

Projeto Executivo Para Reconstrução de Ponte

MEMORIAL DESCRITIVO

RESUMO DA PONTE:

PONTE SOBRE O RIO JATIBOCAS – MUNICÍPIO DE ITARANA - META 03

ENDEREÇO: SOBRE O RIO JATIBOCAS: 40° 53' 16,1"W / 19° 57' 43,8" S.

COMPRIMENTO DO TABULEIRO: 9,60m.

LARGURA DO TABULEIRO: 4,20m.

PONTE EM ESTRUTURA METÁLICA – 2 VIGAS W 610X140 E 3 TRANSVERSINAS W 250X22,3

TABULEIRO EM CONCRETO ARMADO – PLACAS PRÉ-MOLDADAS E CAPA DE CONCRETO.

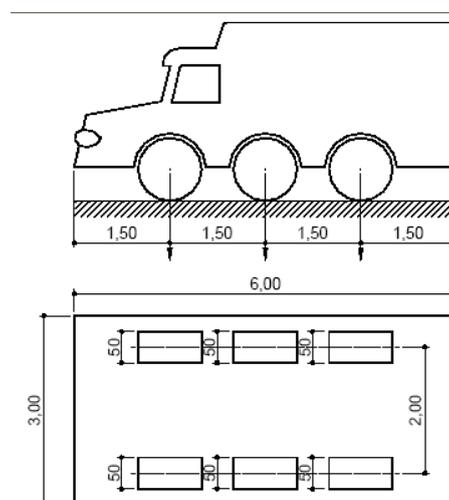
ESTACA RAIZ COM DIÂMETRO DE 310 mm 22,00 METROS PERFURADOS EM SOLO E 2 METROS PERFURADOS EM ROCHA.

1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

É autorizado pelo Autor deste projeto a utilização deste documento única e exclusivamente para a obra da reconstrução da ponte sobre o rio Jatibocas – Município de Itarana – Meta 03, sendo vedado seu uso em qualquer outra obra ou para qualquer outro fim que onde não haja relação direta com a construção.

Denominam-se pontes, construções cuja finalidade é transpor obstáculos, havendo compatibilidade das cargas atuantes na estrutura com o sistema estrutural proposto.

Pontes vicinais são aquelas cuja finalidade é transpor obstáculos de estradas que ligam propriedades e fazendas vizinhas. Este memorial descritivo contempla pontes vicinais classe 45 da NBR 7188/2013 conforme figura 01. Carga por eixo com 15 tf, carga por roda com 7,5 tf e carga de multidão com 500 kg/m².




Igor Alves Folador Dominicini
Engenheiro Civil
CREA-ES 043213/D

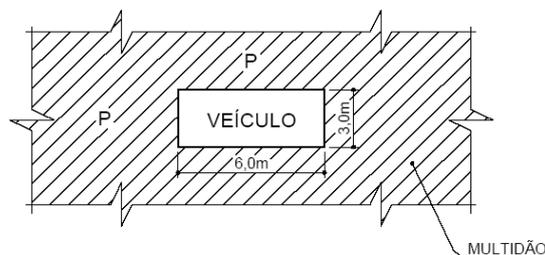


Figura 01: Trem-Tipo Classe 45

2. DESCRIÇÃO DA ESTRUTURA E PROJETOS ELABORADOS

Fundação com estaca raiz, blocos em concreto armado servindo de sustentação para as vigas metálicas mistas e do tabuleiro em concreto armado.

O escopo do serviço foi a elaboração do projeto estrutural básico de concreto armado, projeto básico de estrutura metálica e projeto básico da estrutura das fundações.

Os documentos de referência do projeto estrutural foram as sondagens mista, “Sondagem de reconhecimento pelo método rotativo” e “Solo - Sondagens de simples reconhecimentos com SPT - Método de ensaio”, levantamento topográfico/projeto geométrico e estudo hidrológico.

As especificações de serviço deste memorial são fundamentais para garantir que os parâmetros adotados nos projetos sejam efetivamente obtidos na construção. Também consta neste, critérios de projeto e considerações de dimensionamento utilizadas para escolha das seções.

3. CRITÉRIOS DE PROJETO

Densidade do concreto armado = 2.500 kgf/m³; Densidade do aço estrutural = 7.850 kgf/m³; Concreto estrutural: C30 (30 MPa).

Aços para concreto armado (conforme especificações das pranchas): CA-50 ou CA-60 Aços para estrutura metálica (conforme especificações das pranchas):

Perfis laminados - ASTM A572: $f_y \geq 345$ MPa; $f_u \geq 450$ Mpa

Perfis conformados a frio - USI-SAC 300: $f_y \geq 300$ MPa; $f_u \geq 400$ MPa Conectores de cisalhamento - ASTM A36 $f_y \geq 250$ MPa; $f_u \geq 400$ MPa Chapas - ASTM A572: $f_y \geq 345$ MPa; $f_u \geq 450$ Mpa.

Coefficiente de impacto:

Para vãos menores do que 10 m = 1,35

Para vãos entre 10 m e 200 m = $(1 + 1,06 \times (20/(V\tilde{a}o + 50)))$

Combinações utilizadas nas verificações:

ELU Antes da Cura do Concreto (perfil de aço isolado):

1,2 x Cargas Permanentes + 1,2 x Sobrecarga de Construção/Operação

ELU da Ponte em Serviço (após cura do concreto – viga mista):

1,4 x Cargas Permanentes + 1,5 x Carga do Trem Tipo já com impacto.


Igor Alves Folador Dominicini
Engenheiro Civil
CREA-ES 043213/D

Para flechas, a favor da segurança, não foram considerados coeficientes de redução dos esforços.

