 0 **0** kNm

P.to applicazione N
☒ Centro ☐ Baricentro cls
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Cavo snervato

M xRd 5,394 kN m

Materiali
CA50 **C40/50**
 ϵ_{su} 67.5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 434.8 N/mm² ϵ_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200,000 N/mm² f_{cd} 22.67 N/mm²
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ϵ_{syd} 2.174 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 14.75 N/mm²
 $\sigma_{s,adm}$ 435 N/mm² τ_{co} 0.8667
 τ_{cl} 2.4

Tipo Sezione
☐ Rettan.re ☐ Trapezi
☐ a T ☐ Circolare
☐ Rettangoli ☒ Coord.

Armatura Precompressione
N° cavi 3 **Zoom**

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]	σ_{st} [MPa]
1	13.9	0	6	110
2	11.12	0	10	110
3	2.78	0	134	110

Tipo cavo **Trefolo**
 ϵ_{su} 67.5 ‰
 f_{yd} 1,409 N/mm²
 E_s/E_c 6
 ϵ_{syd} 7.045 ‰
 $\sigma_{s,adm}$ 1080 N/mm²

Metodo di calcolo
☒ S.L.U. + ☐ S.L.U. - ☐ Metodo n

Tipo flessione
☒ Retta ☐ Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd **Dominio M-N**
L₀ 0 cm **Col. modello**

σ_{sp} 1,409 N/mm²
 ϵ_{sp} 29.71 ‰ compressa predef.

☒ Precompresso

O momento último atuante ($M_{Sd}=5339,95\text{kN.m}$) é menor que o resistente ($M_{Rd} = 5394,0\text{kN.m}$), portanto a longarina está verificada.



Verificação ao esforço cortante na longarina

Cortante e momento torção de projeto:

Seção	Vsdg (kN)	Vsdq (kN)	Tsdg (kN.m)	Tsdq (kN.m)
0.00m	-553.84	332.40	28.85	12.69
1.15m	-540.77	332.40	57.48	12.69
2.30m	-482.96	310.35	45.02	21.36
3.45m	-426.83	287.76	-56.87	23.69
4.60m	-371.84	265.26	-52.54	23.11
5.76m	-317.66	243.25	-46.08	21.42
6.91m	-264.09	221.94	-38.93	19.28
8.06m	-210.95	201.42	-31.45	16.97
9.21m	-158.14	181.72	-23.85	14.62
12.89m	1.81	127.65	-0.91	9.27

Verificação das seções:

Parâmetros da seção resistente:

Seção	Area cortante (cm ²)	Ø estribo (mm)	S (cm)	Asw (cm ²)	d (cm)	he (cm)	Ae (cm ²)	ue (cm)
0.00	1797.60	10.00	5.00	1.57	128.40	14.00	1797.6	284.80
1.15	1797.60	10.00	10.00	1.57	128.40	14.00	1797.6	284.80
2.30	1797.60	10.00	10.00	1.57	128.40	14.00	1797.6	284.80
3.45	1908.00	10.00	10.00	1.57	136.29	14.00	1908.0	300.57
4.60	1908.00	10.00	20.00	1.57	136.29	14.00	1908.0	300.57
5.76	1963.11	10.00	20.00	1.57	140.22	14.00	1963.1	308.44
6.91	1963.11	10.00	20.00	1.57	140.22	14.00	1963.1	308.44
8.06	1979.60	10.00	20.00	1.57	141.40	14.00	1979.6	310.80
9.21	1979.60	10.00	20.00	1.57	141.40	14.00	1979.6	310.80
12.89	1979.60	10.00	20.00	1.57	141.40	14.00	1979.6	310.80

Verificação da armadura necessária para absorver o esforço cortante:

Seção	VRd2 (kN)	Vc0 (kN)	Mo (kN.m)	Msd,max (kN.m)	Vc (kN)	Vsw (kN)	VRd3 (kN)	Vsd (kN)
0.00	1164.84	189.22	1168.87	-6.29	0.00	1578.45	1578.45	886.24
1.15	1164.84	189.22	1170.75	988.23	378.45	789.22	1167.67	873.18
2.30	1164.84	189.22	1172.46	1878.63	307.32	789.22	1096.54	793.31
3.45	1236.38	200.84	1813.16	2656.79	337.91	837.69	1175.61	714.58
4.60	1236.38	200.84	1815.21	3330.32	310.32	418.85	729.16	637.09
5.76	1272.10	206.65	2448.87	3900.39	336.39	430.94	767.33	560.91
6.91	1272.10	206.65	2450.85	4370.35	322.53	430.94	753.48	486.02
8.06	1282.78	208.38	2764.27	4745.79	329.76	434.56	764.32	412.37
9.21	1282.78	208.38	2765.69	5037.49	322.79	434.56	757.35	339.86
12.89	1282.78	208.38	2767.57	5339.95	316.38	434.56	750.95	129.46



Verificação da armadura nessessária para absorver a torção:

Seção	TRd2 (kN.m)	TRd3 (kN.m)	TRd4 (kN.m)	TSd (kN.m)	Vsd/Vrd2+ Tsd/Trd2
0.00	302.00	491.07	108.34	41.54	0.90
1.15	302.00	245.54	108.34	70.17	0.98
2.30	302.00	245.54	108.34	66.38	0.90
3.45	320.54	260.62	108.96	-33.18	0.47
4.60	320.54	130.31	108.96	-29.43	0.42
5.76	329.80	134.07	109.25	-24.67	0.37
6.91	329.80	134.07	109.25	-19.65	0.32
8.06	332.57	135.20	109.33	-14.49	0.28
9.21	332.57	135.20	109.33	-9.23	0.24
12.89	332.57	135.20	109.33	8.36	0.13

Os esforços solicitantes são menores que os resistentes, portanto o elemento foi verificado.

Verificação do ELU de Fadiga.

Fadiga

Materiais (MPa)		Mom. Solicitante (kN.m/m)		Mom. Solicitante (kN.m/m)	
f_{ck} =	40	Comb.Freq.(+)=	690.84	Comb.Freq.(-)=	-16.6
E_{cs} =	30105	Cálculo da linha neutra no estágio II puro		Cálculo da linha neutra no estágio II puro	
f_{yk} =	1710				
E_s =	195000				
α_e =	6.48				
Seção (m)					
h=	1.62	a=	0.070	a=	0.07
bw=	0.140	b=	0.400	b=	0.400
d_{sup} =	0.05	c=	-0.071	c=	-0.071
d_{inf} =	1.52	Δ =	0.180	Δ =	0.180
hf=	0.220	X_{II} (m)=	0.171	X_{II} (m)=	0.171
bf=	1.870	$I_{x,II}$ =	0.04244m4	$I_{x,II}$ =	0.04244m4
Arm. Adotada (cm²/m)		Deformações (‰)		Deformações (‰)	
		ξ_c =	-0.0924	ξ_c =	0.0022
		ξ_{sup} =	0.0654	ξ_{sup} =	-0.0016
		ξ_{inf} =	0.7294	ξ_{inf} =	-0.0175
		Tensões (MPa)		Tensões (MPa)	
$A_{s,sup}$ =	1.97	σ_c =	-2.78	σ_c =	0.07
		$\sigma_{s,sup}$ =	12.75	$\sigma_{s,sup}$ =	-0.31
$A_{s,inf}$ =	29.04	$\sigma_{s,inf}$ =	142.22	$\sigma_{s,inf}$ =	-3.42
Flutuação da tensão (MPa)		Flutuação limite (MPa)		Verificação da flutuação	
$\Delta\sigma_{s,sup}$ =	13.06	$\Delta\sigma_{s,lim sup}$ =	150	$\Delta\sigma_{s,sup}$ =	OK
$\Delta\sigma_{s,inf}$ =	145.64	$\Delta\sigma_{s,lim inf}$ =	150	$\Delta\sigma_{s,inf}$ =	OK



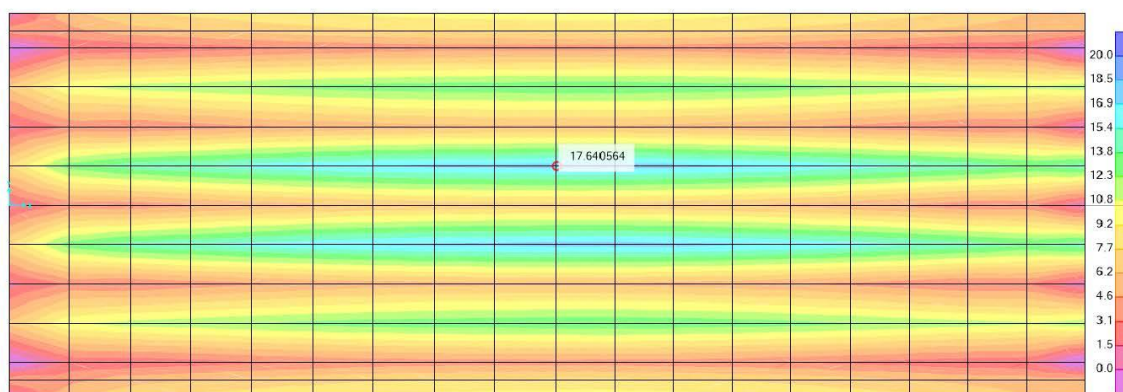
LAJE

O valor dos esforços máximos, bem como o dimensionamento da laje, estão descritos a seguir:

EFEITOS GLOBAIS

Devido ao comportamento global do tabuleiro, o momento longitudinal máximo de cálculo (M11), no meio do vão, é igual a 17,64kN.m/m, conforme envoltória a seguir:

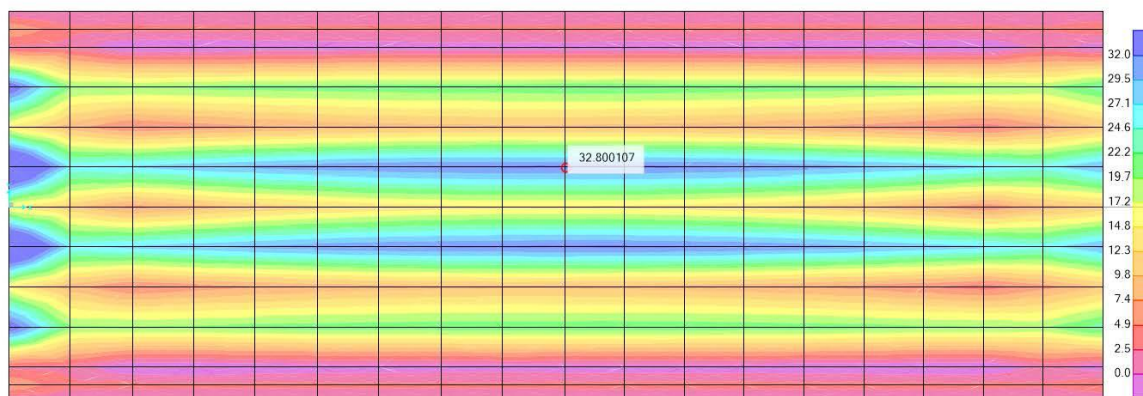
Envoltória de momentos positivos:



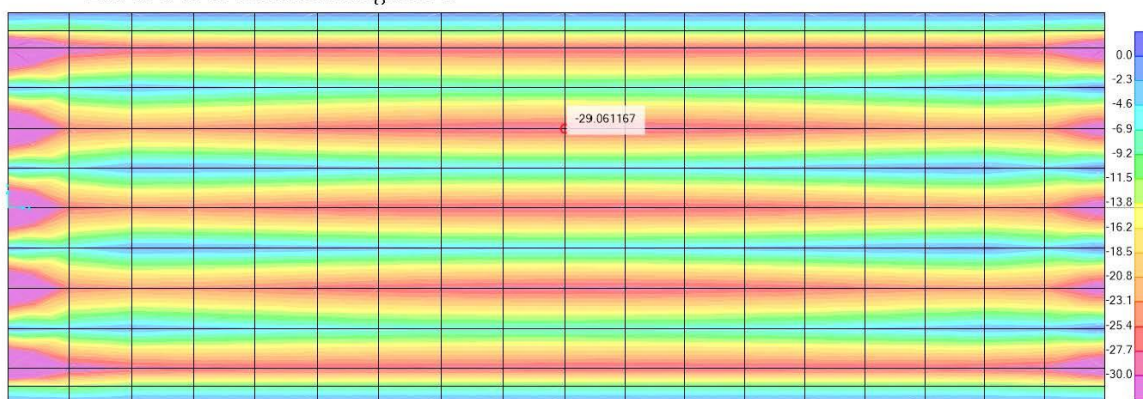


O momento máximo transversal máximo (M22), por sua vez, vale 32,80kN.m enquanto o mínimo transversal vale -29,06kN.m/m.

Envoltória de momentos positivos:



Envoltória de momentos negativos:



**DIMENSIONAMENTO DA LAJE****VERIFICAÇÃO NO ESTADO LIMITE ULTIMO PARA FLEXÃO**

Cálculo do Momento Resistente:

	b_w (cm)	h (cm)	d (cm)	A_s (cm ²)	f_{yd} (Mpa)	f_{ck} (Mpa)	x (cm)	x_{23} (cm)	x_{34} (cm)	M_{Rd} (kN.m)
M _{máx}	100	22	16	8.59cm ²	435	30	2.56	4.15	10.05	55.93
M _{mín}	100	22	19	5.50cm ²	435	30	1.64	4.93	11.94	-43.85

 d' positivo = 6cm. d' negativo = 3cm.

Perto dos apoios, predomina o efeito local, a medida que nos aproximamos do meio do vão, o efeito global se manifesta como principal.

A laje será armada uniformemente ao longo do comprimento, portanto, o momento solicitante **transversal** máximo é o maior entre o oriundo dos efeitos locais e globais nesta direção, resulta portanto igual a:

$$M_{22mín} = -29,06 \text{ kN.m/m} < M_{rd} = -43,85 \text{ kN.m/m, para } \varnothing 10 \text{ a cada } 15 \text{ cm.}$$

$$M_{22máx} = 32,80 \text{ kN.m/m} < M_{rd} = 55,93 \text{ kN.m/m, para } \varnothing 12,5 \text{ a cada } 15 \text{ cm.}$$

Na direção **longitudinal**, predomina o efeito global (que considera os esforços oriundos da deformação da estrutura em serviço). O valor máximo observado foi:

$$M_{11máx} = 10,55 \text{ kN.m/m} < M_{resistente} = 17,64 \text{ kN.m/m, para } \varnothing 10 \text{ a cada } 20 \text{ cm}$$

Verificação do ELU de Fadiga e do ELS de fissuração.

