

# *PROJETO APROVADO*

## **PROJETO DE MANUTENÇÃO DE PATOLOGIAS DA PONTE SOBRE O RIO CAMAQUÃ**

**BR 392/RS km 182+164 – Pelotas – Caçapava do Sul**

**VOL I R0**

 <p><b>ANTT</b> AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES</p>	 <p><b>ecosUL</b> ecoRODOVIAS</p>	Código: <b>ECS-392RS-182+164-OAE-EXO-RT-V1-001-R01</b>	Revisão: <b>1</b>
		Emissão:	Folha:
Contrato: <b>ECRS - ENG - C T 00004/21</b>	Rodovia: <b>BR-392/RS</b>	Responsável Técnico, CREA e Firma Projetista: <b>GIOVANNA PEIXOTO CREA RS180.530</b> <b>GIOVANE FERREIRA CREA RS163.231</b>	
Trecho: <b>Pelotas – Caçapava do Sul</b>	Concessionária: <b>ECOSUL</b>		
Objeto: <b>PROJETO EXECUTIVO DE INSPEÇÃO ESPECIAL</b> <b>PONTE SOBRE O RIO CAMAQUÃ</b>	ANTT <b>URRS</b>		

Documentos de referência

Documentos resultantes

Observação:



**LIMINE**  
CONSULTORIA & ENGENHARIA

Revisão	Data	Firma Projetista	Concessionária	ANTT

## Sumário

1. APRESENTAÇÃO.....	8
1.1. DADOS DA OBRA:.....	8
1.1.1. CARACTERÍSTICAS GERAIS .....	8
1.1.2. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS .....	8
1.2. MODELO 3D DA OBRA PONTE SOBRE O RIO CAMAQUÃ .....	9
1.3. PERFIL LONGITUDINAL.....	9
1.4. VISTA SUPERIOR.....	10
1.5. SEÇÃO TRANSVERSAL .....	10
2. INSPEÇÃO .....	10
2.1. PANORAMA GERAL .....	10
2.2. CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	13
2.2.1. EQUIPAMENTOS UTILIZADOS .....	13
2.2.2. DOCUMENTOS E NORMAS DE REFERÊNCIA.....	13
2.2.3. DATAS DAS INSPEÇÕES .....	13
2.2.4. METODOLOGIA .....	14
2.2.4.1. CRITÉRIOS UTILIZADOS .....	14
2.2.4.2. TERMOS E DEFINIÇÕES .....	16
2.2.4.3. DEFINIÇÕES DE PATOLOGIAS .....	19
2.2.4.4. LEGENDAS.....	21
2.3. ENSAIOS .....	22
2.3.1. RESULTADOS DOS ENSAIOS .....	26
2.4. LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO .....	78
2.4.1. INFRAESTRUTURA .....	78
2.4.2. MESOESTRUTURA.....	79
2.4.3. SUPERESTRUTURA.....	86
2.4.4. ACABAMENTOS.....	89
3. PROJETO DE RECUPERAÇÃO DE PATOLOGIAS .....	94
3.1. DIAGNOSTICO E CAUSAS PROVAVEIS DAS ANOMALIAS .....	95
3.1.1. INFRAESTRUTURA .....	95
3.1.2. MESOESTRUTURA.....	95
3.1.3. SUPERESTRUTURA.....	96
3.1.4. ACABAMENTOS.....	97
3.2. ANÁLISE ESTRUTURAL.....	98
3.2.1. MEMORIA DE CÁLCULO PARA MACAQUAMENTO DA ESTRUTURA PARA SUBSTITUIÇÃO DOS APARELHOS DE APOIO .....	98
3.2.2. CARREGAMENTOS .....	98
PESO PRÓPRIO.....	98

---

CAMADA DE PAVIMENTAÇÃO.....	99
RETRAÇÃO DO CONCRETO.....	100
VENTO .....	101
FRENAGEM.....	102
CARREGAMENTO DE SERVIÇO.....	103
CARGA MOVEL.....	104
3.2.3. RESULTADOS.....	106
3.2.3.1. DIMENSIONAMENTO CONSOLE DE MACAQUEAMENTO .....	107
3.2.3.2. DIMENSIONAMENTO APARELHO DE APOIO.....	109
3.2.4. MEMORIA DE CÁLCULO PARA O ENCAMISAMENTO DOS PILARES .....	110
3.2.4.1. CARREGAMENTOS.....	110
PESO PRÓPRIO.....	110
CAMADA DE PAVIMENTAÇÃO.....	111
RETRAÇÃO DO CONCRETO.....	112
VENTO .....	113
FRENAGEM.....	114
CARGA MOVEL.....	115
3.2.4.2. AÇÕES E COMBINAÇÕES.....	117
3.3. TERAPIAS.....	126
3.3.1. MESOESTRUTURA.....	126
3.3.1.1. PREPARO DA SUPERFÍCIE PARA TRATAMENTO DE CONCRETO DISGREGADO OU SEGREGADO (NOVO).....	126
1. EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E FERRAMENTAS NECESSÁRIOS.....	126
2. LIMPEZA DA SUPERFÍCIE.....	126
3. DELIMITAÇÃO DA ÁREA A SER TRATADA.....	126
4. ESCARIFICAÇÃO ATÉ 3 CM DE PROFUNDIDADE.....	127
5. ESCARIFICAÇÃO MECÂNICA PARA ESPESSURAS MAIORES QUE 3 CM.....	128
6. LIMPEZA DA SUPERFÍCIE.....	128
7. PREPARO DAS ARMADURAS COM CORROSÃO .....	128
8. PROTEÇÃO DAS ARMADURAS .....	129
• PROTEÇÃO ATRAVÉS DE PRIMER RICO EM ZINCO.....	129
9. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO .....	130
10. MEMORIA DE CÁLCULO DAS QUANTIDADES .....	130
3.3.1.2. TRATAMENTO DE CONCRETO DISGREGADO OU SEGREGADO COM ARGAMASSA POLIMÉRICA (PROC 15).....	132
1. EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E FERRAMENTAS NECESSÁRIOS.....	132
2. PONTE DE ADERÊNCIA.....	132
3. RECOMPOSIÇÃO COM ARGAMASSA POLIMÉRICA .....	133
4. CURA.....	137

---

5.	CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO .....	137
6.	MEMORIA DE CÁLCULO DAS QUANTIDADES.....	137
3.3.1.3.	SUBSTITUIÇÃO DAS LAJES DE TRANSIÇÃO (Limine).....	138
11.	EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E FERRAMENTAS NECESSÁRIOS.....	138
1.	DEMOLIÇÃO DAS LAJES DE TRANSIÇÃO EXISTENTES .....	139
2.	LIMPEZA DA SUPERFÍCIE.....	139
3.	FORMAS .....	139
4.	AÇO CA-50.....	139
5.	CONCRETO FCK = 35MPa .....	139
6.	CONTROLE TECNOLÓGICO.....	139
7.	CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO .....	140
8.	MEMORIA DE CÁLCULO DAS QUANTIDADES.....	140
3.3.1.4.	PREENCHIMENTO DE VAZIOS SOB A LAJE DE APROXIMAÇÃO (LIMINE) .....	141
1.	EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E FERRAMENTAS NECESSÁRIOS.....	141
2.	PREPARO DA ÁREA A SER RECUPERADA.....	142
3.	PREENCHIMENTO COM BRITA .....	142
4.	CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO .....	142
5.	MEMORIA DE CÁLCULO DAS QUANTIDADES.....	143
3.3.1.5.	ENCAMISAMENTO DOS PILARES (Limine).....	143
1.	EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E FERRAMENTAS NECESSÁRIOS.....	143
2.	LIMPEZA DA SUPERFÍCIE. ....	144
3.	DELIMITAÇÃO DA ÁREA A SER TRATADA.....	144
4.	ESCARIFICAÇÃO ATÉ 3 CM DE PROFUNDIDADE.....	145
5.	ESCARIFICAÇÃO MECÂNICA PARA ESPESSURAS MAIORES QUE 3 CM.....	145
6.	LIMPEZA DA SUPERFÍCIE.....	146
7.	PREPARO DAS ARMADURAS COM CORROSÃO .....	146
8.	PROTEÇÃO DAS ARMADURAS .....	146
•	PROTEÇÃO ATRAVÉS DE PRIMER RICO EM ZINCO.....	146
9.	AÇO CA-50 .....	147
10.	FORMAS .....	147
11.	CONCRETO FCK = 35MPa.....	147
12.	CONTROLE TECNOLÓGICO .....	147
9.	CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO .....	148
10.	MEMORIA DE CÁLCULO DAS QUANTIDADES .....	148
3.3.1.6.	SUBSTITUIÇÃO DOS APARELHOS DE APOIO (Limine).....	150
1.	ESTRUTURA PARA MACAQUEAMENTO DOS APARELHOS DE APOIO .....	150
	DEFINIÇÃO: .....	150
	MATERIAIS:.....	150

---

EXECUÇÃO:.....	150
2. MACAQUEAMENTO DOS APARELHOS DE APOIO .....	151
DEFINIÇÃO: .....	151
MATERIAIS:.....	151
EXECUÇÃO:.....	151
3. APARELHOS DE APOIO EM NEOPRENE FRETADO .....	151
DEFINIÇÃO: .....	151
MATERIAIS:.....	151
EXECUÇÃO:.....	152
4. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO .....	153
5. MEMORIA DE CÁLCULO DAS QUANTIDADES.....	153
3.3.2. SUPERESTRUTURA.....	155
3.3.2.1. PREPARO DA SUPERFÍCIE PARA TRATAMENTO DE CONCRETO DISGREGADO OU SEGREGADO (NOVO).....	155
1. EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E FERRAMENTAS NECESSÁRIOS.....	155
2. LIMPEZA DA SUPERFÍCIE.....	155
3. DELIMITAÇÃO DA ÁREA A SER TRATADA.....	155
4. ESCARIFICAÇÃO ATÉ 3 CM DE PROFUNDIDADE.....	157
5. ESCARIFICAÇÃO MECÂNICA PARA ESPESSURAS MAIORES QUE 3 CM.....	157
6. LIMPEZA DA SUPERFÍCIE.....	157
7. PREPARO DAS ARMADURAS COM CORROSÃO .....	158
8. PROTEÇÃO DAS ARMADURAS .....	158
• PROTEÇÃO ATRAVÉS DE PRIMER RICO EM ZINCO.....	158
9. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO .....	159
10. MEMORIA DE CÁLCULO DAS QUANTIDADES .....	159
3.3.2.2. TRATAMENTO DE CONCRETO DISGREGADO OU SEGREGADO COM ARGAMASSA POLIMÉRICA (PROC 15).....	160
1. EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E FERRAMENTAS NECESSÁRIOS.....	160
2. PONTE DE ADERÊNCIA.....	160
3. RECOMPOSIÇÃO COM ARGAMASSA POLIMÉRICA .....	161
4. CURA.....	165
5. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO .....	165
11. MEMORIA DE CÁLCULO DAS QUANTIDADES .....	165
3.3.2.3. TRATAMENTO DA SUPERFÍCIE DE CONCRETO.....	166
1. EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E FERRAMENTAS NECESSÁRIOS.....	166
2. TRATAMENTO DA SUPERFÍCIE .....	166
3. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO .....	168
4. MEMORIA DE CÁLCULO DAS QUANTIDADES.....	169
3.3.3. ACABAMENTOS.....	170

---

3.3.3.1.	IMPLANTAÇÃO OU SUBSTITUIÇÃO DE BERÇOS PARA JUNTA DE DILATAÇÃO (PROC.04)170	
1.	EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E FERRAMENTAS NECESSÁRIOS.....	170
2.	REMOÇÃO DO BERÇO EXISTENTE OU PAVIMENTO E PREPARO DA SUPERFÍCIE. 170	
3.	IMPLANTAÇÃO DE NOVA ARMAÇÃO.....	171
4.	IMPLANTAÇÃO DO NOVO BERÇO .....	172
5.	CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO .....	174
6.	MEMORIA DE CALCULO DAS QUANTIDADES.....	174
3.3.3.2.	IMPLANTAÇÃO OU SUBSTITUIÇÃO DE PERFIL PRÉ-FABRICADO PARA JUNTA DE DILATAÇÃO (PROC.04 E 12) .....	175
1.	EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E FERRAMENTAS NECESSÁRIOS.....	175
2.	REMOÇÃO DO LÁBIO.....	175
3.	INSTALAÇÃO DE NOVO LÁBIO.....	176
4.	INSTALAÇÃO DE NOVO PERFIL DE VEDAÇÃO.....	176
5.	CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO .....	177
6.	MEMORIA DE CALCULO DAS QUANTIDADES.....	178
3.3.3.3.	PROLONGAMENTO DE BUZINOTES (PROC.48).....	178
1.	EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E FERRAMENTAS NECESSÁRIOS.....	178
2.	SEQUENCIA EXECUTIVA.....	178
3.	CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO .....	179
4.	MEMORIA DE CÁLCULO DAS QUANTIDADES.....	179
3.3.3.4.	IMPLANTAÇÃO DE BUZINOTES EM LAJE DO TABULEIRO (PROC.03) .....	180
1.	EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E FERRAMENTAS NECESSÁRIOS.....	180
2.	CUIDADOS NA EXECUÇÃO .....	180
3.	SEQUENCIA EXECUTIVA.....	181
4.	CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO .....	182
5.	MEMORIA DE CÁLCULO DAS QUANTIDADES.....	182
3.3.3.5.	SUBSTITUIÇÃO DE GUARDA CORPO DANIFICADO (Limine).....	182
1.	EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E FERRAMENTAS NECESSÁRIOS.....	183
2.	DEMOLIÇÃO DOS GUARDA CORPOS EXISTENTE .....	183
3.	LIMPEZA DA SUPERFÍCIE.....	183
4.	FORMAS .....	183
5.	AÇO CA-50 .....	183
6.	CONCRETO FCK = 35MPa .....	184
7.	CONTROLE TECNOLÓGICO .....	184
8.	CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO .....	184
13.	MEMORIA DE CÁLCULO DAS QUANTIDADES .....	185
3.3.3.6.	IMPLANTAÇÃO DE PINGADEIRA (Limine).....	186

1. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO .....	186
2. MEMORIA DE CÁLCULO DAS QUANTIDADES.....	186
4. CONCEPÇÃO ESTRUTURAL DO ALARGAMENTO E METODOLOGIA CONSTRUTIVA .	187
5. SINALIZAÇÃO DE OBRAS .....	187
5.1. MEMÓRIA DE CÁLCULO DOS QUANTITATIVOS DA SINALIZAÇÃO DE OBRAS: PRANCHA ÚNICA (CROQUI DE SINALIZAÇÃO).....	187
6. DESCRIÇÃO DO CARREGAMENTO E CARGAS .....	187
7. CLASSIFICAÇÃO ESTRUTURAL DOS ELEMENTOS EXISTENTES.....	188
7.1. CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO .....	188
7.1.1. AVALIAÇÃO DOS ELEMENTOS ANALISADOS.....	190
7.1.2. AVALIAÇÃO ESTRUTURA PONTE SOBRE O RIO CAMAQUÃ.....	190
8. ESTUDO HIDROLÓGICO.....	190
9. PROJETO GEOTÉCNICO E LAUDO DE SONDAGEM .....	191
10. FICHA RESUMO .....	191

## 1. APRESENTAÇÃO

O presente trabalho corresponde à apresentação da inspeção realizada e na execução de Projeto de recuperação das patologias encontradas na obra-de-arte especial rodoviária Ponte sobre o Rio Camaquã.

O projeto de recuperação de patologias foi realizado com base na inspeção realizada em março de 2021.

O projeto de recuperação de patologias está dividido em 4 volumes:

VOLUME I: Relatório de projeto

VOLUME II: Projeto executivo

VOLUME III: Esquema construtivo

VOLUME IV: Informações complementares

### 1.1. DADOS DA OBRA:

#### 1.1.1. CARACTERÍSTICAS GERAIS

**Nome:** Ponte sobre o Rio Camaquã.

**Localização:** km 182+164, sobre a pista norte/sul (sentido Pelotas / Santana da Boa Vista), da BR-392, município de Santana da Boa Vista, estado do Rio Grande do Sul.

**Ano de construção:** Os dados cadastrais não informam o ano de construção, porém as características da obra indicam que é da década de 70.

#### 1.1.2. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

**Características:** Obra sem declividade longitudinal.

**Material:** Concreto armado / concreto protendido

**Comprimento:** 271,00m (9 vãos de 25,00m e dois vãos extremos de 23,00m cada).

**Largura total:** 10,50m

**Largura tabuleiro:** 8,70m

**Área do tabuleiro:** 2.845,50m<sup>2</sup>

**Trem tipo:** 36 t

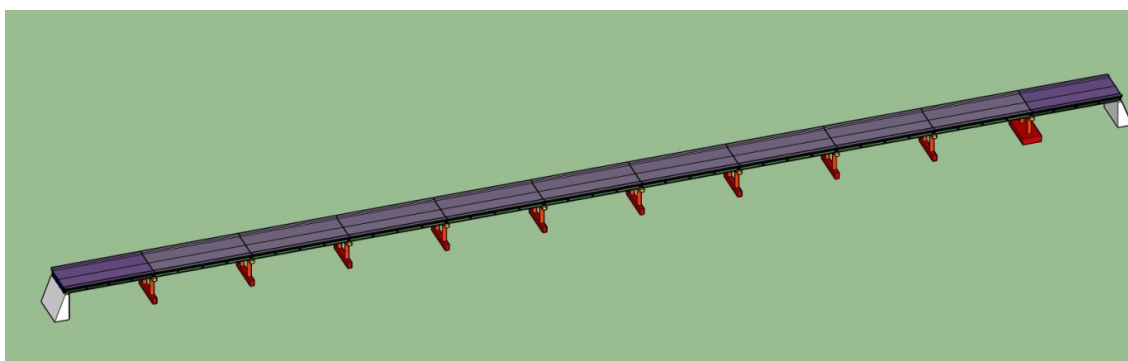
**Infraestrutura:** Não recebemos o projeto original com a determinação do tipo de fundação utilizada. É possível identificar que as fundações dos apoios P02 ao P10 são com tubulões, no apoio P01 é possível identificar um bloco de coroamento, porém não é possível precisar se seria uma fundação direta ou bloco de coroamento sobre estacas, não foi possível visualizar a fundação dos apoios extremos E01 e E02.

**Mesoestrutura:** Apoios extremos E01 e E02 com seção retangular variável e travessa superior, onde apoiam-se as longarinas sobre os aparelhos de apoio em neoprene.

Apoios intermediários P01 a P10 possuem dois pilares de forma circular e travessa superior de ligação, onde apoiam-se as longarinas sobre os aparelhos de apoio em neoprene. Os pórticos mais altos, do leito do rio P02 a P06, possuem uma travessa de ligação intermediária.

**Superestrutura:** A ponte é composta por onze (11) vãos, sendo o primeiro e o último de 23,0m de comprimento e os demais de 25,0m de comprimento. A superestrutura é composta por quatro longarinas pré-moldadas por vão, doze transversinas de apoio, trinta e três transversinas intermediárias, laje e passeio.

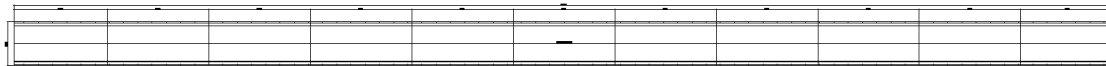
## 1.2. MODELO 3D DA OBRA PONTE SOBRE O RIO CAMAQUÃ



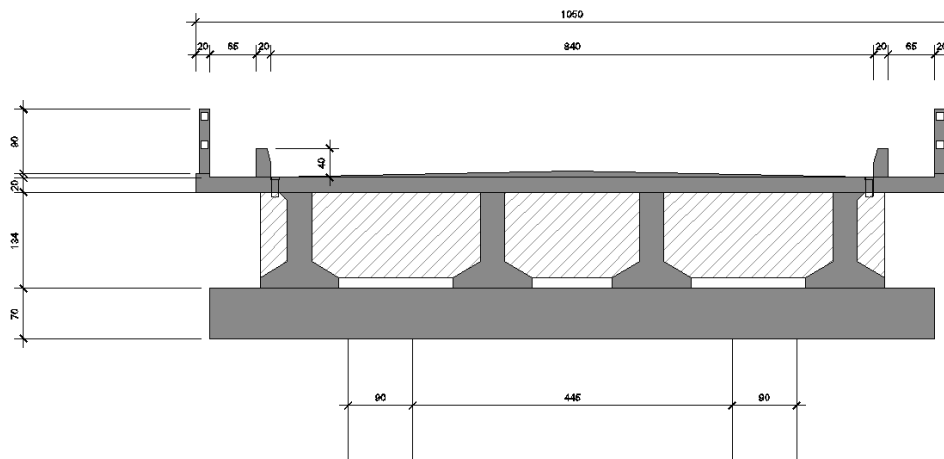
## 1.3. PERFIL LONGITUDINAL



## 1.4. VISTA SUPERIOR



## 1.5. SEÇÃO TRANSVERSAL



## 2. INSPEÇÃO

### 2.1. PANORAMA GERAL







## **2.2. CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

O presente documento possui como objetivo a avaliação do estado de conservação da Ponte sobre o Rio Camaquã.

### **2.2.1. EQUIPAMENTOS UTILIZADOS**

- Fissuometro
- Drone Phantom 4 Pro Plus – DJI - Cadastro Anac: PP201821089 válido até 17/10/2021;
- Paquímetro Digital – Boch DTec 150
- Trena Laser – Bosch DLE40 Professional - Exatidão 1-140m =  $\pm 1,5$ mm
- Fenolftaleína
- Bote
- Marteleto

### **2.2.2. DOCUMENTOS E NORMAS DE REFERÊNCIA**

- Manual de inspeção de pontes rodoviárias – DNIT - 2004;
- Manual de Sinalização Rodoviária – DNIT – 3º Edição - 2010;
- NORMA DNIT 010/2004 – PRO - Inspeções em pontes e viadutos de concreto armado e protendido – Procedimento;
- NORMA DNIT 005/2003 - TER - Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos Terminologia;
- NBR6118-2014 - Projeto de estruturas de Concreto – Procedimento;
- NBR 9452-2019 - Inspeção de pontes, viadutos e passarelas de concreto – Procedimento.

### **2.2.3. DATAS DAS INSPEÇÕES**

- inspeção realizada entre os dias 12/03/2021 e 15/03/2021.

## 2.2.4. METODOLOGIA

### 2.2.4.1. CRITÉRIOS UTILIZADOS

A inspeção especial deve ter uma periodicidade de cinco anos, podendo ser postergada para até oito anos, desde que se enquadre concomitantemente nos seguintes casos:

- a) Obras com classificação de longo prazo (notas de classificação 4 e 5);
- b) Obras com total acesso a seus elementos constituintes na inspeção rotineira.

A inspeção especial deve ser pormenorizada e contemplar mapeamento gráfico e quantitativo das anomalias de todos os elementos aparentes e/ou acessíveis da obra de arte, com o intuito de formular o diagnóstico e prognóstico da estrutura. Pode ser necessária a utilização de equipamentos especiais para acesso a todos os componentes da estrutura, lateralmente e sob a obra e, se for o caso, internamente, no caso de estruturas celulares.

A inspeção especial deve ser feita antecipadamente quando:

- a) A inspeção anterior (cadastral ou rotineira) indicar uma classificação de intervenção em curto prazo (notas de classificação 1 ou 2) nos seus parâmetros de desempenho estrutural e de durabilidade;
- b) Estejam previstas adequações de grande porte, como alargamentos, prolongamentos, reforços ou elevação de classe portante.

O procedimento para a inspeção especial deve seguir o roteiro apresentado nos itens abaixo:

#### ROTEIRO BÁSICO PARA INSPEÇÃO ESPECIAL

A fase inicial da inspeção especial consiste na coleta das informações gerais do contexto em que está inserida a obra, bem como da coleta de documentos e informes construtivos disponíveis, assim como a catalogação dos relatórios das inspeções já realizadas na obra de arte.

- a) Localização:
  - rodovia;
  - nome da obra;
  - quilômetros;

- 
- b) Descrição da obra:
- descritivo da obra;
  - pranchas, em formato A1, com cadastro geométrico da obra;
  - fotos com vista superior, inferior e lateral;
  - histórico da obra;
  - classe portante da obra;
  - relação com códigos dos desenhos e memoriais de obra de referência e gerados;
- c) Inspeção:
- data de inspeção;
  - tipo(s) de equipamento(s) utilizado(s) no acesso aos elementos estruturais, identificando-os;
  - descrição das anomalias detectadas no elemento estrutural (longarinas, transversinas, lajes, pilares ou outro) com a devida caracterização;
  - legendas e convenções adotadas;
  - mapeamento de anomalias, por elemento estrutural;
  - documentação fotográfica com identificação do elemento e anomalia;
  - localização em croquis das fotos.
- d) Ensaios: Sempre que forem realizados ensaios, devem ser registradas as informações a seguir:
- localização em croquis;
  - resultados com interpretação;
  - metodologia, caso necessário;
  - Normas Técnicas de referência.
- e) Terapia e projeto de reparos
- a. Diagnóstico: análise de cada anomalia, identificando sua provável origem (como falhas de execução, desgastes decorrentes do uso), procedendo a uma análise crítica da estrutura de forma a obter-se um diagnóstico final;
  - b. Caso a análise estrutural seja realizada, deve ser apresentado o respectivo resumo. O memorial de cálculo detalhado deve ser apresentado a parte;
  - c. Terapia ou metodologia de recuperação de todas as anomalias, bem como indicação

- da necessidade de reforma e/ou reforço;
- d. Classificação da obra;
  - e. Ficha-resumo;
  - f. Conclusões e recomendações, com a indicação da necessidade de eventuais relatórios complementares.

#### **2.2.4.2. TERMOS E DEFINIÇÕES**

Os termos e definições apresentados foram compilados especialmente da ABNT NBR 9452:2016 e do Glossário de Termos Técnicos do DNER [9].

- a) Inspeção de estruturas: conjunto de procedimentos técnicos e especializados que compreendem a coleta de dados necessários à formulação de um diagnóstico e prognóstico da estrutura, visando manter ou reestabelecer os requisitos de segurança estrutural, funcionalidade e durabilidade;
- b) Obras de arte: designação tradicional de estruturas, tais como pontes, viadutos, túneis, muros de arrimo e bueiros, necessários à implantação de uma via;
  - a. obras de arte correntes: obra de arte de pequeno porte, tal como bueiro, pontilhão e muro, que normalmente se repete ao longo da estrada, obedecendo geralmente a projeto padronizado;
  - b. obras de arte especiais: estrutura, tal como ponte, viaduto ou túnel que, pelas suas proporções e características peculiares, requer um projeto específico;
- c) Ponte: estrutura destinada à transposição de obstáculo à continuidade do leito normal da via, e cujo obstáculo deve ser constituído por canal aquífero, como rio, mar, lago córrego e outros;
- d) Viaduto: estrutura destinada à transposição de obstáculo à continuidade do leito normal da via, e cujo obstáculo é constituído por rodovia, ferrovia, vale, grotas ou contorno de encosta. Esta estrutura destina-se também à substituição de aterros.
- e) Passarela: estrutura destinada exclusivamente à travessia de pedestre e/ou ciclista, desde que devidamente projetada para tanto;
- f) Pontilhão: ponte ou viaduto de vão único ou comprimento igual ou inferior a 6m;

- g) Comprimento: dimensão que se encontra no eixo de orientação do fluxo da carga móvel sobre a superestrutura;
- h) Largura: dimensão perpendicular ao comprimento no plano horizontal da superestrutura;
- i) Superestrutura: conjunto de elementos destinados a receber as cargas permanentes e acidentais transferindo-as à mesoestrutura ou diretamente à infraestrutura. A superestrutura contempla em si os seguintes elementos:
- a. laje (inclusive de pontes em arco, extradorso, pênsil e estaiada) e placa de pré-laje;
  - b. viga longarina, viga treliçada e viga-caixão;
  - c. viga transversina (exceto quando em caráter de cortina de contenção de aterro dos encontros);
  - d. articulação (dente tipo Gerber, Freyssinet e outros);
  - e. estais;
  - f. viga em arco superior, intermediário ou inferior
- j) Mesoestrutura: conjunto de elementos destinados a receber as cargas provenientes da superestrutura e transferi-las à infraestrutura. A mesoestrutura contempla em si os seguintes elementos:
- a. viga-travessa;
  - b. pilar;
  - c. pilone (torre, portal, etc.);
  - d. aparelhos de apoio;
  - e. viga de travamento de pilares
- k) Infraestrutura: conjunto de elementos destinados a receber as cargas provenientes da mesoestrutura ou diretamente da superestrutura e transferi-las ao substrato. A infraestrutura contempla em si os seguintes elementos:
- a. viga de travamento de blocos de fundação;
  - b. viga-alavanca;
  - c. tubulão;
  - d. sapata;
  - e. estaca;
  - f. bloco sobre estacas;
  - g. bloco de transição

- 
- l) Elemento principal (P): elemento estrutural cujo dano pode ocasionar o colapso parcial ou total da obra;
- m) Elemento secundário (S): elemento cujo dano pode ocasionar ruptura localizada em apenas parte de um vão;
- n) Elemento complementar (C): elemento cujo dano não causa nenhum comprometimento estrutural, apenas funcional e de durabilidade na OAE. Contempla elementos funcionais de segurança, de drenagem, e de transição de estrutura, como:
- a. barreira rígida, guarda-corpo e tela de proteção;
  - b. pavimento, lastro ou dormente;
  - c. junta de dilatação;
  - d. sistema estrutural para suporte de elemento de sinalização, iluminação, utilidade e drenagem;
  - e. talude revestido ou não sob a projeção da estrutura e laterais;
  - f. rampa e passeio de acesso;
  - g. buzinode (barbacã/ dreno);
  - h. sarjeta, canaleta, escada hidráulica;
  - i. boca de lobo e boca de leão;
  - j. tubulação de condução de água;
  - k. pingadeira;
  - l. poste e luminaria
- o) Anomalia: descaracterização de um elemento ou sistema integrante da obra de arte em relação à sua concepção original;
- p) Diagnóstico: resultado da atividade de identificação da natureza de uma anomalia;
- q) Patologia: estudo técnico e especializado do fator (ou conjunto de fatores) que gera determinada anomalia, bem como das alterações por esta trazida ao elemento em análise.

### 2.2.4.3. DEFINIÇÕES DE PATOLOGIAS

*Fenda:*

Qualquer descontinuidade na superfície do pavimento, que conduza a aberturas de menor ou maior porte, apresentando-se sob diversas formas

*Fissuras:*

Fenda de largura capilar existente no revestimento, posicionada longitudinal, transversal ou obliquamente ao eixo da via, somente perceptível a vista desarmada de uma distância inferior a 1,50 m

*Trinca Isolada transversal:*

Trinca isolada que apresenta direção predominantemente ortogonal ao eixo da via. Quando apresentar extensão de até 100 cm é denominada trinca transversal curta. Quando a extensão for superior a 100 cm denomina-se trinca transversal longa.

*Trinca isolada longitudinal:*

Trinca isolada que apresenta direção predominantemente paralela ao eixo da via. Quando apresentar extensão de até 100 cm é denominada trinca longitudinal curta. Quando a extensão for superior a 100 cm denomina-se trinca longitudinal longa.

*Trinca interligada – Tipo Couro de jacaré:*

Conjunto de trincas interligadas sem direções preferenciais, assemelhando-se ao aspecto de couro de jacaré. Essas trincas podem apresentar, ou não, erosão acentuada nas bordas.

*Trinca interligada - Tipo “Bloco”:*

Conjunto de trincas interligadas caracterizadas pela configuração de blocos formados por lados bem definidos, podendo, ou não, apresentar erosão acentuada nas bordas.

*Afundamento plástico:*

Afundamento causado pela fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito, acompanhado de levantamento. Quando ocorre em extensão de até 6 m é denominado afundamento plástico local; quando a extensão for superior a 6 m e estiver localizado ao longo da trilha de roda é denominado afundamento plástico da trilha de roda.

*Afundamento de consolidação:*

Afundamento de consolidação é causado pela consolidação diferencial de uma ou mais camadas do pavimento ou subleito sem estar acompanhado de solevamento. Quando ocorre em extensão de até 6 m é denominado afundamento de consolidação local; quando a extensão for superior a 6m e estiver localizado ao longo da trilha de roda é denominado afundamento de consolidação da trilha de roda.

*Escorregamento:*

Deslocamento do revestimento em relação à camada subjacente do pavimento, com aparecimento de fendas em forma de meia-lua.

*Panela ou buraco:*

Cavidade que se forma no revestimento por diversas causas (inclusive por falta de aderência entre camadas superpostas, causando o deslocamento das camadas), podendo alcançar as camadas inferiores do pavimento, provocando a desagregação dessas camadas.

*Definições para Concreto armado:*

*Fissuras:*

Aberturas que atingem pintura/camada de acabamento, massa corrida e revestimentos com espessuras de 1 mm e de menor gravidade. Geralmente estreitas e alongadas.

*Trincas:*

Abertura em média de 1 a 3 mm, sendo mais profunda e acentuada, ocorrendo a ruptura do elemento, geralmente separando em duas partes. Podendo chegar a afetar a segurança dos elementos estruturais.

*Rachaduras:*

Aberturas acima de 3mm, ocorrendo ruptura do elemento e separando em duas partes com aberturas grandes, pronunciada, profunda e acentuada, sendo bem simples de notar a sua presença. Rachaduras em lajes, vigas, pilares e fundações tendem a ser mais graves, pois interferem especificamente na estrutura. Requer manutenção especializada.

**NOTA: Em alguns casos devido ao tamanho da abertura das patologias, torna-se difícil a visualização nos registros fotográficos, desta forma, eles são complementados com descrições e elementos gráficos, tais como setas para facilitar a identificação da patologia e suas dimensões.**

#### 2.2.4.4. LEGENDAS

Para o preenchimento das fichas de inspeção inicial e rotineira, todos os elementos das estruturas devem ser registrados com sua denominação por extenso, ou seja, sem a utilização de códigos, seguida da respectiva numeração. Por exemplo, viga longarina 03, muro de ala 02, laje em balanço 01. No caso dos relatórios de inspeção especial, diante da grande quantidade de informações e visando facilitar a elaboração de desenhos e croquis, podem ser utilizados os seguintes códigos para identificação dos elementos:

AA = Aparelho de apoio	PF = Pavimento flexível
AB = Abóboda	PR = Pavimento rígido
AL = Muro de ala	PS = Passeio
ALE = Alma externa (caixão)	SAP = Sapata
ALI = Alma interna (caixão)	TRE = Treliça
AP = Apoio	TUB = Tubulão
BL = Balanço longitudinal	VL = Viga longarina
BLC = Bloco de fundação	VLR = Viga longarina de rampa (passarela)
BR = Barreira rígida	VLT = Viga longarina de travessia (passarela)
CO = Cortina	VT = Viga transversina
COB = Cobrimento	VTR = Viga-travessa
DG = Dente Gerber	VTRAV = Viga de travamento
DM = Defesa metálica	
ET = Estaca	
EB = Emboque	
ENC = Encontro	
GC = Guarda-corpo	
GR = Guarda-rodas	
JD = Juntas de dilatação	
LB = Laje em balanço (transversal)	
LI = Laje inferior	
LS = Laje superior	
LT = Laje de transição	
MT = Montante	
P = Pilar	
PA = Parede	
PC = Piso de concreto	

## 2.3. ENSAIOS

### Ensaio em Concreto – Métodos não destrutivos

Ensaio de carbonatação: empregado para determinar a espessura média da frente de carbonatação. A presença de dióxido de carbono é associada à corrosão das armaduras e identificado a partir da aspensão de um identificador de pH, usualmente uma solução de fenolftaleína, quando se considera carbonatada a região com pH inferior a 8,3. Deve-se aplicar este ensaio com cuidado e associado a outros métodos, já que em regiões com pH próximo a 11,5 a armadura pode estar despassivada ou com corrosão já estabelecida.



Figura 1 - furação no concreto para ensaios de carbonatação



Figura 2 - limpeza dos furos com pincel



Figura 3 - aplicação de fenolftaleína

Pacometria: o ensaio visa identificar materiais construtivos que não se encontrem visíveis, ou sejam que estão dentro das estruturas. Desse modo, ele é usado na identificação de barras de aço.

O ensaio de pacometria é usado, principalmente, em análises dos elementos estruturais. Afinal de contas, esse procedimento é essencial para que outros tipos de ensaios também possam ser feitos, como a extração de testemunho, a profundidade de carbonatação, assim como o potencial de corrosão também.

Em síntese, o ensaio de pacometria tem a capacidade de detectar como a barra de aço está posicionada.



Figura 4 – leitura das armaduras com pacômetro

### Ensaio em Concreto – outros métodos

Endoscópios: endoscópios são tubos de inspeção que podem ser inseridos em orifícios perfurados em um elemento de concreto da ponte; a luz necessária pode ser fornecida por fibras óticas de uma

fonte externa. Algumas das aplicações deste método incluem a inspeção do interior de uma seção-caixão sem acesso e a investigação de vazio sob a laje de transição.



