



# **GOVERNO DO ESTADO DE RONDÔNIA**

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM,  
INFRAESTRUTURA E SERVIÇOS PÚBLICOS – DER/RO

COORDENADORIA DE PLANEJAMENTO, PROJETOS E  
ORÇAMENTOS DE OBRAS

## **PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS**

### **VOLUME 1 – RELATÓRIO DO PROJETO E ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇOS**

**AGOSTO – 2025**



## GOVERNO DO ESTADO DE RONDÔNIA

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM,  
INFRAESTRUTURA E SERVIÇOS PÚBLICOS - DER/RO

COORDENADORIA DE PLANEJAMENTO, PROJETOS E  
ORÇAMENTOS DE OBRAS

**Obra:** Ponte em Concreto Moldado *In Loco* Protendido

**Local:** Rio Araras

**Rodovia:** RO-494

**Trecho:** Trecho RO-010 / RO-495, Km 30,50

**Extensão:** 40,55m

**Largura:** 9,10m

**Carga Móvel adotada:** TB-45

### PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS

### VOLUME 1 – RELATÓRIO DO PROJETO, ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇOS E PROJETO DE EXECUÇÃO

**AGOSTO – 2025**

## SUMÁRIO

<b>1.0</b>	<b>APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>5</b>
<b>2.0</b>	<b>IDENTIFICAÇÃO DA OBRA.....</b>	<b>6</b>
<b>3.0</b>	<b>OBJETIVO .....</b>	<b>6</b>
<b>4.0</b>	<b>MAPA DE SITUAÇÃO .....</b>	<b>8</b>
<b>5.0</b>	<b>INFORMATIVO DO PROJETO .....</b>	<b>10</b>
5.1	Modelo estrutural .....	10
5.2	Instalações .....	11
5.3	Infraestrutura .....	12
5.4	Mesoestrutura .....	14
5.5	Superestrutura .....	15
5.6	Longarinas em concreto protendido.....	15
5.7	Fôrmas .....	16
5.8	Armaduras.....	17
5.9	Confecção e Lançamento do Concreto .....	18
5.10	Escoramento .....	20
5.11	Elastômero Fretado - Aparelhos de Apoio .....	21
5.12	Confecção e colocação de cabo de cordoalhas.....	21
5.13	Protensão e injeção dos cabos de cordoalhas.....	22
5.14	Bainhas ou Tubos Metálicos .....	23
5.15	Colocação dos Cabos .....	23
5.16	Verificações Antes da Protensão .....	24
5.17	Injeção dos Cabos de Protensão .....	26
5.18	Agressividade do Ambiente.....	29
5.19	Cobrimento Mínimo das Armaduras.....	32
<b>6.0</b>	<b>PROJETO GEOMÉTRICO .....</b>	<b>32</b>
6.1	Introdução .....	32
6.2	Características Técnicas .....	32
6.2.1	Características Operacionais.....	33
6.3	Características Transversais .....	33

6.3.1	Obra de Arte Especial.....	33
<b>7.0</b>	<b>PROJETO DE DRENAGEM.....</b>	<b>33</b>
7.1	Metodologia.....	33
7.2	Projeto de Drenagem Superficial .....	34
<b>8.0</b>	<b>PROJETO DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS.....</b>	<b>34</b>
8.1	Características Básicas - OAE .....	34
8.2	Instalações .....	36
8.3	Infraestrutura .....	36
8.4	Mesoestrutura .....	39
8.5	Superestrutura .....	40
8.6	Longarinas em concreto protendido .....	41
8.7	Fôrmas .....	41
8.8	Armaduras.....	43
8.9	Confecção e Lançamento do Concreto .....	44
8.10	Escoramento .....	45
8.11	Elastômero Fretado - Aparelhos de Apoio .....	46
8.12	Confecção e colocação de cabo de cordoalhas.....	47
8.13	Protensão e injeção dos cabos de cordoalhas.....	47
8.14	Bainhas ou Tubos Metálicos .....	48
8.15	Colocação dos Cabos .....	49
8.16	Verificação Antes da Protensão .....	50
8.17	Injeção dos Cabos de Protensão .....	52
8.18	Ações Consideradas .....	55
8.19	Agressividade do Ambiente.....	55
8.20	Cobrimento Mínimo das Armaduras.....	58
<b>9.0</b>	<b>MEMÓRIA DE CÁLCULO DOS QUANTITATIVOS.....</b>	<b>59</b>
<b>10.0</b>	<b>PROJETO EXECUTIVO.....</b>	<b>64</b>
<b>11.0</b>	<b>DECLARAÇÃO .....</b>	<b>73</b>
<b>12.0</b>	<b>ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA .....</b>	<b>75</b>
<b>13.0</b>	<b>TERMO DE ENCERRAMENTO .....</b>	<b>77</b>



## 1.0 APRESENTAÇÃO

A empresa MRB Soluções em Engenharia LTDA, vem por meio deste, apresentar ao DER-RO – Departamento de Estradas de Rodagem, Infraestrutura e Serviços Públicos, do Governo do Estado de Rondônia, Projeto Executivo de Engenharia de Obras de Artes Especiais – Ponte em Concreto Moldado In Loco Protendido, sobre o RIO ARARAS, na RO-494, trecho compreendido entre a RO-010 e a RO-495, no município de Primavera de Rondônia/RO.

- VOLUME 1 - RELATÓRIO DO PROJETO, ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇOS E PROJETO DE EXECUÇÃO.

O projeto visa atender aos requisitos técnicos exigidos pelos órgãos competentes, assegurando a funcionalidade, segurança estrutural, durabilidade e viabilidade executiva da obra, em conformidade com as normas técnicas vigentes e possui as seguintes características básicas:

**Obra:** Ponte em Concreto Moldado *in loco* Protendido

**Local:** Rio Araras

**Rodovia:** RO-494

**Trecho:** Trecho RO-010 / RO-495, Km 30,50

**Extensão:** 40,55m

**Largura:** 9,10m

**Carga Móvel adotada:** TB-45

**Planilha/Data Base:** Sem Desoneração - Abril/2025

**Valor da Obra:** R\$ 2.851.694,70 (Dois milhões oitocentos e cinquenta e um mil, seiscentos e noventa e quatro reais e setenta centavos).

O projeto ao qual pertence este volume é constituído por 2 (dois) volumes descritos a seguir:

- ⇒ VOLUME 1 - RELATÓRIO DO PROJETO, ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇOS E PROJETO DE EXECUÇÃO.

---

⇒ VOLUME 2 – ORÇAMENTO / MEMÓRIA DE CÁLCULO  
ESTRUTURAL

⇒ ANEXOS - ESTUDOS PRELIMINARES

## **2.0 IDENTIFICAÇÃO DA OBRA**

O presente memorial descritivo refere-se ao Projeto Executivo de Engenharia de Obras de Arte Especiais, visando a construção de uma ponte rodoviária sobre o curso d'água localizado no km 30,50 da rodovia RO-494, no trecho compreendido entre a RO-010 e a RO-495, no município de Primavera de Rondônia, Estado de Rondônia.

A estrutura será composta por vigas principais em concreto protendido moldado in loco, com dois vãos de 20,00 metros, totalizando 40,00 metros de extensão, e largura total de 9,10 metros. O projeto adota a carga móvel do tipo TB-45, conforme especificado na NBR 7188.

A aprovação e análise do projeto compete ao GOVERNO DO ESTADO DE RONDÔNIA, por meio do DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM, INFRAESTRUTURA E SERVIÇOS PÚBLICOS - DER/RO, através da COORDENADORIA DE PLANEJAMENTO, PROJETOS E ORÇAMENTOS DE OBRAS.

## **3.0 OBJETIVO**

O presente memorial descritivo tem por objetivo apresentar as principais características técnicas e construtivas do Projeto Executivo de Engenharia de Obras de Arte Especiais, destinado à construção de uma ponte rodoviária sobre o curso d'água situado no km 30,50 da rodovia RO-494, no trecho compreendido entre a RO-010 e a RO-495, no município de Primavera de Rondônia/RO.

O projeto visa atender aos requisitos técnicos exigidos pelos órgãos competentes, assegurando a funcionalidade, segurança estrutural, durabilidade e

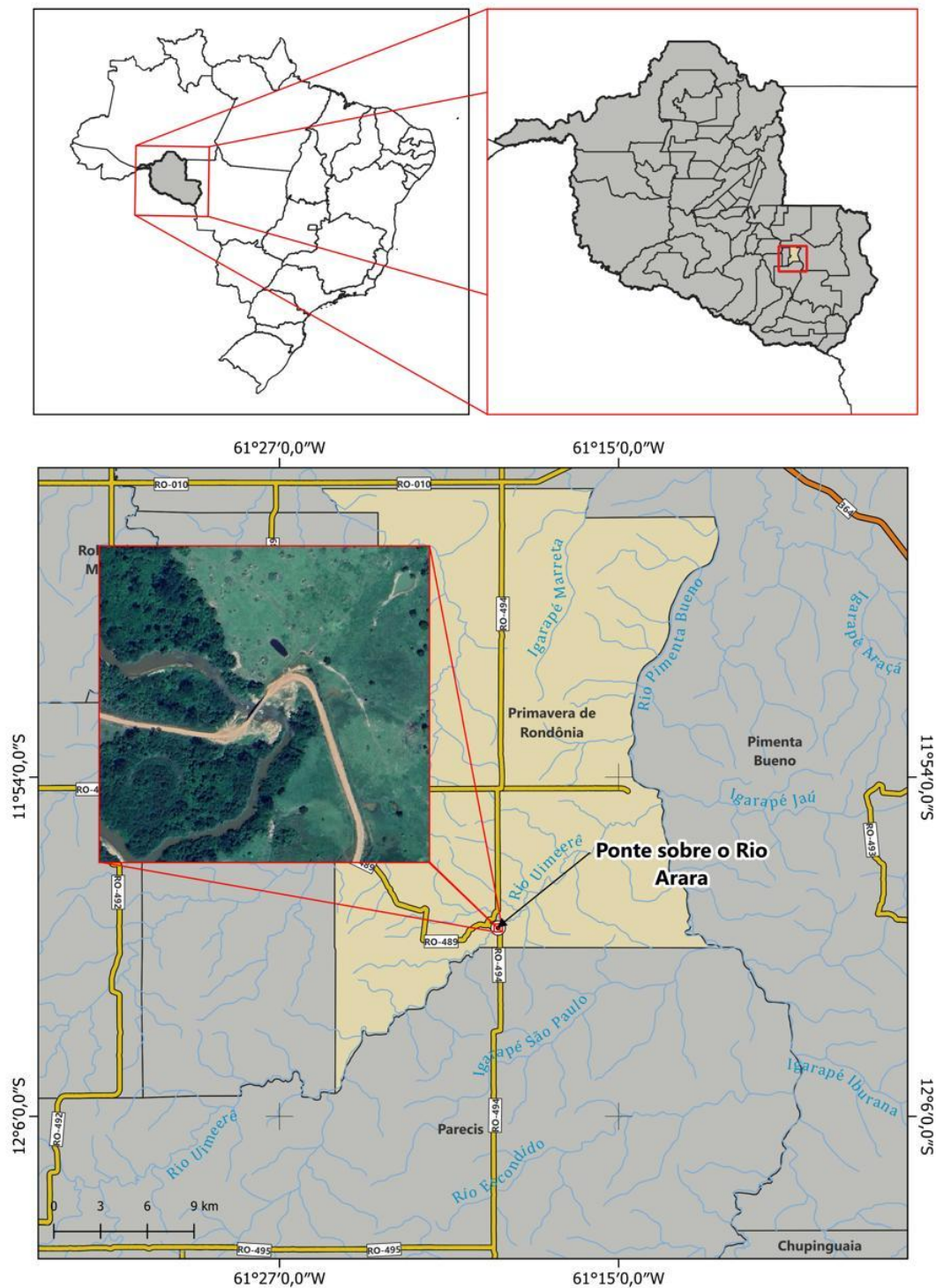
---

viabilidade executiva da obra, em conformidade com as normas técnicas vigentes, com destaque para a ABNT NBR 7187:2021 e a NBR 7188, bem como as diretrizes do Manual de Projeto de Obras-de-Arte Especiais – DNER (1996).

Além disso, este documento busca subsidiar a análise técnica e a aprovação por parte do Departamento de Estradas de Rodagem, Infraestrutura e Serviços Públicos – DER/RO, por meio da Coordenadoria de Planejamento, Projetos e Orçamentos de Obras, conforme diretrizes estabelecidas pelo Governo do Estado de Rondônia.

## 4.0 MAPA DE SITUAÇÃO

### ❖ RO-494 - Trecho RO-010 / RO-495, Km 30,50





## LOCALIZAÇÃO DA OBRA DE ARTE ESPECIAL



## 5.0 INFORMATIVO DO PROJETO

O projeto executivo de engenharia refere-se à Obra de Arte Especial - Ponte em Concreto Moldado *in loco* Protendido, sobre o RIO ARARAS, na RO-494, trecho compreendido entre a RO-010 e a RO-495, no município de Primavera de Rondônia/RO.

### 5.1 Modelo estrutural

A superestrutura tem uma largura estrutural de 9,10 m, composta por 7,00 m de pista rodoviária, duas barreiras rígidas tipo New Jersey com 0,40 m cada borda. O tabuleiro é completado na obra com uma laje de concreto armado, de espessura colaborante de 22 cm, e com transversinas nas cabeceiras, apoio intermediário e no eixo com espessura de 30 cm e altura de 80 cm. As transversinas não são solidarizadas com o tabuleiro tendo como esforços preponderantes o seu peso próprio.

Trata-se de uma ponte implantada entre os municípios de Primavera de Rondônia e Parecis, com extensão total de 40,55 m, sendo o modelo estrutural proposto é de um sistema isostático composto por dois tramos em vigas protendidas com geometria T com talão inferior justaposto:

- Vão E1-P1: vão de cálculo considerado 20,00 m, comprimento da longarina de 20,0;
- Vão P1-E2: vão de cálculo considerado 20,00 m, comprimento da longarina de 20,0.

As longarinas serão executadas "*in loco*" em seu local definitivo, se tratando de elemento em concreto protendido moldado "*in loco*". As longarinas serão escoradas em toda sua extensão por escoramento em madeira (pontalete com diâmetro mínimo de 15cm) executado com madeira com dimensões e resistência compatíveis com a estrutura.

Entre as longarinas serão assentadas pré-lajes e caso exista algum elemento em balanço o mesmo receberá o mesmo escoramento utilizado nas longarinas. Desta forma o escoramento também auxiliará na execução das formas periféricas no

tabuleiro e das barreiras rígidas, posto que as pré-lajes servem de forma apenas para parte inferior do tabuleiro.

Em se tratando dos elementos da mesoestrutura, serão executadas travessas de apoio em concreto armado sobre os pilares. As travessas dos encontros possuem solidarização com as alas e cortinas. Já a travessa intermediária será alargada de forma a receber os aparelhos de apoio das longarinas que se apoiam sobre ele.

Os pilares possuem seção circular maciça, com diâmetro de 1,40 m em todos os apoios e  $F_{ck}$  de no mínimo 30 MPa.

As fundações da serão executadas em estaca do tipo raiz executadas em solo e em rocha, possuindo diâmetro de camisa de 41 cm no trecho em solo e de 31 cm no trecho em rocha. No topo das estacas será executado um bloco de coroamento quadrado em concreto estrutural composto por 9 estacas.

O pavimento deverá ser composto por CBUQ com espessura de 8 cm, sendo considerado no projeto o incremento normativo relativo ao recapeamento.

A obra da ponte não afetará o tráfego da região pois a ponte em concreto estrutural será executada em local diferente da ponte de madeira existente, que servirá de desvio no período de execução da estrutura.

## **5.2 Instalações**

Definidas as necessidades do canteiro de obras, cabe ao executante providenciar instalações adequadas para almoxarifado, alojamentos, alimentação dos funcionários e oficinas,

As instalações devem ser executadas em compartimentos independentes e os alojamentos devem dispor de energia elétrica, de água corrente e de esgoto sanitário.

---

- **Equipamentos:**

- Preparo dos locais do canteiro de obra;
- Topografia;
- Produção de força e luz;
- Mecânica e carpintaria;
- Execução de fundação;
- Transporte materiais;
- Armação de aço para concreto armado;
- Caminhão basculante 14 m³.

### **5.3 Infraestrutura**

Foi adotada solução em fundação profunda do tipo estaca raiz executada em solo e em rocha, possuindo diâmetro de camisa de 41 cm no trecho em solo e de 31 cm no trecho em rocha. No topo das estacas será executado bloco de coroamento quadrado em concreto estrutural composto por 9 estacas. A escolha de estaca do tipo raiz se deu em virtude da presença de leito rochoso, sendo esse o tipo de estaca com melhor aplicabilidade em rochas do tipo sã.

Para as estacas raiz não foi considerada a capacidade de contribuição do trecho em solo.

Para o trecho em rocha foi considerada a resistência média para granitos obtida pelo método de Antunes e Cabral.

Considerando que a elaboração do presente projeto se fundamentou em estudos técnicos preliminares fornecidos pelo Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de Rondônia – DER/RO, provenientes de investigações executadas anteriormente, destaca-se que as sondagens realizadas atendem aos quantitativos mínimos estabelecidos pela ABNT NBR 8036:1983.



*Figura 1 - Item 4.1.1 NBR 8036*

#### **4.1.1 Número e localização das sondagens**

**4.1.1.1** O número de sondagens e a sua localização em planta dependem do tipo da estrutura, de suas características especiais e das condições geotécnicas do subsolo. O número de sondagens deve ser suficiente para fornecer um quadro, o melhor possível, da provável variação das camadas do subsolo do local em estudo.

**4.1.1.2** As sondagens devem ser, no mínimo, de uma para cada 200 m<sup>2</sup> de área da projeção em planta do edifício, até 1200 m<sup>2</sup> de área. Entre 1200 m<sup>2</sup> e 2400 m<sup>2</sup> deve-se fazer uma sondagem para cada 400 m<sup>2</sup> que excederem de 1200 m<sup>2</sup>. Acima de 2400 m<sup>2</sup> o número de sondagens deve ser fixado de acordo com o plano particular da construção. Em quaisquer circunstâncias o número mínimo de sondagens deve ser:

- a) dois para área da projeção em planta do edifício até 200 m<sup>2</sup>;
- b) três para área entre 200 m<sup>2</sup> e 400 m<sup>2</sup>.

**4.1.1.3** Nos casos em que não houver ainda disposição em planta dos edifícios, como nos estudos de viabilidade ou de escolha de local, o número de sondagens deve ser fixado de forma que a distância máxima entre elas seja de 100 m, com um mínimo de três sondagens.

Fonte: NBR 8036:1983

Recomenda-se que a empresa contratada para a execução da obra realize novas investigações geotécnicas e Prova de Carga Estática na Estaca mais solicitada da travessa intermediária, com o objetivo de subsidiar adequadamente a supervisão da obra, garantindo, assim, a qualidade dos serviços executados, a segurança estrutural e a correta aplicação dos recursos públicos.

Com foco na segurança e uniformização do projeto executivo, adotaram-se os parâmetros geotécnicos obtidos no Furo de Sondagem SPT-01, os quais resultaram em estacas com comprimento total de 10 metros, sendo 6 metros cravados em solo e 4 metros em camada de rocha. Ressalta-se que, para efeito de dimensionamento, não foi considerada a resistência de ponta das estacas. Por medida de padronização

construtiva e prevenção de inconsistências executivas, os mesmos valores foram replicados para todos os blocos de fundação previstos.

O plano de trabalho estabelece que a execução das fundações deverá ocorrer durante o período de estiagem, época na qual os rios da região apresentam vazão significativamente reduzida ou, em alguns casos, chegam a secar completamente — como é recorrente no Rio Arara.

Tal escolha se fundamenta na busca por maior segurança e viabilidade operacional durante a execução dos serviços, uma vez que intervenções em época de cheia aumentam expressivamente os riscos de acidentes de trabalho, além de comprometerem a eficiência e o controle técnico das atividades.

Ademais, a prática adotada está em conformidade com os procedimentos usualmente aplicados no estado de Rondônia, onde é padrão iniciar obras de arte especiais no período de estiagem, aproveitando as condições mais favoráveis do regime hidrológico local.

Ressalta-se que as fundações projetadas atendem integralmente aos requisitos estabelecidos pela NBR 6122 vigente.

## **5.4 Mesoestrutura**

A mesoestrutura é constituída pelos pilares, travessa de apoio e os aparelhos de apoio elastomérico. O concreto sempre será maior ou igual 30 MPa, para a moldagem da mesoestrutura serão utilizados os seguintes equipamentos: betoneira, vibrador de imersão, serra circular e grupo gerador. Os aparelhos de apoio (neoprene) foram adequadamente dimensionados. Os pilares possuem seção circular maciça, com diâmetro de 1,40 m em todos os apoios e  $F_{ck}$  de no mínimo 30 MPa

## 5.5 Superestrutura

A superestrutura tem uma largura estrutural de 9,10 m, composta por 7,00 m de pista rodoviária, duas barreiras rígidas tipo New Jersey com 0,40 m cada borda. O tabuleiro é completado na obra com uma laje de concreto armado, de espessura colaborante de 22 cm, e com transversinas nas cabeceiras, apoio intermediário e no eixo com espessura de 30 cm e altura de 80 cm. As transversinas não são solidarizadas com o tabuleiro tendo como esforços preponderantes o seu peso próprio.

Compõem ainda a superestrutura as pré-lajes e transversinas, que tem como função possibilitar a concretagem da laje e o travamento transversal das vigas nas cabeceiras, para os vãos as vigas serão solidarizadas com a laje.

As barreiras de concreto (guarda rodas) tipo New Jersey moldadas *in loco* devem ter concreto igual ou superior a 30 MPa e armaduras em aço CA-50. As barreiras são projetadas de acordo com as normas vigentes. A superestrutura é completada com o mesmo revestimento da rodovia, se for o caso, e caimento de 2% do centro para as bordas destinadas ao escoamento das águas pluviais que serão coletadas pelos drenos de PVC de 100 mm, convenientemente posicionados. Após o término da obra, será efetuada a limpeza total e pintura dos principais elementos estruturais.

## 5.6 Longarinas em concreto protendido.

No dimensionamento estrutural da longarina de concreto protendido, foi considerado que a mesma será protendida quando as lajes de tabuleiro tiverem sido concretadas e devidamente solidarizadas junto às longarinas, tendo ambas as estruturas atingido a resistência de projeto.

As Longarinas não devem ser protendidas no estado de serviço em vazio.

## 5.7 Fôrmas

As fôrmas serão executadas de modo que o concreto acabado tenha as formas, dimensões, alinhamento e cotas previstas em projetos. Poderão ser de madeira serrada ou compensada, metálica ou de concreto, e para que atendam às suas finalidades, serão tomadas as seguintes precauções:

Serão dimensionadas de modo que não possam sofrer deformações prejudiciais, quer sob ação dos fatores ambientais, quer sob ação da carga, especialmente a do concreto fresco.

Poderão ser executados com uma contra-flecha prevista no projeto, tal que, retirado o escoramento, a estrutura na temperatura média e sob a ação da carga permanente total, depois de terminada a retração e a deformação lenta, adquirida a forma prevista no projeto.

As formas serão suficientes estanques para que não haja perda de argamassa. Suas peças estarão alinhadas para se justaporem do melhor modo possível e que juntos sejam vedados.

As formas de madeira serão molhadas até a saturação, momentos antes do início do lançamento do concreto.

Serão previstos dispositivos, tais como aberturas próximos ao seu fundo, que possibilitem sua limpeza.

Para evitar a aderência ao concreto, as superfícies das formas poderão ser tratadas com produtos antiaderente que facilitem a desmoldagem. Este tratamento será feito antes da colocação da armadura e, não poderá deixar na superfície do concreto, resíduos que sejam prejudiciais.

A retirada das fôrmas e do escoramento só será feita quando o concreto estiver suficientemente endurecido para resistir às ações que sobre ele atuem e não conduzir as deformações inaceitáveis, tendo em vista o valor baixo do módulo de deformação longitudinal do concreto e a maior probabilidade de grande deformação lenta quando o concreto é solicitado com pouca idade.

Quando não forem atendidas as condições acima e não se tendo usado cimento de alta resistência inicial ou processo que acelere o endurecimento, a retirada das fôrmas e do escoramento não acontecerá antes dos seguintes prazos:

- 1- Faces laterais: 3 dias;
- 2- Faces inferiores, deixando-se pontaletes bem encunhados e convenientemente espaçados: 14 dias;
- 3- Faces inferiores, sem pontaletes: 21 dias;
- 4- Longarinas, escoramentos não devem ser retirados antes da protensão completa bem como a inserção da nata.

## **5.8 Armaduras**

No concreto armado utilizam-se apenas as armaduras passivas, definidas como as armaduras que não sejam usadas para produzir forças prévias no elemento considerado.

O armazenamento das armaduras deve ser feito sem contato direto com solo, podem ser utilizados estrados em conjunto com abrigos para proteção de efeitos climáticos nocivos a elementos metálicos.

Antes da colocação das armaduras passivas nas fôrmas, as barras devem ser limpas de qualquer substância prejudicial à aderência, sendo removidos as crostas de borda e argamassa, manchas de óleo e graxa, assim como escamas originadas da oxidação. O uso de desmoldantes deve ser realizado antes da colocação das armaduras. Espaçadores devem ser instalados de forma a evitar o contato da armadura com a forma com desmoldante, auxiliando ainda a garantir o espaçamento de projeto.

As barras de armadura serão dobradas de acordo com projeto, respeitando-se os raios de curvatura mínimos indicados na NBR 6118.

As barras de aço de AÇO CA-50A, como principal e os de classe B, serão sempre dobradas a frio. As barras não serão dobradas junto às emendas com solda. Devendo ser evitada a emenda de barras com solda.

A armadura será montada no interior das formas na posição indicada no projeto de maneira que se mantenham inalteradas durante o lançamento do concreto, devendo ser garantido o espaçamento das barras entre si e das faces laterais das fôrmas.

Para garantir os espaçamentos de projeto, serão empregados espaçadores, tarugos de aço, peças de concretos (cocada). Nas lajes será feita amarração das barras de modo que em cada uma delas o afastamento entre duas amarrações não exceda 35 cm.

Todas as barras da armadura, inclusive os de distribuição de montagem e estribos, terão cobrimento de concreto conforme prescreve a NBR 6118.

## **5.9 Confeção e Lançamento do Concreto**

A execução do concreto para OAE poderá ser com equipamento tipo betoneira, alimentada manualmente, seja por padiolas de madeira previamente dimensionadas, conforme o traço dosado em laboratório, ou por carrinhos de mão adaptados a este tipo de serviço e também devidamente dimensionados, sendo o uso de um ou outro tipo de abastecimento da obra. A capacidade da betoneira será, também, função dos mesmos fatores: betoneira de 320 litros para o primeiro tipo e betoneira de 750 litros para o segundo tipo. As centrais de concreto podem também ser usadas para a produção do concreto.

Como equipamentos auxiliares, além dos carrinhos já mencionados, serão usadas galeotas ou jericas para o transporte e lançamento do concreto pronto, vibradores, outras ferramentas manuais e um grupo gerador para fornecimento de energia.

Após o amassamento do concreto será lançado, num intervalo inferior à uma hora entre o final de amassamento ou agitação mecânica. Quando houver necessidade de aumentar esse intervalo, será utilizado um retardador de pega e endurecimento, devidamente escolhido por laboratório de controle tecnológico.

A altura de queda livre não deve ultrapassar 2 m. Em peças com alturas superiores, medidas especiais serão adotadas para evitar a segregação, entre elas:

- Lançamento através de funis ou trambes;
- Abertura de janelas nas formas que permitam diminuir a altura de lançamento e facilitem o adensamento;
- Emprego de concreto mais plástico e rico em cimento;
- Colocação de 5 a 10 cm de espessura de argamassa de cimento, feita com o mesmo traço do concreto que vai ser utilizado, porém sem agregado graúdo.

Para se obter o concreto compactado com o mínimo de vazios, serão utilizados processos mecânicos de compactação através de vibradores, que poderão ser internos, com agulhas vibrantes ou externos, com réguas de superfícies, mesas vibratórias e de formas.

A cura do processo que tem por objetivo evitar a evaporação da água utilizada na mistura de concreto e que deverá reagir com o cimento hidratando-o.

A cura será feita por um dos processos abaixo:

- Irrigação ou aspersão d'água;
- Submersão da peça sob uma lâmina d'água;
- Recobrimento com areia úmida, pó de serra ou folha molhada, sacos de linhagem umedecidos etc.;
- Membrana de cura, com emulsões aquosas ou soluções de produtos resinosos ou parafínicos;
- Conservação das formas.

## 5.10 Escoramento

Escoramento é o conjunto temporário de escoras e contraventamentos, de madeira ou de aço, projetado para resistir ao peso próprio da estrutura, eventuais sobrecargas, ação do vento e de enchentes durante a construção, evitando deformações prejudiciais a sua fôrma e esforço no concreto em fase de endurecimento, neste caso serão construídos com madeiras de pontaletes com diâmetro de no mínimo 15 cm.

A responsabilidade pelo projeto, execução e remoção dos escoramentos é do construtor.

Os escoramentos somente devem entrar em carga após a liberação da fiscalização. O projeto de escoramento deve atender a todas as normas e especificações pertinentes.

O projeto de escoramento deve considerar os efeitos das sobrecargas de construção dos pesos dos equipamentos, da ação do vento, da velocidade da colocação do concreto e dos equipamentos utilizados para sua compactação. O comportamento das fundações do escoramento, bem como eventuais assentamentos e deformações devem ser objeto de verificação constante e correção imediata.

Após a conclusão da obra os escoramentos serão removidos, juntamente com os respectivos suportes, sem deixar vestígios aparentes.

Nos casos de vão bi-apoiados, a retirada será procedida do centro em direção aos apoios, e no caso de vão em balanço a retirada de escoramento será executada dos extremos para os apoios.

As fundações dos escoramentos, construídos acima do nível do terreno, serão arrasados até este nível. As fundações colocadas em lâminas de água, serão arrancadas ou cortadas no nível de fundo.

Nos casos onde há a construção de estruturas no meio de afluente, é necessário a execução de uma ponte de madeira que permita a movimentação de



máquinas e pessoas até o local das estruturas a serem concretadas, neste caso a própria estrutura do escoramento servirá como ponte branca.

### **5.11 Elastômero Fretado - Aparelhos de Apoio**

A ligação entre a superestrutura da ponte (tabuleiro) e a mesoestrutura (pilares e encontros) se dará por meio de aparelhos de apoio do tipo elastômero fretado.

Em virtude da magnitude das solicitações existentes, faz-se necessário a fretagem (cintamento) do elastômero a chapas de aço de pequena espessura, pois a tendência de a borracha escoar lateralmente é impedida pelo aço, que resulta tracionado comprimindo o elastômero. A efetividade da ligação elastômero-aço é conseguida pelo prévio preparo das chapas de aço.

### **5.12 Confecção e colocação de cabo de cordoalhas**

Nas estruturas de concreto protendido ocorre a aplicação de tensões prévias para aumentar sua resistência aos esforços que solicitarão o elemento durante sua vida útil. Estas tensões são impostas por meio da utilização de armaduras de fios ou cabos que são tracionados e fixados por elemento estrutural. A protensão pode ser pré ou pós, dependendo se a operação de tracionamento é feita antes ou depois da concretagem da peça estrutural.

As etapas de construção das estruturas de concreto protendido, são as mesmas de uma estrutura convencional de concreto armado, acrescentando-se apenas a etapa referente ao processo de protensão das peças. Os serviços relativos à protensão são divididos nas seguintes etapas:

- preparo do cabo, ou seja, corte nas dimensões pedidas pelo projeto, já considerando os comprimentos com o alongamento previsto no projeto.
- colocação das bainhas metálicas (incluindo corte, emenda, alinhamento e fixação);

- enfição dos cabos nas bainhas (já com as ancoragens fêmeas fixadas), e após concretagem das peças, protensão com a introdução da ancoragem macho e corte das pontas dos cabos utilizados para os macacos efetuarem a protensão.
- injeção dos cabos e arremate final das ancoragens com concreto.

### **5.13 Protensão e injeção dos cabos de cordoalhas**

Os cabos de protensão devem ser confeccionados no comprimento e tipos especificados nos desenhos do projeto executivo.

A montagem dos cabos de protensão deve ser feita antes da colocação de condutores de eletricidade e outros dispositivos mecânicos.

O desenho de montagem do aço de protensão e armadura passiva deve ser devidamente estudado e entendido pelo pessoal responsável pela execução.

As cordoalhas não devem ser arrastadas sobre o solo ou superfície abrasiva

Uma oxidação superficial no aço de protensão somente será permitida se, removendo-se está manualmente, a superfície do metal for encontrada intacta, sem nenhum poro, risco ou sinal de ataque.

O corte das cordoalhas para a confecção dos cabos deve ser feito a frio, por tesouras ou esmerilhadeiras (fixa ou manual). Conforme NBR 10789: “É vedado efetuar no elemento tensor, corte com maçarico, bem como o endireitamento através de máquinas endireitadoras ou qualquer outro processo, pois esses procedimentos alteram as propriedades físicas do aço.”

A amarração dos fios pode ser feita com arame recozido ou, alternativamente, com fita adesiva plástica.

As extremidades do cabo, na região das ancoragens, devem estar limpas e isentas de respingos de nata de cimento, argamassa, oxidação ou eventuais irregularidade dos fios, a fim de se garantir o ajuste perfeito das cunhas do macaco

de protensão. Eventuais respingos de nata de cimento e pontos de oxidação existentes nesta região deverão ser removidos.

#### **5.14 Bainhas ou Tubos Metálicos**

As bainhas ou tubos metálicos utilizados para os cabos de protensão devem ser estanques com relação à entrada de nata de cimento durante a concretagem.

As bainhas devem ser flexíveis e suficientemente resistentes, para suportar o peso do concreto depositado sobre elas, bem como solicitação de tração daí decorrentes.

O fornecimento das bainhas ou tubos metálicos deve ser feito de 6 m. No caso de emenda, deverá ser garantida a sua absoluta estanqueidade, recomendando-se a utilização de emendas das próprias bainhas ou solda, no caso dos tubos metálicos.

Características especiais para as bainhas ou tubos metálicos serão prescritas e utilizadas de acordo com o projeto ou autorização da fiscalização, em função de processos patenteados eventualmente adotados.

#### **5.15 Colocação dos Cabos**

A operação de colocação de bainhas na forma é a mesma, tanto para cabos pré-fabricados (com ou sem aderência), quanto para os de enfição posterior. Em ambos os casos, devem ser respeitadas as seguintes orientações:

A fixação das bainhas deve ser feita com cuidado, para que, durante a operação de concretagem, elas não saiam da posição originalmente estabelecida no projeto.

Quando condições particulares assim o exigirem, a posição das ancoragens ativas e passivas poderá ser trocada, desde que com a devida autorização do projetista.

O eixo dos cabos de protensão deve coincidir rigorosamente com o eixo das ancoragens e estar normal às faces da ancoragem.

As travessas ou estribos devem ser de preferência semi-circulares, a fim de se criar uma maior superfície de contato para a bainha e evitar que a mesma se desloque horizontalmente.

Deve ser colocado armadura de fretagem e fendilhamento, tanto nas ancoragens ativas, como nas passivas, de acordo com o especificado em projeto.

Na protensão com aderência, quando necessário, deverão ser feitas vedações com fita adesiva, massa de vidro ou durepox, nas emendas de bainhas, nas ancoragens ativas e passivas já colocando os purgadores, evitando assim, entrada de nata nos cabos, quando da concretagem deles.