Para análise estrutural e verificação das peças foram utilizados os seguintes programas:

- mCalcLIG (Desenvolvido pela STABILE)
- mCalcAC 4.0 (Desenvolvido pela STABILE)
- mCalc Perfis 3.0 (Desenvolvido pela STABILE)
- CAD TQS (Desenvolvido pela TQS)
- Programas em ambiente Mathcad desenvolvidos pelo responsável por este relatório

Normas utilizadas:

- NBR-6118: Projeto de Estruturas de Concreto.
- NBR-7187: Projeto Pontes de Concreto Armado e de Concreto Protendido
- NBR-7188: Carga Móvel em Ponte Rodoviária e Passarela de Pedestres
- NBR-8800: Projeto de Estruturas de Aço e de Estruturas Mistas de Aço e Concreto de Edifícios
- NBR-6123: Forças Devidas ao Vento em Edificações
- NBR-8681: Ações e Segurança nas Estruturas
- NBR-10839: Execução de Obras de arte Especiais em Concreto Armado e Concreto Protendido
- NBR-6122: Projeto e Execução de Fundações



Figura 02: Vista longitudinal típica considerada para dimensionamento das longarinas

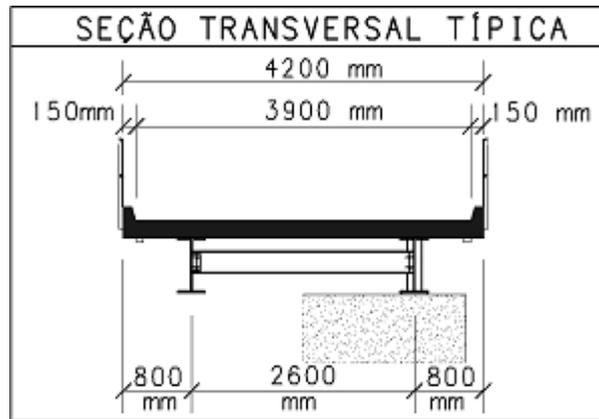


Figura 03: Vista transversal típica considerada para dimensionamento dos elementos

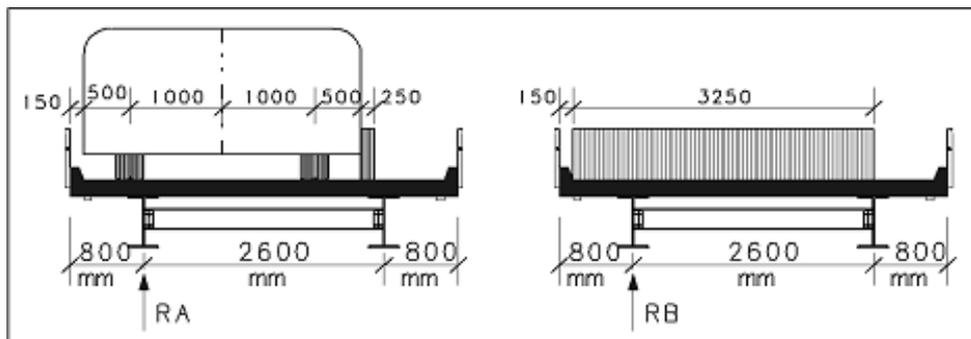


Figura 04: Posição do trem-tipo e carga de multidão na seção

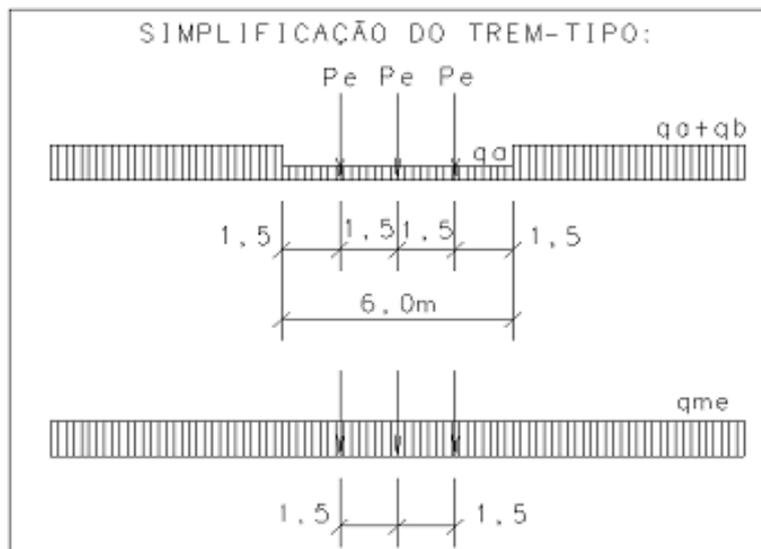


Figura 05: Adoção do trem-tipo simplificado para obtenção dos esforços

4. DIMENSIONAMENTO DOS ELEMENTOS

Respaldo pelas informações descritas anteriormente, em anexo os resultados das verificações. A favor da segurança foi considerado capeamento in-loco com 25 MPa e com 1cm de espessura a menos.

- TABULEIRO:

Momento solicitante positivo: 5,33 tf.m/m

Área de aço requerida: 7,71 cm²/m.

Área de aço existente: 10,36cm²/m

Momento solicitante negativo: 2 tf.m/m.

Área de aço requerida: 3,24 cm²/m.

Área de aço existente: 4 cm²/m.