Fadiga		Fissuração	
Materiais (MPa)		Parâmetros de cálculo	
f_{ck} =	30	ϕ (mm)=	12.5
E_{cs} =	26072	espaço=	15
f_{yk} =	500	σ (MPa)=	64.84
E_s =	210000	E_{si} (GPa)=	210000
α_e =	8.05	f_{ck} (MPa)=	30
Seção (m)		f_{ctm} (MPa)=	2.90
h =	0.22	A_{cr} (cm ²)=	185.6
b_w =	1.000	ρ_{cr} =	0.0066
d_{sup} =	0.03	η_1 =	2.25
d_{inf} =	0.17	Cálculo de abertura de fissura	
Arm. Adotada (cm²/m)		w_1 (mm)=	0.01
$7 \varnothing 10.0$		w_2 (mm)=	0.09
$A_{s,sup}$ =	5.50	w_{lim} (mm)=	0.30
$7 \varnothing 12.5$		Verif. $w < w_{lim}$	OK
$A_{s,inf}$ =	8.59	Verificação da flutuação	
Flutuação da tensão (MPa)		$\Delta \sigma_{s,sup}$ =	OK
$\Delta \sigma_{s,sup}$ =	10.33	$\Delta \sigma_{s,inf}$ =	OK
$\Delta \sigma_{s,inf}$ =	118.97		



REAÇÕES DE APOIO PARA OS VIADUTOS RODOVIÁRIOS

Foi previsto previsto um apoio por extremidade de longarina.

Para efeito de dimensionamento, serão calculadas as reações máximas, e com estes valores serão dimensionados os aparelhos de apoio, considerados iguais para todo viaduto.

REAÇÕES DE APOIO DEVIDO ÀS CARGAS PERMANENTES

<i>Permanentes verticais</i>	(kN/apoio)
PP longarina	105.09
PPtransversina	26.46
PPlaje	148.65
Pppavimentação	77.08
Ppguarda-rodas	29.00
Ppguarda-corpo	0.00
PPalas	21.02
PPlaje_aprox.	50.63
Total:	457.93kN/apoio

<i>Ocasionais</i>	(kN/apoio)
Frenagem (longitudinal)	13.50
Creep (longitudinal)	10.72
Vento (transversal)	22.47
Total longitudinal:	24.22kN/apoio
Total Transversal:	22.47kN/apoio

REAÇÕES DE APOIO DEVIDO À CARGA MÓVEL

As reações verticais foram determinadas através da análise do modelo de elementos finitos; as cargas móveis consideradas são as previstas pela NBR 7188 - 1982.

Considerando que todos os aparelhos de apoio serão iguais, posicionou-se o veículo a fim de determinar a maior reação possível e a partir desse valor dimensioná-lo.

Reações verticais máximas (em kN)

viga n.º	Reação total	Reação máxima
1	314.90	314.90
2	252.40	252.40
3	189.90	189.90
4	127.40	127.40
5	64.90	107.40



VARIAÇÃO DIMENSIONAL DO TABULEIRO

Para fins de determinação da variação dimensional do tabuleiro, fez-se referência a um gradiente térmico uniforme de 20°C. Tratando-se de uma estrutura isostática, com apoios simples, a variação máxima do comprimento pode ser calculada como:

$$\Delta L = \alpha L \Delta T = 10 \times 10^{-6} \times 25 \times 20 = 0,5 \text{ cm}$$

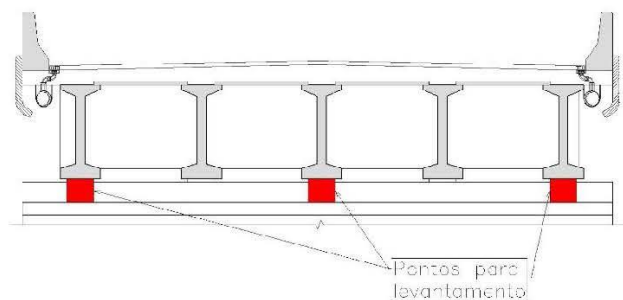
DIMENSIONAMENTO DO APARELHO DE APOIO

Carga permanente	457.93 kN	largura do aparelho: // eixo long. obra:	400 mm	espessura da chapa externa	3 mm
Carga acidental	314.90 kN	comprimento do aparelho:	250 mm	espessura da chapa interna	3 mm
Fator majoração cargas vivas	1.50	espessura camada de elastômero: ti	10 mm	cobrimento vertical	3 mm
Rotação long. permanente	3.20E-04 rad	altura total elastômero = n.ti	30 mm	cobrimento horizontal	4 mm
Rotação long. acidental	2.73E-04 rad	G	0.9 MPa	nº de aparelhos para uso/vão	14 unidades
Horizontal long. permanente	0.00 kN	fjk	210 MPa	nº de aparelhos p/ ensaio	1 unidades
Horizontal long. acidental	24.22 kN	atrito: concreto (6) ou demais (2)	6 fator		
Deslocamento long. permanente	5.00 mm				
Deslocamento long. acidental	0.00 mm				
Deslocamento total permanente	5.0 mm			Fator de forma ti	7.48
Deslocamento total acidental	4.8 mm			Fator de forma cobrimento	17.81
Tensão normal considerando área total do aparelho	7.73 MPa			H total	48.0 mm
Tensão normal com área reduzida	8.36 MPa			σ _{adm} em área reduzida	12.5 MPa
Tensão normal permanente com área reduzida	4.89 MPa			σ _{adm} em área reduzida	3 MPa
Tmin - deslizamento - cargas permanentes	4.4 mm			Volume Unitário	4.800 dm3
Tmin - deslizamento - cargas totais	10.0 mm			Volume Total para Compra	72.000 dm3
Tmin - limitação deslocamento horizontal	14.1 mm				
T _{máx} para estabilidade	129.99 mm			VERIFICAÇÃO PELO UIC-CODE	
Soma das deflexões das camadas internas	2.4891 mm			Soma deflexões cam.internas	1.0038 mm
Soma das deflexões das camadas de cobrimento	0.0587 mm			Soma deflexões cam. cobrim.	0.0386 mm
Deflexão total	2.5477 mm			Deflexão total	1.0425 mm
Rotação admissível pela análise da estabilidade	1.95E-02 rad			Rot.adm. por estabilidade (K=1)	1.56E-02 rad
Rotação admissível sem considerar camadas cobrimento	1.90E-02 rad			Idem, sem cam. cobrimento (K=1)	1.51E-02 rad
Rotação adicional permanente pelo limite deformação 5	8.98E-03 rad			Rot. adm. permanente	9.20E-03 rad
Deformação de cisalhamento por esforços normais	2.24				
Deformação de cisalhamento por esforços horizontais	0.27				
Deformação de cisalhamento devida às rotações	0.19				
Deformações totais por cisalhamento no elastômero	2.70				
Deformações totais por cisalhamento no cobrimento	1.58				
Espessura mínima para a chapa interna de aço	1.03 mm				



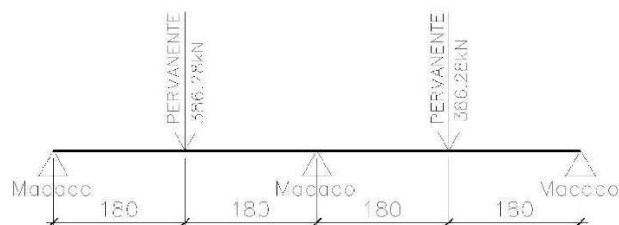
TRANSVERSINAS

Para o cálculo das transversinas foi considerada a hipótese de levantamento do tabuleiro em 3 pontos simultâneos posicionados conforme a figura abaixo:



O carregamentos permanentes atuantes estão indicados no modelo a seguir:

<i>Permanentes verticais</i>	(kN/apoio)
PP longarina	105.09
PPtransversina	26.46
PPlaje	148.65
Pppavimentação	77.08
Ppguarda-rodas	29.00
Total:	386.28kN/apoio



Resultando nos seguintes esforços:

Diagrama de Momento Fletor:

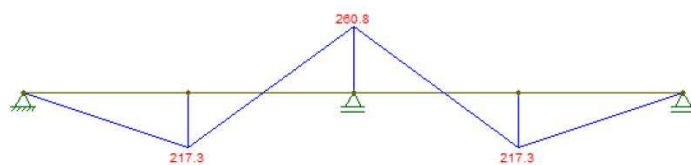
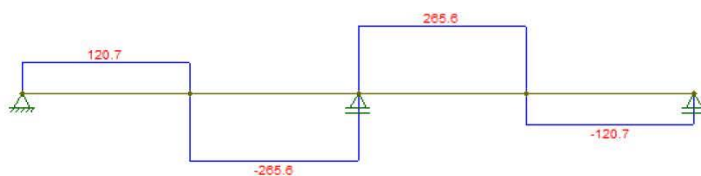


Diagrama de esforços cortantes:





Dimensionamento das transversinas

Os esforços solicitantes utilizados no dimensionamento foram:

$M_d = -260,8 \times 1,4 = -365.12 \text{ kN.m}$ (momento máximo negativo)

$M_d = 217,3 \times 1,4 = 304.22 \text{ kN.m}$ (momento máximo positivo)

$V_d = 265,6 \times 1,4 = 371,84 \text{ kN}$ (esforço cortante máximo)

A transversina tem largura $b=40\text{cm}$ e altura $h=120+22\text{cm}=142\text{cm}$.

Verificação à flexão:

Título: i140 L=25m b=8.80m

N° figure elementari: 1 **Zoom** **N° strati barre:** 2 **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	40	142

N°	As [cm²]	d [cm]
1	19.63	132
2	12	10

Sollecitazioni: S.L.U. **Metodo n**

N_{Ed} 0 **0** kN
M_{xEd} -365.12 **0** kNm
M_{yEd} 0 **0**

P.to applicazione N: ☒ Centro ☐ Baricentro cls
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura: Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

M_{xRd} -580.6 kN m

Materiali: CA50 C25/30

CA50	C25/30
ϵ_{su} 67.5 ‰	ϵ_{c2} 2 ‰
f_{yd} 378.3 N/mm²	ϵ_{cu} 3.5 ‰
E_s 200,000 N/mm²	f_{cd} 14.17
E_s/E_c 15	f_{cc}/f_{cd} 0.8
ϵ_{syd} 1.892 ‰	$\sigma_{c,adm}$ 9.75
$\sigma_{s,adm}$ 260 N/mm²	τ_{co} 0.6
	τ_{c1} 1.829

σ_c -14.17 N/mm²
σ_s 378.3 N/mm²
ε_c 3.5 ‰
ε_s 42.87 ‰
d 132 cm
x 9.964 **x/d** 0.07549
δ 0.7

Tipo Sezione: ☒ Rettan.re ☐ Trapezi
☐ a T ☐ Circolare
☐ Rettangoli ☐ Coord.

Metodo di calcolo: ☒ S.L.U. + ☐ S.L.U. - ☐ Metodo n

Tipo flessione: ☒ Retta ☐ Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd **Dominio M-N**

L₀ 0 cm **Col. modello**

☐ Precompresso

Adotou-se 4Ø20 para armadura negativa (12,57cm²) e 4Ø25 para armadura positiva (19,63cm²) O momento atuante ($M_{Sd}=-365,12\text{kN.m}$) é menor que o resistente ($M_{Rd} = -580,6\text{kN.m}$), portanto o elemento resiste.

**Verificação ao cortante:****Características geométricas:**

$$\begin{aligned}b_w &= 40\text{cm} \\d &= 137\text{cm} \\A_{sw} &= 2.45\text{cm}^2 \\s &= 25\text{cm}\end{aligned}$$

Esforços solicitantes:

$$\begin{aligned}V_{sd} &= 371.84\text{kN} \leq 737.14\text{kN} \\T_{sd} &= 0.00\text{kN.m} \leq 170.46\text{kN}\end{aligned}$$

resistência ao ESFORÇO CORTANTE

$$V_{Rd2} = 0,27 \cdot \alpha_{v2} \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot d$$

$$VRd2 = 2377.93\text{kN}$$

$$V_{Rd3} = V_c + V_{sw} \quad V_{c0} = 0,6 \cdot f_{ctd} \cdot b_w \cdot d$$

$$V_{sw} = (A_{sw} / s) \cdot 0,9 \cdot d \cdot f_{ywd} \cdot (\sin \alpha + \cos \alpha)$$

$$VRd3 = 737.14\text{kN}$$

Resistência à TORÇÃO

A resistência decorrente das diagonais comprimidas de concreto vale:

$$T_{Rd2} = 0,50 \cdot \alpha_{v2} \cdot f_{cd} \cdot A_e \cdot h_e \cdot \sin 2\theta$$

$$TRd2 = 277.85\text{kN.m}$$

A resistência decorrente dos estribos normais ao eixo do elemento estrutural vale:

$$T_{Rd3} = (A_{90} / s) \cdot f_{ywd} \cdot 2 \cdot A_e \cdot \cot g \theta$$

$$TRd3 = 4729.09\text{kN.m}$$

A resistência decorrente das armaduras longitudinais atende à expressão:

$$T_{Rd4} = (A_{sl} / u) \cdot 2 \cdot A_e \cdot f_{ywd} \cdot \tan \theta$$

$$TRd4 = 170.46\text{kN.m}$$

COMBINAÇÃO DE TORÇÃO E FORÇA CORTANTE

A resistência à compressão diagonal do concreto deve ser satisfeita atendendo à expressão:

$$\frac{V_{sd}}{V_{Rd2}} + \frac{T_{sd}}{T_{Rd2}} \leq 1$$

$$0.1564 \leq 1.0000$$

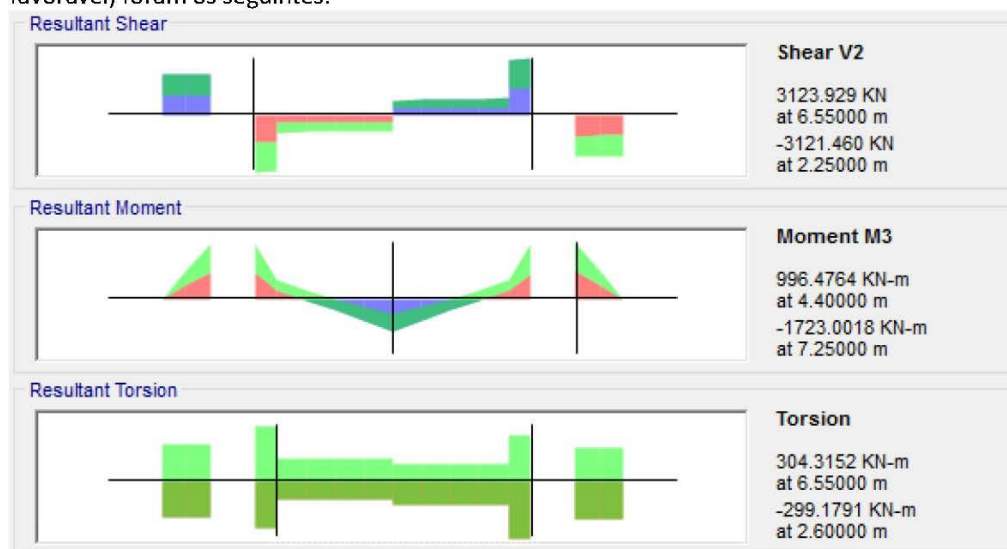


MESOESTRUTURA

Travessas intermediárias

Esforços de cálculo:

Os valores de cálculo usados para o dimensionamento das armaduras (resultado da combinação mais desfavorável) foram os seguintes:



	<i>máx</i>	<i>mín</i>
<i>Md =</i>	996.48kN.m	-1723,01kN
<i>Vd =</i>	3123.93kN	
<i>Td =</i>	304.32kN.m	

Dimensionamento

Dimensionamento à flexão das travessas intermediárias

Em cada travessa, adotaram-se 20 barras de Ø20mm (62,83cm²) como armadura positiva e 20 barras de Ø20mm (62,83cm²) como armadura negativa.