Deixar purgadores para saída de ar e controle de injeção de nata, nas extremidades dos cabos. Em cabos longos, deixar purgadores nos pontos altos do mesmo, bem como purgadores nas cordoalhas mais altas da ancoragem para execução do efeito chaminé.

### **5.16 Verificações Antes da Protensão**

Os lugares da obra onde trabalharão os operadores dos macacos devem estar limpos e organizados.

Determinar áreas de segurança e garantir a não permanência de pessoas nas mesmas durante as operações necessárias à protensão. Durante a protensão, enquanto a bomba está funcionando, é proibida a permanência de pessoal atrás do macaco ou na vizinhança imediata, assim como atrás de um dispositivo de ancoragem passiva, enquanto a tensão pela outra extremidade está em curso.

Verificar a integridade do concreto nos nichos e em todas as superfícies aparentes. Se for detectada qualquer anormalidade com vazios ou porosidade anormal no concreto, a operação de protensão deve ser suspensa até que o problema esteja solucionado e a empresa de protensão avisada.

O equipamento de protensão deve estar em perfeito funcionamento. Para isso, deve ter os manômetros aferidos antes da primeira utilização e sempre que houver suspeita de indicações incorretas, a critério da fiscalização e da empresa de protensão.

Na obra, recomenda-se as seguintes verificações no equipamento de protensão:

- Verificar a limpeza do equipamento, especialmente as cunhas e seus apoios no macaco;
- Verificar as condições e extensão dos cabos de força das bombas elétricas;
- Verificar o nível de óleo das bombas;
- Verificar a aferição dos manômetros;
- Verificar o aterramento e a voltagem de todos os dispositivos elétricos;
- Conectar todos os cabos e mangueiras e instalar o manômetro;
- Ligar a bomba e testar a abertura do macaco, verificando não haver vazamentos;
- Verificar os documentos de aferição dos manômetros e anotar as pressões que deverão ser atingidas para a introdução da força de protensão.

Um manômetro padrão como aferidor poderá permanecer na obra, para o acompanhamento das operações de aferição a cada 200 operações de protensão, ou quando exigida aferição devido a anomalia aparente.

Fazer de forma clara e visível a numeração dos cabos junto às ancoragens ativas e passivas, para evitar protender cabo fora da sequência de protensão estipulada em projeto.

Verificar no projeto as indicações de protensão necessárias ao andamento da operação (força de protensão e alongamento para cada cabo; extremidades do cabo que serão protendidas; resistência mínima do concreto na ocasião da protensão; etapas de protensão; ordem de protensão dos cabos). Caso estas informações não estejam claras, o projetista deve ser consultado.

O manuseio inadequado do equipamento de protensão pode danificá-lo e causar acidentes pessoais. Assim, somente o pessoal treinado poderá operá-lo.

Deverá ser confeccionada uma planilha de protensão com os dados de projeto e ensaios.

O concreto somente poderá ser protendido quando tiver alcançada a resistência mínima para poder suportar as tensões concentradas nas regiões da ancoragem. Caso este valor não esteja claro no projeto estrutural, o projetista deve ser consultado. A verificação da resistência do concreto antes de iniciada a protensão deve ser comprovada por ensaios de ruptura em corpos de prova.

Deve ser providenciada tabela padrão para o registro do histórico de cada cabo, contendo pelo menos os seguintes dados:

Elemento da estrutura que está sendo protendido:

- Números de cabo;
- Tipo de cabo;
- Pressão manométrica total previsto;
- Alongamento teórico total previsto;
- Pressões manométricas parciais, correspondente às etapas de protensão previstas;
- Alongamento obtido no cabo;
- Notificar a fiscalização sobre o início da operação de protensão.

### **5.17 Injeção dos Cabos de Protensão**

Após a análise da protensão e liberação dos cabos, deve ser feita a operação de injeção de nata de cimento nas bainhas, conforme recomendações a seguir.

Toda a operação de injeção deve ser executada com equipamentos da empresa de protensão.

Para a execução dos serviços de injeção, todos os funcionários deverão obrigatoriamente usar os equipamentos de proteção – EPI's – tais como, capacete, botas de borracha, luvas de borracha, máscara de proteção facial cristal, etc.

Todos os cabos aderentes devem ser injetados a fim de proteger a armadura de protensão e garantir seu funcionamento como peça aderente.

A injeção deve ser feita de modo contínuo e sem golpes. Deve ser suficientemente lenta para não provocar a segregação da pasta de cimento.

As injeções serão realizadas a partir do ponto mais baixo de cada cabo, com a calda de injeção, devidamente ensaiada e aprovada pela fiscalização.

A água a ser usada na fabricação da pasta deve ser potável, sem conter impurezas, matéria orgânica ou quaisquer outras substâncias que possam conferir mau desempenho à calda e à sua aderência com as peças e estruturas com as quais está em contato.

A água pode ser armazenada em tambores limpos ou em reservatórios tipo caixa de água, que permitam a introdução de barras de gelo para conservá-la resfriada à temperatura desejada. Devem ser tomados cuidados para que não ocorram contaminações na água armazenada, por elementos nocivos.

Para a nata de injeção apresentar as boas condições aqui especificadas, deverá ser usado em sua composição cimento com menos de 15 dias de armazenamento na obra. Além disso, recomenda-se que no armazenamento do cimento não seja efetuado um empilhamento superior a 4 camadas.

Os aditivos a serem usados na calda devem ser plastificantes, na dosagem de 0,3 a 1% do peso do cimento utilizado. Para atender os requisitos de expansão ou, no mínimo, retração nula, poderá ser usado um aditivo expensor ou um aditivo plastificante que alie as qualidades de expensor.

Quando um aditivo expensor for empregado, a expansão total livre deve ser no máximo 7% do volume inicial de calda, medida 3 horas após a mistura, conforme NBR 7683.

Não é admitida calda cujo índice de fluidez ultrapasse o valor 18 segundos, durante o período de 30 minutos, após a conclusão da mistura, determinado conforme NBR 7685.

A pasta de injeção apresentar resistência suficiente após a pega ( $F_{ck} = 40$  MPa), preencher totalmente os espaços livres, sem deixar remanescentes de água ou ar (por isso, não é permitida a injeção com ar comprimido) e apresentar fluidez adequada, necessária ao bom funcionamento das máquinas, durante tempo que confira segurança a toda a operação de injeção prevista.

A mistura da calda de injeção deve ser feita mecanicamente, com equipamento da empresa de protensão. Não é admitida mistura manual.

A calda, logo após fabricada, deve escoar para o recipiente de recepção e estocagem, onde deve permanecer continuamente em movimento, inclusive durante a operação de injeção. Em hipótese alguma pode ser acrescentada água nesse recipiente, para melhorar a fluidez da calda.

A calda deve ser injetada em um tempo tal que pelo menos 70% da expansão total livre ocorra dentro da bainha.

Durante a injeção de cabos com várias curvaturas, quando a pasta de injeção sair em um purgador com consistência idêntica à da pasta de entrada, ele deverá ser fechado e deve-se continuar a injeção até o próximo purgador, e assim sucessivamente até a pasta sair na extremidade oposta do cabo.

O fechamento dos purgadores intermediários deverá ser feito por meio de dobramento e amarração, após verificar que a nata escoa em cada um deles sem bolhas de ar e com fluidez idêntica àquela da nata de entrada.

Após o fechamento dos eventuais purgadores intermediários e, sucessivamente, do último, deve-se manter a calda sob pressão de trabalho acrescida de 0,1 MPa, durante pelo menos um minuto. O respiro de injeção poderá então ser fechado, sem qualquer perda de nata de entrada.



O corte ou remoção dos respiros pode ser efetuado somente após decorridas pelo menos 24 horas do término das operações de injeção.

Os incidentes que poderão ocorrer mais comumente na operação de injeção são entupimento e fugas de nata. Quaisquer incidentes que ocorram na operação de injeção devem ser informados à empresa de protensão e ao projetista, para serem então solucionados conforme recomendações destes.

Na ocorrência de qualquer acidente durante a operação de injeção, devem ser tomadas providências para sua correção, devendo o fato ser devidamente registrado.

Decorridas 24h do término da injeção e após verificação do completo preenchimento do tubo e respiros de injeção, estes devem ser cortados cuidadosamente.

#### **5.18 Agressividade do Ambiente.**

A agressividade do meio ambiente está relacionada às ações físicas e químicas que atuam sobre as estruturas de concreto, independentemente das ações mecânicas, das variações volumétricas de origem térmica, da retração hidráulica e outras previstas no dimensionamento das estruturas.

Nos projetos de estruturas de concreto armado/protendido correntes, a agressividade ambiental deve ser classificada de acordo com o apresentado na tabela 6.1 da NBR 6118:2014 e pode ser avaliada, simplificada, segundo as condições de exposição da estrutura ou de suas partes.

Figura 2 - Tabela 6.1 da NBR 6118 - Classe de Agressividade Ambiental.

Tabela 6.1 – Classes de agressividade ambiental (CAA)

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Fraca	Rural	Insignificante
		Submersa	
II	Moderada	Urbana <sup>a, b</sup>	Pequeno
III	Forte	Marinha <sup>a</sup>	Grande
		Industrial <sup>a, b</sup>	
IV	Muito forte	Industrial <sup>a, c</sup>	Elevado
		Respingos de maré	

<sup>a</sup> Pode-se admitir um microclima com uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) para ambientes internos secos (salas, dormitórios, banheiros, cozinhas e áreas de serviço de apartamentos residenciais e conjuntos comerciais ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura).

<sup>b</sup> Pode-se admitir uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) em obras em regiões de clima seco, com umidade média relativa do ar menor ou igual a 65 %, partes da estrutura protegidas de chuva em ambientes predominantemente secos ou regiões onde raramente chove.

<sup>c</sup> Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes, indústrias químicas.

Fonte: NBR 6118.

No entanto o responsável pelo projeto estrutural, de posse de dados relativos ao meio ambiente em que será construída a estrutura, pode considerar classificação mais agressiva que a estabelecida na tabela acima, sendo esta a situação do projeto, pois, embora a ponte esteja em ambiente rural em região de características climáticas favoráveis o que a encaixaria na classe de agressividade ambiental I (fraca), em virtude do tráfego intenso de caminhões e da importância da estrutura, definiu-se para a superestrutura, mesoestrutura e infraestrutura, como pertencente à Classe de Agressividade Ambiental II (moderada).

Figura 3 - Tabela 7.1 da NBR 6118 - Classe de Agressividade e a qualidade do concreto.

Tabela 7.1 – Correspondência entre a classe de agressividade e a qualidade do concreto

Concreto <sup>a</sup>	Tipo <sup>b, c</sup>	Classe de agressividade (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV
Relação água/cimento em massa	CA	≤ 0,65	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,45
	CP	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,50	≤ 0,45
Classe de concreto (ABNT NBR 8953)	CA	≥ C20	≥ C25	≥ C30	≥ C40
	CP	≥ C25	≥ C30	≥ C35	≥ C40

<sup>a</sup> O concreto empregado na execução das estruturas deve cumprir com os requisitos estabelecidos na ABNT NBR 12655.

<sup>b</sup> CA corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto armado.

<sup>c</sup> CP corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto protendido.

Fonte: NBR 6118.

Figura 4 - Tabela 7.2 da NBR 6118 - Correspondência entre a classe dos agregados.

Tabela 7.2 – Correspondência entre a classe de agressividade ambiental e o cobrimento nominal para  $\Delta c = 10$  mm

Tipo de estrutura	Componente ou elemento	Classe de agressividade ambiental (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV <sup>c</sup>
		Cobrimento nominal mm			
Concreto armado	Laje <sup>b</sup>	20	25	35	45
	Viga/pilar	25	30	40	50
	Elementos estruturais em contato com o solo <sup>d</sup>	30		40	50
Concreto protendido <sup>a</sup>	Laje	25	30	40	50
	Viga/pilar	30	35	45	55

<sup>a</sup> Cobrimento nominal da bainha ou dos fios, cabos e cordoalhas. O cobrimento da armadura passiva deve respeitar os cobrimentos para concreto armado.

<sup>b</sup> Para a face superior de lajes e vigas que serão revestidas com argamassa de contrapiso, com revestimentos finais secos tipo carpete e madeira, com argamassa de revestimento e acabamento, como pisos de elevado desempenho, pisos cerâmicos, pisos asfálticos e outros, as exigências desta Tabela podem ser substituídas pelas de 7.4.7.5, respeitado um cobrimento nominal  $\geq 15$  mm.

<sup>c</sup> Nas superfícies expostas a ambientes agressivos, como reservatórios, estações de tratamento de água e esgoto, condutos de esgoto, canaletas de efluentes e outras obras em ambientes química e intensamente agressivos, devem ser atendidos os cobrimentos da classe de agressividade IV.

<sup>d</sup> No trecho dos pilares em contato com o solo junto aos elementos de fundação, a armadura deve ter cobrimento nominal  $\geq 45$  mm.

Fonte: NBR 6118.

## 5.19 Cobrimento Mínimo das Armaduras

Para garantia da durabilidade da estrutura devem ser tomadas precauções para garantia do cobrimento mínimo das armaduras, para isso a execução deve considerar o cobrimento nominal ( $c_{nom}$ ), que é o cobrimento mínimo acrescido da tolerância de execução ( $\Delta_c$ ). Assim, as dimensões das armaduras e os espaçadores devem respeitar os cobrimentos nominais, estabelecidos na tabela 7.2 da NBR 6118:2014 para  $\Delta_c = 10$  mm.

Os cobrimentos nominais mínimos estão sempre referidos à superfície da armadura externa do estribo. O cobrimento nominal de uma determinada barra deve ser superior a:

- $C_{nom} \geq \varphi$  barra;
- $C_{nom} \geq \varphi$  feixe  $\varphi \sqrt{h}$ ;
- $C_{nom} \geq 0,5 \varphi$  bainha.

O cobrimento mínimo das bainhas destinadas a enfição da armadura ativa, deve ser de 100 mm.

A dimensão máxima característica do agregado graúdo utilizado no concreto não pode superar 20% a espessura nominal do cobrimento, ou seja:

$$D_{m\acute{a}x} \leq 1,2 C_{nomPonte}$$

## 6.0 PROJETO GEOMÉTRICO

### 6.1 Introdução

O Projeto Geométrico, engloba exclusivamente as informações da Obras de Arte Especial – Ponte em Concreto Moldado *In Loco* Protendido, sobre o RIO ARARA, com base nos estudos elaborados pelo DER/RO.

### 6.2 Características Técnicas

As características técnicas adotadas no Projeto foram as seguintes:

### **6.2.1 Características Operacionais**

- Classe OAE: 45 tf/ 450 kN;
- Região: Plana/Ondulada;
- Velocidade diretriz: 60 km/h;

### **6.3 Características Transversais**

#### **6.3.1 Obra de Arte Especial**

- Extensão da Ponte (m): 40,55;
- Largura da Ponte (m): 9,10 m;
- Área (m<sup>2</sup>): 369,00;
- Largura do Guarda Rodas (m): 0,40;
- Desenvolvimento planimétrico: Ponte Reta Ortogonal;
- Desenvolvimento Altimétrico: Ponte Reta Horizontal.
- Sistema Estrutural: Ponte em Viga - Isostática;
- Seção Transversal: Ponte de Viga - Seção T;
- Posição do Tabuleiro: Ponte com Tabuleiro Superior (normal);
- Técnica Construtiva: Construção com Concreto Estrutural Moldado no Local, com Cimbramento Fixo.

## **7.0 PROJETO DE DRENAGEM**

### **7.1 Metodologia**

Foram utilizados os resultados proporcionados pelos estudos hidrológicos, dados geotécnicos e geométricos dos estudos/projeto fornecidos pelo DER.

A partir dos resultados dos estudos hidrológicos, determinaram-se os valores das vazões usadas para o dimensionamento das obras projetadas.

## 7.2 Projeto de Drenagem Superficial

O sistema de drenagem superficial foi projetado de forma a escoar de maneira rápida e segura, as águas pluviais que incidam sobre a plataforma OAE.

**Observação:** Antes da execução do tabuleiro a responsável pela construção junto com a fiscalização deverão verificar se a pavimentação será executada imediatamente após a execução da OAE. Caso não seja executada o tabuleiro deverá ser ajustado com previsão de caimento mínimo de 2,0% a partir do eixo da via, sem que ocorra diminuição da seção transversal do tabuleiro. Podendo mediante verificação técnica haver o engrossamento na parte central do tabuleiro, de forma a permitir o escoamento das águas que incidirem sobre a OAE.

## 8.0 PROJETO DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS

### 8.1 Características Básicas - OAE

A superestrutura tem uma largura estrutural de 9,10 m, composta por 7,00 m de pista rodoviária, duas barreiras rígidas tipo New Jersey com 0,40 m cada borda. O tabuleiro é completado na obra com uma laje de concreto armado, de espessura colaborante de 22 cm, e com transversinas nas cabeceiras, apoio intermediário e no eixo com espessura de 30 cm e altura de 80 cm. As transversinas não são solidarizadas com o tabuleiro tendo como esforços preponderantes o seu peso próprio.

Trata-se de uma ponte implantada entre os municípios de Primavera de Rondônia e Parecis, com extensão total de 40,55 m, sendo o modelo estrutural proposto é de um sistema isostático composto por dois tramos em vigas protendidas com geometria T com talão inferior justaposto:

- Vão E1-P1: vão de cálculo considerado 20,00 m, comprimento da longarina de 20,0;
- Vão P1-E2: vão de cálculo considerado 20,00 m, comprimento da longarina de 20,0.

As longarinas serão executadas “*in loco*” em seu local definitivo, se tratando de elemento em concreto protendido moldado “*in loco*”. As longarinas serão escoradas em toda sua extensão por escoramento em madeira (pontalete com diâmetro mínimo de 15 cm) executado com madeira com dimensões e resistência compatíveis com a estrutura.

Entre as longarinas serão assentadas pré-lajes e caso exista algum elemento em balanço o mesmo receberá o mesmo escoramento utilizado nas longarinas. Desta forma o escoramento também auxiliará na execução das formas periféricas no tabuleiro e das barreiras rígidas, posto que as pré-lajes servem de forma apenas para parte inferior do tabuleiro.

Em se tratando dos elementos da mesoestrutura, serão executadas travessas de apoio em concreto armado sobre os pilares. As travessas dos encontros possuem solidarização com as alas e cortinas. Já a travessa intermediária será alargada de forma a receber os aparelhos de apoio das longarinas que se apoiam sobre ele.

Os pilares possuem seção circular maciça, com diâmetro de 1,40 m em todos os apoios e  $F_{ck}$  de no mínimo 30 MPa.

As fundações da serão executadas em estaca do tipo raiz executadas em solo e em rocha, possuindo diâmetro de camisa de 41 cm no trecho em solo e de 31 cm no trecho em rocha. No topo das estacas será executado um bloco de coroamento quadrado em concreto estrutural composto por 9 estacas.

O pavimento deverá ser composto por CBUQ com espessura de 8 cm, sendo considerado no projeto o incremento normativo relativo ao recapeamento.

A obra da ponte não afetará o tráfego da região pois a ponte em concreto estrutural será executada em local diferente da ponte de madeira existente, que servirá de desvio no período de execução da estrutura.

## 8.2 Instalações

Definidas as necessidades do canteiro de obras, cabe ao executante providenciar instalações adequadas para almoxarifado, alojamentos, alimentação dos funcionários e oficinas,

As instalações devem ser executadas em compartimentos independentes e os alojamentos devem dispor de energia elétrica, de água corrente e de esgoto sanitário.

### • Equipamentos

- Preparo dos locais do canteiro de obra;
- Topografia;
- Produção de força e luz;
- Mecânica e carpintaria;
- Execução de fundação;
- Transporte materiais;
- Armação de aço para concreto armado;
- Caminhão basculante 14 m<sup>3</sup>.

## 8.3 Infraestrutura

Foi adotada solução em fundação profunda do tipo estaca raiz executada em solo e em rocha, possuindo diâmetro de camisa de 41 cm no trecho em solo e de 31 cm no trecho em rocha. No topo das estacas será executado bloco de coroamento quadrado em concreto estrutural composto por 9 estacas.

A escolha de estaca do tipo raiz se deu em virtude da presença de leito rochoso, sendo esse o tipo de estaca com melhor aplicabilidade em rochas do tipo sã além de possuírem elevada capacidade de carga estrutural.

A argamassa de preenchimento da estaca raiz deve possuir resistência a compressão de 20 MPa, não obstante deve obedecer a todas as prescrições normativas da NBR 6122/19.



Para as estacas raiz não foi considerada a capacidade de contribuição do trecho em solo.

O bloco de coroamento deve ser executado com concreto com resistência mínima de 40 MPa.

Será feito na obra um registro detalhado dos dados de execução das estacas raiz, onde constarão no mínimo os seguintes elementos:

- Cota de arrasamento;
- Material de apoio;
- Equipamento usado nas várias etapas;
- Deslocamento e desaprumo;
- Volume de argamassa utilizado para preenchimento;
- Anomalias de execução/providências tomadas.

Para o trecho em rocha foi considerada a resistência média para granitos obtida pelo método de Antunes e Cabral.

Considerando que a elaboração do presente projeto se fundamentou em estudos técnicos preliminares fornecidos pelo Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de Rondônia – DER/RO, provenientes de investigações executadas anteriormente, destaca-se que as sondagens realizadas atendem aos quantitativos mínimos estabelecidos pela ABNT NBR 8036:1983.

*Figura 5 - Item 4.1.1 NBR 8036*

#### **4.1.1 Número e locação das sondagens**

**4.1.1.1** O número de sondagens e a sua localização em planta dependem do tipo da estrutura, de suas características especiais e das condições geotécnicas do subsolo. O número de sondagens deve ser suficiente para fornecer um quadro, o melhor possível, da provável variação das camadas do subsolo do local em estudo.

**4.1.1.2** As sondagens devem ser, no mínimo, de uma para cada 200 m<sup>2</sup> de área da projeção em planta do edifício, até 1200 m<sup>2</sup> de área. Entre 1200 m<sup>2</sup> e 2400 m<sup>2</sup> deve-se fazer uma sondagem para cada 400 m<sup>2</sup> que excederem de 1200 m<sup>2</sup>. Acima de 2400 m<sup>2</sup> o número de sondagens deve ser fixado de acordo com o plano particular da construção. Em quaisquer circunstâncias o número mínimo de sondagens deve ser:

a) dois para área da projeção em planta do edifício até 200 m<sup>2</sup>;

b) três para área entre 200 m<sup>2</sup> e 400 m<sup>2</sup>.

**4.1.1.3** Nos casos em que não houver ainda disposição em planta dos edifícios, como nos estudos de viabilidade ou de escolha de local, o número de sondagens deve ser fixado de forma que a distância máxima entre elas seja de 100 m, com um mínimo de três sondagens.

Fonte: NBR 8036:1983

Recomenda-se que a empresa contratada para a execução da obra realize novas investigações geotécnicas e Prova de Carga Estática na Estaca mais solicitada da travessa intermediária, com o objetivo de subsidiar adequadamente a supervisão da obra, garantindo, assim, a qualidade dos serviços executados, a segurança estrutural e a correta aplicação dos recursos públicos.

Com foco na segurança e uniformização do projeto executivo, adotaram-se os parâmetros geotécnicos obtidos no Furo de Sondagem SPT-01, os quais resultaram em estacas com comprimento total de 10 metros, sendo 6 metros cravados em solo e 4 metros em camada de rocha. Ressalta-se que, para efeito de dimensionamento, não foi considerada a resistência de ponta das estacas. Por medida de padronização

construtiva e prevenção de inconsistências executivas, os mesmos valores foram replicados para todos os blocos de fundação previstos.

O plano de trabalho estabelece que a execução das fundações deverá ocorrer durante o período de estiagem, época na qual os rios da região apresentam vazão significativamente reduzida ou, em alguns casos, chegam a secar completamente — como é recorrente no Rio Arara.

Tal escolha se fundamenta na busca por maior segurança e viabilidade operacional durante a execução dos serviços, uma vez que intervenções em época de cheia aumentam expressivamente os riscos de acidentes de trabalho, além de comprometerem a eficiência e o controle técnico das atividades.

Ademais, a prática adotada está em conformidade com os procedimentos usualmente aplicados no estado de Rondônia, onde é padrão iniciar obras de arte especiais no período de estiagem, aproveitando as condições mais favoráveis do regime hidrológico local.

Ressalta-se que as fundações projetadas atendem integralmente aos requisitos estabelecidos pela NBR 6122 vigente.

#### **8.4 Mesoestrutura**

A mesoestrutura é constituída pelos pilares, travessa de apoio e os aparelhos de apoio elastómero. O concreto sempre será maior ou igual 30 MPa, para a moldagem da mesoestrutura serão utilizados os seguintes equipamentos: betoneira, vibrador de imersão, serra circular e grupo gerador. Os aparelhos de apoio (neoprene) foram adequadamente dimensionados. Os pilares possuem seção circular maciça, com diâmetro de 1,40 m em todos os apoios e  $F_{ck}$  de no mínimo 30 MPa.

Os pilares deverão ser confeccionados por fôrmas circulares.

As travessas serão moldadas em fôrmas de madeira compensadas para concreto aparente, armadas conforme projeto.

Os aparelhos de apoio do tipo elastoméricos foram adequadamente dimensionados e verificados.

## 8.5 Superestrutura

Estruturalmente a superestrutura é um modelo isostático composto de dois tramos para vãos de 20,0 m em vigas protendidas com a geometria T com talão inferior, a seção transversal possui 4 vigas e é dimensionada para um trem tipo de 45tf.

A superestrutura tem uma largura estrutural de 9,10 m, composta por 7,00 m de pista rodoviária, duas barreiras rígidas tipo New Jersey com 0,40 m cada borda. O tabuleiro é completado na obra com uma laje de concreto armado, de espessura colaborante de 22 cm, e com transversinas nas cabeceiras, apoio intermediário e no eixo com espessura de 30 cm e altura de 80 cm. As transversinas não são solidarizadas com o tabuleiro tendo como esforços preponderantes o seu peso próprio.

Compõe ainda a superestrutura as pré-lajes e transversinas, que tem como função possibilitar a concretagem da laje e o travamento transversal das vigas nas cabeceiras, para os vãos as vigas serão solidarizadas com a laje.

As barreiras de concreto (guarda rodas) tipo New Jersey moldadas *in loco* devem ter concreto igual ou superior a 30 MPa e armaduras em aço CA-50. As barreiras são projetadas de acordo com as normas vigentes. A superestrutura é completada com o mesmo revestimento da rodovia, se for o caso, e caimento de 2% do centro para as bordas destinadas ao escoamento das águas pluviais que serão coletadas pelos drenos de PVC de 100 mm, convenientemente posicionados. Após o término da obra, será efetuada a limpeza total e pintura dos principais elementos estruturais.

A armadura passiva definida em projeto é a CA 50, a ativa de pós-tensão é CP-190 RB e o concreto com  $F_{ck}$  igual ou superior a 40 MPa para as vigas. As Vigas serão

concretadas no local definitivo, com a utilização de escoramentos. A protensão da longarina deve ser feita após a estrutura atingir a resistência mínima para protensão.

## **8.6 Longarinas em concreto protendido**

No dimensionamento estrutural da longarina de concreto protendido, foi considerado que a mesma será protendida quando as lajes de tabuleiro tiverem sido concretadas e devidamente solidarizadas junto às longarinas, tendo ambas as estruturas atingido a resistência de projeto.

As Longarinas não devem ser protendidas no estado de serviço em vazio.

Compõe ainda a superestrutura as transversinas, que tem como função o travamento transversal das vigas nas cabeceiras e no meio do tramo.

A laje assim como os demais elementos deve ser concretada em uma única etapa.

## **8.7 Fôrmas**

As fôrmas serão executadas de modo que o concreto acabado tenha as formas, dimensões, alinhamento e cotas previstas em projetos. Poderão ser de madeira serrada ou compensada, metálica ou de concreto, e para que atendam às suas finalidades, serão tomadas as seguintes precauções:

Serão dimensionadas de modo que não possam sofrer deformações prejudiciais, quer sob ação dos fatores ambientais, quer sob ação da carga, especialmente a do concreto fresco.

Poderão ser executados com uma contra-flecha prevista no projeto, tal que, retirado o escoramento, a estrutura na temperatura média e sob a ação da carga permanente total, depois de terminada a retração e a deformação lenta, adquirida a forma prevista no projeto.

As formas serão suficientes estanques para que não haja perda de argamassa. Suas peças estarão alinhadas para se justaporem do melhor modo possível e que juntos sejam vedados.

As formas de madeira serão molhadas até a saturação, momentos antes do início do lançamento do concreto.

Serão previstos dispositivos, tais como aberturas próximos ao seu fundo, que possibilitem sua limpeza.

Para evitar a aderência ao concreto, as superfícies das formas poderão ser tratadas com produtos antiaderente que facilitem a desmoldagem. Este tratamento será feito antes da colocação da armadura e, não poderá deixar na superfície do concreto, resíduos que sejam prejudiciais.

A retirada das fôrmas e do escoramento só será feita quando o concreto estiver suficientemente endurecido para resistir às ações que sobre ele atuem e não conduzir as deformações inaceitáveis, tendo em vista o valor baixo do modo de deformação longitudinal do concreto e a maior probabilidade de grande deformação lenta quando o concreto é solicitado com pouca idade.

Quando não forem atendidas as condições acima e não se tendo usado cimento de alta resistência inicial ou processo que acelere o endurecimento, a retirada das fôrmas e do escoramento não acontecerá antes dos seguintes prazos:

- 1- Faces laterais: 3 dias;
- 2- Faces inferiores, deixando-se pontaletes bem encunhados e convenientemente espaçados: 14 dias;
- 3- Faces inferiores, sem pontaletes: 21 dias;
- 4- Longarinas, escoramentos não devem ser retirados antes da protensão completa bem como a inserção da nata.

## 8.8 Armaduras

No concreto armado utilizam-se apenas as armaduras passivas, definidas como as armaduras que não sejam usadas para produzir forças prévias no elemento considerado.

O armazenamento das armaduras deve ser feito sem contato direto com solo, podem ser utilizados estrados em conjunto com abrigos para proteção de efeitos climáticos nocivos a elementos metálicos.

Antes da colocação das armaduras passivas nas fôrmas, as barras devem ser limpas de qualquer substância prejudicial à aderência, sendo removidos as crostas de borda e argamassa, manchas de óleo e graxa, assim como escamas originadas da oxidação. O uso de desmoldantes deve ser realizado antes da colocação das armaduras. Espaçadores devem ser instalados de forma a evitar o contato da armadura com a forma com desmoldante, auxiliando ainda a garantir o espaçamento de projeto.

As barras de armadura serão dobradas de acordo com projeto, respeitando-se os raios de curvatura mínimos indicados na NBR 6118.

As barras de aço de AÇO CA 50A, como principal e os de classe B, serão sempre dobradas a frio. As barras não serão dobradas junto às emendas com solda. Devendo ser evitada a emenda de barras com solda.

A armadura será montada no interior das formas na posição indicada no projeto de maneira que se mantenham inalteradas durante o lançamento do concreto, Devendo ser garantido o espaçamento das barras entre si e das faces laterais das fôrmas.

Para garantir os espaçamentos de projeto, serão empregados espaçadores, tarugos de aço, peças de concretos (cocada). Nas lajes será feita amarração das barras de modo que em cada uma delas o afastamento entre duas amarrações não exceda 35 cm.

Todas as barras da armadura, inclusive os de distribuição de montagem e estribos, terão cobrimento de concreto conforme prescreve a NBR 6118.

## 8.9 Confeção e Lançamento do Concreto

A execução do concreto para OAE poderá ser com equipamento tipo betoneira, alimentada manualmente, seja por padiolas de madeira previamente dimensionadas, conforme o traço dosado em laboratório, ou por carrinhos de mão adaptados a este tipo de serviço e também devidamente dimensionados, sendo o uso de um ou outro tipo de abastecimento da obra. A capacidade da betoneira será, também, função dos mesmos fatores: betoneira de 320 litros para o primeiro tipo e betoneira de 750 litros para o segundo tipo. As centrais de concreto podem também ser usadas para a produção do concreto.

Como equipamentos auxiliares, além dos carrinhos já mencionados, serão usadas galeotas ou jericas para o transporte e lançamento do concreto pronto, vibradores, outras ferramentas manuais e um grupo gerador para fornecimento de energia.

Após o amassamento do concreto será lançado, num intervalo inferior à uma hora entre o final de amassamento ou agitação mecânica. Quando houver necessidade de aumentar esse intervalo, será utilizado um retardador de pega e endurecimento, devidamente escolhido por laboratório de controle tecnológico.

A altura de queda livre não deve ultrapassar 2 m. Em peças com alturas superiores, medidas especiais serão adotadas para evitar a segregação, entre elas:

- Lançamento através de funis ou trambes;
- Abertura de janelas nas formas que permitam diminuir a altura de lançamento e facilitem o adensamento;
- Emprego de concreto mais plástico e rico em cimento;
- Colocação de 5 a 10 cm de espessura de argamassa de cimento, feita com o mesmo traço do concreto que vai ser utilizado, porém sem agregado graúdo.



Para se obter o concreto compactado com o mínimo de vazios, serão utilizados processos mecânicos de compactação através de vibradores, que poderão ser internos, com agulhas vibrantes ou externos, com régua de superfícies, mesas vibratórias e de formas.

A cura do processo que tem por objetivo evitar a evaporação da água utilizada na mistura de concreto e que deverá reagir com o cimento hidratando-o.

A cura será feita por um dos processos abaixo:

- Irrigação ou aspersão d'água;
- Submersão da peça sob uma lâmina d'água;
- Recobrimento com areia úmida, pó de serra ou folha molhada, sacos de linhagem umedecidos etc.;
- Membrana de cura, com emulsões aquosas ou soluções de produtos resinosos ou parafínicos;
- Conservação das formas.

### **8.10 Escoramento**

Escoramento é o conjunto temporário de escoras e contraventamentos, de madeira ou de aço, projetado para resistir ao peso próprio da estrutura, eventuais sobrecargas, ação do vento e de enchentes durante a construção, evitando deformações prejudiciais a sua fôrma e esforço no concreto em fase de endurecimento, neste caso serão construídos com madeiras de pontaletes com diâmetro de no mínimo 15 cm.

A responsabilidade pelo projeto, execução e remoção dos escoramentos é do construtor.

Os escoramentos somente devem entrar em carga após a liberação da fiscalização. O projeto de escoramento deve atender a todas as normas e especificações pertinentes.

O projeto de escoramento deve considerar os efeitos das sobrecargas de construção dos pesos dos equipamentos, da ação do vento, da velocidade da colocação do concreto e dos equipamentos utilizados para sua compactação. O comportamento das fundações do escoramento, bem como eventuais assentamentos e deformações devem ser objeto de verificação constante e correção imediata.

Após a conclusão da obra os escoramentos serão removidos, juntamente com os respectivos suportes, sem deixar vestígios aparentes.

Nos casos de vão bi-apoiados, a retirada será procedida do centro em direção aos apoios, e no caso de vão em balanço a retirada de escoramento será executada dos extremos para os apoios.

As fundações dos escoramentos, construídos acima do nível do terreno, serão arrasados até este nível. As fundações colocadas em lâminas de água, serão arrancadas ou cortadas no nível de fundo.

Os consoles e os furos nos pilares, destinados ao apoio dos escoramentos, serão acabados como no projeto da obra definitiva.

Nos casos onde há a construção de estruturas no meio de afluente, é necessário a execução de uma ponte de madeira que permita a movimentação de máquinas e pessoas até o local das estruturas a serem concretadas, neste caso a própria estrutura do escoramento servirá como ponte branca.