- LONGARINAS

1.Dados gerais da viga mista

Características da viga	
Vão	10 m
Intervigas(d1)	2.6 m
Sistema de construção	Não Escorada
Posicionamento da viga	Viga extremidade
Tipo de interação	Completa

Características da laje de concreto (fck = 25 MPa)	
Largura da Laje de concreto adotada(bef)	2.05 m
Espessura da Laje (tc)	125 mm
Tipo de laje	Pré Moldada

Características do perfil	
Perfil	W 610 x 140.0
Limite de escoamento do perfil(fy)	345 MPa
Altura do perfil(d)	612 mm


Igor Alves Folador Dominicini
Engenheiro Civil
CREA-ES 043213/D

Momento de inércia do perfil (Ia)	99184 cm ⁴
--	-----------------------

Característica dos conectores	
Tipo	ULAM 152.4 12.20 Lcs=100

Solicitações de cálculo	
Momento fletor máximo de cálculo(MSd)	150319.75 kgf.m
Momento fletor máximo de cálculo antes da cura (MSdo)	24420 kgf.m
Esforço cortante máximo de cálculo(VSd)	62799 kgf

2. Verificação da Esbeltez

$$\frac{h}{t_w} = 48.13 \text{ Esbeltez da viga.}$$

$$3,76 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 90.53 \text{ Esbeltez limite da viga.}$$

$$\frac{h}{t_w} \leq 3,76 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} \quad \text{A viga não é esbelta.}$$

3. Verificação da Flambagem na mesa

MSdo = 24420 kgf.m

W = 3241.31 cm³

Wc = 1620.65 cm³

fr = 10350000 kgf/m²

Momento fletor na viga antes da cura do concreto.

Módulo elástico da seção de aço.

Módulo elástico da região comprimida da seção de aço.

Tensão residual de compressão nas mesas.

$$\lambda = \frac{b}{t_f} = 5.54 \text{ Parâmetro de esbeltez.}$$

$$\lambda_p = 0,38 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 9.15 \text{ Parâmetro de esbeltez correspondente à plastificação.}$$


 Igor Alves Folador Dominicini
 Engenheiro Civil
 CREA-ES 043213/D

$$\lambda_r = 0,83 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y - f_r}} = 23.89 \text{ Parâmetro de esbeltez correspondente ao início do escoamento.}$$

$$M_r = W \cdot f_y = 111825.09 \text{ kgf.m} \quad \text{Momento fletor correspondente ao início do escoamento.}$$

$$M_{pl} = 1,15 \cdot M_r = 128598.86 \text{ kgf.m} \quad \text{Momento fletor de plastificação da seção.}$$

$$M_{cr} = \frac{0,69 \cdot E \cdot W_c}{\lambda^2} = 729158.25 \text{ kgf.m} \quad \text{Momento fletor de flambagem elástica.}$$

$$\lambda \leq \lambda_p$$

$$M_{Rk} = M_{pl} = 128598.86 \text{ kgf.m} \quad \text{Momento fletor característico.}$$

$$M_{Rd0} = \frac{M_{Rk}}{1,10} = 116908.05 \text{ kgf.m} \quad \text{Momento resistente de cálculo antes da cura do concreto.}$$

4. Verificação da Flambagem na alma

$$M_{Sd0} = 24420 \text{ kgf.m} \quad \text{Momento fletor na viga antes da cura do concreto.}$$

$$W = 3241.31 \text{ cm}^3 \quad \text{Módulo elástico da seção de aço.}$$

$$h_p = 0.57 \text{ m} \quad \text{Altura comprimida da alma da viga.}$$

$$\lambda = \frac{h}{t_w} = 48.13 \text{ Parâmetro de esbeltez.}$$

$$\lambda_p = 3,76 \cdot \frac{h}{h_p} \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 90.53 \quad \text{Parâmetro de esbeltez correspondente à plastificação.}$$

$$M_r = W_{ef} \cdot f_y = 111825.09 \text{ kgf.m} \quad \text{Momento fletor correspondente ao início do escoamento.}$$

$$M_{pl} = 1,15 \cdot M_r = 128598.86 \text{ kgf.m} \quad \text{Momento fletor de plastificação da seção.}$$


Igor Alves Folador Dominicini
Engenheiro Civil
CREA-ES 043213/D

$$\lambda \leq \lambda_p$$

$$M_{Rk} = M_{pl} = 128598.86 \text{ kgf.m} \quad \text{Momento fletor característico.}$$

$$M_{Rd0} = \frac{M_{Rk}}{1,10} = 116908.05 \text{ kgf.m} \quad \text{Momento resistente de cálculo antes da cura do concreto.}$$

O momento resistente de cálculo para verificação da viga antes da cura do concreto é:

$$MRd = 116908.05 \text{ kgf.m} \quad \text{Momento fletor na viga antes da cura do concreto.}$$

$$M_{Rd} \geq M_{Sd0} \quad \text{OK!}$$

$$\frac{M_{Sd0}}{M_{Rd0}} = 0.21 \leq 1.0 \quad \text{OK!}$$

5. Avaliação da linha neutra plástica na laje de concreto

(Afy)a: é o produto da área da seção da viga de aço pela sua resistência ao escoamento.

$$\frac{0,85 \cdot f_{ck} \cdot b \cdot t_c}{1,40} = 388950.91 \text{ kgf} \quad \text{Força de plastificação da laje de concreto.}$$

$$\frac{(A \cdot f_y)_a}{1,10} = 495329.66 \text{ kgf} \quad \text{Força de plastificação do perfil de aço.}$$

Conector: ULAM 152.4 12.20 Lcs=100

tf = 0.01 m Espessura da mesa do conector.

tw = 0.01 m Espessura da alma do conector.