Título: TravessaCentral 1140 L=25m B=8.80 (20Ø20+20Ø20)

N° Vertici 11 **Zoom** **N° barre** 2 **Zoom**

N°	x [cm]	y [cm]
1	-80	0
2	80	0
3	92.5	70
4	92.5	89
5	67.5	90
6	67.5	120

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	62.83	0	115
2	62.83	0	5

Sollecitazioni S.L.U. **Metodo n**

N_{Ed} 0 kN
M_{Ed} -1723.01 kNm
M_{yEd} 0

P.to aplicação N
☒ Centro ☐ Baricentro cls
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rotação
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

M_{xRd} -2.642 kNm

Materiali
CA50 C25/30
ε_{su} 67.5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 378.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 14.17 N/mm²
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
ε_{syd} 1.892 ‰ σ_{c,adm} 9.75 N/mm²
σ_{s,adm} 260 N/mm² τ_{co} 0.6
τ_{c1} 1.829

σ_c -14.17 N/mm²
σ_s 378.3 N/mm²
ε_c 3.5 ‰
ε_s 56.35 ‰
d 115 cm
x 6.725 x/d 0.05848
δ 0.7

Tipo Sezione
☐ Rettan.re ☐ Trapezi
☐ a T ☐ Circolare
☐ Rettangoli ☒ Coord.

Metodo di calcolo
☒ S.L.U. + ☐ S.L.U. -
☒ Metodo n

Tipo flessione
☒ Retta ☐ Deviata

N° rett. 100
Calcola MRd Dominio M-N
L₀ 0 cm Col. modello
☐ Precompresso

Título: TravessaCentral 1140 L=25m B=8.80 (20Ø20+20Ø20)

N° Vertici 11 **Zoom** **N° barre** 2 **Zoom**

N°	x [cm]	y [cm]
1	-80	0
2	80	0
3	92.5	70
4	92.5	89
5	67.5	90
6	67.5	120

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	62.83	0	115
2	62.83	0	5

Sollecitazioni S.L.U. **Metodo n**

N_{Ed} 0 kN
M_{Ed} 996.48 kNm
M_{yEd} 0

P.to aplicação N
☒ Centro ☐ Baricentro cls
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rotação
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

M_{xRd} 2.637 kNm

Materiali
CA50 C25/30
ε_{su} 67.5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 378.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 14.17 N/mm²
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
ε_{syd} 1.892 ‰ σ_{c,adm} 9.75 N/mm²
σ_{s,adm} 260 N/mm² τ_{co} 0.6
τ_{c1} 1.829

σ_c -14.17 N/mm²
σ_s 378.3 N/mm²
ε_c 3.5 ‰
ε_s 53.58 ‰
d 115 cm
x 7.052 x/d 0.06132
δ 0.7

Tipo Sezione
☐ Rettan.re ☐ Trapezi
☐ a T ☐ Circolare
☐ Rettangoli ☒ Coord.

Metodo di calcolo
☒ S.L.U. + ☐ S.L.U. -
☒ Metodo n

Tipo flessione
☒ Retta ☐ Deviata

N° rett. 100
Calcola MRd Dominio M-N
L₀ 0 cm Col. modello
☐ Precompresso

O momento negativo resistente (M_{rd}=2642.0kN.m) é maior que o solicitante (M_{sd}=-1723,01kN.m). O momento positivo resistente (M_{rd}=2637,0kN.m) é maior que o solicitante (M_{sd}=996.48kN.m) Portanto a seção está verificada.

**Dimensionamento ao cortante das travessas****Características geométricas:**

$$\begin{aligned} b_w &= 160\text{cm} \\ d &= 115\text{cm} \\ A_{sw} &= 4.91\text{cm}^2 \\ s &= 10\text{cm} \end{aligned}$$

Esforços solicitantes:

$$\begin{aligned} V_{sd} &= 1199.30\text{kN} \leq 3008.36\text{kN} \\ T_{sd} &= 168.31\text{kN.m} \leq 834.53\text{kN} \end{aligned}$$

resistência ao ESFORÇO CORTANTE

$$V_{Rd2} = 0,27 \cdot \alpha_{v2} \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot d$$

$$V_{Rd2} = 9368.23\text{kN}$$

$$V_{Rd3} = V_c + V_{sw} \quad V_{c0} = 0,6 \cdot f_{ctd} \cdot b_w \cdot d$$

$$V_{sw} = (A_{sw} / s) \cdot 0,9 \cdot d \cdot f_{ywd} \cdot (\sin \alpha + \cos \alpha)$$

$$V_{Rd3} = 3008.36\text{kN}$$

Resistência à TORÇÃO

A resistência decorrente das diagonais comprimidas de concreto vale:

$$T_{Rd2} = 0,50 \cdot \alpha_{v2} \cdot f_{cd} \cdot A_e \cdot h_e \cdot \sin 2\theta$$

$$T_{Rd2} = 1296.12\text{kN.m}$$

A resistência decorrente dos estribos normais ao eixo do elemento estrutural vale:

$$T_{Rd3} = (A_{90} / s) \cdot f_{ywd} \cdot 2 \cdot A_e \cdot \cot g \theta$$

$$T_{Rd3} = 17336.55\text{kN.m}$$

A resistência decorrente das armaduras longitudinais atende à expressão:

$$T_{Rd4} = (A_{s\ell} / u) \cdot 2 \cdot A_e \cdot f_{ywd} \cdot \tan \theta$$

$$T_{Rd4} = 834.53\text{kN.m}$$

COMBINAÇÃO DE TORÇÃO E FORÇA CORTANTE

A resistência à compressão diagonal do concreto deve ser satisfeita atendendo à expressão:

$$\frac{V_{sd}}{V_{Rd2}} + \frac{T_{sd}}{T_{Rd2}} \leq 1$$

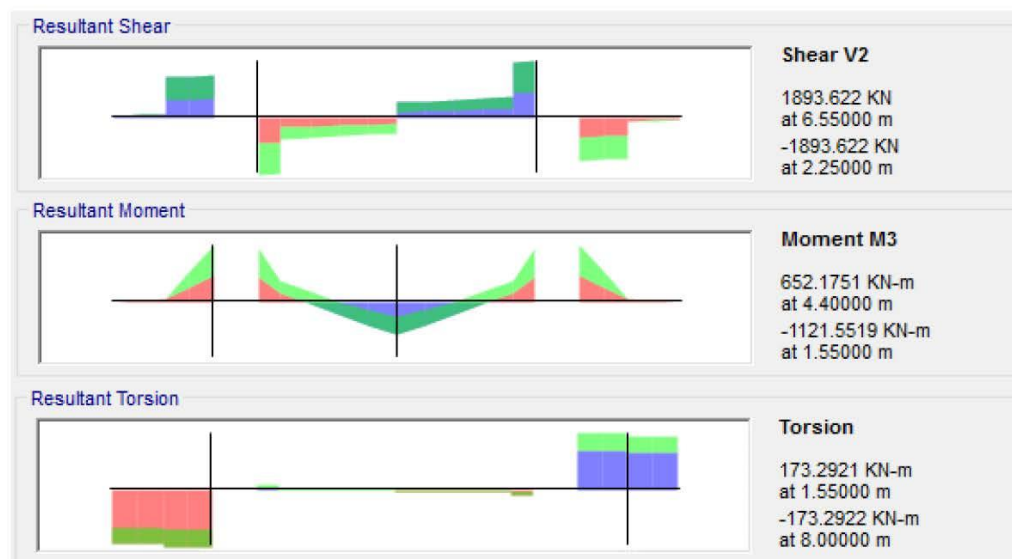
$$0.2579 \leq 1.0000$$



Travessas dos encontros

Esforços de cálculo:

Os valores de cálculo usados para o dimensionamento das armaduras (resultado da combinação mais desfavorável) foram os seguintes:



	máx	mín
Md =	652.18kN.m	-1121.56kN.m
Vd =	1893.63kN	
Td =	173.29kN.m	



Dimensionamento

Dimensionamento à flexão das travessas dos encontros

Em cada travessa, são necessárias 18 barras de $\varnothing 20\text{mm}$ ($56,55\text{cm}^2$) como armadura positiva e 18 barras de $\varnothing 20\text{mm}$ ($56,55\text{cm}^2$) como armadura negativa.

Título: TravessaEncontro L=25 B=8.80 7i140 (18Ø20+18Ø20)

N° Vertici 13 **Zoom** **N° barre** 2 **Zoom**

N°	x [cm]	y [cm]
1	0	0
2	160	0
3	172.5	70
4	172.5	89
5	147.5	90
6	147.5	120

Sollecitazioni
S.L.U. **Metodo n**

N_{Ed} 0 **kN**
M_{Ed} 652.18 **kNm**
M_{yEd} 0 **kNm**

P.to applicazione N
☒ Centro ☐ Baricentro cls
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

M_{xRd} 6.684 **kNm**

Materiali
CA50 C25/30
 ϵ_{su} 67.5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 378.3 N/mm² ϵ_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 14.17 N/mm²
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ϵ_{syd} 1.892 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 9.75 N/mm²
 $\sigma_{s,adm}$ 260 N/mm² τ_{co} 0.6
 τ_{c1} 1.829

Tipo Sezione
☐ Rettan.re ☐ Trapezi
☐ a T ☐ Circolare
☐ Rettangoli ☒ Coord.

Metodo di calcolo
☒ S.L.U. + ☐ S.L.U. - ☐ Metodo n

Tipo flessione
☒ Retta ☐ Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd **Dominio M-N**
L₀ 0 **Col. modello**

Precompresso

Título: TravessaEncontro L=25 B=8.80 7i140 (18Ø20+18Ø20)

N° Vertici 13 **Zoom** **N° barre** 2 **Zoom**

N°	x [cm]	y [cm]
1	0	0
2	160	0
3	172.5	70
4	172.5	89
5	147.5	90
6	147.5	120

Sollecitazioni
S.L.U. **Metodo n**

N_{Ed} 0 **kN**
M_{Ed} -1121.56 **kNm**
M_{yEd} 0 **kNm**

P.to applicazione N
☒ Centro ☐ Baricentro cls
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura
Lato acciaio - Acciaio snervato

M_{xRd} -2.379 **kNm**

Materiali
CA50 C25/30
 ϵ_{su} 67.5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 378.3 N/mm² ϵ_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 14.17 N/mm²
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ϵ_{syd} 1.892 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 9.75 N/mm²
 $\sigma_{s,adm}$ 260 N/mm² τ_{co} 0.6
 τ_{c1} 1.829

Tipo Sezione
☐ Rettan.re ☐ Trapezi
☐ a T ☐ Circolare
☐ Rettangoli ☒ Coord.

Metodo di calcolo
☐ S.L.U. + ☒ S.L.U. - ☐ Metodo n

Tipo flessione
☒ Retta ☐ Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd **Dominio M-N**
L₀ 0 **Col. modello**

Precompresso

O momento negativo resistente ($M_{rd}=-2379\text{kN.m}$) é maior que o solicitante ($M_{sd}=-1121.56\text{kN.m}$). O momento positivo resistente ($M_{rd}=6684.0\text{kN.m}$) é maior que o solicitante ($M_{sd}=652,18\text{kN.m}$). Portanto a seção está verificada.