### **8.11 Elastômero Fretado - Aparelhos de Apoio**

A ligação entre a superestrutura da ponte (tabuleiro) e a mesoestrutura (pilares e encontros) se dará por meio de aparelhos de apoio do tipo elastômero fretado.

Em virtude da magnitude das solicitações existentes, faz-se necessário a fretagem (cintamento) do elastômero a chapas de aço de pequena espessura, pois a tendência de a borracha escoar lateralmente é impedida pelo aço, que resulta tracionado comprimindo o elastômero. A efetividade da ligação elastômero-aço é conseguida pelo prévio preparo das chapas de aço.

## **8.12 Confeção e colocação de cabo de cordoalhas**

Nas estruturas de concreto protendido ocorre a aplicação de tensões prévias para aumentar sua resistência aos esforços que solicitarão o elemento durante sua vida útil. Estas tensões são impostas por meio da utilização de armaduras de fios ou cabos que são tracionados e fixados por elemento estrutural. A protensão pode ser pré ou pós, dependendo se a operação de tracionamento é feita antes ou depois da concretagem da peça estrutural.

As etapas de construção das estruturas de concreto protendido, são as mesmas de uma estrutura convencional de concreto armado, acrescentando-se apenas a etapa referente ao processo de protensão das peças. Os serviços relativos à protensão são divididos nas seguintes etapas:

- preparo do cabo, ou seja, corte nas dimensões pedidas pelo projeto, já considerando os comprimentos com o alongamento previsto no projeto.
- colocação das bainhas metálicas (incluindo corte, emenda, alinhamento e fixação);
- enfição dos cabos nas bainhas (já com as ancoragens fêmeas fixadas), e após concretagem das peças, protensão com a introdução da ancoragem macho e corte das pontas dos cabos utilizados para os macacos efetuarem a protensão.
- injeção dos cabos e arremate final das ancoragens com concreto.

## **8.13 Protensão e injeção dos cabos de cordoalhas**

Os cabos de protensão devem ser confeccionados no comprimento e tipos especificados nos desenhos do projeto executivo.

A montagem dos cabos de protensão deve ser feita antes da colocação de condutores de eletricidade e outros dispositivos mecânicos.

O desenho de montagem do aço de protensão e armadura passiva deve ser devidamente estudado e entendido pelo pessoal responsável pela execução.

As cordoalhas não devem ser arrastadas sobre o solo ou superfície abrasiva

Uma oxidação superficial no aço de protensão somente será permitida se, removendo-se está manualmente, a superfície do metal for encontrada intacta, sem nenhum poro, risco ou sinal de ataque.

O corte das cordoalhas para a confecção dos cabos deve ser feito a frio, por tesouras ou esmerilhadeiras (fixa ou manual). Conforme NBR 10789: “É vedado efetuar no elemento tensor, corte com maçarico, bem como o endireitamento através de máquinas endreitadoras ou qualquer outro processo, pois esses procedimentos alteram as propriedades físicas do aço.”

A amarração dos fios pode ser feita com arame recozido ou, alternativamente, com fita adesiva plástica.

As extremidades do cabo, na região das ancoragens, devem estar limpas e isentas de respingos de nata de cimento, argamassa, oxidação ou eventuais irregularidade dos fios, a fim de se garantir o ajuste perfeito das cunhas do macaco de protensão. Eventuais respingos de nata de cimento e pontos de oxidação existentes nesta região deverão ser removidos.

#### **8.14 Bainhas ou Tubos Metálicos**

As bainhas ou tubos metálicos utilizados para os cabos de protensão devem ser estanques com relação à entrada de nata de cimento durante a concretagem.

As bainhas devem ser flexíveis e suficientemente resistentes, para suportar o peso do concreto depositado sobre elas, bem como solicitação de tração daí decorrentes.

O fornecimento das bainhas ou tubos metálicos deve ser feito de 6 m. No caso de emenda, deverá ser garantida a sua absoluta estanqueidade, recomendando-se a utilização de emendas das próprias bainhas ou solda, no caso dos tubos metálicos.

Características especiais para as bainhas ou tubos metálicos serão prescritas e utilizadas de acordo com o projeto ou autorização da fiscalização, em função de processos patenteados eventualmente adotados.

### **8.15 Colocação dos Cabos**

A operação de colocação de bainhas na forma é a mesma, tanto para cabos pré-fabricados (com ou sem aderência), quanto para os de enfição posterior. Em ambos os casos, devem ser respeitadas as seguintes orientações:

A fixação das bainhas deve ser feita com cuidado, para que, durante a operação de concretagem, elas não saiam da posição originalmente estabelecida no projeto.

Quando condições particulares assim o exigirem, a posição das ancoragens ativas e passivas poderá ser trocada, desde que com a devida autorização do projetista.

O eixo dos cabos de protensão deve coincidir rigorosamente com o eixo das ancoragens e estar normal às faces da ancoragem.

As travessas ou estribos devem ser de preferência semi-circulares, a fim de se criar uma maior superfície de contato para a bainha e evitar que a mesma se desloque horizontalmente.

Deve ser colocado armadura de fretagem e fendilhamento, tanto nas ancoragens ativas, como nas passivas, de acordo com o especificado em projeto.

Na protensão com aderência, quando necessário, deverão ser feitas vedações com fita adesiva, massa de vidro ou durepox, nas emendas de bainhas, nas ancoragens ativas e passivas já colocando os purgadores, evitando assim, entrada de nata nos cabos, quando da concretagem deles.

Deixar purgadores para saída de ar e controle de injeção de nata, nas extremidades dos cabos. Em cabos longos, deixar purgadores nos pontos altos do

mesmo, bem como purgadores nas cordoalhas mais altas da ancoragem para execução do efeito chaminé.

### **8.16 Verificação Antes da Protensão**

Os lugares da obra onde trabalharão os operadores dos macacos devem estar limpos e organizados.

Determinar áreas de segurança e garantir a não permanência de pessoas nas mesmas durante as operações necessárias à protensão. Durante a protensão, enquanto a bomba está funcionando, é proibida a permanência de pessoal atrás do macaco ou na vizinhança imediata, assim como atrás de um dispositivo de ancoragem passiva, enquanto a tensão pela outra extremidade está em curso.

Verificar a integridade do concreto nos nichos e em todas as superfícies aparentes. Se for detectada qualquer anormalidade com vazios ou porosidade anormal no concreto, a operação de protensão deve ser suspensa até que o problema esteja solucionado e a empresa de protensão avisada.

O equipamento de protensão deve estar em perfeito funcionamento. Para isso, deve ter os manômetros aferidos antes da primeira utilização e sempre que houver suspeita de indicações incorretas, a critério da fiscalização e da empresa de protensão.

Na obra, recomenda-se as seguintes verificações no equipamento de protensão:

- Verificar a limpeza do equipamento, especialmente as cunhas e seus apoios no macaco;
- Verificar as condições e extensão dos cabos de força das bombas elétricas;
- Verificar o nível de óleo das bombas;
- Verificar a aferição dos manômetros;
- Verificar o aterramento e a voltagem de todos os dispositivos elétricos;
- Conectar todos os cabos e mangueiras e instalar o manômetro;

- Ligar a bomba e testar a abertura do macaco, verificando não haver vazamentos;
- Verificar os documentos de aferição dos manômetros e anotar as pressões que deverão ser atingidas para a introdução da força de protensão.

Um manômetro padrão como aferidor poderá permanecer na obra, para o acompanhamento das operações de aferição a cada 200 operações de protensão, ou quando exigida aferição devido a anomalia aparente.

Fazer de forma clara e visível a numeração dos cabos junto às ancoragens ativas e passivas, para evitar protender cabo fora da sequência de protensão estipulada em projeto.

Verificar no projeto as indicações de protensão necessárias ao andamento da operação (força de protensão e alongamento para cada cabo; extremidades do cabo que serão protendidas; resistência mínima do concreto na ocasião da protensão; etapas de protensão; ordem de protensão dos cabos). Caso estas informações não estejam claras, o projetista deve ser consultado.

O manuseio inadequado do equipamento de protensão pode danificá-lo e causar acidentes pessoais. Assim, somente pessoal treinado poderá operá-lo.

Fazer uma planilha de protensão com os dados de projeto e ensaios.

O concreto somente poderá ser protendido quando tiver alcançada a resistência mínima para poder suportar as tensões concentradas nas regiões da ancoragem. Caso este valor não esteja claro no projeto estrutural, o projetista deve ser consultado. A verificação da resistência do concreto antes de iniciada a protensão deve ser comprovada por ensaios de ruptura em corpos de prova.

Deve ser providenciada tabela padrão para o registro do histórico de cada cabo, contendo pelo menos os seguintes dados:

Elemento da estrutura que está sendo protendido:

- Números de cabo;

- Tipo de cabo;
- Pressão manométrica total previsto;
- Alongamento teórico total previsto;
- Pressões manométricas parciais, correspondente às etapas de protensão previstas;
- Alongamento obtido no cabo;
- Notificar a fiscalização sobre o início da operação de protensão.

### **8.17 Injeção dos Cabos de Protensão**

Após a análise da protensão e liberação dos cabos, deve ser feita a operação de injeção de nata de cimento nas bainhas, conforme recomendações a seguir.

Toda a operação de injeção deve ser executada com equipamentos da empresa de protensão.

Para a execução dos serviços de injeção, todos os funcionários deverão obrigatoriamente usar os equipamentos de proteção – EPI's – tais como, capacete, botas de borracha, luvas de borracha, máscara de proteção facial cristal, etc.

Todos os cabos aderentes devem ser injetados a fim de proteger a armadura de protensão e garantir seu funcionamento como peça aderente.

A injeção deve ser feita de modo contínuo e sem golpes. Deve ser suficientemente lenta para não provocar a segregação da pasta de cimento.

As injeções serão realizadas a partir do ponto mais baixo de cada cabo, com a calda de injeção, devidamente ensaiada e aprovada pela fiscalização.

A água a ser usada na fabricação da pasta deve ser potável, sem conter impurezas, matéria orgânica ou quaisquer outras substâncias que possam conferir mau desempenho à calda e à sua aderência com as peças e estruturas com as quais está em contato.



A água pode ser armazenada em tambores limpos ou em reservatórios tipo caixa de água, que permitam a introdução de barras de gelo para conservá-la resfriada à temperatura desejada. Devem ser tomados cuidados para que não ocorram contaminações na água armazenada, por elementos nocivos.

Para a nata de injeção apresentar as boas condições aqui especificadas, deverá ser usado em sua composição cimento com menos de 15 dias de armazenamento na obra. Além disso, recomenda-se que no armazenamento do cimento não seja efetuado um empilhamento superior a 4 camadas.

Os aditivos a serem usados na calda devem ser plastificantes, na dosagem de 0,3 a 1% do peso do cimento utilizado. Para atender os requisitos de expansão ou, no mínimo, retração nula, poderá ser usado um aditivo expensor ou um aditivo plastificante que alie as qualidades de expensor.

Quando um aditivo expensor for empregado, a expansão total livre deve ser no máximo 7% do volume inicial de calda, medida 3 horas após a mistura, conforme NBR 7683.

Não é admitida calda cujo índice de fluidez ultrapasse o valor 18 segundos, durante o período de 30 minutos, após a conclusão da mistura, determinado conforme NBR 7685.

A pasta de injeção apresentar resistência suficiente após a pega ( $F_{ck} = 40$  MPa), preencher totalmente os espaços livres, sem deixar remanescentes de água ou ar (por isso, não é permitida a injeção com ar comprimido) e apresentar fluidez adequada, necessária ao bom funcionamento das máquinas, durante tempo que confira segurança a toda a operação de injeção prevista.

A mistura da calda de injeção deve ser feita mecanicamente, com equipamento da empresa de protensão. Não é admitida mistura manual.

A calda, logo após fabricada, deve escoar para o recipiente de recepção e estocagem, onde deve permanecer continuamente em movimento, inclusive durante

a operação de injeção. Em hipótese alguma pode ser acrescentada água nesse recipiente, para melhorar a fluidez da calda.

A calda deve ser injetada em um tempo tal que pelo menos 70% da expansão total livre ocorra dentro da baina.

Durante a injeção de cabos com várias curvaturas, quando a pasta de injeção sair em um purgador com consistência idêntica à da pasta de entrada, ele deverá ser fechado e deve-se continuar a injeção até o próximo purgador, e assim sucessivamente até a pasta sair na extremidade oposta do cabo.

O fechamento dos purgadores intermediários deverá ser feito por meio de dobramento e amarração, após verificar que a nata escoa em cada um deles sem bolhas de ar e com fluidez idêntica àquela da nata de entrada.

Após o fechamento dos eventuais purgadores intermediários e, sucessivamente, do último, deve-se manter a calda sob pressão de trabalho acrescida de 0,1 MPa, durante pelo menos um minuto. O respiro de injeção poderá então ser fechado, sem qualquer perda de nata de entrada.

O corte ou remoção dos respiros pode ser efetuado somente após decorridas pelo menos 24 horas do término das operações de injeção.

Os incidentes que poderão ocorrer mais comumente na operação de injeção são entupimento e fugas de nata. Quaisquer incidentes que ocorram na operação de injeção devem ser informados à empresa de protensão e ao projetista, para serem então solucionados conforme recomendações destes.

Na ocorrência de qualquer acidente durante a operação de injeção, devem ser tomadas providências para sua correção, devendo o fato ser devidamente registrado.

Decorridas 24h do término da injeção e após verificação do completo preenchimento do tubo e respiros de injeção, estes devem ser cortados cuidadosamente.

### **8.18 Ações Consideradas**

Foram consideradas as ações sobre a estrutura previstas na NBR-7187 (Projeto de Pontes de Concreto Armado e de Concreto Protendido - Procedimento) e na NBR-7188 (Carga Móvel em Ponte Rodoviária e Passarela de Pedestre), correspondente à classe 45tf.

Foi considerado carregamento de vento atuando perpendicular e oblíquo ao eixo da ponte.

Foi considerado o empuxo da correnteza atuando nos elementos submersos.

Foi considerado o empuxo de terra atuando na estrutura dos encontros, devido ao aterro, à carga móvel e à sobrecarga sobre esse aterro.

### **8.19 Agressividade do Ambiente.**

A agressividade do meio ambiente está relacionada às ações físicas e químicas que atuam sobre as estruturas de concreto, independentemente das ações mecânicas, das variações volumétricas de origem térmica, da retração hidráulica e outras previstas no dimensionamento das estruturas.

Nos projetos de estruturas de concreto armado/protendido correntes, a agressividade ambiental deve ser classificada de acordo com o apresentado na tabela 6.1 da NBR 6118:2014 e pode ser avaliada, simplificada, segundo as condições de exposição da estrutura ou de suas partes.

Figura 6 - Tabela 6.1 da NBR 6118 - Classe de Agressividade Ambiental.

**Tabela 6.1 – Classes de agressividade ambiental (CAA)**

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Fraca	Rural	Insignificante
		Submersa	
II	Moderada	Urbana <sup>a, b</sup>	Pequeno
III	Forte	Marinha <sup>a</sup>	Grande
		Industrial <sup>a, b</sup>	
IV	Muito forte	Industrial <sup>a, c</sup>	Elevado
		Respingos de maré	

<sup>a</sup> Pode-se admitir um microclima com uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) para ambientes internos secos (salas, dormitórios, banheiros, cozinhas e áreas de serviço de apartamentos residenciais e conjuntos comerciais ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura).

<sup>b</sup> Pode-se admitir uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) em obras em regiões de clima seco, com umidade média relativa do ar menor ou igual a 65 %, partes da estrutura protegidas de chuva em ambientes predominantemente secos ou regiões onde raramente chove.

<sup>c</sup> Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes, indústrias químicas.

Fonte: NBR 6118.

No entanto o responsável pelo projeto estrutural, de posse de dados relativos ao meio ambiente em que será construída a estrutura, pode considerar classificação mais agressiva que a estabelecida na tabela acima, sendo esta a situação do projeto, pois, embora a ponte esteja em ambiente rural em região de características climáticas favoráveis o que a encaixaria na classe de agressividade ambiental I (fraca), em virtude do tráfego intenso de caminhões e da importância da estrutura, definiu-se para a superestrutura, mesoestrutura e infraestrutura, como pertencente à Classe de Agressividade Ambiental II (moderada).

Figura 7 - Tabela 7.1 da NBR 6118 - Classe de Agressividade e a qualidade do concreto

Tabela 7.1 – Correspondência entre a classe de agressividade e a qualidade do concreto

Concreto <sup>a</sup>	Tipo <sup>b, c</sup>	Classe de agressividade (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV
Relação água/cimento em massa	CA	≤ 0,65	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,45
	CP	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,50	≤ 0,45
Classe de concreto (ABNT NBR 8953)	CA	≥ C20	≥ C25	≥ C30	≥ C40
	CP	≥ C25	≥ C30	≥ C35	≥ C40

<sup>a</sup> O concreto empregado na execução das estruturas deve cumprir com os requisitos estabelecidos na ABNT NBR 12655.

<sup>b</sup> CA corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto armado.

<sup>c</sup> CP corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto protendido.

Fonte: NBR 6118.

Figura 8 - Tabela 7.2 da NBR 6118 - Correspondência entre a classe dos agregados

Tabela 7.2 – Correspondência entre a classe de agressividade ambiental e o cobrimento nominal para  $\Delta c = 10$  mm

Tipo de estrutura	Componente ou elemento	Classe de agressividade ambiental (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV <sup>c</sup>
		Cobrimento nominal mm			
Concreto armado	Laje <sup>b</sup>	20	25	35	45
	Viga/pilar	25	30	40	50
	Elementos estruturais em contato com o solo <sup>d</sup>	30		40	50
Concreto protendido <sup>a</sup>	Laje	25	30	40	50
	Viga/pilar	30	35	45	55

<sup>a</sup> Cobrimento nominal da bainha ou dos fios, cabos e cordoalhas. O cobrimento da armadura passiva deve respeitar os cobrimentos para concreto armado.

<sup>b</sup> Para a face superior de lajes e vigas que serão revestidas com argamassa de contrapiso, com revestimentos finais secos tipo carpete e madeira, com argamassa de revestimento e acabamento, como pisos de elevado desempenho, pisos cerâmicos, pisos asfálticos e outros, as exigências desta Tabela podem ser substituídas pelas de 7.4.7.5, respeitado um cobrimento nominal  $\geq 15$  mm.

<sup>c</sup> Nas superfícies expostas a ambientes agressivos, como reservatórios, estações de tratamento de água e esgoto, condutos de esgoto, canaletas de efluentes e outras obras em ambientes química e intensamente agressivos, devem ser atendidos os cobrimentos da classe de agressividade IV.

<sup>d</sup> No trecho dos pilares em contato com o solo junto aos elementos de fundação, a armadura deve ter cobrimento nominal  $\geq 45$  mm.

Fonte: NBR 6118.

## 8.20 Cobrimento Mínimo das Armaduras

Para garantia da durabilidade da estrutura devem ser tomadas precauções para garantia do cobrimento mínimo das armaduras, para isso a execução deve considerar o cobrimento nominal ( $c_{nom}$ ), que é o cobrimento mínimo acrescido da tolerância de execução ( $\Delta_c$ ). Assim, as dimensões das armaduras e os espaçadores devem respeitar os cobrimentos nominais, estabelecidos na tabela 7.2 da NBR 6118:2014 para  $\Delta_c = 10$  mm.

Os cobrimentos nominais mínimos estão sempre referidos à superfície da armadura externa do estribo. O cobrimento nominal de uma determinada barra deve ser superior a:

- $C_{nom} \geq \varphi$  barra;
- $C_{nom} \geq \varphi$  feixe  $\varphi \sqrt{h}$ ;
- $C_{nom} \geq 0,5 \varphi$  bainha.

O cobrimento mínimo das bainhas destinadas a enfição da armadura ativa, deve ser de 100 mm.

A dimensão máxima característica do agregado graúdo utilizado no concreto não pode superar 20% a espessura nominal do cobrimento, ou seja:

$$D_{m\acute{a}x} \leq 1,2 C_{nomPonte}$$

## **9.0 MEMÓRIA DE CÁLCULO DOS QUANTITATIVOS**

MEMÓRIA DE CÁLCULO - QUANTITATIVOS

1/4

Obra: Ponte de Concreto Estrutural Moldada "in loco"

Rodovia: RO-494

Local: Rio Araras

Trecho: Trecho RO-010/ RO-495, Km 30.50

Extensão: 40.55 m

Largura: 9.10 m

SERVIÇOS PRELIMINARES

Placa da Obra - Aquisição de placa pronta e assentamento

Total Acumulado = 8,00 m²

Mobilização e Desmobilização

Total Acumulado = 1.00

ADMINISTRAÇÃO LOCAL E CANTEIRO DE OBRAS

Administração local

Total Acumulado = 1.00

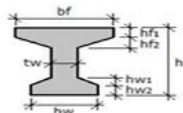
Instalações de Canteiro e Acampamento

Total Acumulado = 1.00


SUPERESTRUTURA - LONGARINAS, TABULEIRO, TRANSVERSINAS, BARREIRAS RÍGIDAS

Seção transversal

Tipo: Seção "I"



h	120	cm
hf1	12	cm
hf2	8	cm
hw1	20	cm
hw2	25	cm
bf	110	cm
tw	25	cm
bw	70	cm



Espeçura = 22 cm

LONGARINA

Descrição	Área - m²	Perímetro - m	Comprimento - m	Forma - m²	Volume - m³	Aço CA-50
Seção transversal 1	0,90	3,37	4,40	14,83	3,98	
Seção transversal 2	0,67	3,88	14,60	56,61	9,85	
Seção Variável	Var.	Var.	1,00	3,62	1,57	
total p/ 1 long				76,88	15,40	1.105,41
total p/ 8 long				615,01	123,19	8.843,27

PROTENSÃO

Descrição	Unidade	Quantidade
Cordoalha	kg	5.737,36
Bainha	m	489,04
Ancoragem Ativa	und	24,00
Ancoragem Passiva	und	24,00

LAJE

Descrição	Área - m²	Perímetro - m	Comprimento - m	Forma - m²	Volume - m³	Aço CA-50
Seção Geral	2,00	0,44	40,55	25,85	81,18	10.681,89
Trecho de pré-laje	0,07	1,21	1,73	227,47	13,13	4.138,19
TOTAL				253,32	81,18	14.820,08

Observação:

Não foi contabilizado laje de fundo nos trechos sobre a mesa das longarinas, exceto 7 cm de transpasse para apoio da pré-laje

Total de pré-lajes102,00

O volume de concreto da seção geral engloba a seção de 22 cm x 910 cm.

O volume de concreto das pré-lajes não é somado ao total, pois a seção geral engloba o volume absoluto.



#### TRANSVERSINAS

Descrição	Área - m²	Perímetro - m	Comprimento - m	Forma - m²	Volume - m³	Aço CA-50
Transv. Apoio	0,24	1,90	5,90	11,21	1,42	555,36
Transv. Central	0,24	1,90	7,26	13,79	1,74	
total p/ 4 Transversinas Centrais de Apoio				44,85	5,66	
total p/ 2 Transversinas Centrais				27,59	3,48	
total geral				72,44	9,15	555,36

#### Barreira Rígida - New Jersey

Descrição	Área - m²	Perímetro - m	Comprimento - m	Forma - m²	Volume - m³	Aço CA-50
NJ Altura 87 cm	0,23	2,00	44,55	88,92	10,25	2.197,70
total p/ 1 lado				88,92	10,25	
total p/ 2 lados				177,84	20,50	2.197,70

Foi considerado Barreiras sobre as Alas, em ambos os lados

#### MESOESTRUTURA

##### PILARES

Descrição	Diâmetro - m	Área - m²	Perímetro - m	Altura - m	Forma - m²	Vol. - m³	Aço CA-50
E1x2	1,40	1,54	4,40	1,00	4,40	1,54	
P1 - Intermediáriox2	1,40	1,54	4,40	4,50	19,79	6,93	
E2x2	1,40	1,54	4,40	1,00	4,40	1,54	
TOTAL					57,18	20,01	1.542,93

##### TRAVESSAS

Descrição	Seção - m²	Perímetro - m	Comprimento - m	Forma - m²	Volume - m³	Aço CA-50	Aço CA-50
E1 - 1,60x1,20	1,92	4,00	9,10	37,16	17,47	1.830,58	
Interm. - 1,60x1,20	1,92	4,00	9,10	37,16	17,47		1.695,05
E2 - 1,60x1,20	1,92	4,00	9,10	37,16	17,47	1.830,58	
TOTAL				111,48	52,42	3.661,16	1.695,05

##### CORTINAS E ALAS

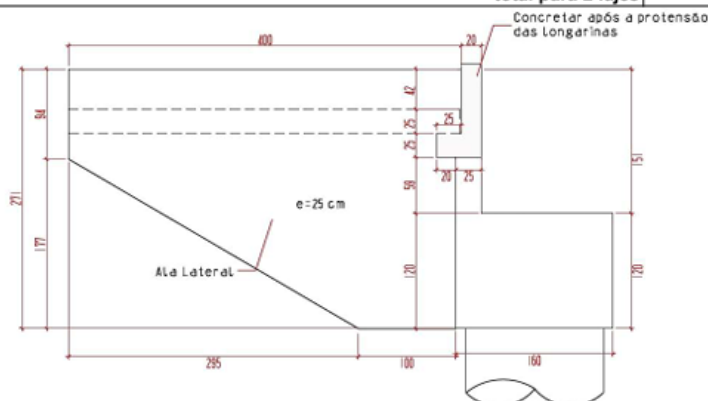
Descrição	Seção - m²	Perímetro - m	Comprimento - m	Forma - m²	Volume - m³	Aço CA-50
Cortina x2	0,39	3,270	9,10	59,51	7,17	824,08
Ala x 4	8,12	Variável	Variável	70,36	8,12	1.483,49
TOTAL				259,74	30,58	

##### APARELHO DE APOIO

Descrição	Base (cm)	Largura (cm)	Altura (cm)	Volume (cm³)	Vol. (dm³/L)
Elastômetro Fretado	30,00	50,00	6,30	9450,00	9,45
total para 16 aparelhos de Apoio				151200,00	151,20

##### Laje de transição

Descrição	Largura (m)	Extensão (m)	Perímetro - m	Espessura - m	Forma - m²	Vol. - m³	Aço CA-50
	8,60	4,00	25,20	0,30	7,56	10,32	1.612,79
total para 2 lajes					15,12	20,64	



3/4

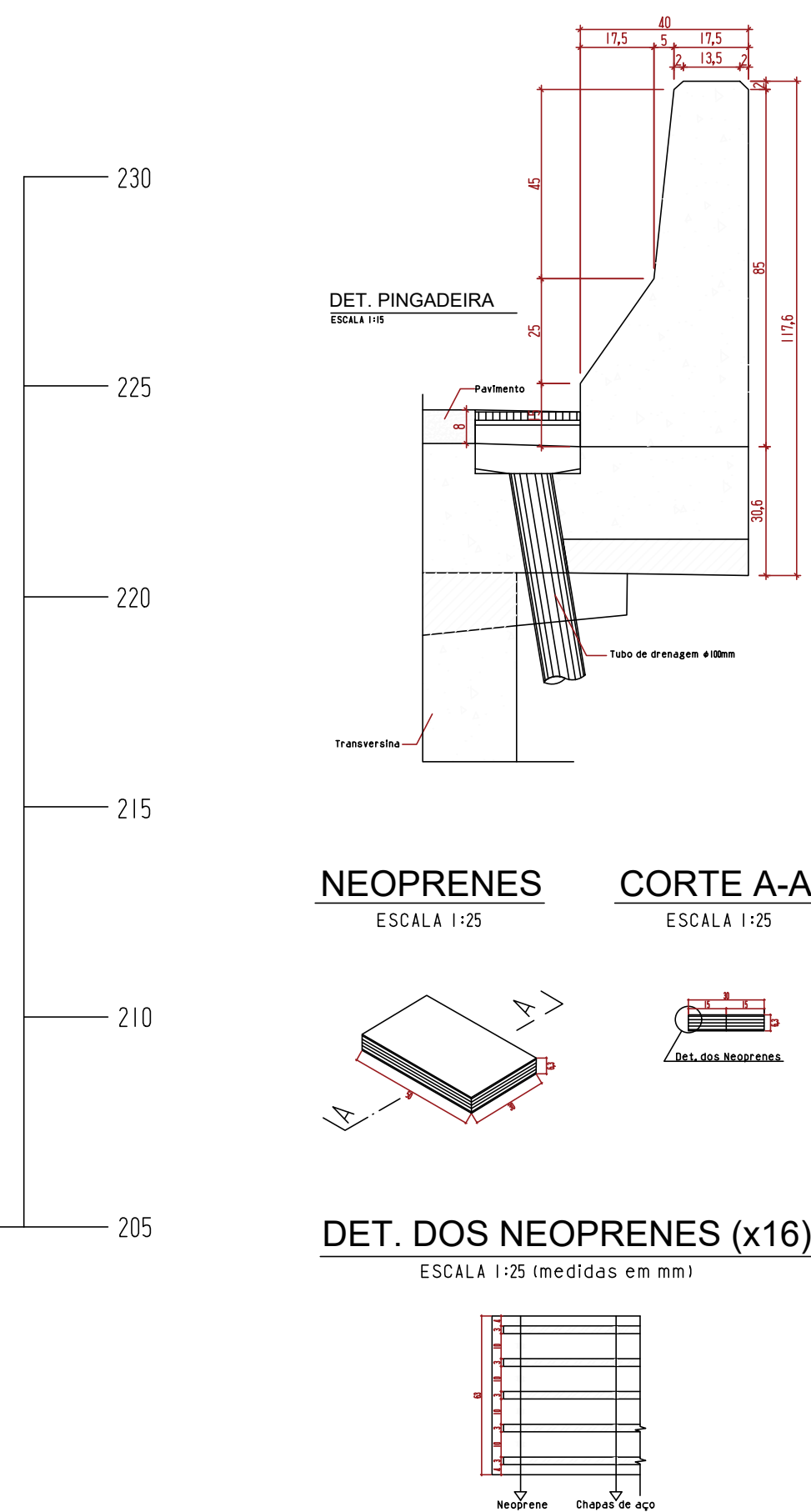
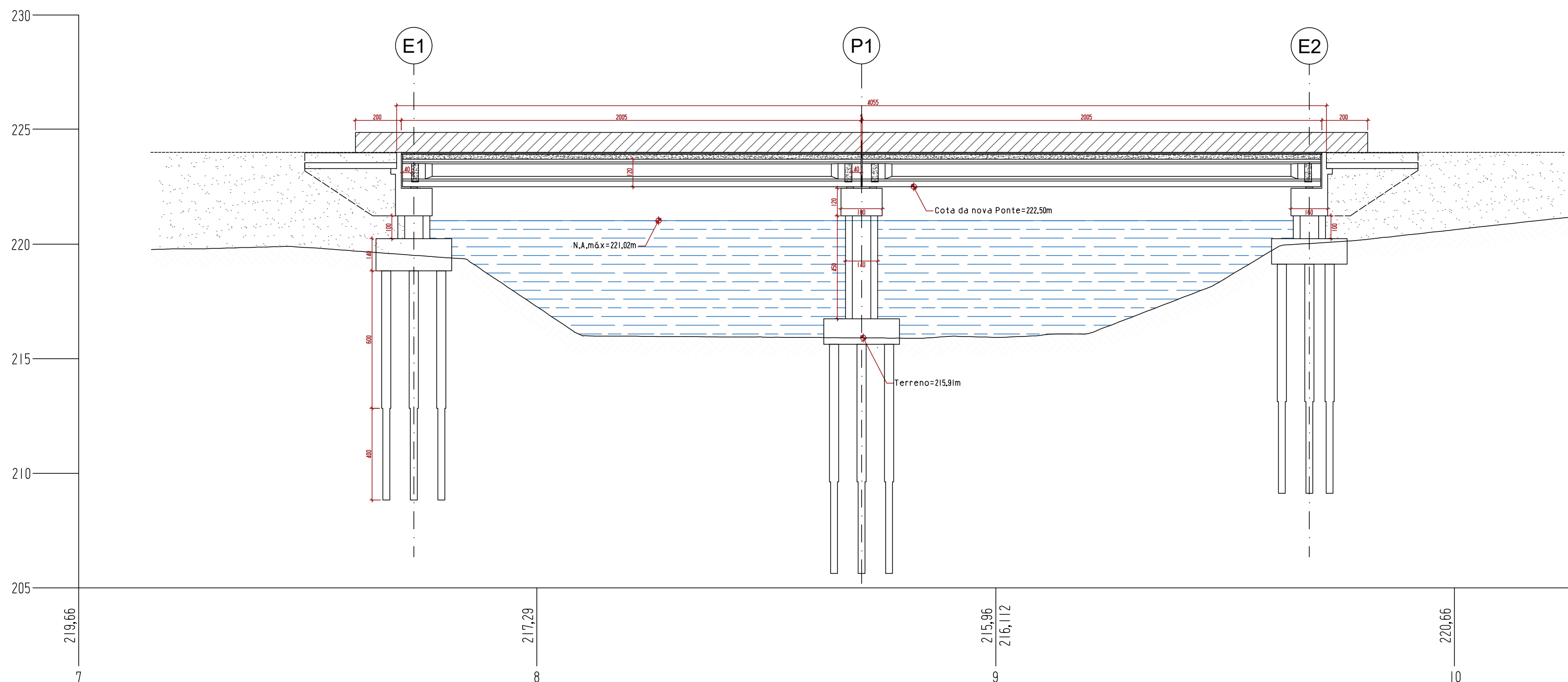
INFRAESTRUTURA		
<b>Viga de Travamento Inferior</b>		
Base - m	1,20	
Altura - m	1,20	
Seção - m²	1,44	
Perímetro (m)	3,60	
Comprimento (m)	2,60	
<b>Forma - m²</b>	<b>28,08</b>	Para 3 Vigas de Travamento
<b>C-30 - m³</b>	<b>11,23</b>	Para 3 Vigas de Travamento
<b>Aço CA-50</b>	<b>1.104,86</b>	
<b>Estaca Raiz - Resumo para os 6 Blocos</b>		
<b>Descrição</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>
Estaca Raiz perfurada em Solo, diâmetro de 41 cm	m	324,00
Estaca Raiz perfurada em Rocha, diâmetro de 31 cm	m	216,00
Aço CA-50	kg	6.741,04
<b>Considerando 9 estacas por bloco</b>		
Considerando 6 metros de estaca raiz perfurada em solo com DN 41 cm		
Considerando 4 metros de estaca raiz perfurada em rocha com DN 31 cm		
<b>Bloco de Coroamento - Resumo para os 6 Blocos</b>		
<b>Descrição</b>	<b>Quantidade</b>	
Lado A - m	3,30	
Lado B - m	3,30	
Altura - m	1,40	
<b>Forma - m²</b>	<b>110,88</b>	
<b>C-40 - m³</b>	<b>91,48</b>	
<b>Aço CA-50</b>	<b>1.104,86</b>	<b>5.293,01</b>
Acabamento		
<b>Descrição</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>
Junta de Dilatação em Perfil VV - L = 25 mm e H = 50 mm	m	27,30
Labios poliméricos em junta de pavimento, L = 20 mm e H = 30 mm	m	54,60
Guarda-Corpo e Corrimão Metálico	m	40,55
Dreno de PVC D = 100 mm para OAE	m	10,00
Limpeza da Ponte	m	40,55
Pintura manual com nata de cimento, 3 demãos	m²	337,29
<b>Junta de Dilatação em Perfil VV - L = 25 mm e H = 50 mm</b>		
Considerando 3 trechos de junta de dilatação, cada um com 9,10 m de extensão		
<b>Labios poliméricos em junta de pavimento, L = 20 mm e H = 30 mm</b>		
Considerando 3 trechos de lábios poliméricos, cada um com 9,10 m de extensão em cada face das juntas		
<b>Dreno de PVC D = 100 mm para OAE</b>		
Considerado um dreno de 100 mm a cada 4 metros em cada extremidade da via, no encontro com new jersey;		
<b>Limpeza da Ponte</b>		
Considereando 40,55 m, relativos a extensão da ponte.		
<b>Pintura manual com nata de cimento, 3 demãos</b>		
Considerando a parte visível no new jersey, interna e externamente, assim como a lateral da superestrutura;		
New Jersey	m²	159,61
Longarinas - Lateral	m²	127,10
Lateral da laje	m²	17,84
Alas	m²	32,74
<b>TOTAL</b>		<b>337,29</b>
<b>ESCORAMENTO - Ponte Branca</b>		
Escoramento com Pontalete D=15cm - utilização de 2 vezes - confecção, instalação e retirada		
	m³	2.452,37
<b>Seção da Calha - m²</b>	<b>213,25</b>	
<b>Largura - m</b>	<b>11,50</b>	Largura da ponte mais duas passagens de 1,20 m de largura
<b>Volume - m³</b>	<b>1.916,91</b>	Descontado os escoramentos dos Pórticos
<b>Escoramento para o pórtico intermediário</b>		
<b>Largura - m</b>	<b>3,60</b>	
<b>Comprimento - m</b>	<b>11,10</b>	
<b>Altura - m</b>	<b>6,40</b>	
<b>Volume - m³</b>	<b>255,74</b>	
<b>Escoramento para os Encontros x2</b>		
<b>Largura - m</b>	<b>3,60</b>	
<b>Comprimento - m</b>	<b>11,10</b>	
<b>Altura - m</b>	<b>3,50</b>	
<b>Volume - m³</b>	<b>279,72</b>	

