



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

PREFEITURA MUNICIPAL DE ENTRE-IJUÍ

CNPJ 89.971.782/0001-10

Rua Francisco Richter, nº 601 - CEP: 98855-000

Fone/Fax (55) 3329-2750 R 214

MEMORIAL DE CÁLCULO

PROPRIETÁRIO: Prefeitura Municipal de Entre-Ijuís

OBRA: Troca de um tabuleiro madeira por concreto de uma ponte com fundações em concreto armado sobre o Lajeado sem denominação com 5,50m de largura x 8,00m de extensão e ampliação da infraestrutura e mesoestruturas.

LOCAL: Serra de Baixo

COORDENADAS: Lat. 28° 21' 04,00" Sul e Long. 54° 18' 40,38" Oeste

APRESENTAÇÃO

O presente memorial integra o conjunto de cálculos sobre os quantitativos constantes na planilha orçamentária referente à troca de um tabuleiro madeira por concreto de uma ponte com fundações em concreto sobre o Lajeado Barro Preto com 5,50m de largura x 9,00m de extensão e ampliação da mesoestrutura.

1.0 - SERVIÇOS PRELIMINARES

1.1 Serviços Técnicos

1.1.1 Engenheiro ou arquiteto chefe/sênior - de obra

Considerou-se um período de 10 hs para o acompanhamento da execução do referido serviço.

1.2 Serviços Iniciais

1.2.1 Container para escritório

Considerou-se um prazo de dois meses de aluguel do mesmo baseado no período de execução da ponte.

1.2.2 Locação de Grupo gerador

Adotou-se uma jornada de trabalho de 240 h no período de dois meses.

1.2.3 Locação de obra por m²

A ponte tem 5,50 m de largura (L) por 9,00 m de comprimento (C). Assim sendo, calcula-se a área a ser locada da seguinte forma:

$$A = L \cdot C \rightarrow A = 5,50 \cdot 8,00 \rightarrow A = 44,00 \text{ m}^2$$

$$\text{ou } L = 8,0 + 8,0 + 5,5 + 5,5 \rightarrow L = 27,0 \text{ m}$$

1.2.4 Container ou aluguel para estadia/depósito

Idem ao Item 1.2.1

1.2.5 Sinalização de obra – Fornecimento e instalação de cone de sinalização em PVC rígido com faixa refletiva, h = 70 / 76 cm



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

PREFEITURA MUNICIPAL DE ENTRE-IJUÍ

CNPJ 89.971.782/0001-10

Rua Francisco Richter, nº 601 - CEP: 98855-000

Fone/Fax (55) 3329-2750 R 214

Deverão ser instalados **dois cones** de sinalização em PVC rígido com faixa refletiva de altura entre 70 e 76 cm, **em cada entroncamento** próximo a ponte para interrupção do trânsito.

1.2.6 Placa semi-reflexiva, indicativa de ponte estreita (tipo A22)

Deverão ser instaladas **duas** placas de sinalização em chapa galvanizada de lado igual a 50 cm do tipo A-22 (Ponte estreita) e altura de 1,20m. A localização das placas deverá ser em ambos os lados à direita numa distância de 80,0 m da ponte (de acordo com o VOLUME II do Manual Brasileiro de Sinalização de trânsito) e, para uma velocidade de aproximação de 60 Km/h nas estradas rurais.

$$A = L \times L$$

$$A = 2 \text{ unidades} \times 0,50 \text{ m} \times 0,50 \text{ m} \rightarrow A = 0,50\text{m}^2$$

Onde: A = Área da placa (m²); L = lado da placa (m).

2.0 – INFRAESTRUTURA

2.1 Perfuração em rocha/concreto

Adotado 1 furo a cada 0,50 m nos dois encontros com profundidade de 0,50m. Dessa forma temos 10 furos em cada um dos encontros com 0,50m cada.

$$L = (10 + 10) \times 0,50 \rightarrow L = 10,0\text{m}$$

Onde: L = profundidade da perfuração (m).

Locação de perfuratriz: **Adotado 16 h**

2.2 Pinos de Aço CA 50 DN = 5/8" para engaste

$$\text{Adotado } L = 20,0\text{m ou } 20\text{m} \times 1,57\text{Kg/m} \rightarrow 31,40\text{Kg}$$

O engaste considerado é de 0,50 m na fundação existente (Item 2.1) e de 0,50 m no concreto a ser executado.