Figura 5 - Ensaio endoscópico para investigação dos vazios sob a laje de transição

### 2.3.1. RESULTADOS DOS ENSAIOS

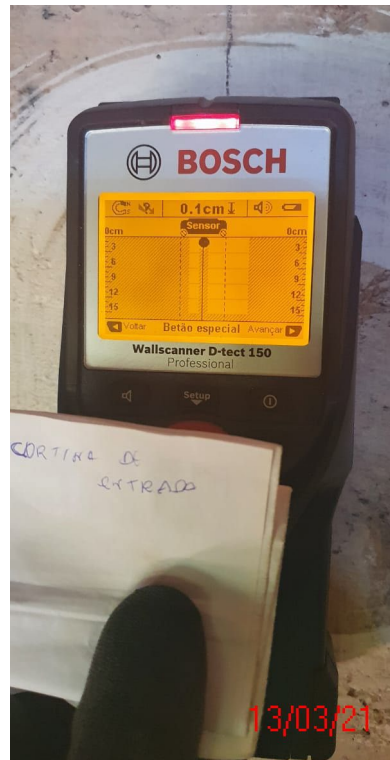


Figura 6 - leitura do cobrimento na cortina de entrada (trecho rompido) – cob.=0,1cm

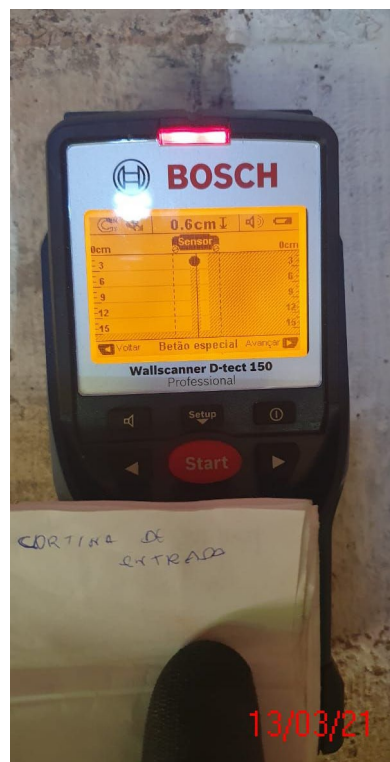


Figura 7 - leitura do cobrimento na cortina de entrada (trecho rompido) cob=0,6cm

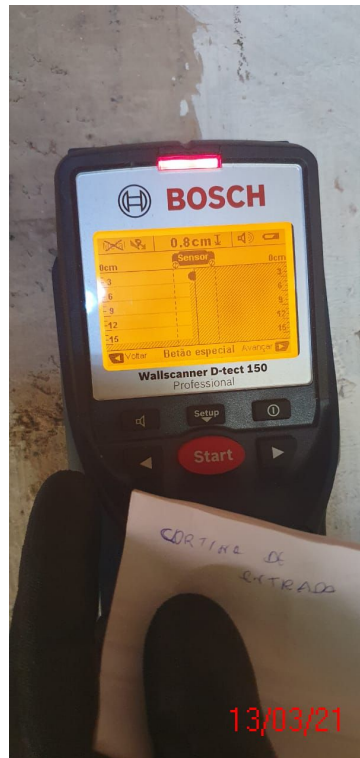


Figura 8 - leitura do cobrimento na cortina de entrada (trecho rompido) - cob.=0,8cm