SINALIZAÇÃO				4/4
<b>Sinalização Horizontal</b>				
Tachão refletivo em resina sintética - bidirecional - fornecimento e colocação		und	10,00	
Colocado com espaçamento de 4,0 m;				
<b>Sinalização Vertical</b>				
Fornecimento e implantação de placa em aço - Película I+I - Sinalização p/ obra		m <sup>2</sup>	15,36	
8 Placas de Sinalização para obra, Aunit = 1,92 m <sup>2</sup>				
Fornec e implant de suporte e travessa para placa de sinalização em madeira lei tratada 8x8 - sinalização p/obra		und	14	
1 suporte para cada placa, exceto a placa de informação de obra que utiliza 2				
Fornecimento e implantação de placa em aço - Película I+I - Indicativa		m <sup>2</sup>	8,82	
2 Placas de Sinalização Indicativa, Dimensões = 2,10x1,10 m				
2 Placas de Sinalização Indicativa, Dimensões = 2,10x1,00 m				

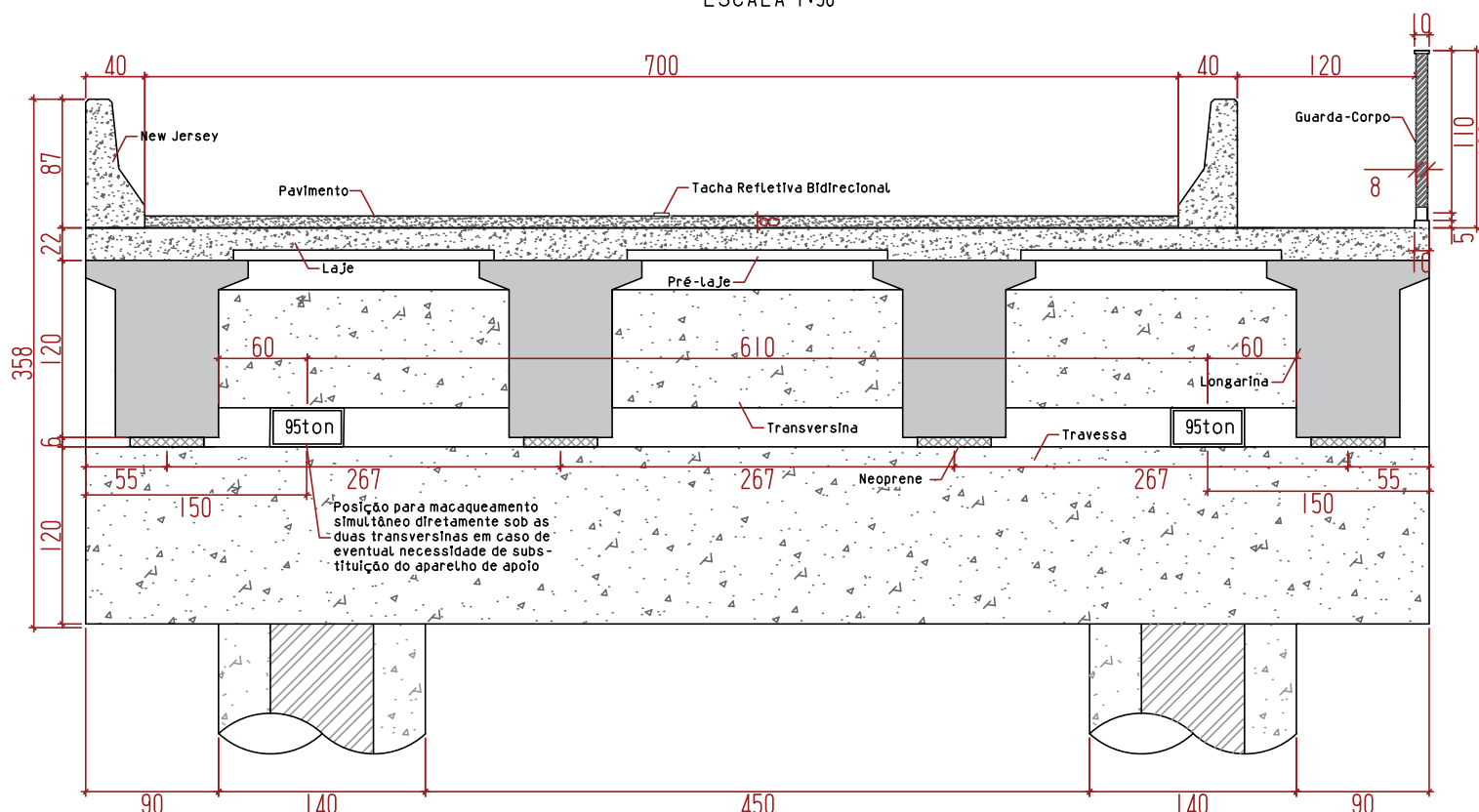
## **10.0 PROJETO EXECUTIVO**



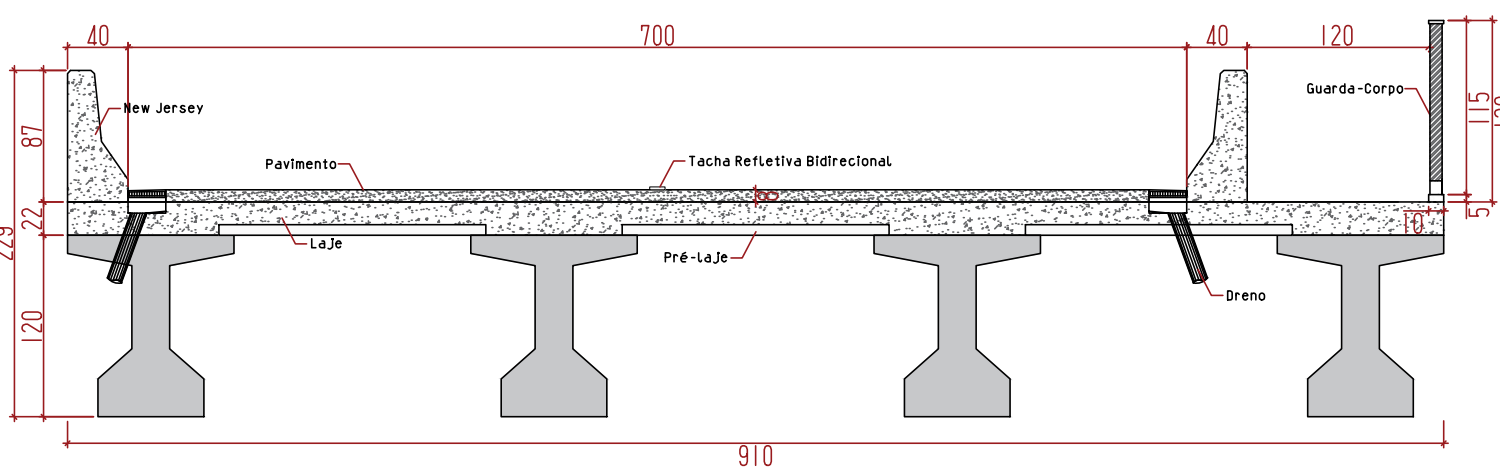
ESCALA 1:150



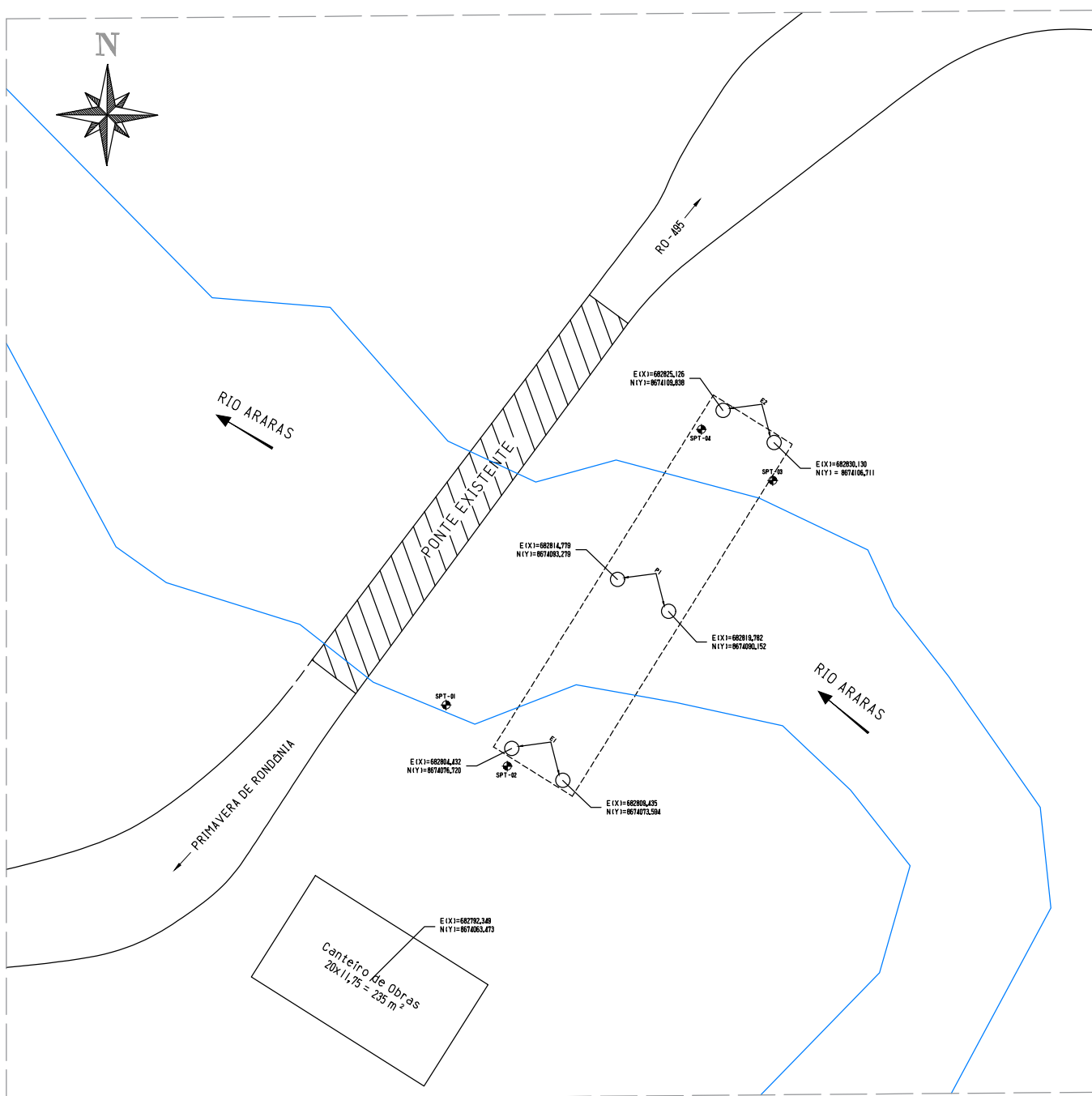
ESCALA 1:50



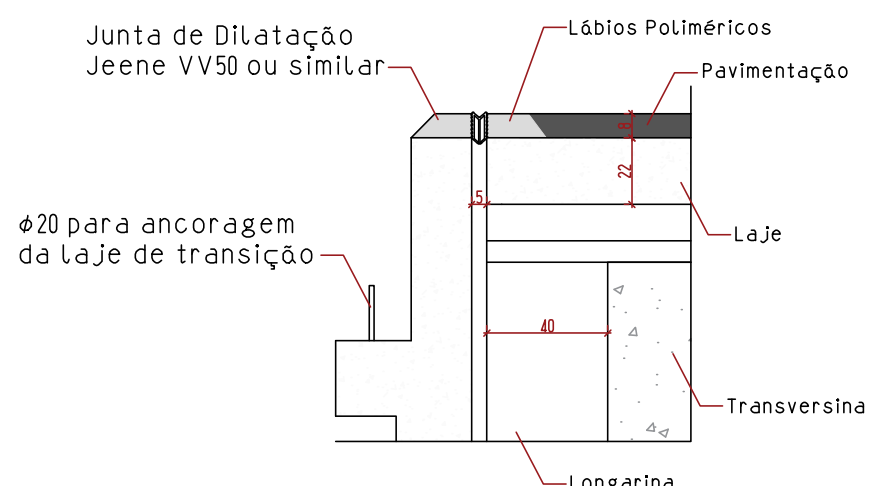
ESCALA 1:50



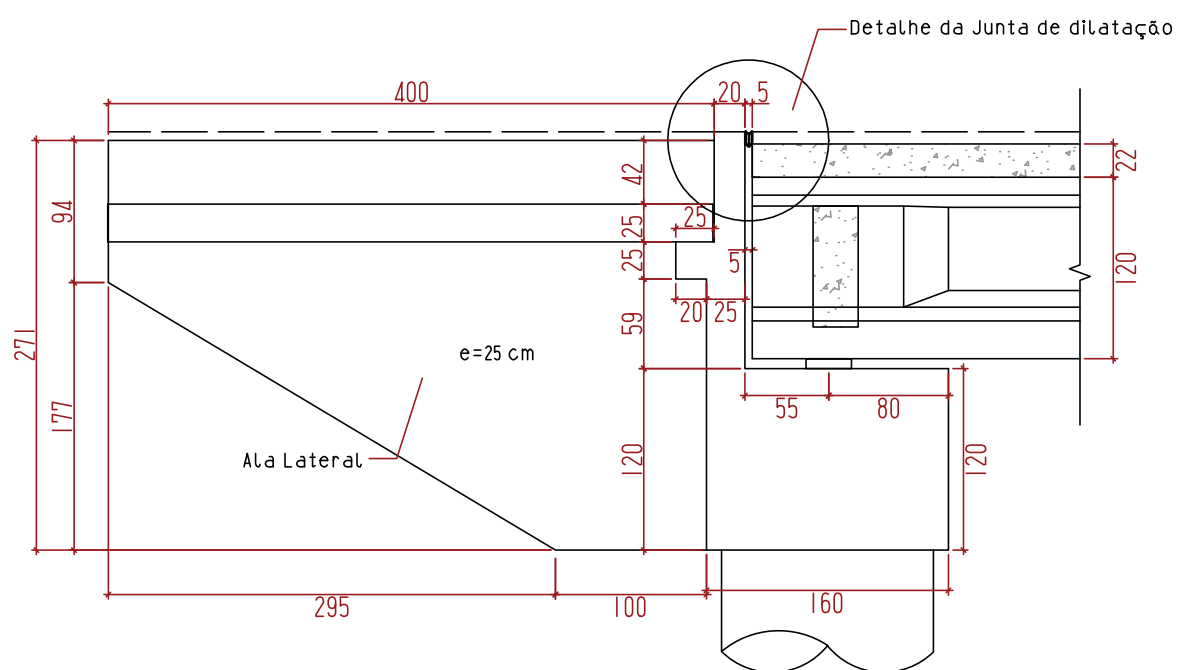
ESCALA 1:600



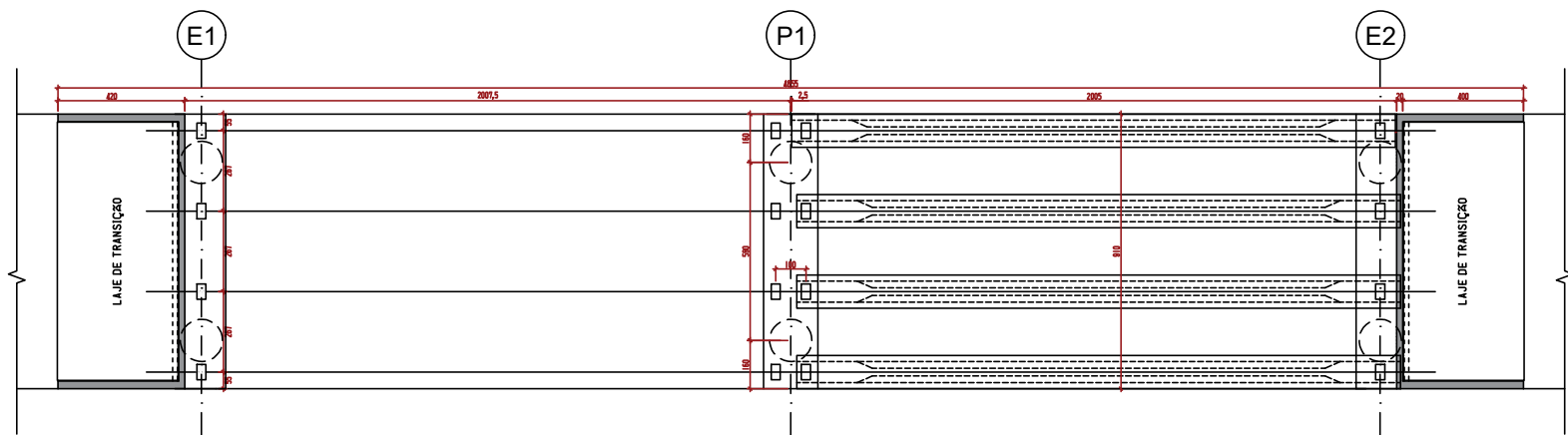
ESCALA 1:29



ESCALA 1:50

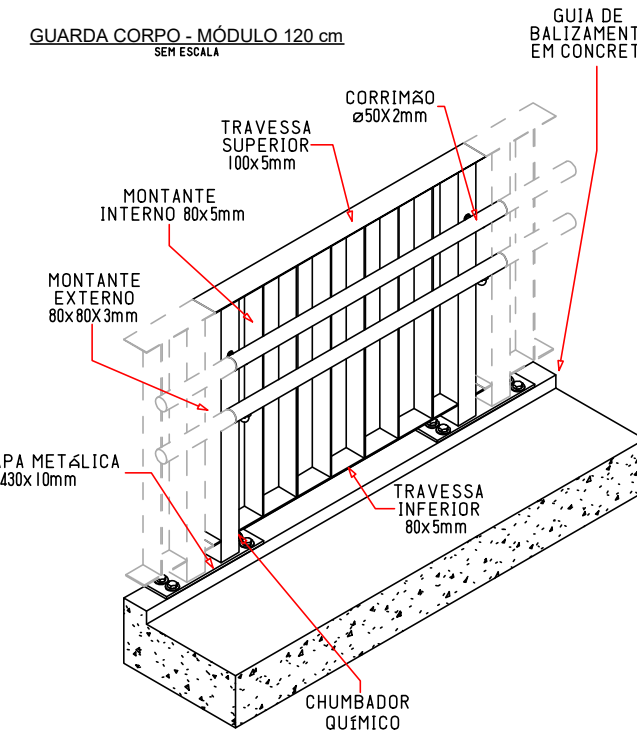
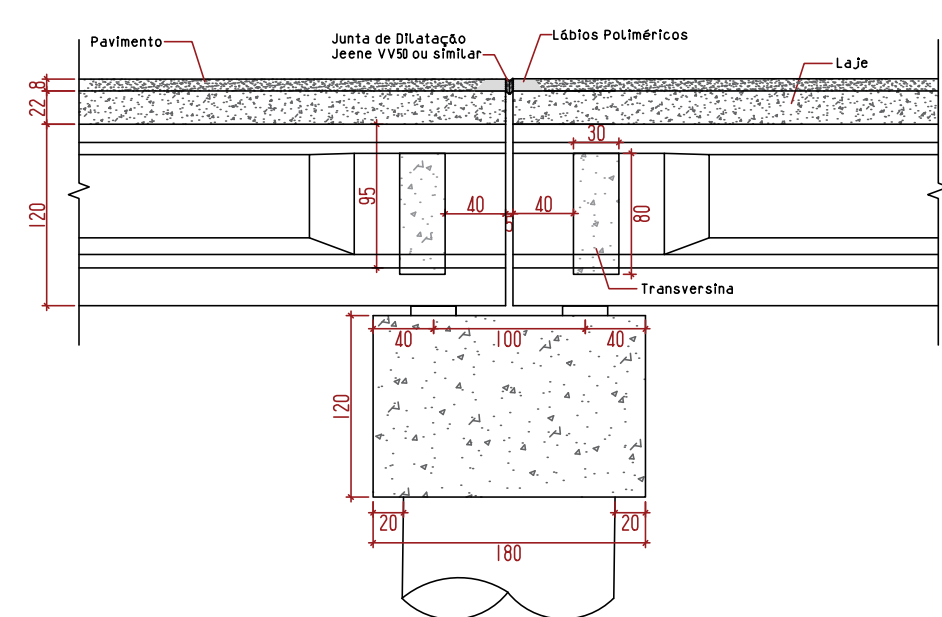


## ESCALA 11/90



## SEKAI 1190

ESCALA 1:50



1. Medidas em centímetros, elevações em metros, salvo indicação contrária.
2. Materiais:
  - 2.1. Concreto:
    - 2.1.1. New Jersey, Cortinas, Lajes de Transição, Alas, Travessas, Transversinas e Pilares (Fck=30 MPa):
      - 2.1.1.1. Diâmetro Máximo dos agregados = 25 mm;
      - 2.1.1.2. Relação água/cimento máxima = 0,55;
      - 2.1.1.3. Resistência característica à compressão (Fck) = 30 MPa;
      - 2.1.1.4. Módulo de elasticidade considerado = 27.000MPa.
    - 2.1.2. Blocos de Coroamento, Longarinas e Laje do Tabuleiro (Fck=40 MPa):
      - 2.1.2.1. Diâmetro Máximo dos agregados = 25 mm;
      - 2.1.2.2. Relação água/cimento máxima = 0,45;
      - 2.1.2.3. Resistência característica à compressão (Fck) = 40 MPa;
      - 2.1.2.4. Módulo de elasticidade considerado = 32.000 MPa.
  - 2.2. Aço:
    - 2.2.1. Aço CA-50 fyk  $\geq$  500 MPa;
    - 2.2.2. Aço para protensão CP-190 RB.
3. Cobrimento mínimo das armaduras:
  - 3.1. Cordoalhas (armadura ativa) = 4 cm;
  - 3.2. Lajotas e placas pré-moldadas = 2,5 cm;
  - 3.3. Estacas = 4 cm;
  - 3.4. Demais elementos de concreto armado = 3,0cm;
  - 3.5. Fazer acabamento rugoso na face superior das Lajotas pré-moldadas;
4. Classe de agressividade ambiental II (moderada), em caso de ambiente mais agressivo, é necessário rever os detalhes relacionados com a durabilidade da estrutura (NBR 6118):
5. Os concretos deverão ser inertes as reações expansivas do tipo alcalis-agregados, para tanto, juntamente com a aprovação dos traços pela fiscalização da obra, deverão ser realizados ensaios específicos dos agregados. Somente serão aceitos pela fiscalização agregados reativos se não houver outra alternativa economicamente viável, desde que sejam aplicados cimentos com teores de alcalis  $< 0,6\%$  em peso e fator  $a/c < 0,45$ , independente da resistência e aplicação especificada em projeto.
6. Utilizar pastilhas de plástico em quantidade suficiente para garantia do cobrimento das armaduras.
7. Executar contraventamento provisório nas longarinas, após o içamento e preliminarmente a solidarização com a laje e transversinas.
8. As formas utilizadas deverão prever chanfros de modo a evitar cantos vivos nos elementos concretados.
9. Pavimento com espessura 8,0 cm.
10. Trem tipo rodoviário Classe 45 (NBR 7188/241):
11. Os neoprenes deverão atender as exigências da NBR-9783:
12. Neoprenes dureza "SHORE" A-60;
13. O projeto das estruturas de contenção do aterro é de responsabilidade do seu fornecedor;
14. Em caso de dúvida, contatar engenheiro calculista.

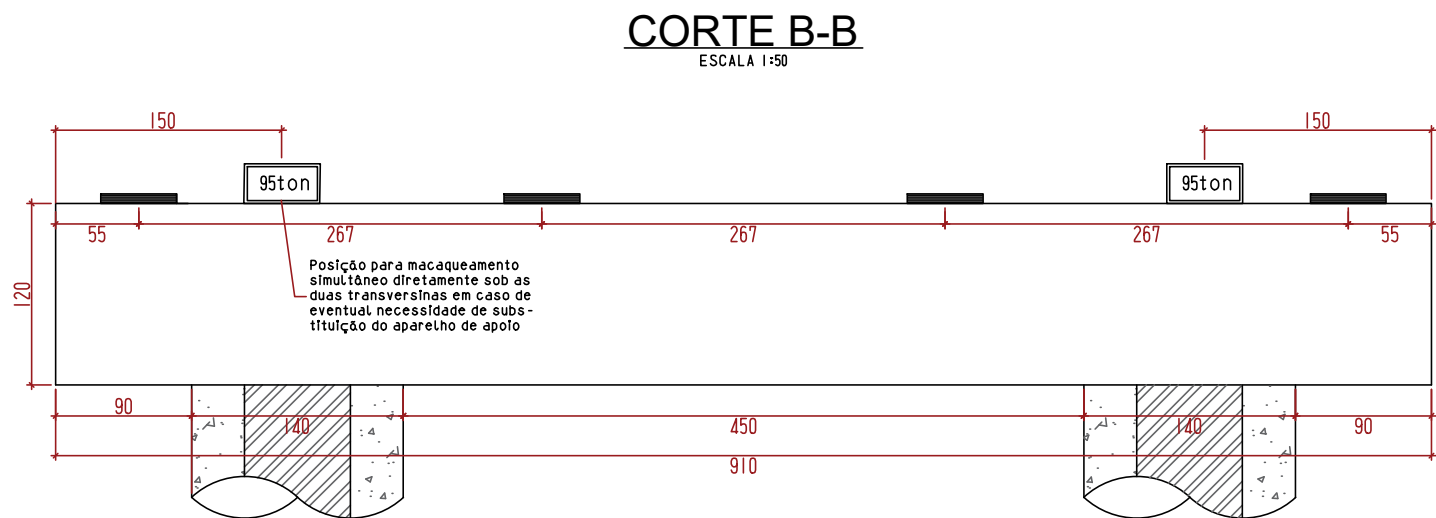
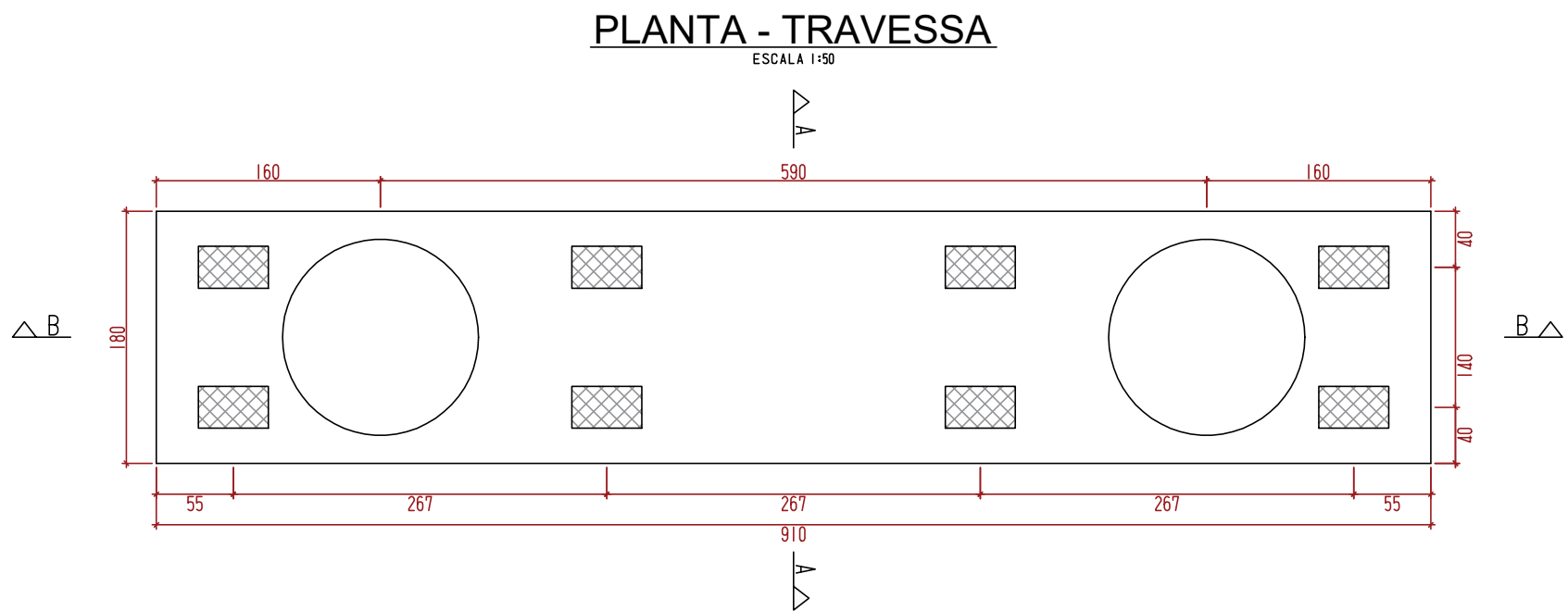
RESPONSÁVEL TÉCNICO:  
Murylo Rodrigues Bezerra - CREA: 8748DRO



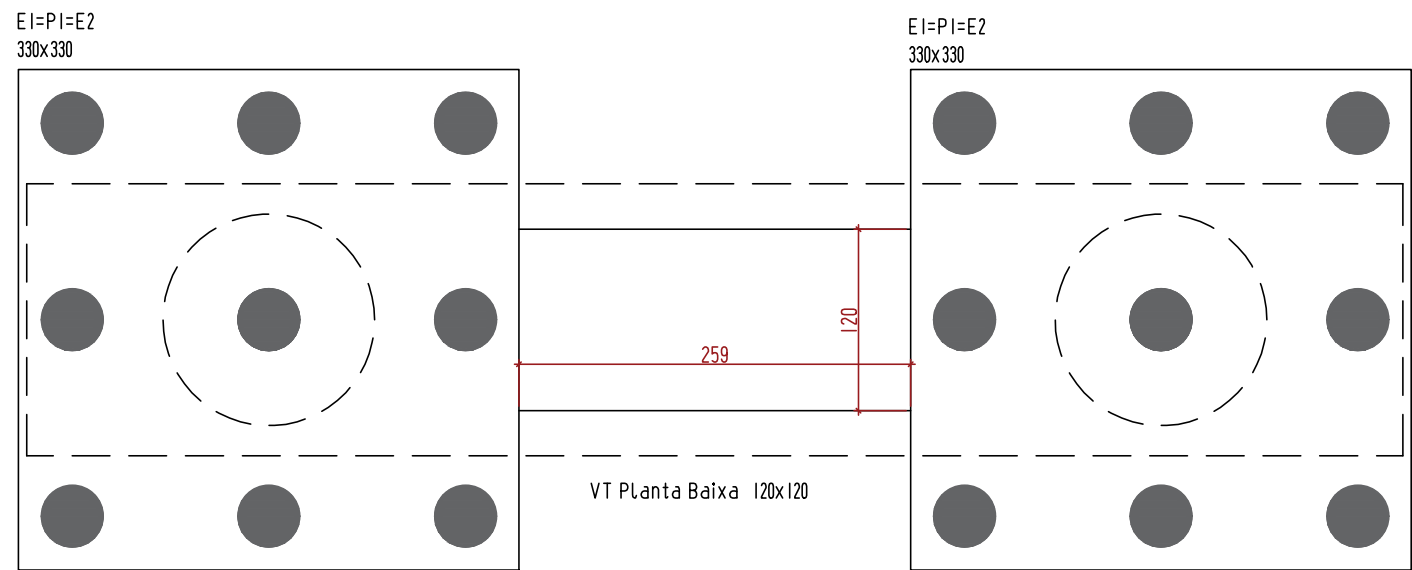
COORDENADAS:	11°59'20,187"S 61°19'15,558"W
DESCRIÇÃO:	Ponte em Concreto Armado e Protendido sobre o Rio Arara

