



Instituto Politécnico de Tomar
Escola Superior de Tecnologia de Tomar

Relatório do Estágio Realizado no ISQ

Relatório de Estágio

Flávio José Jesus Faria

Mestrado em Reabilitação Urbana

Construção

Junho de 2013



Instituto Politécnico de Tomar
Escola Superior de Tecnologia de Tomar

Flávio José Jesus Faria

Relatório do Estágio Realizado no ISQ

Relatório de Estágio

Orientado por:

Doutora Maria de Lurdes Belgas da Costa (IPT)

Relatório de Estágio apresentado ao

Instituto Politécnico de Tomar

para cumprimento dos requisitos necessários

à obtenção do grau de Mestre em Reabilitação Urbana

RESUMO

O presente Relatório enquadra-se na Unidade Curricular de Estágio, do Mestrado em Reabilitação Urbana do Instituto Politécnico de Tomar.

O estágio foi realizado no Instituto de Soldadura e Qualidade (ISQ), uma entidade privada e independente com cerca de 50 anos de atividade, que presta serviços no âmbito da inspeção, ensaios, formação e consultoria técnica. Este período de estágio decorreu ao longo de dois semestres: no primeiro a tempo parcial (17 Outubro de 2012 a 15 Fevereiro de 2013) e no segundo a tempo inteiro (25 Fevereiro de 2013 a 7 Junho de 2013).

No primeiro contacto estabelecido com a entidade de acolhimento, foram definidos os objetivos a atingir e o tipo de atividades a desenvolver ao longo do estágio. Desde o primeiro momento foi iniciado todo um processo de integração e adaptação ao local de trabalho, o que permitiu um primeiro contacto com a diversidade das atividades desenvolvidas pela entidade de acolhimento.

No período subsequente, o estagiário interveio na realização de várias atividades, salientando-se as seguintes:

- Análise de Vários Documentos;
- Caracterização Visual de Amostras em Betão;
- Acompanhamento da Inspeção Técnica à Ponte da Figueira da Foz;
- Acompanhamento da Inspeção Técnica a uma Fração de um Edifício de Habitação Multifamiliar;
- Acompanhamento da Inspeção Técnica à Ponte do Beliche;
- Colaboração no Projeto de Requalificação de Serviços de Formação Profissional do Instituto do Emprego e Formação Profissional.

Palavras-chave: Inspeção Técnica; Inspeção Visual; Anomalias; Ensaios.

ABSTRACT

This report fits in the Syllabus of the masters in Urban Rehabilitation of the Instituto Politécnico de Tomar.

The training course was held at the Instituto de Soldadura e Qualidade (ISQ), a private and independent entity with about 50 years of activity, which provides services in the field of inspection, testing, training and technical advice. This training period was held over two semesters: first semester from the 17th of October 2012 to the 15th of February 2013 and the second from the 25th of February to the 7th of June 2013.

The final objectives and the types of activities to develop along the internship were defined in the first contact with ISQ. The adaptation to the workplace took place since the very first moment, which provided a first contact with a diversity of activities developed by the host entity.

In the subsequent period, many different types of activities were carried out:

- Analysis of many different documents;
- Characterization of concrete samples;
- Monitoring of the technical inspections of Bridge of Figueira da Foz;
- Monitoring the technical inspections of a multi-dwelling building
- Monitoring of the technical inspections of Bridge of Beliche
- Collaboration in the project of requalification of Serviço de Formação Profissional of the Instituto do Emprego e Formação Profissional.