Lcs = 0.1 m Comprimento do perfil U.

$$q_{Rd} = \frac{0,3 \cdot (t_f + 0,5 \cdot t_w) \cdot L_{cs} \cdot \sqrt{f_{ck} \cdot E_c}}{1,25} = 20806.42 \text{ kgf}$$

$$\frac{T_d}{q_{Rd}} = 24 \quad \text{Número de conectores para metade do vão}$$

$$\frac{0,85 \cdot f_{ck} \cdot b \cdot t_c}{1,40} \leq \frac{(A \cdot f_y)_a}{1,10}$$

A linha neutra plástica passa na viga de aço.

6. Determinação do momento resistente de cálculo

β_{vm} coeficiente dado conforme a capacidade de rotação da ligação. Para vigas biapoçadas é igual a 1,00.

$y_p = 0.01$ m distância da linha neutra da seção plastificada até a face superior da viga de aço.

$y_c = 3.7E-3$ m distância do centro de gravidade da parte comprimida da seção da viga de aço até a face superior dessa viga.

$y_t = 0.27$ m distância do centro de gravidade da parte tracionada da seção da viga de aço até a face inferior dessa viga.

$d = 0.61$ m Altura do perfil de aço.

$(A \cdot f_y)_{tf}$: é o produto da área da mesa superior da viga de aço pela sua resistência ao escoamento.

$(A \cdot f_y)_{tw}$: é o produto da área da alma da viga de aço pela sua resistência ao escoamento.

$$C_{cd} = \frac{0,85 \cdot f_{ck} \cdot b \cdot t_c}{1,40} = 388950.91 \text{ kgf} \quad \text{Resistência de cálculo da região comprimida da laje.}$$

$$C_{ad} = \frac{1}{2} \left[\frac{(A \cdot f_y)_a}{1,10} - C_{cd} \right] = 53189.38 \text{ kgf} \quad \text{Resistência de cálculo da região comprimida do perfil}$$

de aço.

$$T_{ad} = C_{cd} + C_{ad} = 442140.28 \text{ kgf} \quad \text{Resistência de cálculo da região tracionada do perfil de}$$

aço.

$$C_{ad} \leq \frac{(A \cdot f_y)_{tf}}{1,10} \quad \text{A linha neutra plástica está na mesa superior.}$$

$y_p = 0.01$ m

$y_c = 3.7E-3$ m

$y_t = 0.27$ m

$$M_{Rd} = \beta_{vm} \cdot \left[C_{ad} \cdot (d - y_t - y_c) + C_{cd} \cdot \left(\frac{t_c}{2} + h_f + d - y_t \right) \right] = 204657.72 \text{ kgf.m} \quad \text{Resistência de cálculo ao}$$

momento fletor.


Igor Alves Folador Dominicini
Engenheiro Civil
CREA-ES 043213/D

$$\frac{M_{Sd}}{M_{Rd}} = 0.73 \leq 1.0 \text{ OK!}$$

7. Verificação ao esforço cortante

$\lambda = 48.13$ Parâmetro de esbeltez.

$\lambda_p = 59.22$ Parâmetro de esbeltez correspondente à plastificação.

$\lambda_r = 73.76$ Parâmetro de esbeltez correspondente ao início do escoamento.

$A_w = 0.01 \text{ m}^2$ Área efetiva de cisalhamento.

$V_{pl} = 0,60 \cdot A_w \cdot f_y = 150753.95 \text{ kgf}$ Força cortante correspondente à plastificação.

$V_{Rk} = V_{pl} = 150753.95 \text{ kgf}$ Força cortante resistente característica.

$V_{Rd} = \frac{V_{Rk}}{1,10} = 137049.05 \text{ kgf}$ Força cortante resistente de cálculo.

$$\frac{V_{Sd}}{V_{Rd}} = 0.46 \leq 1.0 \text{ OK!}$$

8. Determinação da inércia da viga mista: Análise elástica simplificada

$E_c = 0.85 \cdot 5600 \cdot \sqrt{f_{ck}} = 23800 \text{ MPa}$ Módulo de elasticidade do concreto.

$\kappa = 1.5$ Coeficiente que leva em conta a fluência do concreto no cálculo da relação modular.

$R_{MO} = \frac{E_a}{E_c} = 8.4$ Relação modular para ações de curta duração.

$R_M = \kappa \cdot R_{MO} = 12.61$ Relação modular para ações de longa duração.

Para ações de curta duração

$I_{tr} = 307802.91 \text{ cm}^4$ Momento de inércia da seção mista homogeneizada.


Igor Alves Polador Dominicini
Engenheiro Civil
CREA-ES 043213/D

Para ações de longa duração

$I_{tr} = 276654,44 \text{ cm}^4$ Momento de inércia da seção mista homogeneizada.

- **ELEMENTOS DA FUNDAÇÃO:**

Quanto às fundações, foram adotadas estacas raiz em função das características dos perfis de sondagem avaliados, na facilidade executiva e confiabilidade do sistema de execução das estacas. As estacas deverão ser executadas em profundidade a ser definida no local, sendo esperado que as mesmas sejam ancoradas em base de rocha sã, prevista nas sondagens, para profundidade de 22,00 metros em solo e 02 metros ancoradas em rocha com capacidade de terreno compatíveis às características geotécnicas requeridas pela estaca. Trabalhou-se com capacidade geotécnica para as estacas em torno de 30 tf.

Os perfis de sondagem analisados recomendam pela não consideração da resistência por atrito lateral das estacas raiz, em função da forte variação das características do material, recomendando-se que as estacas devam ser cravadas até encontrar a rocha sã. Foram adotadas estacas raiz com 310 mm de diâmetro, restando, portanto, a sua capacidade de ponta, obtida pela penetração de 200 cm em rocha sã.