2.3 Formas manuseáveis para vigas e pilares sem reaproveitamento

A = A apoio externo com as ombreiras

$$A = (8 \text{ lados} \times (b \times H) + 4 \text{ lados} \times (b' \times H) \rightarrow$$

$$A = 8 \text{ lados} \times (1,50 \times 2,00) + 4 \text{ lados} \times (0,25 \times 2,00) \rightarrow A = 26,00 \text{ m}^2$$

Onde: H = altura da ombreira (m); b = largura da ombreira (m) e b' = espessura da ombreira.

2.4 Armação da ombreira em concreto armado, com aço CA-50 de 6,3 mm - montagem

Cortina/encontro:

$$M = ((E + e) \times 2 \text{ lados} + T) \times 4 \text{ ombreiras} \rightarrow L = ((1,40 + 0,15) \times 2 \text{ lados} + 0,30) \times 4 \text{ ombreiras} \rightarrow L = 13,60 \text{ m} \times 0,248 \text{ Kg/m} \times 8 \text{ unidades/ombreira} \rightarrow \underline{\underline{M = 26,98 \text{ Kg.}}}$$

Onde: M = Massa do aço (kg); E = extensão da ombreira descontando cobertura de 5,0 cm; e = espessura da ombreira descontando cobertura de 5,0 cm; T = Transpasse adotado (m).



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

PREFEITURA MUNICIPAL DE ENTRE-IJUÍ

CNPJ 89.971.782/0001-10

Rua Francisco Richter, nº 601 - CEP: 98855-000

Fone/Fax (55) 3329-2750 R 214

2.5 Armação das ombreiras em concreto armado, com aço CA-50 de 12,5 mm – montagem

Ombreiras:

$L' = ((L + e) \times 2 \text{ lados}) \times 4 \text{ ombreiras} \rightarrow L = ((1,90 + 0,50) \times 2 \text{ lados} + 0,30\text{m}) \times 4 \text{ ombreiras} \rightarrow L' = 20,4 \text{ m} \times 0,988 \text{ Kg /m} \times 4 \text{ unidades/cortina} \rightarrow \underline{L' = 80,62 \text{ Kg}}$

Onde: L' = Massa do aço (kg); L = altura da ampliação acrescida de 50cm engastado na rocha, descontando cobertura de 5,0 cm; e = engaste na cortina e T = Transpasse adotado (m).

2.6 Concretagem das ombreiras através de bomba (lançamento, adensamento e acabamento)

As ombreiras devem atingir a cota de 2,00m para garantir a estabilidade da ponte.

No caso dos encontros temos:

$V_E = 4 \text{ unidades} \times E \times e \times h \rightarrow V_E = 4 \text{ unidades} \times 1,50 \times 0,25 \times 2,00 \rightarrow V_E = 3,00 \text{ m}^3$

Onde: V_E = Volume de concreto das ombreiras; E = extensão das ombreiras; e = espessura e h = altura.

2.7 – Transporte comercial com caminhão basculante 6 m³

Consiste no transporte dos materiais no preparo do concreto. Considera-se o volume de areia e brita de 0,8 m³ por metro cúbico de concreto pronto. A densidade média dos materiais foi considerada como sendo 1,4. Logo temos que:

$T = V \times v \times \text{Nº MATERIAIS} \times d \rightarrow T = (3,00) \times 0,8 \times 2,00 \times 1,4 \rightarrow T = 6,72 \text{ T}$

Onde: V = Volume (m³); v = Volume de brita (m³); d = densidade.