DATA

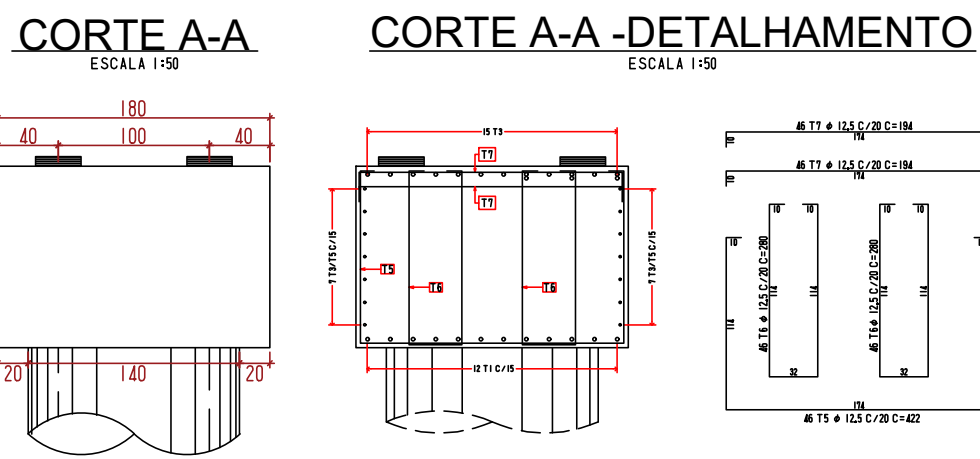
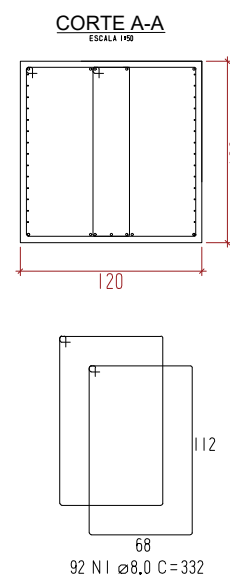
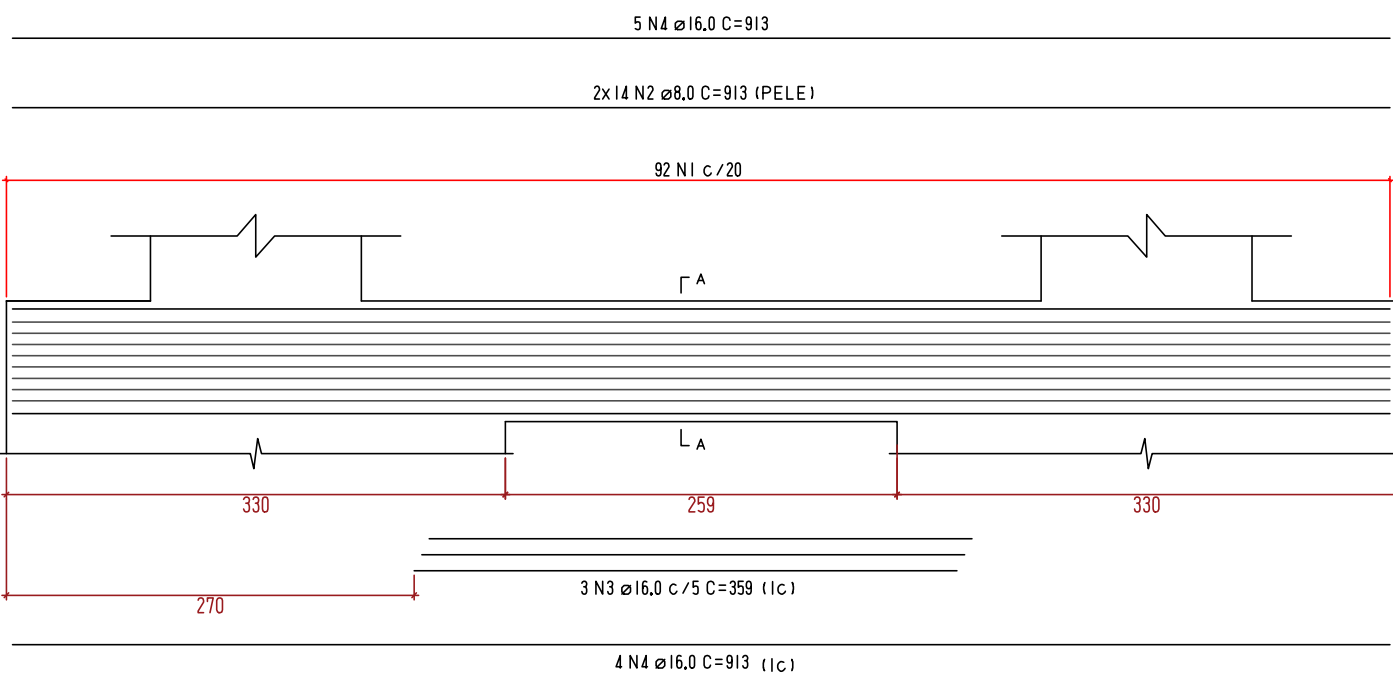




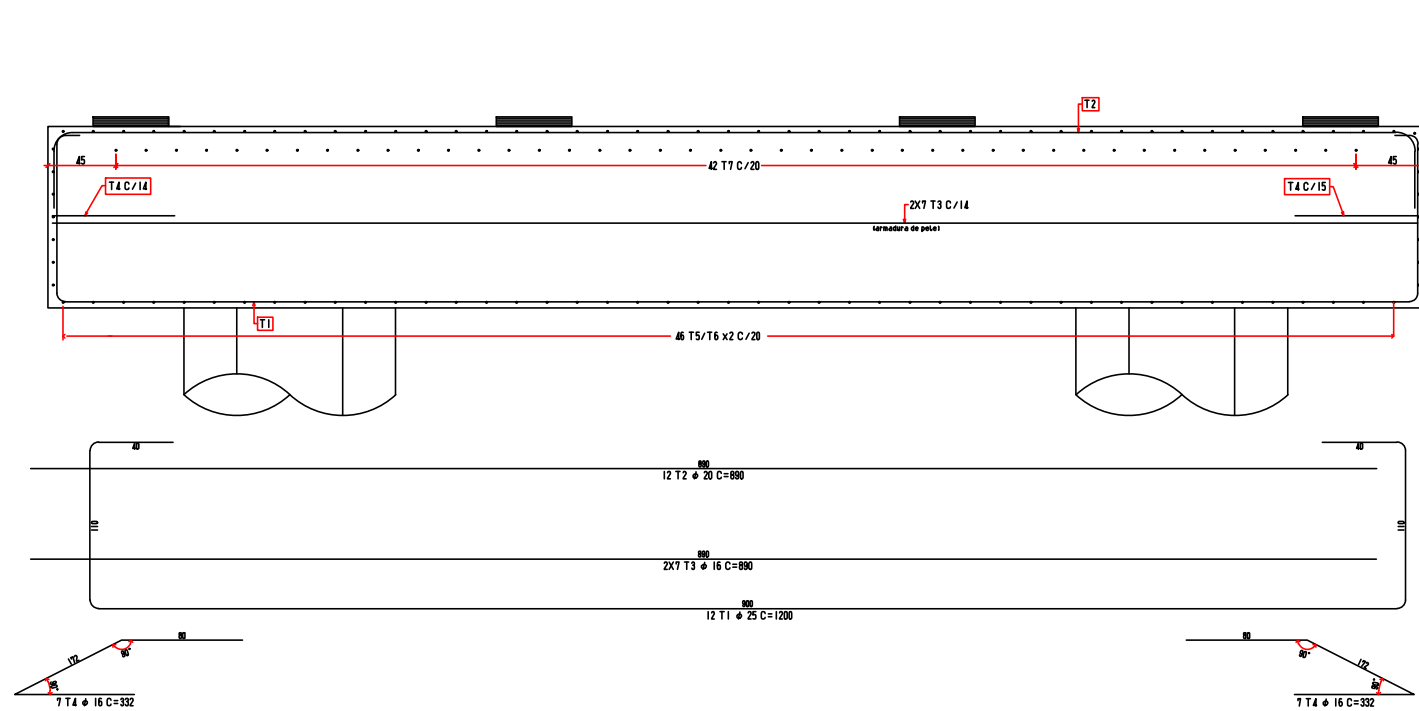
PLANTA PARCIAL DOS BLOCOS DE COROAMENTO



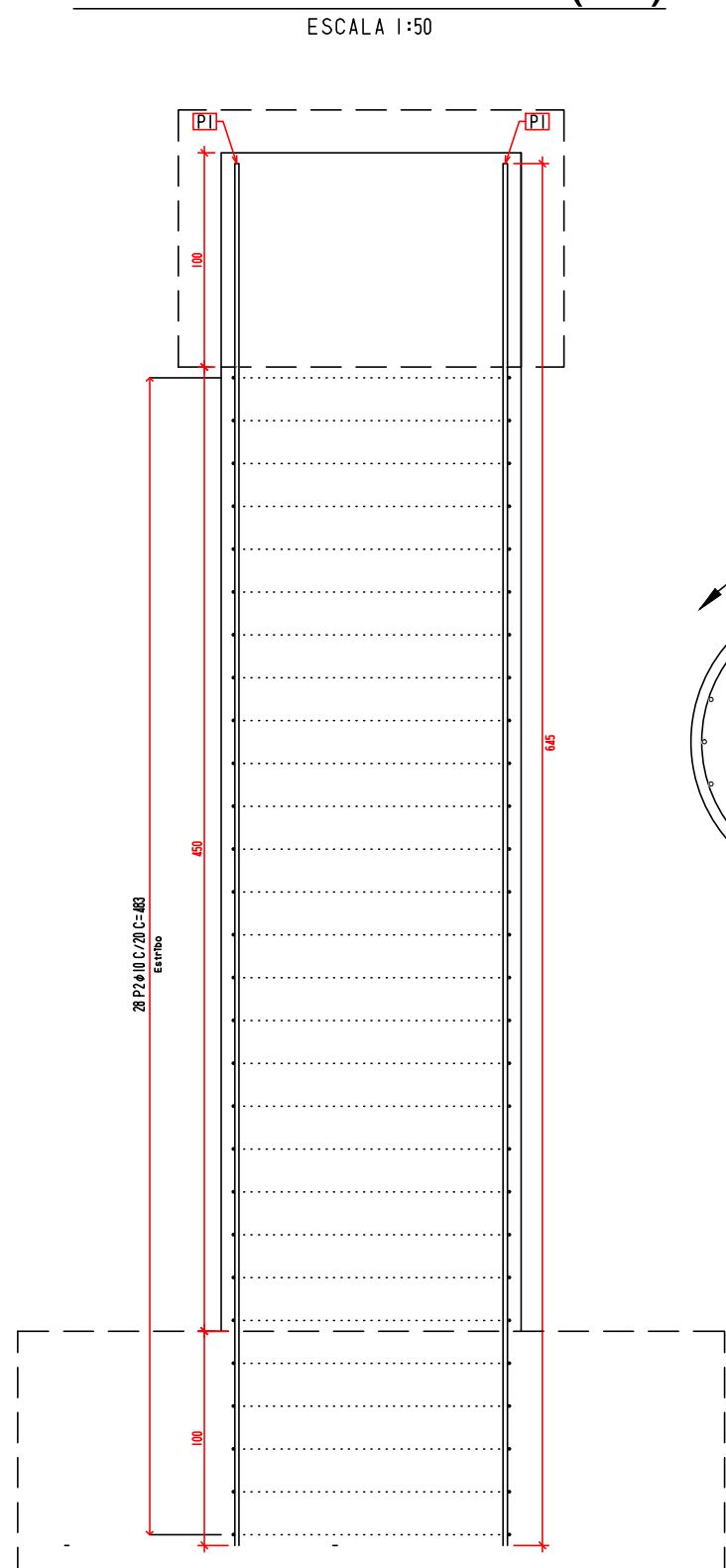
DETALHE VIGA DE TRAVAMENTO



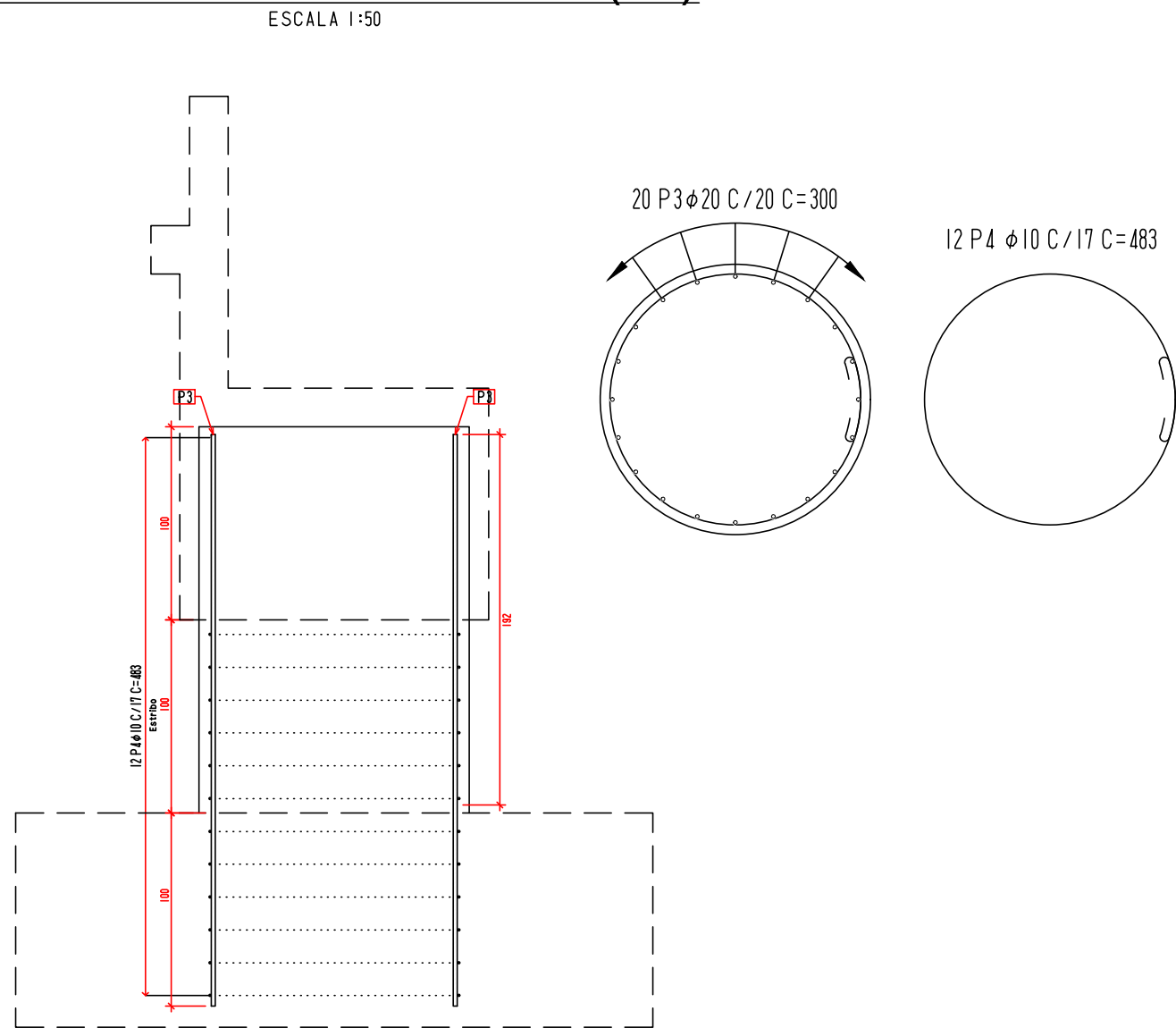
CORTE B-B - DETALHAMENTO



DETALHAMENTO - PILAR INTERMEDIÁRIO (x2)



DETALHAMENTO - E1/E2 (x2)



PILARES						
AÇO	P	φ (mm)	QUANT.	Comprimento		Peso (kg)
				UNIT.(cm)	TOTAL(m)	
CA50	1	20	40	650,0	260,0	641,16
	2	10	56	483,0	270,5	166,89
	3	20	80	300,0	240,0	591,84
	4	10	48	483,0	231,8	143,05
PESO TOTAL (6 PILARES)						1542,93

TRAVESSA						
AÇO	T	φ (mm)	QUANT.	Comprimento		Peso (kg)
				UNIT.(cm)	TOTAL(m)	
CA50	1	25	12	1200,0	144,0	554,83
	2	20	12	890,0	106,8	263,37
	3	16	14	890,0	124,6	196,62
	4	16	14	332,0	46,5	73,35
	5	12,5	46	422,0	194,1	186,94
	6	12,5	92	280,0	257,6	248,07
	7	12,5	92	194,0	178,5	171,88
PESO TOTAL						1695,05

PILARES E TRAVESSA - RESUMO				
AÇO	φ (mm)	Comp. Total (m)	Peso (kg)	
CA - 50	10	502,32	309,93	
	12,5	630,20	606,88	
	16	171,08	269,96	
	20	606,80	1496,37	
PESO TOTAL			3237,98	

VIGAS DE TRAVAMENTO (x3)						
AÇO	P	ø(mm)	QUANT.	Comprimento		Peso (kg)
				UNIT.(cm)	TOTAL(m)	
CA50	1	8	276	332.0	916.3	361.95
	2	8	84	913.0	766.9	302.93
	3	16	9	359.0	32.3	50.99
	4	16	27	913.0	246.5	388.99
					PESO TOTAL	1104.86

VIGAS DE TRAVAMENTO - RESUMO			
AÇO	φ (mm)	Comp. Total (m)	Peso (kg)
CA-50	8	1683,24	664,88
	16	278,82	439,98
PESO TOTAL			1104,86

## NOTAS:

- Medidas em centímetros, elevações em metros, salvo indicação contrária.
- Materiais:
  - Concreto:
    - New Jersey, Cortinas, Lajes de Transição, Alas, Travessas, Transversinas e Pilares (Fck=30 MPa.):
      - Diâmetro Máximo dos agregados = 25 mm:
      - Relação água/cimento máxima = 0,55:
      - Resistência característica à compressão (Fck) = 30 MPa:
      - Módulo de elasticidade considerado = 27.000MPa.
    - Blocos de Coroamento, Longarinas e Laje do Tabuleiro (Fck=40 MPa.):
      - Diâmetro Máximo dos agregados = 25 mm:
      - Relação água/cimento máxima = 0,45:
      - Resistência característica à compressão (Fck) = 40 MPa:
      - Módulo de elasticidade considerado = 32.000 MPa.
  - Aço:
    - Aço CA-50 fyk ≥ 500 MPa:
    - Aço para protensão CP-190 RB.
  - Cobrimento mínimo das armaduras:
    - Cordoalhas (armadura ativa) = 4 cm:
    - Lajotas e placas pré-moldadas = 2,5 cm:
    - Estacas = 4 cm:
    - Demais elementos de concreto armado = 3,0cm:
  - Fazer acabamento rugoso na face superior das Lajotas pré-moldadas:
  - Classe de agressividade ambiental II (moderada), em caso de ambiente mais agressivo, é necessário rever os detalhes relacionados com a durabilidade da estrutura (Inbr 6118):
  - Os concretos deverão ser inertes as reações expansivas do tipo alcalis-agregados, para tanto, juntamente com a aprovação dos traços pela fiscalização da obra, deverão ser realizados ensaios específicos dos agregados. Somente serão aceitos pela fiscalização agregados reativos se não houver outra alternativa economicamente viável, desde que sejam aplicados cimentos com teores de alcalis < 0,6% em peso e fator a/L<0,45, independente da resistência e aplicação especificada em projeto.
  - Utilizar pastilhas de plástico em quantidade suficiente para garantia do cobrimento das armaduras.
  - Executar contraventamento provisório nas longarinas, após o içamento e preliminarmente a solidarização com a Laje e transversinas.
  - As formas utilizadas deverão prever chanfros de modo a evitar cantos vivos nos elementos concretados.
  - Pavimento com espessura 8,0 cm.
  - Trem tipo rodoviário Classe 45 INBR 7188/241:
  - Os neoprenes deverão atender as exigências da NBR -9783:
  - Neoprenes dureza "SHORE" A-60:
  - O projeto das estruturas de contenção do aterro é de responsabilidade do seu fornecedor:
  - Em caso de dúvida, contatar engenheiro calculista.

AUTOR DO PROJETO:  
MRB Soluções em Engenharia LTDA - CNPJ: 59.783.288/0001-60

RESPONSÁVEL TÉCNICO:  
Murylo Rodrigues Bezerra - CREA: 8748DRO



PROJETO:  
Ponte em Concreto Armado e Protendido sobre o Rio Arara

LOCALIZAÇÃO:  
RO-494, trecho KAPA, Km 18,20 em Primavera de Rondônia

COORDENADAS:  
11°59'20,187"S 61°19'15,558"W

DESCRIÇÃO:  
Ponte em Concreto Armado e Protendido sobre o Rio Arara

OBSERVAÇÕES:  
FOLHA A1

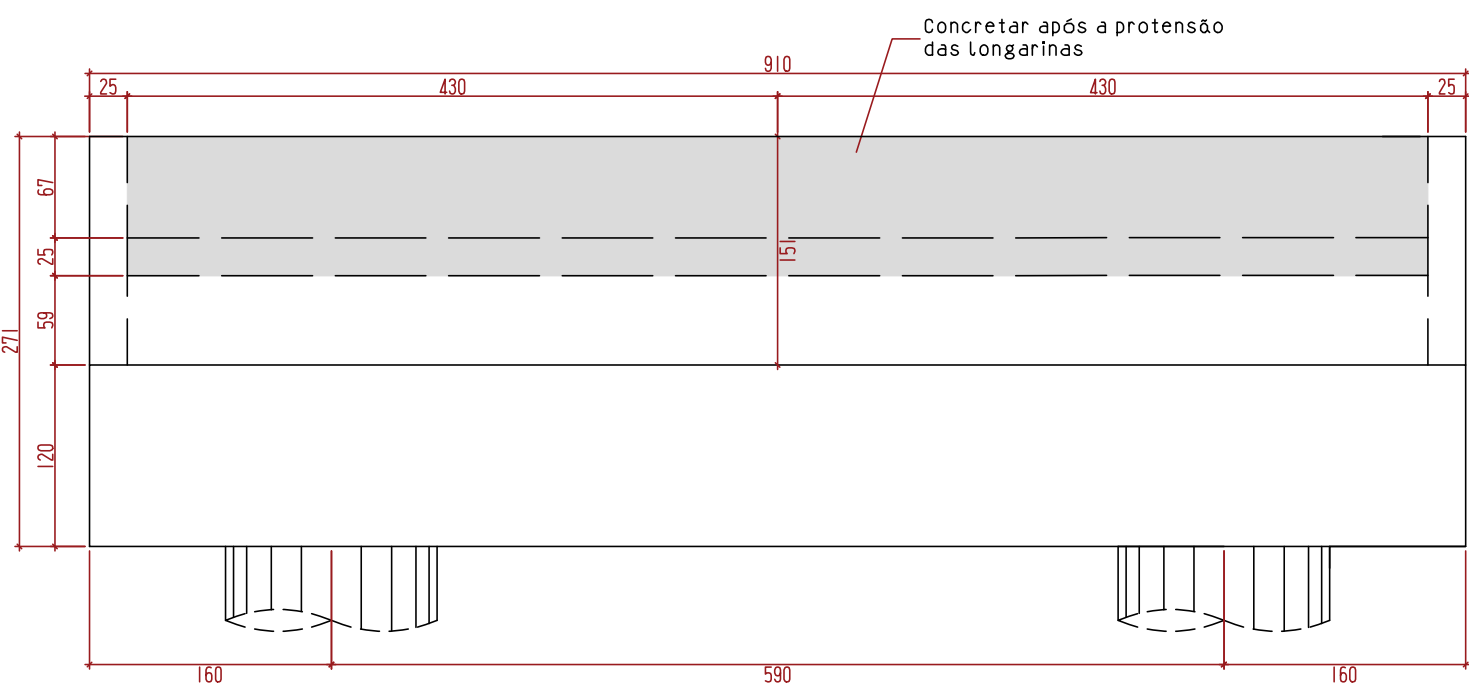
FOLHA:  
02/08

DATA:



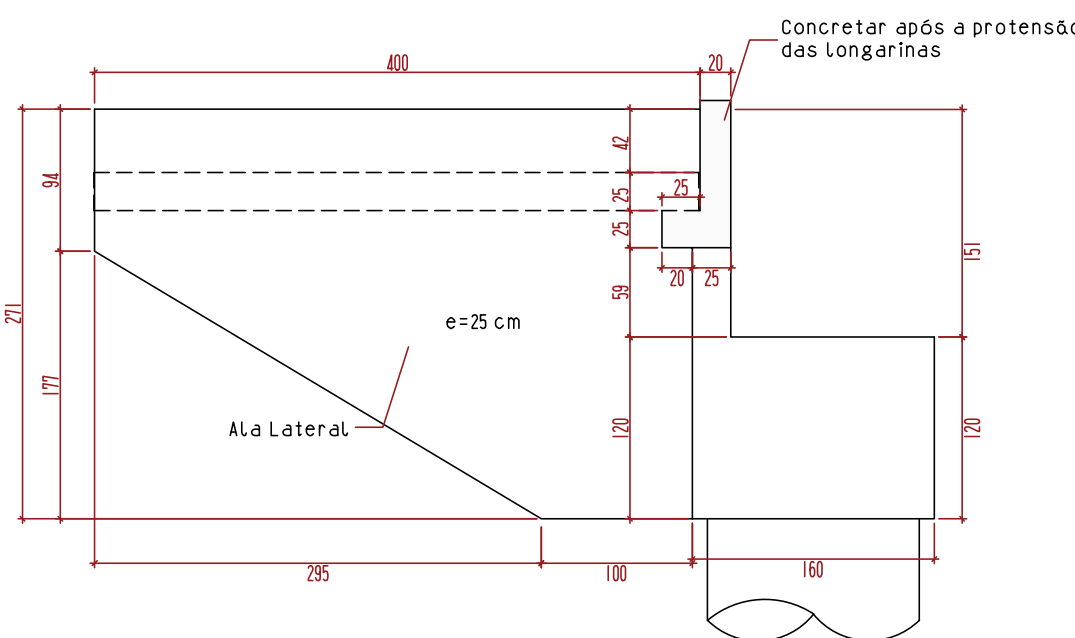
VISTA - ENCONTROS

ESCALA 1:50

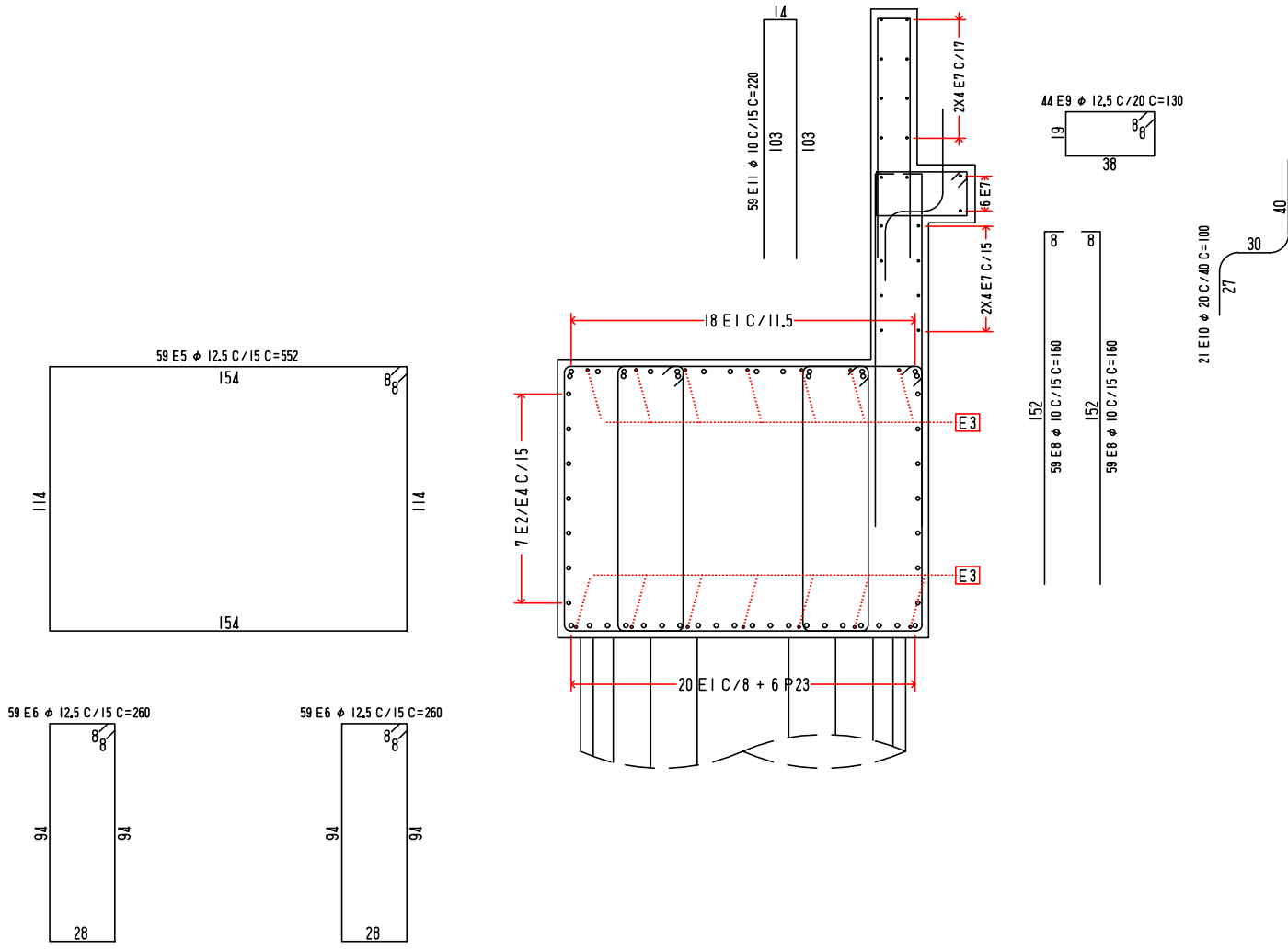


SEÇÃO - ENCONTRO

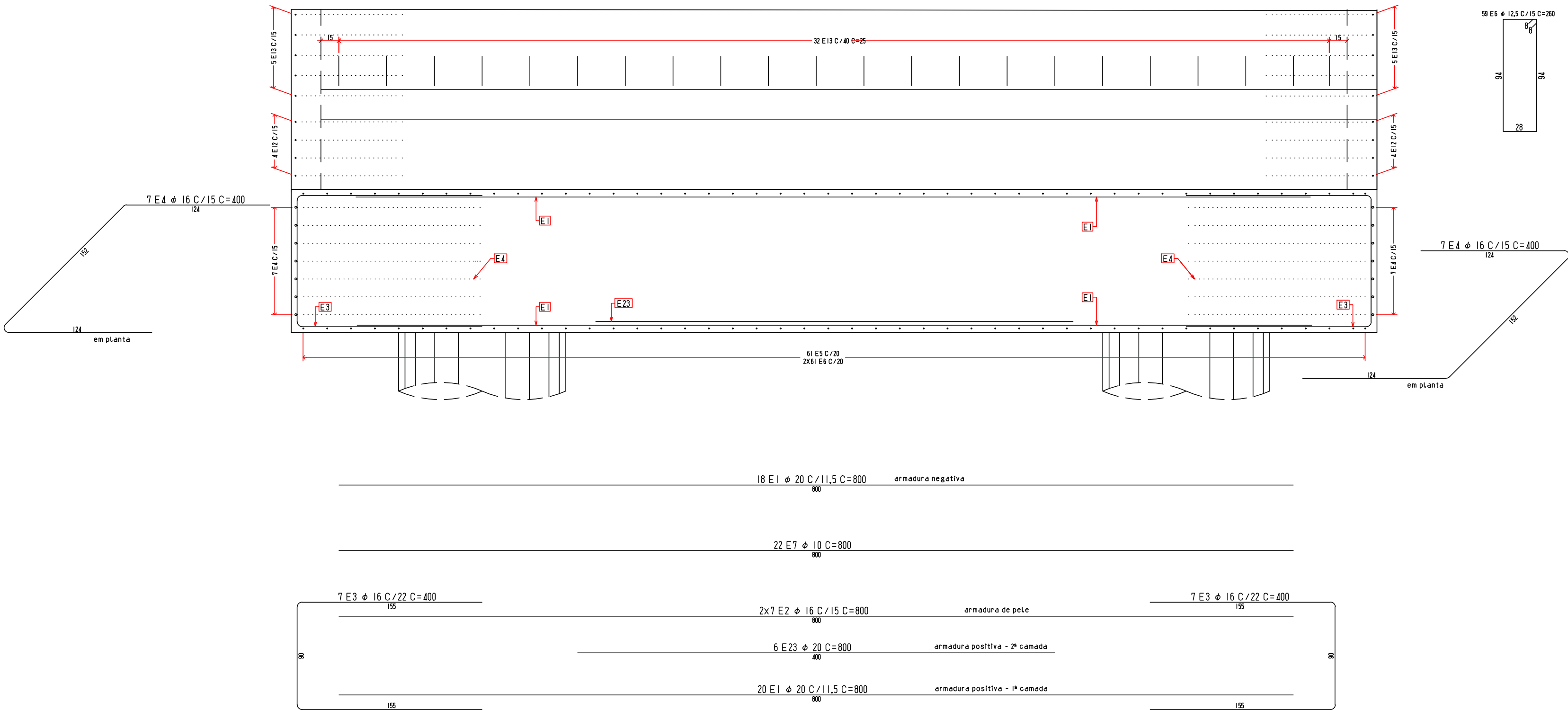
ESCALA 1:50



DETALHAMENTO - ENCONTROS

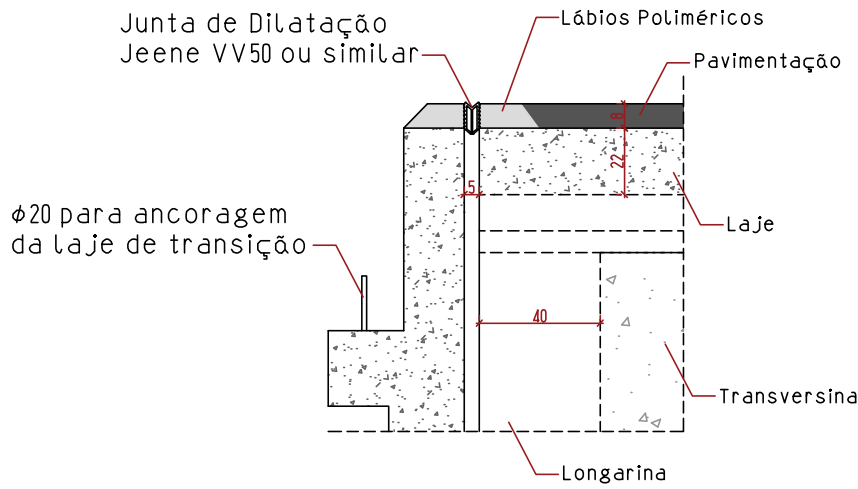


DETALHAMENTO - ENCONTROS

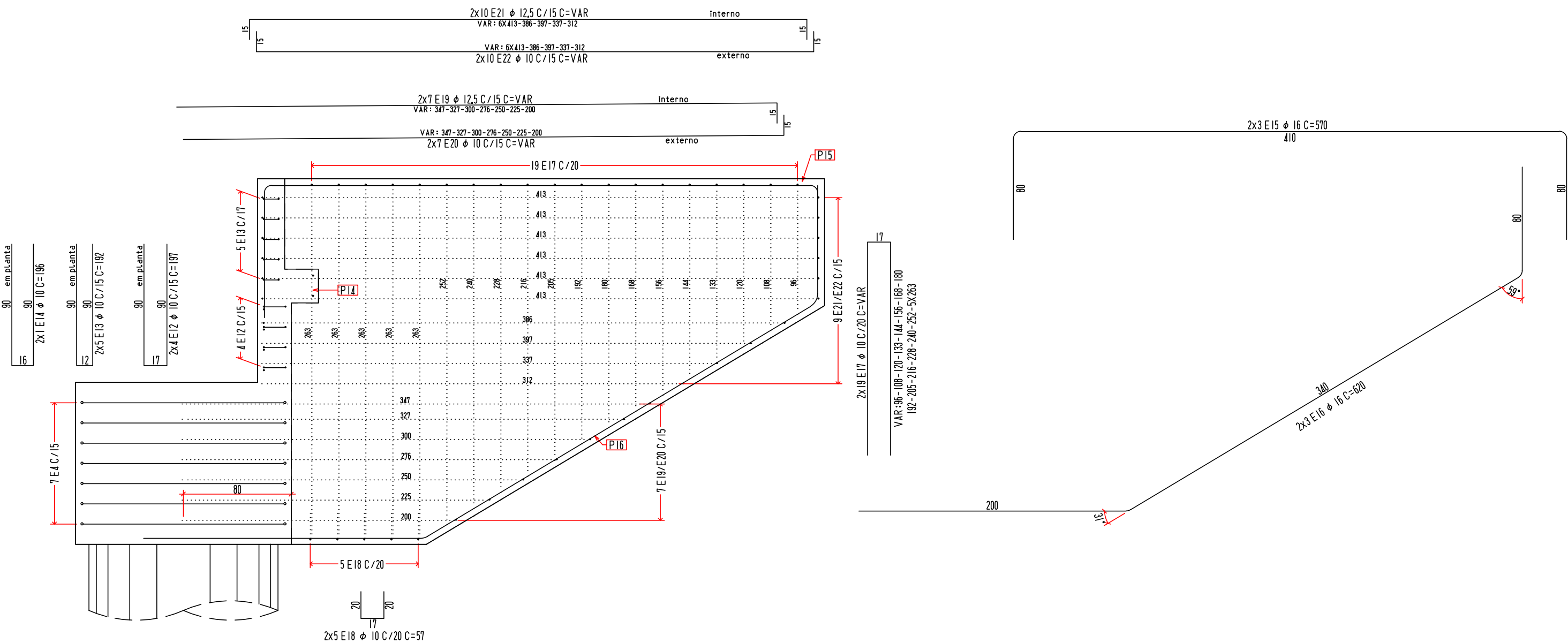


DETALHE DA JUNTA DE DILATAÇÃO

ESCALA 1:25



DETALHAMENTO - ALAS



ENCONTROS COM ALAS (x2)						
AÇO	E	φ (mm)	QUANT.	Comprimento		Peso (kg)
				UNIT.(cm)	TOTAL (m)	
CA50	1	20,0	76	800,0	608,00	1499,33
	2	16,0	28	800,0	224,00	353,47
	3	16,0	28	400,0	112,00	176,74
	4	16,0	28	400,0	112,00	176,74
	5	12,5	118	552,0	651,36	627,26
	6	12,5	236	260,0	613,60	590,90
	7	10,0	44	800,0	352,00	217,18
	8	10,0	236	160,0	377,60	232,98
	9	12,5	88	130,0	114,40	110,17
	10	20,0	42	100,0	42,00	103,57
	11	10,0	118	220,0	259,60	160,17
	12	10,0	32	197,0	63,04	38,90
	13	10,0	40	192,0	76,80	47,39
	14	10,0	8	196,0	15,68	9,67
	15	16,0	24	570,0	136,80	215,87
	16	16,0	24	620,0	148,80	234,81
	17	10,0	152	VAR	300,24	185,25
	18	10,0	40	57,0	22,80	14,07
	19	12,5	56	VAR	154,00	148,30
	20	10,0	56	VAR	154,00	95,02
	21	12,5	80	VAR	312,80	301,23
	22	10,0	80	VAR	312,80	193,00
	23	20,0	12	800,0	96,00	236,74
PESO TOTAL (2 ENCONTROS E 4 ALAS)						5968,73

ENCONTROS COM ALAS-RESUMO			
AÇO	φ (mm)	Comp. Total (m)	Peso (kg)
CA - 50	10	1934,56	1193,62
	12,5	1846,16	1777,85
	16	733,60	1157,62
	20	746,00	1839,64
PESO TOTAL (ENCONTROS E ALAS)			5968,73

NOTAS:

- Medidas em centímetros, elevações em metros, salvo indicação contrária.
- Materiais:
  - Concreto:
    - New Jersey, Cortinas, Lajes de Transição, Alas, Travessas, Transversinas e Pilares (Fck=30 MPa.):
      - Diâmetro Máximo dos agregados =25 mm:
      - Relação água/cimento máxima = 0,55:
      - Resistência característica à compressão (Fck) = 30 MPa:
      - Módulo de elasticidade considerado = 27.000MPa.
    - Blocos de Coroamento, Longarinas e Laje do Tabuleiro (Fck=40 MPa.):
      - Diâmetro Máximo dos agregados = 25 mm:
      - Relação água/cimento máxima = 0,45:
      - Resistência característica à compressão (Fck) = 40 MPa:
      - Módulo de elasticidade considerado = 32.000 MPa.
  - Aço:
    - Aço CA-50 fyk ≥500 MPa:
    - Aço para protensão CP-190 RB.
  - Cobrimento mínimo das armaduras:
    - Cordoalhas (armadura ativa) = 4 cm:
    - Lajotas e placas pré-moldadas = 2,5 cm:
    - Estacas = 4 cm:
    - Demais elementos de concreto armado = 3,0cm:
  - Fazer acabamento rugoso na face superior das Lajotas pré-moldadas:
  - Classe de agressividade ambiental II (moderada), em caso de ambiente mais agressivo, é necessário rever os detalhes relacionados com a durabilidade da estrutura Inbr 6118):
  - Os concretos deverão ser inertes as reações expansivas do tipo alcalis-agregados, para tanto, juntamente com a aprovação dos traços pela fiscalização da obra, deverão ser realizados ensaios específicos dos agregados. Somente serão aceitos para fiscalização agregados reativos se não houver outra alternativa economicamente viável, desde que sejam aplicados cimentos com teores de alcalis < 0,6% em peso e fator a/c<0,45, independente da resistência e aplicação especificada em projeto.
  - Utilizar pastilhas de plástico em quantidade suficiente para garantia do cobrimento das armaduras.
  - Executar contraventamento provisório nas longarinas, após o içamento e preliminarmente a solidarização com a laje e transversinas.
  - As formas utilizadas deverão prever chanfros de modo a evitar cantos vivos nos elementos concretados.
  - Pavimento com espessura 8,0 cm.
  - Trem tipo rodoviário Classe 45 INBR 7188/241:
  - Os neoprenes deverão atender as exigências da NBR -9783:
  - Neoprenes dureza "SHORE" A-60:
  - O projeto das estruturas de contenção do aterro é de responsabilidade do seu fornecedor:
  - Em caso de dúvida, contatar engenheiro calculista.