A área de ponta da estaca considerada é de 754 cm^2 que multiplicado por uma taxa resistente da rocha sã de 600 N/cm^2 , leva a uma resistência de 452 kN, que reduzida de um coeficiente de segurança igual a 2,0 recomendado pela NBR 6122/10, chega a uma carga admissível de 226 kN, que poderia ser coberto com 3 estacas. Entretanto, as cargas horizontais de frenagem no sentido do eixo principal da ponte (135 kN) e os esforços de vento no sentido do eixo ortogonal à ponte, de 15 kN, levam à necessidade de adoção de 8 estacas por viga de coroamento conforme projeto.

Inclinação da estaca

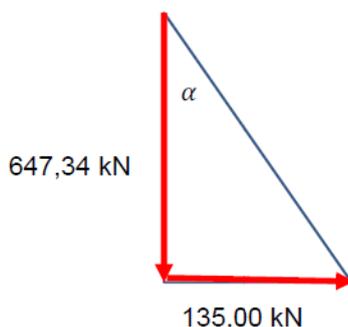
Para combater a força de frenagem e aceleração a estaca deverá ser inclinada.

Força de Frenagem e Aceleração.

Frenagem: 30% da carga móvel atuante no tabuleiro = 135kN.

Aceleração: 30% do peso dos eixos motores = 135kN.

A estaca deverá ser inclinada para combater a força de 13 kN. A carga máxima da estaca é 3 kN




Igor Alves Folador Dominicini
Engenheiro Civil
CREA-ES 043213/D

$$\operatorname{tg}\alpha = 135,00 = \alpha = 11,78^\circ$$

Será adotada a inclinação $\alpha = 12^\circ$, logo

$$F = \operatorname{tg}12^\circ \times 647,34 = 137,60 \text{ kN} \geq 135,00 \text{ kN}$$

5. PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS

Execução de armadura passiva para concreto armado

1. Referências

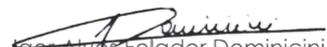
A execução da armadura passiva deve estar obrigatoriamente de acordo com o Projeto Estrutural elaborado pelo Autor desta especificação, bem como atender a todos os critérios cabíveis nas normas técnicas indicadas adiante. Nenhuma modificação poderá ser feita sem prévia autorização escrita do Autor.

2. Execução

- Os aços de categoria CA-50 ou CA-60 não podem ser dobrados em posição qualquer senão naquelas indicadas em projeto, quer para o transporte, quer para facilitar a montagem ou o travamento de fôrmas nas dilatações.
- Não pode ser empregado aço de qualidade diferente da especificada em projeto, sem aprovação prévia do autor do projeto estrutural.
- A armadura deve ser colocada limpa na fôrma (isenta de crostas soltas de ferrugem, terra, óleo ou graxa) e ser fixada de forma tal que não apresente risco de deslocamento durante a concretagem.
- A armação deve ser mantida afastada da fôrma por meio de espaçadores plásticos industrializados. Estes devem estar solidamente, amarrados à armadura, ter resistência igual ou superior à do concreto das peças estruturais às quais estão incorporados e, ainda, devem estar limpos, isentos de ferrugem ou poeira.
- Os espaçadores devem ter dimensões que atendam ao cobrimento nominal indicado em projeto.

Observação: A critério e responsabilidade da fiscalização, pode-se permitir o uso de espaçadores moldados na obra, que deverão ter desempenho equivalente aos industrializados.

- As emendas não projetadas só devem ser aprovadas pela Fiscalização se estiverem de acordo com as normas técnicas ou mediante aprovação do autor do projeto estrutural.
- Na hipótese de determinadas peças da estrutura exigirem o emprego de armaduras com comprimento maior que o limite comercial de 12m, as emendas decorrentes devem obedecer rigorosamente ao prescrito nas normas técnicas da ABNT.
- Não utilizar superposições com mais de duas telas soldadas.


Igor Alves Folador Dominicini
Engenheiro Civil
CREA-ES 043213/D

- A ancoragem reta das telas soldadas deve estar caracterizada pela presença de pelo menos 2 nós soldados na região considerada de ancoragem; caso contrário deve ser utilizado gancho.

3. Recebimento

- O serviço pode ser recebido se atendidas todas as condições de fornecimento de materiais, projeto e execução em conformidade com as normas técnicas da ABNT.
- Os materiais devem ser ensaiados de acordo com as normas técnicas. Em caso de resultado não satisfatório, deve ser feito ensaio de contraprova. Se no ensaio de contraprova, houver pelo menos um resultado que não satisfaça às exigências da norma, o lote deve ser rejeitado.
- Verificar se as armaduras estão de acordo com o indicado no projeto estrutural.
- Verificar o emprego de espaçadores que garantem o cobrimento indicado em projeto e se a amarração das armaduras e telas à fôrma não apresenta risco de deslocamento durante a concretagem.

4. Normas de referência

NBR 7480 - Barras e fios de aço destinados a armaduras para concreto armado.

NBR 7481 - Telas de aço soldada, para armadura de concreto

NBR 14931 – Execução de estruturas de concreto

NBR 6118 - Projeto de estruturas de concreto – procedimento

NBR 6122 - Projeto e execução de fundações – Procedimento

NBR 12655 - Concreto - Preparo, controle e recebimento - Procedimento

Execução de formas e escoramento de madeira

1. Referências

A execução de formas de madeira deve garantir as dimensões finais das peças, bem como sua estabilidade durante a execução. Devem atender a todos os critérios cabíveis nas normas técnicas indicadas adiante.

2. Execução

- A execução das fôrmas e seus escoramentos devem garantir nivelamento, prumo, esquadro, paralelismo, alinhamento das peças e impedir o aparecimento de ondulações na superfície do concreto acabado; a Construtora deve dimensionar os travamentos e escoramentos das fôrmas de acordo com os esforços e por meio de elementos de resistência adequada e em quantidade suficiente, considerando o efeito do adensamento.