Keywords: Technical Inspection; Visual Inspection; Anomalies; Tests

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar gostaria de aproveitar esta oportunidade para agradecer aos meus pais por me terem proporcionado condições para a obtenção deste curso, a compreensão, ajuda e apoio dados ao longo de toda a minha vida académica;

À minha namorada por todo o apoio e incentivo presente ao longo do Mestrado e em concreto no período de estágio e na elaboração do relatório do mesmo;

À Professora Doutora Lurdes Belgas pela disponibilidade, empenho e dedicação na orientação deste trabalho, pelos conhecimentos transmitidos e pela imprescindível contribuição para a elaboração do mesmo;

À Engenheira Ana Mateus pela integração no ambiente de trabalho, pelo empenho e disponibilidade no esclarecimento de dúvidas e por todo o conhecimento transmitido;

Ao Engenheiro João Maia pela receção na sua equipa, disponibilidade para esclarecimento de dúvidas e pela disponibilização dos elementos e meios necessários à realização deste relatório;

Ao Instituto de Soldadura e Qualidade (ISQ), gostaria de agradecer a oportunidade dada para a realização do presente estágio, bem como a todos os seus colaboradores pelo acolhimento e pela disponibilidade que sempre manifestaram para me ajudar;

Aos professores do Departamento de Engenharia Civil, pelo seu inestimável contributo ao longo da minha formação académica;

A todos os meus amigos e colegas de curso que me acompanharam ao longo de toda a vida académica.

Índice Geral

1. Introdução.....	1
1.1. Objetivo do Relatório de Estágio	1
1.2. Plano de Estágio.....	1
1.3. Estrutura do Relatório	2
2. Descrição da Entidade de Acolhimento	3
3. Atividades Desenvolvidas no Âmbito do Estágio Curricular	6
3.1. Análise de Documentos	6
3.2. Caracterização Visual de Amostras em Betão	11
3.3. Acompanhamento da Inspeção Técnica à Ponte da Figueira da Foz.....	14
3.3.1. Descrição da Obra de Arte	14
3.3.2. Âmbito da Inspeção Técnica	16
3.3.3. Trabalhos a Realizar.....	16
3.3.4. Preparação e Planeamento da Inspeção Técnica	17
3.3.5. Realização da Inspeção Técnica.....	20
3.3.6. Extração do Pó para a Determinação do Teor de Cloretos	28
3.3.7. Análise Petrográfica das Amostras	30
3.3.8. Descrição das Anomalias Observadas.....	32
3.3.9. Resultado dos Ensaios	35
3.3.10. Considerações Finais.....	38
3.4. Acompanhamento da Inspeção Técnica ao Interior de uma Fração de um Edifício de Habitação.....	40
3.4.1. Descrição da Habitação	41
3.4.1. Âmbito da Inspeção Técnica	43
3.4.1. Trabalhos a Realizar.....	43
3.4.2. Preparação e planeamento da Inspeção Técnica	44
3.4.3. Realização da Inspeção Técnica.....	44

3.4.4.	Dados Observados.....	44
3.4.5.	Considerações Finais.....	47
3.5.	Acompanhamento da Inspeção Técnica à Ponte do Beliche	49
3.5.1.	Descrição da Obra de Arte	49
3.5.2.	Âmbito da Inspeção Técnica.....	50
3.5.3.	Trabalhos a Realizar.....	50
3.5.4.	Preparação e Planeamento da Inspeção Técnica.....	51
3.5.5.	Realização da Inspeção Técnica.....	57
3.5.6.	Extração do Pó para a Determinação do Teor de Cloretos no Betão (Cl)..	63
3.5.7.	Medição da Profundidade de Carbonatação do Betão (Ca)	64
3.5.8.	Medição do Potencial elétrico das Armaduras (Pe)	65
3.5.9.	Medição da Resistividade Elétrica do Betão (Rs).....	66
3.5.10.	Determinação da Resistência Superficial do Betão (Es).....	67
3.5.11.	Caracterização Visual de Amostras.....	68
3.5.12.	Procedimentos dos Ensaios de Compressão.....	69
3.5.13.	Descrição das Anomalias Observadas.....	73
3.5.14.	Resultado dos Ensaios	78
3.5.15.	Considerações Finais.....	87
3.6.	Colaboração no Projeto de Requalificação de Serviços de Formação Profissional	91
3.6.1.	Planeamento de Parte do Projeto com Aplicação do Microsoft Project	92
3.6.2.	Peças Desenhadas para o Levantamento e Avaliação da Condição.....	92
3.6.3.	Acompanhamento do Levantamentos e Avaliação da Condição do Serviço de Formação Profissional de Alverca.....	93
4.	Conclusão.....	94
	Referências Bibliográficas.....	95
	Anexo I - Caraterização Visual de Amostras de Betão	1
	Anexo II - Peças Desenhadas (Ponte da Figueira da Foz).....	2