Figura 9 – leitura do cobrimento na cortina de entrada 01 – cob.=3cm

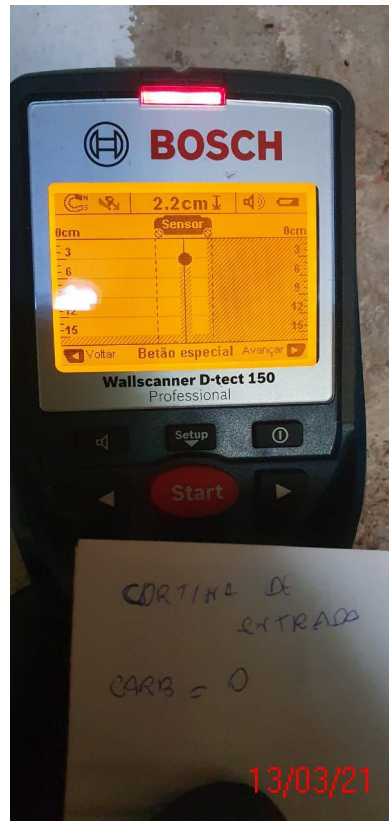


Figura 10 – leitura do cobrimento na cortina de entrada 02 – cob.=2,2cm

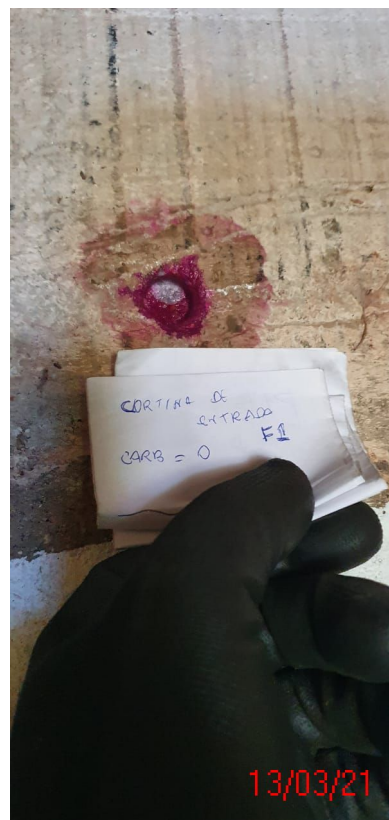


Figura 11 - ensaio de carbonatação na cortina de entrada F01= 0cm

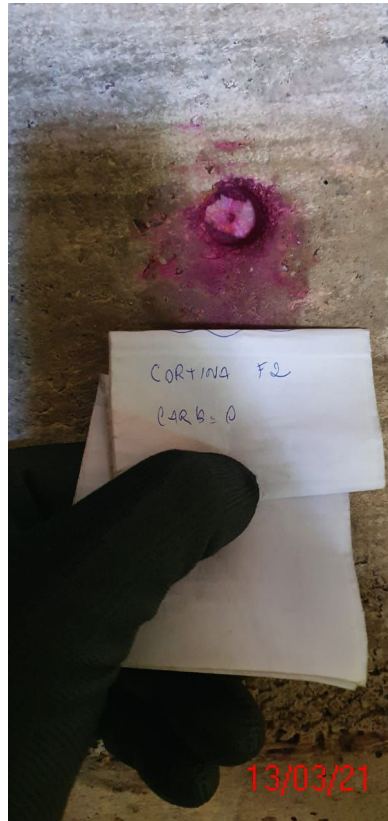


Figura 12 - ensaio de carbonatação na cortina de entrada F02=0cm

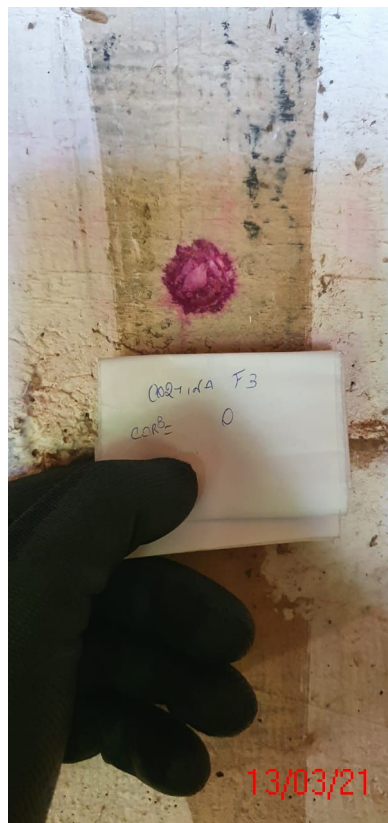


Figura 13 - ensaio de carbonatação na cortina de entrada F03=0cm



Figura 14 - leitura do cobrimento na longarina V1-F1=1,4cm



Figura 15 - leitura do cobrimento na longarina V1-F1=1,6cm

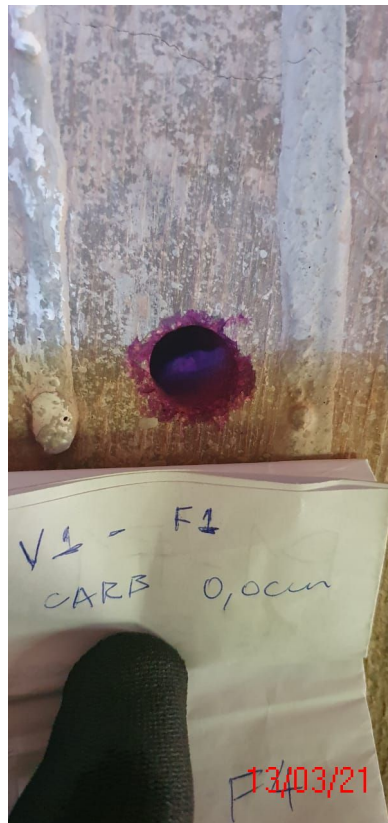


Figura 16 - ensaio de carbonatação longarina V1-F1=0cm

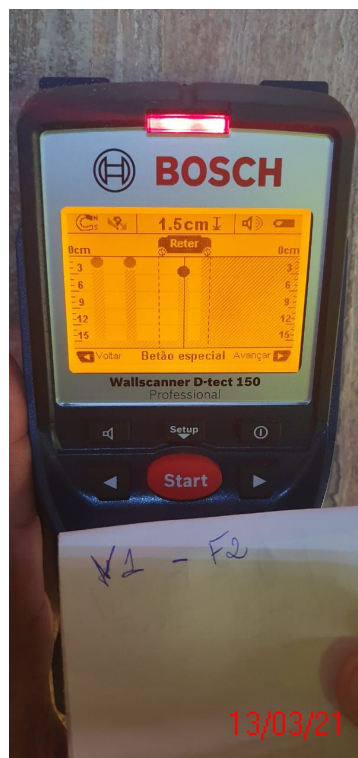


Figura 17 - leitura do cobrimento na longarina V1-F2=1,5cm

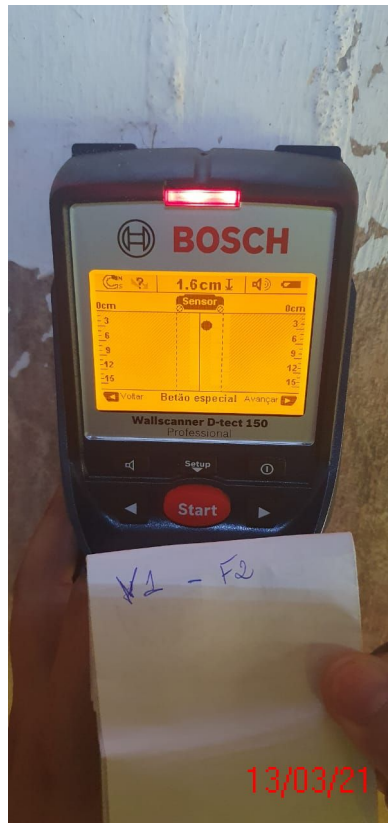


Figura 18 - leitura do cobrimento na longarina V1-F2=1,6cm

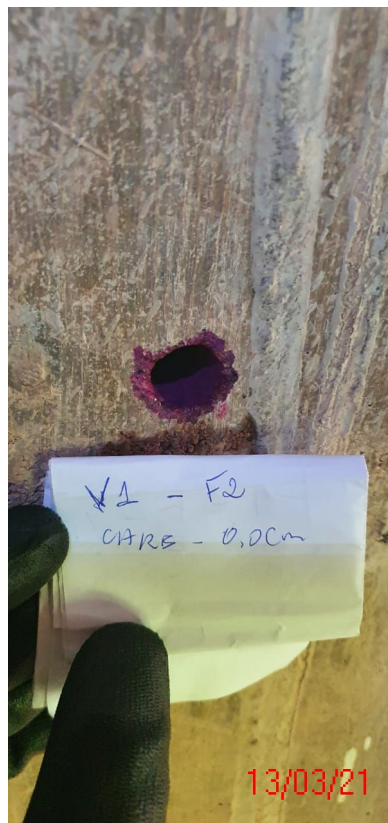


Figura 19 – ensaio de carbonatação V1-F2=0cm



Figura 20 - leitura do cobrimento na longarina V1-F3=1,2cm



Figura 21 - leitura do cobrimento na longarina V1-F3=1,0cm

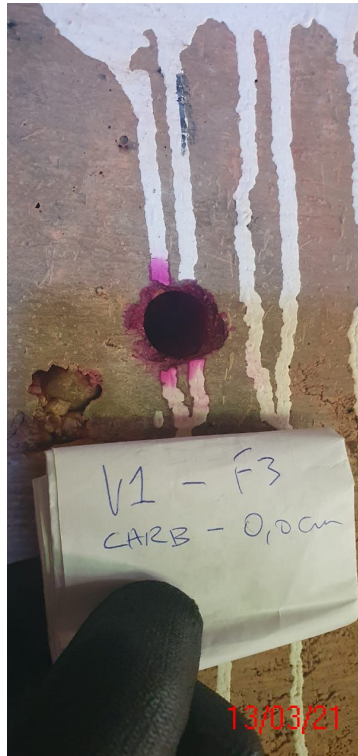


Figura 22 - ensaio de carbonatação V1-F3=0cm



Figura 23 - leitura do cobrimento longarina V1-F4=1,5cm

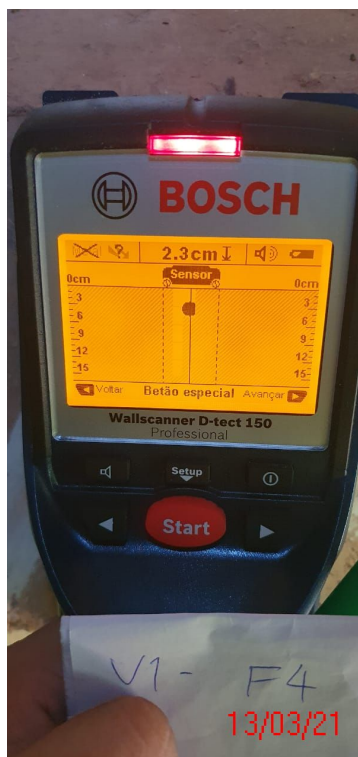


Figura 24 - leitura do cobrimento longarina V1-F4=2,3cm



Figura 25 - ensaio de carbonatação V1-F4=0cm

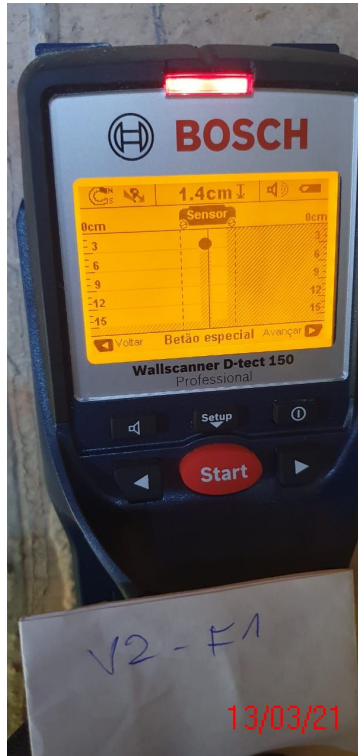


Figura 26 - leitura do cobrimento longitudinal V2-F1=1,4cm

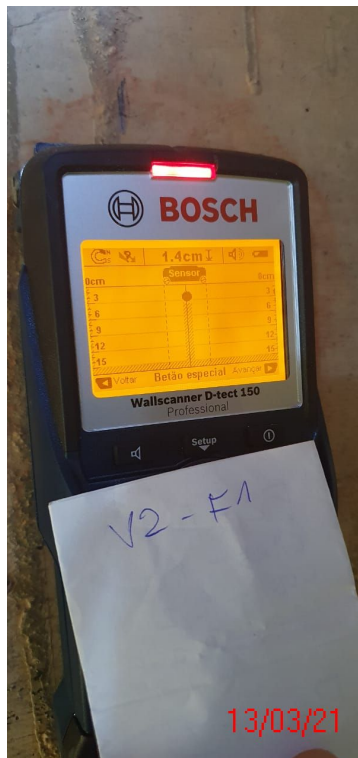


Figura 27 - leitura do cobrimento longitudinal V2-F1=1,4cm

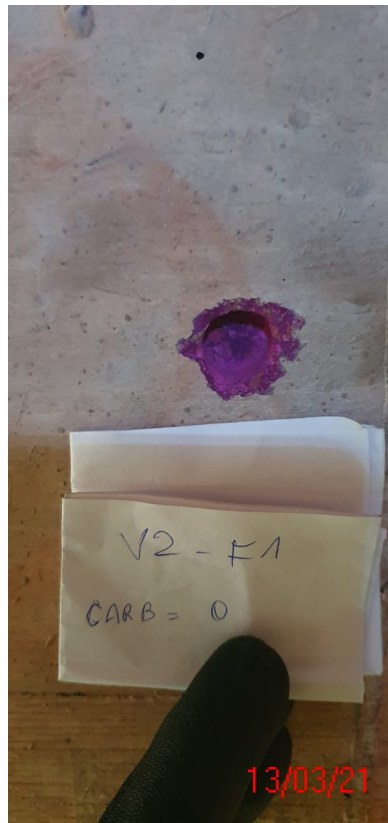


Figura 28 - ensaio de carbonatação V2-F1=0cm



Figura 29 - leitura do cobrimento longitudinal V2-F2=1,9cm

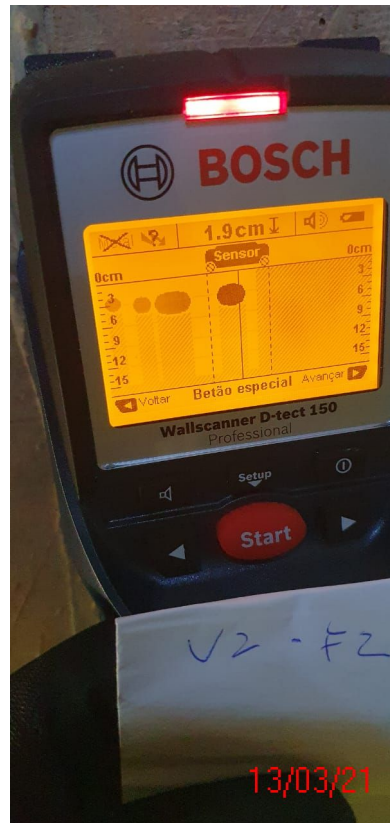


Figura 30 - leitura do cobrimento longarina V2-F2=1,9cm



Figura 31 - ensaio de carbonatação V2-F2=0cm

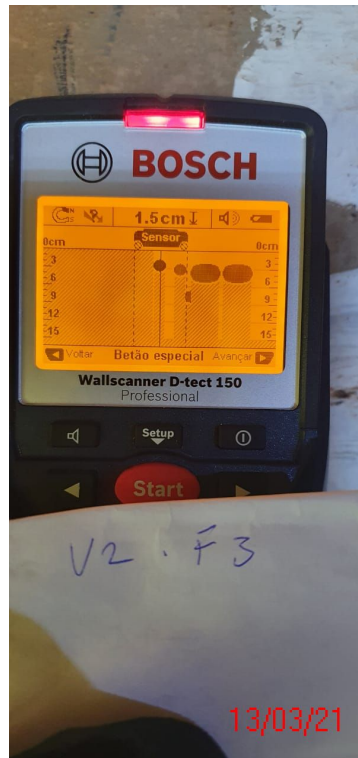


Figura 32 - leitura do cobrimento longarina V2-F3=1,5cm



Figura 33 - leitura do cobrimento longarina V2-F3=1,4cm

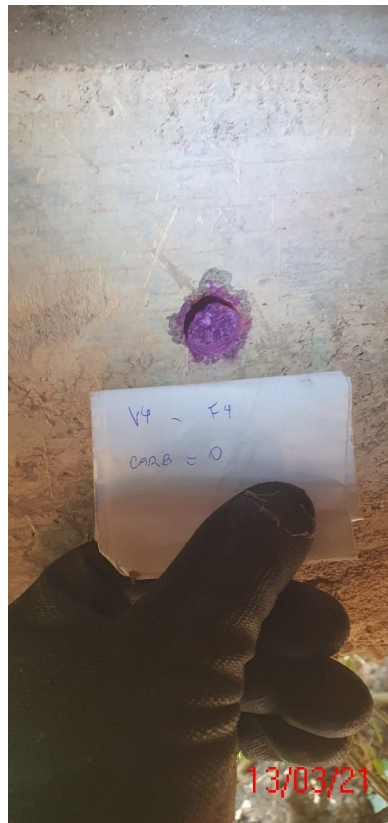


Figura 34 - ensaio de carbonatação V2-F3=0cm



Figura 35 - leitura do cobrimento longitudinal V2-F4=1,1cm

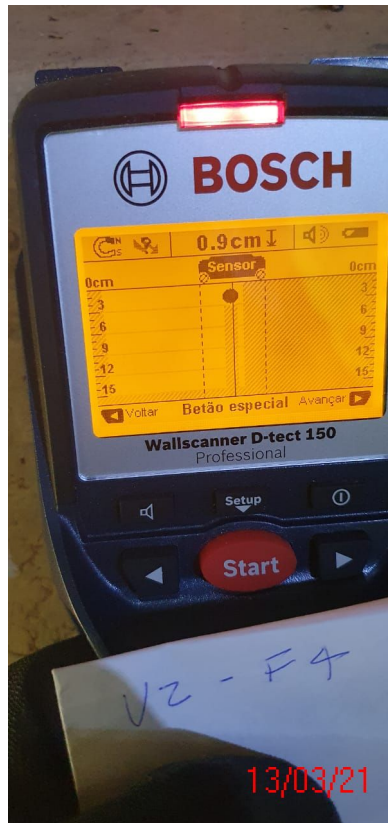


Figura 36 - leitura do cobrimento longitudinal V2-F4=0,9cm

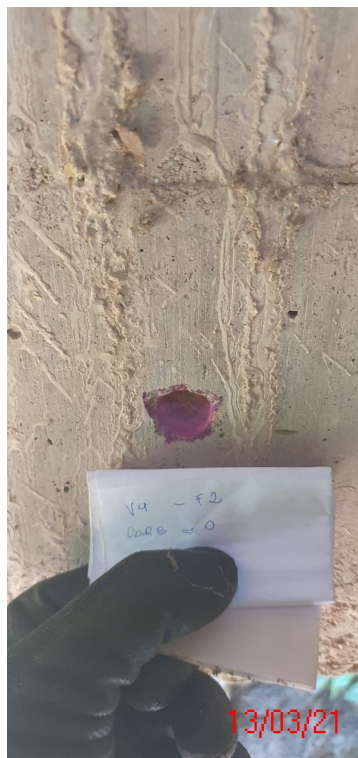


Figura 37 - ensaio de carbonatação V2-F4=0cm



Figura 38 - leitura do cobrimento longarina V3-F1=0,8cm



Figura 39 - leitura do cobrimento longarina V3-F1=0,3cm

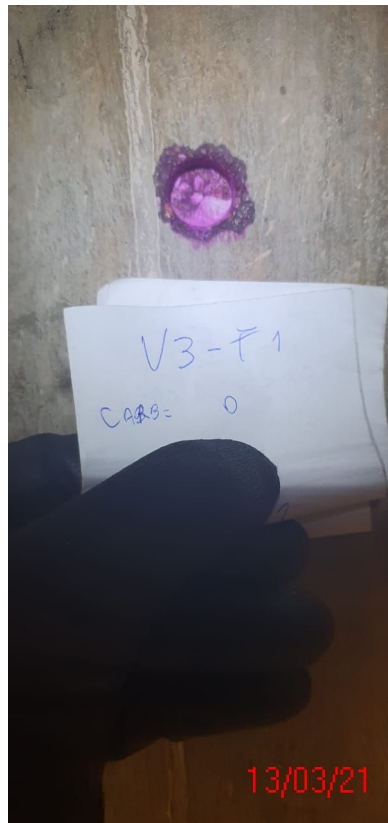


Figura 40 - ensaio de carbonatação V3-F1=0cm



Figura 41 - leitura do cobrimento longarina V3-F2=0,3cm



Figura 42 - leitura do cobrimento longitudinal V3-F2=0,6cm



Figura 43 - ensaio de carbonatação V3-F2=0cm

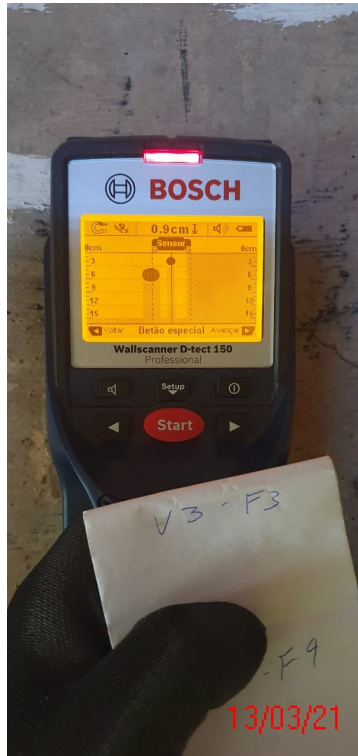


Figura 44 - leitura do cobrimento longarina V3-F3=0,9cm

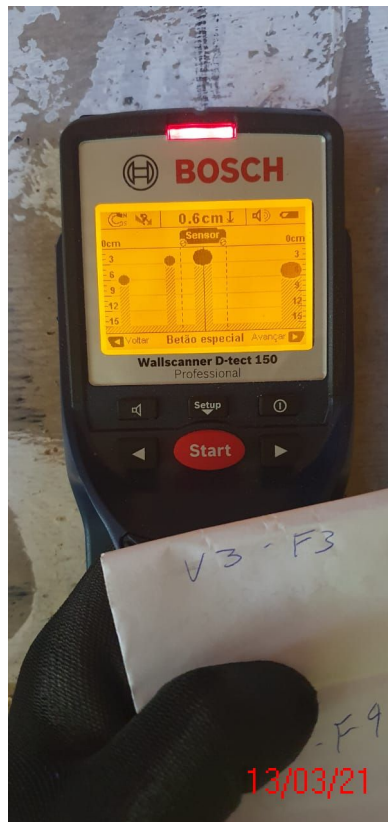


Figura 45 - leitura do cobrimento longarina V3-F3=0,6cm

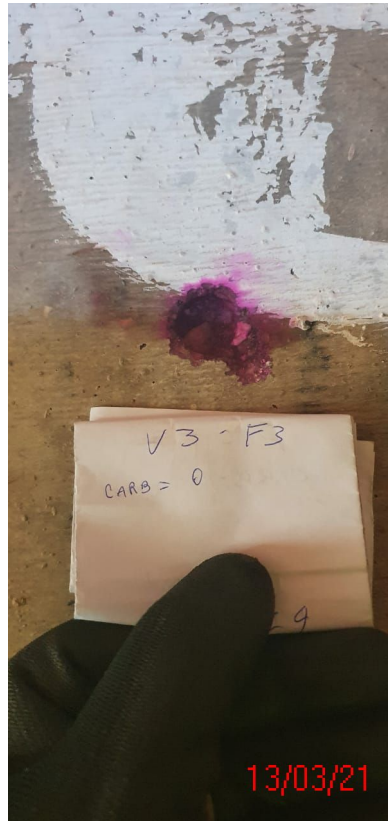


Figura 46 - ensaio de carbonatação V3-F3=0cm

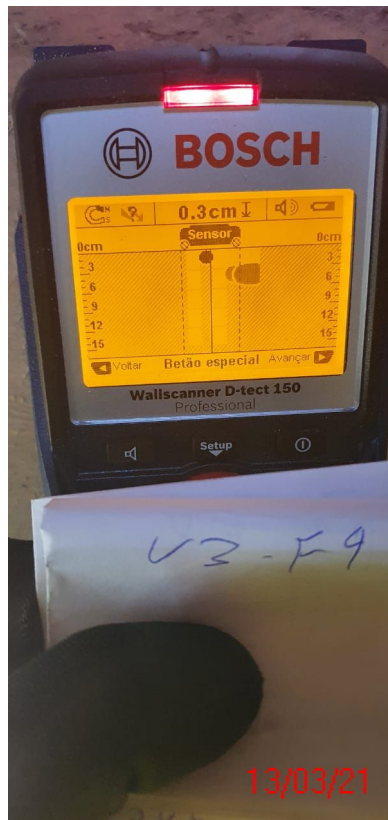


Figura 47 - leitura do cobrimento longitudinal V3-F4=0,3cm



Figura 48 - leitura do cobrimento longitudinal V3-F4=1,5cm

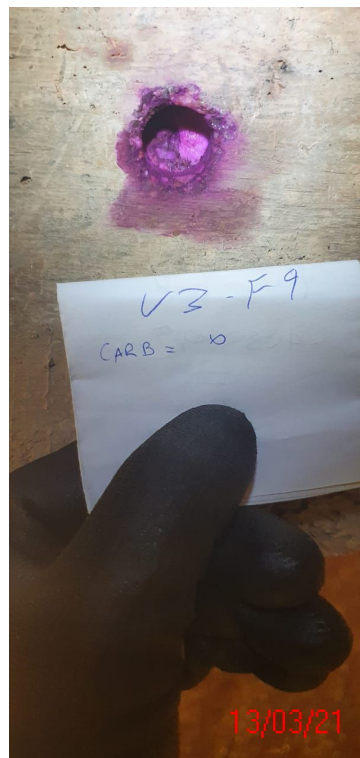


Figura 49 - ensaio de carbonatação V3-F4=0cm

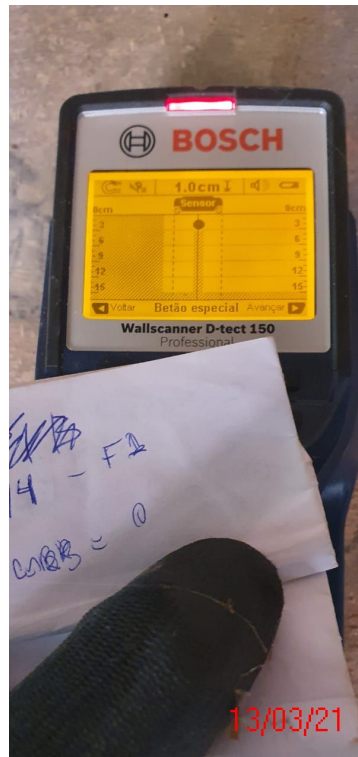


Figura 50 - leitura do cobrimento de concreto V4-F1=1,0cm

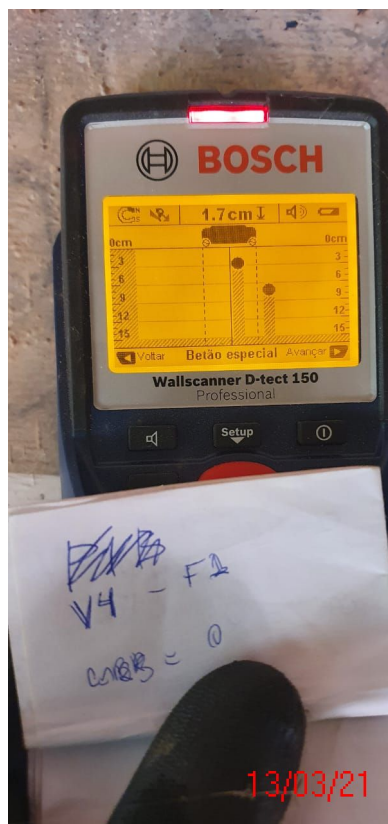


Figura 51 - leitura do cobrimento de concreto V4-F1=1,7cm

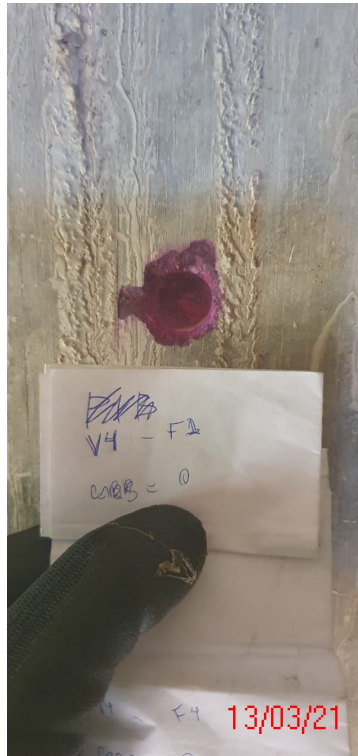


Figura 52 - ensaio de carbonatação longarina V4-F1=0cm

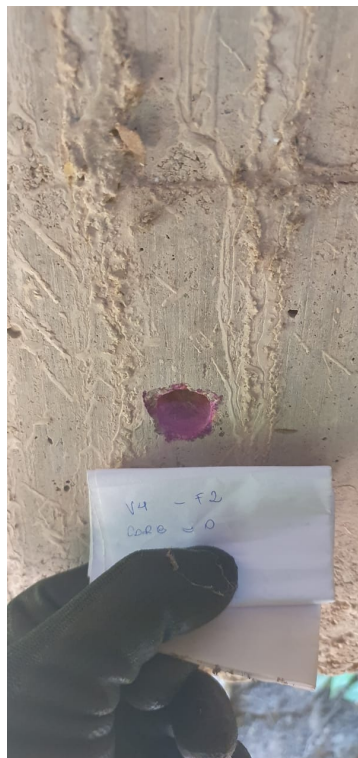


Figura 53 - ensaio de carbonatação V4-F2=0cm

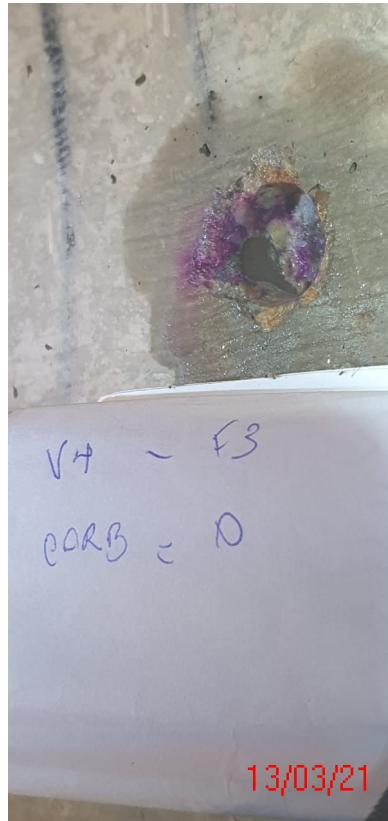


Figura 54 - ensaio de carbonatação longitudinal V4-F3=0cm

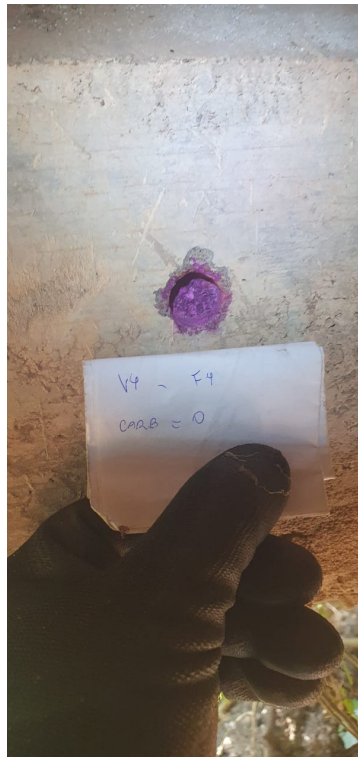


Figura 55 - ensaio de carbonatação longitudinal V4-F4=0cm



Figura 56 - leitura do cobrimento de concreto P1-F1=2,1cm

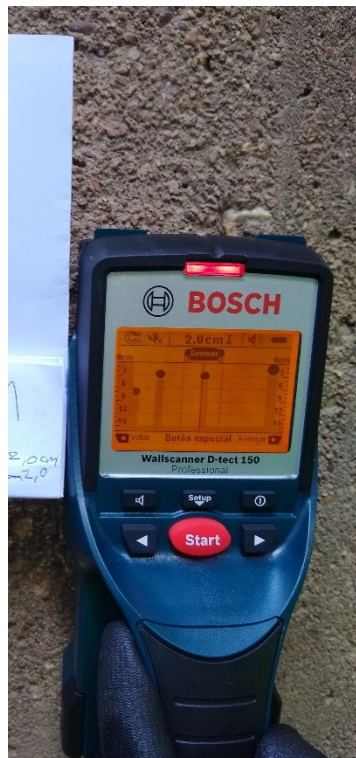


Figura 57 - leitura do cobrimento de concreto P1-F1=2,0cm

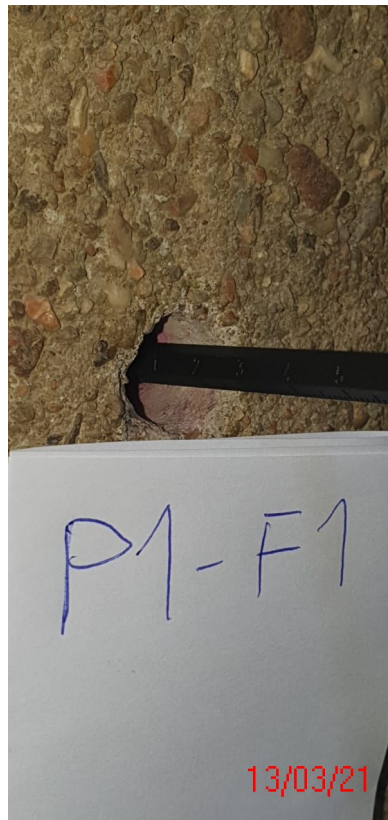


Figura 58 - ensaio de carbonatação P1-F1=2,0cm

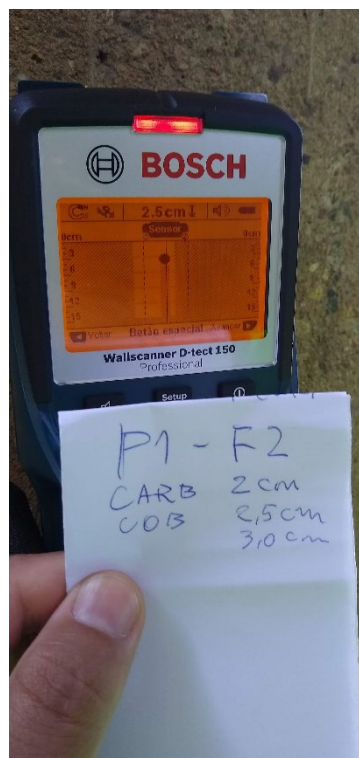


Figura 59 - leitura do cobrimento de concreto P1-F2



Figura 60 - leitura do cobrimento de concreto P1-F2

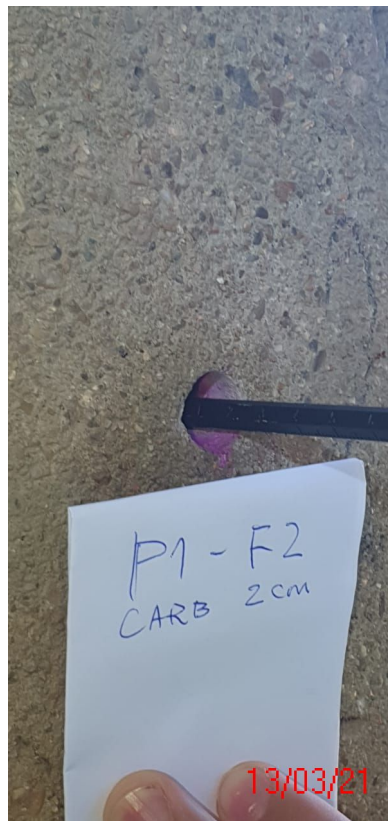


Figura 61 - ensaio de carbonatação P1-F2=2,0cm



Figura 62 - leitura do cobrimento de concreto P1-F3=2,0cm



Figura 63 - leitura do cobrimento de concreto P1-F3=1,5cm

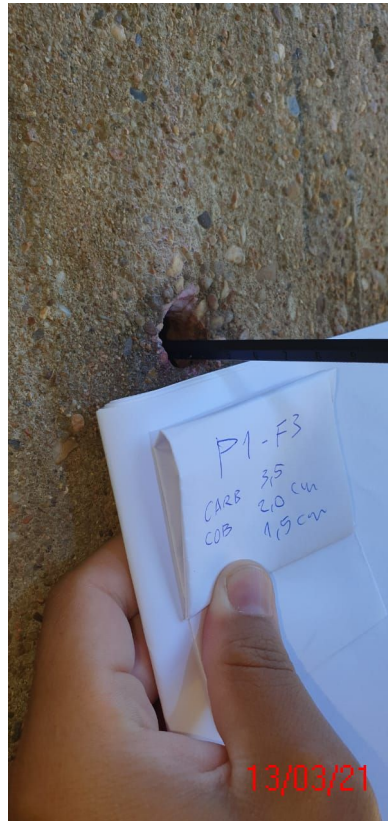


Figura 64 - ensaio de carbonatação P1-F3=3,5cm

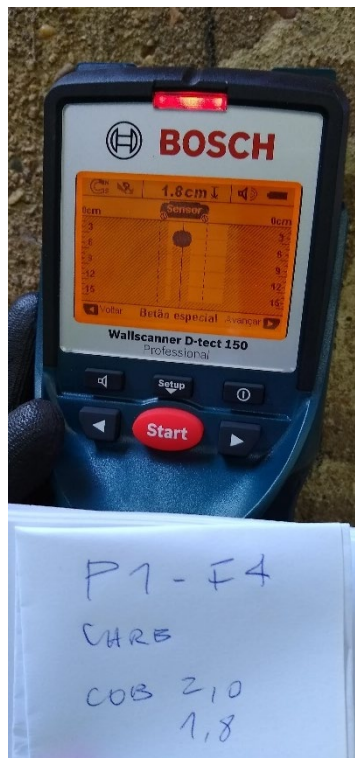


Figura 65 – leitura do cobrimento de concreto P1-F4

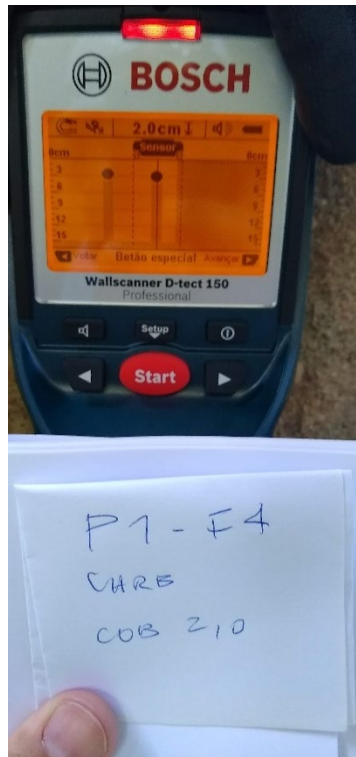


Figura 66 - leitura do cobrimento de concreto P1-F4

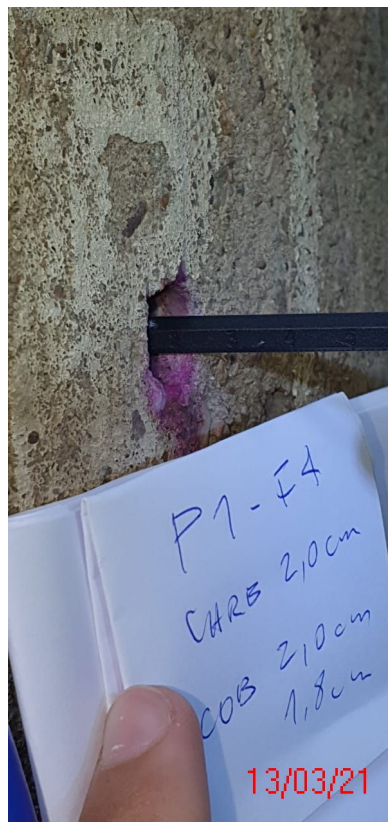


Figura 67 - ensaio de carbonatação P1-F4=2,0cm

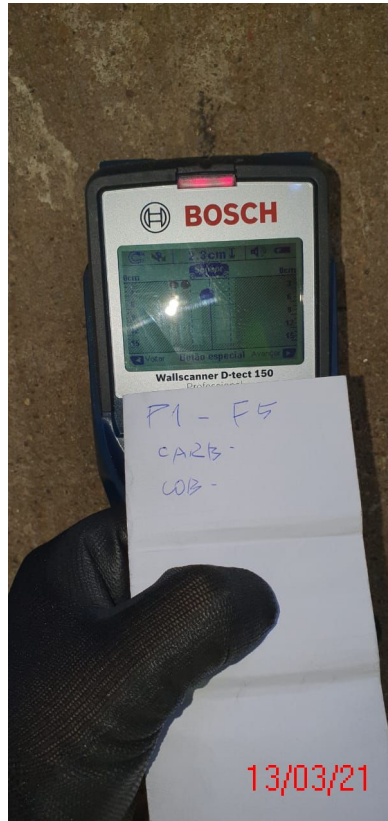


Figura 68 - leitura do cobrimento de concreto P1-F5=2,3cm



Figura 69 - leitura do cobrimento de concreto P1-F5=2,1cm

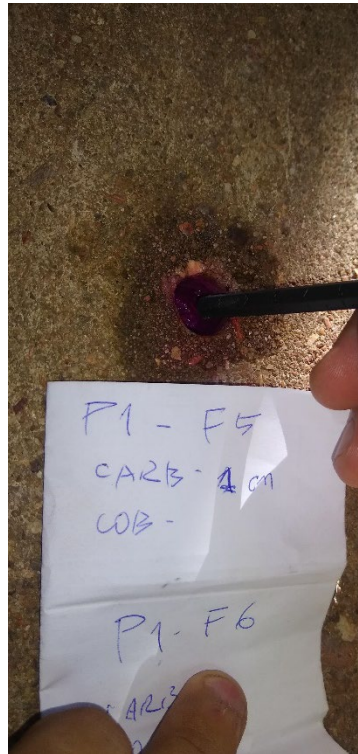


Figura 70 - ensaio da carbonatação P1-F5=1,0cm



Figura 71 - leitura do cobrimento P1-F6=2,3cm

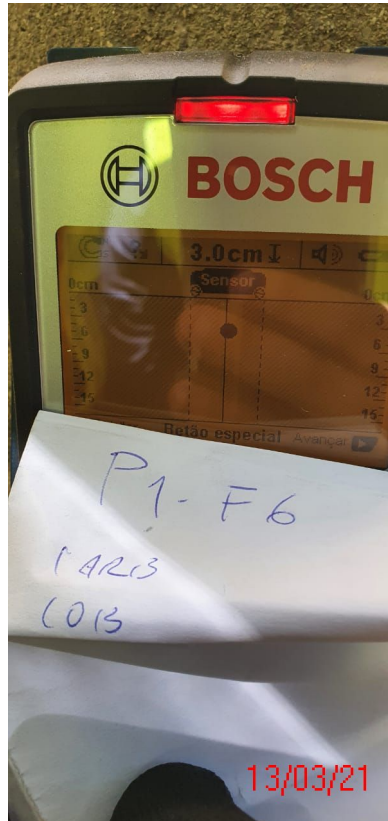


Figura 72 - leitura do cobrimento P1-F6=3,0cm

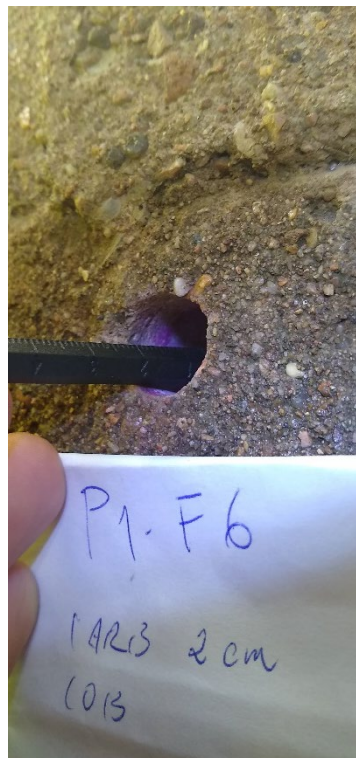


Figura 73 - ensaio da carbonatação do concreto P1-F6=2,0cm

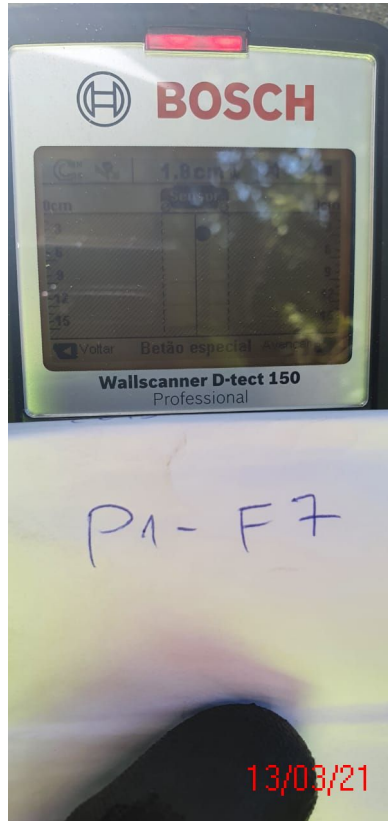


Figura 74 - leitura do cobrimento P1-F7=1,8cm

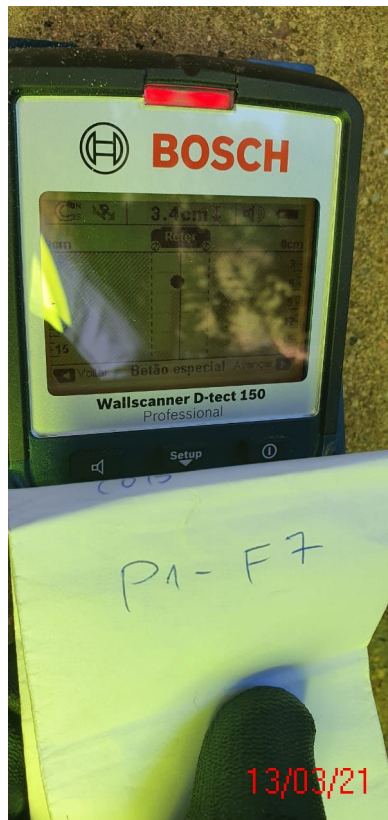


Figura 75 - leitura do cobrimento P1-F6=3,4cm



Figura 76 - ensaio da carbonatação do concreto P1-F7=0,5cm

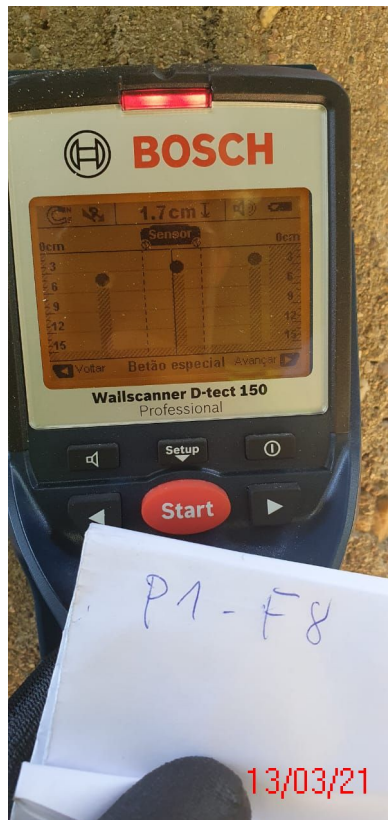


Figura 77 - leitura do cobrimento P1-F8=1,7cm

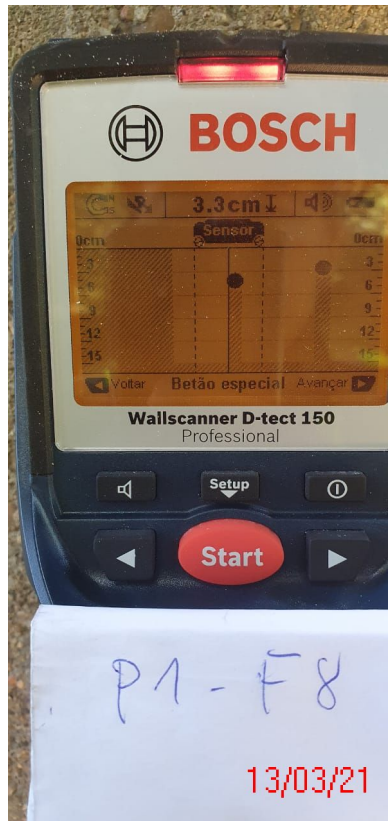


Figura 78 - leitura do cobrimento P1-F8=3,3cm



Figura 79 - ensaio da carbonatação P1-F8=0,5cm

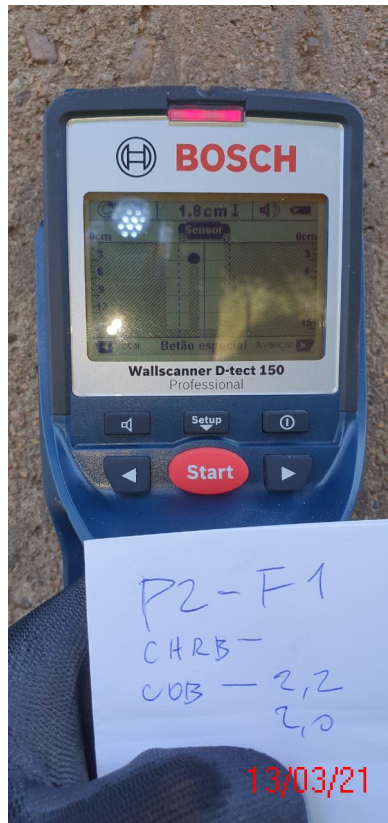


Figura 80 - leitura do cobrimento P2-F1=1,8cm

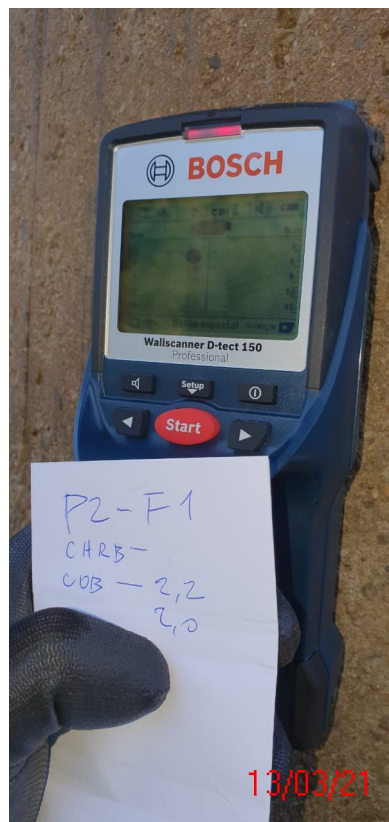


Figura 81 - leitura do cobrimento P2-F1=2,2cm



Figura 82 - ensaio da carbonatação P2-F1=1,0cm



Figura 83 - leitura do cobrimento P2-F2=3,2cm

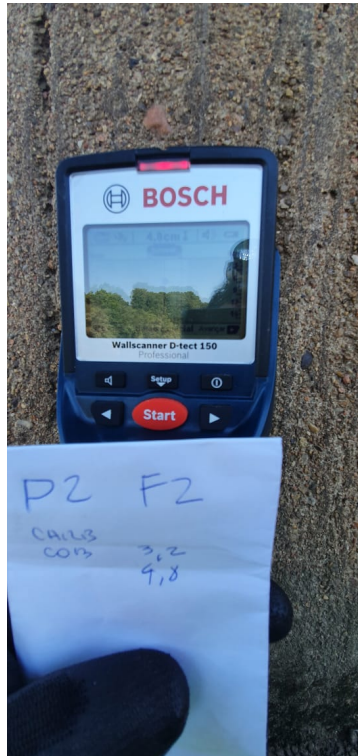


Figura 84 - leitura do cobrimento P2-F2=4,8cm



Figura 85 - ensaio da carbonatação P2-F2=0,5cm

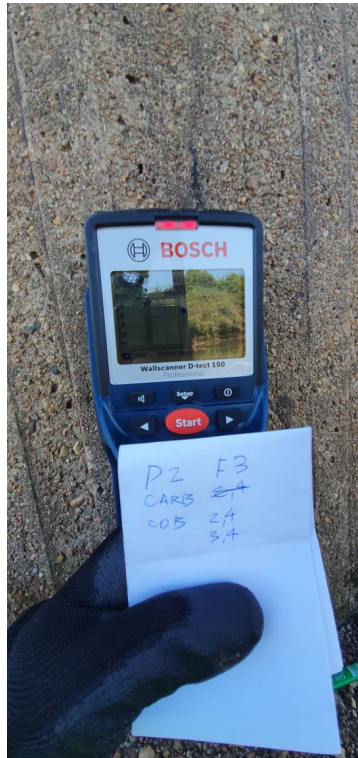


Figura 86 - leitura do cobrimento P2-F3=2,4cm



Figura 87 - leitura do cobrimento P2-F3=3,4cm

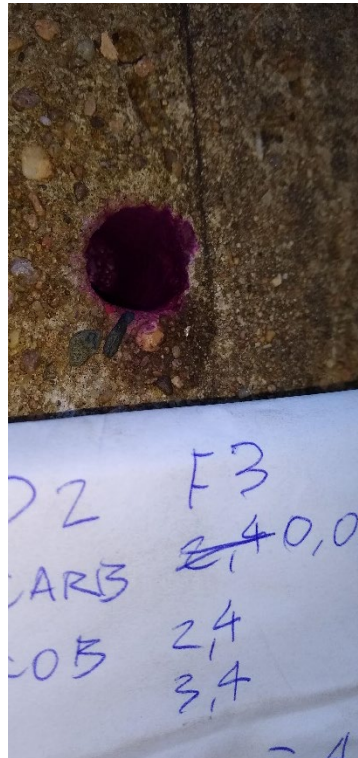


Figura 88 - ensaio da carbonatação P2-F3=0cm



Figura 89 - leitura do cobrimento P2-F4=0,5cm



Figura 90 - leitura do cobrimento P2-F4=0,5cm



Figura 91 - ensaio da carbonatação P2-F4= 1,0cm

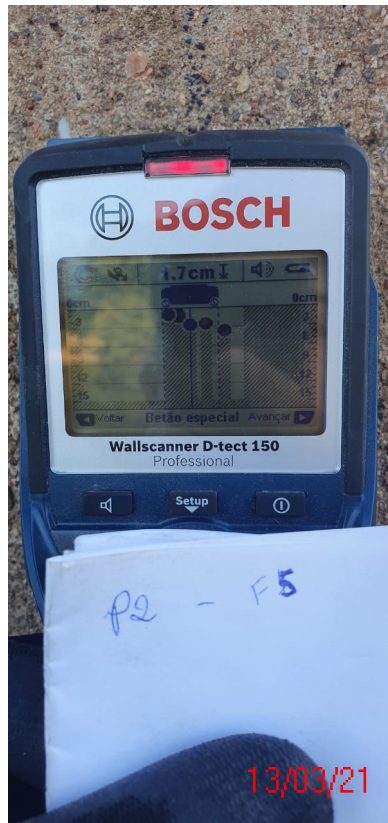


Figura 92 - leitura do cobrimento P2-F5=1,7cm



Figura 93 - leitura do cobrimento P2-F5=2,7cm



Figura 94 - ensaio da carbonatação P2-F5=0,5cm



Figura 95 - leitura do cobrimento P2-F6=2,1cm



Figura 96 - leitura do cobrimento P2-F6=4,1cm

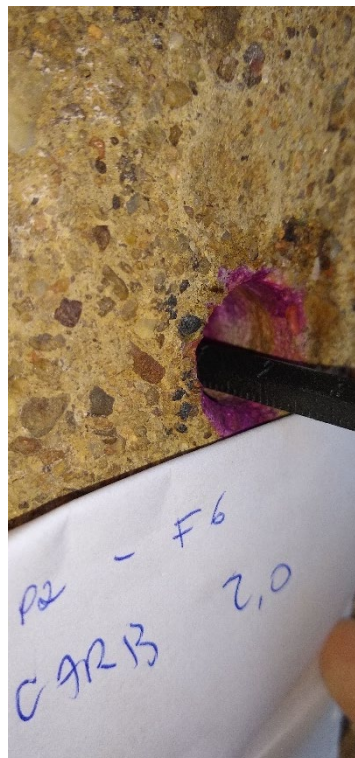


Figura 97 - ensaio da carbonatação P2-F6=2,0cm

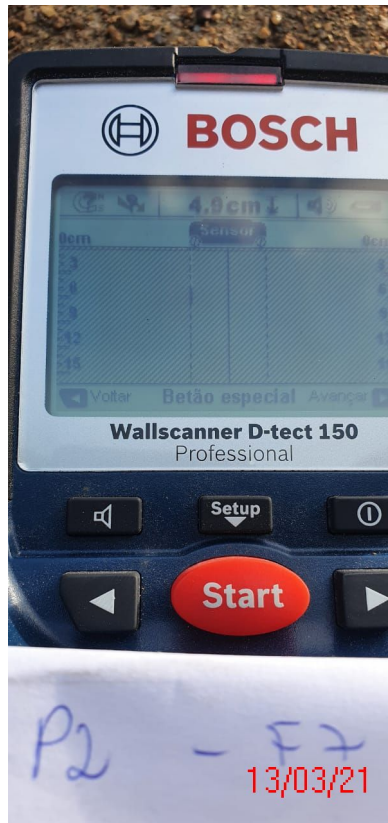


Figura 98 - leitura do cobrimento P2-F7=4,9cm

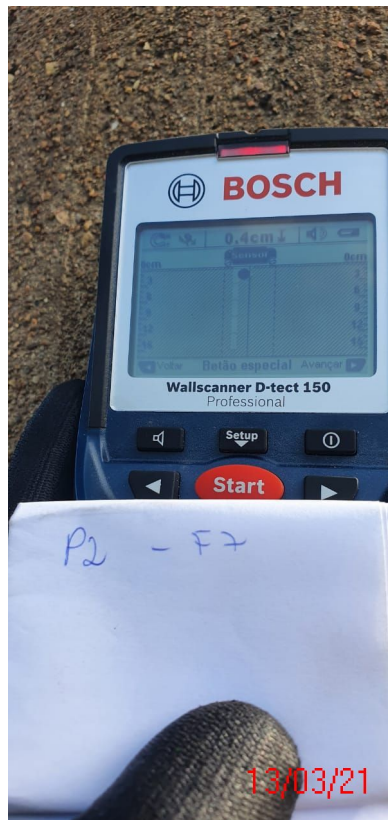


Figura 99 - leitura do cobrimento P2-F7=0,4cm

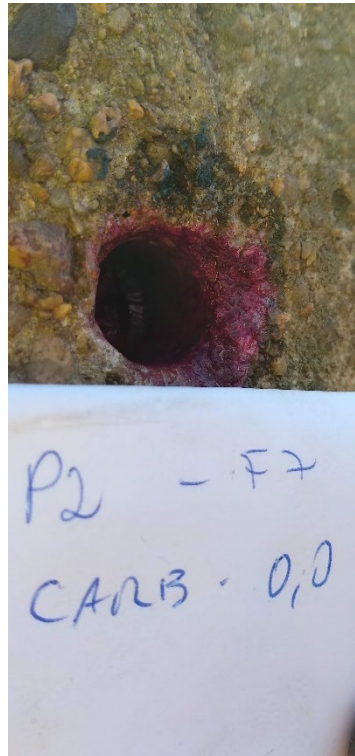


Figura 100 - ensaio da carbonatação P2-F7=0,0cm



Figura 101 - leitura do cobrimento P2-F8=4,6cm

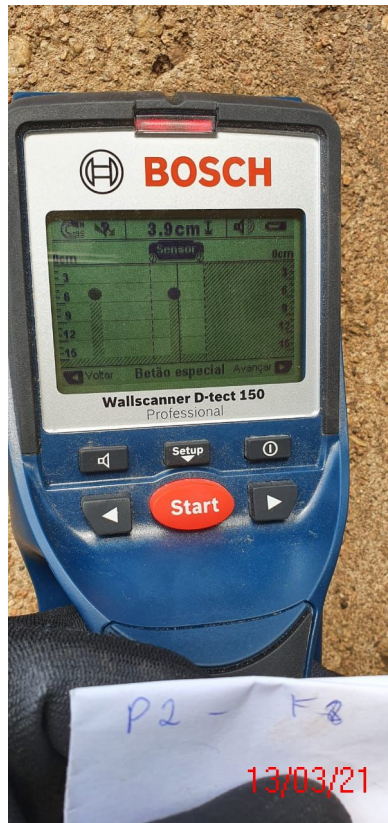


Figura 102 - leitura do cobrimento P2-F8=3,9cm

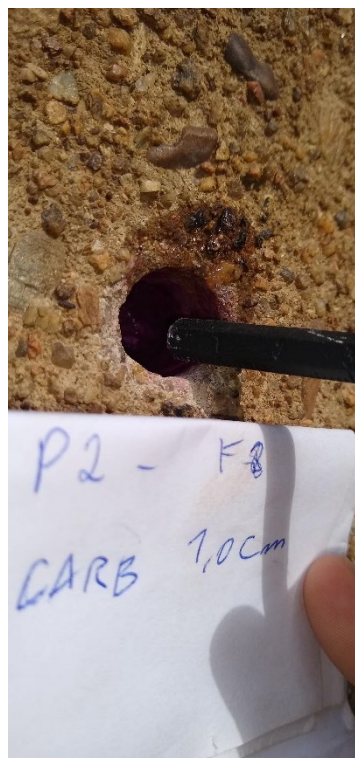


Figura 103 - ensaio da carbonatação P2-F8=1,0cm



Figura 104 - verificação da laje de transição 1



Figura 105 - verificação da laje de transição 1



Figura 106 - verificação da laje de transição  $e=35\text{cm}$  1



Figura 107 - oco abaixo da laje de transição 1



Figura 108 - laje de transição 2 e=35cm



Figura 109 – Identificação de vazio abaixo da laje de transição2

## 2.4. LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO

### 2.4.1. INFRAESTRUTURA

É possível identificar que as fundações dos apoios P02 ao P10 são com tubulões, no apoio P01 é possível identificar um bloco de coroamento, porém não é possível precisar se seria uma fundação direta ou bloco de coroamento sobre estacas, não foi possível visualizar a fundação dos apoios extremos E01 e E02.

Não foram identificadas patologias que podem estar atreladas ao comportamento inadequado das fundações e que torne necessária a realização de inspeção subaquática.



Figura 110 - inspeção visual das fundações

## 2.4.2. MESOESTRUTURA



Figura 111 - trecho rompido da cortina de entrada no apoio E01



Figura 112 - trecho rompido da cortina de entrada no apoio E01



Figura 113 - armadura exposta no apoio P4

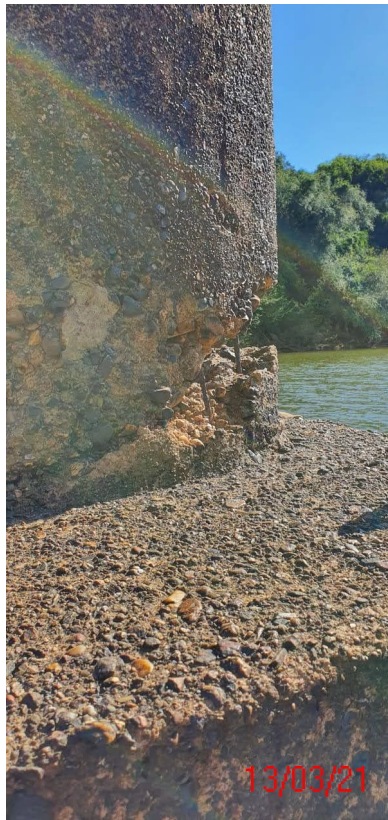


Figura 114 - armadura exposta no apoio P4

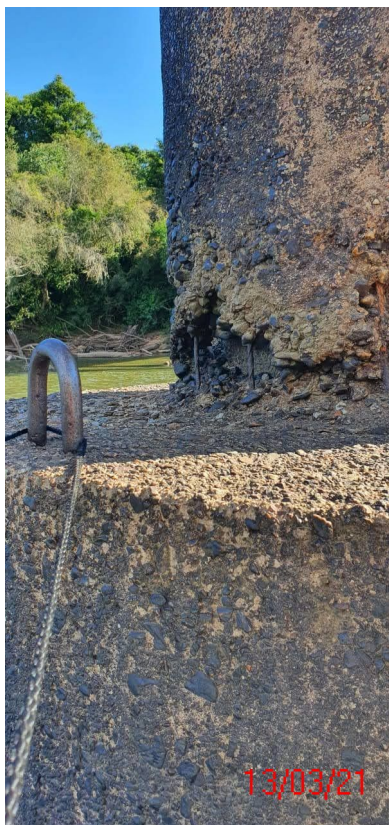


Figura 115 - armadura exposta no apoio P4



Figura 116 - inspeção dos aparelhos de apoio



Figura 117 - apoio E1



Figura 118 - apoio P1



Figura 119 - apoio P1



Figura 120 - apoio P2



Figura 121 - aparelho de apoio P2



Figura 122 - aparelho de apoio P3



Figura 123 - aparelho de apoio P3



Figura 124 - aparelho de apoio P4

### 2.4.3. SUPERESTRUTURA



Figura 125 - drenos sob as vigas longarinas



Figura 126 - drenos sob as vigas longarinas



Figura 127 - transversina e laje do vão 2



Figura 128 - drenos sob as vigas longarinas

#### 2.4.4. ACABAMENTOS



Figura 129 – junta de dilatação sob o passeio não identificadas



Figura 130 – juntas de dilatação não identificadas



Figura 131 - dreno entupido no passeio



Figura 132 - não identificadas juntas de dilatação na faixa de rolamento

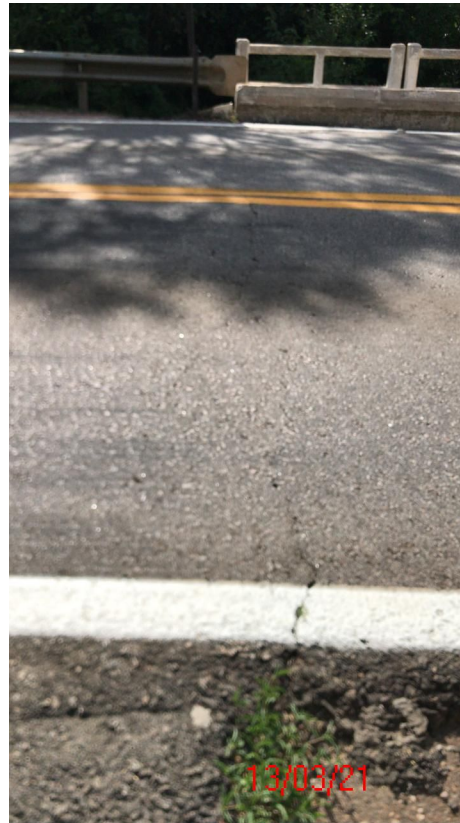


Figura 133 - não identificadas juntas de dilatação na faixa de rolamento



Figura 134 - não identificadas juntas de dilatação na faixa de rolamento - encontro

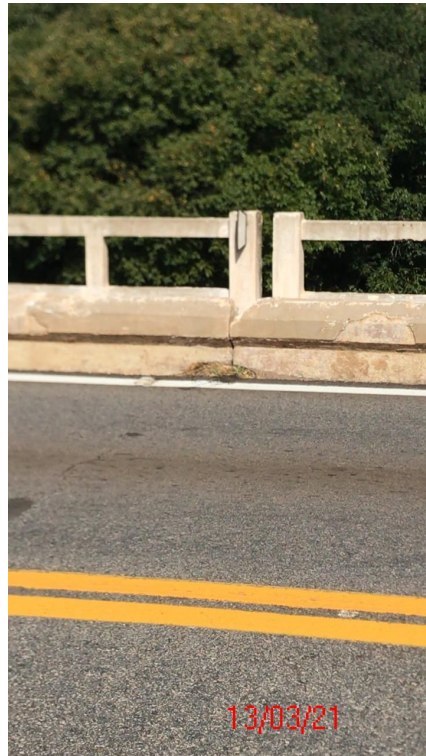


Figura 135 - não identificadas juntas de dilatação na faixa de rolamento - apoios centrais



Figura 136 - não identificadas juntas de dilatação na faixa de rolamento - apoios centrais



Figura 137 - não identificadas juntas de dilatação na faixa de rolamento - apoios centrais



Figura 138 - não identificadas juntas de dilatação no passeio - apoios centrais



Figura 139 - não identificadas juntas de dilatação no passeio - apoios centrais

### 3. PROJETO DE RECUPERAÇÃO DE PATOLOGIAS

#### A. Patologia de estruturas

Designa-se por Patologia das Estruturas o campo da Engenharia que se ocupa do estudo das origens, formas de manifestações, consequências e mecanismos de ocorrências de falhas e dos sistemas de degradação das estruturas.

Com o passar do tempo, ocorreram inovações na construção, estas inovações trouxeram maiores riscos, ainda que dentro de certos limites. O desenvolvimento tecnológico aconteceu de forma natural, gerando um aumento no conhecimento sobre estruturas e materiais, em particular através do estudo e análise dos erros acontecidos, que tem resultado em deterioração precoce ou em acidente.

Diversos fatores geram o que é chamado de deterioração estrutural. Objetivamente, as causas da deterioração podem ser as mais diversas, desde o envelhecimento “natural” da estrutura até os acidentes, e até mesmo a irresponsabilidade de alguns profissionais que optam pela utilização de materiais fora das especificações.

Em muitos casos as necessidades dos usuários quanto ao conforto, e na maioria dos casos, quanto a durabilidade das estruturas, tem sido menos considerada, porque não são tão facilmente mesuráveis os prejuízos consequentemente ocasionados.

Os problemas relativos ao desempenho insatisfatório das estruturas, e a Patologia das Estruturas, como um todo, começam também a ser mais bem entendidos, por passarem a se situar dentro do contexto global da construção, não mais sendo deixados apenas para análises particulares, como se fossem defeitos eventuais, fazendo com que a Engenharia Estrutural trabalhe também na criação de uma metodologia capaz de avaliar melhor estas questões.

### **3.1. DIAGNOSTICO E CAUSAS PROVAVEIS DAS ANOMALIAS**

#### **3.1.1. INFRAESTRUTURA**

Não foram identificadas patologias que podem estar atreladas ao comportamento inadequado das fundações

#### **3.1.2. MESOESTRUTURA**

##### **Encontros**

- Rompimento da cortina de entrada do encontro E01: O rompimento da cortina ocorreu por um impedimento no deslocamento da peça, esse impedimento provavelmente foi ocasionado pelo deslizamento do material sob a laje de transição e agravado pela situação dos aparelhos de apoio.
- Manchas de umidade: As manchas de umidade são decorrentes da infiltração de água da pista, o que ocorre devido ao estado de conservação das juntas de dilatação.
- Vazio sob a laje de transição: Como é possível observar nas figuras apresentadas no item 2.3.1 existe um vazio sob as lajes de transição, onde possivelmente ocorreu o deslocamento do material de suporte, desta forma a laje está trabalhando como elemento bi apoiado.

##### **Pilares**

- Rompimento do concreto na base dos pilares em água, especialmente no pilar P4: As patologias observadas são decorrentes de impacto e carreamento de material. Não existe certeza se a peça danificada é estrutural, por se tratar de uma camisa de concreto, todavia, indicamos a recuperação desta peça.

### **Vigas de rigidez**

- Não foram observadas patologias nestes elementos.

### **Travessas**

- Manchas de umidade: As manchas de umidade são decorrentes da infiltração de água da pista, o que ocorre devido ao estado de conservação das juntas de dilatação.

### **Aparelhos de apoio**

- Aparelho de apoio esmagado: Os Aparelhos de apoio são elementos fundamentais à movimentação natural existente em algumas estruturas. São necessários para atender às condições de estabilidade e movimentação previstas em projetos ao longo de toda a vida útil destas estruturas. Os aparelhos de apoio em Neoprene fretado trabalham com excelente performance diante das agressões ambientais, quando corretamente dimensionados e posicionados nas estruturas. Têm mais de 25 anos de vida útil. Na presente obra provavelmente pela idade avançada os aparelhos de apoios estão esmagados, não cumprindo mais com o seu papel na estrutura.

## **3.1.3. SUPERESTRUTURA**

### **Lajes e Lajes em balanço**

- As fissuras com abertura máxima de 0,3mm na laje em balanço, assim como, na laje são decorrentes do efeito de retração térmica e hidráulica do concreto, ocorrida durante a fase construtiva quando, no "estado fresco", o concreto ainda não apresenta resistências iniciais à tração suficientes para resistir aos esforços advindos da perda acelerada de água e da reação exotérmica de hidratação do cimento. As manchas de eflorescência são decorrentes da infiltração de água nestes pontos, que carregam os sais de carbonato de cálcio e o depositam na superfície.
- Manchas de umidade: As manchas de umidade são decorrentes da infiltração de água da pista, o que ocorre devido ao estado de conservação das juntas de dilatação.

### **Vigas Longarinas**

- O concreto disgregado com armadura exposta e corroída, em ponto localizado, nas vigas longarinas entre os apoios P08 - P09 e P09 – P10 decorrente de falha de concretagem durante a execução.
- Manchas de umidade: As manchas de umidade são decorrentes da infiltração de água da pista, o que ocorre devido ao mal posicionamento dos drenos.

### **Vigas Transversinas**

- Não foram observadas patologias nestes elementos.

## **3.1.4.ACABAMENTOS**

### **Junta de dilatação**

- Identificou-se a necessidade de implantação de novas juntas de dilatação, onde se verifica a penetração de entulhos e percolação de água por ausência de juntas de dilatação.
- Entende-se como fundamental a implantação de novas juntas visto que as patologias estruturais se desenvolvem a partir das juntas e evoluem com maior velocidade quando da presença de entulhos e umidade.
- Como se pode constatar no relatório fotográfico as juntas estão totalmente atulhadas e com as pavimentações fraturadas nas suas proximidades.

### **Drenos**

- Drenos na pista: Os drenos estão a cada 5,0m totalizando 10 por vão, 05 em cada lado. Os drenos existentes estão curtos e mal direcionado, devendo ser substituídos.
- Drenos nos passeios: Nos passeios existem apenas as furações para os drenos, as quais em sua maioria estão entupidas por material.
- Pingadeiras: Não existem pingadeiras na obra, porém como existe declividade para fora nos balanços dos passeios, não há necessidade de implantação de pingadeiras de sobrepor.

### **Terraplenos**

- Não foram observadas patologias nestes elementos.

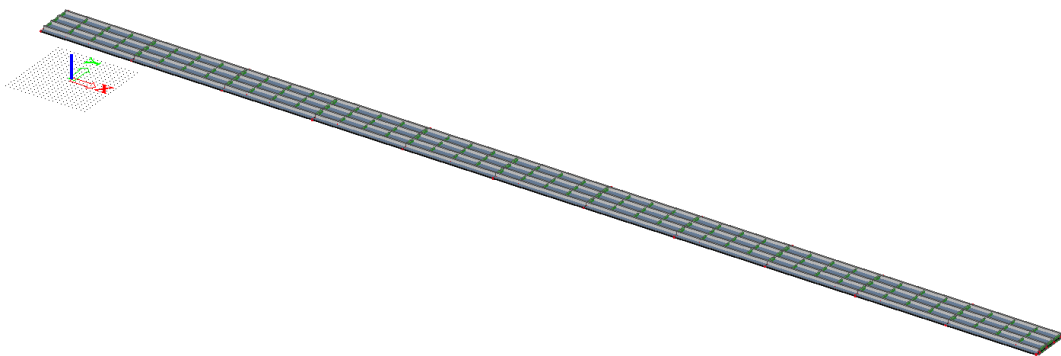
### **Guarda corpo**

- Presença de guarda corpo em ambos os lados da ponte, com alturas insuficientes. De acordo com o informado pelo analista a área não será considerada passeio pois entre este espaço e o e a pista de tráfego possuímos apenas um balizador de tráfego. Pelo motivo apresentado não será projetado substituição total dos guardas corpos como forma de manter o padrão do DNIT com altura mínima aceitável. A substituição por barreiras do tipo New Jersey é inviabilizada pois a situação atual da ponte não contempla a atuação das cargas geradas pelas barreiras nas lajes em balanço, o que implicaria em um projeto de reforço dos balanços visando receber estes novos esforços.

## 3.2. ANÁLISE ESTRUTURAL

### 3.2.1. MEMÓRIA DE CÁLCULO PARA MACAQUAMENTO DA ESTRUTURA PARA SUBSTITUIÇÃO DOS APARELHOS DE APOIO

Para a determinação das reações de apoio, foi utilizado o software SCIA ENGINEER, onde o modelo adotado para a obra de arte é uma combinação de elementos de barras para as vigas e transversinas e elementos finitos tipo casca para as lajes.



### 3.2.2. CARREGAMENTOS

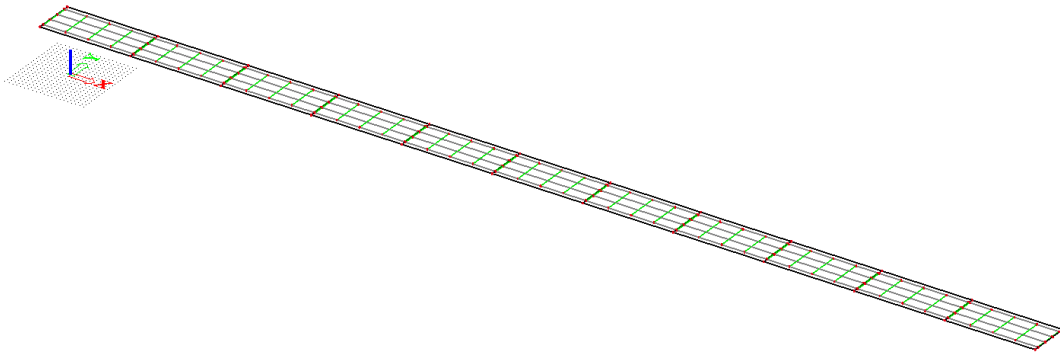
Nas imagens a seguir as cargas apresentadas estão em toneladas. Após a modelagem da estrutura, foram aplicados nos modelos os seguintes carregamentos.

#### PESO PRÓPRIO

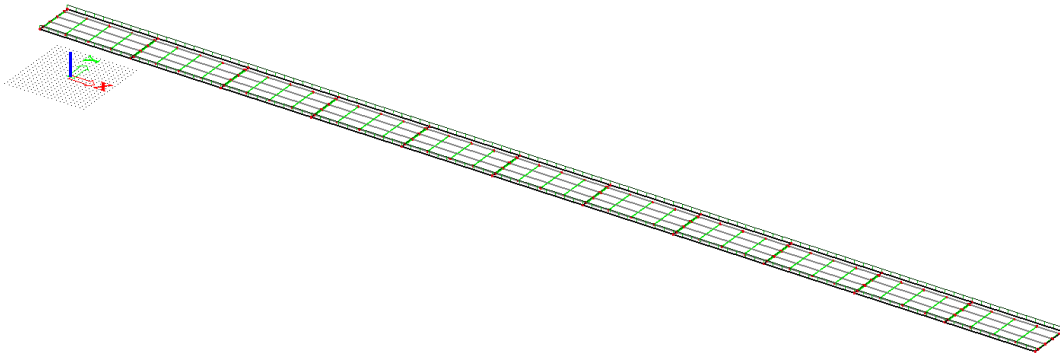
Carregamento em função do peso específico dos materiais, exibidos conforme a tabela a seguir.

Material	$\gamma$ (tf/m <sup>3</sup> )	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )
Concreto Armado	2,5	25
Concreto Protendido	2,5	25
Concreto Simples	2,2	22
Aço	7,85	78,5

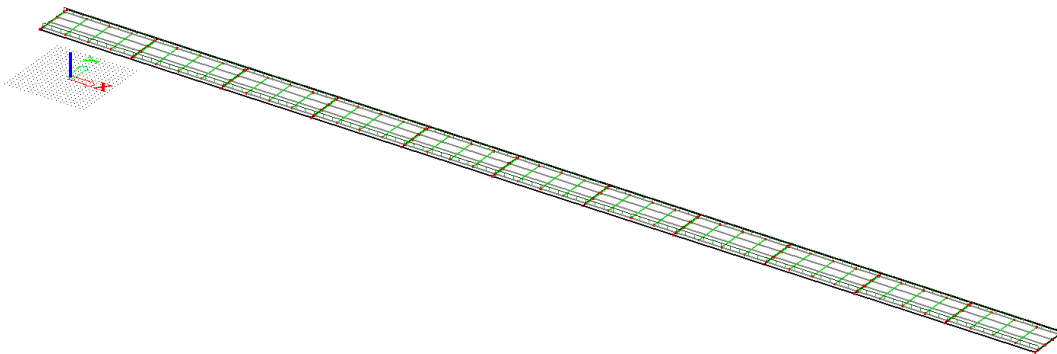
Para o correto dimensionamento da estrutura, foram considerados todos os elementos estruturais. Segue, abaixo, o modelo de cálculo com a representação dos carregamentos devidos ao peso próprio.



**Peso próprio – obras rodoviárias**



**Peso próprio guarda corpo – obras rodoviárias**



**Peso próprio guarda rodas – obras rodoviárias**

## **CAMADA DE PAVIMENTAÇÃO**

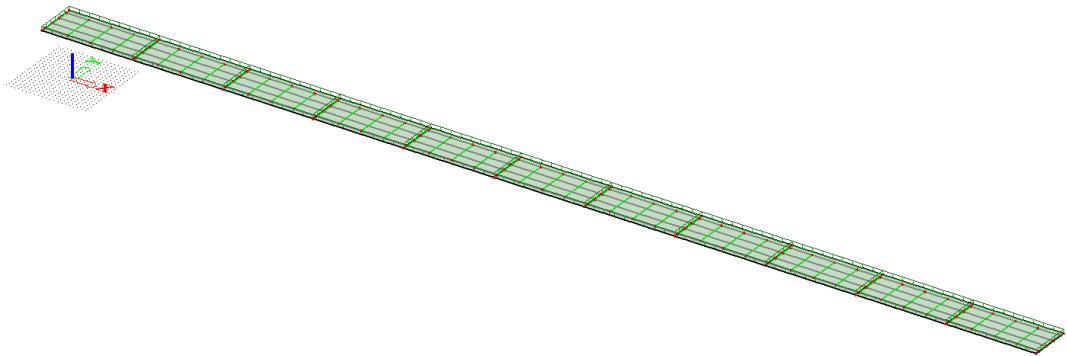
As camadas de pavimentação são aplicadas somente as obras rodoviárias.

Segundo a NBR 7187/2003 (Projeto de pontes de concreto armado e protendido – ABNT), deve-se considerar  $24 \text{ kN/m}^3$  ( $2400 \text{ kg/m}^3$ ) para o carregamento correspondente a uma camada de 7,0 cm de CBUQ. Sendo assim:

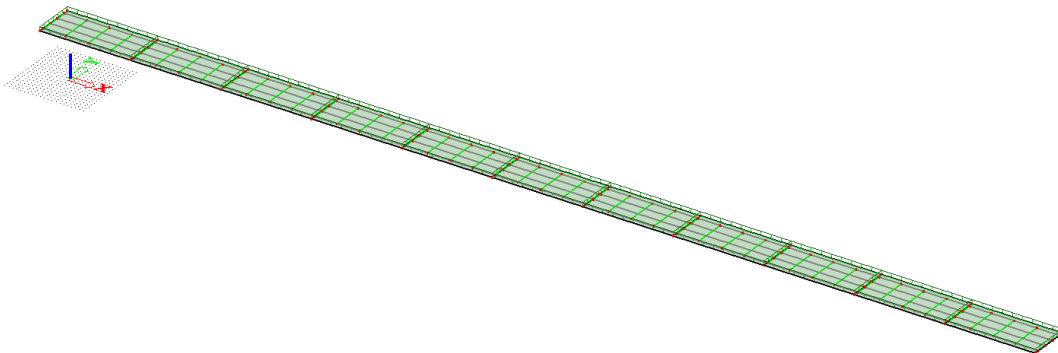
*CBUQ* □ Pesoespecíficodomaterial □ Espessuradacamada

*CBUQ* □  $2400\text{kg/m}^3$  □  $0,07\text{m}$  □  $168\text{kg/m}^2$  □  $0,168\text{ton/m}^2$

Segue, abaixo, o modelo de cálculo com a representação do carregamento devido à camada de pavimentação.