Igor Alves Folador Dominicini
Engenheiro Civil
CREA-ES 043213/D

- Utilizar amarrações passantes na peça a ser concretada, protegidas por tubos plásticos, para retirada posterior.
- Exceto quando forem previstos planos especiais de concretagem, as fôrmas dos pilares/blocos/sapatas/cabeceiras/alas devem ter abertura intermediária para o lançamento do concreto.
- Pontaletes com mais de 3m de altura devem ser contraventados para impedir a flambagem.
- As fôrmas plastificadas devem propiciar acabamento uniforme à peça concretada, especialmente nos casos do concreto aparente; as juntas entre as peças de madeira devem ser vedadas com massa plástica para evitar a fuga da nata de cimento durante a vibração.
- Nas fôrmas de tábua maciça, deve ser aplicado, antes da colocação da armadura, produto desmoldante destinado a evitar aderência com o concreto. Não pode ser usado óleo queimado ou outro produto que prejudique a uniformidade de coloração do concreto.
- As fôrmas de tábua maciça devem ser escovadas, rejuntadas e molhadas, antes da concretagem para não haver absorção da água destinada à hidratação do concreto.
- Só é permitido o reaproveitamento do material e das próprias peças no caso de elementos repetitivos, e desde que se faça a limpeza conveniente e que o material não apresente deformações inaceitáveis.
- As fôrmas e escoramentos devem ser retirados de acordo com as normas da ABNT; no caso de tetos e marquises, essa retirada deverá ser feita de maneira progressiva, especialmente no caso de peças em balanço, de maneira a impedir o aparecimento de fissuras.

3. Recebimento

- As fôrmas e escoramentos podem ser recebidos, preliminarmente, se atendidas todas as condições de fornecimento e execução.
- Verificar nas vigas, o espaçamento máximo de 45cm entre gravatas ou travamentos laterais e de 1,20m entre pontaletes.
- As fôrmas e escoramentos devem ser novamente, inspecionados antes das concretagens, verificando se não apresentam deformidades causadas pela exposição ao tempo e eventuais modificações ocasionadas pelos armadores; ainda, verificar os ajustes finais, a limpeza e se as fôrmas estão adequadamente molhadas para recebimento do concreto.
- A retirada antecipada das fôrmas só pode ser feita se a Fiscalização autorizar a utilização de aceleradores de pega.
 - A tolerância para dimensões da peça, cotas e alinhamentos deverá ser a estabelecida na Norma, não devendo ser superior a 5mm.

4. Normas de referência

NBR 6118 - Projeto de estruturas de concreto

NBR 9531 - Chapas de madeira compensada

NBR 4931 – Execução de estruturas de concreto

Execução de concreto estrutural

1. Referências

A execução de concreto deve estar obrigatoriamente de acordo com o Projeto Estrutural elaborado pelo Autor desta especificação, bem como atender a todos os critérios cabíveis nas normas técnicas indicadas adiante. Nenhuma modificação poderá ser feita sem prévia autorização escrita do Autor.

2. Execução

- O concreto estrutural deverá ser dosado em central.
- Para a solicitação do concreto dosado, deve-se ter em mãos os seguintes dados:
 - indicações precisas da localização da obra;
 - o volume calculado medindo-se as formas;
 - a resistência característica do concreto à compressão (fck) e demais propriedades conforme o projeto;
 - o tamanho do agregado graúdo;
 - o abatimento ("slump test") adequado ao tipo de peça a ser concretada.
- Verificar se a obra dispõe de vibradores suficientes, se os equipamentos de transporte estão em bom estado, se a equipe operacional está dimensionada para o volante, bem como o prazo de concretagem previsto.
- As regras para a reposição de água perdida por evaporação são especificadas pela NBR- 7212. De forma geral, a adição de água permitida não deve ultrapassar a medida do abatimento solicitada pela obra e especificada no documento de entrega do concreto.
- Os aditivos, quando aprovados pela Fiscalização, são adicionados de forma a assegurar a sua distribuição uniforme na massa de concreto, admitindo-se desvio máximo de dosagem não superior a 5% da quantidade nominal, em valor absoluto. • Na obra, o trajeto a ser percorrido pelo caminhão betoneira até o ponto de descarga do concreto deve estar limpo e ser realizado em terreno firme.
- O "slump test" deve ser executado com amostra de concreto depois de descarregar 0,5m³ de concreto do caminhão e em volume aproximado de 30 litros.