AUTOR DO PROJETO:  
MRB Soluções em Engenharia LTDA - CNPJ: 59.783.288/0001-60

RESPONSÁVEL TÉCNICO:  
Murylo Rodrigues Bezerra - CREA: 8748DRO



PROJETO:  
Ponte em Concreto Armado e Protendido sobre o Rio Arara

LOCALIZAÇÃO:  
RO-494, trecho KAPA, Km 18,20 em Primavera de Rondônia

COORDENADAS:  
11°59'20,187"S 61°19'15,558"W

DESCRIÇÃO:  
Ponte em Concreto Armado e Protendido sobre o Rio Arara

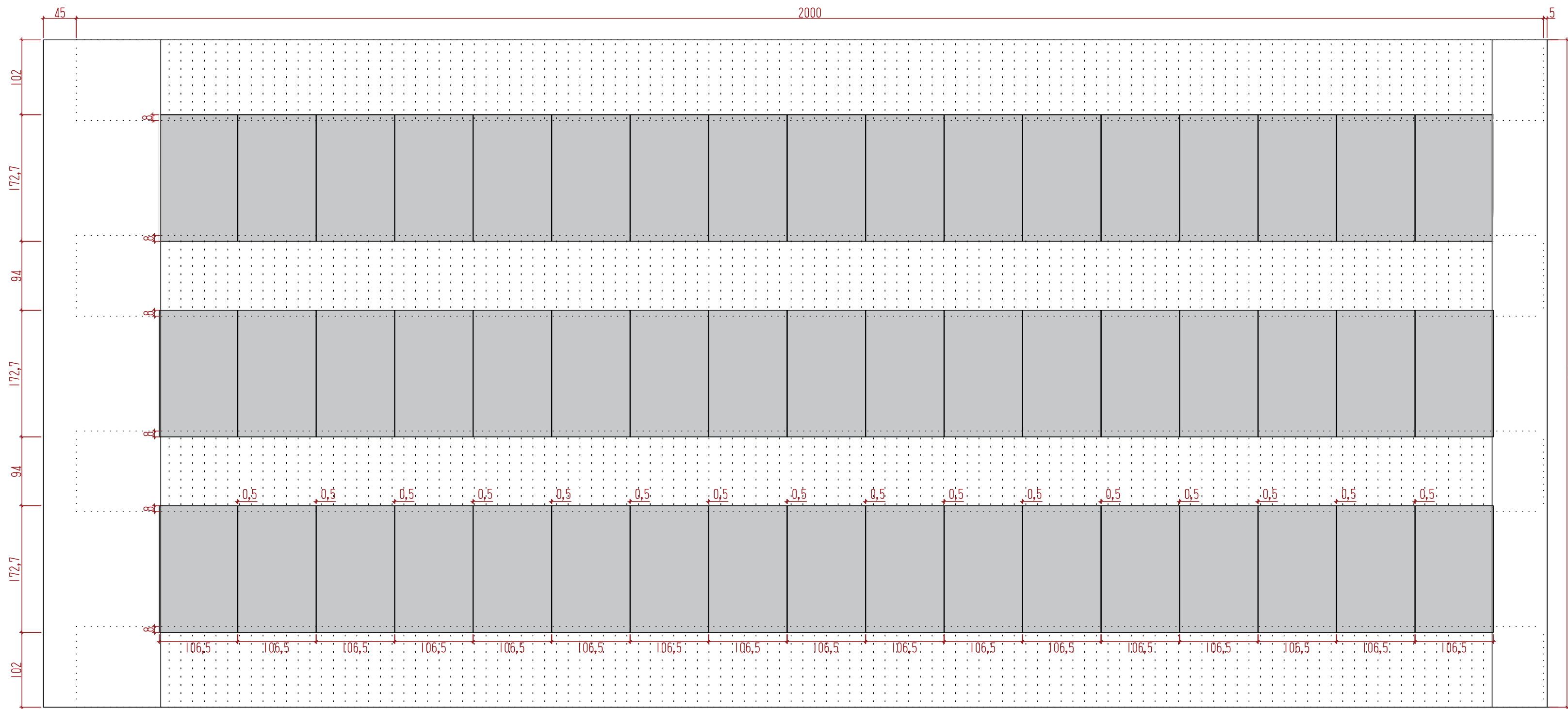
OBSERVAÇÕES:  
FOLHA A1

FOLHA:  
03 / 08

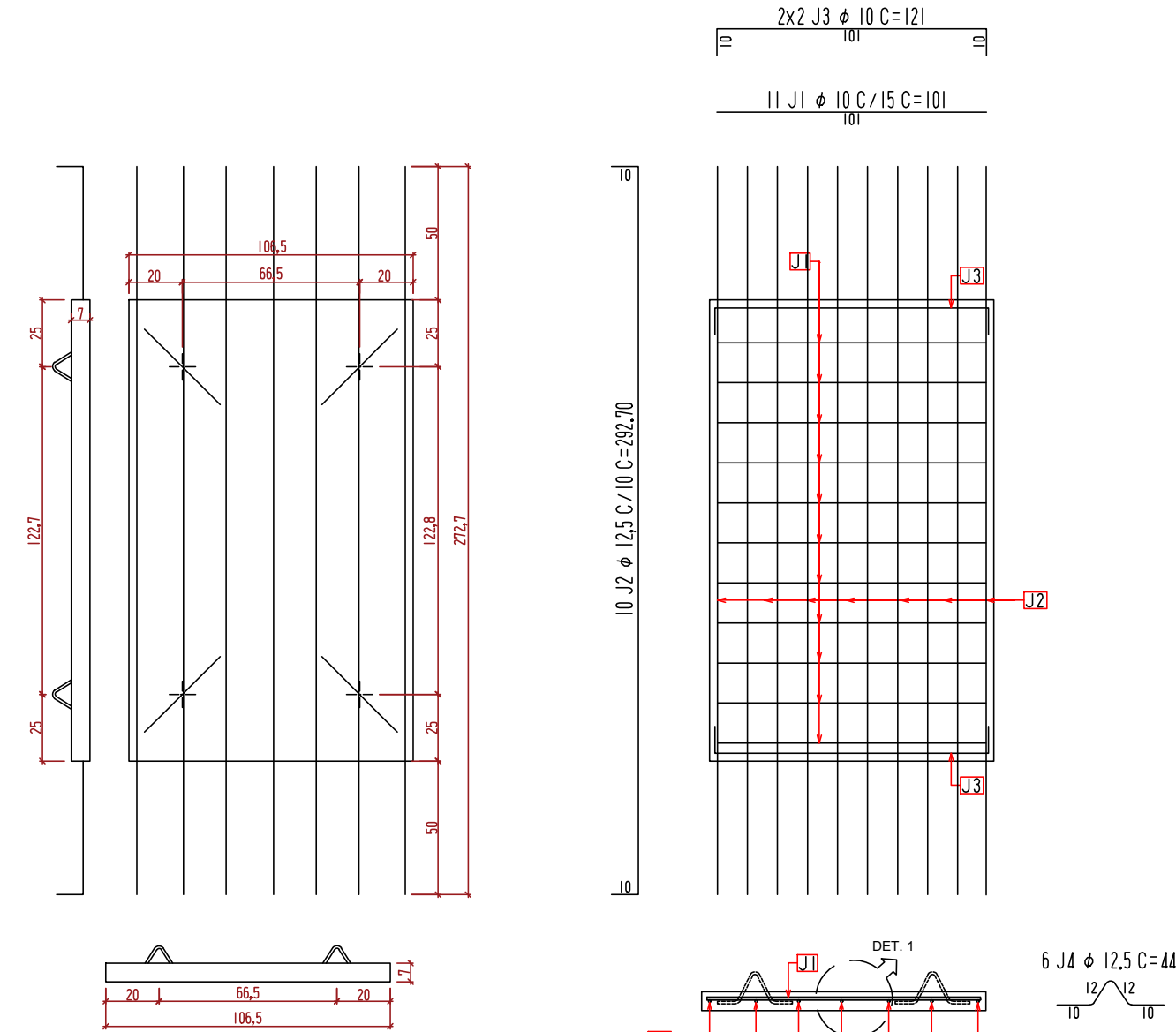
DATA:



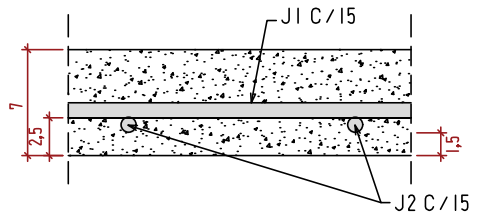
PLANTA DAS PRÉ-LAJES (x2)  
ESCALA 1:50



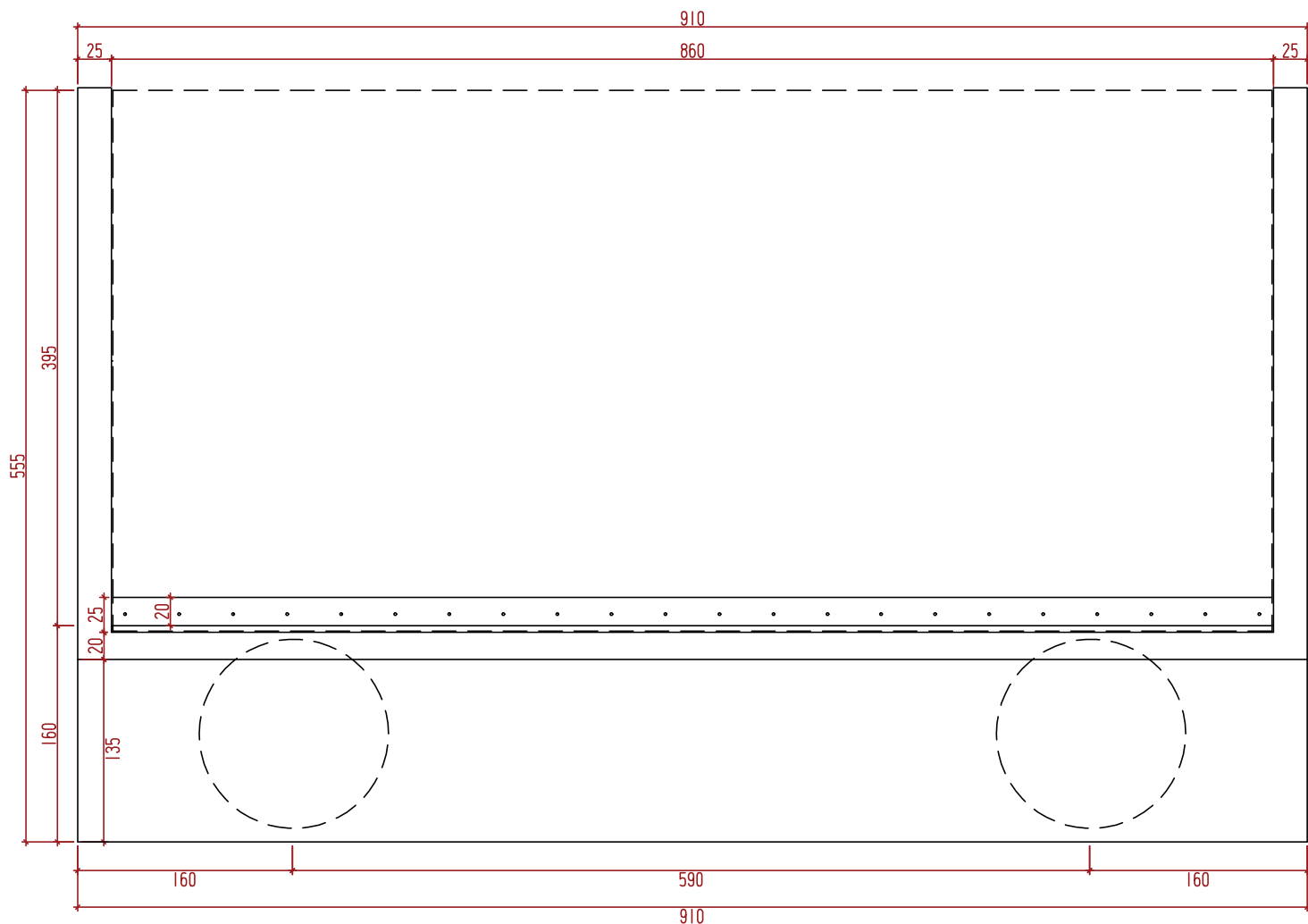
PRÉ -LAJE (x51)  
ESCALA 1:25



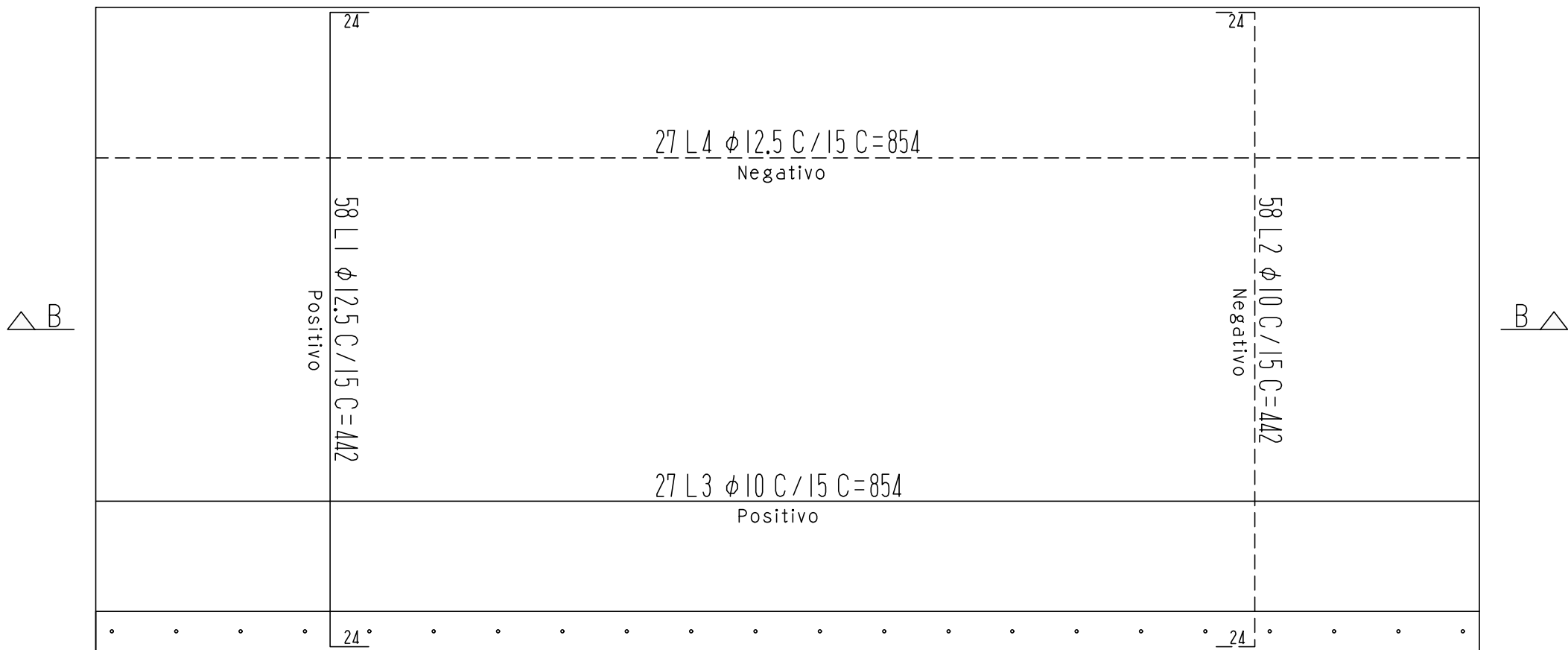
DETALHE 1  
ESCALA 1:5



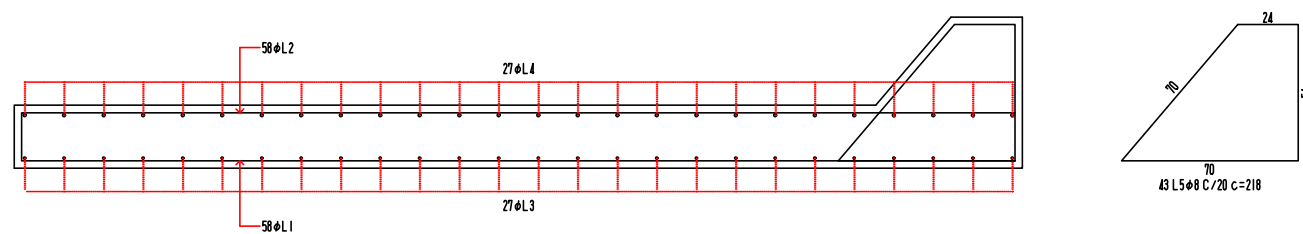
LAJE DE TRANSIÇÃO  
ESCALA 1:50



DETALHAMENTO - LAJE DE TRANSIÇÃO



CORTE B-B



LAJES DE TRANSIÇÃO (x2)						
AÇO	L	φ (mm)	QUANT.	Comprimento		Peso (kg)
				UNIT.(cm)	TOTAL (m)	
CA -50	1	12,5	116	442,0	512,72	493,75
	2	10,0	116	442,0	512,72	316,35
	3	10,0	54	854,0	461,16	284,54
	4	12,5	54	854,0	461,16	444,10
	5	8,0	86	218,0	187,48	74,05
PESO TOTAL (2 LAJES DE TRANSIÇÃO)						1612,79

LAJES DE TRANSIÇÃO-RESUMO			
AÇO	φ (mm)	Comp. Total (m)	Peso (kg)
CA -50	8	187,48	74,05
	10	973,88	600,88
	12,5	973,88	937,85
PESO TOTAL (2 LAJES DE TRANS.)			1612,79

PRÉ-LAJES (x2)						
AÇO	J	φ (mm)	QUANT.	Comprimento		Peso (kg)
				UNIT.(cm)	TOTAL (m)	
CA -50	1	10,0	1122	101,0	1133,22	699,20
	2	12,5	1020	292,7	2985,54	2875,08
	3	10,0	408	121,0	493,68	304,60
	4	12,5	612	44,0	269,28	259,32
PESO TOTAL (2 PRÉ-LAJES)						4138,19

PRÉ-LAJES-RESUMO			
AÇO	φ (mm)	Comp. Total (m)	Peso (kg)
CA -50	10	1626,90	1003,80
	12,5	3254,82	3134,39
PESO TOTAL (2 PRÉ-LAJES)			4138,19

NOTAS:

- Medidas em centímetros, elevações em metros, salvo indicação contrária.
- Materiais:
  - Concreto:
    - New Jersey, Cortinas, Lajes de Transição, Alas, Travessas, Transversinas e Pilares (Fck=30 MPa.):
      - Diâmetro Máximo dos agregados =25 mm:
      - Relação água/cimento máxima = 0,55:
      - Resistência característica à compressão (Fck) = 30 MPa:
      - Módulo de elasticidade considerado = 27.000MPa.
    - Blocos de Coroamento, Longarinas e Laje do Tabuleiro (Fck=40 MPa.):
      - Diâmetro Máximo dos agregados = 25 mm:
      - Relação água/cimento máxima = 0,45:
      - Resistência característica à compressão (Fck) = 40 MPa:
      - Módulo de elasticidade considerado = 32.000 MPa.
  - Aço:
    - Aço CA-50 fyk ≥500 MPa:
    - Aço para protensão CP-190 RB.
  - Cobrimento mínimo das armaduras:
    - Cordoalhas (armadura ativa) = 4 cm:
    - Lajotas e placas pré-moldadas = 2,5 cm:
  - Estacas = 4 cm:
  - Demais elementos de concreto armado = 3,0cm:
  - Fazer acabamento rugoso na face superior das Lajotas pré-moldadas:
  - Classe de agressividade ambiental II (moderada), em caso de ambiente mais agressivo, é necessário rever os detalhes relacionados com a durabilidade da estrutura Inbr 6118):
  - Os concretos deverão ser inertes as reações expansivas do tipo alcalis-agregados, para tanto, juntamente com a aprovação dos traços pela fiscalização da obra, deverão ser realizados ensaios específicos dos agregados. Somente serão aceitos pela fiscalização agregados reativos se não houver outra alternativa economicamente viável, desde que sejam aplicados cimentos com teores de alcalis < 0,6% em peso e fator a/c<0,45, independente da resistência e aplicação especificada em projeto.
  - Utilizar pastilhas de plástico em quantidade suficiente para garantia do cobrimento das armaduras.
  - Executar contraentamento provisório nas longarinas, após o içamento e preliminarmente a solidarização com a Laje e transversinas.
  - As formas utilizadas deverão prever chanfros de modo a evitar cantos vivos nos elementos concretados.
  - Pavimento com espessura 8,0 cm.
  - Trem tipo rodoviário Classe 45 INBR 7188/241:
  - Os neoprenes deverão atender as exigências da NBR -9783:
  - Neoprenes dureza "SHORE" A-60:
  - O projeto das estruturas de contenção do aterro é de responsabilidade do seu fornecedor:
  - Em caso de dúvida, contatar engenheiro calculista.

AUTOR DO PROJETO:  
MRB Soluções em Engenharia LTDA - CNPJ: 59.783.288/0001-60

RESPONSÁVEL TÉCNICO:  
Murilo Rodrigues Bezerra - CREA: 8748DRO

DER

RO  
GOV



MRB  
SOLUÇÕES EM  
ENGENHARIA LTDA

PROJETO:  
Ponte em Concreto Armado e Protendido sobre o Rio Arara

LOCALIZAÇÃO:  
RO-494, trecho KAPA, Km 18,20 em Primavera de Rondônia

COORDENADAS:  
11°59'20,187"S 61°19'15,558"W

DESCRIÇÃO:  
Ponte em Concreto Armado e Protendido sobre o Rio Arara

OBSERVAÇÕES:  
FOLHA A1

FOLHA:  
04 / 08

DATA:

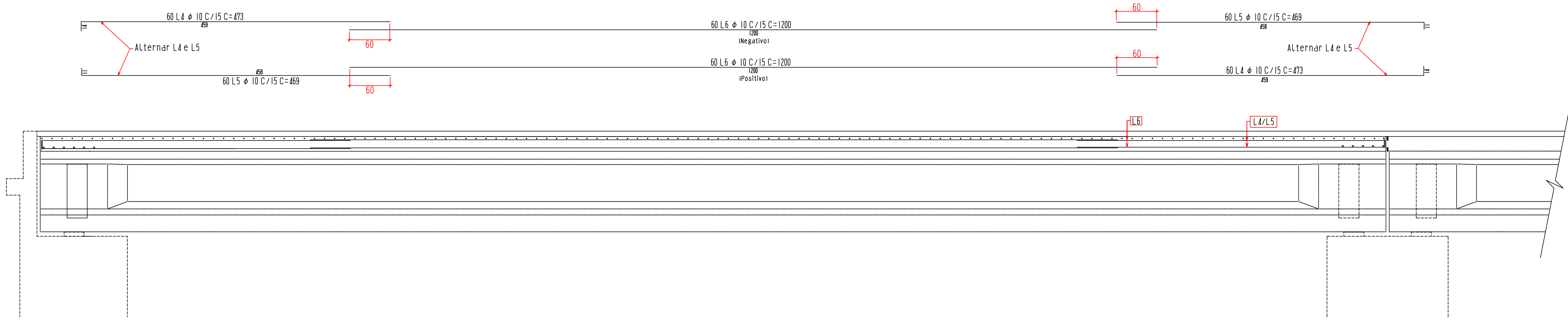






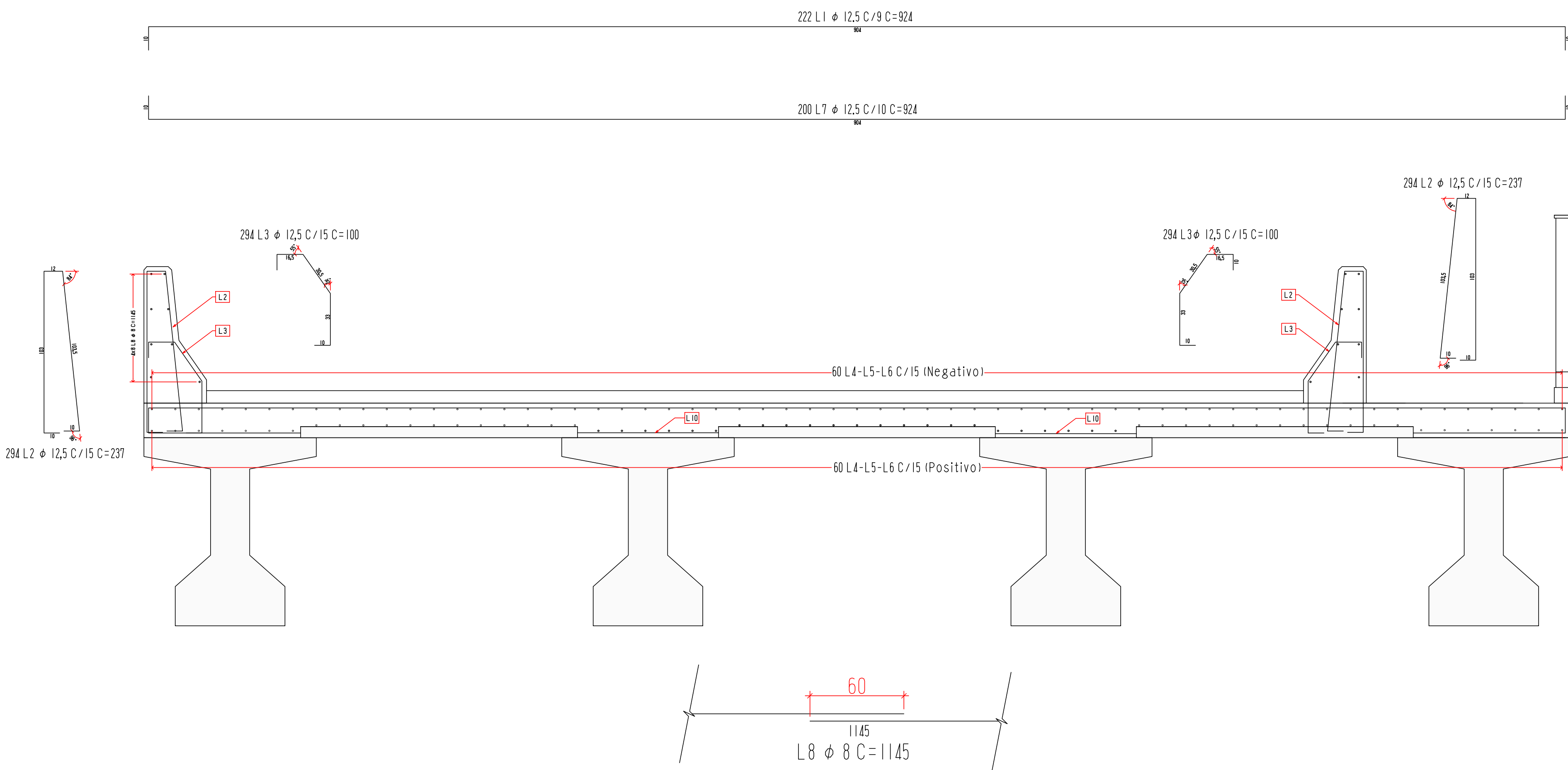
LAJE - ARMADURA LONGITUDINAL (1 vão)

ESCALA 1:40



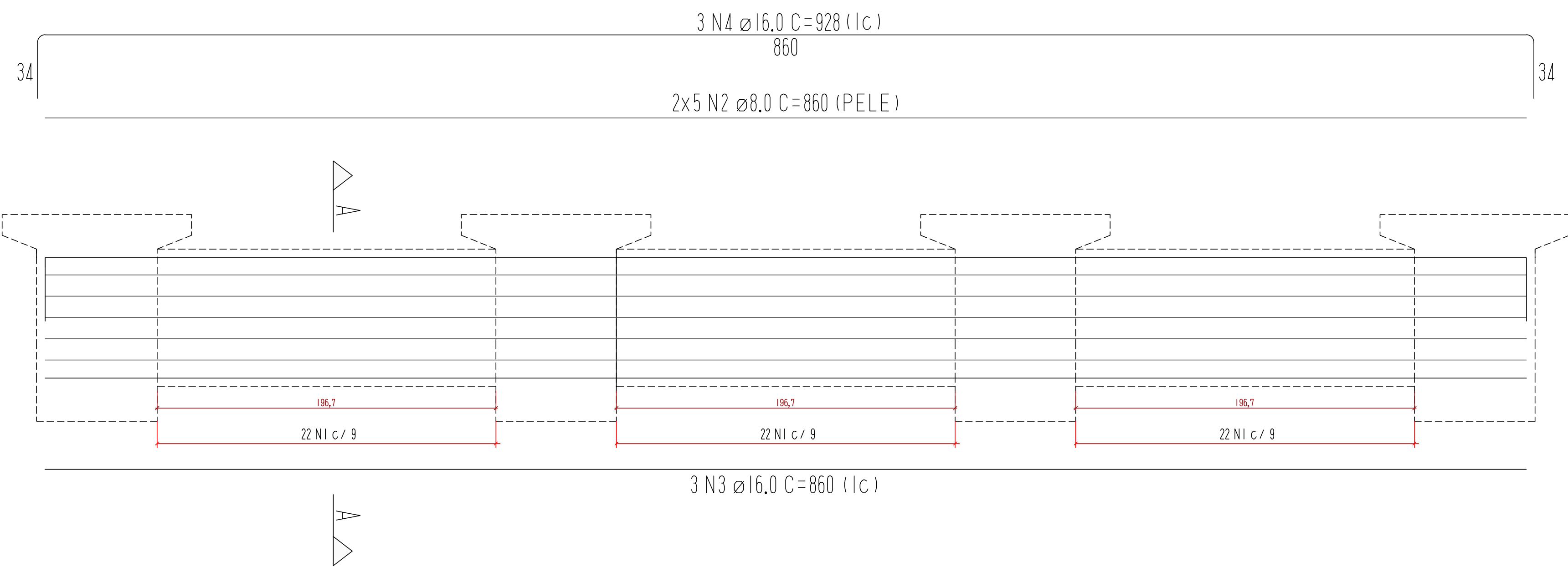
LAJE - ARMADURA TRANSVERSAL (1 vão)