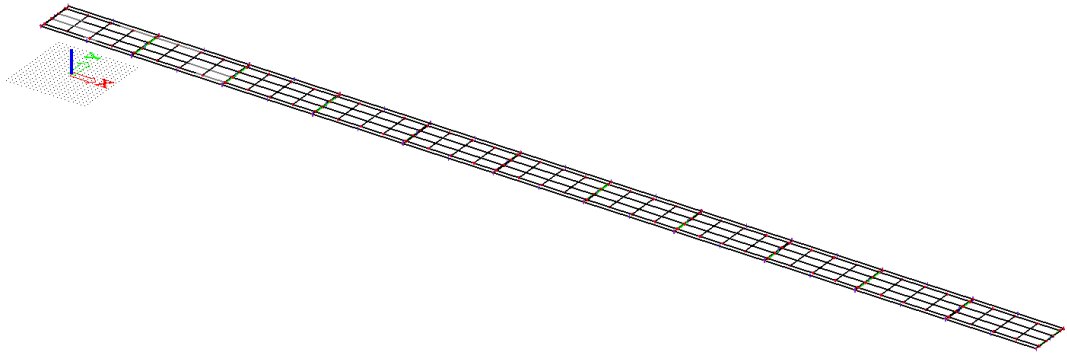
**camada de pavimentação**



**camada de recapeamento**

## RETRAÇÃO DO CONCRETO

Segundo a norma NBR 6118/2014 (Projeto de estruturas de concreto – ABNT), para fins de simular a retração do concreto poderá ser arbitrado um gradiente térmico de  $15^{\circ}\text{C}$  na peça em estudo, desde que a espessura da peça se enquadre entre 10 e 100 cm e umidade ambiente não inferior a 75%. Valor este, que corresponde a uma diferença de temperatura entre duas faces opostas de uma peça, que, neste caso, corresponde à laje - componente mais vulnerável às variações de temperatura.



### Retração do concreto

## VENTO

Velocidade básica $V_0$ :	45	m/s
Fator topografico S1:	1	
Rugosidade do terreno - Fator S2:	1,04	
Fator estatístico S3:	1,1	
Altura viga:	1,34	m
Altura laje:	0,3	m

Velocidade Característica do vento:	51,48	m/s	
Pressão dinâmica do vento:	1624,567	N/m <sup>2</sup>	→ 0,162 tf/m <sup>2</sup>
Coefficiente de arrasto:	1		
Altura ponte descarregada (viga + laje):	1,64	m	
Altura ponte carregada (viga + laje + 2m):	3,64	m	
Vento Ponte descarregada:	0,27	tf/m	
Vento Ponte carregada:	0,59	tf/m	

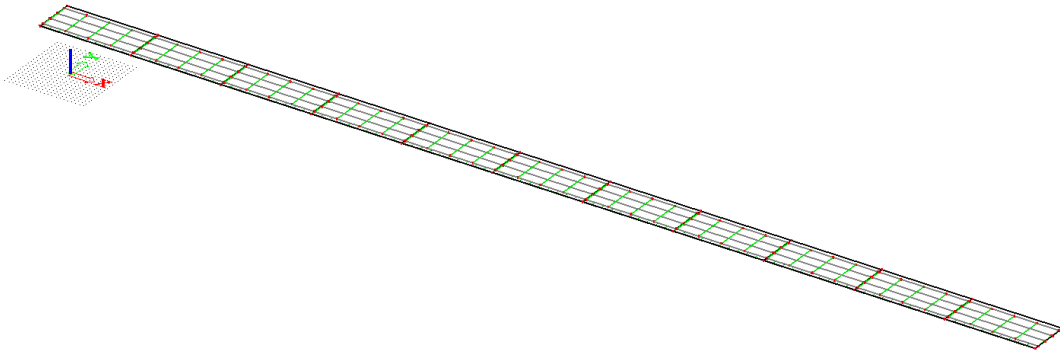


Figura 140: Vento obra descarregada

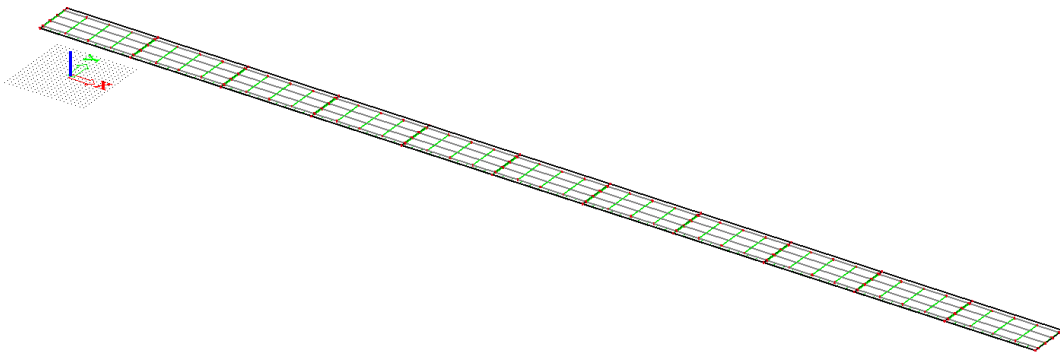


Figura 141: Vento obra carregada

## FRENAGEM

As cargas horizontais devido à frenagem e/ou aceleração, aplicados no nível do pavimento, são um percentual da carga vertical característica dos veículos aplicados sobre o tabuleiro, na posição mais desfavorável e concomitante com a respectiva carga vertical.

$H_f = 0,25 \cdot B \cdot L \cdot CNF$ , em [kN] onde:

$H_f \geq 135 \text{ kN}$

B: largura efetiva [m] da carga distribuída de  $5 \text{ kN/m}^2$ .

L: comprimento concomitante [m] da carga distribuída.

$H_f = 0,25 \times 10,5 \times 23 \times 1 = 60,38 \text{ KN}$

Logo, o maior carregamento equivale a  $0,056 \text{ tf/m}^2$ . Segue, abaixo, o modelo de cálculo com a representação.

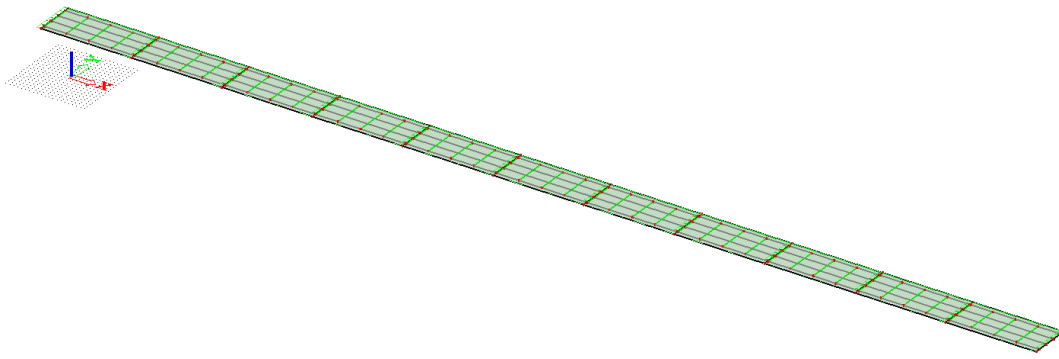


Figura 142: frenagem

### CARREGAMENTO DE SERVIÇO

Como carregamento de serviço foram considerados 200 kg/m<sup>2</sup>

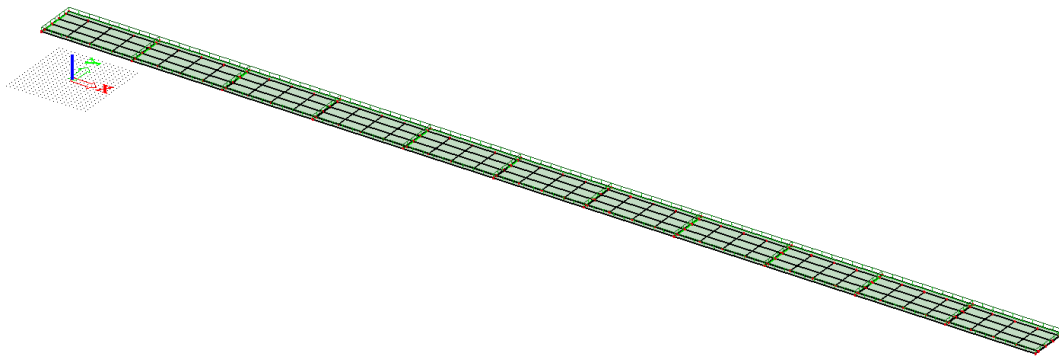


Figura 143: Carga de serviço

## CARGA MOVEL

Comprimento da obra: 271 m  
 comprimento maior vão: 25 m  
 Largura da Obra: 10,5 m  
 nº de faixas (n) 2  
 Tipo de Obra(Concreto/Mista ou Aço): 1

$$Q = P \times CIV \times CNF \times CIA$$

Q = carga concentrada

P = carga vertical estática 60 KN

Carga de multidão:  $q = p \times CIV \times CNF \times CIA$ , sendo:

q = carga de multidão majorada

p = carga de multidão estática = 5 KN/m<sup>2</sup>

COEFICIENTE DE IMPACTO VERTICAL

$$CIV = 1 + 1,06 \times (20/L + 50)$$

$$CIV = 1,282667$$

COEFICIENTE DO NUMERO DE FAIXAS

$$CNF = 1 - 0,05 \times (n - 2) > 0,9$$

$$CNF = 1$$

CIA - COEFICIENTE DE IMPACTO ADICIONAL

1 CIA para obras em concreto ou mistas 1,25

2 CIA para obras em aço 1,15

carga de multidão	5 METROS A PARTIR DAS JUNTAS	
$q = p \times CIV \times CNF \times CIA$		
q=	8,016667 KN/m <sup>2</sup>	1,603333
carga de multidão	TRECHO CORRENTE	
$q = p \times CIV \times CNF \times CIA$		
q=	6,413333 KN/m <sup>2</sup>	1,282667

veiculo tipo

$$Q = P \times CIV \times CNF \times CIA =$$

$$Q = 96,2 \text{ KN}$$

5 METROS A PARTIR DAS JUNTAS

$$1,603333$$

para trecho corrente

$$Q = 76,96 \text{ KN}$$

$$1,282667$$

ADOTADOS

veiculo tipo

$$Q = 72,15 \text{ KN}$$

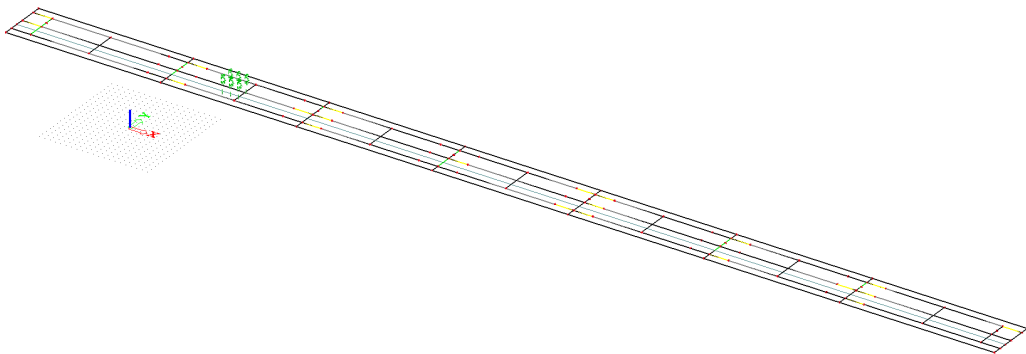
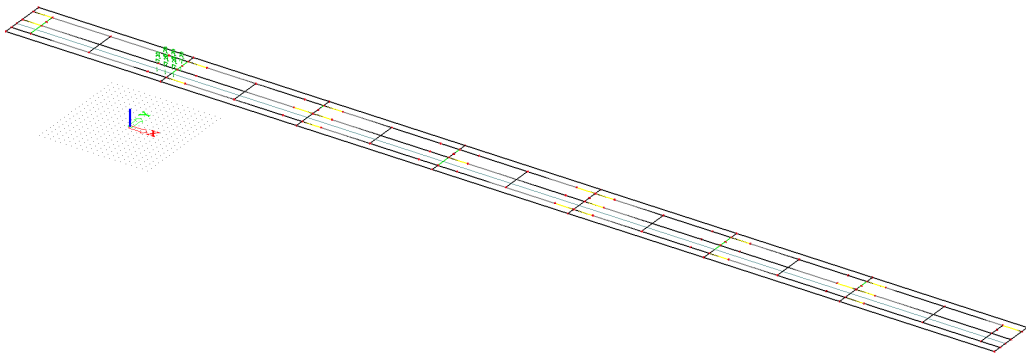
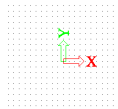
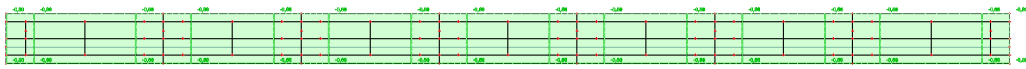
5 METROS A PARTIR DAS JUNTAS

$$0,962$$

para trecho corrente

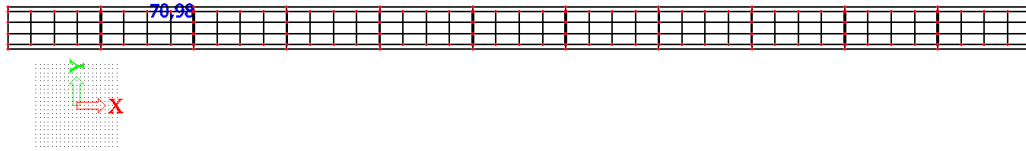
$$Q = 57,72 \text{ KN}$$

$$0,7696$$



### 3.2.3. RESULTADOS

CCP = Peso próprio + pavimentação + carregamento de serviço = 70,98 tf



**Peso próprio – Reação em Rz (70,98tf)**

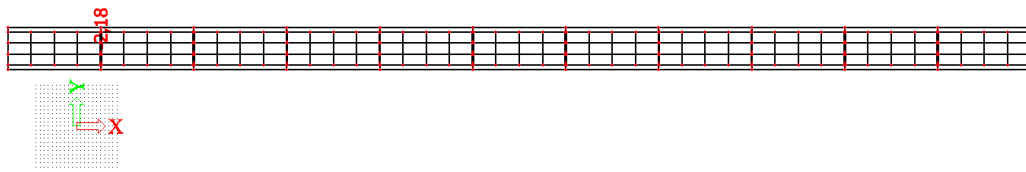


Figura 144: Vento – Reação em Ry (2,18 tf)

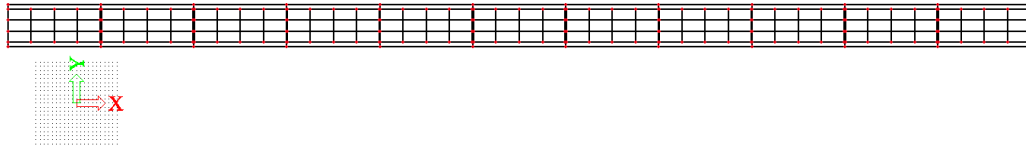


Figura 145: CCP – Reação em Rx (0 tf)

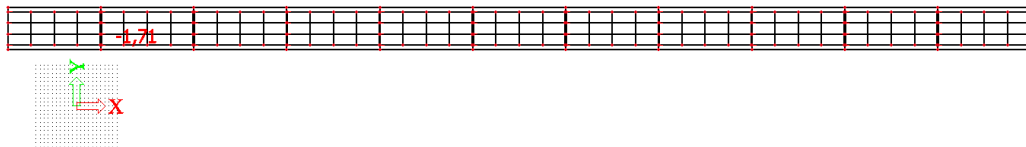
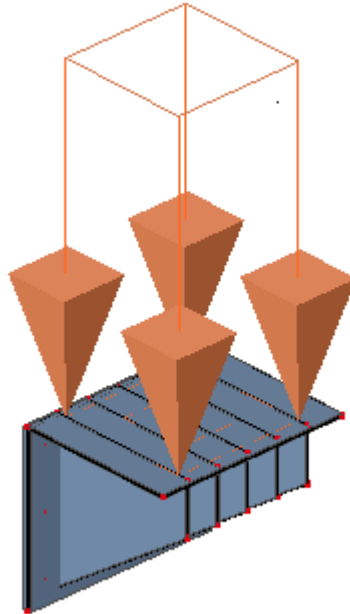


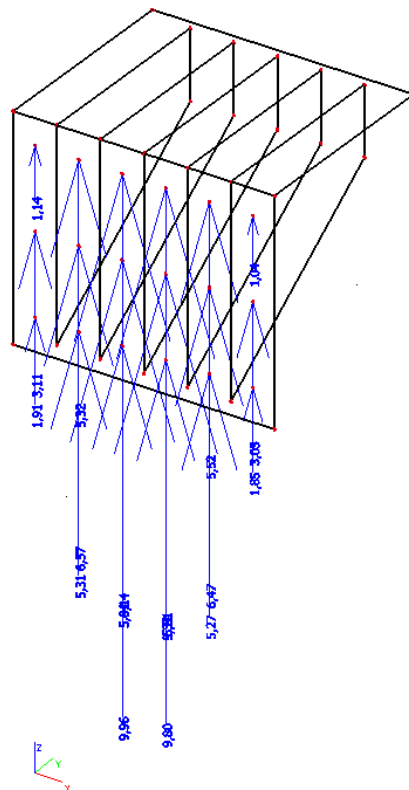
Figura 146: Frenagem – Reação em Rx (1,71 tf)

### 3.2.3.1. DIMENSIONAMENTO CONSOLE DE MACAQUEAMENTO

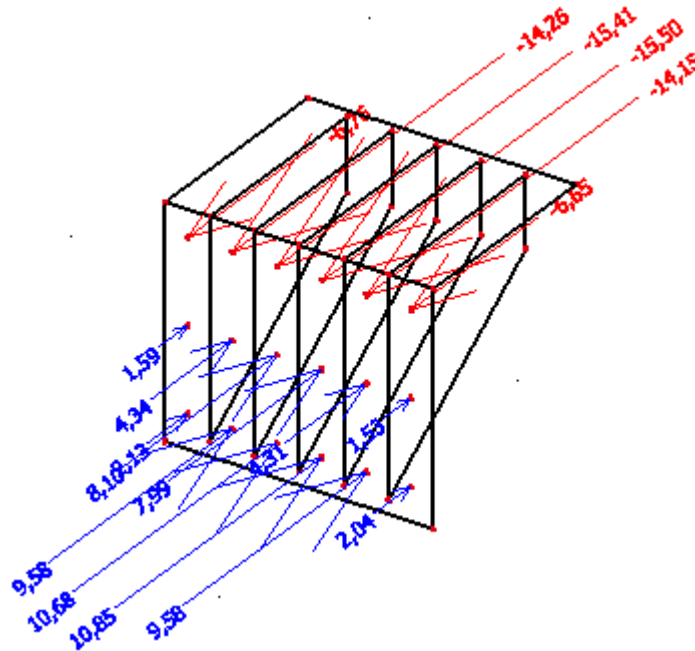


Console: Peso próprio + carga de macaqueamento ( $70,98 \times 1,4 = 99,37\text{tf}$ )

Esforço de cisalhamento: 9,96 tf



Tração: 15,50 tf



Número de barras roscadas = 18 unidades

Diâmetro Nominal = 25mm

Área = 474 mm<sup>2</sup>

Limite de escoamento = 50 kgf/mm<sup>2</sup>

Limite de ruptura = 60 kgf/mm<sup>2</sup>

Verificação a tração:

$$F_{t,rd} = \frac{0,75 A_b F_{ub}}{\gamma_{a2}} = 15,79 \text{ tf}$$

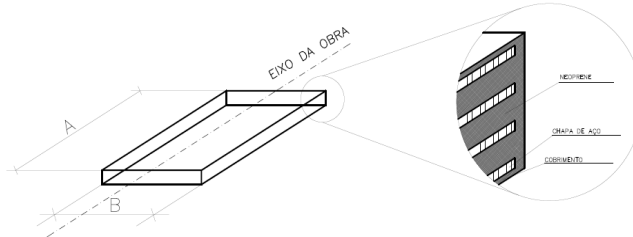
$$F_{t,rd} = \frac{A_b F_y}{\gamma_{a1}} = 21,53 \text{ tf}$$

Verificação ao cisalhamento:

$$F_{v,rd} = \frac{0,4 A_b F_{ub}}{\gamma_{a2}} = 10,34 \text{ tf}$$

### 3.2.3.2. DIMENSIONAMENTO APARELHO DE APOIO

APARELHO DE APOIO DE NEOPRENE FRETADO



Tensão do apoio: 20 kgf/cm<sup>2</sup>

Apoio sobre concreto

Apoio sobre aço

Comprimento do aparelho (A):	35	cm
Largura do aparelho (B):	45	cm
Número de lâminas de neoprene:	3	und.
Espessura de cada lâmina de neoprene:	10	mm
Número de chapas de aço:	4	und.
Espessura de cada chapa de aço:	3	mm
Cobrimento de neoprene:	4	mm
Módulo de cisalhamento do neoprene (Gn):	10	kgf/cm <sup>2</sup>
Carga vertical (N):	70,98	tf
Esforço longitudinal máximo (frenagem):	0,9	tf
Esforço longitudinal máximo (ações longa duração):	0,9	tf
Esforço transversal (T):	2,18	tf
Rotação da viga no apoio (Ø):	0,0027	rad

b) Compressão simples

Tensão média atuante ( $\sigma_c$ ) = 46,95562 kgf/cm<sup>2</sup> **Ok!**

Tensão de cisalhamento no elastômero ( $\tau_c$ ) = 7,261179 kgf/cm<sup>2</sup> **Ok!**

c) Esforços longitudinais

Tensão de cisalhamento de longa duração ( $\tau_{ld}$ ) = 0,59538 kgf/cm<sup>2</sup> **Ok!**

$1 \tau_{ld} + 0,5 \tau_{din} < 7$ : (70% do módulo de cisalhamento) 0,89307 kgf/cm<sup>2</sup> **Ok!**

d) Rotação imposta

$\tau_\alpha \leq 15 : (1,5G_n)$  7,9 kgf/cm<sup>2</sup> **Ok!**

e) Solicitações combinadas

$\tau_c + \tau_{ld} + 0,5 \tau_{din} + \tau_\alpha < 50$ : (5G<sub>n</sub>) 16,05425 kgf/cm<sup>2</sup> **Ok!**

f) Flambagem 14,73333 **Ok!**

g) Segurança contra o deslizamento:

Força de deslizamento resistente (H<sub>rd</sub>) = 6651,216 kgf **Ok!**

### 3.2.4. MEMORIA DE CÁLCULO PARA O ENCAMISAMENTO DOS PILARES

Para a determinação dos esforços atuantes na estrutura, foi utilizado o software STRAP PRO ADVANCED v. 2009, Licença n°91111, onde o modelo adotado para a obra de arte é uma combinação de elementos de barras para as vigas, pilares e transversinas, elementos finitos tipo casca para as lajes, cortinas e paredes e elementos sólidos para blocos de fundação.

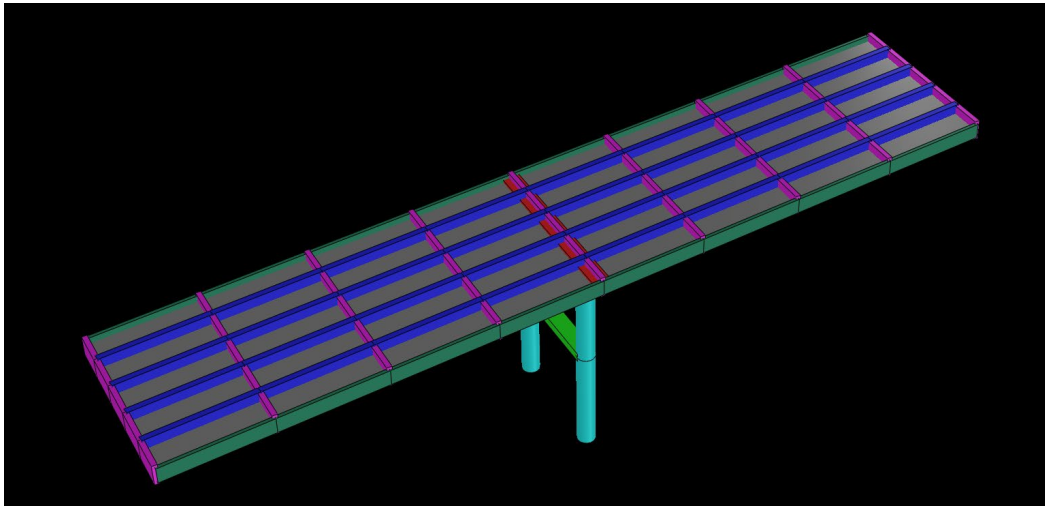


Figura 147: Modelo matemático

#### 3.2.4.1. CARREGAMENTOS

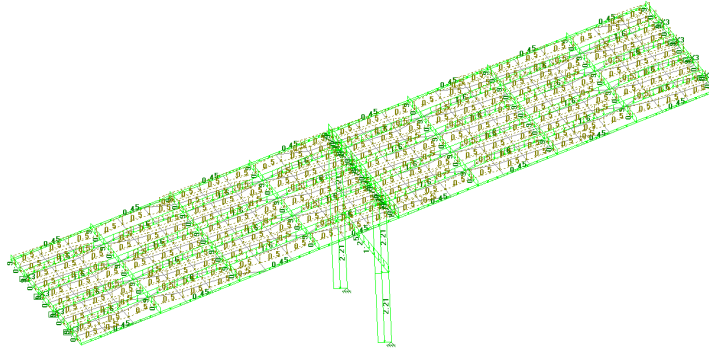
Nas imagens a seguir as cargas apresentadas estão em toneladas. Após a modelagem da estrutura, foram aplicados nos modelos os seguintes carregamentos.

##### PESO PRÓPRIO

Carregamento em função do peso específico dos materiais, exibidos conforme a tabela a seguir.

Material	$\gamma$ (tf/m <sup>3</sup> )	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )
Concreto Armado	2,5	25
Concreto Protendido	2,5	25
Concreto Simples	2,2	22
Aço	7,85	78,5

Para o correto dimensionamento da estrutura, foram considerados todos os elementos estruturais. Segue, abaixo, o modelo de cálculo com a representação dos carregamentos devidos ao peso próprio.



**Peso próprio – obras rodoviárias**

### **CAMADA DE PAVIMENTAÇÃO**

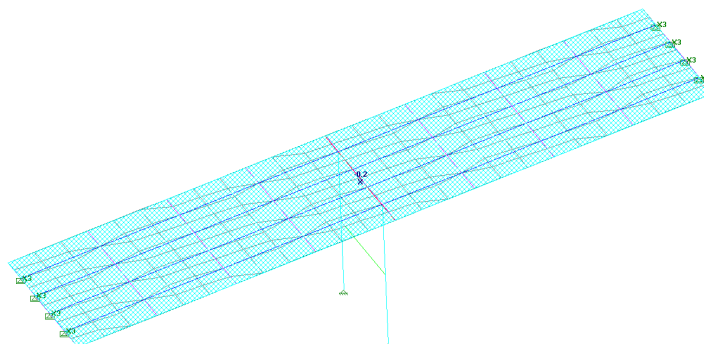
As camadas de pavimentação são aplicadas somente as obras rodoviárias.

Segundo a NBR 7187/2003 (Projeto de pontes de concreto armado e protendido – ABNT), deve-se considerar  $24 \text{ kN/m}^3$  ( $2400 \text{ kg/m}^3$ ) para o carregamento correspondente a uma camada de 7,0 cm de CBUQ. Sendo assim:

$CBUQ \square \text{Peso específico do material} \square \text{Espessura da camada}$

$CBUQ \square 2400 \text{ kg/m}^3 \square 0,07 \text{ m} \square 168 \text{ kg/m}^2 \square 0,168 \text{ ton/m}^2$

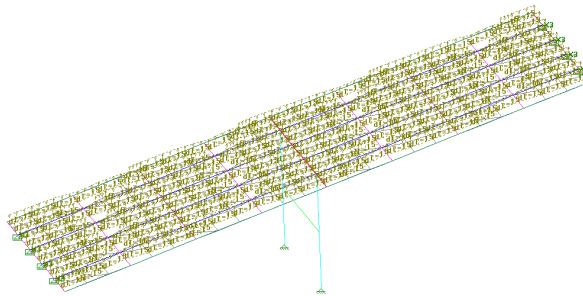
Segue, abaixo, o modelo de cálculo com a representação do carregamento devido à camada de pavimentação.



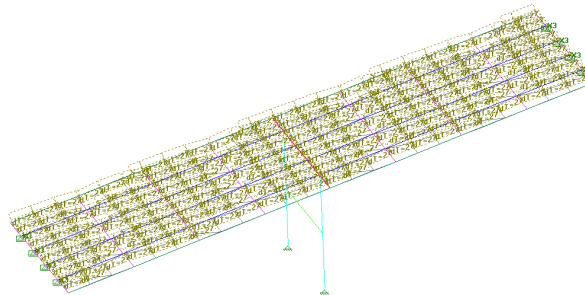
**camada de pavimentação**

## RETRAÇÃO DO CONCRETO

Segundo a norma NBR 6118/2014 (Projeto de estruturas de concreto – ABNT), para fins de simular a retração do concreto poderá ser arbitrado um gradiente térmico de  $15^{\circ}\text{C}$  na peça em estudo, desde que a espessura da peça se enquadre entre 10 e 100 cm e umidade ambiente não inferior a 75%. Valor este, que corresponde a uma diferença de temperatura entre duas faces opostas de uma peça, que, neste caso, corresponde à laje - componente mais vulnerável às variações de temperatura.



**Retração do concreto**



**Variação de temperatura**

## VENTO

Velocidade básica $V_0$ :	45	m/s
Fator topografico S1:	1	
Rugosidade do terreno - Fator S2:	1,04	
Fator estatístico S3:	1,1	
Altura viga:	1,34	m
Altura laje:	0,3	m

Velocidade Característica do vento:	51,48	m/s	
Pressão dinâmica do vento:	1624,567	N/m <sup>2</sup>	→ 0,162 tf/m <sup>2</sup>
Coeficiente de arrasto:	1		
Altura ponte descarregada (viga + laje):	1,64	m	
Altura ponte carregada (viga + laje + 2m):	3,64	m	
Vento Ponte descarregada:	0,27	tf/m	
Vento Ponte carregada:	0,59	tf/m	

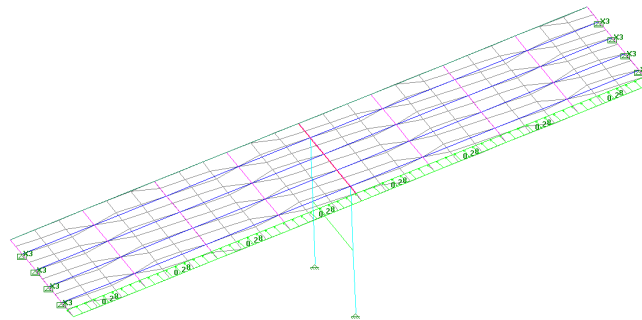


Figura 148: Vento obra descarregada

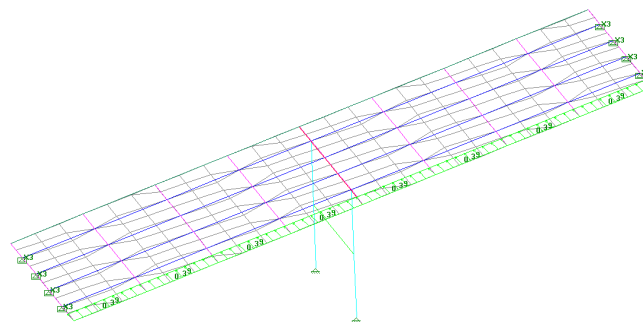


Figura 149: Vento obra carregada

## FRENAGEM

As cargas horizontais devido à frenagem e/ou aceleração, aplicados no nível do pavimento, são um percentual da carga vertical característica dos veículos aplicados sobre o tabuleiro, na posição mais desfavorável e concomitante com a respectiva carga vertical.

$H_f = 0,25 * B * L * CNF$ , em [kN] onde:

$H_f \geq 135 \text{ kN}$

B: largura efetiva [m] da carga distribuída de 5kN/m<sup>2</sup>.

L: comprimento concomitante [m] da carga distribuída.

$H_f = 0,25 \times 10,5 \times 23 \times 1 = 60,38 \text{ KN}$

Logo, o maior carregamento equivale a 0,056 tf/m<sup>2</sup>. Segue, abaixo, o modelo de cálculo com a representação.

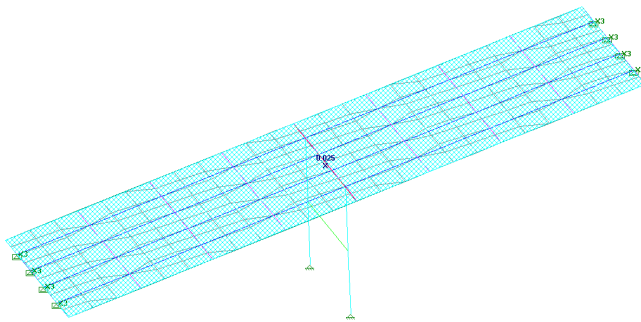


Figura 150: frenagem

## CARGA MOVEL

Comprimento da obra: 271 m  
 comprimento maior vão: 25 m  
 Largura da Obra: 10,5 m  
 nº de faixas (n) 2  
 Tipo de Obra(Concreto/Mista ou Aço): 1

$$Q = P \times CIV \times CNF \times CIA$$

Q = carga concentrada

P = carga vertical estática 60 KN

Carga de multidão:  $q = p \times CIV \times CNF \times CIA$ , sendo:

q = carga de multidão majorada

p = carga de multidão estática = 5 KN/m<sup>2</sup>

COEFICIENTE DE IMPACTO VERTICAL

$$CIV = 1 + 1,06 \times (20/L + 50)$$

$$CIV = 1,282667$$

COEFICIENTE DO NUMERO DE FAIXAS

$$CNF = 1 - 0,05 \times (n - 2) > 0,9$$

$$CNF = 1$$

CIA - COEFICIENTE DE IMPACTO ADICIONAL

1	CIA para obras em concreto ou mistas	1,25
2	CIA para obras em aço	1,15

carga de multidão	5 METROS A PARTIR DAS JUNTAS	
$q = p \times CIV \times CNF \times CIA$		
q = 8,016667 KN/m <sup>2</sup>		1,603333
carga de multidão	TRECHO CORRENTE	
$q = p \times CIV \times CNF \times CIA$		
q = 6,413333 KN/m <sup>2</sup>		1,282667

veiculo tipo

$$Q = P \times CIV \times CNF \times CIA =$$

$$Q = 96,2 \text{ KN}$$

5 METROS A PARTIR DAS JUNTAS

$$1,603333$$

para trecho corrente

$$Q = 76,96 \text{ KN}$$

$$1,282667$$

ADOTADOS

veiculo tipo	5 METROS A PARTIR DAS JUNTAS
--------------	------------------------------

$$Q = 72,15 \text{ KN}$$

$$0,962$$

para trecho corrente

$$Q = 57,72 \text{ KN}$$

$$0,7696$$

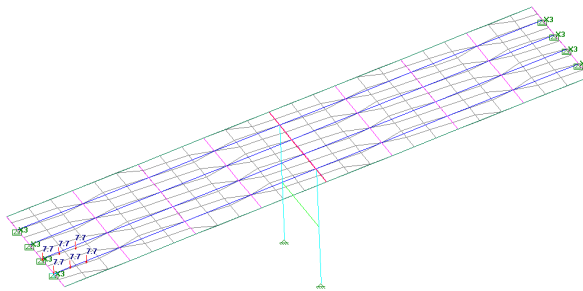


Figura: Posição do trem-tipo inicial TB36

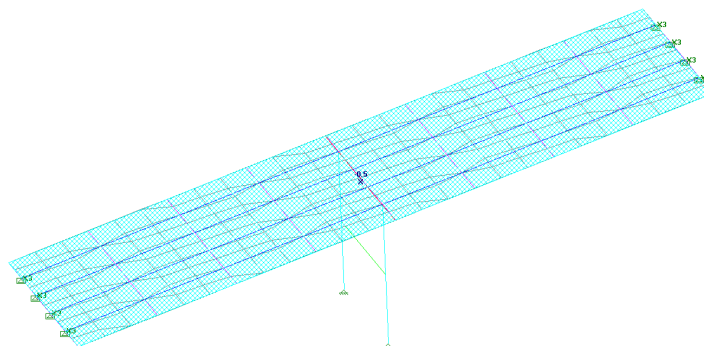


Figura 151: carga de multidão

### 3.2.4.2. AÇÕES E COMBINAÇÕES

Cargas permanentes (CP):

Ações cujas intensidades podem ser consideradas como constantes ao longo da vida útil da construção. Compreendem:

- Carga proveniente do peso próprio da estrutura;
- Deformações provocadas pela variação de temperatura;
- Deformações provocadas pela retração do concreto.

Cargas móveis (CM):

São aquelas de caráter transitório, compreendem:

- As cargas móveis – Trem tipo TB36.

Para a determinação dos esforços solicitantes, foram consideradas as seguintes combinações para o Estado Limite de Serviço (ELS):

- Combinação Carga Permanente

$$F_{duti} = \sum CP$$

- Combinação Quase Permanente de Serviço

$$F_{duti} = \sum CP + \sum \psi_2 \cdot CA + \sum \psi_2 \cdot CM$$

Onde foi utilizado:  $F_{duti} = \sum CP + \sum 0,3 \cdot CA + \sum 0,3 \cdot CM$

- Combinação Freqüente de Serviço

$$F_{duti} = \sum CP + \sum \psi_1 \cdot CA + \psi_2 \cdot CM$$

Onde foi utilizado:  $F_{duti} = \sum CP + \sum 0,2 \cdot CA + 0,5 \cdot CM$

- Combinação Rara de Serviço

$$F_{duti} = \sum CP + \sum \psi_1 \cdot CA + CM$$

Onde foi utilizado:  $F_{duti} = \sum CP + \sum 0,5 \cdot CA + CM$

- Combinação Frequente de Fadiga

$$F_{duti} = \sum CP + \sum \psi_2 \cdot CA + \psi_{1fad} \cdot CM$$

Onde foi utilizado:  $F_{duti} = \sum CP + \sum 0,3 \cdot CA + 0,8 \cdot CM$

Para o Estado Limite Ultimo (ELU) foram utilizadas as seguintes combinações de esforços:

- Combinação Última Normal

$$F_d = \gamma_{g1} \cdot \sum CP + \sum \gamma_q \cdot CA + \psi_0 \cdot CM$$

Onde foi utilizado:  $F_d = 1,3 \cdot \sum CP + \sum 1,05 CA + 1,5 \cdot CM$

Após o processamento da estrutura foram obtidos os esforços para a condição mais desfavorável de solicitações para o dimensionamento das peças de concreto.