Dimensionamento ao cortante das travessas

Características geométricas:

$$\begin{aligned}b_w &= 160\text{cm} \\d &= 115\text{cm} \\A_{sw} &= 3.14\text{cm}^2 \\s &= 10\text{cm}\end{aligned}$$

Esforços solicitantes:

$$\begin{aligned}V_{sd} &= 1893.63\text{kN} \leq 2213.14\text{kN} \\T_{sd} &= 173.29\text{kN.m} \leq 320.57\text{kN}\end{aligned}$$

resistência ao ESFORÇO CORTANTE

$$V_{Rd2} = 0,27 \cdot \alpha_{v2} \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot d$$

$$VRd2 = 9368.23\text{kN}$$

$$V_{Rd3} = V_c + V_{sw}$$

$$V_{c0} = 0,6 \cdot f_{ctd} \cdot b_w \cdot d$$

$$V_{sw} = (A_{sw} / s) \cdot 0,9 \cdot d \cdot f_{ywd} \cdot (\sin \alpha + \cos \alpha)$$

$$VRd3 = 2213.14\text{kN}$$

Resistência à TORÇÃO

A resistência decorrente das diagonais comprimidas de concreto vale:

$$T_{Rd2} = 0,50 \cdot \alpha_{v2} \cdot f_{cd} \cdot A_e \cdot h_e \cdot \sin 2\theta$$

$$TRd2 = 748.13\text{kN.m}$$

A resistência decorrente dos estribos normais ao eixo do elemento estrutural vale:

$$T_{Rd3} = (A_{90} / s) \cdot f_{ywd} \cdot 2 \cdot A_e \cdot \cot g \theta$$

$$TRd3 = 8429.60\text{kN.m}$$

A resistência decorrente das armaduras longitudinais atende à expressão:

$$T_{Rd4} = (A_{s\ell} / u) \cdot 2 \cdot A_e \cdot f_{ywd} \cdot \tan \theta$$

$$TRd4 = 320.57\text{kN.m}$$

COMBINAÇÃO DE TORÇÃO E FORÇA CORTANTE

A resistência à compressão diagonal do concreto deve ser satisfeita atendendo à expressão:

$$\frac{V_{sd}}{V_{Rd2}} + \frac{T_{sd}}{T_{Rd2}} \leq 1$$

$$0.4338 \leq 1.0000$$



Infraestrutura

Carregamentos

Cargas permanentes

a) Peso próprio da longarina

$$PP_{\text{viga}} = (0.3363 \text{ m}^2 \times 25 \text{ kN/m}^3) = 8.41 \text{ kN/m}$$

b) Peso da transversina:

$$PP_{\text{transversina}} = (1.0584 \text{ m}^2 \times 25 \text{ kN/m}^3) = 26.46 \text{ kN/extremidade de viga}$$

c) Peso da laje:

$$P_{\text{laje}} = 0.27 \text{ m} \times 25 \text{ kN/m}^3 = 6.75 \text{ kN/m}^2$$

d) Peso da pavimentação:

$$P_{\text{laje}} = 0.06 \text{ m} \times 24 \text{ kN/m}^3 + 2 \text{ kN/m}^3 = 3.44 \text{ kN/m}^2$$

e) Peso do guarda rodas

$$PP_{\text{gr}} = (0.2318 \text{ m}^2 \times 25 \text{ kN/m}^3) = 5.8 \text{ kN/m}$$

f) Peso do guarda corpo

$$PP_{\text{gcorpo}} = 0 \text{ kN/m}$$

g) Peso próprio da travessa central (viga de apoio):

$$PP_{\text{trav. central}} = (2.1925 \text{ m}^2 \times 25 \text{ kN/m}^3) = 54.81 \text{ kN/m}$$

h) Peso próprio da travessa do encontro

$$PP_{\text{trav. encontro}} = (2.455207 \text{ m}^2 \times 25 \text{ kN/m}^3) = 61.38 \text{ kN/m}$$

i) Peso próprio das alas

$$P_{\text{alas}} = 2.1 \text{ m}^3 \times 25 \text{ kN/m}^3 = 52.54 \text{ kN/ala}$$

$$M_{\text{ala}} = 129.25 \text{ kN.m}$$

j) Peso laje de aproximação + camada de 50cm de solo

$$P_{\text{laje aprox}} = (4 \text{ m} \times 0.25 \text{ m} \times 25 \text{ kN/m}^3 + 4 \text{ m} \times 0.5 \text{ m} \times 18 \text{ kN/m}^3) / 2 = 30.5 \text{ kN/m}$$

k) Peso próprio do pilar

$$PP_{\text{pilar}} = 3.1415 \times (1.4)^4 / 4 \times 25 \text{ kN/m}^3 = 75.43 \text{ kN/m}$$



Cargas variáveis

a) Frenagem

Veículo: T45

Carga multidão: $p=5\text{kN/m}^2$

Carga móvel do caminhão: $P=450\text{kN}$

Largura da pista: 8m

Comprimento da pista: 25.025m

$$F1 = 0.3 \times 450 = 135\text{kN}$$

$$F2 = 0.05 \times 17.54 \times 8 \times 25.025 = 175.61\text{kN} \quad (\text{adotado})$$

b) Força longitudinal devida às deformações lentas e variação térmica (Creep)

Considerou-se, de forma simplificada, que as cargas horizontais causadas por esses fenômenos sejam equivalentes a 3% do peso total da superestrutura:

$$F_{\text{long}} = 3\% \times 965.85 = 28.98 \text{ kN/pilar}$$

c) Vento

S1=	1
categoria=	1
classe=	B
S3=	1.1
Coef. de força (Cf)=	1.4
Velocidade básica=	35.0m/s
z=	6m
S2=	1.05
Área de influência =	80.10m ²
Vk=	40.43m/s
qv=	1.40kN/m ²
Fvento =	112.34kN/pórtico

d) Correnteza

Seção do pilar =	circular
ângulo de incidência=	90°
Vmáx da água (Va)=	2.00m/s
k=	0.34
largura do pilar =	1.40m
$p = k \times Va^2 =$	1.36kN/m ²
Fcorrent =	1.90kN/m

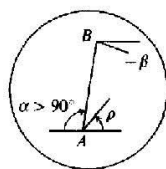
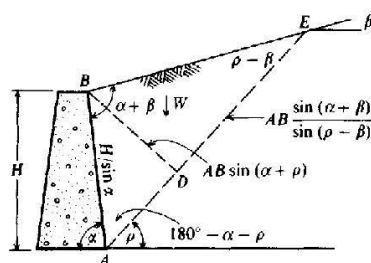


EMPUXO DE TERRA

Os esforços decorrentes do empuxo do aterro sobre o muro foram calculados utilizando o Método de Coulomb:

$$\text{Considerando } K_a = \frac{\sin^2(\alpha + \phi)}{\sin^2 \alpha \cdot \sin(\alpha - \delta) \cdot \left[1 + \frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \beta)}{\sin(\alpha - \delta) \cdot \sin(\alpha + \beta)} \right]^2}$$

$$\text{O Empuxo ativo } Pa = \frac{\gamma \cdot H^2}{2} \cdot ka$$



$$\begin{aligned} \text{Area} &= \frac{1}{2} BD(AE) \\ AE &= AB \frac{\sin(\alpha + \beta)}{\sin(\rho - \beta)} \\ BD &= AB \sin(\alpha + \rho) \\ AB &= \frac{H}{\sin \alpha} \end{aligned}$$

Empuxo													
Sobrecarga no topo do muro:													
q= 5kN/m²		Tamanho do segmento BE= 4,07m											
N.A.= 10,00m		(profundidade do nível d'água)											
Soil	Depth.(m)	γ	γusado	φ	c,kPa	α	β	ρ	δ	Ka	Δp'o,kPa	Wall pressure,qh,kPa	Water pressure,qw,kPa
1	0	18,00	18,00	30,00	10,00	90,00	0,00	60,00	0,00	0,333	5,00	-9,88	0,00
	3,05-dz										59,90	8,42	0,00
2	3,05+dz	18,00	18,00	30,00	10,00	90,00	0,00	60,00	0,00	0,333	59,90	8,42	0,00
	7,05										131,90	32,42	0,00



As cargas móveis (Classe 45) foram posicionadas ao longo da viga a fim de causar os máximos esforços. O valor da resultante máxima atuante em cada pilar considerando a distribuição de cargas mais desfavorável para cada caso, é igual a:

Pórtico	Carga móvel máx./pilar
Centrais	499.50
Encontros	474.75

Capacidade de Estacas Raiz - Método David Cabral (trecho em solo)

Sondagem: SM-01	
SOLO	
Ø estaca =	41.0 cm
Perímetro =	128.8 cm
Área da ponta =	1320.3 cm ²
ROCHA	
Ø estaca =	30.5 cm
Perímetro =	95.8 cm
Área da ponta =	730.6 cm ²

Carga: **100** tf

Coeficiente para Rocha	
Atrito Lat. =	3.0 kgf/cm ²
Ponta =	30.0 kgf/cm ²

Coeficientes de Segurança	
Lateral =	2.0
Ponta =	2.0

Solo	β_1 (%)	β_2
Areia	7	3
Areia siltyosa	8	2.8
Areia argilosa	8	2.3
Silte	5	1.8
Silte arenoso	6	2
Silte argiloso	3.5	1
Argila	5	1
Argila arenosa	5	1.5
Argila siltyosa	4	1

Prof. (m)	Material	N SPT	Pressão (kgf/cm²)	β_0	β_1 (%)	β_2	$\beta_0\beta_1N$ (kgf/cm²)	$\beta_0\beta_2N$ (kgf/cm²)	PI (tf)	PI acum (tf)	Pp (tf)	Pr (tf)
1	Areia	0	0	0.59	7.0	3.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
2	Areia	0	2	0.81	7.0	3.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
3	Areia	0	2	0.81	7.0	3.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
4	Areia	0	2	0.81	7.0	3.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
5	Areia	0	2	0.81	7.0	3.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
6	Areia	0	2	0.81	7.0	3.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
7	Areia	0	2	0.81	7.0	3.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
8	Areia	0	2	0.81	7.0	3.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
9	Areia	0	2	0.81	7.0	3.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
10	Areia	0	2	0.81	7.0	3.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
11	Areia	0	2	0.81	7.0	3.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
12	Areia	0	2	0.81	7.0	3.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
13	Areia	0	2	0.81	7.0	3.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
14	Areia	0	2	0.81	7.0	3.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
15	Rocha	0	2	-	-	-	-	-	28.7	28.7	21.9	25.3
16	Rocha	40	2	-	-	-	-	-	28.7	57.5	21.9	39.7
17	Rocha	40	2	-	-	-	-	-	28.7	86.2	21.9	54.1
18	Rocha	40	2	-	-	-	-	-	28.7	115.0	21.9	68.5
19	Rocha	40	2	-	-	-	-	-	28.7	143.7	21.9	82.8
20	Rocha	40	2	-	-	-	-	-	28.7	172.5	21.9	97.2
21	Rocha	40	2	-	-	-	-	-	28.7	201.2	21.9	111.6
22	Rocha	40	2	-	-	-	-	-	28.7	230.0	21.9	125.9
23	Rocha	40	2	-	-	-	-	-	28.7	258.7	21.9	140.3
24	Rocha	40	2	-	-	-	-	-	28.7	287.5	21.9	154.7
25	Rocha	40	2	-	-	-	-	-	28.7	316.2	21.9	169.4



Capacidade de Estacas Raiz - Método David Cabral (trecho em solo)

Sondagem: **SM-02**

Carga: **100** tf

Valores de β_1 e β_2

SOLO	
Ø estaca =	41.0 cm
Perímetro =	128.8 cm
Área da ponta =	1320.3 cm ²

Coeficiente para Rocha	
Atrito Lat. =	3.0 kgf/cm ²
Ponta =	30.0 kgf/cm ²

Solo	β_1 (%)	β_2
Areia	7	3
Areia siltosa	8	2.8
Areia argilosa	8	2.3
Silte	5	1.8
Silte arenoso	6	2
Silte argiloso	3.5	1
Argila	5	1
Argila arenosa	5	1.5
Argila siltosa	4	1

ROCHA	
Ø estaca =	30.5 cm
Perímetro =	95.8 cm
Área da ponta =	730.6 cm ²

Coeficientes de Segurança	
Lateral =	2.0
Ponta =	2.0

Prof. (m)	Material	N SPT	Pressão (kgf/cm ²)	β_0	β_1 (%)	β_2	$\beta_0\beta_1N$ (kgf/cm ²)	$\beta_0\beta_2N$ (kgf/cm ²)	PI (tf)	PI acum (tf)	Pp (tf)	Pr (tf)
1	Areia	0	0	0.59	7.0	3.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
2	Areia	0	2	0.81	7.0	3.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
3	Areia	0	2	0.81	7.0	3.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
4	Areia	0	2	0.81	7.0	3.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
5	Areia	0	2	0.81	7.0	3.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
6	Areia	0	2	0.81	7.0	3.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
7	Areia	0	2	0.81	7.0	3.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
8	Areia	0	2	0.81	7.0	3.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
9	Areia	0	2	0.81	7.0	3.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
10	Areia	0	2	0.81	7.0	3.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
11	Areia	0	2	0.81	7.0	3.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
12	Areia	0	2	0.81	7.0	3.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
13	Areia	0	2	0.81	7.0	3.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
14	Areia	0	2	0.81	7.0	3.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
15	Rocha	40	2	-	-	-	-	-	28.7	28.7	21.9	25.3
16	Rocha	40	2	-	-	-	-	-	28.7	57.5	21.9	39.7
17	Rocha	40	2	-	-	-	-	-	28.7	86.2	21.9	54.1
18	Rocha	40	2	-	-	-	-	-	28.7	115.0	21.9	68.5
19	Rocha	40	2	-	-	-	-	-	28.7	143.7	21.9	82.8
20	Rocha	40	2	-	-	-	-	-	28.7	172.5	21.9	97.2
21	Rocha	40	2	-	-	-	-	-	28.7	201.2	21.9	111.6
22	Rocha	40	2	-	-	-	-	-	28.7	230.0	21.9	125.9
23	Rocha	40	2	-	-	-	-	-	28.7	258.7	21.9	140.3
24	Rocha	40	2	-	-	-	-	-	28.7	287.5	21.9	154.7
25	Rocha	40	2	-	-	-	-	-	28.7	316.2	21.9	169.1



Capacidade de Estacas Raiz - Método David Cabral (trecho em solo)

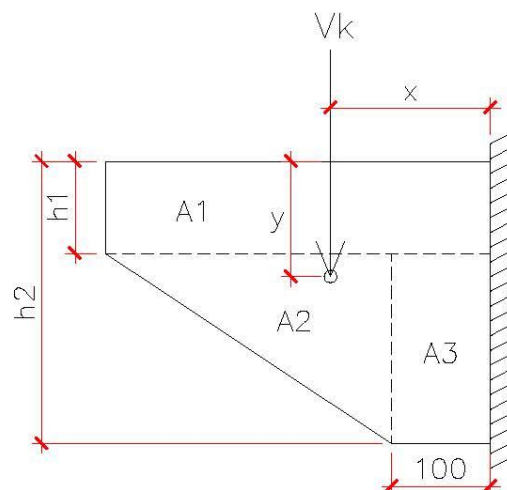
Sondagem: SM-03				Carga: 100 tf				Valores de β_1 e β_2							
SOLO				Coefficiente para Rocha				Solo					β_1 (%)	β_2	
$\varnothing$ estaca = 41.0 cm				Atrito Lat. = 3.0 kgf/cm ²				Areia					7	3	
Perímetro = 128.8 cm				Ponta = 30.0 kgf/cm ²				Areia siltosa					8	2.8	
Área da ponta = 1320.3 cm ²								Areia argilosa					8	2.3	
								Silte					5	1.8	
								Silte arenoso					6	2	
								Silte argiloso					3.5	1	
								Argila					5	1	
								Argila arenosa					5	1.5	
								Argila siltosa					4	1	
ROCHA				Coefficientes de Segurança											
$\varnothing$ estaca = 30.5 cm				Lateral = 2.0											
Perímetro = 95.8 cm				Ponta = 2.0											
Área da ponta = 730.6 cm ²															