Igor Alves Folador Dominicini
Engenheiro Civil
CREA-ES 043213/D

- Depois de o concreto ser aceito por meio do ensaio de abatimento ("slump test"), deve-se coletar uma amostra para o ensaio de resistência.
- A retirada de amostras deve seguir as especificações das Normas Brasileiras. A amostra deve ser colhida no terço médio da mistura, retirando-se 50% maior que o volume necessário e nunca menor que 30 litros.
- O transporte do concreto até o ponto de lançamento pode ser feito por meio convencional (carrinhos de mão, giricas, guias etc.) ou através de bombas (tubulação metálica).
- Nenhum conjunto de elementos estruturais pode ser concretado sem prévia autorização e verificação por parte da Fiscalização da perfeita disposição, dimensões, ligações e escoramentos das fôrmas e armaduras correspondentes, sendo necessário também o exame da correta colocação das tubulações elétricas, hidráulicas e outras, que ficarão embutidas na massa de concreto.
- Conferir as medidas e posição das fôrmas, verificando se as suas dimensões estão dentro das tolerâncias previstas no projeto. As formas devem estar limpas e suas juntas, vedadas.
- Quando necessitar desmoldante, a aplicação deve ser feita antes da colocação da armadura.
- Não lançar o concreto de altura superior a 3 metros, nem jogá-lo a grande distância com pá, para evitar a separação da brita. Utilizar anteparos ou funil para altura muito elevada.
- Preencher as fôrmas em camadas de, no máximo, 50cm para obter um adensamento adequado.
- Assim que o concreto é colocado nas fôrmas, deve-se iniciar o adensamento de modo a torná-lo o mais compacto possível. O método mais utilizado é por meio de vibradores de imersão.
- Aplicar sempre o vibrador na vertical, sendo que o comprimento da agulha deve ser maior que a camada a ser concretada, devendo a agulha penetrar 5cm da camada inferior.
- Ao realizar as juntas de concretagem, deve-se remover toda a nata de cimento (parte vitrificada), por jateamento de abrasivo ou por apicoamento, com posterior lavagem, de modo a deixar aparente a brita, para que haja uma melhor aderência com o concreto a ser lançado.
- Para a cura, molhar continuamente a superfície do concreto logo após o endurecimento, durante os primeiros 7 dias.
- As fôrmas e os escoramentos só podem ser retirados quando o concreto resistir com segurança e quando não sofrerem deformações o seu peso próprio e as cargas atuantes.
- De modo geral, quando se trata de concreto convencional, os prazos para retirada das fôrmas são os seguintes:

- faces laterais da forma: 3 dias;


 Igor Alves Folador Dominicini
 Engenheiro Civil
 CREA-ES 043213/D

- faces inferiores, mantendo-se os pontaletes bem encunhados e convenientemente espaçados: 14 dias;
- faces inferiores, sem pontaletes: 21 dias;
- peças em balanço: 28 dias.

3. Recebimento

Atendidas as condições de fornecimento e execução, o controle da resistência do concreto à compressão deve seguir o controle estatístico por amostragem parcial de acordo com a NBR-12655

A Fiscalização deve solicitar provas de carga e pode solicitar ensaios especiais para verificação de dosagem, trabalhabilidade, constituintes e resistência do concreto.

O resultado final do concreto aparente deve apresentar uniformidade na coloração, textura homogênea e superfície sem ondulações, orifícios, pedras ou ferros visíveis.

4. Normas de referência

NBR 6118 - Projeto de estruturas de concreto - procedimento

NBR 7212 - Execução de concreto dosado em central

NBR 12655 - Preparo, controle e recebimento de concreto.

NBR 14931 – Execução de estruturas de concreto

Superestrutura de Aço

1. Aço Estrutural

Os aços estruturais aplicados às estruturas de aço obedecem às prescrições:

Perfis laminados: ASTM A572. $f_y \geq 345\text{MPa}$; $f_u \geq 450\text{MPa}$

Perfis conformados a frio: USI-SAC 300. $f_y \geq 300\text{MPa}$; $f_u \geq 400\text{MPa}$

Conectores de cisalhamento: ASTM A36. $f_y \geq 250\text{MPa}$; $f_u \geq 400\text{MPa}$

Chapas: ASTM A572. $f_y \geq 345\text{MPa}$; $f_u \geq 450\text{MPa}$

2. Normas

NBR8800 - Projeto e execução de estruturas de aço de edifícios;

NBR6120- Cargas para o cálculo de estruturas de edificações;

NBR6123- Forças devidas ao vento em edificações;


Igor Alves Folador Dominicini
Engenheiro Civil
CREA-ES 043213/D

3. Sistema de Pintura

Todos os elementos de aço das estruturas devem ter proteção contra corrosão conforme sistema de pintura especificado em projeto. Os serviços de pintura deverão ser executados por profissionais especializados.

4. Ligações

As ligações são projetadas prioritariamente para serem soldadas.

As ligações soldadas devem ser executadas por profissional certificado com o uso de eletrodo compatível e especificado em especial obedecendo às prescrições da AWS D1.1 – Structural Welding Code.

5. Montagem

Deve ser apresentado previamente à fiscalização, para aprovação, os documentos de procedimentos de montagem. Deverá também tomar todas as providências para que a estrutura permaneça estável durante a montagem, utilizando contraventamentos provisórios, estaiamentos e ligações provisórias de montagem, em quantidade adequada e com resistência suficiente para que possam suportar os esforços atuantes durante a montagem.

6. Considerações

São de responsabilidade da empresa executora todo o transporte, içamento e a montagem e todos os serviços que se façam necessários para o perfeito andamento e montagem da estrutura metálica da ponte.

Qualquer dúvida a respeito dos materiais ou procedimentos, deverá ser esclarecida junto à fiscalização.

Será de inteira responsabilidade da empresa executora e instaladora o uso de equipamento de segurança por parte de seus funcionários (EPI).

Os materiais e serviços ficarão sujeitos a aprovação da fiscalização, que poderá a qualquer tempo rejeitá-los se os julgar de qualidade inferior, bem como exigir atestado de qualidade dos mesmos, ficando os custos por conta da empresa responsável pela execução e instalação.

Qualquer alteração que se julgar necessária, deverá ser consultada previamente a fiscalização, necessitando para tanto a autorização da mesma por escrito.


Igor Alves Folador Dominicini
Engenheiro Civil
CREA-ES 043213/D

O projeto estrutural da ponte sobre o Rio Jatibocas em Itarana foi desenvolvido visando à construção de uma estrutura compatível com o tráfego da região, atendendo todas as recomendações das normas técnicas da ABNT, com o objetivo de uma durabilidade compatível com o investimento a ser realizado.