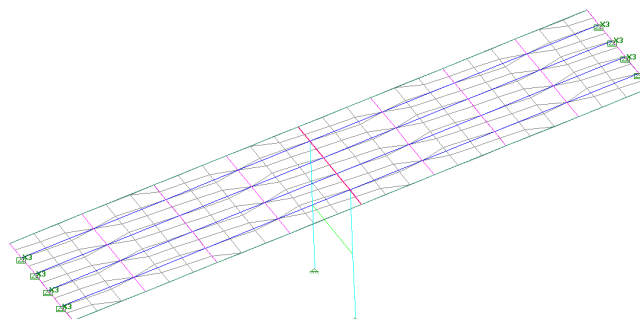


Figura 152: Discretização do Modelo

Esforços

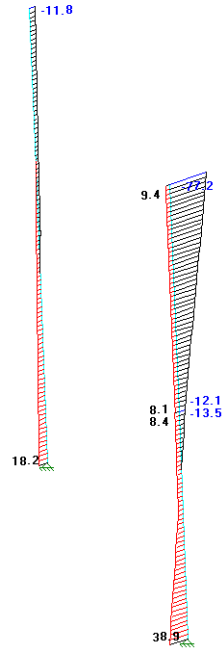


Figura 153: Momento máximo Fletor M2 = 77,20 ton.m

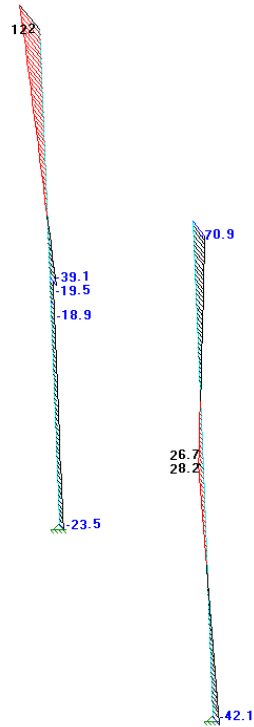


Figura 154: Momento máximo Fletor M3 = 122 ton.m

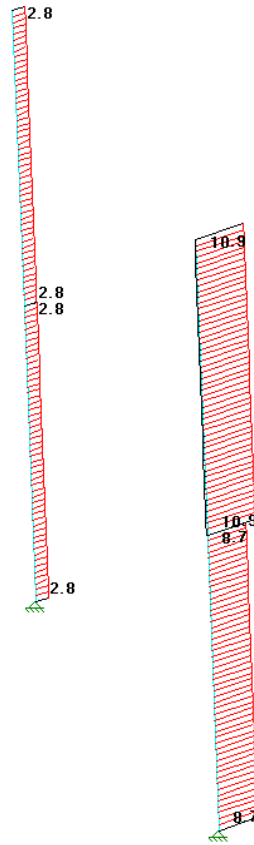


Figura 155: Esforço Cortante V3 = 8,7 ton

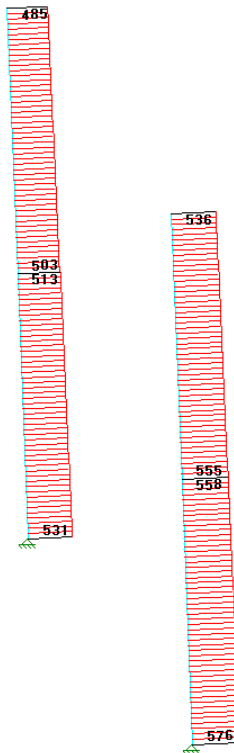


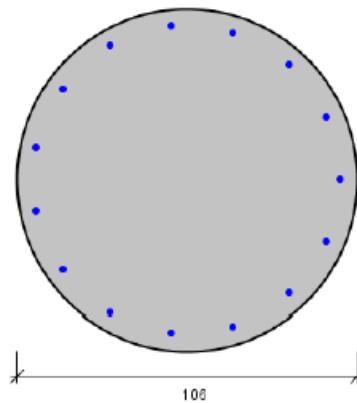
Figura 156: Força Axial = 576 ton

---

### ENCAMISAMENTO PILARES: Dados Gerais

---

Seção Transversal:



**Armação:** 15 $\phi$ 25 mm ( $A_s = 73.63 \text{ cm}^2$ )

**Propriedade seção bruta de concreto:**

Área:  $A_c = 8825 \text{ cm}^2$

Centro de gravidade:  $x_{cg} = 53 \text{ cm}$

$y_{cg} = 53 \text{ cm}$

Inércia em relação ao cg:  $I_x = 6197169 \text{ cm}^4$

$I_y = 6197169 \text{ cm}^4$

**Taxa de armadura:**  $\rho_s = 0.83 \%$

**Materiais:** Concreto  $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$

Aço  $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$

**Tipo de vinculação:** Pilar Biapoiado

**Comprimento:**  $L = 585 \text{ cm}$

**Índice de Esbeltez:**  $\lambda_x = 22$

$\lambda_y = 22$

---

**ENCAMISAMENTO PILARES: Dados Armadura**

---

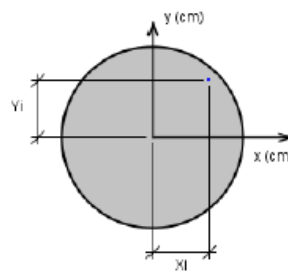


Figura: Sistema de coordenadas para as armaduras

BARRA	$\phi$ (mm)	X (cm)	Y (cm)
1	25.0	48	0
2	25.0	43.9	19.5
3	25.0	32.1	35.7
4	25.0	14.8	45.7
5	25.0	-5	47.7
6	25.0	-24	41.6
7	25.0	-38.8	28.2
8	25.0	-47	10
9	25.0	-47	-10
10	25.0	-38.8	-28.2
11	25.0	-24	-41.6
12	25.0	-5	-47.7
13	25.0	14.8	-45.7
14	25.0	32.1	-35.7
15	25.0	43.9	-19.5

Tabela: Bitolas e coordenadas das armaduras

## ENCAMISAMENTO PILARES: Dados Esforços

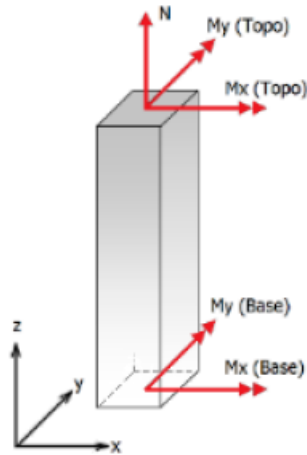


Figura: Convenção de sinais positivos dos esforços,  $N < 0$  para compressão

Combinação	$N_{ik}$	$M_{ikx}(\text{Topo})$	$M_{iky}(\text{Topo})$	$M_{ikx}(\text{Base})$	$M_{iky}(\text{Base})$
1	-576	28.2	-13.5	-42.1	38.9
2	-531	-19.5	-11.8	-23.5	18.2

Tabela: Combinação de esforços, Unidades [tf, tf.m]

## ENCAMISAMENTO PILARES: Resumo verificação ELU

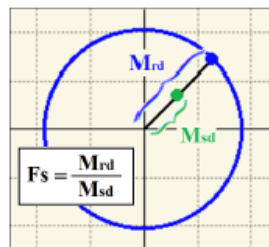


Figura: Esquema para determinação do fator de segurança (F.S.)

Combinação	$N_{sd}$	$M_{sdx}$	$M_{sdy}$	F.S.
1	-806.4	58.94	54.46	3.17
2	-743.4	32.9	25.48	6.17

Tabela: Resumo verificação ELU, Unidades [tf, tf.m]

## ENCAMISAMENTO PILARES: Resultados da combinação nº 1 (F.S. mínimo)

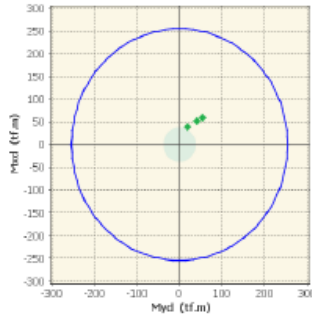


Figura: Diagrama de interação (Comb. 1)

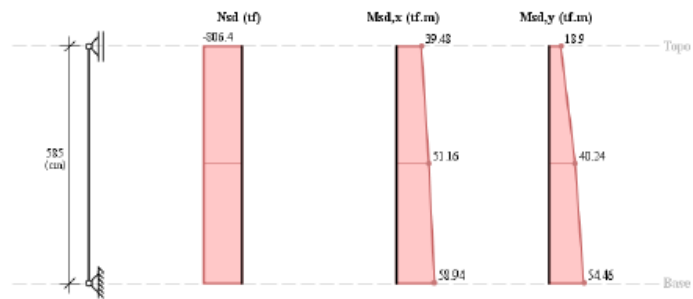


Figura: Esforços solicitantes de cálculo (Comb. 1)

### Determinação dos efeitos locais de 2ª Ordem (Método pilar-padrão com curvatura aproximada)

#### Momentos em torno do eixo x:

Os efeitos locais de 2ª ordem em torno do eixo x foram desprezados por o índice de esbeltez,  $\lambda_x = 22$ , ser menor que o valor limite  $\lambda_{1,x} = 35$ , calculado pela seguinte expressão:

$$\lambda_{1,x} = \frac{25 + 12.5 e_1 / h_y}{\alpha_0} = 30 \geq 35$$

Com:

$$e_1 = M_{1dA} / N_{1d} = 82.52 / 806.4 = 0.10233 \text{ m};$$

$$h_y = 1.06 \text{ m};$$

$$\alpha_0 = 0.60 + 0.40 M_B / M_A = 0.60 + 0.40 (55.27) / 82.52 = 0.86793 \geq 0.40.$$

#### Momentos em torno do eixo y:

Os efeitos locais de 2ª ordem em torno do eixo y foram desprezados por o índice de esbeltez,  $\lambda_y = 22$ , ser menor que o valor limite  $\lambda_{1,y} = 35$ , calculado pela seguinte expressão:

$$\lambda_{1,y} = \frac{25 + 12.5 e_1 / h_x}{\alpha_0} = 35$$

Com:

$$e_1 = M_{1dA} / N_{1d} = 76.24 / 806.4 = 0.09455 \text{ m};$$

$$h_x = 1.06 \text{ m};$$

$$\alpha_0 = 0.60 + 0.40 M_B / M_A = 0.60 + 0.40 (26.46) / 76.24 = 0.73882 \geq 0.40.$$

## ENCAMISAMENTO PILARES: Resultados da combinação n° 2

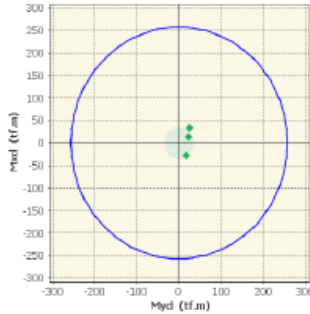


Figura: Diagrama de interação (Comb. 2)

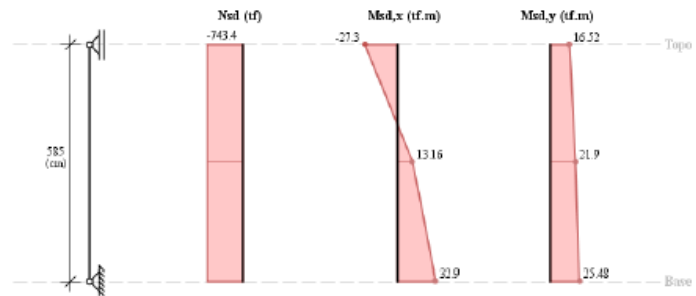


Figura: Esforços solicitantes de cálculo (Comb. 2)

### Determinação dos efeitos locais de 2ª Ordem (Método pilar-padrão com curvatura aproximada)

#### Momentos em torno do eixo x:

Os efeitos locais de 2ª ordem em torno do eixo x foram desprezados por o índice de esbeltez,  $\lambda_x = 22$ , ser menor que o valor limite  $\lambda_{1,x} = 64$ , calculado pela seguinte expressão:

$$\lambda_{1,x} = \frac{25 + 12,5 e_1 / h_y}{\alpha_b} = 64$$

Com:

$$e_1 = M_{1dA} / N_{1d} = 46.06 / 743.4 = 0.06196 \text{ m};$$

$$h_y = 1.06 \text{ m};$$

$$\alpha_b = 0.60 + 0.40 M_B / M_A = 0.60 + 0.40 (-38.22) / 46.06 = 0.26809 \geq 0.40.$$

#### Momentos em torno do eixo y:

Os efeitos locais de 2ª ordem em torno do eixo y foram desprezados por o índice de esbeltez,  $\lambda_y = 22$ , ser menor que o valor limite  $\lambda_{1,y} = 35$ , calculado pela seguinte expressão:

$$\lambda_{1,y} = \frac{25 + 12,5 e_1 / h_x}{\alpha_b} = 30 \geq 35$$

Com:

$$e_1 = M_{1dA} / N_{1d} = 35.67 / 743.4 = 0.04798 \text{ m};$$

$$h_x = 1.06 \text{ m};$$

$$\alpha_b = 0.60 + 0.40 M_B / M_A = 0.60 + 0.40 (23.13) / 35.67 = 0.85934 \geq 0.40.$$

### 3.3. TERAPIAS

#### 3.3.1. MESOESTRUTURA

##### 3.3.1.1. PREPARO DA SUPERFÍCIE PARA TRATAMENTO DE CONCRETO DISGREGADO OU SEGREGADO (NOVO)

Esta metodologia deverá ser aplicada na cortina de entrada do E1.

#### 1. EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E FERRAMENTAS NECESSÁRIOS.

EQUIPAMENTOS	MATERIAIS	FERRAMENTAS /OUTROS
SERRA CIRCULAR (MAKITA) COM DISCO DIAMANTADO (ø 305 mm)	ÁGUA	PONTEIRO / TALHADEIRA
MARTELETE (ELÉTRICO OU HIDRÁULICO)	GIZ (CERA OU ESCOLAR)	MARTELO OU MARRETA
COMPRESSOR COM FILTRO	PRIMER PARA PROTEÇÃO DA ARMADURA	MANGUEIRAS COMBICOS DIRECIONAIS
GERADOR	ANÔDO DE SACRIFÍCIO (OPCIONAL)	RESERVATÓRIO DE ÁGUA
HIDROJATEADORA TIPO "WAP" OU EQUIVALENTE	AÇO CA50	ESCOVAS COM CERDAS DE AÇO
ASPIRADOR DE AR INDUSTRIAL (OPCIONAL)		ESCOVAS OU VASSOURÕES

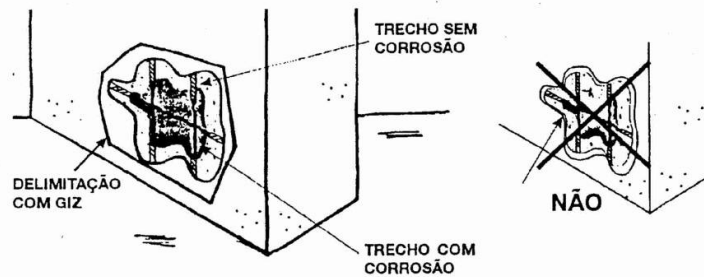
#### 2. LIMPEZA DA SUPERFÍCIE.

A superfície de concreto a ser tratada deve estar limpa e livre de pasta de cimento, resíduo de solo ou outro material que prejudique a visualização da região a ser tratada.

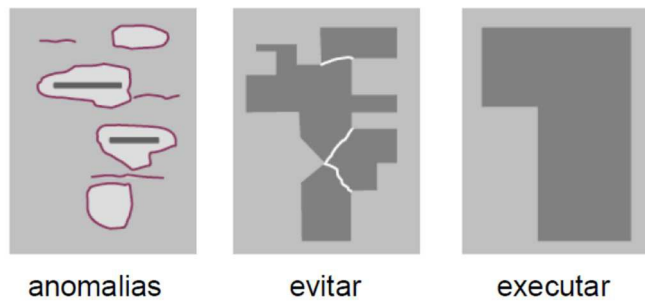
Aplicar jato de água de alta pressão (com ou sem auxílio de ar comprimido) ou lixamento mecânico em toda a superfície do concreto, caso necessário

#### 3. DELIMITAÇÃO DA ÁREA A SER TRATADA.

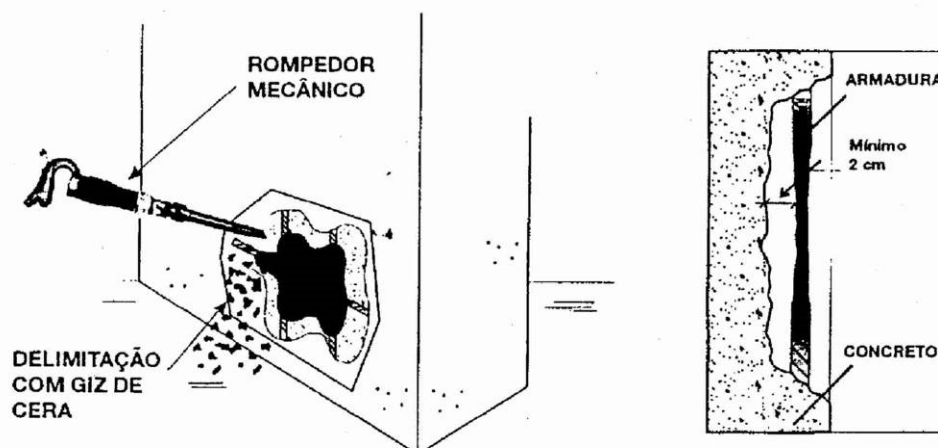
Identificar com giz de cera ou lápis estaca as regiões com anomalias a serem reparadas, criando figuras geométricas retas (quadradas ou retangulares) que envolvam com folga estas áreas. Não utilizar demarcações em figuras circulares ou onduladas (vide imagem a seguir).



Delimitação das regiões a serem reparadas com serra elétrica circular dotada de disco de corte diamantado, tipo Makita, com a profundidade de aproximadamente 1,0 cm. Esta medida pode variar em função do cobrimento das armaduras (estribos), no entanto deve apresentar no mínimo 0,5 cm.



Apicoamento do concreto na superfície, dentro da área delimitada, até o friso formado pelo disco de corte, através de apicoamento manual (ponteiros e marretas leves preferencialmente) ou mecânico (rebarbadores pneumáticos leves de até 6 Kg ou marteletes elétricos), evitando-se o rompimento das bordas do friso.



#### 4. **ESCARIFICAÇÃO ATÉ 3 CM DE PROFUNDIDADE.**

Remover do concreto deteriorado escarificando com ponteiro e marreta, de fora para dentro, evitando golpes bruscos que possam lascas as arestas e áreas adjacentes. Em áreas grandes

(maiores que 1 m<sup>2</sup>) pode-se empregar rebarbador elétrico ou pneumático.



Remover todo material solto até atingir concreto são, deixando a superfície rugosa e coesa com o agregado graúdo visível.

#### **5. ESCARIFICAÇÃO MECÂNICA PARA ESPESSURAS MAIORES QUE 3 CM.**

Este procedimento é recomendado para trabalhos em grandes áreas a serem tratadas, cuidados e medidas preventivas podem ser necessárias para trabalhos em estruturas delgadas e pilares esbeltos.

Remover todo material solto até atingir concreto são, deixando a superfície rugosa e coesa com o agregado graúdo visível. Esta remoção pode ser realizada com martelletes elétricos ou pneumáticos de até 6kg, sendo proibido o uso de picões.

O encarregado da equipe deve supervisionar essa atividade. O corte deverá ser executado de acordo com o projeto, caso existente, ou até uma profundidade que não cause danos à estrutura. Pode ser necessário o escoramento da estrutura para profundidades acima de 10,0cm.

#### **6. LIMPEZA DA SUPERFÍCIE**

Após a remoção do concreto deteriorado, executar a limpeza da área apicoada através lavagem por hidrojateamento ou a seco, com ar comprimido. A superfície deve ficar isenta de partículas e de óleo.

Para ambientes fechados, pode-se utilizar a aspiração dos resíduos através de arpiradores industriais de grande potencia, porém a superfície deverá primeiramente receber escovamento, com escovas ou vassourões, para retirar as partículas mais aderidas na superfície.

#### **7. PREPARO DAS ARMADURAS COM CORROSÃO**

Realizar a limpeza das armaduras (todas as barras, em trechos corroídos), através escovas com cerdas de aço, deixando-as na condição de metal cinza com cor uniforme (grau Sa2 1/2, da norma sueca SIS 5800).

Caso se verifique, em decorrência da oxidação da armadura longitudinal e/ou transversal, uma

redução de seção da barra de aço superior a 20% da nominal e/ou redução do diâmetro em 10% em relação à barra original, deverá ser adicionada para reforço outra barra de mesmo tipo e bitola da existente, observando-se os transpasses mínimos estabelecidos pela norma ABNT NBR 6118:2014.

Para a ancoragem de novas armaduras (estribos suplementares) ao concreto respeitar recomendações contidas na metodologia de reparo específica.

Realizar nova limpeza das superfícies de aço e concreto, com jato de ar comprimido filtrado (isento de óleos, graxas, água, etc.).

## 8. PROTEÇÃO DAS ARMADURAS

### • PROTEÇÃO ATRAVÉS DE PRIMER RICO EM ZINCO

Aplicar proteção através de pintura passivadora das armaduras, composta de primer rico em zinco (zinco metálico puro, com teores superiores a 55% em peso), devendo ser utilizado um dos seguintes produtos ou similares, preparado conforme instruções do fabricante:

- NITOPRIMER ZN - ANCHORTEC
- MASTERSEAL ZINCO PRIMER - BASF
- DENVERPRIMER ZINCO - DENVER GLOBAL.
- MSET ADESIVO EP ZN - MSET/BAUTECH
- VIAPLUS FERROPROTEC - VIAPOL.

Antes da aplicação da camada protetora, não devem existir pontos de ferrugem ou óxido aderente nas barras de aço.

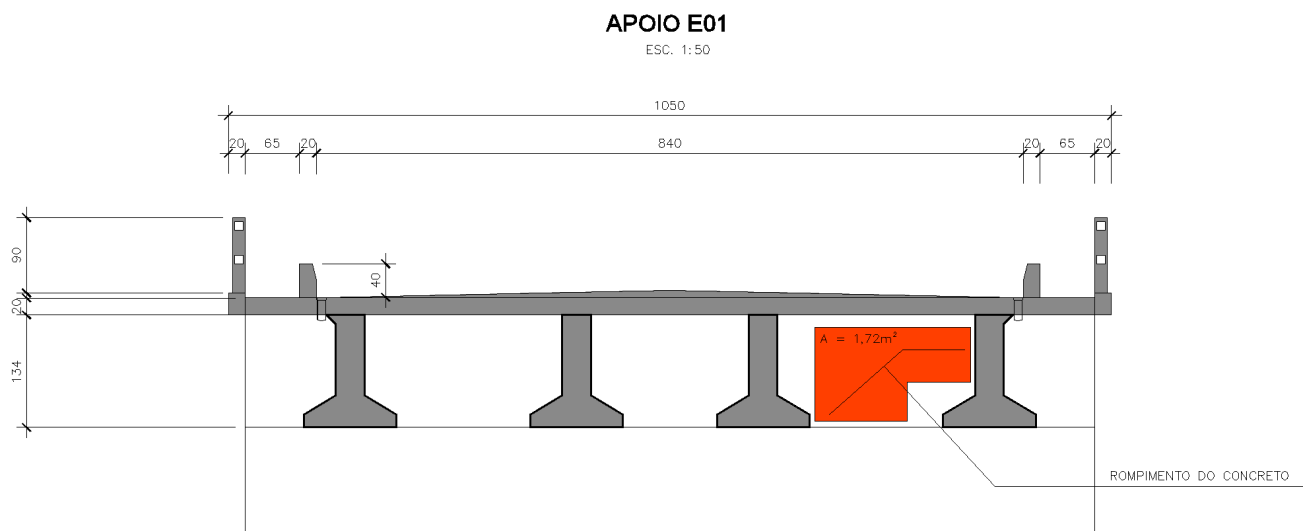
Após a aplicação da pintura, não poderão existir pontos sem perfeita cobertura pela tinta anticorrosiva;

**ATENÇÃO:** Deve ser prevista a instalação dos ânodos de sacrifício em todas as áreas de reparo, principalmente nas juntas entre o concreto novo/antigo, a fim de se evitar o efeito “Halo”. Quando executamos um reparo, na área recuperada passa a existir a camada passiva, protegendo o aço do reparo contra a corrosão. Porém nas regiões adjacentes, o concreto continuará contaminado e a armadura desprotegida ocorrendo, com o tempo, a inversão da pilha. Ou seja, a armadura das regiões adjacentes ao reparo é que passa a corroer. Este processo é conhecido como “Efeito Halo”.

## 9. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

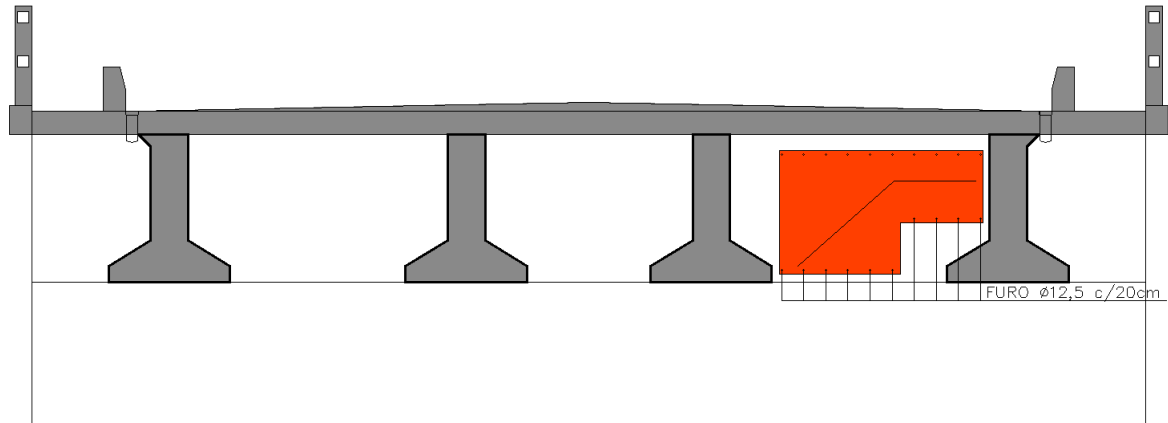
ITEM	ORGÃO	DESCRIÇÃO	UNIDADE
1600438	SICRO	DEMOLIÇÃO DE CONCRETO ARMADO	m <sup>3</sup>
1600408	SICRO	APICOAMENTO MANUAL DO CONCRETO	m <sup>2</sup>
4915639	SICRO	LIMPEZA EM SUPERFÍCIE DE CONCRETO COM ESCOVA DE AÇO	m <sup>2</sup>
3806402	SICRO	LIMPEZA EM SUPERFÍCIE DE CONCRETO COM JATEAMENTO D'ÁGUA SOB PRESSÃO	m <sup>2</sup>
1408020	SICRO	PERFURAÇÃO EM CONCRETO COM MARTELETE ELÉTRICO - D = 12,5 MM	m
0407819	SICRO	ARMAÇÃO EM AÇO CA-50 - FORNECIMENTO, PREPARO E COLOCAÇÃO	Kg
2407972	SICRO	FORNECIMENTO E APLICAÇÃO DE ADESIVO ESTRUTURAL À BASE DE RESINA EPÓXI	Kg
98397	SINAPI	PINTURA ANTICORROSIVA	m <sup>2</sup>
100981	SINAPI	CARGA, MANOBRA E DESCARGA DE ENTULHO EM CAMINHÃO BASCULANTE 6 M <sup>3</sup> - CARGA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAÇAMBA DE 0,80 M <sup>3</sup> / 111 HP) E DESCARGA LIVRE (UNIDADE: M3). AF_07/2020	m <sup>3</sup>

## 10. MEMORIA DE CÁLCULO DAS QUANTIDADES



- DEMOLIÇÃO DE CONCRETO ARMADO:
  - Area = 1,72m<sup>2</sup>
  - Espessura = 0,3m
  - Volume = 0,52m<sup>3</sup>
- APICOAMENTO MANUAL DO CONCRETO:
  - Area = 1,72m<sup>2</sup>

- LIMPEZA DE SUPERFÍCIE COM JATEAMENTO DE ÁGUA SOB PRESSÃO
  - Area = 1,72m<sup>2</sup>
- PERFURAÇÃO EM CONCRETO COM MARTELETE ELETRICO D = 12,5mm



- Número de furos = 20 unidades
  - Comprimento do furo = 0,10m
  - Comprimento total = 20 x 0,1 = 2m
- ARMAÇÃO EM AÇO CA50
    - Prancha de detalhamento = 15,37 kg
  - FORNECIMENTO ESTRUTURAL A BASE DE RESINA EPOXI
    - Número de furos = 20 furos
    - Diâmetros do furo = 12,5mm
    - Comprimento do furo = 15 cm
    - Diâmetro da barra = 10mm
    - Volume de adesivo epóxi =  $(A_f - A_b) \times \text{comprimento} \times N_f = 133,38\text{cm}^3 = 0,0001334\text{m}^3$
    - Peso específico do adesivo epóxi = 1700kg/m<sup>3</sup>
    - Peso de adesivo epóxi = 0,0001334 x 1700 = 0,23kg
  - PINTURA ANTICORROSIVA
    - Area = 1,72m<sup>2</sup>
  - CARGA, MANOBRA E DESCARGA DE ENTULHO EM CAMINHÃO BASCULANTE 6 M<sup>3</sup> - CARGA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAÇAMBA DE 0,80 M<sup>3</sup> / 111 HP) E DESCARGA LIVRE (UNIDADE: M3). AF\_07/2020
    - Volume de demolição = 0,52m<sup>3</sup>

### 3.3.1.2. TRATAMENTO DE CONCRETO DISGREGADO OU SEGREGADO COM ARGAMASSA POLIMÉRICA (PROC 15).

Esta metodologia deverá ser aplicada na cortina de entrada do E1.

#### 1. EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E FERRAMENTAS NECESSÁRIOS.

EQUIPAMENTOS	MATERIAIS	FERRAMENTAS / OUTROS
HIDROJATEADORA (WAP)	ÁGUA	COLHER DE PEDREIRO E DESEMPENADEIRA
FURADEIRA COM HÉLICE MISTURADORA	CIMENTO	PONTEIRO
COMPRESSOR COM FILTRO	EMULSÃO ACRÍLICA	PINCEL OU BROCHA
GERADOR	ARGAMASSA POLIMÉRICA	BALDES / VASILHAS
		ARGAMASSA DEIRA

#### 2. PONTE DE ADERÊNCIA.

- Condição do substrato:
  - ✓ O substrato deve estar limpo e livre de partículas soltas, poeira, óleos, nata de cimento e outros agentes contaminantes.
  - ✓ O substrato deve possuir uma resistência ao arranque superior a 1,5 MPa.
  - ✓ O substrato deve estar rugoso para a aplicação.
  - ✓ Para aplicação do material o substrato deve apresentar a condição superfície saturada seca, ou seja, não apresentar água escorrendo ou empoçada; condição obtida, por aspersão de água potável, 30 minutos antes do início da aplicação da argamassa.
  - ✓ A ponte de aderência deve ser aplicada sobre o substrato já preparado. A argamassa polimérica deve ser aplicada sobre a ponte de aderência ainda fresca (fresco no fresco).
- Preparo da calda / argamassa para ponte de aderência:
  - ✓ As proporções da mistura devem obedecer as especificações do fabricante com relação à diluição recomendada e o traço sugerido: 1 parte de emulsão acrílica e 3 partes de cimento (em volume).
  - ✓ É recomendado primeiramente, a adição de 2/3 da água de amassamento, comum tempo de mistura de dois minutos.
  - ✓ Com o misturador em movimento, adicionar o pó aos poucos, até se constatar uniformidade e homogeneidade do material;
  - ✓ Logo a seguir, adicionar o restante da água até atingir a consistência desejada

e misturar durante cinco minutos;

- ✓ Executar a mistura em misturador de ação forçada ou uma hélice acoplada a furadeira de baixa rotação e, de preferência, o mais próximo possível do local de aplicação;
- ✓ Para reparos com pequenas dimensões ( $a < 0,01m^2$ ), pode-se optar pela aplicação apenas da emulsão acrílica, sem a necessidade do uso da pasta de cimento.
- Produtos a serem aplicados conforme orientação do fabricante:
  - ✓ ANCHORBOND AR - ANCHORTEC.
  - ✓ MASTERFIX C - BASF.
  - ✓ DENVERFIX ACRÍLICO - DENVER GLOBAL.
  - ✓ MSET ACRÍLICO - MSET/BAUTECH.
  - ✓ ZENTRIFIX KMH - MC-BAUCHEMIE.
  - ✓ KZ Acrílico - VIAPOL
- Aplicação da ponte de aderência
  - ✓ Após a execução dos serviços iniciais, proceder à saturação do substrato de concreto com água limpa, deixando-o na condição de “saturada superfície seca” (poros saturados, sem excesso de água na superfície do concreto);
  - ✓ Aplicação, com pincel ou trincha, de ponte de aderência à base de pasta de cimento aditivada sobre toda a superfície, inclusive as bordas.

### **3. RECOMPOSIÇÃO COM ARGAMASSA POLIMÉRICA**

- Condição do substrato:
  - ✓ A argamassa polimérica deve ser aplicada sobre a ponte de aderência ainda fresca (fresco no fresco).
  - ✓ Caso ocorra a secagem da ponte de aderência, deve-se saturar a superfície e aplicar nova camada da ponte.
- Preparo da argamassa – OPÇÃO 1 : ARGAMASSA MONOCOMPONENTE
  - ✓ A argamassa monocomponente é fornecida pré-dosada em sacos e necessita apenas de adição de água na sua composição.
  - ✓ É recomendada primeiramente, a adição de 2/3 da água de amassamento, comum tempo de mistura de dois minutos.
  - ✓ Com o misturador em movimento, adicionar o pó aos poucos, até se constatar uniformidade e homogeneidade do material;
  - ✓ Logo a seguir, adicionar o restante da água ajustando-se a plasticidade da argamassa até obter uma consistência tixotrópica (similar a massa de modelar) e misturar durante três minutos;

- ✓ Executar a mistura em misturador de ação forçada ou uma hélice acoplada a furadeira de baixa rotação e, de preferência, o mais próximo possível do local de aplicação;
- ✓ Adição de água gelada permite um maior tempo de trabalhabilidade;
- Preparo da argamassa – OPÇÃO 2: ARGAMASSA BICOMPONENTE
- ✓ A argamassa bicomponente é fornecida pré-dosada em duas partes: componente 'A' (líquido) em um recipiente e adicionar o componente 'B' (pó). NÃO deve ser adicionada água em sua composição.
- ✓ As embalagens não devem ser fracionadas.
- ✓ É recomendado primeiramente, a adição de 2/3 do componente 'A' (líquido) em um recipiente e adicionar o componente 'B' (pó), sempre com o misturador em movimento, até se obter uma argamassa homogênea.
- ✓ Deve-se utilizar misturador de ação forçada ou uma hélice acoplada a furadeira de baixa rotação;
- ✓ Adicionar o restante do componente 'A', dando continuidade à mistura e ajustando-se a plasticidade da argamassa até obter uma consistência tixotrópica (similar a massa de modelar).
- ✓ O tempo de mistura ideal é de 5 minutos.

- Características das argamassas:

As características mínimas exigidas para as argamassas a serem aplicadas são:

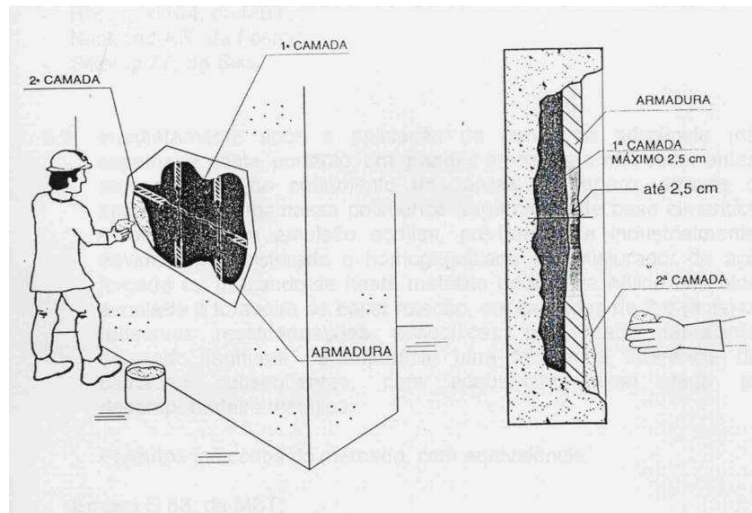
- ✓ Resistência à compressão - NBR 12041:
  - após 1 dia  $\geq 8$  MPa;
  - após 28 dias  $\geq 25$  MPa.
  - após 28 dias > resistência do concreto da estrutura.
- ✓ Resistência ao arrancamento aos 28 dias:
  - aderência (pull off)  $\geq 1,5$  MPa.
- ✓ Módulo de Elasticidade aos 28 dias:
  - $E_c \geq 15$  GPa.
- ✓ espessuras de aplicação:
  - mínima por camada  $\geq 5$  mm;
  - máxima por camada  $\geq 25$  mm ;

- Produtos a serem aplicados conforme orientação do fabricante:

Nome fantasia do produto	Tipo de Material	Fabricante	Resistência mínima à compressão Axial (MPa)			Características e restrições
			1 dia	7 dias	28 dias	
Zentrifix GM2	Argamss. Polim. Monocomponente	Mc Bauchemie	24	40	44	Trabalhabilidade: 30 min espessuras até 50 mm em camadas de 5 mm a 25 mm
Zentrifix CR	Argamss. Polim. Monocomponente, reforç com fibras	Mc Bauchemie	21	43	49	Trabalhabilidade: 30 min espessuras até 100 mm; em camadas de 6 mm a 50 mm não necessita ponte de aderência não necessita protetor contra corrosão
Zentrifix KM250	Argamss. Polim. Monocomponente, reforç com fibras	Mc Bauchemie	25	45	50	Trabalhabilidade: 30 min espessuras até 100 mm em camadas de 5 mm a 50 mm
Trafix S88	Argamss. Polim. Monocomponente, reforç com fibras	Bautech	24	50	60	Trabalhabilidade: 50 min espessuras até 100 mm; não necessita protetor contra corrosão
Sika Monotop 622 BR	Argamss. Polim. Monocomponente, reforç com fibras	Sika	17	25	40	Trabalhabilidade: 40 a 60 min camadas de 10 a 25 mm
Renderoc ER	Argamss. Polim. bicomponente	Anchortec	10	23	28	Trabalhabilidade: 20 min espessuras até 20 mm cor pode diferenciar do restante da estrutura
Denvertec 700	Argamss. Polim. bicomponente	Denver	20	30	40	Trabalhabilidade: 20 a 30 min espessuras até 70 mm em camadas de 15 mm a 25 mm
Argamassa estrutural 250	Argamassa polimérica bicomponente	Otto Baumgart	15	30	36	Trabalhabilidade: 60 min camadas de 5 a 25 mm

Anchormassa S2	Argamassa polimérica bicomponente	Anchortec	15	25	30	Trabalhabilidade: 20 min espessuras até 25 mm cor pode diferenciar do restante da estrutura
Viaplus ST	Argamassa polimérica bicomponente	Viapol	20	41	47	Trabalhabilidade: 120 min espessuras até 100 mm em camadas de 10 mm a 25 mm
Sikatop 122 Plus	Argamss. Polim. bicomponente, reforç com fibras	Sika	20	40	50	Trabalhabilidade: 40 a 60 min camadas de 5 a 25 mm
MasterSet 45	Argamassa de ação química	Basf	41	45	48	espessura máxima de 25 mm acima de 25mm com adição de brita 0 em 1h > 13MPa / em 3 h > 32 MPa Trabalhabilidade: < 30 min não necessita de ponte de aderência; dispensa cura
Viaplus ST Tix	Argamassa polimérica tipo "Dry Pack"	Viapol	10	41	43	Trabalhabilidade: 40 min espessuras até 120 mm em camadas de 10 mm a 25 mm
Argamassa estrutural 240	Argamassa polimérica tipo "Dry Pack"	Otto Baumgart	21	50	68	Trabalhabilidade: 60 min camadas de 30 a 70 mm isenta de retração
Anchormassa Shim	Argamassa polimérica tipo "Dry Pack"	Anchortec	20	35	40	Trabalhabilidade: 40 min camadas de 20 a 100 mm isenta de retração

- Aplicação da argamassa
  - ✓ A argamassa deve ser aplicada em camadas sucessivas, em média variando de 15 a 25 mm de espessura, dependendo do produto aplicado, deve-se pressionar muito bem o material para evitar a formação de vazios e permitir o preenchimento total do interior da cavidade, de modo a atingir, inclusive, a parte atrás das armaduras.



- ✓ a argamassa depois de misturada deve ser integralmente utilizada no tempo máximo indicado pelo fabricante (normalmente variando de 20 a 40 min).
  - ✓ a argamassa que não tiver sido empregada dentro do período definido pelo fabricante, após sua preparação, deve ser rejeitada. Esse prazo pode ser modificado em função da temperatura ambiente.
  - ✓ o material vem racionalmente dosado, deve-se evitar seu fracionamento, ou seja, a condição ideal é de preparar uma área de reparo capaz de consumir volumes múltiplos de um saco a cada operação.
  - ✓ O acabamento superficial deve ser dado com desempenadeira de madeira ou de aço, conforme o desejado;
- Para reparos mais profundos, na faixa dos 6,0 cm de espessura, pode-se aplicar o sistema “dry Pack”, que consiste da aplicação de uma argamassa seca até a

recomposição parcial da seção, com diferença de 1,0 cm para o preenchimento total. Esta argamassa de reparo, do tipo Anchormassa Shim - ANCHORTEC ou VIAPLUSST TIX – VIAPOL ou similar, é aplicada em camadas de 1,0 cm incorporando manualmente brita a argamassa aplicada. Após o endurecimento da Anchormassa Shim, até que não haja marcas com a pressão do dedo, saturar sua superfície e aplicar a argamassa polimérica ANCHORMASSA S2 na espessura final de 1,0 cm.

- Caso necessário, a fiscalização poderá solicitar ao executor dos serviços os seguintes ensaios de controle de qualidade dos materiais e/ou serviços:
  - Aderência ao substrato: como referência a resistência deve ser  $\geq 1,0$  MPa. Utilizar para ensaio a norma ABNT NBR 13528:2010 - Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Determinação da resistência de aderência à tração.
  - Resistência à compressão: como referência os dados do fabricante e utilizar para ensaio a norma ABNT NBR 5739:2018 - Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos.

#### 4. CURA

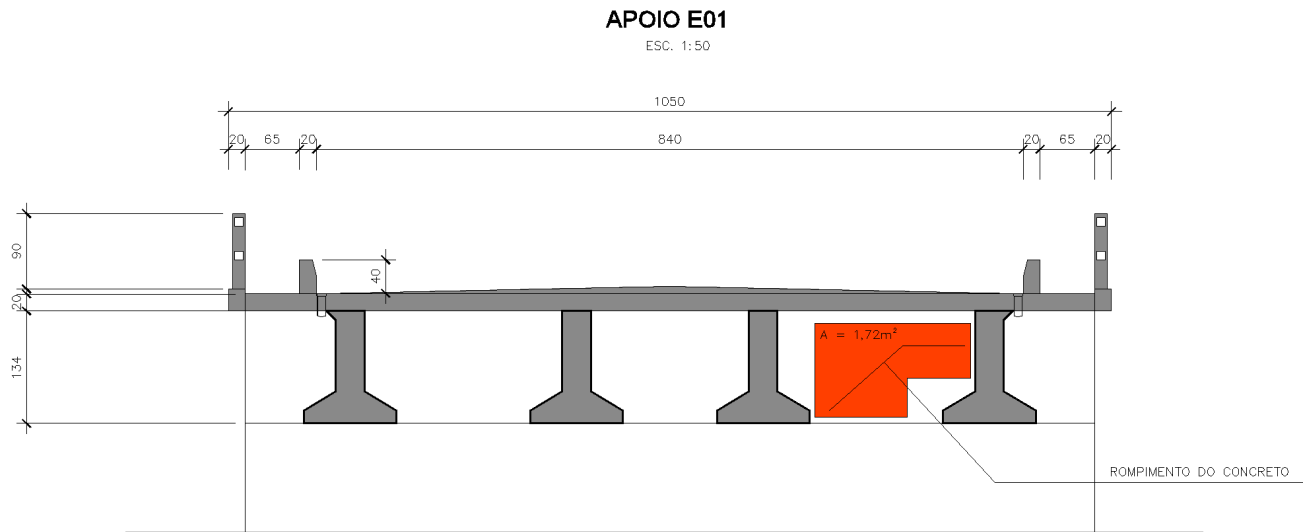
- Recomenda-se que seja úmida, obtida por molhagem constante durante sete dias, ou por aplicação de membrana de cura com pulverizador antes do início da pega, ou com trincha ou rolo após a pega.
- Nas primeiras 36 horas evitar a radiação solar direta através do uso de anteparos.