Prof. (m)	Material	N SPT	Pressão (kgf/cm²)	β_0	β_1 (%)	β_2	$\beta_0\beta_1N$ (kgf/cm²)	$\beta_0\beta_2N$ (kgf/cm²)	PI (tf)	PI acum (tf)	Pp (tf)	Pr (tf)
1	Areia	0	0	0.59	7.0	3.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
2	Areia	0	2	0.81	7.0	3.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
3	Areia	0	2	0.81	7.0	3.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
4	Areia	0	2	0.81	7.0	3.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
5	Areia	0	2	0.81	7.0	3.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
6	Areia	0	2	0.81	7.0	3.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
7	Areia	0	2	0.81	7.0	3.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
8	Areia	0	2	0.81	7.0	3.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
9	Areia	0	2	0.81	7.0	3.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
10	Areia	0	2	0.81	7.0	3.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
11	Areia	0	2	0.81	7.0	3.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
12	Rocha	40	2	-	-	-	-	-	28.7	28.7	21.9	25.3
13	Rocha	40	2	-	-	-	-	-	28.7	57.5	21.9	39.7
14	Rocha	40	2	-	-	-	-	-	28.7	86.2	21.9	54.1
15	Rocha	40	2	-	-	-	-	-	28.7	115.0	21.9	68.5
16	Rocha	40	2	-	-	-	-	-	28.7	143.7	21.9	82.8
17	Rocha	40	2	-	-	-	-	-	28.7	172.5	21.9	97.2
18	Rocha	40	2	-	-	-	-	-	28.7	201.2	21.9	111.6
19	Rocha	40	2	-	-	-	-	-	28.7	230.0	21.9	125.9
20	Rocha	40	2	-	-	-	-	-	28.7	258.7	21.9	140.3
21	Rocha	40	2	-	-	-	-	-	28.7	287.5	21.9	154.7
22	Rocha	40	2	-	-	-	-	-	28.7	316.2	21.9	169.1
23	Rocha	40	2	-	-	-	-	-	28.7	344.9	21.9	183.4
24	Rocha	40	2	-	-	-	-	-	28.7	373.7	21.9	197.8
25	Rocha	40	2	-	-	-	-	-	28.7	402.4	21.9	212.2

Dimensionamento das ALAS dos encontros.



Espessura da ala =	25cm
Comprimento da ala =	400cm
Área da ala =	83896.00cm ²
Área da seção do Guarda-rodas=	2516.67cm ²
Peso específico do concreto=	25kN.m ³
Distância x até o CG=	162cm
Distância y até o CG=	117cm



Análise das cargas:

Cargas Verticais

a) Cargas permanentes

Peso próprio da ala= $83896\text{m}^2 \times 25\text{kN/m}^3 = 209.74\text{kN}$

Peso dos guarda-rodas= $2516.67\text{cm}^2 \times 25\text{kN/m}^3 = 6.29\text{kN/m}$

Vk= (209.74kN + 6.29kN/m x 4m) = 234.9kN

Verificação - Flexão Vertical (Consolo)

Vd = $1.4 \times 234.9\text{kN} = 328.86\text{kN}$

Hd = 65.77kN (20% Vd)

a = 162.0cm

b = 25cm

d = 284cm

f_{yd} = 435MPa

f_{ck} = 25MPa

f_{cd} = 17.86MPa

β = 1

a/d = 0.57

consolo curto

x = 0.17m

τ_{wu} = 3.02MPa

τ_{wd} = 0.46MPa

τ_{wu} > τ_{wd} OK!!!

Armadura de suspensão

φ = 12.5mm

A_{s,sus} = 7.56cm²
(7 Ø12.5mm)

Armadura do tirante

φ = 20.0mm

A_{s,tir} = 6.61cm²
(3 Ø20mm)

Armadura de costura

φ = 6.3mm

A_{sh} = 2.64cm²
(9 Ø6.3mm)

Estribos verticais

φ = 6.3mm

A_{sv} = 1.32cm²/m

2 ramos (Ø6.3mm a cada 47cm)

**Cargas horizontais***a) Cargas permanentes**Empuxo de terra:*

Ângulo de atrito (ϕ) =	30°
Peso específico do solo (γ) =	18 kN/m ³
Coesão (c) =	0 kPa
α =	90°
β =	0°
δ =	0°
k_a =	0.33
h_1 =	94cm
h_2 =	287cm
$q_h A_1$ =	5.64kPa/m
Força empuxo A1 =	10.60kN
$q_h A_2$ =	17.22kPa/m
Força empuxo A2 =	33.09kN
$q_h A_3$ =	17.22kPa/m
Força empuxo A3 =	22.06kN
$M_{gempHor}$ =	10.6kN x 2m + 33.09kN x 2m + 22.06 x 0.5
$M_{gempHor}$ =	98 kN.m
$M_{gempHor}$ =	34.29kN.m/m

*b) Cargas variáveis**Trem tipo:*

q =	450kN / (3 x 6) = 25kN/m ²
h até laje de transição =	46cm
$q_h A_1$ =	8.33kPa/m
Força empuxo A1 =	7.67kN
$M_{qempHor}$ =	15 kN.m
$M_{qempHor}$ =	5.34kN.m/m

Empuxo total:

$$M_{sdemp} = 1.35 \times 34.29 + 1.5 \times 5.34 = \mathbf{54.3kN.m/m}$$
$$MRd = \mathbf{56.74kN.m}$$



Dimensionamento das LAJES DE APROXIMAÇÃO.

Dados:

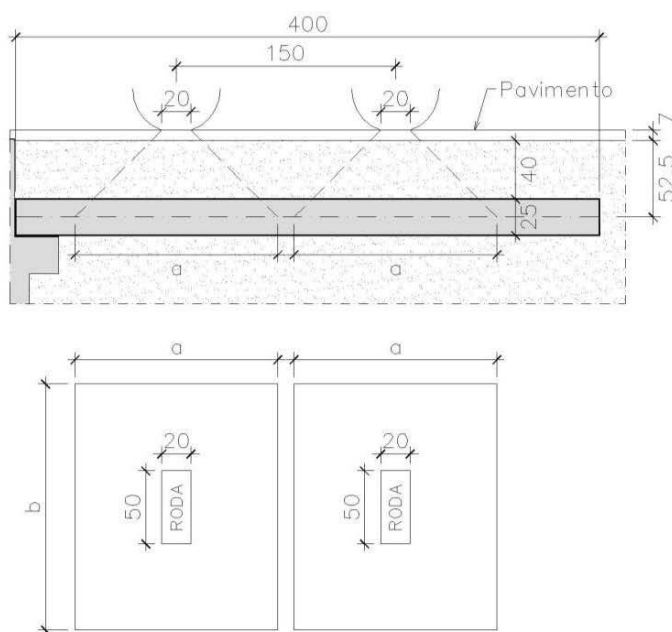
Espessura da Laje:	25cm
Espessura do Pavimento:	7cm
Espessura média do aterro acima da laje:	40cm
Altura média entre o pavimento e o plano médio da laje:	59.5cm

Carga permanente:

Laje:	$25\text{cm} \times 25\text{kN/m}^3 =$	6.25kN/m^2
Aterro:	$40\text{cm} \times 18\text{kN/m}^3 =$	7.20kN/m^2
Pavimento:	$7\text{cm} \times 24\text{kN/m}^3 =$	1.68kN/m^2
TOTAL:		15.13kN/m^2

Carga móvel:

Trem-tipo: Classe 45



Área projeção da carga

a= 139cm

b= 169cm

Carga de roda $P=75\text{kN}$

$$p = P / (a \times b) = 31.93\text{kN/m}^2$$

Vão = 4m

C.I.V.= 1.39

$$p \times \text{C.I.V} = 44.46\text{kN/m}^2$$



ESFORÇOS SOLICITANTES

Momento positivo

Esquema estático:

O momento positivo é máximo quando o apoio se dá na extremidade da laje de aproximação:



ESFORÇOS

Momento devido à carga permanente:

$$M_g = 30.26 \text{ kN.m}$$

Momento devido à carga móvel:

$$M_q = 80.65 \text{ kN.m}$$

Momento de cálculo:

$$M_{sd} = 1.35 \times 30.26 + 1.5 \times 80.65 = 161.83 \text{ kN.m}$$

$$M_{Rd} = 171.34 \text{ kN.m}$$

Momento negativo

Esquema estático: $n=90\text{cm}$

O momento negativo máximo considerado se dá quando o elemento se apoia à 90cm da extremidade da laje



ESFORÇOS

Momento devido à carga permanente:

$$M_g = 6.13 \text{ kN.m}$$

Momento devido à carga móvel:

$$M_q = 18.01 \text{ kN.m}$$

Momento de cálculo:

$$M_{sd} = 1.35 \times 6.13 + 1.5 \times 18.01 = 35.28 \text{ kN.m}$$

$$M_{Rd} = 36.76 \text{ kN.m}$$



6.0 – MEMÓRIA DE CÁLCULO DOS QUANTITATIVOS



FCK

FCK ENGENHARIA CONSULTORIA COMÉRCIO REPRESENTAÇÕES LTDA.

Obra:

Rodovia:

Local:

Trecho:

Extensão:

Ponte de concreto pré-moldado e protendido

Municipal

Rio Perdido

Juína / Frigorífico Juína

50,00 m

Largura: 8,80 m

MEMÓRIA DE CÁLCULO DOS QUANTITATIVOS

01 /14

SERVIÇOS PRELIMINARES

Comp.01

Instalações de Canteiro e Acampamento

Total Acumulado = 100,000

U = 100,000 %

5213570

Placa em aço - película I + I - fornecimento e implantação

Total Acumulado = 25,00

A = 25,00 m²

5216111

Suporte para placa de sinalização em madeira de lei tratada 8 x 8 cm - fornecimento e implantação

Total Acumulado = 6,00

U = 6,00 un

MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO

Comp.02

Mobilização de Mão de Obra

Total Acumulado = 100,000

U = 100,000 %

Comp.02

Desmobilização de Mão de Obra

Total Acumulado = 100,000

U = 100,000 %

Comp.03

Mobilização de Equipamentos Rodantes

Total Acumulado = 100,000

U = 100,000 %

Comp.03

Desmobilização de Equipamentos Rodantes

Total Acumulado = 100,000

U = 100,000 %

Comp.04

Mobilização de Equipamentos de Grande Porte (pesado)

Total Acumulado = 100,000

U = 100,000 %

Comp.04

Desmobilização de Equipamentos de Grande Porte (pesado)

Total Acumulado = 100,000

U = 100,000 %

ADMINISTRAÇÃO LOCAL

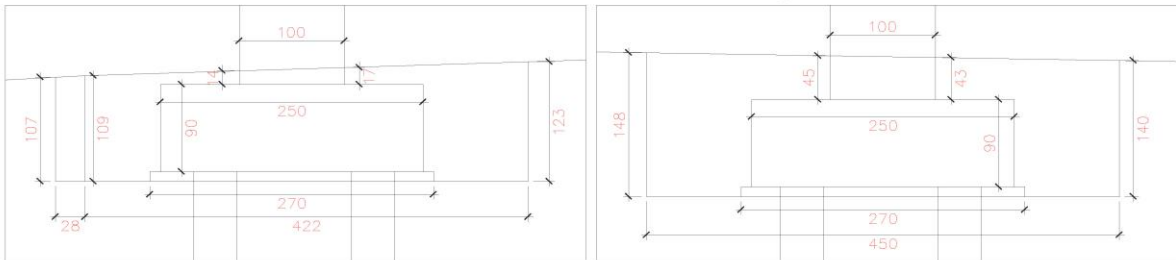
Comp.05

Administração Local

Total Acumulado = 100,000

U = 100,000 %



FCK	FCK ENGENHARIA CONSULTORIA COMÉRCIO REPRESENTAÇÕES LTDA.
Obra: Rodovia: Local: Trecho: Extensão:	Ponte de concreto pré-moldado e protendido Municipal Rio Perdido Juína / Frigorífico Juína 50,00 m Largura: 8,80 m
MEMÓRIA DE CÁLCULO DOS QUANTITATIVOS	
02 /14	
INFRAESTRUTURA	
2306066 Estaca raiz perfurada no solo com D = 40 cm - confecção	
$L = (14,75 + 14,5) \times 10 + (13,95) \times 18$	
Total Acumulado	L = 543,60 m
2306070 Estaca raiz perfurada na rocha com D = 31 cm - confecção	
$L = (9,05 + 9,3) \times 10 + (9) \times 18$	
Total Acumulado	L = 345,50 m
2306633 Camisa metálica com espessura de 6,3 mm D = 600 mm - cravada com martelo vibratório - sem escavação - cravação	
$L = (3) \times 18$	
Total Acumulado	L = 54,00 m
1600438 Demolição de concreto armado	
$V = \pi \times 0,41^2 / 4 \times 0,70 \times 10 \times 2 + \pi \times 0,41^2 / 4 \times 0,70 \times 18 \times 1$	
	V = 3,511 m³
4805749 Escavação manual de vala em material de 1ª categoria	
	
$V = [(1,07 + 1,09) \times 0,50 \times 0,28 + (1,09 + 1,23) \times 0,50 \times 4,22 + (1,48 + 1,40) \times 0,50 \times 4,50] \times (8,80 + 1,00 \times 2)$	
	V = 126,118 m³
1106057 Concreto magro - confecção em betoneira e lançamento manual - areia e brita comerciais	
$V = 2,70 \times 0,10 \times (8,80 + 0,10 \times 2) \times 2$	
	V = 4,860 m³
4815671 Reaterro e compactação com soquete vibratório	
$V = \{ 126,118 - 4,86 - 39,6 - [(0,14 + 0,17) \times 0,50 \times 1,00 + (0,45 + 0,43) \times 0,50 \times 1,00] \times 8,80 \} \times 1,20$	
	V = 97,538 m³



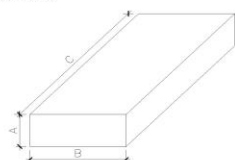
Obra: **Ponte de concreto pré-moldado e protendido**
Rodovia: **Municipal**
Local: **Rio Perdido**
Trecho: **Juína / Frigorífico Juína**
Extensão: **50,00 m** Largura: **8,80 m**

MEMÓRIA DE CÁLCULO DOS QUANTITATIVOS

03 /14

INFRAESTRUTURA (cont.)