ESCALA 1:30



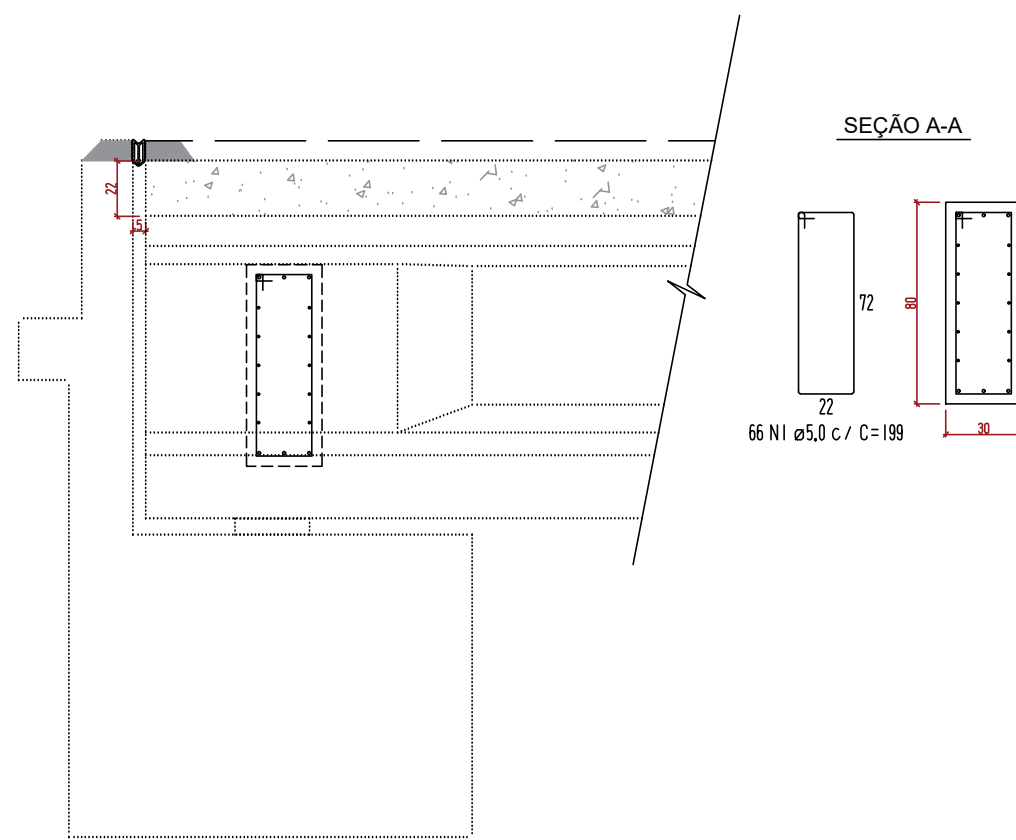
SEÇÃO TRANSVERSAL - TRANSVERSINAS (x4)

ESCALA 1:20



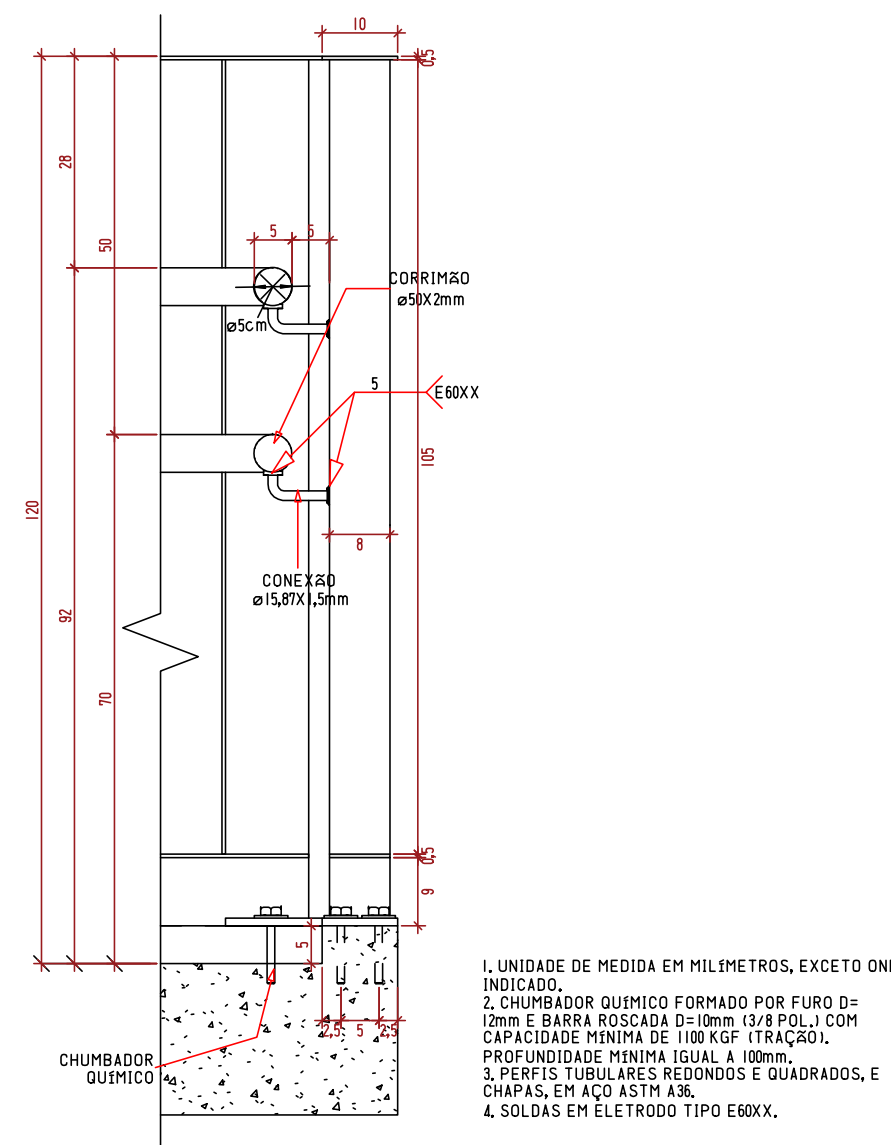
TRANSVERSINAS - SEÇÃO LONGITUDINAL

ESCALA 1:30



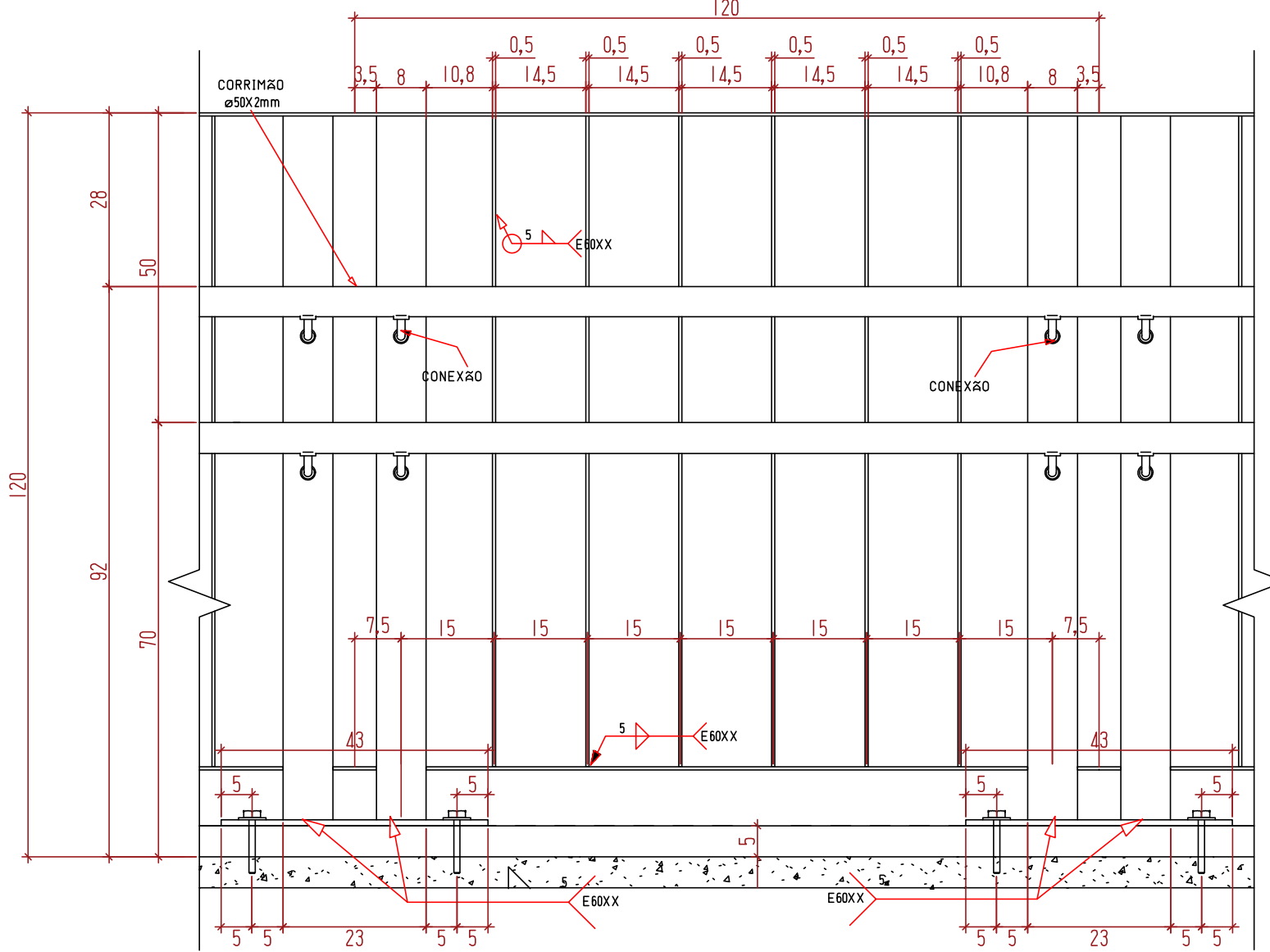
DET. TRANSVERSAL - GUARDA CORPO - MÓDULO 120 cm

ESCALA 1:10



DET. LONGITUDINAL - GUARDA CORPO - MÓDULO 120 cm

ESCALA 1:10



NOTAS:

- Medidas em centímetros, elevações em metros, salvo indicação contrária.
- Materiais:
  - Concreto:
    - New Jersey, Cortinas, Lajes de Transição, Alas, Travessas, Transversinas e Pilares (fck=30 MPa);
    - Diâmetro Máximo dos agregados = 25 mm;
    - Relação água/cimento máxima = 0,55;
    - Resistência característica à compressão (fck) = 30 MPa;
    - Módulo de elasticidade considerado = 27.000 MPa;
  - Blocos de Coroamento, Longarinas e Laje do Tabuleiro (fck=40 MPa);
  - Diâmetro Máximo dos agregados = 25 mm;
  - Relação água/cimento máxima = 0,45;
  - Resistência característica à compressão (fck) = 40 MPa;
  - Módulo de elasticidade considerado = 32.000 MPa;
- Aço:
  - Aço CA-50 fyk ≥ 500 MPa;
  - Aço para protensão CP-190 RB;
- Cobertura mínima das armaduras:
  - Cordão de armadura ativa = 4 cm;
  - Lajotas e placas pré-moldadas = 25 cm;
  - Estacas = 4 cm;
  - Demais elementos de concreto armado = 30 cm;
- Fazer acabamento rugoso na face superior das Lajotas pré-moldadas;
- Classe de agressividade ambiental II (moderada), em caso de ambiente mais agressivo, é necessário rever os detalhes relacionados com a durabilidade da estrutura (mbr 6118);
- Os concretos deverão ser inertes as reações expansivas do tipo alcalis-agregados, para tanto, Juntamente com a aprovação dos traços pela fiscalização da obra, deverão ser realizados ensaios específicos dos agregados. Somente serão aceitos pela fiscalização agregados reativos se não houver outra alternativa economicamente viável, desde que sejam aplicados cimentos com teores de alcalis < 0,08 em peso e fator a/c < 0,45, independente da resistência e aplicação especificada em projeto.
- Utilizar pastilhas de plástico em quantidade suficiente para garantia do cobrimento das armaduras.
- Executar contraventamento provisório nas Longarinas, após o içamento e preliminarmente a solidificação com a Laje e transversinas.
- As formas utilizadas deverão prever chanfros de modo a evitar cantos vivos nos elementos concretados.
- Pavimento com espessura 8,0 cm.
- Trem tipo rodoviário Classe 45 (NBR 7189/24);
- Os neoprenes deverão atender as exigências da NBR-9783;
- Neoprenes dureza "SHORE" A-60;
- O projeto das estruturas de contenção do aterro é de responsabilidade do seu fornecedor;
- Em caso de dúvida, contatar engenheiro calculista.

AUTOR DO PROJETO:  
MRB Soluções em Engenharia LTDA - CNPJ: 59.783.288/0001-60

RESPONSÁVEL TÉCNICO:  
Murylo Rodrigues Bezerra - CREA: 8748DRO



PROJETO:  
Ponte em Concreto Armado e Protendido sobre o Rio Arara

LOCALIZAÇÃO:  
RO-494, trecho KAPA, Km 18,20 em Primavera de Rondônia

COORDENADAS:  
11°59'20,187"S 61°19'15,558"W

DESCRIÇÃO:  
Ponte em Concreto Armado e Protendido sobre o Rio Arara

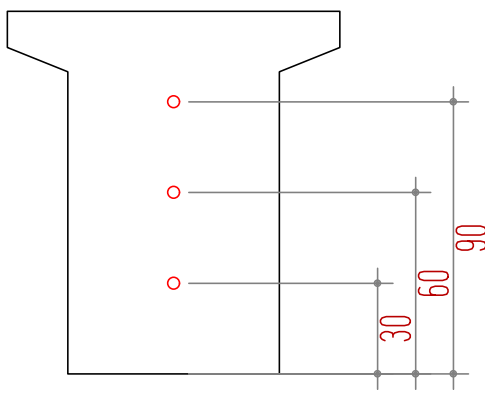
OBSERVAÇÕES:  
FOLHA A0

FOLHA:  
06 / 08

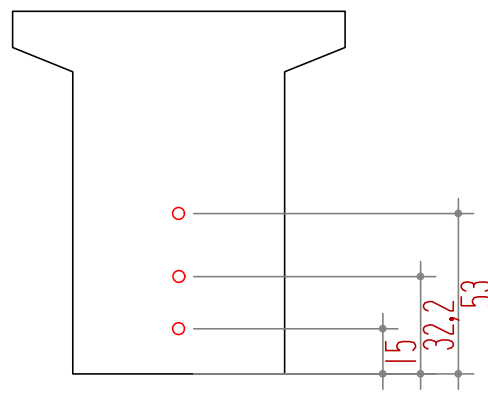
DATA:



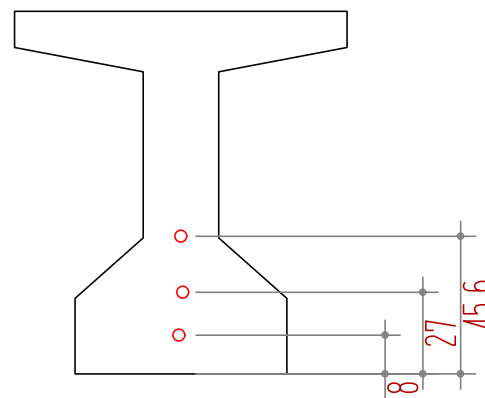
SEÇÃO 1  
ESC. 1:25



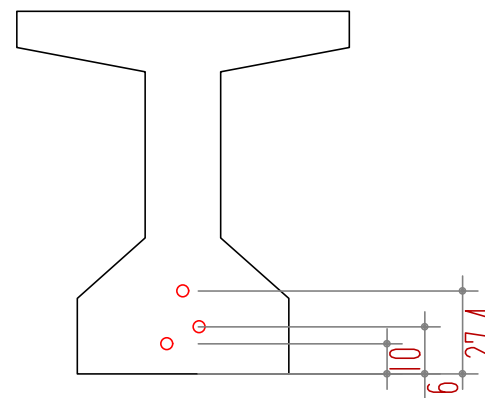
SEÇÃO 2  
ESC. 1:25



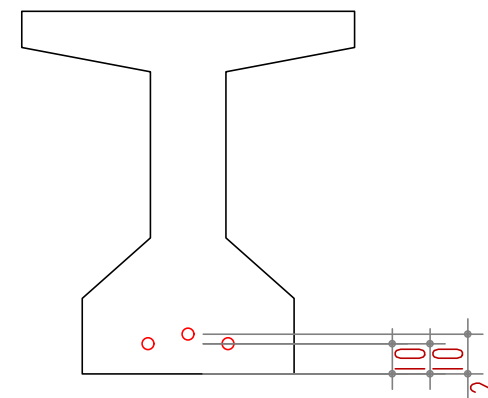
SEÇÃO 3  
ESC. 1:25



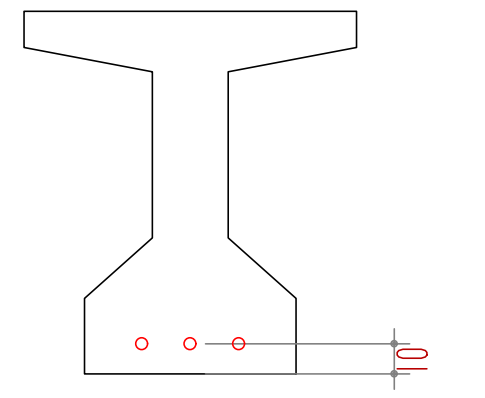
SEÇÃO 4  
ESC. 1:25



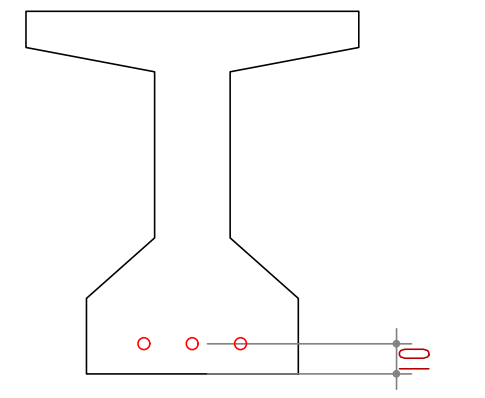
SEÇÃO 5  
ESC. 1:25



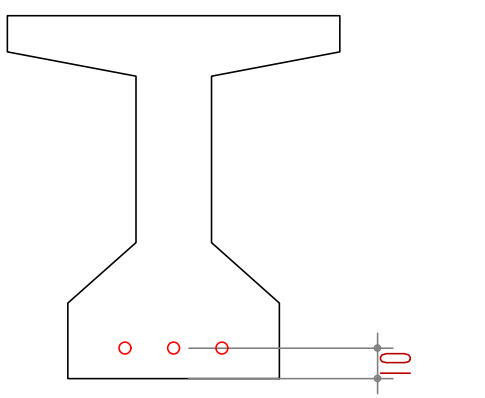
SEÇÃO 6  
ESC. 1:25



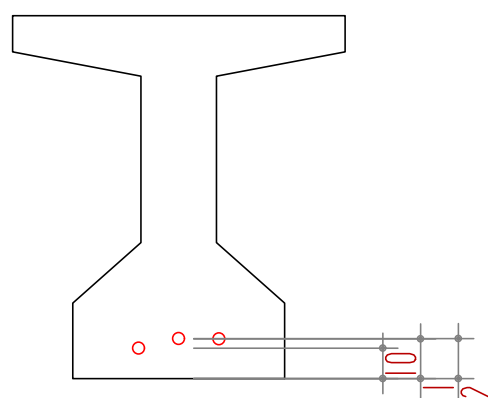
SEÇÃO 7  
ESC. 1:25



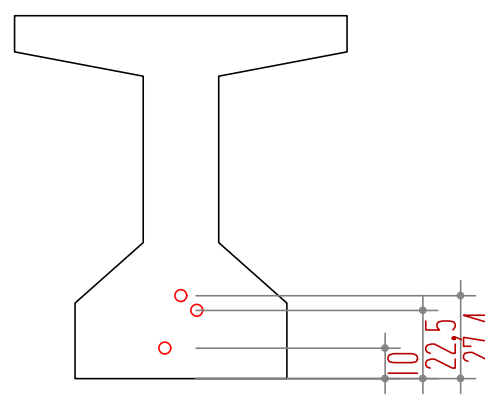
SEÇÃO 8  
ESC. 1:25



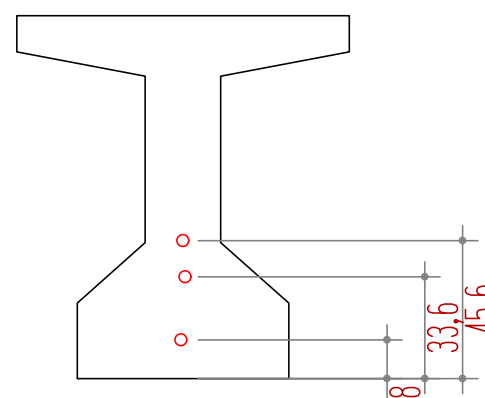
SEÇÃO 9  
ESC. 1:25



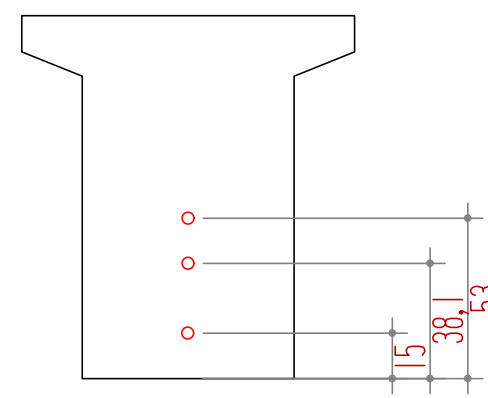
SEÇÃO 10  
ESC. 1:25



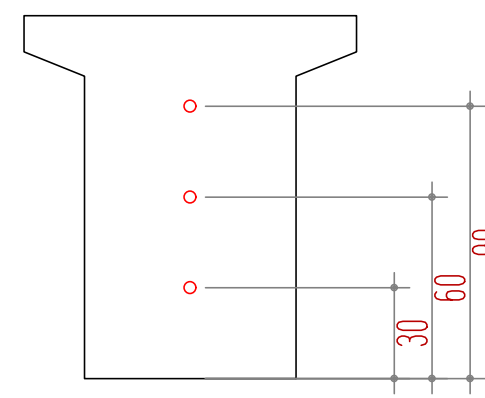
SEÇÃO 11  
ESC. 1:25



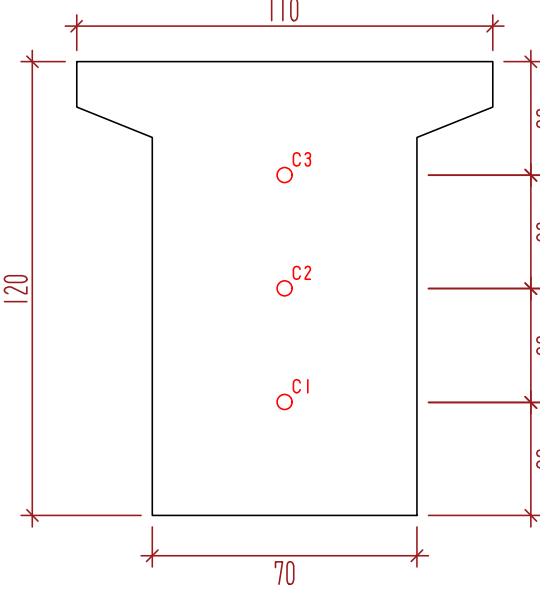
SEÇÃO 12  
ESC. 1:25



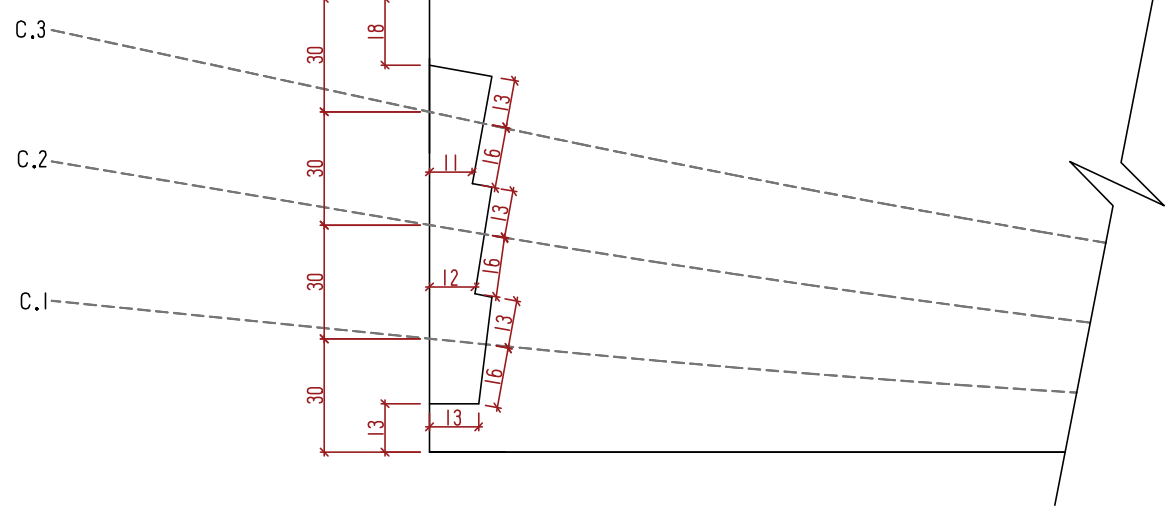
SEÇÃO 13  
ESC. 1:25



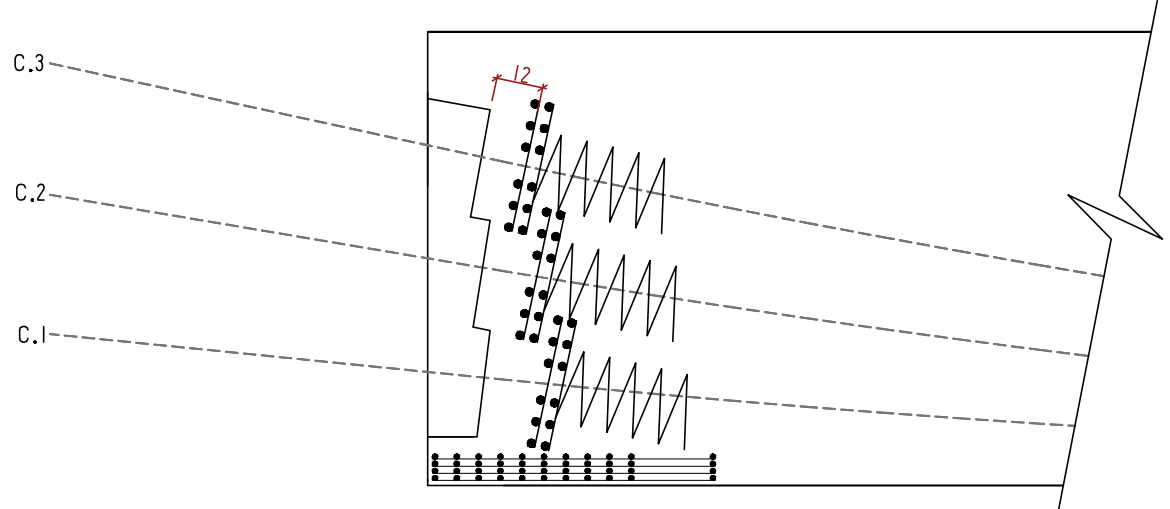
VISTA FRONTAL  
ESCALA 1:20



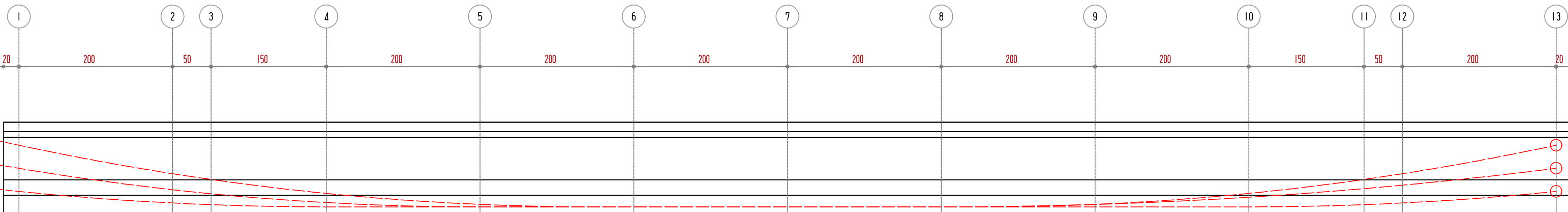
NICHOS PARA MACACOS  
ESCALA 1:20



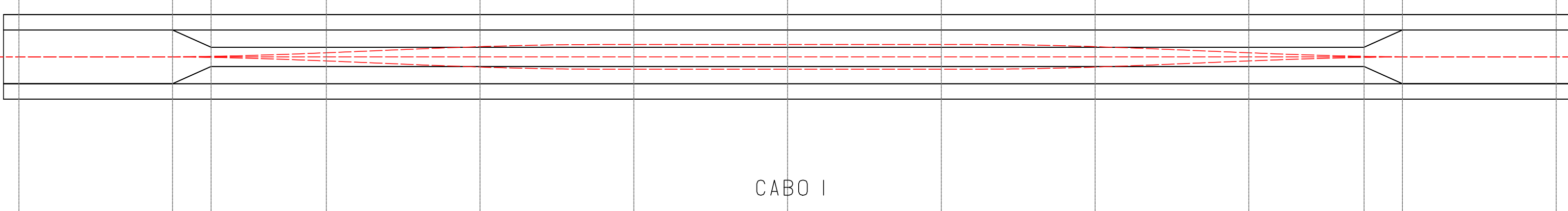
DETALHE - FRETAGEM  
ESCALA 1:20



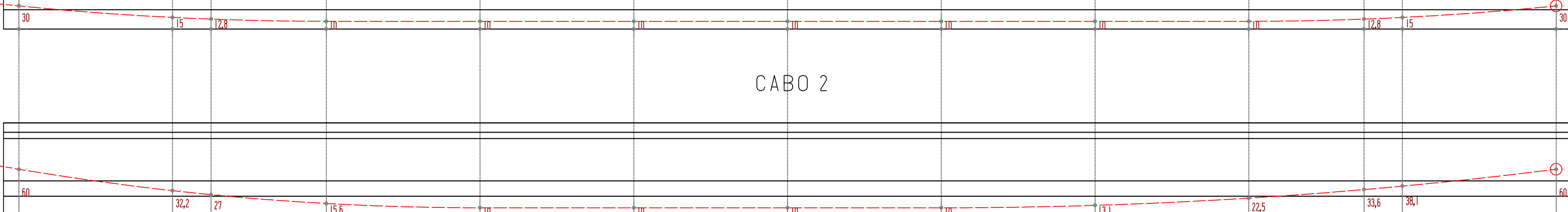
TRAÇADO LONGITUDINAL DOS CABOS  
ESCALA 1:50



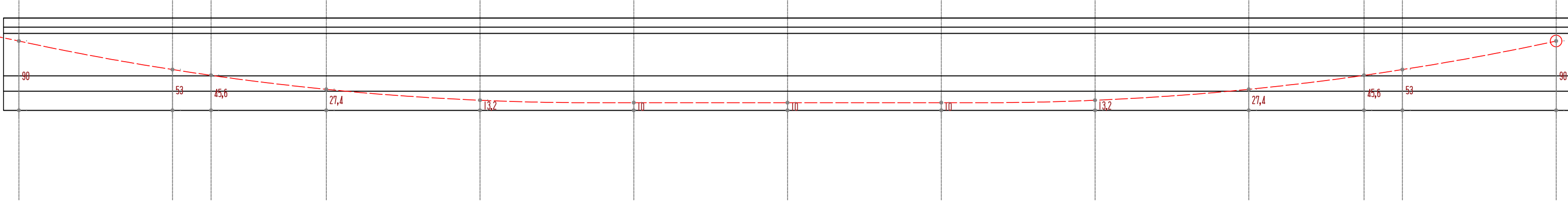
TRAÇADO HORIZONTAL DOS CABOS  
ESCALA 1:50




CABO 1



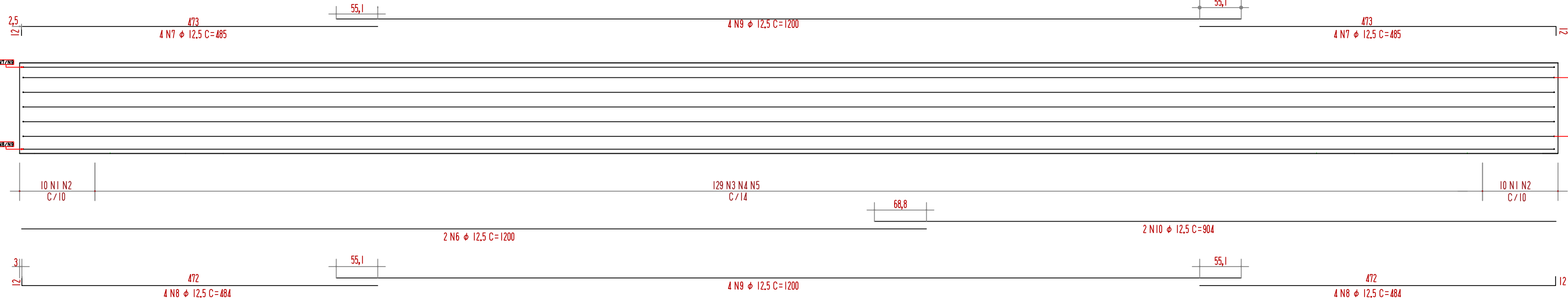
CABO 2



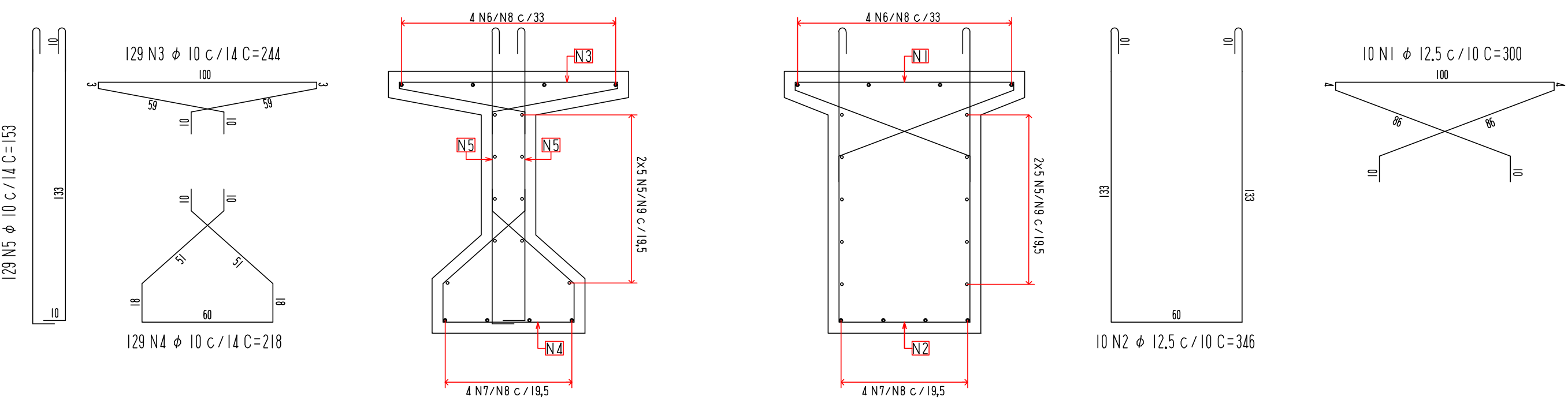
CABO 3



LONGARINAS - ARMADURA LONGITUDINAL (1 vão)  
ESCALA 1:50



LONGARINAS - ARMADURA TRANSVERSAL (1 vão)  
ESCALA 1:25



LONGARINAS (x8)

AÇO	N	φ(mm)	QUANT.	Comprimento		Peso (kg)
				UNIT.(cm)	TOTAL (m)	
CA -50	1	12,5	160	300,0	480,0	462,24
	2	12,5	160	346,0	553,6	533,12
	3	10,0	1032	244,0	2518,1	1553,66
	4	10,0	1032	218,0	2249,8	1388,10
	5	10,0	2064	153,0	3157,9	1948,44
	6	12,5	80	1200,0	960,0	924,48
	7	12,5	64	485,0	310,4	298,92
	8	12,5	64	484,0	309,8	298,30
	9	12,5	64	1200,0	768,0	739,58
	10	12,5	80	904,0	723,2	696,44
PESO TOTAL (8 LONGARINAS)						8843,27

LONGARINAS (x8) - RESUMO

AÇO	φ(mm)	Comp. Total (m)	Peso (kg)
CA -50	10	7925,8	4890,19
	12,5	4105,0	3953,08
PESO TOTAL			8843,27

Resistência de projeto (fck):

40 MPa

Resistência de manuseio (fct,j):

40 MPa

Cobrimento das armaduras:

25 mm

QUANTIDADE DE CABOS, BAINHAS E ANCORAGENS P/ 1 VIGA

CABO	QUANTIDADE POR VIGA	CORDOALHAS	COMPRIMENTOS (m)		FORÇA DE PROT. (kN)	ALONG. DO CABO (m)	PESO DO CABO (kg)
			BAINHA	CABO			
C.1	1	10 φ 15,2	20,28	21,43	1390	126	241,3
C.2	1	10 φ 15,2	20,36	21,51	1390	126	242,2
C.3	1	10 φ 15,2	20,49	21,64	1390	127	243,6

Comprimento total dos cabos (m)	64,58
Peso total dos cabos (kg)	727,17
Comprimento total das bainhas (m)	61,1
Ancoragens ativas (unidades)	3
Ancoragens passivas (unidades)	3

NOTAS:

1. Medidas em centímetros, elevações em metros, salvo indicação contrária.

2. Materiais:

2.1. Concreto:

2.1.1. New Jersey, Cortinas, Lajes de Transição, Alas, Travessas, Transversinas e Pilares (fck=30 MPa);

2.1.1.1. Diâmetro Máximo dos agregados = 25 mm;

2.1.1.2. Relação água/cimento máxima = 0,55;

2.1.1.3. Resistência característica à compressão (fck) = 30 MPa;

2.1.1.4. Módulo de elasticidade considerado = 27.000MPa.

2.1.2. Blocos de Coroamento, Longarinas e Laje do Tabuleiro (fck=40 MPa);

2.1.2.1. Diâmetro Máximo dos agregados = 25 mm;

2.1.2.2. Relação água/cimento máxima = 0,45;

2.1.2.3. Resistência característica à compressão (fck) = 40 MPa;

2.1.2.4. Módulo de elasticidade considerado = 32.000 MPa.

2.2. Aço:

2.2.1. Aço CA-50 fyk ≥500 MPa;

2.2.2. Aço para protensão CP-190 RB.

3. Cobrimento mínimo das armaduras:

3.1. Cordoalhas (armadura ativa) = 4 cm;

3.2. Lajotas e placas pré-moldadas = 2,5 cm;

3.3. Estacas = 4 cm;

3.4. Demais elementos de concreto armado = 3,0cm;

4. Fazer acabamento rugoso na face superior das Lajotas pré-moldadas;

5. Classe de agressividade ambiental II (moderada), em caso de ambiente mais agressivo, é necessário rever os detalhes relacionados com a durabilidade da estrutura (NBR 6118);

6. Os concretos deverão ser inertes as reações expansivas do tipo alcalis-agregados, para tanto, juntamente com a aprovação dos traços pela fiscalização da obra, deverão ser realizados ensaios específicos dos agregados. Somente serão aceitos pela fiscalização agregados reativos se não houver outra alternativa economicamente viável, desde que sejam aplicados cimentos com teores de alcalis < 0,8% em peso e fator a/c<0,85, independente da resistência e aplicação especificada em projeto.