#### 5. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

ITEM	ORGÃO	DESCRIÇÃO	UNIDADE
3806402	SICRO	LIMPEZA EM SUPERFÍCIE DE CONCRETO COM JATEAMENTO D'ÁGUA SOB PRESSÃO	m <sup>2</sup>
1109680	SICRO	ARGAMASSA PARA REPAROS E GROUTAMENTO	m <sup>3</sup>

#### 6. MEMÓRIA DE CÁLCULO DAS QUANTIDADES

- LIMPEZA DA SUPERFÍCIE DE CONCRETO COM JATEAMENTO D'ÁGUA SOB PRESSÃO:
  - Area = 1,72m<sup>2</sup>



- ARGAMASSA PARA REPAROS EGROUTEAMENTO:
  - Area = 1,72m<sup>2</sup>
  - Espessura = 0,3m
  - Volume = 0,52m<sup>3</sup>

### 3.3.1.3. SUBSTITUIÇÃO DAS LAJES DE TRANSIÇÃO (Limine)

Esta metodologia deverá ser aplicada nas lajes de transições dos encontros E01 e E02.

Em cada laje de transição o serviço deve ser realizado em duas etapas, meia pista, para não interromper o tráfego.

## 11. EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E FERRAMENTAS NECESSÁRIOS.

EQUIPAMENTOS	MATERIAIS	FERRAMENTAS /OUTROS
MARTELETE (ELÉTRICO OU HIDRÁULICO)	ÁGUA	PONTEIRO / TALHADEIRA
COMPRESSOR COM FILTRO	CIMENTO	MARTELO OU MARRETA
GERADOR	AÇO CA 50	BETONEIRA
		BALDES/VASILHAS

## **1. DEMOLIÇÃO DAS LAJES DE TRANSIÇÃO EXISTENTES**

Esta remoção pode ser realizada com martelinhos elétricos ou pneumáticos de até 6kg. O encarregado da equipe deve supervisionar essa atividade.

## **2. LIMPEZA DA SUPERFÍCIE**

Após a remoção do concreto, executar a limpeza da área através lavagem por hidrojateamento ou a seco, com ar comprimido.

## **3. FORMAS**

As formas utilizadas devem ser rígidas e estanques e dispor de um cachimbo ou funil alimentador.

- As formas deverão ser confeccionadas com compensados plastificados ou resinados.
- Para a vedação do sistema de fôrmas podem ser usados selantes ou massa de gesso ou massa de vidraceiro.
- A estanqueidade do sistema deverá ser testada antes do lançamento do material.
- Caso seja necessário, por ocasião da saturação do substrato as formas podem ser retiradas e reinstaladas a seguir.
- As formas devem ser dotadas de “cachimbos”, conforme a posição e tipo de peça a grautear:

## **4. AÇO CA-50**

Posicionamento das armaduras em aço CA50 de acordo com prancha de detalhamento apresentada no Volume II

## **5. CONCRETO FCK = 35MPa**

Após o posicionamento das armaduras deverá ser feito o lançamento do concreto com resistência igual ou superior a 35Mpa.

## **6. CONTROLE TECNOLÓGICO**

A fiscalização poderá solicitar ao executor dos serviços os seguintes ensaios de controle de qualidade dos materiais e/ou serviços:

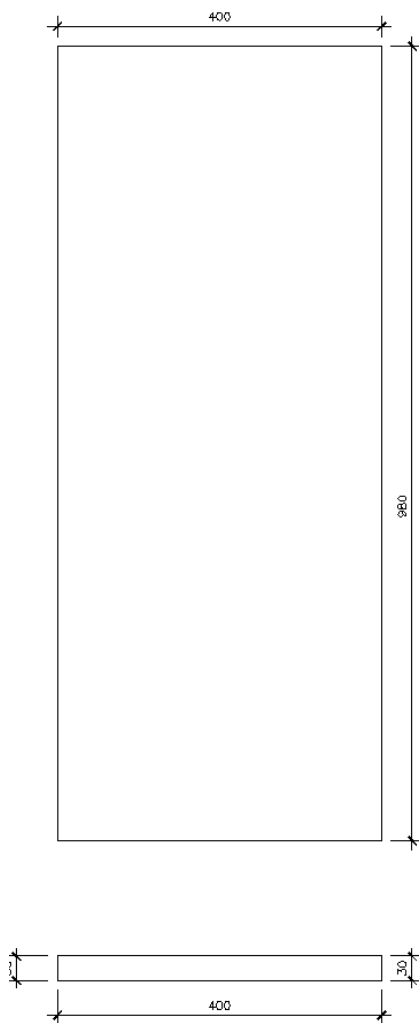
- Resistência à compressão: como referência os dados do fabricante e utilizar para ensaio a norma ABNT NBR 5739:2018 - Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos.
- Homogeneidade do concreto: realizado para a verificação de eventuais vazios e utilizar para ensaio a norma ABNT NBR 8802:2013 - Concreto endurecido - Determinação da velocidade de propagação de onda ultra-sônica.

## 7. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

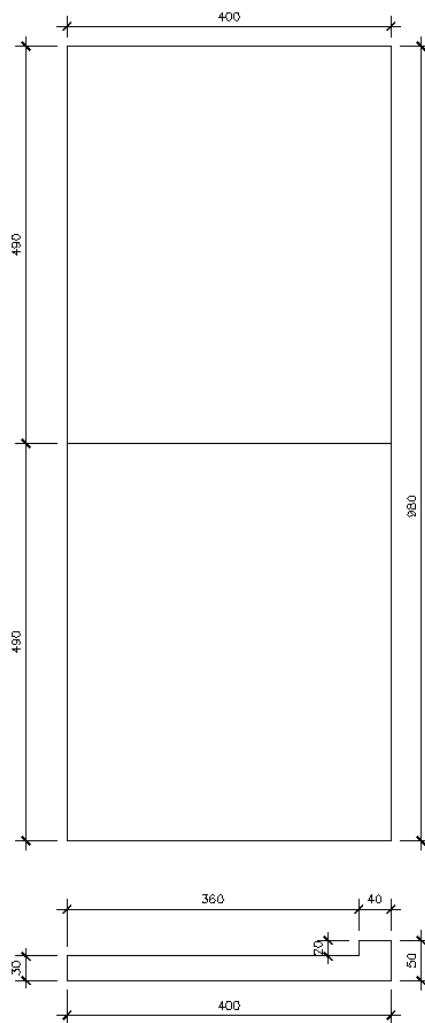
ITEM	ORGÃO	DESCRIÇÃO	UNIDADE
1600438	SICRO	DEMOLIÇÃO DE CONCRETO ARMADO	m <sup>3</sup>
3107995	SICRO	FORMAS DE COMPENSADO RESINADO 10 MM - USO GERAL - UTILIZAÇÃO DE 1 VEZ - CONFEÇÃO, INSTALAÇÃO E RETIRADA	m <sup>2</sup>
0407819	SICRO	ARMAÇÃO EM AÇO CA-50 - FORNECIMENTO, PREPARO E COLOCAÇÃO	Kg
1107904	SICRO	CONCRETO FCK = 35 MPA - CONFEÇÃO EM BETONEIRA E LANÇAMENTO MANUAL - AREIA E BRITA COMERCIAIS	m <sup>3</sup>
100981	SINAPI	CARGA, MANOBRA E DESCARGA DE ENTULHO EM CAMINHÃO BASCULANTE 6 M <sup>3</sup> - CARGA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAÇAMBA DE 0,80 M <sup>3</sup> / 111 HP) E DESCARGA LIVRE (UNIDADE: M3). AF_07/2020	m <sup>3</sup>

## 8. MEMORIA DE CÁLCULO DAS QUANTIDADES

**LAJE DE TRANSIÇÃO EXISTENTE**  
ESC. 1:50



**LAJE DE TRANSIÇÃO A SER EXECUTADA**  
ESC. 1:50



- DEMOLIÇÃO DE CONCRETO ARMADO:
  - Volume =  $4,00 \times 9,80 \times 0,30 \times 2 = 23,52\text{m}^3$
  
- FORMAS DE COMPENSADO:
  - Area =  $20,80 \text{ m}^2$
  
- ARMAÇÃO EM AÇO CA50
  - Prancha de detalhamento = 1.278,97 kg
  
- CONCRETO fck = 35MPa
  - Volume =  $4,00 \times 9,80 \times 0,30 \times 2 = 23,52\text{m}^3$
  
- PINTURA ANTICORROSIVA
  - Area =  $1,72\text{m}^2$
  
- CARGA, MANOBRA E DESCARGA DE ENTULHO EM CAMINHÃO BASCULANTE 6 M<sup>3</sup> - CARGA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAÇAMBA DE 0,80 M<sup>3</sup> / 111 HP) E DESCARGA LIVRE (UNIDADE: M3). AF\_07/2020
  - Volume =  $4,00 \times 9,80 \times 0,30 \times 2 = 23,52\text{m}^3$

### **3.3.1.4. PREENCHIMENTO DE VAZIOS SOB A LAJE DE APROXIMAÇÃO (LIMINE)**

#### **1. EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E FERRAMENTAS NECESSÁRIOS.**

<b>EQUIPAMENTOS</b>	<b>MATERIAIS</b>	<b>FERRAMENTAS / OUTROS</b>
SAPO MECÂNICO OU SOQUETE	ÁGUA	RESERVATÓRIO DE ÁGUA
BETONEIRA	CIMENTO	PÁS E ENXADAS
	AREIA	MANGUEIRAS COM BICOS DIRECIONAIS
	ADITIVO INCORPORADOR DE AR	
	GRAUTE DE ALTA RESISTENCIA INICIAL	

## 2. PREPARO DA ÁREA A SER RECUPERADA

- Preenchimento das aberturas visualizadas entre o terrapleno a estrutura de aproximação por solo cimento (6%), compactado adequadamente. Este item objetiva tampar as aberturas para que não ocorram vazamentos indesejados do material de preenchimento.
- Como está sendo determinada a substituição das lajes de aproximação o material para preenchimento poderá ser inserido após a demolição da laje de transição.

## 3. PREENCHIMENTO COM BRITA

- Após a demolição da laje de transição deverá ser instalado o sistema de drenagem junto a cortina
- Após a instalação do sistema de drenagem deveser realizado o preenchimento por solo cimento (6%).
- A camada inferior a laje de transição, assim como, a camada junto ao sistema de drenagem serão preenchidas com brita graduada.

**IMPORTANTE: Em casos onde exista um “degrau” entre as juntas de dilatação do tabuleiro e das lajes de aproximação, também deverão ser realizados os seguintes serviços:**

- Correção do pavimento sobre a laje de aproximação, incluindo os acostamentos, através da fresagem do pavimento existente e recomposição deste com CBUQ / CONCRETO.
- Correção da altura do berço e instalação de novo sistema de juntas de dilatação.

## 4. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

ITEM	ORGÃO	DESCRIÇÃO	UNIDADE
2004507	SICRO	DRENO PRUFUNDO H = 1,5m INCLUINDO ESCAVAÇÃO E REATERRO	m
2003866	SICRO	APLICAÇÃO DE GEOTEXIL NÃO-TECIDO AGULHADO RT 14	m <sup>2</sup>
2003850	SICRO	LASTRO DE BRITA COMERCIAL	m <sup>3</sup>

## 5. MEMORIA DE CÁLCULO DAS QUANTIDADES



- DRENO PROFUNDO H = 1,5m INCLUINDO ESCAVAÇÃO E REATERRO
  - Comprimento da laje de transição = 9,80m
  - Comprimento total = 2 x 9,80m = 19,60m
- APLICAÇÃO DE GEOTÊXTIL NÃO-TECIDO AGULHADO RT 14
  - Perímetro do dreno D = 150mm = 2 π r = 0,47m
  - Quantidade de geotêxtil = 0,47 x 19,60 = 9,24m<sup>2</sup>
- LASTRO DE BRITA COMERCIAL
  - Volume de brita = 1,73m<sup>2</sup> x 19,60m = 33,90m<sup>3</sup>

### 3.3.1.5. ENCAMISAMENTO DOS PILARES (Limine)

Esta metodologia deverá ser aplicada na cortina de entrada do E1.

#### 1. EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E FERRAMENTAS NECESSÁRIOS.

EQUIPAMENTOS	MATERIAIS	FERRAMENTAS /OUTROS
SERRA CIRCULAR (MAKITA) COM DISCO DIAMANTADO (ø 305 mm)	ÁGUA	PONTEIRO / TALHADEIRA
MARTELETE (ELÉTRICO OU HIDRÁULICO)	PRIMER PARA PROTEÇÃO DA ARMADURA	MARTELO OU MARRETA
COMPRESSOR COM FILTRO	AÇO CA50	MANGUEIRAS COMBICOS DIRECIONAIS
GERADOR	CIMENTO	RESERVATÓRIO DE ÁGUA
HIDROJATEADORA TIPO "WAP" OU EQUIVALENTE	BRITA	ESCOVAS COM CERDAS DE AÇO
ASPIRADOR DE AR INDUSTRIAL (OPCIONAL)		ESCOVAS OUVASSOURÕES
		BETONEIRA

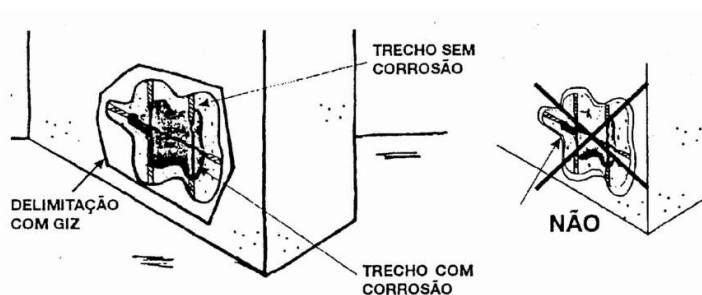
## 2. LIMPEZA DA SUPERFÍCIE.

A superfície de concreto a ser tratada deve estar limpa e livre de pasta de cimento, resíduo de solo ou outro material que prejudique a visualização da região a ser tratada.

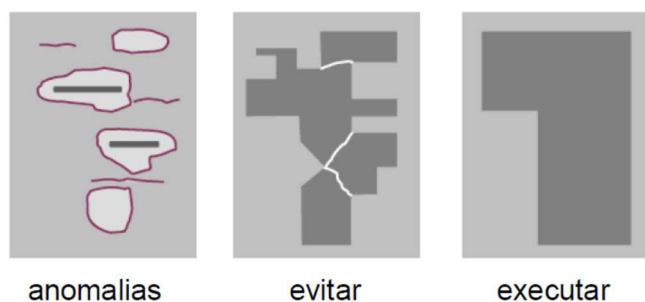
Aplicar jato de água de alta pressão (com ou sem auxílio de ar comprimido) ou lixamento mecânico em toda a superfície do concreto, caso necessário

## 3. DELIMITAÇÃO DA ÁREA A SER TRATADA.

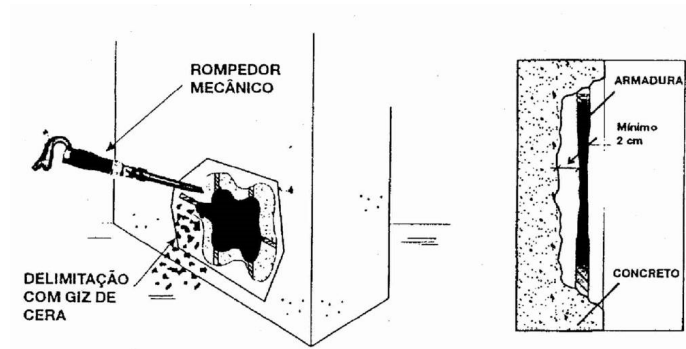
Identificar com giz de cera ou lápis estaca as regiões com anomalias a serem reparadas, criando figuras geométricas retas (quadradas ou retangulares) que envolvam com folga estas áreas. Não utilizar demarcações em figuras circulares ou onduladas (vide imagem a seguir).



Delimitação das regiões a serem reparadas com serra elétrica circular dotada de disco de corte diamantado, tipo Makita, com a profundidade de aproximadamente 1,0 cm. Esta medida pode variar em função do cobrimento das armaduras (estribos), no entanto deve apresentar no mínimo 0,5 cm.



Apicoamento do concreto na superfície, dentro da área delimitada, até o friso formado pelo disco de corte, através de apicoamento manual (ponteiros e marretas leves preferencialmente) ou mecânico (rebarbadores pneumáticos leves de até 6 Kg ou martelões elétricos), evitando-se o rompimento das bordas do friso.



#### 4. ESCARIFICAÇÃO ATÉ 3 CM DE PROFUNDIDADE.

Remover do concreto deteriorado escarificando com ponteiro e marreta, de fora para dentro, evitando golpes bruscos que possam lascas as arestas e áreas adjacentes. Em áreas grandes (maiores que 1 m<sup>2</sup>) pode-se empregar rebarbador elétrico ou pneumático.



Remover todo material solto até atingir concreto são, deixando a superfície rugosa e coesa com o agregado graúdo visível.

#### 5. ESCARIFICAÇÃO MECÂNICA PARA ESPESSURAS MAIORES QUE 3 CM.

Este procedimento é recomendado para trabalhos em grandes áreas a serem tratadas, cuidados e medidas preventivas podem ser necessárias para trabalhos em estruturas delgadas e pilares esbeltos.

Remover todo material solto até atingir concreto são, deixando a superfície rugosa e coesa com o agregado graúdo visível. Esta remoção pode ser realizada com martelões elétricos ou pneumáticos de até 6kg, sendo proibido o uso de picões.

O encarregado da equipe deve supervisionar essa atividade. O corte deverá ser executado de acordo com o projeto, caso existente, ou até uma profundidade que não cause danos à estrutura.

Pode ser necessário o escoramento da estrutura para profundidades acima de 10,0cm.

## **6. LIMPEZA DA SUPERFÍCIE**

Após a remoção do concreto deteriorado, executar a limpeza da área apicoada através lavagem por hidrojateamento ou a seco, com ar comprimido. A superfície deve ficar isenta de partículas e de óleo.

Para ambientes fechados, pode-se utilizar a aspiração dos resíduos através de arpiradores industriais de grande potência, porém a superfície deverá primeiramente receber escovamento, com escovas ou vassourões, para retirar as partículas mais aderidas na superfície.

## **7. PREPARO DAS ARMADURAS COM CORROSÃO**

Realizar a limpeza das armaduras (todas as barras, em trechos corroídos), através escovas com cerdas de aço, deixando-as na condição de metal cinza com cor uniforme (grau Sa2 1/2, da norma sueca SIS 5800).

Caso se verifique, em decorrência da oxidação da armadura longitudinal e/ou transversal, uma redução de seção da barra de aço superior a 20% da nominal e/ou redução do diâmetro em 10% em relação à barra original, deverá ser adicionada para reforço outra barra de mesmo tipo e bitola da existente, observando-se os transpasses mínimos estabelecidos pela norma ABNT NBR 6118:2014.

Para a ancoragem de novas armaduras (estribos suplementares) ao concreto respeitar recomendações contidas na metodologia de reparo específica.

Realizar nova limpeza das superfícies de aço e concreto, com jato de ar comprimido filtrado (isento de óleos, graxas, água, etc.).

## **8. PROTEÇÃO DAS ARMADURAS**

### **• PROTEÇÃO ATRAVÉS DE PRIMER RICO EM ZINCO**

Aplicar proteção através de pintura passivadora das armaduras, composta de primer rico em zinco (zinco metálico puro, com teores superiores a 55% em peso), devendo ser utilizado um dos seguintes produtos ou similares, preparado conforme instruções do fabricante:

- NITOPRIMER ZN - ANCHORTEC
- MASTERSEAL ZINCO PRIMER - BASF
- DENVERPRIMER ZINCO - DENVER GLOBAL.
- MSET ADESIVO EP ZN - MSET/BAUTECH
- VIAPLUS FERROPROTEC - VIAPOL.

Antes da aplicação da camada protetora, não devem existir pontos de ferrugem ou óxido aderente nas barras de aço.

Após a aplicação da pintura, não poderão existir pontos sem perfeita cobertura pela tinta anticorrosiva;

**ATENÇÃO:** Deve ser prevista a instalação dos ânodos de sacrifício em todas as áreas de reparo, principalmente nas juntas entre o concreto novo/antigo, a fim de se evitar o efeito “Halo”. Quando executamos um reparo, na área recuperada passa a existir a camada passiva, protegendo o aço do reparo contra a corrosão. Porém nas regiões adjacentes, o concreto continuará contaminado e a armadura desprotegida ocorrendo, com o tempo, a inversão da pilha. Ou seja, a armadura das regiões adjacentes ao reparo é que passa a corroer. Este processo é conhecido como “Efeito Halo”.

## 9. AÇO CA-50

Posicionamento das armaduras em aço CA50 de acordo com prancha de detalhamento apresentada no Volume II

## 10. FORMAS

As formas utilizadas devem ser rígidas e estanques e dispor de um cachimbo ou funil alimentador.

- As formas deverão ser confeccionadas com compensados plastificados ou resinados.
- Para a vedação do sistema de fôrmas podem ser usados selantes ou massa de gesso ou massa de vidraceiro.
- A estanqueidade do sistema deverá ser testada antes do lançamento do material.
- Caso seja necessário, por ocasião da saturação do substrato as formas podem ser retiradas e reinstaladas a seguir.
- As formas devem ser dotadas de “cachimbos”, conforme a posição e tipo de peça a grautear:

## 11. CONCRETO FCK = 35MPa

Após o posicionamento das armaduras deverá ser feito o lançamento do concreto com resistência igual ou superior a 35Mpa.

## 12. CONTROLE TECNOLÓGICO

A fiscalização poderá solicitar ao executor dos serviços os seguintes ensaios de controle de qualidade dos materiais e/ou serviços:

- Resistência à compressão: como referência os dados do fabricante e utilizar para ensaio a norma ABNT NBR 5739:2018 - Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos.

- Homogeneidade do concreto: realizado para a verificação de eventuais vazios e utilizar para ensaio a norma ABNT NBR 8802:2013 - Concreto endurecido - Determinação da velocidade de propagação de onda ultra-sônica.

## 9. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

ITEM	ORGÃO	DESCRIÇÃO	UNIDADE
1600408	SICRO	APICOAMENTO MANUAL DO CONCRETO	m <sup>2</sup>
4915639	SICRO	LIMPEZA EM SUPERFÍCIE DE CONCRETO COM ESCOVA DE AÇO	m <sup>2</sup>
3806402	SICRO	LIMPEZA EM SUPERFÍCIE DE CONCRETO COM JATEAMENTO D'ÁGUA SOB PRESSÃO	m <sup>2</sup>
1408142	SICRO	PERFURAÇÃO EM CONCRETO COM MARTELETE ELÉTRICO - D = 32 MM	m
98397	SINAPI	PINTURA ANTICORROSIVA	m <sup>2</sup>
2407972	SICRO	FORNECIMENTO E APLICAÇÃO DE ADESIVO ESTRUTURAL À BASE DE RESINA EPÓXI	Kg
3107995	SICRO	FORMAS DE COMPENSADO RESINADO 10 MM - USO GERAL - UTILIZAÇÃO DE 1 VEZ - CONFEÇÃO, INSTALAÇÃO E RETIRADA	m <sup>2</sup>
0407819	SICRO	ARMAÇÃO EM AÇO CA-50 - FORNECIMENTO, PREPARO E COLOCAÇÃO	Kg
1107904	SICRO	CONCRETO FCK = 35 MPA - CONFEÇÃO EM BETONEIRA E LANÇAMENTO MANUAL - AREIA E BRITA COMERCIAIS	m <sup>3</sup>

## 10. MEMORIA DE CÁLCULO DAS QUANTIDADES

- APICOAMENTO MANUAL DO CONCRETO
  - Diâmetro do pilar = 0,90m
  - Perímetro do pilar =  $2\pi r = 2,83m$
  - Altura = 5,35m
  - Quantidades de pilares por apoio = 2
  - Quantidades de apoios com encamisamento = 5
  - Área de apicoamento =  $2,83 \times 5,35 \times 2 \times 5 = 151,27m^2$
- LIMPEZA DA SUPERFÍCIE COM ESCOVA DE AÇO
  - Diâmetro do pilar = 0,90m
  - Perímetro do pilar =  $2\pi r = 2,83m$
  - Altura = 5,35m
  - Quantidades de pilares por apoio = 2
  - Quantidades de apoios com encamisamento = 5
  - Área de limpeza =  $2,83 \times 5,35 \times 2 \times 5 = 151,27m^2$

- LIMPEZA DA SUPERFÍCIE COM JATEAMENTO DE ÁGUA
  - Diâmetro do pilar = 0,90m
  - Perímetro do pilar =  $2\pi r = 2,83\text{m}$
  - Altura = 5,35m
  - Quantidades de pilares por apoio = 2
  - Quantidades de apoios com encamisamento = 5
  - Área de limpeza =  $2,83 \times 5,35 \times 2 \times 5 = 151,27\text{m}^2$
  
- APLICAÇÃO DE PINTURA ANTICORROSIVA
  - Diâmetro do pilar = 0,90m
  - Perímetro do pilar =  $2\pi r = 2,83\text{m}$
  - Altura = 5,35m
  - Quantidades de pilares por apoio = 2
  - Quantidades de apoios com encamisamento = 5
  - Área de pintura =  $2,83 \times 5,35 \times 2 \times 5 = 151,27\text{m}^2$
  
- PERFURAÇÃO EM CONCRETO D = 32mm
  - Número de furos por pilar (prancha de detalhamento) = 15 unidades
  - Profundidade do furo = 0,10m
  - Profundidade total de furos =  $15 \times 0,10 = 1,50\text{m}$
  
- FORNECIMENTO E APLICAÇÃO DE ADESIVO A BASE DE RESINA EPOXI
  - Diâmetro do furo = 32mm
  - Área do furo =  $0,0008\text{m}^2$
  - Diâmetro da barra = 25mm
  - Área da barra =  $0,00049\text{m}^2$
  - Área de aplicação da resina =  $0,0008 - 0,00049 = 0,00031\text{m}^2$
  - Comprimento do furo = 0,10m
  - Volume de resina =  $0,00031 \times 0,10 = 0,000031\text{m}^3$
  - Número de furos =  $15 \times 2 \times 5 = 150$
  - Peso específico da resina =  $1700 \text{ kg/m}^3$
  - Peso de resina =  $0,000031 \times 150 \times 1700 = 7,905\text{kg}$
  
- FORMAS DE COMPENSADO
  - Diâmetro do pilar = 0,90m
  - Perímetro do pilar =  $2\pi r = 2,83\text{m}$
  - Altura = 5,35m

- Quantidades de pilares por apoio = 2
- Quantidades de apoios com encamisamento = 5
- Area de formas =  $2,83 \times 5,35 \times 2 \times 5 = 151,27\text{m}^2$
  
- ARMAÇÃO DE AÇO CA50
  - Prancha de detalhamento = 4.903,60kg
  
- CONCRETO FCK 35Mpa
  - Diâmetro pilar existente = 0,90m
  - Area do pilar existente =  $\pi r^2 = 0,64\text{m}^2$
  - Diâmetro final do pilar = 1,06m
  - Area do pilar =  $\pi r^2 = 0,88\text{m}^2$
  - Area do encamisamento =  $0,88 - 0,64 = 0,24\text{m}^2$
  - Altura = 5,35m
  - Quantidades de pilares por apoio = 2
  - Quantidades de apoios com encamisamento = 5
  - Volume de concreto =  $0,24 \times 5,35 \times 2 \times 5 = 12,84\text{m}^3$

### 3.3.1.6. SUBSTITUIÇÃO DOS APARELHOS DE APOIO (Limine)

#### 1. ESTRUTURA PARA MACAQUEAMENTO DOS APARELHOS DE APOIO

##### DEFINIÇÃO:

Estrutura projetada para possibilitar o macaqueamento dos apoios. Será formada por consoles metálicos posicionados nas travessas sob as longarinas, conforme indicado no projeto.

##### MATERIAIS:

O console será realizado em estrutura metálica.

##### EXECUÇÃO:

- Montagem do console: o console será soldado com chapas de 32mm dimensões de acordo com o projeto.
- Para a fixação do console na travessa serão realizados furos no concreto, profundidade, diâmetro e quantidade indicados no projeto.
- console será posicionado conforme indicado no projeto.
- Nos furos executados serão utilizados chumbadores químicos para a fixação dos parafusos.

## 2. MACAQUEAMENTO DOS APARELHOS DE APOIO

### DEFINIÇÃO:

O serviço de macaqueamento se refere a instalação, posicionamento e elevação do tabuleiro.

### MATERIAIS:

Macaco hidráulico e bomba hidráulica.

### EXECUÇÃO:

- Posicionamento do macaco no console;
- Elevação da estrutura;
- Devolução da estrutura a altura original;
- Remoção do equipamento.

## 3. APARELHOS DE APOIO EM NEOPRENE FRETADO

Os aparelhos de apoio existentes serão substituídos por aparelhos de apoio em neoprene fretado, para a substituição dos aparelhos de apoio a estrutura será macaqueada conforme indicado nas pranchas de detalhamento.

### DEFINIÇÃO:

Aparelhos de apoio são dispositivos que fazem a transição entre a superestrutura e a mesoestrutura ou a infra-estrutura, nas pontes não aporticadas; as três principais funções dos aparelhos de apoio são:

transmitir as cargas da superestrutura à mesoestrutura ou à infra-estrutura;

permitir os movimentos longitudinais da superestrutura, devidos à retração própria da superestrutura e aos efeitos da temperatura, expansão e retração;

permitir as rotações da superestrutura, motivadas pelas deflexões provocadas pela carga permanente e pela carga móvel.

### MATERIAIS:

Os aparelhos de apoio de elastômero, mais conhecidos como aparelhos de apoio de neoprene, são constituídos de um bloco de elastômero vulcanizado, que pode ser reforçado por uma ou mais chapas de aço, aparelho fretado, ou não, aparelho de apoio de elastômero simples, conforme definido em projeto.

Os aparelhos de apoio de neoprene fretado são constituídos de chapas finas de aço, quimicamente aderidas ao elastômero durante a vulcanização, regulamentadas pela NBR 19783:2015 com as

seguintes características:

- composição: - policloroprene > 60%; - negro de fumo < 25%; - aditivos < 15% .
- tolerâncias geométricas:
  - dimensões em planta: (a,b) = a = a ± 5 mm, b = b ± 5mm;
  - camadas do elastômero: h = h\*(1 ± 15%);
  - paralelismo da fretagem, em qualquer ponto: h = h ± 1 mm; - cobertura, em qualquer ponto: 2 mm < cobertura < 4 mm; - módulo de deformação: 1,0 ± 0,20 MPa.
- grandezas físicas:
  - dureza Shore A: 60o ± 5o , na escala Shore “A”
  - ASTM D 2240(2), DIN 53505(3), NBR 7318(4);
  - ruptura mínima: 15 MPa;
  - alongamento de ruptura: 350%.
- variações aceitáveis para envelhecimento acelerado em estufa:
  - para dureza: ± 5o, na escala Shore “A”;
  - para ruptura: -15%;
  - para alongamento: 40%.
- envelhecimento acelerado em ozônio:
  - não deve apresentar trincas ou fendas na observação com lupa que permita aumento da ordem de 7 vezes.
  - deformação permanente: 25%;
  - limite de escoamento do aço: > 20 kgf/mm<sup>2</sup> ;
  - limite de ruptura do aço: > 30 kgf/mm<sup>2</sup> ; - alongamento de ruptura do aço: > 25%.

## EXECUÇÃO:

- A interface de contato dos aparelhos de apoio com a estrutura deve ser limpa.
- nivelamento deverá ser feito através de berços em argamassa grouting, devendo atender as especificações de projeto quanto a posição, espessura e material.
- Deverá ser realizado o posicionamento do aparelho de apoio conforme sua locação em planta.

#### 4. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

ITEM	ORGÃO	DESCRIÇÃO	UNIDADE
3806431	SICRO	PLACA DE AÇO DE APOIO PARA PROTENSÃO EXTERNA EM REFORÇO DE VIGA DE OAE	kg
		TIRANTE MONOBARRA DE AÇO – D = 44mm	m
		PORCA SEXTAVADA DE 73x80mm PARA ANCORAGEM DE TIRANTE	m
1408145	SICRO	PERFURAÇÃO EM CONCRETO COM MARTELETE ELÉTRICO - D = 52 MM	m
2407972	SICRO	FORNECIMENTO E APLICAÇÃO DE ADESIVO ESTRUTURAL À BASE DE RESINA EPÓXI	Kg
3806418	SICRO	ELEVAÇÃO DE ESTRUTURAS DE 980 A 1.470 KN PARA SUBSTITUIÇÃO DE APARELHO DE APOIO COM A UTILIZAÇÃO DE MACACO HIDRÁULICO	unid
0307731	SICRO	APARELHO DE APOIO DE NEOPRENE FRETADO PARA ESTRUTURAS MOLDADAS NO LOCAL - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	dm <sup>3</sup>

#### 5. MEMORIA DE CÁLCULO DAS QUANTIDADES

##### Substituição dos aparelhos de apoio - Encontros

2408149 SICRO ESTRUTURA EM CHAPA DE AÇO ASTM A36 CORTE, SOLDA E MONTAGEM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO

Peso para um console (planta de detalhamento) =	160,05	kg
Numero de apoios =	8	unidades
Numero de utilizações por console =	1	
Numero de consoles =	8	unidades
Peso total =	1280,4	kg

1408142 SICRO PERFURAÇÃO EM CONCRETO COM COROA DIAMANTADA - D = 32 MM

Numero de furos por apoios =	18	unidades
Numero de apoios =	8	unidades
Comprimento do furo =	0,3	m
Comprimento total =	43,2	m

407740 SICRO CHUMBADOR TIPO ESPERA EM AÇO CA-25 PARA FIXAÇÃO DE ESTRUTURA METÁLICA EM CONCRETO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO

Numero de chumbadores por apoios =	18	unidades
Numero de apoios =	8	unidades
Comprimento do chumbador =	0,25	m
Comprimento total =	36	m
Peso total =	138,708	kg

2407972 SICRO FORNECIMENTO E APLICAÇÃO DE ADESIVO ESTRUTURAL A BASE DE RESINA EPOXI

Numero de furos =	144	furos
Diametro do furo =	32	mm
Area do furo =	0,0008	m <sup>2</sup>
Comprimento do furo (b) =	0,3	m
Diametro da barra =	25	mm
Area do furo =	0,00049	m <sup>2</sup>
Volume de adesivo epoxi = (af - ab) x b x Nf =	0,013392	m <sup>3</sup>
Peso especifico do adesivo epoxi =	1700	kg/m <sup>3</sup>
Peso de adesivo epoxi =	22,7664	kg

3806418 SICRO ELEVAÇÃO DE ESTRUTURAS DE 980 A 1.470 KN PARA SUBSTITUIÇÃO DE APARELHO DE APOIO COM A UTILIZAÇÃO DE MACACO HIDRÁ

Numero de apoios em encontros =	2	
Numero de consoles por encontro =	4	
Numero total de consoles =	8	unidade

307731 SICRO APARELHO DE APOIO DE NEOPRENE FRETADO PARA ESTRUTURAS MOLDADAS NO LOCAL - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO

Largura =	3,5	dm
Comprimento =	4,5	dm
Altura =	0,5	dm
Quantidade =	8	unidade
Volume =	63	dm <sup>3</sup>

**Substituição dos aparelhos de apoio - Apoios centrais**

2408149 SICRO ESTRUTURA EM CHAPA DE AÇO ASTM A36 CORTE, SOLDA E MONTAGEM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO

Peso para um console (planta de detalhamento) =	160,05	kg
Numero de apoios =	80	unidades
Numero de utilizações por console =	1	
Numero de consoles =	80	unidades
Peso total =	12804	kg

1408142 SICRO PERFURAÇÃO EM CONCRETO COM COROA DIAMANTADA - D = 32 MM

Numero de furos por apoios =	18	unidades
Numero de apoios =	80	unidades
Comprimento do furo =	0,3	m
Comprimento total =	432	m

407740 SICRO CHUMBADOR TIPO ESPERA EM AÇO CA-25 PARA FIXAÇÃO DE ESTRUTURA METÁLICA EM CONCRETO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO

Numero de chumbadores por apoios =	18	unidades
Numero de apoios =	80	unidades
Comprimento do chumbador =	0,25	m
Comprimento total =	360	m
Peso total =	1387,08	kg

2407972 SICRO FORNECIMENTO E APLICAÇÃO DE ADESIVO ESTRUTURAL A BASE DE RESINA EPOXI

Numero de furos =	1440	furos
Diametro do furo =	32	mm
Area do furo =	0,0008	m <sup>2</sup>
Comprimento do furo (b) =	0,3	m
Diametro da barra =	25	mm
Area do furo =	0,00049	m <sup>2</sup>
Volume de adesivo epoxi = (af - ab) x b x Nf =	0,13392	m <sup>3</sup>
Peso especifico do adesivo epoxi =	1700	kg/m <sup>3</sup>
Peso de adesivo epoxi =	227,664	kg

3806418 SICRO ELEVAÇÃO DE ESTRUTURAS DE 980 A 1.470 KN PARA SUBSTITUIÇÃO DE APARELHO DE APOIO COM A UTILIZAÇÃO DE MACACO HIDRÁ

Numero de apoios =	10	
Numero de consoles por apoio =	8	
Numero total de consoles =	80	unidade

307731 SICRO APARELHO DE APOIO DE NEOPRENE FRETADO PARA ESTRUTURAS MOLDADAS NO LOCAL - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO

Largura =	3,5	dm
Comprimento =	4,5	dm
Altura =	0,5	dm
Quantidade =	80	unidade
Volume =	630	dm <sup>3</sup>

### 3.3.2. SUPERESTRUTURA

#### 3.3.2.1. PREPARO DA SUPERFÍCIE PARA TRATAMENTO DE CONCRETO DISGREGADO OU SEGREGADO (NOVO)

Esta metodologia deverá ser aplicada nas vigas longarinas VL33 a VL40.

##### 1. EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E FERRAMENTAS NECESSÁRIOS.

EQUIPAMENTOS	MATERIAIS	FERRAMENTAS /OUTROS
SERRA CIRCULAR (MAKITA) COM DISCO DIAMANTADO (ø 305 mm)	ÁGUA	PONTEIRO / TALHADEIRA
MARTELETE (ELÉTRICO OU HIDRÁULICO)	GIZ (CERA OU ESCOLAR)	MARTELO OU MARRETA
COMPRESSOR COM FILTRO	PRIMER PARA PROTEÇÃO DA ARMADURA	MANGUEIRAS COMBICOS DIRECIONAIS
GERADOR	ANÔDO DE SACRIFÍCIO (OPCIONAL)	RESERVATÓRIO DE ÁGUA
HIDROJATEADORA TIPO "WAP" OU EQUIVALENTE	AÇO CA50	ESCOVAS COM CERDAS DE AÇO
ASPIRADOR DE AR INDUSTRIAL (OPCIONAL)		ESCOVAS OUVASSOURÕES

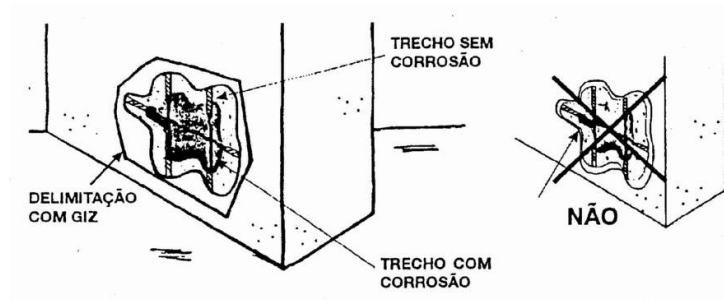
##### 2. LIMPEZA DA SUPERFÍCIE.

A superfície de concreto a ser tratada deve estar limpa e livre de pasta de cimento, resíduo de solo ou outro material que prejudique a visualização da região a ser tratada.

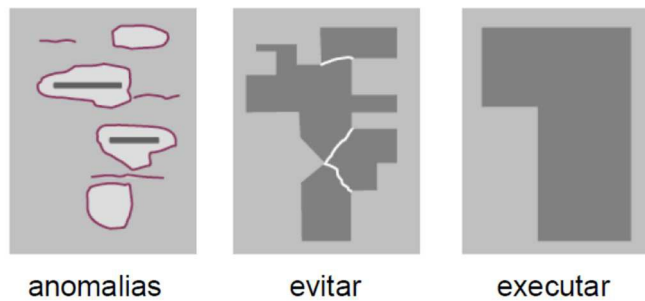
Aplicar jato de água de alta pressão (com ou sem auxílio de ar comprimido) ou lixamento mecânico em toda a superfície do concreto, caso necessário

##### 3. DELIMITAÇÃO DA ÁREA A SER TRATADA.

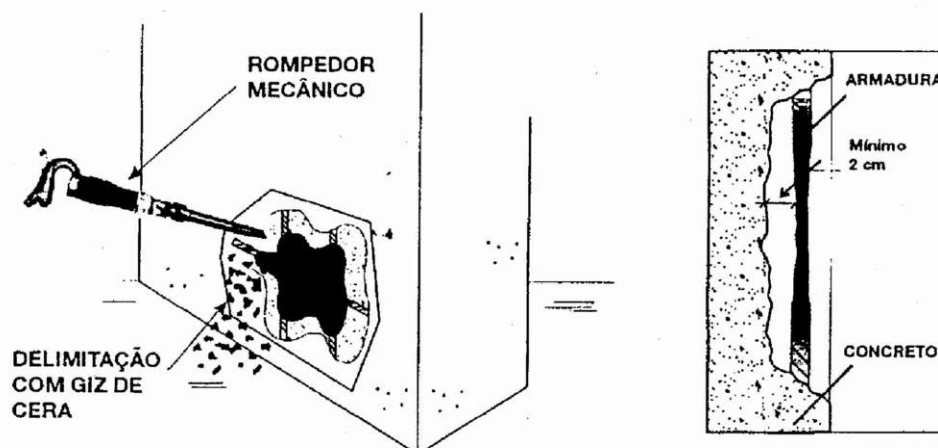
Identificar com giz de cera ou lápis estaca as regiões com anomalias a serem reparadas, criando figuras geométricas retas (quadradas ou retangulares) que envolvam com folga estas áreas. Não utilizar demarcações em figuras circulares ou onduladas (vide imagem a seguir).