3108016 **Fôrmas de compensado plastificado 14 mm - uso geral - utilização de 2 vezes - confecção, instalação e retirada**

Encontro

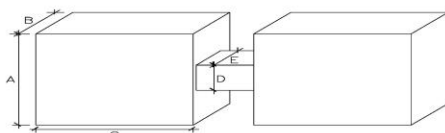
$$A = 0,90 \text{ m}$$

$$B = 2,50 \text{ m}$$

$$C = 8,80 \text{ m}$$

$$D = 2,0 \text{ un}$$

$$A = (2,5 + 8,8) \times 2 \times 0,9 \times 2 = 40,680 \text{ m}^2$$

Bloco Central

$$A = 3,66 \text{ m}$$

$$D = 1,00 \text{ m}$$

$$B = 1,20 \text{ m}$$

$$E = 0,80 \text{ m}$$

$$C = 3,66 \text{ m}$$

$$F = 1,34 \text{ m}$$

$$H = 2 \text{ un}$$

$$G = 1 \text{ un}$$

$$A = [(3,66 + 3,66) \times 2 \times 1,2 \times 2 + 3,66 \times 3,66 \times 2 - 1 \times 0,8 \times 2 + 1,34 \times 0,8 \times 2 + 1 \times 1,34] \times 1$$

$$A = 63,810 \text{ m}^2$$

$$A = 40,680 + 63,810$$

$$A = 104,490 \text{ m}^2$$

1109667 **Argamassa de cimento e areia 1:2 - confecção em betoneira e lançamento manual - areia comercial**

Estaca

$$V = (\pi \times 0,60^2 / 4 - \pi \times 0,41^2 / 4) \times 54$$

$$V = 8,138 \text{ m}^3$$

1107896 **Concreto fck = 25 MPa - confecção em betoneira e lançamento manual - areia e brita comerciais**

Encontro

$$V = 0,9 \times 2,5 \times 8,8 \times 2$$

$$V = 39,600 \text{ m}^3$$

Bloco Central

$$V = (3,66 \times 3,66 \times 1,2 \times 2 + 1 \times 0,8 \times 1,34) \times 1$$

$$V = 33,221 \text{ m}^3$$

$$V = 39,600 + 33,221$$

$$V = 72,821 \text{ m}^3$$

407819 **Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação**

Encontro

$$P = 2.554,800 \text{ kg}$$

Arm. Estacas

$$P = 16.015,300 \text{ kg}$$

Central

$$P = 3.436,500 \text{ kg}$$

$$P_{\text{total}} = 22.006,600 \text{ kg}$$



FCK ENGENHARIA CONSULTORIA COMÉRCIO REPRESENTAÇÕES LTDA.

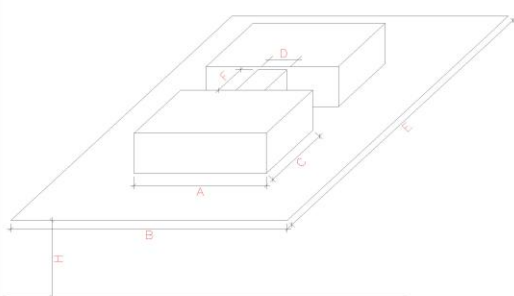
Obra: **Ponte de concreto pré-moldado e protendido**
Rodovia: **Municipal**
Local: **Rio Perdido**
Trecho: **Juína / Frigorífico Juína**
Extensão: **50,00 m** Largura: **8,80 m**

MEMÓRIA DE CÁLCULO DOS QUANTITATIVOS

03 /14

INFRAESTRUTURA (cont.)

2108169 Escoramento com pontaletes D = 15 cm - utilização de 1 vez - confecção e instalação



A= 3,66 m D= 1,00 m
B= 7,66 m E= 12,66 m
C= 3,66 m F= 1,34 m
H1= 3,82 m

Intermediárias - P1

V= 7,66 x 12,66 x 3,82

V = 370,446 m³



FCK ENGENHARIA CONSULTORIA COMÉRCIO REPRESENTAÇÕES LTDA.

Obra: **Ponte de concreto pré-moldado e protendido**
 Rodovia: **Municipal**
 Local: **Rio Perdido**
 Trecho: **Juína / Frigorífico Juína**
 Extensão: **50,00 m** Largura: **8,80 m**

MEMÓRIA DE CÁLCULO DOS QUANTITATIVOS

05 /14

MESOESTRUTURA

3107969 Fôrmas curvas de compensado plastificado 10 mm - uso geral - utilização de 2 vezes - confecção, instalação e retirada

Pilares (x 2)

Compr total = (3,2) x 2

A = $\pi \times 1,4 \times 6,4$

C = 6,400 m

A = 28,140 m²

3108016 Fôrmas de compensado plastificado 14 mm - uso geral - utilização de 2 vezes - confecção, instalação e retirada

Travessa do Encontro (x 2)



A = 0,20 m N = 1,425 m
 B = 0,50 m O = 3,484 m
 C = 0,67 m P = 8,80 m
 D = 0,94 m Q = 8,30 m
 E = 0,25 m R = 0,25 m
 F = 0,20 m S = 0,06 m
 G = 1,00 m T = 0,14 m
 H = 1,87 m U = 8,00 m
 I = 0,30 m V = 1,900 m
 J = 1,95 m W = 1,00 m
 K = 1,930 m X = 0,425 m
 L = 1,00 m Z = 0,00 m
 M = 2,90 m AA = 4,00 m

$A = \{ (0,67 + 0,25 + 0,2 + 1,95) \times 8,3 + (0,425 + 1,9 \times 2 + 1 + 1,87) \times 8,8 + [0,2 \times 0,67 + 0,95 \times 0,3 + 1,425 \times 1 + 1 \times 1,9] \times 2 + (0,14 + 0,06) \times 0,50 \times 8 \times 2 \} \times 2$

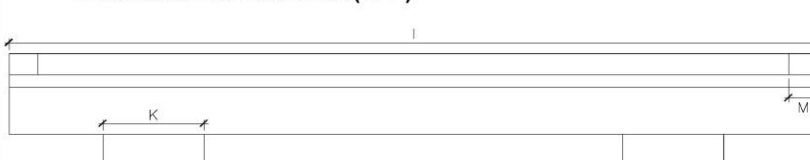
A = 199,470 m²

Alas (x 4)

$A = \{ (0,94 + 3,484 + 1) \times 0,25 + [0,94 \times (2,9 + 1) + 1,93 \times 2,9 \times 0,50 + 1,93 \times 1 + (0,3 - 0,2) \times 0,94 - 0,25 \times 0,2] \times 2 \} \times 4$

A = 72,930 m²

Travessas Intermediárias (x 1)



A = 2,10 m
 B = 0,25 m
 C = 1,60 m
 D = 0,30 m
 E = 0,20 m
 F = 0,70 m
 I = 8,80 m

G = 0,25 m F1 = 1,40 m K = 1,40 m M = 0,00 m
 H = 1,60 m J = 0,743 m L = 1,60 m N = 0,00 m

Quant. = 1 un

$A = \{ (0,3 + 0,2 + 0,743 + 1,6 \times 0,50) \times 2 \times 8,8 + [1,6 \times 0,3 + 2,1 \times 0,2 + (2,1 + 1,6) \times 0,50 \times 0,7] \times 2 - \pi \times 1,4^2 / 4 \times 2 \} \times 1$

A = 37,260 m²

A = 199,470 + 72,930 + 37,260

A = 309,660 m²



FCK ENGENHARIA CONSULTORIA COMÉRCIO REPRESENTAÇÕES LTDA.

Obra: **Ponte de concreto pré-moldado e protendido**
Rodovia: **Municipal**
Local: **Rio Perdido**
Trecho: **Juína / Frigorífico Juína**
Extensão: **50,00 m** Largura: **8,80 m**

MEMÓRIA DE CÁLCULO DOS QUANTITATIVOS

06 /14

MESOESTRUTURA (cont.)

1107896 Concreto fck = 25 MPa - confecção em betoneira e lançamento manual - areia e brita comerciais

Pilares (x 2)

Compr total = (3,2) x 2

$V = (\pi \times 1,4^2) / 4 \times 6,4$

C = 6,40 m

V = 9,852 m³

Travessa do Encontro (x 2)

$V = \{ [0,2 \times 0,67 + 0,5 \times 0,25 + 0,95 \times 0,3 + 1,425 \times 1 + 1 \times 1,9] \times 8,8 + (0,06 + 0,14) \times 0,50 \times 0,2 \times 8 \} \times 2$

V = 68,414 m³

Alas (x 4)

$V = [0,94 \times (2,9 + 1) + 1,93 \times 2,9 \times 0,50 + 1,93 \times 1 + (0,3 - 0,2) \times 0,94 - 0,25 \times 0,2] \times 0,25 \times 4$

V = 8,438 m³

Travessas Intermediárias (x 1)

$V = [1,6 \times 0,3 + 2,1 \times 0,2 + (2,1 + 1,6) \times 0,50 \times 0,7] \times 8,8 \times 1$

V = 19,316 m³

V = 9,852 + 68,414 + 8,438 + 19,316

= 106,020 m³

407819 Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação

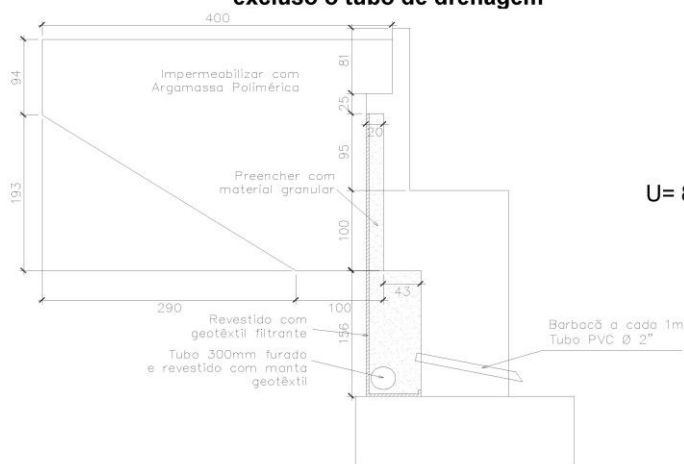
Pilares = 836,500 kg

P_{total} = 8345,300 kg

Travessa intermediária = 2523,000 kg

Trav. encontro + ala + calços = 4985,800 kg

**2003821 Dreno tipo barbacã - DRB 02 - D = 50 mm em estrutura de contenção de encosta -
excluso o tubo de drenagem**



U = 8,8 / 1,00 x 2

U = 18,000 un

**FCK ENGENHARIA CONSULTORIA COMÉRCIO
REPRESENTAÇÕES LTDA.**

Obra: **Ponte de concreto pré-moldado e protendido**
 Rodovia: **Municipal**
 Local: **Rio Perdido**
 Trecho: **Juína / Frigorífico Juína**
 Extensão: **50,00 m** Largura: **8,80 m**

MEMÓRIA DE CÁLCULO DOS QUANTITATIVOS

07 /14

MESOESTRUTURA (cont.)

2003866 Aplicação de geotêxtil não-tecido agulhado com resistência à tração longitudinal de 14 kN/m

$$A = [(0,10 + 0,425 + 1,9 + 1,95 + 0,2) \times 8 + (1,95 \times 0,2 + 1,9 \times 0,425)] \times 2 \quad A = 75,590 \text{ m}^2$$

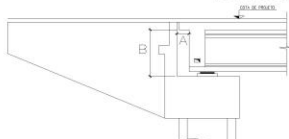
2003854 Camada drenante para proteção de muros de contenção - areia comercial

$$V = (1,95 \times 0,2 + 1,9 \times 0,425) \times 8,8 \times 2 \quad V = 21,076 \text{ m}^3$$

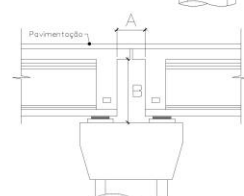
CP-0300 Impermeabilização de superfície com argamassa polimérica / membrana acrílica, 3 demãos

$$A = (0,425 + 1,9 + 0,425 + 1,95 + 0,2) \times 8 \times 2 \quad A = 78,400 \text{ m}^2$$

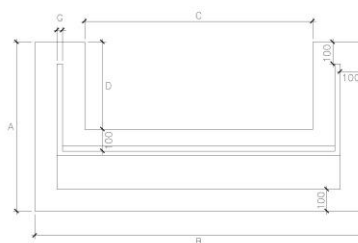
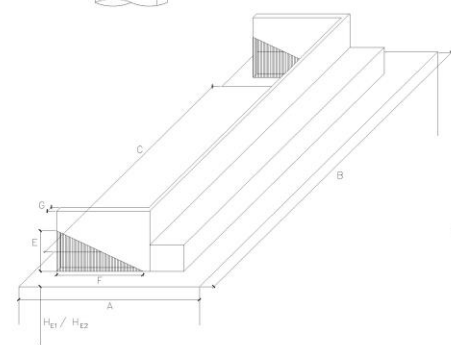
307732 Aparelho de apoio de neoprene fretado para estruturas pré-moldadas - fornecimento e instalação



$$\begin{aligned} A &= 0,25 \text{ m} \\ B &= 1,65 \text{ m} \\ \text{Compr} &= 8,80 \text{ m} \\ \text{Quant.} &= 2,00 \text{ un} \\ V &= 0,25 \times 1,65 \times 8,8 \times 2 \quad V = 7,260 \text{ m}^3 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} A &= 0,55 \text{ m} \\ B &= 1,65 \text{ m} \\ \text{Compr.} &= 8,80 \text{ m} \\ \text{Quant.} &= 1,00 \text{ un} \\ V &= 0,55 \times 1,65 \times 8,8 \times 1 \quad V = 7,986 \text{ m}^3 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} A &= 7,43 \text{ m} \\ B &= 10,80 \text{ m} \\ C &= 6,30 \text{ m} \\ D &= 3,90 \text{ m} \\ E &= 1,930 \text{ m} \\ G &= 0,25 \text{ m} \\ F &= 2,90 \text{ m} \\ H_{E1} &= 2,900 \text{ m} \\ H_{E2} &= 2,90 \text{ m} \end{aligned}$$

Encontro 1

$$V = [7,425 \times 10,8 \times 2,9 - 6,3 \times 3,9 \times 2,9 + (2,9 \times 1,93 \times 0,25 \times 0,5) \times 2] \quad V = 162,697 \text{ m}^3$$

Encontro 2

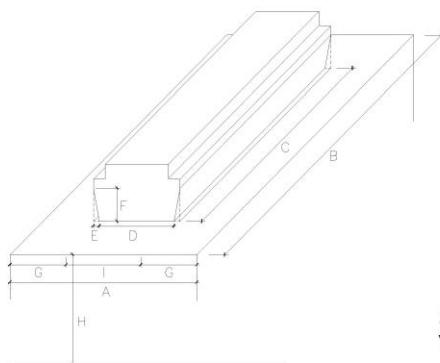
$$V = [7,425 \times 10,8 \times 2,9 - 6,3 \times 3,9 \times 2,9 + (2,9 \times 1,93 \times 0,25 \times 0,5) \times 2] \quad V = 162,697 \text{ m}^3$$



Obra: **Ponte de concreto pré-moldado e protendido**
Rodovia: **Municipal**
Local: **Rio Perdido**
Trecho: **Juína / Frigorífico Juína**
Extensão: **50,00 m** Largura: **8,80 m**

MEMÓRIA DE CÁLCULO DOS QUANTITATIVOS

08 /14

MESOESTRUTURA (cont.)