Entretanto, a execução da obra deverá atender todas as normas compatíveis, indicadas no memorial descritivo do projeto e a padrões de qualidade adequados e compatíveis com a importância da obra. Desta forma, é recomendado que a implantação da obra seja realizada sob supervisão técnica de profissional especializado, devendo ser garantido o controle de qualidade de todos os materiais utilizados, bem como, de todas as etapas executadas, visando o atendimento de todas as condições necessárias à obtenção de uma obra que apresente comportamento adequado aos objetivos do projeto e da obra propriamente dita.

Os adequados cuidados executivos e de manutenção prevista garantem uma reduzida manutenção e uma vida útil superior a 50 anos.

Serviços de demolição

Deve-se realizar a demolição e remoção da estrutura da ponte existente. As cabeceiras de concreto serão demolidas de forma mecanizada. Já o tabuleiro e as vigas metálicas serão removidos com auxílio de guindaste.

Serviços de movimentação de terra

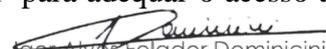
Será executada uma escavação em ambas as margens do rio, a fim de permitir a execução da fundação, infraestrutura e mesoestrutura nas cotas definidas em projeto.

O tabuleiro da ponte atual possui 5,40 m de comprimento, já o da nova ponte possui 10,00 m (incluindo as alas) e cabeceiras de 2,24 m de comprimento. Dessa forma, para execução dos blocos, das alas e das cabeceiras e considerando o aumento no comprimento do novo tabuleiro, será necessária uma abertura de 4,54 m em cada lado da ponte. Tal abertura corresponde a um volume de corte igual a 60,31 m³.

Após toda estrutura pronta deve-se executar o reaterro mecanizado das valas entre as alas da ponte, com escavadeira hidráulica e em seguida a compactação mecanizada. Esse volume corresponde a 42,92 m³.

Antes da aplicação da camada de reaterro deve-se remover entulhos, detritos, pedras, água e lama do fundo da camada existente. O lançamento do material deverá ser feito em camadas sucessivas que permitam sua compactação.

Após construção de toda estrutura deve-se realizar a adequação e nivelamento da via para acesso a ponte. A ponte atual possui altura de 1,70 m em relação ao fundo do rio. Já a ponte objeto deste projeto possui altura de 3,106 m. Com isso, será necessário um volume de solo igual a 75,43 m³ para adequar o acesso a nova ponte.


Igor Alves Folador Dominicini
Engenheiro Civil
CREA-ES 043213/D

Todas as informações referentes à movimentação de terra estão detalhadas no projeto de terraplanagem.

Execução de guarda-corpo

Serão executados guarda-corpos ao longo de toda a extensão da ponte, nas duas laterais, construídos em tubos de aço galvanizado, com 1,10 m de altura. Os montantes tubulares principais e secundários serão, respectivamente, de Ø 1 1/2" (espessura da parede de 3,00 mm) e Ø 3/4" (espessura da parede de 2,25 mm), intertravados de acordo com projeto. A travessa superior (corrimão) também será em tubo de aço galvanizado de Ø 3/4". Os guarda-corpos deverão ser fixados na viga guarda-rodas com chapa metálica de dimensões de 120mm x 240mm x 1/2" e 4 chumbadores de fixação de Ø5/8" C=8" em cada uma.

Todos os guarda-corpos devem ter proteção contra corrosão conforme sistema de pintura especificado em projeto.

Execução de sinalização viária

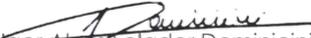
A sinalização será composta por 2 placas de indicação em chapa de alumínio revestida em película, uma em cada lado da ponte. Elas deverão ser posicionadas de tal forma que sejam vistas e entendidas sob qualquer condição climática, de forma a prevenir o condutor oportunamente, dando-lhe tempo suficiente para tomar uma decisão.

As dimensões e layout das placas deverão seguir as diretrizes do CONTRAN/DENATRAN.

6. CONCLUSÃO

Juntamente com os projetos será apresentado o Orçamento para implantação do projeto em questão. O Orçamento foi elaborado com os quantitativos necessários para execução do projeto. Para a elaboração do presente relatório, algumas etapas foram desenvolvidas pelo orçamentista:

- Resumo do Orçamento;
- Planilha Orçamentária;
- Memorial de Cálculo;
- Composições Analíticas de Preços Unitários;
- Cronograma Físico-Financeiro;
- Boletim de Reajuste;
- Detalhamento do BDI.


Igor Alves Folador Dominicini
Engenheiro Civil
CREA-ES 043213/D

Foram adotados os preços de mercado com base na *Tabela de Referencial de Preços*, data-base de janeiro de 2021, do SINAPI-ES (Sistema Nacional de Preços e Índices para a Construção Civil do Espírito Santo). Os itens não constantes na tabela de referência citada foram oriundos de Composições Analíticas de Preços Unitários do Sistema de Custos Referenciais de Obras – SICRO (DNIT), com data-base de outubro de 2020, que é a última disponível, também do Relatório de Composição de Preços Unitários do IOPES, com data-base de janeiro de 2021 e do Relatório de Composição de Preços Unitários do DER-ES, com data-base de junho de 2020. Nos casos de datas-bases anteriores a janeiro de 2021, os valores foram atualizados pelo Índice Nacional de Custos de Construção – INCC para a data de janeiro de 2021, tais informações foram detalhadas no Boletim de Reajuste.

O BDI adotado no orçamento é de 26,51% e Leis Sociais do SINAPI de 86,74%.


Igor Alves Folador Dominicini
Engenheiro Civil
CREA-ES 043213/D

Itarana - ES, 13 de maio de 2021.