Dividindo-se o valor de T por 6 toneladas temos 2 cargas (viagens) e, finalmente multiplicando 2 cargas por uma DMT de 50Km e por 6 m³ temos:

$T = 600\text{T.km}$

2.8 – Transporte comercial com caminhão carroceria 9T

Calcula-se o transporte da quantidade de cimento para o volume de concreto de 3,0 m³. Para isso considera-se uma quantidade média de 07 sacos de cimento por m³ de concreto, ou seja:

$3 \text{ m}^3 \times 7 \text{ sc/ m}^3 \times 0,05\text{T/sc} = 1,05\text{T}$. Dividindo-se pela capacidade de carga de 9 toneladas temos **uma** viagem e multiplicando pela capacidade de 9T e por uma DMT de 50Km temos:

$T = 450\text{T.Km}$

3.0 – MESOESTRUTURA



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

PREFEITURA MUNICIPAL DE ENTRE-IJUÍ

CNPJ 89.971.782/0001-10

Rua Francisco Richter, nº 601 - CEP: 98855-000

Fone/Fax (55) 3329-2750 R 214

3.1 – Travesseiros de concreto armado cabeceiras

É um total de 02 unidades idênticas nas extremidades da ponte (encontros).

V = V de 2 cabeceiras

$$V = 2 \cdot B \cdot H \cdot L \rightarrow V = 2 \cdot 0,25 \cdot 0,70 \cdot 8,50 \rightarrow V = 2,98 \text{ m}^3$$

Onde: B = Base maior do apoio(m); L = Comprimento dos encontros, incluso as ombreiras(m); e H = Altura do travesseiro(m).

3.2 – Formas de tábuas 3ª para vigas e pilares sem reaproveitamento

A = A apoio externo (encontros)

$$A = 4 \text{ lados} \cdot (B \cdot H + b \cdot h) \rightarrow A = 4 \text{ lados} \cdot (8,50 \cdot 0,70 + 0,70 \cdot 0,25)$$

$$\rightarrow A = 24,50 \text{ m}^2$$

3.3 – Andaimes

$$A = (\text{nº ombreiras} \cdot C + L) \cdot H \cdot \text{nº lados}$$

$$A = (2 \cdot 1,50 + 5,5) \cdot 2,00 \cdot 2 \rightarrow A = 34,00 \text{ m}^2$$

Onde: C = Base das ombreiras(m); L = Largura da ponte(m) e H = Altura(m).

3.4 – Transporte comercial com caminhão basculante 6 m³

Consiste no transporte dos materiais no preparo do concreto. Considera-se o volume de areia e brita de 0,8 m³ por metro cúbico de concreto pronto. A densidade média dos materiais foi considerada como sendo 1,4. Logo temos que:

$$T = V \cdot v \cdot \text{Nº MATERIAIS} \cdot d \rightarrow T = (2,98) \cdot 0,8 \cdot 2,00 \cdot 1,4 \rightarrow T = 6,98 \text{ T}$$

Onde: V = Volume (m³); v = Volume de brita (m³); d = densidade.

Dividindo-se o valor de T por 6 toneladas temos 2 carga (viagens) e, finalmente multiplicando 2 cargas por uma DMT de 50Km e por 6 m³ temos:

$$T = 600 \text{ T.km}$$

3.5 – Transporte comercial com caminhão carroceria 9T

Calcula-se o transporte da quantidade de cimento para o volume de concreto de 2,98 m³. Para isso considera-se uma quantidade media de 07 sacos de cimento por m³ de concreto, ou seja:

$2,98 \text{ m}^3 \cdot 7 \text{ sc} / \text{m}^3 \cdot 0,05 \text{ T/sc} = 1,04 \text{ T}$. Dividindo-se pela capacidade de carga de 9 toneladas temos **uma** viagem e multiplicando pela capacidade de 9T e por uma DMT de 50Km temos:

$$T = 450 \text{ T.Km}$$

4.0 – SUPERESTRUTURA



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

PREFEITURA MUNICIPAL DE ENTRE-IJUÍS

CNPJ 89.971.782/0001-10

Rua Francisco Richter, nº 601 - CEP: 98855-000

Fone/Fax (55) 3329-2750 R 214

4.1 – Longarinas de concreto armado pré-moldado 25x70

Serão 4 vigas de 0,25x8,00x0,70 (largura x comprimento x altura)

4.1.1 Concreto usado estrutural FCK 25MPa

Cálculo do volume de concreto por metro linear de viga. A viga tem seção 25x70cm para efeitos de quantitativos de materiais. A empresa vencedora da licitação poderá definir no seu projeto estrutural dimensões distintas desta.

$$V = b * h \rightarrow V = 0,25 * 0,70 \rightarrow V = 0,18 \text{ m}^3/\text{m}$$

Onde: b = Base da viga e h = Altura da viga.