A= 4,10 m D= 1,60 m G= 1,00 m
B= 10,80 m E= 0,25 m
C= 8,80 m F= 0,70 m H_{P1}= 4,40 m

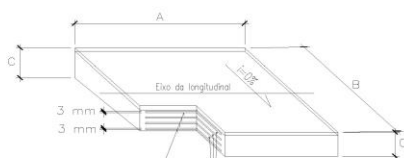
Intermediárias - P1

$$V = 4,1 \times 10,8 \times 4,4 + 0,25 \times 0,7 \times 0,50 \times 8,8 \times 2$$
$$V = 196,372 \text{ m}^3$$

Ponte Branca

$$V = 118,44 \text{ m}^2 \times 4,00 \text{ m} \quad V = 473,760 \text{ m}^3$$

$$V = 7,260 + 7,986 + 162,697 + 162,697 + 196,372 + 473,760$$
$$= 340,640 \text{ m}^3$$

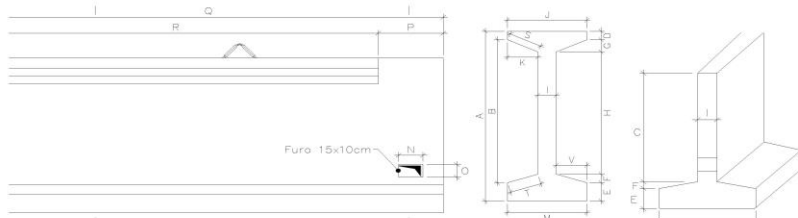
**307732 Aparelho de apoio de neoprene fretado para estruturas pré-moldadas -
fornecimento e instalação**

A= 4,00 dm
B= 2,50 dm
C= 0,50 dm
Quant. = 20 un

$$V = (4 \times 2,5 \times 0,5 \times 20)$$

$$V = 100,000 \text{ dm}^3$$



FCK	FCK ENGENHARIA CONSULTORIA COMÉRCIO REPRESENTAÇÕES LTDA.																
Obra: Rodovia: Local: Trecho: Extensão:	Ponte de concreto pré-moldado e protendido Municipal Rio Perdido Juína / Frigorífico Juína 50,00 m Largura: 8,80 m																
MEMÓRIA DE CÁLCULO DOS QUANTITATIVOS																	
09 /14																	
SUPERESTRUTURA																	
SUPERESTRUTURA - Longarina																	
3108016	Fôrmas curvas de compensado plastificado 10 mm - uso geral - utilização de 2 vezes - confecção, instalação e retirada																
	<table><tr><td>A= 1,40 m</td><td>I= 0,14 m</td></tr><tr><td>B= 1,18 m</td><td>J= 0,60 m</td></tr><tr><td>C= 1,18 m</td><td>K= 0,23 m</td></tr><tr><td>D= 0,07 m</td><td>M= 0,60 m</td></tr><tr><td>E= 0,15 m</td><td>N= 0,15 m</td></tr><tr><td>F= 0,07 m</td><td>O= 0,10 m</td></tr><tr><td>G= 0,10 m</td><td>P= 0,40 m</td></tr><tr><td>H= 1,01 m</td><td>Q= 24,30 m</td></tr></table>	A= 1,40 m	I= 0,14 m	B= 1,18 m	J= 0,60 m	C= 1,18 m	K= 0,23 m	D= 0,07 m	M= 0,60 m	E= 0,15 m	N= 0,15 m	F= 0,07 m	O= 0,10 m	G= 0,10 m	P= 0,40 m	H= 1,01 m	Q= 24,30 m
A= 1,40 m	I= 0,14 m																
B= 1,18 m	J= 0,60 m																
C= 1,18 m	K= 0,23 m																
D= 0,07 m	M= 0,60 m																
E= 0,15 m	N= 0,15 m																
F= 0,07 m	O= 0,10 m																
G= 0,10 m	P= 0,40 m																
H= 1,01 m	Q= 24,30 m																
R= 23,50 m S= 0,251 m T= 0,240 m V= 0,230 m Qt. vigas= 10 un																	
$A = \{ (1,18 + 0,24 + 0,15 + 0,6 \times 0,50) \times 2 \times 0,4 \times 2 + (0,07 + 0,251 + 1,01 + 0,24 + 0,15 + 0,6 \times 0,50) \times 2 \times 23,5 + [0,14 \times 1,18 + (0,14 + 0,6) \times 0,50 \times 0,07 + 0,15 \times 0,6] \times 2 + [0,07 \times 0,23 + 0,1 \times 0,23 \times 0,50] \times 2 \times 2 \} \times 10$ $A = 986,510 \text{ m}^2$																	
1107908	Concreto fck = 40 MPa - confecção em betoneira e lançamento manual - areia e brita comerciais																
$V = \{ [0,14 \times 1,18 + (0,14 + 0,6) \times 0,50 \times 0,07 + 0,15 \times 0,6] \times 24,3 + [0,07 \times 0,23 + 0,1 \times 0,23 \times 0,50] \times 2 \times 23,5 \} \times 10$ $V = 81,279 \text{ m}^3$																	
407819	Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação																
Longarina	= 18.099,000 kg P = 18.099,000 kg																
4507957	Cordoalha CP 190 RB D = 15,2 mm - fornecimento e instalação																
Peso de cordoalhas= 634,39 kg Quant. de vigas= 10 un	P = 6.343,900 kg																
P= 634,39 x 10																	
CP-0500	Protensão de cordoalha D = 15,2 mm (longarina)																
Quant. de cordoalhas= 20 un Quant. de vigas= 10 un	U = 200,000 un																
U= 20 x 10																	
5915400	Carga, descarga e manobra de vigas pré-moldadas de até 500 kN em cavalo mecânico com dolly de 4 eixos com capacidade de 57 t																
Quant. de vigas= 10 un	U = 10,000 un																
U = 10																	



FCK ENGENHARIA CONSULTORIA COMÉRCIO REPRESENTAÇÕES LTDA.

Obra: **Ponte de concreto pré-moldado e protendido**
Rodovia: **Municipal**
Local: **Rio Perdido**
Trecho: **Juína / Frigorífico Juína**
Extensão: **50,00 m** Largura: **8,80 m**

MEMÓRIA DE CÁLCULO DOS QUANTITATIVOS

10 / 14

SUPERESTRUTURA - Longarina (Cont.)

3806420 Lançamento de viga pré-moldada de até 500 kN com utilização de guindaste

Quant. de vigas= 10 un

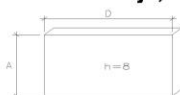
U = 10

U = 10,000 un

SUPERESTRUTURA - laje, barreira, transversina e laje de transição

3108016 Fôrmas de compensado plastificado 14 mm - uso geral - utilização de 2 vezes - confecção, instalação e retirada

Pré Laje, interna e externa

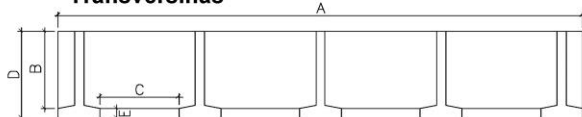


A1= 1,20 m D1= 1,40 m E= 80 un
D2= 0,60 m F= 80 un H= 0,05 m

$$A = [(1,4 + 1,2) \times 2 \times 0,05 + 1,4 \times 1,2] \times 80 + [(1,4 + 1,2) \times 2 \times 0,05 + 1,4 \times 1,2 + (0,6 + 1,2) \times 2 \times 0,05 + 0,6 \times 1,2] \times 80$$

A = 382,400 m²

Transversinas

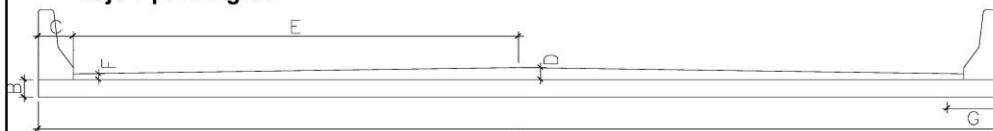


A= 7,80 m D= 1,40 m
B= 1,25 m E= 0,15 m
C= 1,20 m I= 4 un

$$A = \{ 7,8 \times 1,25 \times 2 - [0,07 \times 0,23 \times 2 + 0,23 \times 0,1 \times 0,50 \times 2 + 1,18 \times 0,14 + (0,14 + 0,6) \times 0,50 \times 0,07] \times 5 + 1,2 \times 0,4 \times 4 \} \times 4$$

A = 80,750 m²

Laje + pav. Rígido



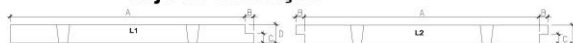
A= 8,80 m
B= 0,22 m
C= 0,40 m
D= 0,14 m

E= 4,00 m F= 0,06 m G= 0,50 m Compr = 49,45 m

$$A = [8,8 \times 0,22 + (0,06 + 0,14) \times 0,50 \times 4 \times 2] \times 4 + (0,22 + 0,5) \times 49,45 \times 2$$

A = 82,150 m²

Laje de Transição



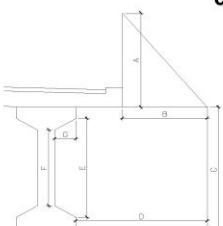
A= 2,675 m E= 4,00 m
B= 0,10 m F= 0,15 m
C= 0,125 m G= 2,00 un
D= 0,25 m

$$A = \{ (2,675 + 4) \times 2 \times 0,25 \times 3 + (0,1 \times 0,125 \times 8) + (0,15 + 0,15) \times 2 \times 0,25 \times 6 + 0,1 \times 4 \times 4 \} \times 2$$

A = 25,220 m²

$$A = 382,400 + 80,750 + 82,150 + 25,220 = 570,520 \text{ m}^2$$



FCK	FCK ENGENHARIA CONSULTORIA COMÉRCIO REPRESENTAÇÕES LTDA.
Obra:	Ponte de concreto pré-moldado e protendido
Rodovia:	Municipal
Local:	Rio Perdido
Trecho:	Juína / Frigorífico Juína
Extensão:	50,00 m Largura: 8,80 m
MEMÓRIA DE CÁLCULO DOS QUANTITATIVOS	
11 /14	
SUPERESTRUTURA - laje, barreira, transversina e laje de transição (Cont.)	
2108165	Escoramento com pontaletes D = 10 cm - utilização de 1 vez - confecção, instalação e retirada
	$\begin{aligned} A &= 1,100 \text{ m} & D &= 1,50 \text{ m} & G &= 0,23 \text{ m} \\ B &= 1,00 \text{ m} & E &= 1,18 \text{ m} & H &= 2,00 \text{ un} \\ C &= 1,45 \text{ m} & F &= 1,01 \text{ m} & \text{Compr} &= 50,00 \text{ m} \end{aligned}$ $V = [1,1 \times 1 \times 0,50 + 1,5 \times 1,45 + (1,01 + 1,01 + 0,1 + 0,07) \times 0,50 \times 0,23] \times 50 \times 2$ $V = 297,685 \text{ m}^3$
1107900	Concreto fck = 30 MPa - confecção em betoneira e lançamento manual - areia e brita comerciais
Transversinas	
$V = \{ 7,8 \times 1,25 \times 0,4 - [0,14 \times 1,18 + (0,14 + 0,6) \times 0,50 \times 0,07] \times 0,4 \times 5 \} \times 4 = 14,071 \text{ m}^3$	
Laje + pav. Rígido	
$V = [8,8 \times 0,22 + (0,06 + 0,14) \times 0,50 \times 4 \times 2] \times 49,45$ $V = 135,295 \text{ m}^3$	
Laje de Transição	
$V = (2,675 \times 0,25 \times 4 \times 3 + 0,1 \times 0,125 \times 4 \times 4 - 0,15 \times 0,15 \times 0,25 \times 6) \times 2$ $V = 16,382 \text{ m}^3$	
$V = 14,071 + 135,295 + 16,382 = 165,748 \text{ m}^3$	
407819	Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação
Conforme projeto = 14.534,800	
Transversina	= 2.172,800 kg
Laje	= 8.348,400 kg
Pre laje	= 2.352,000 kg
Laje de transição	= 1.661,600 kg
4507957	Cordoalha CP 190 RB D = 15,2 mm - fornecimento e instalação
Peso de cord nas L.T. e P. Lajes= 27,02 kg	
P= 27,02	P = 27,020 kg
Comp-0057	Barreira simples de concreto, armada, pré-moldada (perfil New Jersey) - L > 2,50 m e H = 870 mm
L= 49,45 x 2	
L = 98,900 m	
3806426	Lançamento de pré-laje com utilização de guindauto
peso pré-laje 01= 0,21 ton	Quant. Pré-laje 01= 80 un
peso pré-laje 02= 0,30 ton	Quant. Pré-laje 02= 80 un
P= 0,21 x 80 + 0,3 x 80	
P = 40,800 ton	