Delimitação das regiões a serem reparadas com serra elétrica circular dotada de disco de corte diamantado, tipo Makita, com a profundidade de aproximadamente 1,0 cm. Esta medida pode variar em função do cobrimento das armaduras (estribos), no entanto deve apresentar no mínimo 0,5 cm.



Apicoamento do concreto na superfície, dentro da área delimitada, até o friso formado pelo disco de corte, através de apicoamento manual (ponteiros e marretas leves preferencialmente) ou mecânico (rebarbadores pneumáticos leves de até 6 Kg ou marteletes elétricos), evitando-se o rompimento das bordas do friso.



#### 4. ESCARIFICAÇÃO ATÉ 3 CM DE PROFUNDIDADE.

Remover do concreto deteriorado escarificando com ponteiro e marreta, de fora para dentro, evitando golpes bruscos que possam lascas as arestas e áreas adjacentes. Em áreas grandes (maiores que 1 m<sup>2</sup>) pode-se empregar rebarbador elétrico ou pneumático.



Remover todo material solto até atingir concreto são, deixando a superfície rugosa e coesa com o agregado graúdo visível.

#### 5. ESCARIFICAÇÃO MECÂNICA PARA ESPESSURAS MAIORES QUE 3 CM.

Este procedimento é recomendado para trabalhos em grandes áreas a serem tratadas, cuidados e medidas preventivas podem ser necessárias para trabalhos em estruturas delgadas e pilares esbeltos.

Remover todo material solto até atingir concreto são, deixando a superfície rugosa e coesa com o agregado graúdo visível. Esta remoção pode ser realizada com marteletes elétricos ou pneumáticos de até 6kg, sendo proibido o uso de picões.

O encarregado da equipe deve supervisionar essa atividade. O corte deverá ser executado de acordo com o projeto, caso existente, ou até uma profundidade que não cause danos à estrutura. Pode ser necessário o escoramento da estrutura para profundidades acima de 10,0cm.

#### 6. LIMPEZA DA SUPERFÍCIE

Após a remoção do concreto deteriorado, executar a limpeza da área apicoada através lavagem por hidrojateamento ou a seco, com ar comprimido. A superfície deve ficar isenta de partículas e de óleo.

Para ambientes fechados, pode-se utilizar a aspiração dos resíduos através de arpiradores industriais de grande potencia, porém a superfície deverá primeiramente receber escovamento, com escovas ou vassourões, para retirar as partículas mais aderidas na superfície.

## 7. PREPARO DAS ARMADURAS COM CORROSÃO

Realizar a limpeza das armaduras (todas as barras, em trechos corroídos), através escovas com cerdas de aço, deixando-as na condição de metal cinza com cor uniforme (grau Sa2 1/2, da norma sueca SIS 5800).

Caso se verifique, em decorrência da oxidação da armadura longitudinal e/ou transversal, uma redução de seção da barra de aço superior a 20% da nominal e/ou redução do diâmetro em 10% em relação à barra original, deverá ser adicionada para reforço outra barra de mesmo tipo e bitola da existente, observando-se os transpasses mínimos estabelecidos pela norma ABNT NBR 6118:2014.

Para a ancoragem de novas armaduras (estribos suplementares) ao concreto respeitar recomendações contidas na metodologia de reparo específica.

Realizar nova limpeza das superfícies de aço e concreto, com jato de ar comprimido filtrado (isento de óleos, graxas, água, etc.).

## 8. PROTEÇÃO DAS ARMADURAS

### • PROTEÇÃO ATRAVÉS DE PRIMER RICO EM ZINCO

Aplicar proteção através de pintura passivadora das armaduras, composta de primer rico em zinco (zinco metálico puro, com teores superiores a 55% em peso), devendo ser utilizado um dos seguintes produtos ou similares, preparado conforme instruções do fabricante:

- NITOPRIMER ZN - ANCHORTEC
- MASTERSEAL ZINCO PRIMER - BASF
- DENVERPRIMER ZINCO - DENVER GLOBAL.
- MSET ADESIVO EP ZN - MSET/BAUTECH
- VIAPLUS FERROPROTEC - VIAPOL.

Antes da aplicação da camada protetora, não devem existir pontos de ferrugem ou óxido aderente nas barras de aço.

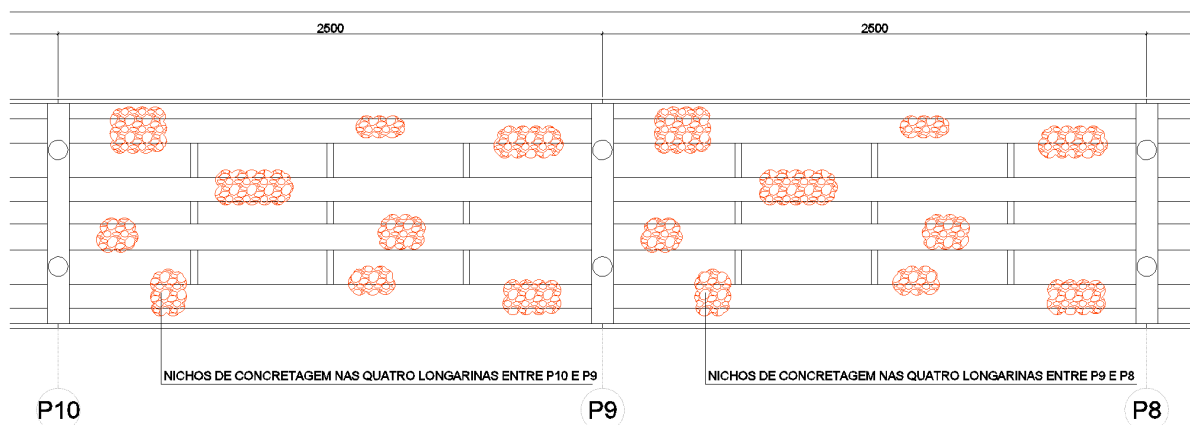
Após a aplicação da pintura, não poderão existir pontos sem perfeita cobertura pela tinta anticorrosiva;

**ATENÇÃO:** Deve ser prevista a instalação dos ânodos de sacrifício em todas as áreas de reparo, principalmente nas juntas entre o concreto novo/antigo, a fim de se evitar o efeito “Halo”. Quando executamos um reparo, na área recuperada passa a existir a camada passiva, protegendo o aço do reparo contra a corrosão. Porém nas regiões adjacentes, o concreto continuará contaminado e a armadura desprotegida ocorrendo, com o tempo, a inversão da pilha. Ou seja, a armadura das regiões adjacentes ao reparo é que passa a corroer. Este processo é conhecido como “Efeito Halo”.

## 9. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

ITEM	ORGÃO	DESCRIÇÃO	UNIDADE
1600438	SICRO	DEMOLIÇÃO DE CONCRETO ARMADO	m <sup>3</sup>
1600408	SICRO	APICOAMENTO MANUAL DO CONCRETO	m <sup>2</sup>
4915639	SICRO	LIMPEZA EM SUPERFÍCIE DE CONCRETO COM ESCOVA DE AÇO	m <sup>2</sup>
3806402	SICRO	LIMPEZA EM SUPERFÍCIE DE CONCRETO COM JATEAMENTO D'ÁGUA SOB PRESSÃO	m <sup>2</sup>
2407972	SICRO	FORNECIMENTO E APLICAÇÃO DE ADESIVO ESTRUTURAL À BASE DE RESINA EPÓXI	Kg
98397	SINAPI	PINTURA ANTICORROSIVA	m <sup>2</sup>
100981	SINAPI	CARGA, MANOBRA E DESCARGA DE ENTULHO EM CAMINHÃO BASCULANTE 6 M <sup>3</sup> - CARGA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAÇAMBA DE 0,80 M <sup>3</sup> / 111 HP) E DESCARGA LIVRE (UNIDADE: M3). AF_07/2020	m <sup>3</sup>

## 10. MEMORIA DE CÁLCULO DAS QUANTIDADES



- DEMOLIÇÃO DE CONCRETO ARMADO:
  - Area = 60,85m<sup>2</sup>
  - Espessura = 0,05m
  - Volume = 3,04m<sup>3</sup>
  
- APICOAMENTO MANUAL DO CONCRETO:
  - Area = 60,85m<sup>2</sup>

- LIMPEZA DE SUPERFÍCIE COM JATEAMENTO DE ÁGUA SOB PRESSÃO
  - Area = 60,85m<sup>2</sup>
  
- PINTURA ANTICORROSIVA
  - Area = 60,85m<sup>2</sup>
  
- CARGA, MANOBRA E DESCARGA DE ENTULHO EM CAMINHÃO BASCULANTE 6 M<sup>3</sup> - CARGA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAÇAMBA DE 0,80 M<sup>3</sup> / 111 HP) E DESCARGA LIVRE (UNIDADE: M3). AF\_07/2020
  - Volume de demolição = 3,04m<sup>3</sup>

### 3.3.2.2. TRATAMENTO DE CONCRETO DISGREGADO OU SEGREGADO COM ARGAMASSA POLIMÉRICA (PROC 15).

Esta metodologia deverá ser aplicada nas vigas longarinas VL33 a VL40.

#### 1. EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E FERRAMENTAS NECESSÁRIOS.

EQUIPAMENTOS	MATERIAIS	FERRAMENTAS / OUTROS
HIDROJATEADORA (WAP)	ÁGUA	COLHER DE PEDREIRO E DESEMPENADEIRA
FURADEIRA COM HÉLICE MISTURADORA	CIMENTO	PONTEIRO
COMPRESSOR COM FILTRO	EMULSÃO ACRÍLICA	PINCEL OU BROCHA
GERADOR	ARGAMASSA POLIMÉRICA	BALDES / VASILHAS
		ARGAMASSADEIRA

#### 2. PONTE DE ADERÊNCIA.

- Condição do substrato:
  - ✓ O substrato deve estar limpo e livre de partículas soltas, poeira, óleos, nata de cimento e outros agentes contaminantes.
  - ✓ O substrato deve possuir uma resistência ao arranque superior a 1,5 MPa.
  - ✓ O substrato deve estar rugoso para a aplicação.
  - ✓ Para aplicação do material o substrato deve apresentar a condição superfície saturada seca, ou seja, não apresentar água escorrendo ou empoçada; condição obtida, por aspersão

de água potável, 30 minutos antes do início da aplicação da argamassa.

✓ A ponte de aderência deve ser aplicada sobre o substrato já preparado. A argamassa polimérica deve ser aplicada sobre a ponte de aderência ainda fresca (fresco no fresco).

• Preparo da calda / argamassa para ponte de aderência:

✓ As proporções da mistura devem obedecer as especificações do fabricante com relação à diluição recomendada e o traço sugerido: 1 parte de emulsão acrílica e 3 partes de cimento (em volume).

✓ É recomendado primeiramente, a adição de 2/3 da água de amassamento, comum tempo de mistura de dois minutos.

✓ Com o misturador em movimento, adicionar o pó aos poucos, até se constatar uniformidade e homogeneidade do material;

✓ Logo a seguir, adicionar o restante da água até atingir a consistência desejada e misturar durante cinco minutos;

✓ Executar a mistura em misturador de ação forçada ou uma hélice acoplada a furadeira de baixa rotação e, de preferência, o mais próximo possível do local de aplicação;

✓ Para reparos com pequenas dimensões ( $a < 0,01m^2$ ), pode-se optar pela aplicação apenas da emulsão acrílica, sem a necessidade do uso da pasta de cimento.

• Produtos a serem aplicados conforme orientação do fabricante:

✓ ANCHORBOND AR - ANCHORTEC.

✓ MASTERFIX C - BASF.

✓ DENVERFIX ACRÍLICO - DENVER GLOBAL.

✓ MSET ACRÍLICO - MSET/BAUTECH.

✓ ZENTRIFIX KMH - MC-BAUCHEMIE.

✓ KZ Acrílico - VIAPOL

• Aplicação da ponte de aderência

✓ Após a execução dos serviços iniciais, proceder à saturação do substrato de concreto com água limpa, deixando-o na condição de "saturada superfície seca" (poros saturados, sem excesso de água na superfície do concreto);

✓ Aplicação, com pincel ou trincha, de ponte de aderência à base de pasta de cimento aditivada sobre toda a superfície, inclusive as bordas.

### **3. RECOMPOSIÇÃO COM ARGAMASSA POLIMÉRICA**

• Condição do substrato:

✓ A argamassa polimérica deve ser aplicada sobre a ponte de aderência ainda fresca (fresco no fresco).

✓ Caso ocorra a secagem da ponte de aderência, deve-se saturar a superfície e

aplicar nova camada da ponte.

- Preparo da argamassa – OPÇÃO 1 : ARGAMASSA MONOCOMPONENTE
  - ✓ A argamassa monocomponente é fornecida pré-dosada em sacos e necessita apenas de adição de água na sua composição.
  - ✓ É recomendada primeiramente, a adição de 2/3 da água de amassamento, comum tempo de mistura de dois minutos.
  - ✓ Com o misturador em movimento, adicionar o pó aos poucos, até se constatar uniformidade e homogeneidade do material;
  - ✓ Logo a seguir, adicionar o restante da água ajustando-se a plasticidade da argamassa até obter uma consistência tixotrópica (similar a massa de modelar) e misturar durante três minutos;
  - ✓ Executar a mistura em misturador de ação forçada ou uma hélice acoplada a furadeira de baixa rotação e, de preferência, o mais próximo possível do local de aplicação;
  - ✓ Adição de água gelada permite um maior tempo de trabalhabilidade;
- Preparo da argamassa – OPÇÃO 2: ARGAMASSA BICOMPONENTE
  - ✓ A argamassa bicomponente é fornecida pré-dosada em duas partes: componente 'A' (líquido) em um recipiente e adicionar o componente 'B' (pó). NÃO deve ser adicionada água em sua composição.
  - ✓ As embalagens não devem ser fracionadas.
  - ✓ É recomendado primeiramente, a adição de 2/3 do componente 'A' (líquido) em um recipiente e adicionar o componente 'B' (pó), sempre com o misturador em movimento, até se obter uma argamassa homogênea.
  - ✓ Deve-se utilizar misturador de ação forçada ou uma hélice acoplada a furadeira de baixa rotação;
  - ✓ Adicionar o restante do componente 'A', dando continuidade à mistura e ajustando-se a plasticidade da argamassa até obter uma consistência tixotrópica (similar a massa de modelar).
  - ✓ O tempo de mistura ideal é de 5 minutos.
- Características das argamassas:

As características mínimas exigidas para as argamassas a serem aplicadas são:

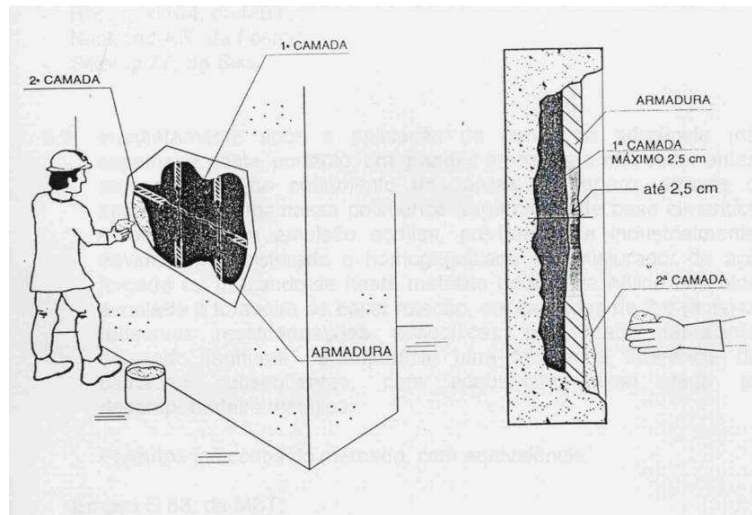
  - ✓ Resistência à compressão - NBR 12041:
    - após 1 dia  $\geq 8$  MPa;
    - após 28 dias  $\geq 25$  MPa.
    - após 28 dias > resistência do concreto da estrutura.
  - ✓ Resistência ao arrancamento aos 28 dias:
    - aderência (pull off)  $\geq 1,5$  MPa.
  - ✓ Módulo de Elasticidade aos 28 dias:

- $E_c \geq 15$  GPa.
- ✓ espessuras de aplicação:
  - mínima por camada  $\geq 5$  mm;
  - máxima por camada  $\geq 25$  mm ;
- Produtos a serem aplicados conforme orientação do fabricante:

Nome fantasia do produto	Tipo de Material	Fabricante	Resistência mínima à compressão Axial (MPa)			Características e restrições
			1 dia	7 dias	28 dias	
Zentrifix GM2	Argamss. Polim. Monocomponente	Mc Bauchemie	24	40	44	Trabalhabilidade: 30 min espessuras até 50 mm em camadas de 5 mm a 25 mm
Zentrifix CR	Argamss. Polim. Monocomponente, reforç com fibras	Mc Bauchemie	21	43	49	Trabalhabilidade: 30 min espessuras até 100 mm; em camadas de 6 mm a 50 mm não necessita ponte de aderência não necessita protetor contra corrosão
Zentrifix KM250	Argamss. Polim. Monocomponente, reforç com fibras	Mc Bauchemie	25	45	50	Trabalhabilidade: 30 min espessuras até 100 mm em camadas de 5 mm a 50 mm
Trafix S88	Argamss. Polim. Monocomponente, reforç com fibras	Bautech	24	50	60	Trabalhabilidade: 50 min espessuras até 100 mm; não necessita protetor contra corrosão
Sika Monotop 622 BR	Argamss. Polim. Monocomponente, reforç com fibras	Sika	17	25	40	Trabalhabilidade: 40 a 60 min camadas de 10 a 25 mm
Renderoc ER	Argamss. Polim. bicomponente	Anchortec	10	23	28	Trabalhabilidade: 20 min espessuras até 20 mm cor pode diferenciar do restante da estrutura
Denvertec 700	Argamss. Polim. bicomponente	Denver	20	30	40	Trabalhabilidade: 20 a 30 min espessuras até 70 mm em camadas de 15 mm a 25 mm
Argamassa estrutural 250	Argamassa polimérica bicomponente	Otto Baumgart	15	30	36	Trabalhabilidade: 60 min camadas de 5 a 25 mm

Anchormassa S2	Argamassa polimérica bicomponente	Anchortec	15	25	30	Trabalhabilidade: 20 min espessuras até 25 mm cor pode diferenciar do restante da estrutura
Viaplus ST	Argamassa polimérica bicomponente	Viapol	20	41	47	Trabalhabilidade: 120 min espessuras até 100 mm em camadas de 10 mm a 25 mm
Sikatop 122 Plus	Argamss. Polim. bicomponente, reforç com fibras	Sika	20	40	50	Trabalhabilidade: 40 a 60 min camadas de 5 a 25 mm
MasterSet 45	Argamassa de ação química	Basf	41	45	48	espessura máxima de 25 mm acima de 25mm com adição de brita 0 em 1h > 13MPa / em 3 h > 32 MPa Trabalhabilidade: < 30 min não necessita de ponte de aderência; dispensa cura
Viaplus ST Tix	Argamassa polimérica tipo "Dry Pack"	Viapol	10	41	43	Trabalhabilidade: 40 min espessuras até 120 mm em camadas de 10 mm a 25 mm
Argamassa estrutural 240	Argamassa polimérica tipo "Dry Pack"	Otto Baumgart	21	50	68	Trabalhabilidade: 60 min camadas de 30 a 70 mm isenta de retração
Anchormassa Shim	Argamassa polimérica tipo "Dry Pack"	Anchortec	20	35	40	Trabalhabilidade: 40 min camadas de 20 a 100 mm isenta de retração

- Aplicação da argamassa
  - ✓ A argamassa deve ser aplicada em camadas sucessivas, em média variando de 15 a 25 mm de espessura, dependendo do produto aplicado, deve-se pressionar muito bem o material para evitar a formação de vazios e permitir o preenchimento total do interior da cavidade, de modo a atingir, inclusive, a parte atrás das armaduras.



- ✓ a argamassa depois de misturada deve ser integralmente utilizada no tempo máximo indicado pelo fabricante (normalmente variando de 20 a 40 min).
  - ✓ a argamassa que não tiver sido empregada dentro do período definido pelo fabricante, após sua preparação, deve ser rejeitada. Esse prazo pode ser modificado em função da temperatura ambiente.
  - ✓ o material vem racionalmente dosado, deve-se evitar seu fracionamento, ou seja, a condição ideal é de preparar uma área de reparo capaz de consumir volumes múltiplos de um saco a cada operação.
  - ✓ O acabamento superficial deve ser dado com desempenadeira de madeira ou de aço, conforme o desejado;
- Para reparos mais profundos, na faixa dos 6,0 cm de espessura, pode-se aplicar o sistema “dry Pack”, que consiste da aplicação de uma argamassa seca até a

recomposição parcial da seção, com diferença de 1,0 cm para o preenchimento total. Esta argamassa de reparo, do tipo Anchormassa Shim - ANCHORTEC ou VIAPLUSST TIX – VIAPOL ou similar, é aplicada em camadas de 1,0 cm incorporando manualmente brita a argamassa aplicada. Após o endurecimento da Anchormassa Shim, até que não haja marcas com a pressão do dedo, saturar sua superfície e aplicar a argamassa polimérica ANCHORMASSA S2 na espessura final de 1,0 cm.

- Caso necessário, a fiscalização poderá solicitar ao executor dos serviços os seguintes ensaios de controle de qualidade dos materiais e/ou serviços:
  - Aderência ao substrato: como referência a resistência deve ser  $\geq 1,0$  MPa. Utilizar para ensaio a norma ABNT NBR 13528:2010 - Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Determinação da resistência de aderência à tração.
  - Resistência à compressão: como referência os dados do fabricante e utilizar para ensaio a norma ABNT NBR 5739:2018 - Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos.

#### 4. CURA

- Recomenda-se que seja úmida, obtida por molhagem constante durante sete dias, ou por aplicação de membrana de cura com pulverizador antes do início da pega, ou com trincha ou rolo após a pega.
- Nas primeiras 36 horas evitar a radiação solar direta através do uso de anteparos.

#### 5. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

ITEM	ORGÃO	DESCRIÇÃO	UNIDADE
1109680	SICRO	ARGAMASSA PARA REPAROS E GROUTEAMENTO	m <sup>3</sup>

#### 11. MEMORIA DE CÁLCULO DAS QUANTIDADES

- ARGAMASSA PARA REPAROS E GROUTEAMENTO:
  - Area = 60,85m<sup>2</sup>
  - Espessura = 0,05m
  - Volume = 3,04m<sup>3</sup>

### 3.3.2.3. TRATAMENTO DA SUPERFÍCIE DE CONCRETO

O hidrojateamento deve ser utilizado para remover sujeira e material solto, contaminações solúveis em água na superfície e nas cavidades superficiais, assim como para remover substâncias impregnadas bem como traços de fuligem, devido à ação química da poluição atmosférica.

A necessidade de selagem ou colmatação de fissuras superficiais de pequena abertura tem a finalidade de reconstituir a integridade das peças ao longo das fissuras e impedir o acesso às armaduras elementos tais como água, gás carbônico, íons de cloro e de outros agentes nocivos ao concreto.

#### 1. EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E FERRAMENTAS NECESSÁRIOS

EQUIPAMENTOS	MATERIAIS	FERRAMENTAS / OUTROS
HIDROJATEADORA (WAP)	ÁGUA	LIXA Nº 100
LIXADEIRA ELÉTRICA	ARGAMASSA PARA ESTUCAMENTO	DESEMPENADEIRA METÁLICA
FURADEIRA COM HÉLICE MISTURADORA	MANTA TIPO BIDIM OU CURAFLEX	ESPÁTULA DE AÇO / ESPUMA
COMPRESSOR COM FILTRO	HIDROFUGANTE	RESERVATÓRIO DE ÁGUA
GERADOR		PULVERIZADOR MANUAL DE ÁGUA
		VASSOURAS OU BROCHAS

#### 2. TRATAMENTO DA SUPERFÍCIE

##### **Limpeza Inicial das Superfícies de Concreto, com Hidrojateamento**

Retirada das partículas soltas e pulverulentas da superfície de concreto, através de hidrojateamento com pressão de 10 MPa e bico tipo zero.

##### **Lixamento Superficial do Concreto Aparente**

Lixamento mecânico preliminar, executado com lixadeira elétrica equipada com discos de lixa de carbureto de silício com 24 a 36 grãos/cm<sup>2</sup> (lixa grossa).

A lixa deve ser mantida paralela à superfície em tratamento, procurando-se fazer movimentos circulares, uniformizando ao máximo a superfície, substituindo-se a lixa sempre que necessário, evitando-se a ocorrência de manchas e “queima” superficial do concreto.

### **Limpeza e Saturação das Superfícies de Concreto, com Hidrojateamento:**

Fazer uma nova lavagem para eliminação do pó proveniente do lixamento; anteriormente à lavagem o material pulverulento pode ser removido com vassouras ou brochas de pelo macio.

Após a limpeza das superfícies, promover a saturação do concreto, através de hidrojateamento de água (equipamento de jato d'água, pressão de 1500 Psi - 10,0 MPa, bico em "leque") ou pulverização, até início de escoamento superficial da água lançada, indicando a saturação do concreto.

### **Estucamento da Superfície Lixada do Concreto Aparente:**

Aplicação de pasta de estucamento em toda a superfície de concreto (já na condição de saturada e seca), tamponando-se os poros e regularizando a superfície do concreto, de modo que somente os poros e pequenas irregularidades sejam preenchidos e não haja formação de camada ou película sobre a superfície (estruque raspado).

Para preparação da pasta de estuque, misturar manualmente e diretamente num caixote, cimento Portland (CP-II-E, CP-II-F ou CP-II-II-Z), cimento branco estrutural, resina acrílica e água no traço 2:1:1:1 em volume. Se necessário para melhorar a eficiência do processo de mistura, utilizar um misturador. A proporção relativa entre os componentes cimento poderá ser alterada para obtenção de colorações mais claras ou mais escuras de modo a obter uma tonalidade similar a da estrutura original.

Para a resina acrílica deverá ser utilizado um dos seguintes produtos, preparado conforme instruções do fabricante:

- ANCHORBOND AR - ANCHORTEC.
- REOMIX 104 - BASF.
- DENVERFIX ACRÍLICO - DENVER GLOBAL.
- MSET ACRÍLICO - MSET/BAUTECH.
- ZENTRIFIX KMH - MC-BAUCHEMIE.
- KZ ACRÍLICO - VIAPOL.

A aplicação poderá ser feita com espátula, desempenadeira metálica, betumadeira ou espuma; Após 4 a 8 minutos, concluir a aplicação com espátula de aço pressionando-se a mesma fortemente, de modo a evitar a formação de uma camada, com bolhas de ar aprisionadas, sobre o concreto, ou seja, a argamassa de estucamento deverá ter uma consistência tal que permita

preencher furos, cavidades, vazios, bolhas ou microfissuras, sem que haja formação de película sobre o concreto.

O acabamento deverá ser dado com desempenadeira de aço, ou feltrada (espuma) dependendo do acabamento que se queira conferir à superfície.

### **Cura do Estuque Raspado**

Decorridas cerca de 2 (duas) horas, deverá ser iniciado o processo de cura do estuque, através de aplicação de borrifos de água sobre a superfície, utilizando-se pulverizador manual de água, mantendo-se a superfície úmida pelo menos por 3 (três) dias.

Nestas primeiras 36 horas deverá ser evitada a radiação solar direta através do uso de anteparos.

### **Retirada dos Excessos de Estuque**

Após a cura do estuque, retirar os excessos (camadas superficiais) através de lixamento manual com lixa no 100, deixando apenas o material depositado nos poros e pequenas cavidades;

### **Limpeza das Superfícies Lixadas**

Após o lixamento superficial, limpar as superfícies através de hidrojateamento, retirando todo o material pulverulento; anteriormente à lavagem, o material pulverulento pode ser removido com vassouras ou brochas de pelo macio.

### **Aplicação de Hidrofugante**

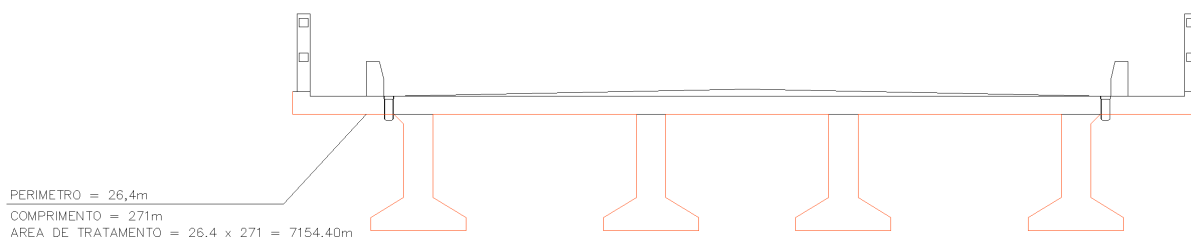
Caso seja especificada a pintura da superfície, após o lixamento final, já com a superfície limpa e seca, deverá ser aplicado o primer específico para o acabamento especificado;

## **3. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO**

<b>ITEM</b>	<b>ORGÃO</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>UNIDADE</b>
3806402	SICRO	LIMPEZA EM SUPERFÍCIE DE CONCRETO COM JATEAMENTO D'ÁGUA SOB PRESSÃO	m <sup>2</sup>
4915639	SICRO	LIMPEZA EM SUPERFÍCIE DE CONCRETO COM ESCOVA DE AÇO	m <sup>2</sup>
3808043	SICRO	PINTURA MANUAL COM NATA DE CIMENTO - 3 DEMÃOS	m <sup>2</sup>
903818	SICRO	APLICAÇÃO MANUAL DE TINTA LÁTEX EM PAREDES, DUAS DEMÃOS	m <sup>2</sup>

1600438	SICRO	DEMOLIÇÃO DE CONCRETO ARMADO	m <sup>3</sup>
1600408	SICRO	APICOAMENTO MANUAL DO CONCRETO	m <sup>2</sup>
4915639	SICRO	LIMPEZA EM SUPERFÍCIE DE CONCRETO COM ESCOVA DE AÇO	m <sup>2</sup>
3806402	SICRO	LIMPEZA EM SUPERFÍCIE DE CONCRETO COM JATEAMENTO D'ÁGUA SOB PRESSÃO	m <sup>2</sup>
2407972	SICRO	FORNECIMENTO E APLICAÇÃO DE ADESIVO ESTRUTURAL À BASE DE RESINA EPÓXI	Kg
98397	SINAPI	PINTURA ANTICORROSIVA	m <sup>2</sup>
100981	SINAPI	CARGA, MANOBRA E DESCARGA DE ENTULHO EM CAMINHÃO BASCULANTE 6 M <sup>3</sup> - CARGA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAÇAMBA DE 0,80 M <sup>3</sup> / 111 HP) E DESCARGA LIVRE (UNIDADE: M3). AF_07/2020	m <sup>3</sup>

#### 4. MEMORIA DE CÁLCULO DAS QUANTIDADES



- LIMPEZA EM SUPERFÍCIE DE CONCRETO COM JATEAMENTO D'ÁGUA SOB PRESSÃO
  - PERIMETRO = 26,4m
  - COMPRIMENTO = 271m
  - AREA DE TRATAMENTO = 26,4 x 271 = 7154,40m
- LIMPEZA EM SUPERFÍCIE DE CONCRETO COM ESCOVA DE AÇO
  - PERIMETRO = 26,4m
  - COMPRIMENTO = 271m
  - AREA DE TRATAMENTO = 26,4 x 271 = 7154,40m
- PINTURA MANUAL COM NATA DE CIMENTO - 3 DEMÃOS
  - PERIMETRO = 26,4m
  - COMPRIMENTO = 271m
  - AREA DE TRATAMENTO = 26,4 x 271 = 7154,40m
- APLICAÇÃO MANUAL DE TINTA LÁTEX EM PAREDES, DUAS DEMÃOS
  - PERIMETRO = 26,4m
  - COMPRIMENTO = 271m
  - AREA DE TRATAMENTO = 26,4 x 271 = 7154,40m

### 3.3.3.ACABAMENTOS

#### 3.3.3.1. IMPLANTAÇÃO OU SUBSTITUIÇÃO DE BERÇOS PARA JUNTA DE DILATAÇÃO (PROC.04)

Esta metodologia deverá ser aplicada em juntas de dilatação a serem reparadas ou na realização de novos berços.

#### 1. EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E FERRAMENTAS NECESSÁRIOS.

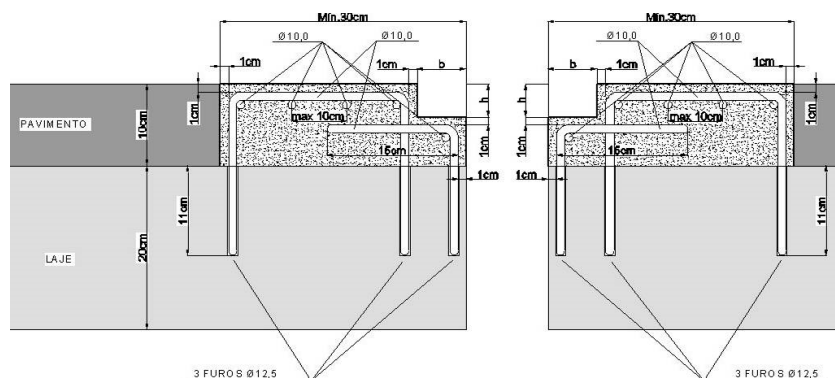
EQUIPAMENTOS	MATERIAIS	FERRAMENTAS / OUTROS
SERRA CIRCULAR (MAKITA) COM DISCO DIAMANTADO (ø 305 mm)	ÁGUA	PONTEIRO / TALHADEIRA
MARTELETE (ELÉTRICO OU HIDRÁULICO)	GIZ (CERA OU ESCOLAR)	MARTELO OU MARRETA
COMPRESSOR COM FILTRO	RESINA PARA ANCORAGEM DE ARMADURAS	MANGUEIRAS COM BICOS DIRECIONAIS
GERADOR	GRAUTE OU MICROCONCRETO	RESERVATÓRIO DE ÁGUA
HIDROJATEADORA TIPO "WAP" OU EQUIVALENTE	AGENTE DE CURA QUÍMICA	BROCA DE WÍDEA
ASPIRADOR DE AR INDUSTRIAL (OPCIONAL)		ESCOVAS OU VASSOURÕES
FURADEIRA		PISTOLA COM BICO PARA APLICAÇÃO DE RESINA

#### 2. REMOÇÃO DO BERÇO EXISTENTE OU PAVIMENTO E PREPARO DA SUPERFÍCIE.

- Fazer a demarcação da região de reparo com giz de cera;
- Delimitação do contorno da região de reparo com disco de corte na profundidade de 1,0cm;
- Remover o concreto deteriorado ou pavimento existente dentro da área delimitada, até o friso formado pelo disco de corte, por equipamento manual ou mecânico;
- Apicoar a superfície da laje do tabuleiro com auxílio de martetele e/ou ponteiro, tomando-se cuidado para não danificar a laje.
- Limpar toda a superfície da laje e bordas laterais com jato de ar.

### 3. IMPLANTAÇÃO DE NOVA ARMAÇÃO

- Fixação dos grampos de aço com resina epóxi nos furos conforme indicado no desenho a seguir:



ABERTURA JUNTA (cm)	DIMENSÃO LÁBIO	
	b (cm)	h (cm)
2 a 6 cm	4	3
6 a 10 cm	5	3
10 a 15 cm	6	4

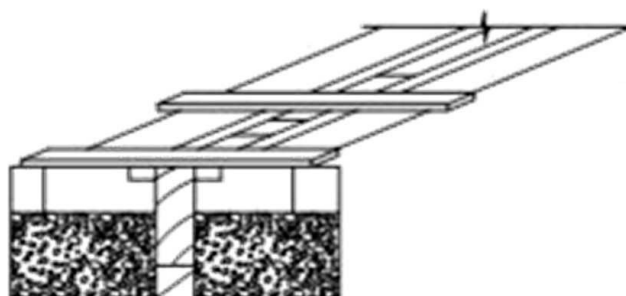
Obs.: As armaduras d=10 mm deverão ter espaçamento de 15,0cm.

- Execução dos furos de ancoragem:
  - Utilizar equipamentos elétricos de rotopercussão (furadeira-marreta) para a perfuração, proibindo-se a utilização de equipamentos percussivos pneumáticos;
  - Para ancoragens utilizando-se resinas epóxi, executar furos com uma bitola comercial acima do diâmetro da barra a ser ancorada;
  - A limpeza interna dos furos deve ser realizada escovando-se com buchas de aço ou nylon, retirando-se o pó prensado nas paredes pela ponta de vídea (metal duro) da broca. Em seguida, proceder ao jateamento de ar pressurizado filtrado (isento de óleos e água). É proibida a limpeza dos furos com hidrojateamento;
  - O trecho da barra a ser ancorado deverá receber escovação enérgica com escovas de cerdas de aço, devendo-se evitar contato com as mãos (gordura impede adesão da resina);
  - Limpar toda a superfície dos furos com jato de ar.
- Preencher totalmente o furo do fundo em direção à boca, utilizando-se aplicador tipo revolver, introduzindo-se o bico no furo.
- Para ancoragem das barras deverá ser utilizado resinas base epóxi ou poliéster, resistente à superfícies úmidas, sendo utilizado um dos materiais abaixo prepados conforme orientações do fabricante:

- FIS V 360 S – Fischer Brasil
- QEP 400– Ancora
- HIT - RE 500 ou HY 200 R - Hilti do Brasil
- Tecfix One – Anchootec
- Introduzir a barra no furo com um movimento de giro, de forma contínua e progressiva (evitar vai-e-vem), até atingir o fundo do furo. É necessário que uma parte da resina extravase pela boca do furo confirmando seu total preenchimento.
- Retirar o excesso e rasar a superfície. Devem-se manter as barras imobilizadas pelo período de tempo indicado pelo fabricante do material.

#### 4. IMPLANTAÇÃO DO NOVO BERÇO

- Instalação de “isopor” na junta do tabuleiro, na medida prevista em projeto, impedindo a invasão de concreto e outros elementos.

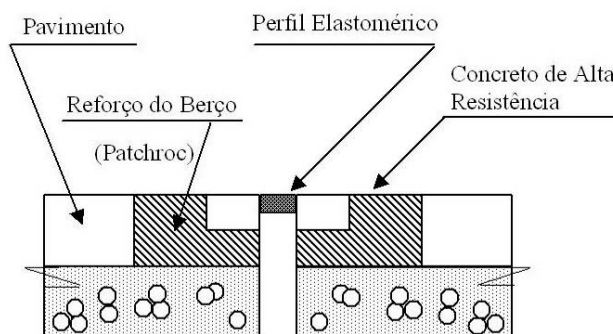


- Limpeza da superfície de concreto com jato de ar comprimido;
- Molhar o substrato com água limpa até a saturação e aguardar a secagem da superfície;
- Lançar o microconcreto de alta resistência inicial, industrializado, na região de reparo, em camadas seqüenciais, podendo atingir a espessura de até 5,0cm em uma só camada. Para espessuras maiores, de até 10,0 cm, aguardar 1 hora após o lançamento da primeira camada e lançar a camada seguinte.

Deverá ser utilizado um dos seguintes produtos, preparado conforme instruções do fabricante:

- RAPFLEX 10 - MSET/BAUTECH.
- FAST SET - ANCHORTEC.
- ANCORA GROUTING H1 - WOLF HACKER.
- Nas bordas do concreto, quando utilizado o FAST SET, deve ser aplicado como ponte de aderência o ANCHORBOND PL.

O material que compõe o reforço (microconcreto de alta resistência inicial) deverá ser aplicado de forma a preencher todos os vazios. É imprescindível a existência de gabaritos que garantam com precisão a abertura aonde irá se alojar o perfil elastomérico.



As concretagens deverão ser feitas, preferencialmente, com temperatura ambiente  $\leq 30^{\circ}\text{C}$ , ou à noite quando a temperatura é menor (tanto do ambiente como do substrato).

Para condições mais desfavoráveis utilizar água gelada no traço indicado para o microconcreto.

- Dar acabamento com desempenadeira adequada e aplicar membrana de cura pela pulverização de duas demãos, devendo-se utilizar um dos seguintes produtos, preparado conforme instruções do fabricante:

PRODUTO	FABRICANTE	CONSUMO A SER ADOTADO NA APLICAÇÃO
Anchorcure Pavimento	Anchortec	300 ml/m <sup>2</sup>
Emcoril S	MC Bauchemie	400 ml/m <sup>2</sup>
Curacreto PA20 (antigo Viacura)	Viapol	400 ml/m <sup>2</sup>
HUMOCER® CURE 25	Isogama	400 ml/m <sup>2</sup>

- A fiscalização poderá solicitar ao executor dos serviços os seguintes ensaios de controle de qualidade dos materiais e/ou serviços:
  - **Resistência à compressão:**  $f_{ck} > 20,0 \text{ MPa}$  após 02 horas e utilizar para ensaio a norma ABNT NBR 5739:2018 - Concreto - Ensaio de compressão de corpos-deprova cilíndricos.

Obs.: Os corpos de prova deverão ser curados no mesmo procedimento / ambiente do concreto executado.

- **Ensaio de arrancamento (ancoragens):** como referência os dados do fabricante e para o ensaio utilizar a norma ABNT NBR 14827:2002 – Chumbadores instalados em elementos de concreto ou alvenaria. Determinação de resistência à tração e ao cisalhamento.