7. Utilizar pastilhas de plástico em quantidade suficiente para garantia do cobrimento das armaduras.

8. Executar contraventamento provisório nas Longarinas, após o içamento e preliminarmente a solidificação com a Laje e Transversinas.

9. As formas utilizadas deverão prever chanfros de modo a evitar cantos vivos nos elementos concretados.

10. Pavimento com espessura 8,0 cm.

11. Trem tipo rodoviário Classe B5 (NBR 7189/24);

12. Os neoprenes deverão atender as exigências da NBR - 9783;

13. Neoprenes dureza "SHORE" A-60;

14. O projeto das estruturas de contenção do aterro é de responsabilidade do seu fornecedor;

15. Em caso de dúvida, contatar engenheiro calculista.

AUTOR DO PROJETO:


MRB Soluções em Engenharia LTDA - CNPJ: 59.783.288/0001-60


RESPONSÁVEL TÉCNICO:

Murylo Rodrigues Bezerra - CREA: 8748DRO

DER

RO GOV





PROJETO:

Ponte em Concreto Armado e Protendido sobre o Rio Arara

LOCALIZAÇÃO:

RO-494, trecho KAPA, Km 18,20 em Primavera de Rondônia

COORDENADAS:

11°59'20,187"S 61°19'15,558"W

DESCRIÇÃO:

Ponte em Concreto Armado e Protendido sobre o Rio Arara

OBSERVAÇÕES:

FOLHA A1

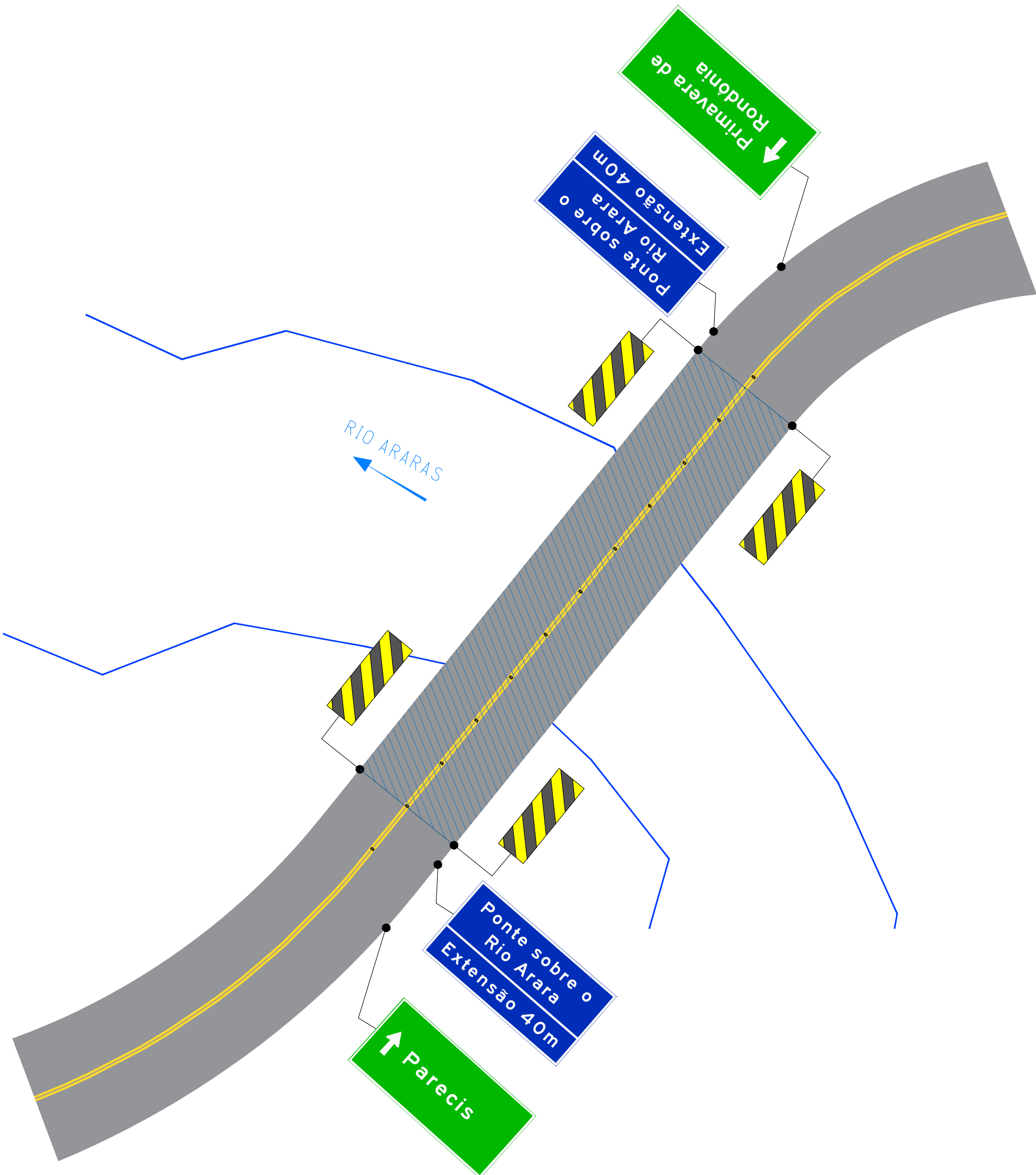
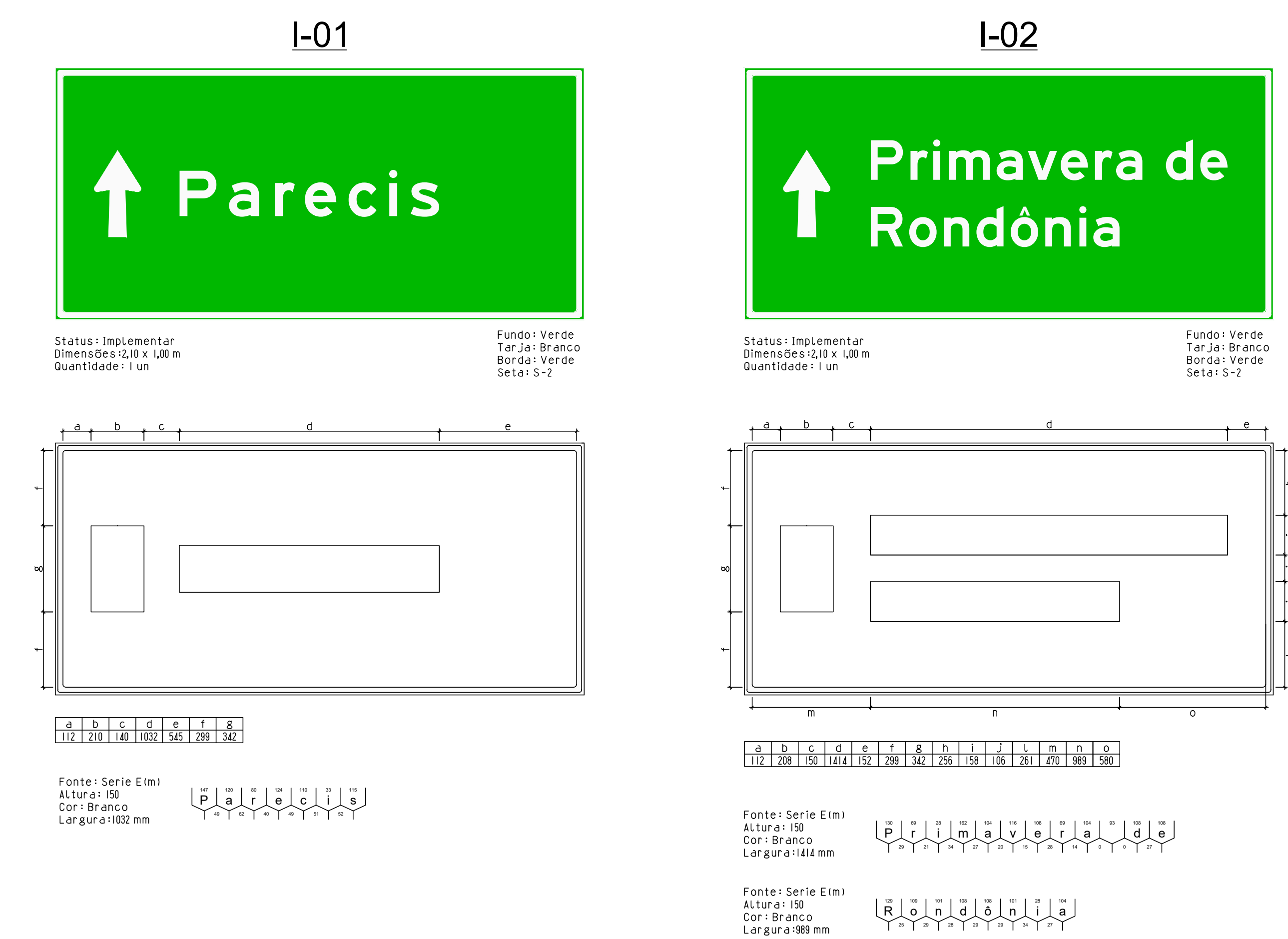
FOLHA:

07 / 08

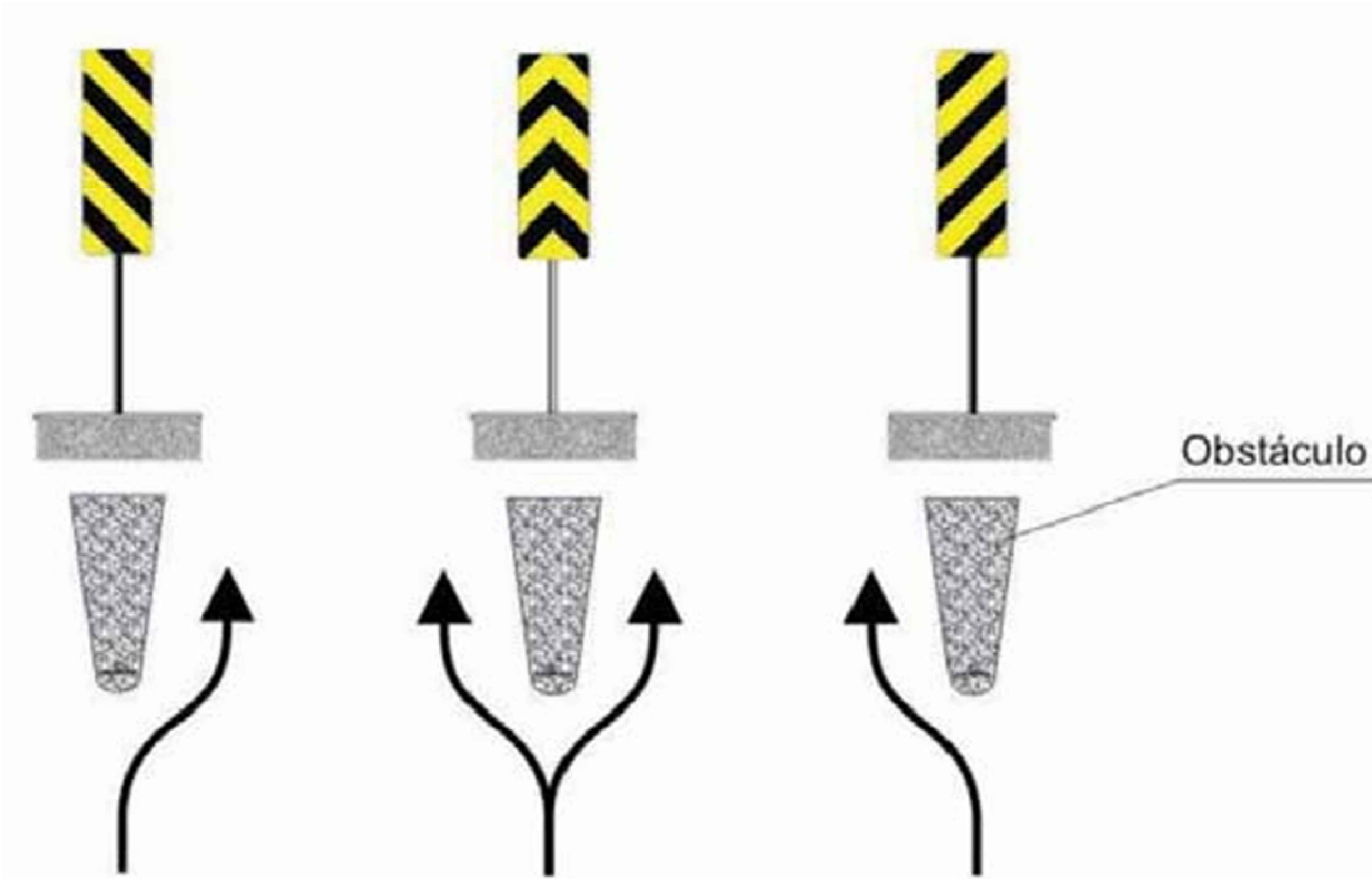
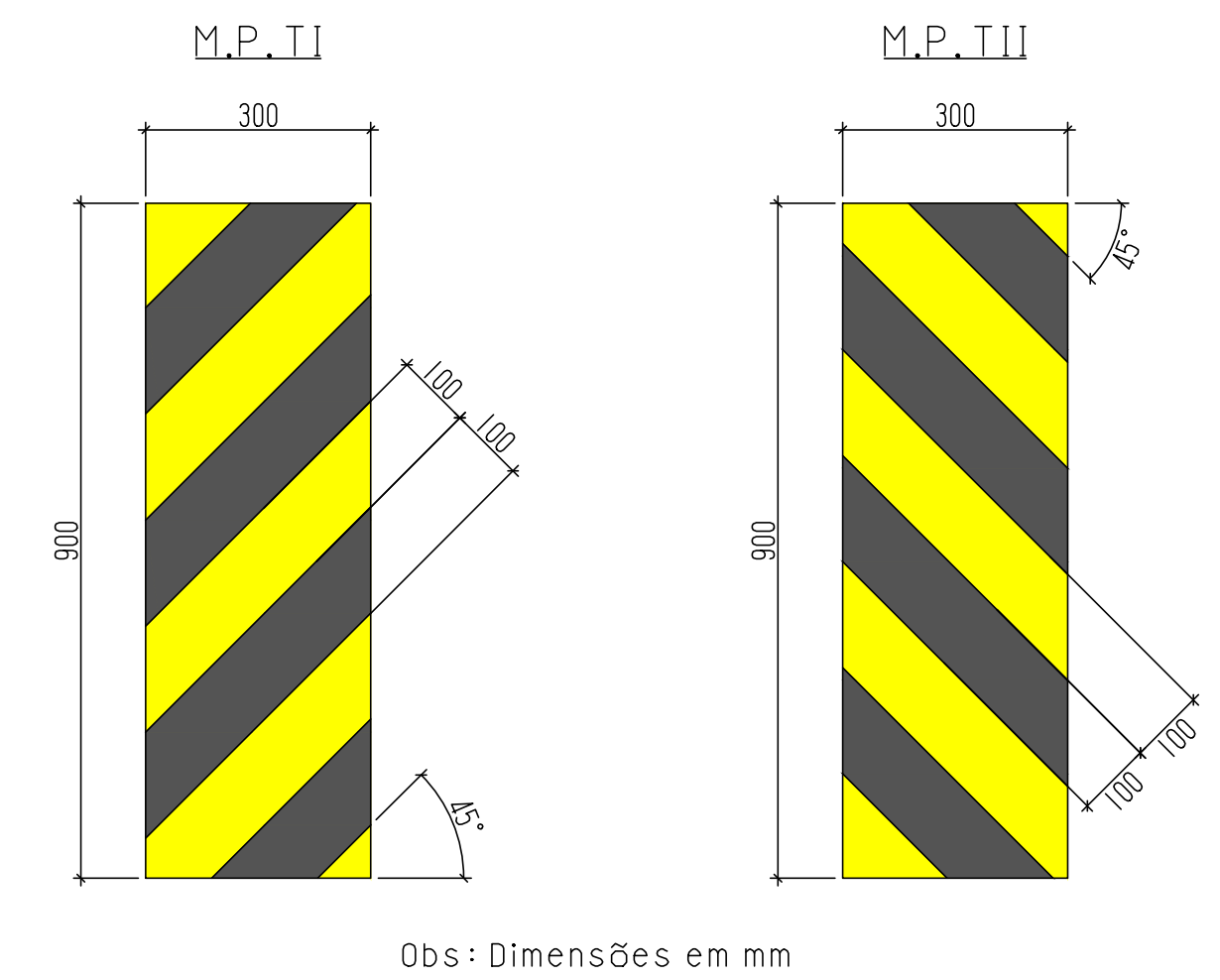
DATA:



DIAGRAMAÇÃO DAS PLACAS INDICATIVAS



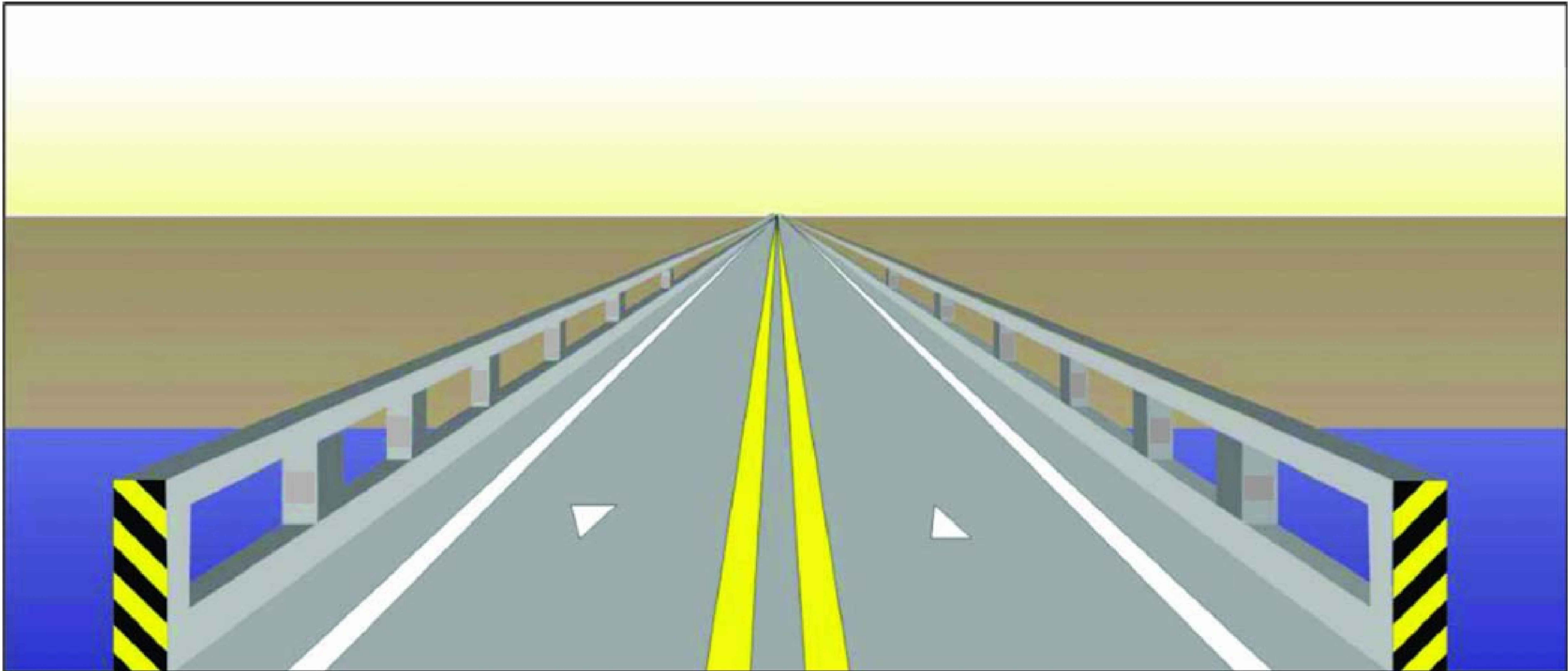
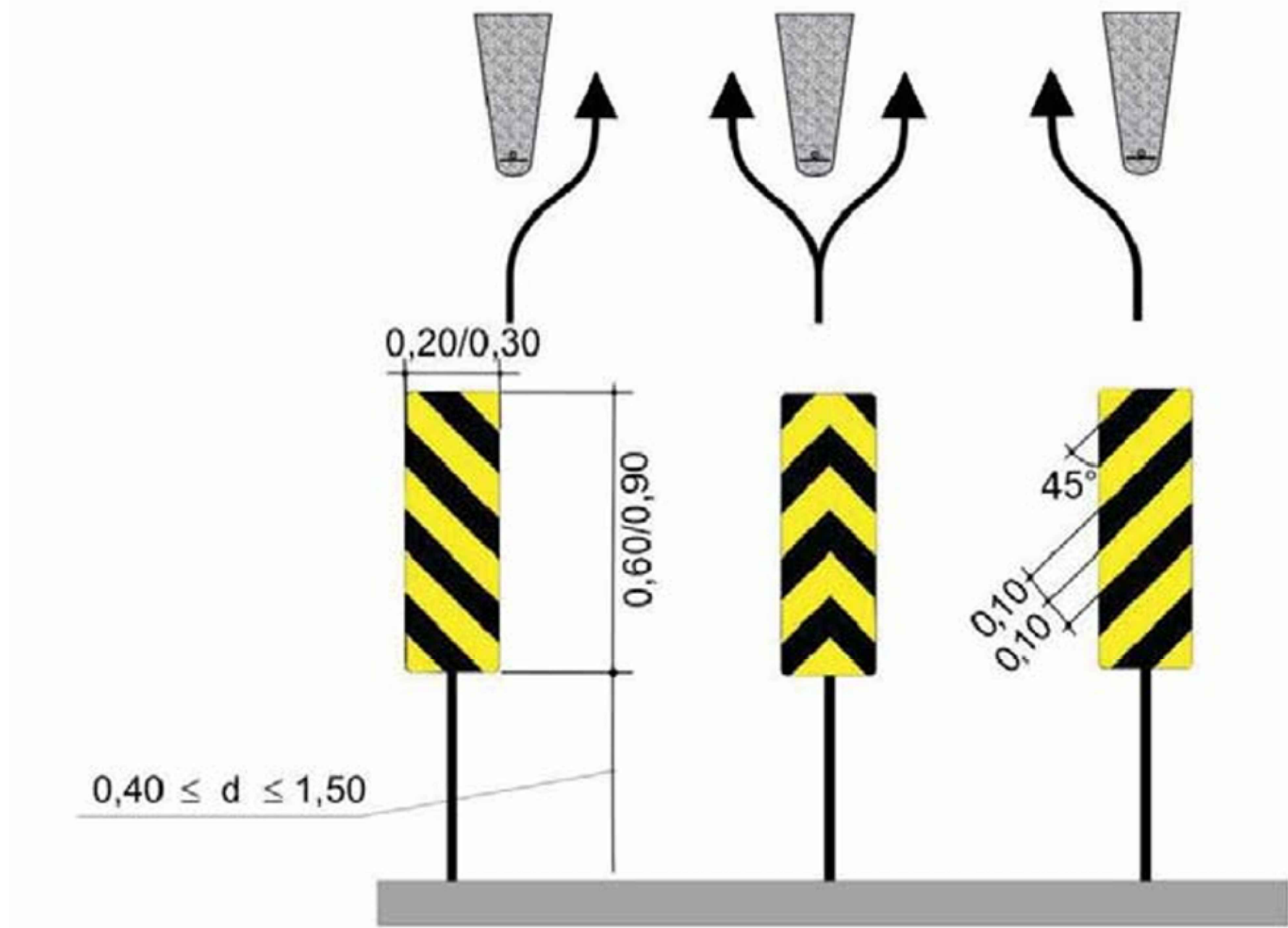
MARCADOR DE PERIGO



**Dimensões**  
O marcador de perigo possui formato retangular na proporção de 1:3.

Dimensões mínimas: 0,20m x 0,60m para via urbana e de 0,30m x 0,90m para via rural e via urbana de trânsito rápido. A largura das faixas deve ser de 0,10m, inclinadas de 45°, conforme Figura 5.11.

Dimensões máximas: 0,50m x 1,50m, com largura das faixas de 0,15m, para uso em situações especiais definidas por estudos de engenharia de tráfego.



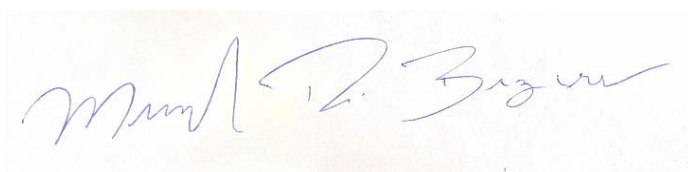
- NOTAS:**
- Medidas em centímetros, elevações em metros, salvo indicação contrária.
  - Materiais:
    - Concreto:
      - New Jersey, Cortinas, Lajes de Transição, Alas, Travessas, Transversinas e Pilares (Fck=30 MPa);
      - Diâmetro Máximo dos agregados = 25 mm;
      - Relação água/cimento máxima = 0,55;
      - Resistência característica à compressão (fck) = 30 MPa;
      - Módulo de elasticidade considerado = 27.000 MPa;
    - Blocos de Coroamento, Longarinas e Laje do Tabuleiro (fck=40 MPa);
    - Diâmetro Máximo dos agregados = 25 mm;
    - Relação água/cimento máxima = 0,45;
    - Resistência característica à compressão (fck) = 40 MPa;
    - Módulo de elasticidade considerado = 32.000 MPa;
  - Aço:
    - Aço CA-50 fyk ≥ 500 MPa;
    - Aço para protensão CP-190 RB;
  - Cobertura mínima das armaduras:
    - Cordaolhas (armadura ativa) = 4 cm;
    - Lajotas e placas pré-moldadas = 25 cm;
    - Estacas = 4 cm;
    - Demais elementos de concreto armado = 30 cm;
  - Fazer acabamento rugoso na face superior das Lajotas pré-moldadas;
  - Classe de agressividade ambiental II (moderada), em caso de ambiente mais agressivo, é necessário rever os detalhes relacionados com a durabilidade da estrutura (NBR 6118);
  - Os concretos deverão ser inertes as reações expansivas do tipo alcalis-agregados, para tanto, Juntamente com a aprovação dos traços pela fiscalização da obra, deverão ser realizados ensaios específicos dos agregados. Somente serão aceitos pela fiscalização agregados reativos se não houver outra alternativa economicamente viável, desde que sejam aplicados cimentos com teores de alcalis < 0,6% em peso e fator a/c < 0,45, independente da resistência e aplicação especificada em projeto.
  - Utilizar pastilhas de plástico em quantidade suficiente para garantia do cobrimento das armaduras.
  - Executar contraventamento provisório nas Longarinas, após o içamento e preliminarmente a solidificação com a Laje e transversinas.
  - As formas utilizadas deverão prever chanfros de modo a evitar cantos vivos nos elementos concretados.
  - Pavimento com espessura 8,0 cm.
  - Trem tipo rodoviário Classe 45 (NBR 7189/24);
  - Os neoprenes deverão atender as exigências da NBR-9783;
  - Neoprenes dureza "SHORE" A-60;
  - O projeto das estruturas de contenção do aterro é de responsabilidade do seu fornecedor;
  - Em caso de dúvida, contatar engenheiro calculista.



## **11.0 DECLARAÇÃO**

## **DECLARAÇÃO**

A empresa MRB Soluções em Engenharia LTDA, e o Engenheiro Murylo Rodrigues Bezerra, portador do registro CREA 8748DRO responsável pelo Orçamento e Plano de Execução, “DECLARAMOS” que, encontra-se compatíveis com os quantitativos previsto no Projeto Executivo de Engenharia de Obras de Artes Especiais - Ponte em Concreto Moldado *In Loco* Protendido, sobre o Rio Araras, na RO 494 - Trecho RO-010 / RO-495, Km 30,50, com extensão de 40,55 metros, no município de Primavera de Rondônia, conforme composições unitárias de custo de serviços extraídas da Tabela de Referência de Preços SICRO3, com data base de Abril de 2025.



---

MRB Soluções em Engenharia LTDA.  
Murylo Rodrigues Bezerra  
CREA 8748DRO

## **12.0 ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA**



Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de RO

1. Responsável Técnico

**MURYLO RODRIGUES BEZERRA**

Título do Profissional: **ENGENHEIRO CIVIL / ENGENHEIRO DE SEGURANÇA DO TRABALHO /**

Empresas.: **MRB SOLUÇÕES EM ENGENHARIA LTDA**

RNP: **2313485889**

Registro: **8748D RO**

Registro: **14117EMRO**

2. Dados do Contrato

Contratante: **DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM**

RUA Avenida Farquar

Nº.: 2686 Comp.:

Contrato: 00

Valor: 0,01

Ação Institucional: Não informado

Bairro.: Pedrinhas

Cidade.: PORTO VELHO

Celebrado:

Tipo Contratante: PJ Direito Público

Forma de Registro: Inicial

Motivo: Novo Contrato

CPF/CNPJ: **04285920000154**

Telefone.: 69992127890

País: BRA CEP.: 76801470

Vinculado à ART:

Substituição:

Participação Téc.: Individual

3. Dados da Obra/Serviço

Rua: RO-494

Nº: 00 Comp.: TRECHO RO-010 / RO-495, KM 30,50

Data de Inicio: 02/06/2025

Previsão de término: 31/07/2025

Finalidade: Outro

Proprietário: DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM

Bairro: ZONA RURAL

Cidade: PRIMAVERA DE RONDONIA

Coordenadas Geográficas: 11592019, 61191556

Telefone.:

UF: RO CEP.: 76976000

CPF/CNPJ: 04285920000154

4. Atividade Técnica

Nível de atuação  
ELABORAÇÃO

Atividade técnica  
PROJETO DE PONTES  
ELABORAÇÃO DE ORÇAMENTO DE PONTES  
PROJETO DE PONTES  
ELABORAÇÃO DE ORÇAMENTO DE PONTES

QTD	Unidade
40,55	m
40,55	m
369,00	m²
369,00	m²

O registro da A.R.T. não obriga o CREA-RO a emitir a Certidão de Acervo Técnico (C.A.T.), a confecção e emissão do documento apenas ocorrerá se as atividades declaradas na A.R.T. forem condizentes com as atribuições do Profissional. As informações constantes desta A.R.T. são de responsabilidade do(a) profissional. Este documento poderá, a qualquer tempo, ter seus dados, preenchimento e atribuições profissionais conferidos pelo CREA-RO.

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta A.R.T.

5. Declarações

Acessibilidade:

Profissional

Contratante

Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

Local

Data

MURYLO RODRIGUES BEZERRA - 029.468.591-00

Nome do profissional - CPF:

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM - 04.285.920/0001-54

Nome do contratante - CPF/CNPJ:

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.crearo.org.br](http://www.crearo.org.br) ou [www.confea.org.br](http://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.

CHAVE:

**7FD1A-D11EE-DCC69-83B07-C2897**

[www.crearo.org.br](http://www.crearo.org.br) atendimento@crearo.org.br  
tel: (69) 2181-1072



**CREA-RO**  
Conselho Regional de Engenharia  
e Agronomia de Rondônia

Observações ( Resumo do Contrato )

ELABORAÇÃO DE PROJETO EXECUTIVO, OAE, PONTE EM CONCRETO MOLDADO IN LOCO PROTENDIDO, SOB O RIO ARARAS



### 13.0 TERMO DE ENCERRAMENTO

O presente VOLUME 1 – **RELATÓRIO DO PROJETO, ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇOS E PROJETO DE EXECUÇÃO** integrante do PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS – sobre o Rio Araras, na RO 494 - Trecho RO-010 / RO-495, Km 30,50, com extensão de 40,55 metros, no município de Primavera de Rondônia, possui 77 (setenta e sete) páginas, numericamente ordenadas.