4.1.2 Forma plana em chapa compensada resinada, estrutural e = 1,4 mm

$$A = (n^{\circ} \text{ lados} * h + b) \rightarrow A = 2 * 0,70 + 0,25 \rightarrow A = 1,65 \text{ m}^2/\text{m}$$

Onde: b = Base da viga e h = Altura da viga.

4.1.3 Armação de aço CA 60 diâmetro 3,4 a 6,0 mm (estribos)

Utiliza-se 1 estribo a cada 10 cm, o que significa 10 unidades por metro linear. O peso por metro linear do aço CA 60 bitola 4.2 mm é de 0,11 Kg/m.

Em se tratando de viga seção "I" o estribo de cada mesa corresponde a um comprimento de 70 cm (sendo 22 cm para cada base, 7 cm de altura para cada lado e 12 cm de transpasse). O estribo alma corresponde a 200 cm (sendo 67 cm de cada lado da alma e 22 cm base superior e inferior e 22 cm de transpasse).

Logo tem-se:

$$M = (200 + 70 * 2) * 0,11 * 10 \text{ unidades por metro} \rightarrow M = 3,74 \text{ Kg/m}$$

Onde M = massa dos estribos por metro linear de viga.

4.1.4 Armação de aço CA 50 diâmetro 5/8" a 1"

Neste caso considera-se 8 ferros de bitola 3/4" de armadura negativa (mesa); 8 ferros de bitola 5/16" na armadura da alma e 8 ferros de bitola 1/2" de armadura positiva (mesa).

$$\text{Bitola } 3/4" = 8 * 2,47 = 19,76 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Bitola } 5/16" = 8 * 0,39 = 3,12 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Bitola } 1/2" = 8 * 0,98 = 7,84 \text{ Kg/m}$$

$$M = 30,72 \text{ kg/m}$$

4.1.5 Guincho para montagem dos pré-moldados

Foi considerado um período de 8 horas.

4.1.6 Transporte com caminhão carroceria com muck em via urbana pavimentada DMT excedente a 30 km

A DMT considerada é de 400Km.

$$t = b * h * G * n^{\circ} \text{ vigas} * C * \text{DMT}$$

$$t = 0,25 * 0,70 * 2,5 * 4 * 8,0 * 400 \rightarrow t = 5.600 * \text{Km}$$



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

PREFEITURA MUNICIPAL DE ENTRE-IJUÍS

CNPJ 89.971.782/0001-10

Rua Francisco Richter, nº 601 - CEP: 98855-000

Fone/Fax (55) 3329-2750 R 214

Sendo t = Transporte (T.Km); b = base da viga(m); h = altura da viga (m); G = Densidade do concreto armado (T/m³); C = Comprimento da viga (m); e DMT(km).

4.2 – Placas treliçadas pré-moldadas para ponte/m² (Composição)

4.2.1 Treliças TR-16

Da Tabela da Gerdau obtém-se que para essa treliça o peso de aço é de 5,67 kg por m. São necessárias 5 treliças por metro linear de ponte. Assim sendo uma treliça de 12 m de comprimento pesa 74,30 Kg.

As treliças utilizadas possuem 16 cm de altura e o cobrimento em concreto dessas é de 06 cm totalizando 22 cm de espessura. Os dois banzos inferiores, são de Aço CA 60 na bitola de 5,0 mm e o banzo superior será de Aço CA 60 na bitola de 7,0 mm. Os montantes laterais são de Aço CA 60 4.2 mm.

A massa de aço da treliça é de 1,03 Kg/m. Como temos 5 treliças por metro e um coeficiente de segurança de 10% chegamos a **5,67 Kg/m²**.

Ou **249,48 kg** para toda a ponte (**44,00 m²**)

4.2.2 Concreto usado estrutural FCK=25 MPa esp. 4 cm

$$V = e \cdot a \rightarrow V = 0,04 \cdot 44,00 \rightarrow V = 1,76 \text{ m}^3$$

Onde: V = volume (m³), e = espessura concreto (m) e a = área (m²).

4.2.3 Forma plana em chapa compensada resinada, estrutural $e = 1,4 \text{ mm}$

$$A = (b \cdot h) \rightarrow A = 1,00 \cdot 1,00 \rightarrow A = 1,00 \text{ m}^2/\text{m}^2$$

Onde: b = Base da viga e h = Altura da viga.