## 5. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

ITEM	ORGÃO	DESCRIÇÃO	UNIDADE
1408020	SICRO	PERFURAÇÃO EM CONCRETO COM MARTELETE ELÉTRICO - D = 12,5 MM	m
0407819	SICRO	ARMAÇÃO EM AÇO CA-50 - FORNECIMENTO, PREPARO E COLOCAÇÃO	Kg
2407972	SICRO	FORNECIMENTO E APLICAÇÃO DE ADESIVO ESTRUTURAL À BASE DE RESINA EPÓXI	Kg
1109680	SICRO	ARGAMASSA PARA REPAROS E GROUTEAMENTO	m <sup>3</sup>

## 6. MEMORIA DE CALCULO DAS QUANTIDADES

- PERFURAÇÃO EM CONCRETO COM MARTELETE ELÉTRICO - D = 12,5 MM
  - Número de furos por junta = 420
  - Profundidade do furo = 0,15m
  - Número de juntas = 12
  - Comprimento total de furos =  $420 \times 0,15 \times 12 = 756m$
  
- ARMAÇÃO EM AÇO CA-50 - FORNECIMENTO, PREPARO E COLOCAÇÃO
  - Prancha de detalhamento = 3.113,85 kg
  
- FORNECIMENTO E APLICAÇÃO DE ADESIVO A BASE DE RESINA EPOXI
  - Diâmetro do furo = 32mm
  - Area do furo =  $0,0008m^2$
  - Diâmetro da barra = 25mm
  - Area da barra =  $0,00049m^2$
  - Area de aplicação da resina =  $0,0008 - 0,00049 = 0,00031m^2$
  - Comprimento do furo = 0,15m
  - Volume de resina =  $0,00031 \times 0,15 = 0,000047m^3$
  - Numero de furos =  $420 \times 12 = 5040$
  - Peso específico da resina =  $1700 \text{ kg}/m^3$
  - Peso de resina =  $0,000047 \times 5040 \times 1700 = 402,7kg$
  
- ARGAMASSA PARA REPAROS E GROUTEAMENTO
  - Espessura = 0,07m
  - Largura = 0,30m
  - Comprimento = 10,50m
  - Quantidade = 24 (2 por apoio)
  - Volume =  $0,07 \times 0,30 \times 10,50 \times 24 = 5,292m^3$

### 3.3.3.2. IMPLANTAÇÃO OU SUBSTITUIÇÃO DE PERFIL PRÉ-FABRICADO PARA JUNTA DE DILATAÇÃO (PROC.04 E 12)

Esta metodologia deverá ser aplicada em juntas de dilatação novas ou em casos em que o lábio e/ou o perfil de vedação estejam danificados.

#### 1. EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E FERRAMENTAS NECESSÁRIOS.

EQUIPAMENTOS	MATERIAIS	FERRAMENTAS / OUTROS
SERRA CIRCULAR (MAKITA) COM DISCO DIAMANTADO (ø 305 mm)	ÁGUA	PONTEIRO / TALHADEIRA
MARTELETE (ELÉTRICO OU HIDRÁULICO)	GIZ (CERA OU ESCOLAR)	MARTELO OU MARRETA
COMPRESSOR COM FILTRO	PRIMER DE ADERENCIA PARA O LÁBIO	MANGUEIRAS COM BICOS DIRECIONAIS
GERADOR	ARGAMASSA PARA LÁBIO	PINCEL
	ADESIVO EPOXÍDICO	ESCOVAS COM CERDAS DE AÇO
	PERFIL PRÉ-FABRICADO PARA VEDAÇÃO	ISOPOR OU FORMAS DE MADEIRA

#### 2. REMOÇÃO DO LÁBIO

- Remover todo o lábio existente **criando um sulco com seção retangular**, ao longo de todo o trecho da junta a ser recuperada, conforme a tabela abaixo. Os lábios deverão ser totalmente recuperados, não ocorrendo emendas com lábios antigos deteriorados.

ABERTURA JUNTA (cm)	DIMENSÃO LÁBIO	
	b (cm)	h (cm)
2 a 6 cm	4	3
6 a 10 cm	5	3
10 a 15 cm	6	4

- Nos casos em que ocorra apenas problemas de descolamento, ressecamento ou ruptura do perfil elastomérico, também deverá ser realizada a troca dos lábios.

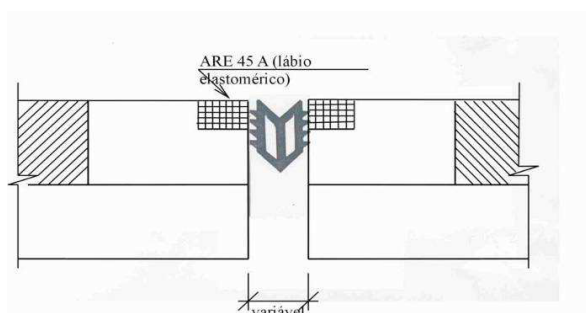
- Limpar a superfície do concreto com ar comprimido, removendo poeiras, nata de cimento e as partes soltas ou eventualmente contaminadas;

### 3. INSTALAÇÃO DE NOVO LÁBIO

- Aplicar primer de aderência nos detalhes dos lábios, devendo ser utilizado um dos seguintes materiais conforme orientações do fabricante:
  - ARE 41 P - JEENE.
  - ADESIVO 11 - UNIONTECH.
- Instalação de “isopor” na junta do tabuleiro, na medida prevista em projeto, impedindo a invasão de concreto e outros elementos.
- Lançar, compactar e nivelar a argamassa epóxi, que compõe os lábios. O reforço das bordas deve ser executado com argamassa à base de resina epóxi e cargas minerais; com as seguintes especificações técnicas:
  - Resistência à compressão - NBR 12041 70 MPa
  - Resistência à tração - NBR 12041 10 MPa
  - Resistência à tração na flexão (ASTM C-580) 22 MPa
  - Desgaste à abrasão após 1000 voltas (ASTM 4060) 0,38 mm
  - Absorção em água em % (ASTM C413) 0,10%

Como referência aplicar um dos seguintes materiais conforme orientações do fabricante:

- ARE 41 C - JEENE
- RB 66 E - UNIONTECH.



### 4. INSTALAÇÃO DE NOVO PERFIL DE VEDAÇÃO

- Limpar a face lateral do lábio em contato com perfil através de escovação enérgica;

- Nas barreiras rígidas, antes da aplicação do novo perfil, deverá ser realizada a limpeza e desobstrução das juntas. Caso ocorra irregularidade nas bordas das juntas, a abertura deverá ser corrigida com disco diamantado ou recomposta com argamassa polimérica.
- Aplicar o adesivo epóxi nas laterais do perfil e na sede, devendo ser utilizado um dos seguintes materiais conforme orientações do fabricante:
  - ADE 52 - JEENE.
  - ADESIVO 11 - UNIONTECH.
- Instalar o perfil básico do tipo Junta Elástica Nucleada Estrutural de acordo com as dimensões da junta, constatadas no local, em toda a extensão da sede, inclusive no trecho da barreira rígida e/ou passeio, conforme recomendações do fabricante.

Código do perfil	Fabricante	Dimensões do Perfil (mm)		Dimensões da sede da junta (mm)		Movimentações (mm)	
		largura	altura	largura	altura	mínima	máxima
JJ 2540 VV	Jeene	25	40	25	50	15	40
JJ 3550 VV	Jeene	35	50	35	60	20	55
JJ 5070 VV	Jeene	50	70	50	80	30	80
JJ 6080 VV	Jeene	60	80	60	90	30	90
JJ 8097 VV	Jeene	80	97	80	120	40	120
JJ 99120 VV	Jeene	100	120	100	140	50	150
JJ 150190 VV	Jeene	150	190	150	210	75	225
UT 20 OAE	Uniontech	20	30	20	40	10	30
UT 25 OAE	Uniontech	25	40	25	50	15	40
UT 35 OAE	Uniontech	35	50	35	50	20	55
UT 50 OAE	Uniontech	50	70	50	80	30	80
UT 60 OAE	Uniontech	60	80	60	90	30	90
UT 80 OAE	Uniontech	80	110	80	120	40	120
UT 99 OAE	Uniontech	99	120	99	150	50	150
UT 150 OAE	Uniontech	150	190	150	280	75	225

**Obs:** Posicionar a junta de dilatação levando-se em conta o alinhamento e principalmente o nível em relação ao piso acabado (pavimento rígido ou flexível);

- Após a cura do adesivo, remover as válvulas de pressurização.

## 5. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

ITEM	ORGÃO	DESCRIÇÃO	UNIDADE
0307734	SICRO	JUNTA DE DILATAÇÃO EM PERFIL EXTRUDADO DE BORRACHA VULCANIZADA DE 25 X 50 MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	m

## 6. MEMORIA DE CALCULO DAS QUANTIDADES

Numero de apoios = 12

Largura = 10,5m

Comprimento total de juntas = 12 x 10,50m = 126m

### 3.3.3.3. PROLONGAMENTO DE BUZINOTES (PROC.48)

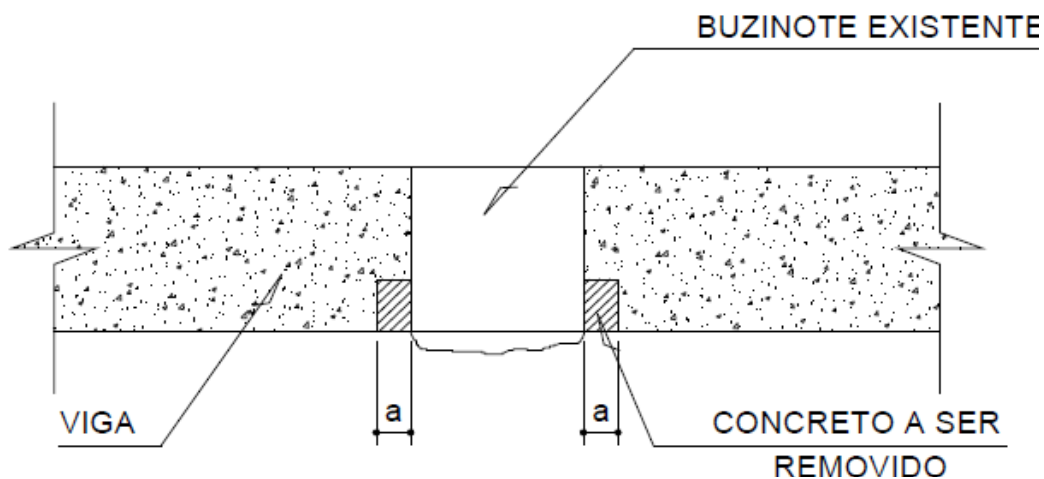
#### 1. EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E FERRAMENTAS NECESSÁRIOS.

EQUIPAMENTOS	MATERIAIS	FERRAMENTAS / OUTROS
COMPRESSOR COM FILTRO	LIXA	PONTEIRO / TALHADEIRA
GERADOR	TUBO DE PVC	MARTELO OU MARRETA
	ARGAMASSA POLIMÉRICA	MANGUEIRAS COM BICOS DIRECIONAIS
		ARGAMASSADEIRA
		COLHER / DESEMPENADERIA

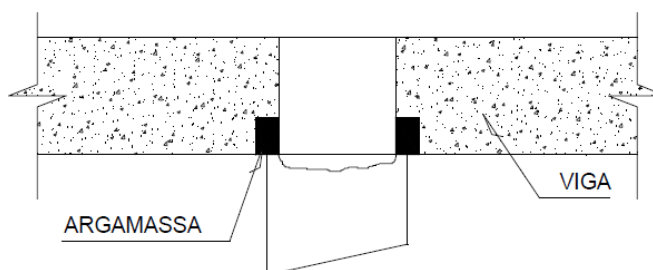
#### 2. SEQUENCIA EXECUTIVA.

- Remover o concreto em torno do tubo, mediante utilização de ponteiro e marreta (Executar a demolição na face inferior da laje).

a = abertura necessária e suficiente para a colocação do prolongador.



- Remoção dos resíduos, em torno do tubo; mediante lixamento.
- Colocação de um prolongador, consistindo em um tubo de mesmo diâmetro e material, tomando os devidos cuidados para garantir um comprimento mínimo de 20 cm e aderência entre os tubos.
- Reconstituição do concreto, mediante aplicação de argamassa polimérica, devendo ser utilizado um dos seguintes produtos, preparado conforme instruções do fabricante:
  - ANCHORMASSA S2 - ANCHORTEC.
  - EMACO S168 - BASF.
  - SIKATOP 122 - SIKA.
  - ARGAMASSA ESTRUTURAL 250- OTTO BAUNGART/VEDACIT.
  - DENVERTEC 700 - DENVER GLOBAL.
  - TRAFIX S2 - MSET/BAUTECH
  - VIAPLUS ST - VIAPOL.
  - ZENTRIFIX GM2 - MC-BAUCHEMIE



### 3. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

ITEM	ORGÃO	DESCRIÇÃO	UNIDADE
2007971	SICRO	DRENO DE PVC D = 100 MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	m

### 4. MEMORIA DE CÁLCULO DAS QUANTIDADES

De acordo com o levantamento possuímos um dreno em cada lado da pista a cada 5,00m.  
 Comprimento da obra = 271,00m  
 Prolongamento dos drenos existentes =  $(271 / 5) \times 2 = 108$  drenos  
 Comprimento do dreno = 0,60m  
 Prolongamento total =  $108 \times 0,6 = 64,80$ m

### 3.3.3.4. IMPLANTAÇÃO DE BUZINOTES EM LAJE DO TABULEIRO (PROC.03)

Em conjunto com esta metodologia deverá ser realizada a análise da quantidade e posicionamento dos buzinos a serem instalados (conforme normativa DER-SP) e apresentado croquis de implantação e corte transversal com os detalhes de implantação.

#### 1. EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E FERRAMENTAS NECESSÁRIOS.

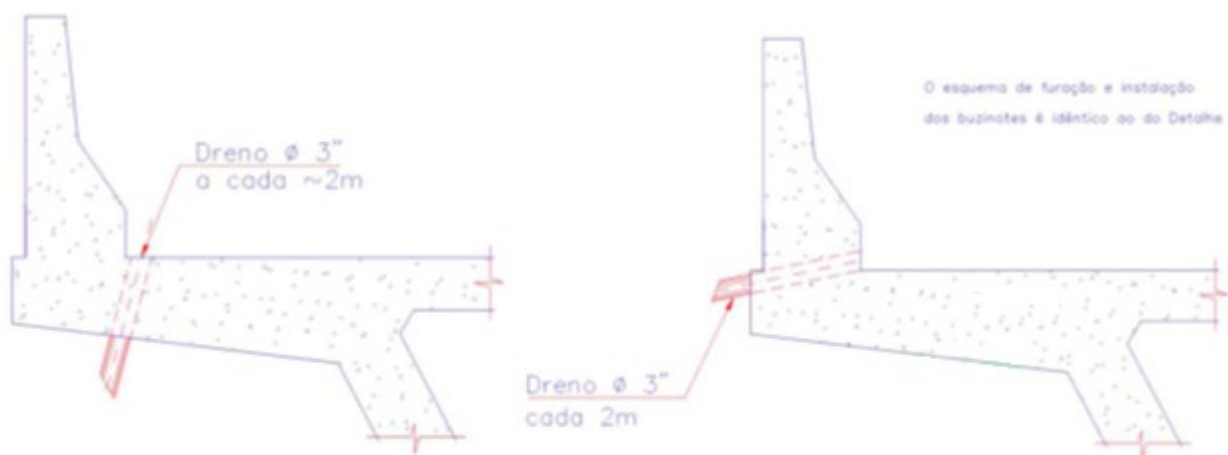
EQUIPAMENTOS	MATERIAIS	FERRAMENTAS / OUTROS
EXTRATORA COM BROCA DIAMANTADA	ÁGUA	LIXA
FURADEIRA COM HÉLICE MISTURADORA	ADESIVO BASE POLIÉSTER OU EPOXI RESISTENTE À UMIDADE	COLHER DE PEDREIRO / DESEMPENADEIRA / ESPATULA
GERADOR	PONTE DE ADERÊNCIA: EMULSÃO ACRÍLICA, CIMENTO E ÁGUA (TRAÇO: 1:1;3)	PINCEL
HIDROJATEADORA (WAP)	ARGAMASSA POLIMÉRICA	BALDES / VASILHAS / ARGAMASSADEIRA
COMPRESSOR COM FILTRO	TUBO PVC D=100mm OU D=75mm	RESERVATÓRIO DE ÁGUA

#### 2. CUIDADOS NA EXECUÇÃO

- Em obras com sistema de proteção das lajes ou tabuleiros em caixão, deverão ser realizados pré-furos de pequenos diâmetros para verificação da existência de cabeças de protensão ou cabos, caso não seja conhecido o projeto original da OAE.
- Na falta dos projetos, verificar nas bordas das lajes, vestígios de caixas de ancoragem, que servirão para definir a posição dos cabos.
- Confirmando-se tratar de laje armada com armadura passiva, ou confirmando-se inexistir interferência com a armadura protendida, executar-se o aumento de furo com a perfuratriz.
- No caso de se confirmar eventual interferência com cabos de armadura protendida, a menos de 15 cm do furo a alargar, o furo deverá ser relocado mantendo-se uma distância mínima de 30 cm da posição provável do cabo

### 3. SEQUENCIA EXECUTIVA

- Para drenagem da pista de rolamento, executar os furos na lateral da Pista de Rodagem (acostamento), com perfuração do pavimento e da laje.
- Execução do furo com a utilização de perfuratriz elétrica dotada de broca diamantada, com abertura suficiente para a colocação do tubo em PVC de Ø=4" (10 cm)
- Para drenos com posicionamento junto à base das barreiras rígidas, realizar furo com a utilização de perfuratriz elétrica dotada de broca diamantada, com abertura suficiente para a colocação do tubo em PVC de Ø=3" (7,5 cm)
- O deságüe dos drenos deverá estar no mínimo a uma distância de 1,5 m de vigas, travessa, pilares e blocos.



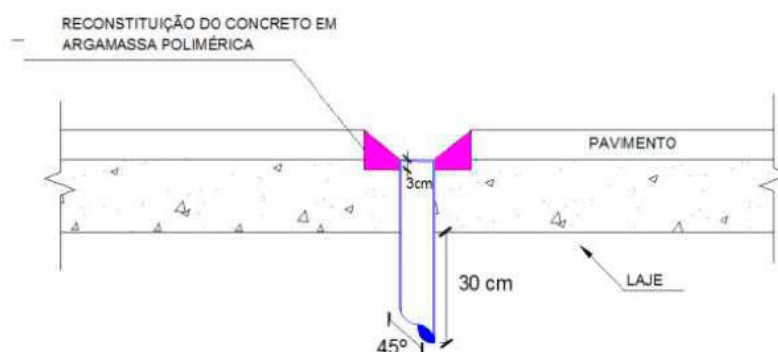
#### **Exemplos de posicionamento do buzinote**

- Lixamento da superfície do tubo para remoção de eventuais resíduos e aumento da aderência com o epóxi.
- Aplicação de adesivo epóxi tixotrópico, na superfície do tubo, bem como, na superfície de concreto por dentro do furo. As superfícies deverão estar secas para aplicação do adesivo.

Utilizar um dos produtos abaixo conforme orientação do fabricante:

- ANCHORBOND TIX - ANCHORTEC.
- CONGRESIVE 228 fabricação da BASF.
- COMPOUND ADESIVO TIX – OTTO BAUMGART
- SIKADUR 31 - SIKA.
- DENVERPÓXI MAX - DENVER GLOBAL.
- MSET EP TIX - MSET/BAUTECH
- VIAPOXI ADESIVO TIX - VIAPIOL.

- Colocação de tubo de PVC com 10 cm ou 7,5cm de diâmetro e comprimento mínimo de 30,0 cm a partir do fundo da laje. Este tubo deverá ter a parte inferior cortada no sentido diagonal a 45°.
- No pavimento executar chanfros para facilitar o escoamento das águas pluviais, com as seguintes dimensões:
- Reconstituição do concreto da laje, mediante aplicação de argamassa polimérica,
- preparado conforme instruções do fabricante.



#### 4. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

ITEM	ORGÃO	DESCRIÇÃO	UNIDADE
1408148	SICRO	PERFURAÇÃO EM CONCRETO COM COROA DIAMANTADA - D = 100 MM	m
2007971	SICRO	DRENO DE PVC D = 100 MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	m

#### 5. MEMORIA DE CÁLCULO DAS QUANTIDADES

Os novos drenos deverão ser instalados nos passeios, respeitando o espaçamento de 5m.

Comprimento da obra = 271m

Numero de drenos =  $(271 / 5) \times 2 = 108$  drenos

Comprimento do dreno = 0,60m

Comprimento total de drenos =  $108 \times 0,60 = 64,8$ m

#### 3.3.3.5. SUBSTITUIÇÃO DE GUARDA CORPO DANIFICADO (Limine)

Esta metodologia deverá ser aplicada nos Guarda Corpos danificados, conforme mapeamento localizado no volume II.

## 1. EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E FERRAMENTAS NECESSÁRIOS.

EQUIPAMENTOS	MATERIAIS	FERRAMENTAS /OUTROS
MARTELETE (ELÉTRICO OU HIDRÁULICO)	ÁGUA	PONTEIRO / TALHADEIRA
COMPRESSOR COM FILTRO	CIMENTO	MARTELO OU MARRETA
GERADOR	AÇO CA 50	BETONEIRA
		BALDES/VASILHAS

## 2. DEMOLIÇÃO DOS GUARDA CORPOS EXISTENTE

Esta remoção pode ser realizada com martelos elétricos ou pneumáticos de até 6kg. O encarregado da equipe deve supervisionar essa atividade.

## 3. LIMPEZA DA SUPERFÍCIE

Após a remoção do concreto, executar a limpeza da área através lavagem por hidrojateamento ou a seco, com ar comprimido.

## 4. FORMAS

As formas utilizadas devem ser rígidas e estanques e dispor de um cachimbo ou funil alimentador.

- As formas deverão ser confeccionadas com compensados plastificados ou resinados.
- Para a vedação do sistema de fôrmas podem ser usados selantes ou massa de gesso ou massa de vidraceiro.
- A estanqueidade do sistema deverá ser testada antes do lançamento do material.
- Caso seja necessário, por ocasião da saturação do substrato as formas podem ser retiradas e reinstaladas a seguir.
- As formas devem ser dotadas de “cachimbos”, conforme a posição e tipo de peça a grautear:

## 5. AÇO CA-50

Posicionamento das armaduras em aço CA50 de acordo com prancha de detalhamento apresentada no Volume II

## 6. CONCRETO FCK = 35MPa

Após o posicionamento das armaduras deverá ser feito o lançamento do concreto com resistência igual ou superior a 35Mpa.

## 7. CONTROLE TECNOLÓGICO

A fiscalização poderá solicitar ao executor dos serviços os seguintes ensaios de controle de qualidade dos materiais e/ou serviços:

- Resistência à compressão: como referência os dados do fabricante e utilizar para ensaio a norma ABNT NBR 5739:2018 - Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos.
- Homogeneidade do concreto: realizado para a verificação de eventuais vazios e utilizar para ensaio a norma ABNT NBR 8802:2013 - Concreto endurecido - Determinação da velocidade de propagação de onda ultra-sônica.

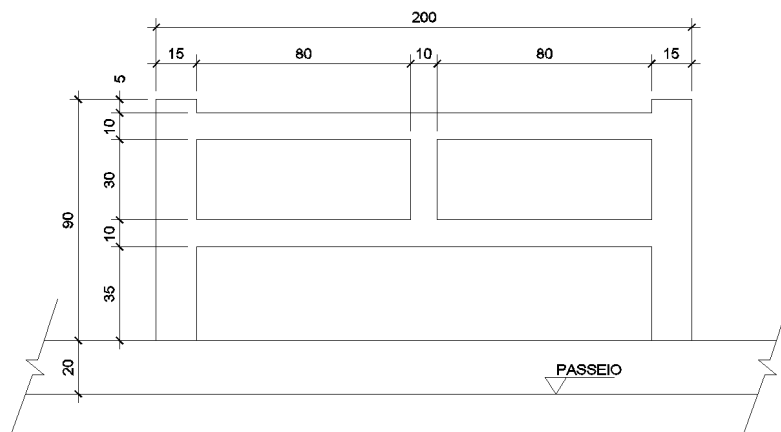
## 8. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

ITEM	ORGÃO	DESCRIÇÃO	UNIDADE
1600438	SICRO	DEMOLIÇÃO DE CONCRETO ARMADO	m <sup>3</sup>
3107995	SICRO	FORMAS DE COMPENSADO RESINADO 10 MM - USO GERAL - UTILIZAÇÃO DE 1 VEZ - CONFECÇÃO, INSTALAÇÃO E RETIRADA	m <sup>2</sup>
0407819	SICRO	ARMAÇÃO EM AÇO CA-50 - FORNECIMENTO, PREPARO E COLOCAÇÃO	Kg
1107904	SICRO	CONCRETO FCK = 35 MPA - CONFECÇÃO EM BETONEIRA E LANÇAMENTO MANUAL - AREIA E BRITA COMERCIAIS	m <sup>3</sup>
100981	SINAPI	CARGA, MANOBRA E DESCARGA DE ENTULHO EM CAMINHÃO BASCULANTE 6 M <sup>3</sup> - CARGA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAÇAMBA DE 0,80 M <sup>3</sup> / 111 HP) E DESCARGA LIVRE (UNIDADE: M3). AF_07/2020	m <sup>3</sup>

### 13. MEMORIA DE CÁLCULO DAS QUANTIDADES

#### GUARDA-CORPO

ESC: 1: 20



- DEMOLIÇÃO DE CONCRETO ARMADO:
  - Volume =  $54 \times 0,64 \times 0,1 = 3,5\text{m}^3$
  
- FORMAS DE COMPENSADO:
  - Perímetro = 11m
  - Area de face =  $0,64\text{m}^2$
  - Area de formas =  $11 \times 0,1 + 2 \times 0,64 = 2,38 \times 54 = 128,52 \text{ m}^2$
- ARMAÇÃO EM AÇO CA50
  - Prancha de detalhamento = 1401,30 kg
  
- CONCRETO  $f_{ck} = 35\text{MPa}$ 
  - Volume =  $54 \times 0,64 \times 0,1 = 3,5\text{m}^3$
  
- PINTURA ANTICORROSIVA
  - Perímetro = 11m
  - Area de face =  $0,64\text{m}^2$
  - Area de formas =  $11 \times 0,1 + 2 \times 0,64 = 2,38 \times 54 = 128,52 \text{ m}^2$
  
- CARGA, MANOBRA E DESCARGA DE ENTULHO EM CAMINHÃO BASCULANTE 6 M<sup>3</sup> - CARGA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAÇAMBA DE 0,80 M<sup>3</sup> / 111 HP) E DESCARGA LIVRE (UNIDADE: M3). AF\_07/2020
  - Volume =  $54 \times 0,64 \times 0,1 = 3,5\text{m}^3$

### 3.3.3.6. IPLEMENTAÇÃO DE PINGADEIRA (Limine)

Esta metodologia trata da implantação de pingadeiras em superfícies de borda, sujeitas ao escoamento de águas pluviais. Segue abaixo procedimento a ser adotado:

- Rebaixamento do concreto com auxílio de disco de desbaste, na profundidade média de 5mm;
- Limpeza das superfícies com jato de água;
- Implantação de perfil pingadeira através de cola a base epoxídica, de modo que o mesmo não ultrapasse a superfície original do concreto;

#### 1. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

ITEM	ORGÃO	DESCRIÇÃO	UNIDADE
1600408	SICRO	APICOAMENTO MANUAL DO CONCRETO	m <sup>2</sup>
3806402	SICRO	LIMPEZA EM SUPERFICIE DE CONCRETO COM JATEAMENTO D'ÁGUA SOB PRESSÃO	m <sup>2</sup>
3806407	SICRO	PINGADEIRA DE ELASTÔMERO PERFIL 40 X 40 MM COM ABA INCLINADA E FIXADA COM ADESIVO ESTRUTURAL E PINOS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	m

#### 2. MEMORIA DE CÁLCULO DAS QUANTIDADES

APICOAMENTO MANUAL DO CONCRETO:

Comprimento da obra = 271,00m

Profundidade = 0,005m

Total = 2 x 271,00 x 0,005 = 2,71m<sup>2</sup>

LIMPEZA DA SUPERFICIE:

Comprimento da obra = 271,00m

Profundidade = 0,005m

Total = 2 x 271,00 x 0,005 = 2,71m<sup>2</sup>

PINGADEIRA:

Comprimento da obra = 271,00m

Total = 2 x 271,00 = 542,00m

## **4. CONCEPÇÃO ESTRUTURAL DO ALARGAMENTO E METODOLOGIA CONSTRUTIVA**

Conforme descrito no relatório à obra será recuperada conforme patologias informadas neste documento, sendo assim não haverá necessidade de alargamento da obra em questão.

## **5. SINALIZAÇÃO DE OBRAS**

Por se tratar de obra de manutenção da Ponte em trecho de pista simples se faz necessário sinalização de obra, considerando 02 turnos, em um período de 50 dias para execução dos seguintes itens: Substituição de aparelho de apoio;  
Remoção e implantação de guarda – corpos;  
Lavagem e pintura da ponte;

### **5.1. MEMÓRIA DE CÁLCULO DOS QUANTITATIVOS DA SINALIZAÇÃO DE OBRAS: PRANCHA ÚNICA (CROQUI DE SINALIZAÇÃO).**

20 cavaletes de ferro dimensão 0,60 x 1,00, considerando conjunto dimensão 0,80 x 1,00 02 Pare e Siga frente e verso dimensão 0,60 x 0,60

Equipe para sinalização de obras = 50 dias

OBS: Considerado 02 turnos (manhã, tarde)

02 bandeirinhas de aproximação, 02 para acompanhamento do Pare e Siga. Horário de trabalho: 07:00 até as 17:00 – considerando 01 hora de almoço, temos 09 horas trabalhadas.

Equipe para sinalização de obras = 50 x 2 x 09 = 900 horas

## **6. DESCRIÇÃO DO CARREGAMENTO E CARGAS**

A obra de arte possui trem-tipo classe: 36 ton.

As intervenções detalhadas não influenciam ou alteram o arranjo estrutural da obra e de distribuição de esforços entre seus elementos remanescentes. Ou seja, se manterá as condições estruturais originais

## 7. CLASSIFICAÇÃO ESTRUTURAL DOS ELEMENTOS EXISTENTES

### 7.1. CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

Conforme o Manual de inspeções de pontes Rodoviárias do departamento Nacional de Infraestrutura de transportes deve ser feita uma avaliação dos elementos com função estrutural. Seguindo as diretrizes do referido Manual de Inspeção, é atribuído a cada elemento componente das pontes inspecionadas uma nota de avaliação, variável de 1 a 5, a qual refletirá a maior ou menor gravidade dos problemas existentes no elemento. Os critérios e correlações para avaliação dos problemas detectados nos elementos são ilustrados na Tabela 1 exposta abaixo.

Nota	Danos no elemento/ Insuficiência Estrutural	Ação Corretiva	Condições de estabilidade	Classificação das condições da ponte
5	Não há danos nem insuficiência estrutural.	Nada a fazer.	Boa	Obra sem problemas.
4	Há alguns danos, mas não há sinais que estejam gerando insuficiência estrutural.	Nada a fazer, apenas serviços de manutenção.	Boa	Obra sem problemas importantes.
3	Há danos gerando alguma insuficiência estrutural, mas não há sinais de comprometimento da estabilidade da obra.	A recuperação da obra pode ser postergada devendo-se, porém, neste caso, colocar-se o problema em observação sistemática.	Boa aparentemente	Obra potencialmente problemática Recomenda-se acompanhar a evolução dos problemas através das inspeções rotineiras, para detectar, em tempo hábil, em eventual agravamento da insuficiência estrutural.
2	Há danos gerando significativa insuficiência estrutural na ponte, porém não há ainda, aparentemente, um risco tangível de colapso estrutural.	A recuperação (geralmente com reforço estrutural) da obra deve ser feita no curto prazo.	Sofrível	Obra problemática Postergar demais a recuperação da obra pode levá-la a um estado crítico, implicando também sério comprometimento da vida útil da estrutura, inspeções intermediárias são recomendáveis para monitorar os problemas.
1	Há danos gerando grave insuficiência estrutural na ponte; O elemento em questão encontra-se em estado crítico havendo um risco tangível de colapso estrutural.	A recuperação (geralmente com reforço estrutural) ou em alguns casos, substituição da obra – deve ser feita sem tardar.	Precária	Em alguns casos, pode configurar uma situação de emergência, podendo a recuperação da obra ser acompanhada de medidas preventivas especiais, tais como restrição de carga na ponte, interdição total ou parcial ao tráfego, escoramentos provisórios, instrumentação com leituras contínuas de descolamentos e deformações et.

**Tabela 21 - Correlação de nota com categoria dos problemas detectados nos elementos estrutura (Fonte manual de Inspeções de pontes rodoviárias - DNIT)**

Já a NBR9452-2019 determina que a classificação da OAE consiste na atribuição de avaliação de suas condições, em excelente, boa, regular, ruim ou crítica associando nota aos parâmetros estrutural, funcional e de durabilidade.

Neste contexto colocam-se as seguintes explicações:

- Parâmetros estruturais são aqueles relacionados à segurança estrutural, estabilidade e capacidade portante sobre os critérios de seus estados limites últimos e de utilização conforme NBR6118.
- Os parâmetros funcionais, por sua vez, são relacionados diretamente aos fins a que a OAE se destina, devendo, para tanto, proporcionar conforto e segurança aos seus usuários.
- Por fim, os parâmetros de durabilidade estão associados à vida útil, ou seja, com o tempo estimado em que a estrutura deve cumprir suas funções em serviço.

A referida norma, atribui notas que variam de 1 a 5, refletindo a maior ou menor gravidade dos problemas detectados. A tabela exposta abaixo apresenta as correlações para avaliação.

Nota	Condições	Caracterização estrutural	Caracterização Funcional	Caracterização de durabilidade
5	Excelente	A estrutura apresenta-se em condições satisfatórias, apresentando defeitos irrelevantes e isolados.	A OAE apresenta segurança e conforto aos usuários.	A OAE apresenta-se em perfeitas condições, devendo ser prevista manutenção de rotina.
4	Boa	A estrutura apresenta danos pequenos e em áreas, sem comprometer a segurança estrutural	A OAE apresenta pequenos danos que não chegam a causar desconforto ou insegurança ao usuário	A OAE apresenta pequenas e poucas anomalias, que comprometem sua vida útil, em região de baixa agressividade ambiental
3	Regular	Há danos que podem vir a gerar alguma deficiência estrutural, mas não há sinais de comprometimento da estabilidade da obra. Recomenda-se acompanhamento dos problemas. Intervenções podem ser necessárias a médio prazo	A OAE apresenta desconforto ao usuário, com defeitos que requerem ações de médio prazo.	A OAE apresenta pequenas e poucas anomalias, que comprometem sua vida útil, em região de moderada a alta agressividade ambiental ou a OAE apresenta moderadas a muitas anomalias que comprometem sua vida útil, em região de baixa agressividade ambiental.
2	Ruim	Há danos que comprometem a segurança estrutural da OAE, sem risco iminente. Sua evolução pode levar ao colapso estrutural. A OAE necessita de intervenções significativas a curto prazo.	OAE com funcionalidade visivelmente comprometida, com riscos de segurança ao usuário, requerendo intervenções de curto prazo.	A OAE apresenta anomalias moderadas e abundantes, que comprometam sua vida útil, em região de alta agressividade ambiental.
1	Crítica	Há danos que geram grave insuficiência estrutural na OAE. Há elementos estruturais em estado crítico, com risco tangível de colapso estrutural. A OAE necessita de intervenção imediata, podendo ser necessária restrição de carga ou interdição total ou parcial ao tráfego, escoramento provisório e associada instrumentação, ou não.	A OAE não apresenta condições funcionais de utilização	A OAE encontra-se em elevado grau de deterioração, apontando problema já de risco estrutural e funcional

**Tabela 22 - Classificação da condição da OAE segundo parâmetros estruturais, funcional e durabilidade conforme NBR9452**

### 7.1.1. AVALIAÇÃO DOS ELEMENTOS ANALISADOS

A tabela fixada no item anterior manual de Inspeções de pontes rodoviárias – DNIT é objetivamente voltada para os elementos estruturais, desta forma a avaliação com notas ficará restrita a estes elementos. Contudo orientações são necessárias para as defensas, pavimentações e Instalações de utilidade Públicas quando aplicáveis. Assim sendo são comentadas na sequência.

### 7.1.2. AVALIAÇÃO ESTRUTURA PONTE SOBRE O RIO CAMAQUÃ

A tabela abaixo apresenta as notas atribuídas conforme as orientações expressas na tabela 1.

Laje	Vigas Longarinas	Vigas Transversinas	Pilares
3	4	2	2

Tabela 23 - Avaliação Elementos Ponte Pista Direita – DNIT

Tratando-se da avaliação conforme os parâmetros da NB9452 abaixo está apresentada a tabela com a classificação atribuída a situação dos elementos desta estrutura.

Parâmetro	Elementos					Nota Final
	Super estrutura	Meso Estrutura	Complementares		Pista	
			Estrutura	Encontro		
Estrutural	3	2	2	2	3	2,4
Funcional	3	N.A	N.A	2	3	2,7
Durabilidade	3	2	2	2	3	2,4

Tabela 24 - Classificação dos elementos da Ponte Pista Direita conforme as diretrizes da tabela NBR9452

Há patologias na pavimentação, algumas associadas a falta de tratamento adequado na junta de dilatação da estrutura e outras patologias inerentes as operações de tráfego. As aberturas das juntas de dilatação no CBUQ permitem o escoamento das águas e carreamento de detritos para os elementos logo abaixo. Como consequência cria um ambiente favorável para formação de musgo sobre os apoios.

## 8. ESTUDO HIDROLÓGICO

Para a recuperação desta obra, não haverá necessidade de mudança de curso d'água.

Até o presente momento nunca houve pico de cheia, que se demonstra que a seção hidráulica da obra em questão não é suficiente. Por esse motivo não está sendo apresentado estudo hidrológico.

## 9. PROJETO GEOTÉCNICO E LAUDO DE SONDAGEM

Para a recuperação desta obra, não haverá necessidade de recuperação da fundação, blocos, por esse motivo não se faz necessário à realização de projeto geotécnico e laudo de sondagem.

## 10. FICHA RESUMO

### FICHA RESUMO DE INSPEÇÃO ESPECIAL

Inspeção especial: 2021		OAE Código: ECS-392RS-182+164-OAE-EXO-RT-V1	
Jurisdição:			
Data da inspeção:	Início: 12/03/2021	Término: 15/03/2021	
<b>PARTE I - Síntese do relatório de patologia</b>			
<b>1 - Localização</b>			
Rodovia ou município: BR-392/RS		Sentido: Norte	
Obra: Ponte Sobre o Rio Camaquã		Localização: Santana da Boa Vista - RS	
<b>2 - Descrição da obra</b>			
Quantidade de vãos: 11		Comprimento total: 271,00m	
Pilares: 20		Vigas: 4 longarinas por vão	
Largura total: 10,50m		Juntas de dilatação: 12	
Tabuleiro tipo: Grelha		Vãos tipo: Isostáticos	
Classe: TB-36			
Observações: -			
<b>3 - Ensaios realizados</b>			
Ensaios de profundidade de carbonatação, e ensaio endoscópico para visualização de vazios sob a laje de transição.			
<b>4 - Classificação da OAE - Norma ABNT NBR 9452:2019</b>			
Estrutural: 2,4	Funcional: 2,7	Durabilidade: 2,4	
<b>5 - Avaliação da OAE - Norma DNIT 010/2004 – PRO</b>			2,75
<b>6 - Vistoria</b>			
Data da última vistoria: ABRIL/2019			
Recursos de aproximação empregados: Drone, Barco a motor, escadas telescópicas e de abrir (tipo pintor).			
<b>Encontros</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rompimento da cortina de entrada do encontro E01:</li> <li>• Manchas de umidade:</li> <li>• Vazio sob a laje de transição:</li> </ul>			

### **Pilares**

- Rompimento do concreto na base dos pilares em água, especialmente no pilar P4:

### **Vigas de rigidez**

- Não foram observadas patologias nestes elementos.

### **Travessas**

- Manchas de umidade:

### **Aparelhos de apoio**

- Aparelho de apoio esmagado:

### **Lajes e Lajes em balanço**

- Fissuras mapeadas
- Manchas de umidade:

### **Vigas Longarinas**

- Concreto disgregado com armadura exposta e corroída.
- Manchas de umidade:

### **Vigas Transversinas**

- Não foram observadas patologias nestes elementos.

### **Junta de dilatação**

- Identificou-se a necessidade de implantação de novas juntas de dilatação, onde se verifica a penetração de entulhos e percolação de água por ausência de juntas de dilatação.
- Entende-se como fundamental a implantação de novas juntas visto que as patologias estruturais se desenvolvem a partir das juntas e evoluem com maior velocidade quando da presença de entulhos e umidade.
- Como se pode constatar no relatório fotográfico as juntas estão totalmente atulhadas e com as pavimentações fraturadas nas suas proximidades.

### **Drenos**

- Drenos na pista: Os drenos estão a cada 5,0m totalizando 10 por vão, 05 em cada lado. Os drenos existentes estão curtos e mal direcionado, devendo ser substituídos.

- Drenos nos passeios: Nos passeios existem apenas as furações para os drenos, as quais em sua maioria estão entupidas por material.
- Pingadeiras: Não existem pingadeiras na obra, porém como existe declividade para fora nos balanços dos passeios, não há necessidade de implantação de pingadeiras de sobrepor.

#### **Terraplenos**

- Não foram observadas patologias nestes elementos.

#### **Guarda corpo**

- Presença de guarda corpo em ambos os lados da ponte, com alturas insuficientes. De acordo com o informado pelo analista a área não será considerada passeio pois entre este espaço e o e a pista de tráfego possuímos apenas um balizador de tráfego. Pelo motivo apresentado não será projetado substituição total dos guardas corpos como forma de manter o padrão do DNIT com altura mínima aceitável. A substituição por barreiras do tipo New Jersey é inviabilizada pois a situação atual da ponte não contempla a atuação das cargas geradas pelas barreiras nas lajes em balanço, o que implicaria em um projeto de reforço dos balanços visando receber estes novos esforços.