Obra: **Ponte de concreto pré-moldado e protendido**
Rodovia: **Municipal**
Local: **Rio Perdido**
Trecho: **Juína / Frigorífico Juína**
Extensão: **50,00 m** Largura: **8,80 m**

MEMÓRIA DE CÁLCULO DOS QUANTITATIVOS

12 /14

ACABAMENTO

307737 *Junta de dilatação em elastômero e perfil VV - L = 50 mm e H = 80 mm - fornecimento e instalação*

$$L = 8,8 \times 3$$

$$L = 26,400 \text{ m}$$

307084 *Lábios poliméricos em junta de pavimento de concreto - L = 20 mm e H = 30 mm - confecção e assentamento*

$$L = 8,8 \times 3 \times 2$$

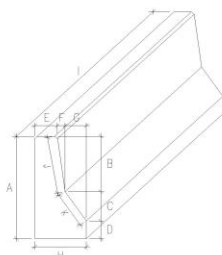
$$L = 52,800 \text{ m}$$

3806402 *Limpeza em superfície de concreto com jateamento d'água sob pressão*

$$A = 50 \times 8,8$$

$$A = 440,000 \text{ m}^2$$

3808043 *Pintura manual com nata de cimento - 3 demãos*



$$\begin{aligned} A &= 0,87 \text{ m} & E &= 0,18 \text{ m} & I &= 49,45 \text{ m} \\ B &= 0,47 \text{ m} & F &= 0,05 \text{ m} & J &= 0,473 \text{ m} \\ C &= 0,25 \text{ m} & G &= 0,18 \text{ m} & K &= 0,308 \text{ m} \\ D &= 0,15 \text{ m} & H &= 0,41 \text{ m} & L &= 2,00 \text{ un} \end{aligned}$$

$$A = \{ (0,87 + 0,473 + 0,308 + 0,15) \times 49,45 + [(0,18 + 0,23) \times 0,47 \times 0,50 + (0,23 + 0,41) \times 0,25 \times 0,50 + 0,41 \times 0,15] \times 2 \} \times 2$$

$$A = 179,070 \text{ m}^2$$

2007971 *Dreno de PVC D = 100 mm para OAE - fornecimento e instalação*

$$U = [(49,45 / 4) + 1] \times 2 =$$

$$U = 28,000 \text{ ud}$$



FCK	FCK ENGENHARIA CONSULTORIA COMÉRCIO REPRESENTAÇÕES LTDA.
Obra:	Ponte de concreto pré-moldado e protendido
Rodovia:	Municipal
Local:	Rio Perdido
Trecho:	Juína / Frigorífico Juína
Extensão:	50,00 m Largura: 8,80 m
MEMÓRIA DE CÁLCULO DOS QUANTITATIVOS	
13 /14	
SINALIZAÇÕES	
5213489	Placa em aço - 2,00 x 1,00 m - película retrorrefletiva tipo I + I - fornecimento e implantação
*Placa informação do Rio e da Ponte	
U= 01 x 2 lados	U = 2,000 ud
5213868	Suporte metálico galvanizado para placas - 2,00 x 1,00 m - fornecimento e implantação
U= 01 x 2 lados	U = 2,000 ud
5213476	Placa delineador em aço - 0,50 x 0,60 m - película retrorrefletiva tipo I + IV - fornecimento e implantação
Placa delineador nas proximidades da ponte, em ambas as margens	
U= 05 un x 02 (Lado direito e esquerdo) x 02 (sentidos)	U = 20,000 ud
5213863	Suporte metálico galvanizado para placa de advertência ou regulamentação - lado ou diâmetro de 0,60 m - fornecimento e implantação
Placa delineador nas proximidades da ponte, em ambas as margens	
U= 05 un x 02 (Lado direito e esquerdo) x 02 (sentidos)	U = 20,000 ud
5213479	Placa delineador em fibra - 0,30 x 0,90 m - película retrorrefletiva tipo I + IV - fornecimento e implantação
Placa delineador redução da ponte, em ambas as margens	
U= 01 un x 02 (Lado direito e esquerdo) x 02 (sentidos)	U = 4,000 ud
5213465	Placa de advertência em aço, lado de 0,80 m - película retrorrefletiva tipo I + SI - fornecimento e implantação
*Placa de advertência implantadas depois da execução da obra:	
02 placa de proibida ultrapassagem	02 placa limite de carga por eixo
02 placa limite de largura da pista	
U= 02 + 02 + 02	U = 6,000 ud
5213864	Suporte metálico galvanizado para placa de advertência ou regulamentação - lado ou diâmetro de 0,80 m - fornecimento e implantação
Placa delineador redução da ponte, em ambas as margens	
U= 01 un x 02 (Lado direito e esquerdo) x 02 (sentidos)	U = 4,000 ud
02 placa de proibida ultrapassagem	02 placa limite de carga por eixo
02 placa limite de largura da pista	
U= (02 + 02 + 02)	U = 6,000 ud
U = 4,000 + 6,000	= 10,000 m³



FCK	FCK ENGENHARIA CONSULTORIA COMÉRCIO REPRESENTAÇÕES LTDA.
Obra:	Ponte de concreto pré-moldado e protendido
Rodovia:	Municipal
Local:	Rio Perdido
Trecho:	Juína / Frigorífico Juína
Extensão:	50,00 m Largura: 8,80 m
MEMÓRIA DE CÁLCULO DOS QUANTITATIVOS	
14 /14	
TRANSPORTES	
5915326	Transporte em cavalo mecânico com dolly de 4 eixos com capacidade de 57 t - rodovia em revestimento primário
Total Acumulado	= 0,500 L = 0,500 km
5915327	Transporte em cavalo mecânico com dolly de 4 eixos com capacidade de 57 t - rodovia pavimentada
Total Acumulado	= 3.760,000 L = 3.760,000 km
5914374	Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia em revestimento primário
Total Acumulado	= 5.814,623 L = 5.814,623 km
5914389	Transporte com caminhão basculante de 10 m³ - rodovia pavimentada
Total Acumulado	= 89,433 L = 89,433 km



7.0 – ART



Anotação de Responsabilidade Técnica -
ART Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-MT

ART DE OBRA/SERVIÇO
1220240084210

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do CREA-MT**1. Responsável Técnico**

MARILDA DE CASTRO COSTA	RNP: 2607349869
Título Profissional: ENGENHEIRA CIVIL	Registro: 91385
Empresa Contratada: 11.422.746/0001-00 - FCK - ENGENHARIA	Registro: 20109

2. Dados do Contrato

Contratante: ERENITA ROSA DAMIANI	CPF/CNPJ: 926.563.401-44
Rua: ESTRADA RURAL	Número: 113
Complemento: CHACARÁ 113 - SECÇÃO H	Bairro: ZONA RURAL
Cidade: JUÍNA	UF: MT
Contrato:	Celebrado em: 13/11/2023
Valor: R\$ 40.000,00	Tipo de Contratante: PESSOA FÍSICA
Ação Institucional:	

3. Dados Obra/Serviço

Logradouro	Bairro	Número	Complemento	Cidade	UF	País	Cep	Coordenada
RODOVIA MUNICIPAL	ZONA RURAL	S/N	RIO PERDIDO - TRECHO: JUÍNA / FRIGORIFICO JUÍNA	JUÍNA	MT	BRA	78.320-000	011°24'38.25" S 058°44'44.03" O
Data de Início: 13/11/2023		Previsão Término: 11/05/2024			Código:			
Tipo Proprietário: PESSOA JURÍDICA DE DIREITO PÚBLICO		Proprietário: PREFEITURA MUNICIPAL DE JUINA			CPF/CNPJ: 15.359.201/0001-57			
Finalidade: INFRA-ESTRUTURA								

4. Atividades Técnicas

Grupo/Subgrupo	Atividade Profissional	Obra/Serviço	Complemento	Quantidade	Unidade
Estruturas - Obras de Arte					
	Projeto	de pontes		440,0000	metro quadrado
	Elaboração de orçamento	de pontes		1,0000	unidade
	Estudo	de pontes		1,0000	unidade
Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART					

5. Observações

Elab. proj. Exec. da ponte sobre o Rio Perdido, no Município de Juína, incl. estudo hidrológico.
--

6. Declarações

Acessibilidade: Declaro que as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004, não se aplicam às atividades profissionais acima relacionadas.

7. Entidade de Classe

--

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima.	
Local	/ / data
MARILDA DE CASTRO COSTA 01534644881	Assinado de forma digital por MARILDA DE CASTRO COSTA 01534644881 Data: 2024.04.20 08:50:56 -0400
015.346.448-81 - MARILDA DE CASTRO COSTA	
ERENITA ROSA DAMIANI: 92656340144	Assinado de forma digital por ERENITA ROSA DAMIANI 92656340144 Data: 2023.11.12 14:52:00 -0400
926.563.401-44 - ERENITA ROSA DAMIANI	

Valor ART: R\$ 262,55

Registrada em 17/04/2024

Valor Pago: R\$ 262,55

9. Informações

A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante do pagamento ou conferência no site do Crea.
A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-mt.org.br ou www.confea.org.br.
A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

www.crea-mt.org.br cate@crea-mt.org.br
tel: (65)3315-3000



CREA-MT
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do
Mato Grosso

Nosso Número: 140000000014407510



Anotação de Responsabilidade Técnica -
ART Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-MT

ART DE OBRA/SERVIÇO
1220240084627

Coautor à 1220240084210

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do CREA-MT

1. Responsável Técnico:	
LUCAS LUIZ ARAUJO CORREA	RNP: 1203670761
Título Profissional: ENGENHEIRO CIVIL	Registro: 14567
Empresa Contratada: 11.422.746/0001-00 - FCK - ENGENHARIA	Registro: 20109

2. Dados do Contrato	
Contratante: ERENITA ROSA DAMIANI	CPF/CNPJ: 926.563.401-44
Rua: ESTRADA RURAL	Número: 113
Complemento: CHACARÁ 113 - SECÇÃO H	Bairro: ZONA RURAL
Cidade: JUÍNA	UF: MT
Contrato:	Celebrado em: 13/11/2023
Valor: R\$ 40.000,00	Vinculado à ART: 1220240084210
Ação Institucional:	Tipo de Contratante: PESSOA FÍSICA

3. Dados Obra/Serviço								
Logradouro	Bairro	Número	Complemento	Cidade	UF	País	Cep	Coordenada
RODOVIA MUNICIPAL	ZONA RURAL	S/N	RIO PERDIDO - TRECHO: JUÍNA / FRIGORIFICO JUÍNA	JUÍNA	MT	BRA	78.320-000	011°24'38.25" S 058°44'44.03" O
Data de Início: 13/11/2023		Previsão Término: 11/05/2024		Código:				
Tipo Proprietário: PESSOA JURÍDICA DE DIREITO PÚBLICO		Proprietário: PREFEITURA MUNICIPAL DE JUÍNA		CPF/CNPJ: 15.359.201/0001-57				
Finalidade: INFRA-ESTRUTURA								

4. Atividades Técnicas					
Grupo/Subgrupo	Atividade Profissional	Obra/Serviço	Complemento	Quantidade	Unidade
Estruturas - Obras de Arte					
	Projeto	de pontes		440,0000	metro quadrado
	Elaboração de orçamento	de pontes		1,0000	unidade
	Estudo	de pontes		1,0000	unidade
Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART					

5. Observações
Elab. proj. Exec. da ponte sobre o Rio Perdido, no Município de Juína, incl. estudo hidrológico.

6. Declarações
Acessibilidade: Declaro que as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004, não se aplicam às atividades profissionais acima relacionadas.

7. Entidade de Classe

8. Assinaturas	
Declaro serem verdadeiras as informações acima.	
Local	Assinatura
LUCAS LUIZ ARAUJO CORREA/22091942880	/ / data
220.919.428-80 - LUCAS LUIZ ARAUJO CORREA	Assinatura de forma digital por LUCAS LUIZ ARAUJO CORREA/22091942880 Data: 2024/04/22 08:23:37 -0400
926.563.401-44 - ERENITA ROSA DAMIANI	Assinatura de forma digital por ERENITA ROSA DAMIANI/92656340144 Data: 2024/04/22 08:23:37 -0400

Valor ART: R\$ 99,64

Registrada em 18/04/2024

Valor Pago: R\$ 99,64

9. Informações

A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante do pagamento ou conferência no site do Crea.
A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-mt.org.br ou www.confea.org.br.
A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

www.crea-mt.org.br cate@crea-mt.org.br
tel: (65)3315-3000



CREA-MT
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do
Mato Grosso

Nosso Número: 140000000014412603



8.0 – TERMO DE ENCERRAMENTO



TERMO DE ENCERRAMENTO

Encerro o presente Volume III, referente aos Serviços de Elaboração de Estudos Topográficos, Estudos Hidrológicos / Hidráulicos, e Projeto Executivo para ponte sobre o Rio Perdido, situado na Rodovia municipal, coordenadas 11°24'38.25"S / 58°44'44.03"O, no Município de Juína, com extensão de 50,00m e largura de 8,80m, declarando que este possui um total de 100 (Cem) folhas incluindo a folha deste Termo.

MARILDA DE CASTRO
MARILDA DE CASTRO
COSTA:01534644881
COSTA:01534644881 2026.06.25 14:13:40-04'00'

Eng.^a Marilda de Castro Costa

FCK ENGENHARIA CONSULTORIA COMÉRCIO
E REPRESENTAÇÕES LTDA.

LUCAS LUIZ ARAUJO
LUCAS LUIZ ARAUJO
CORREA:22091942880
CORREA:22091942880
2026.06.25 11:42:59-04'00'
0 2026.1.1

Eng.^o Lucas Luiz Araujo Correa

FCK ENGENHARIA CONSULTORIA COMÉRCIO
E REPRESENTAÇÕES LTDA.