4.2.4 Transporte de material de qualquer natureza DMT > 10 Km

A DMT considerada é de 400Km.

$$t = e \cdot C \cdot L \cdot G \cdot \text{DMT}$$

$$t = 0,04 \cdot 8,00 \cdot 5,5 \cdot 2,5 \cdot 400 \rightarrow t = 1.760 \text{ T} \cdot \text{Km}$$

Sendo t = Transporte (T.Km); e = espessura da placa(m); L = largura da ponte (m); C = Comprimento da ponte (m); g = Densidade do concreto armado (T/m³) e DMT (km).

4.3 – Laje de capeamento em concreto armado

$$V = (e_t - e') \cdot A_P \rightarrow V = (0,22 - 0,04) \cdot 44,00 \rightarrow V = 7,92 \text{ m}^3$$

Onde V = Volume do concreto (m³); e_t = espessura total (m); e' = Espessura de concreto da treliça TR-16 (m) e A_P = Área da ponte (m).

4.4 – Viga transversina em concreto armado

$$V = b \cdot H \cdot C \cdot n^\circ \text{ vigas} + L \cdot b \cdot H - n^\circ \text{ interseções} \cdot B' \cdot b \cdot H \rightarrow$$

$$V = 0,25 \cdot 0,70 \cdot 5,50 \cdot 2,00 - 4 \cdot 0,25 \cdot 0,25 \cdot 0,70 \rightarrow V = 1,75 \text{ m}^3$$

Onde V = Volume do concreto (m³); b = Base da viga; H = Altura da viga(m); C = Comprimento da viga (m); B' = largura das longarinas(m); L = Largura da ponte(m);



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

PREFEITURA MUNICIPAL DE ENTRE-IJUÍ

CNPJ 89.971.782/0001-10

Rua Francisco Richter, nº 601 - CEP: 98855-000

Fone/Fax (55) 3329-2750 R 214

4.5 – Guarda-rodas em concreto armado

$$V = (b+B)/2 * H * C * n^{\circ} \text{ de lados} \rightarrow V = (0,2+0,15)/2 * 0,30 * 8,00 * 2,0 \rightarrow V = 0,84 \text{ m}^3$$

Onde V = Volume do concreto (m³); b = Base menor da viga; B = Base maior da viga; h = Altura da viga e C = Comprimento da viga (m).

4.6 – Transporte comercial com caminhão basculante 6 m³

Consiste no transporte dos materiais no preparo do concreto. Considera-se o volume de areia e brita de 0,8 m³ por metro cúbico de concreto pronto. A densidade média dos materiais foi considerada como sendo 1,4. Logo temos que:

$$T = V * v * N^{\circ} \text{ MATERIAIS} * d \rightarrow T = (7,92 + 1,75 + 0,84) * 0,8 * 2,00 * 1,4 \rightarrow T = 23,54 \text{ T}$$

Onde: V = Volume (m³); v = Volume de brita (m³); d = densidade.

Dividindo-se o valor de T por 6 toneladas temos 4,0 cargas (viagens). utilizaremos 4 viagens e, assim multiplicando 4 cargas por uma DMT de 50Km e por 6 m³ temos:

$$T = 1.200 \text{ T.km}$$

4.7 – Transporte comercial com caminhão carroceria 9T

Calcula-se o transporte da quantidade de cimento para o volume de concreto de 10,51 m³. Para isso considera-se uma quantidade média de 07 sacos de cimento por m³ de concreto, ou seja:

10,51 m³ * 7 sc/ m³ * 0,05T/sc = 3,67T. Dividindo-se pela capacidade de carga de 9 toneladas temos **uma** viagem e multiplicando pela capacidade de 9T e por uma DMT de 50Km temos:

$$T = 450 \text{ T.Km}$$

5.0 – ATERRO (por conta da Prefeitura)

5.1 – Escavação, carga, transporte mecânica em jazida até 1km

5.2 – Compactação mecânica do aterro – Sem controle

Entre-Ijuís, Abril de 2023.

LUIS CARLOS FRANTZ
Engenheiro Civil – CREA RS 117.772