Anexo III - Peças Desenhadas (Ponte do Beliche)	3
Anexo IV - Resultado de um dos Ensaios da Medição da Resistividade Elétrica do Betão	4
Anexo V - Planeamento das Atividades 6 e 7 do Projeto de Requalificação dos Institutos – IEFP	5
Anexo VI - Levantamento e Avaliação da Condição de um dos Edifícios do Serviço de Formação Profissional de Alverca	6
Anexo VII - Resumo Diário do Estágio Curricular	7

Índice de Figuras

Figura 1 - Fotografia aérea da sede do ISQ [1].	4
Figura 2 - Organigrama com os serviços do ISQ [1].....	4
Figura 3 - Organigrama da Direção de Construção Civil [1].	5
Figura 4 - Carote 4.....	12
Figura 5 - Carote 6.....	13
Figura 6 - Ponte da Figueira da Foz [6].....	15
Figura 7 - Vista aérea da Ponte da Figueira da Foz [7].	15
Figura 8 - Identificação das zonas a inspecionar.....	17
Figura 9 - Pegões e travessas junto á margem esquerda.....	19
Figura 10 - Pegões e travessas junto à margem direita.....	19
Figura 11 - Planta do troço central da ponte, com a identificação dos pegões de onde se irão extrair as carotes [5].	19
Figura 12 - Equipamentos e meios auxiliares para a extração das carotes.....	22
Figura 13 - Equipamentos e meios auxiliares colocados no barco.....	22
Figura 14 – Deslocação do barco para junto dos pegões do lado da margem direita.....	22
Figura 15 - Amarração do barco ao pegão.	23
Figura 16 – Exemplo da extração de uma carote e da utilização do colete salva vidas. 23	
Figura 17 - Execução do furo para fixar a caroteadora.	23
Figura 18 - Batimento da bucha metálica e aparafusamento do perne.....	24
Figura 19 - Caroteadora em funcionamento.	24
Figura 20 - Remoção de uma carote.	25
Figura 21 - Planta dos pegões com a localização da extração das carotes.	26

Figura 22 - Selagem do negativo de uma carote.	27
Figura 23 - Medição da espessura de uma fissura e anotação da mesma no pegão.	27
Figura 24 – Aspeto de uma carote de onde se irá extrair o pó para a determinação do teor em cloretos.....	28
Figura 25 - Identificação dos recipientes onde será depositado o pó extraído da carote correspondente.....	29
Figura 26 - Meios auxiliares para a extração do pó das carotes.....	29
Figura 27 - Verificação da profundidade de perfuração através de um peclise.	29
Figura 28 - Saco com todas as amostras para posterior análise do teor em cloretos.....	30
Figura 29 - Microfotografias referentes à análise petrográfica da carote C2 [8].	31
Figura 30 – Estudo ao microscópio eletrónico de varrimento (MEV) com obtenção de espetros por dispersão de energia (EDS) de lâminas delgadas obtidas da carote C2 [8].	32
Figura 31 - Exemplo do mapeamento da área lateral, superior e da base das torres (pegão P8).....	33
Figura 32 – Exemplo de efluorescências no pegão P6.	34
Figura 33 – Exemplo de escorrência no pegão P1.	34
Figura 34 - Continuidade entre fissuras (pegão P8).	35
Figura 35 - Perfil de Cloretos da correspondente á carote cl8 [10].....	37
Figura 36 - Carotes que intersectaram armaduras, cl4, c2 e c3 respetivamente.....	39
Figura 37 - Localização do condomínio Apartamentos Dinis Mar e da habitação a inspecionar [15]......	41
Figura 38 - Planta da habitação (sem escala).	42
Figura 39 - Aspeto geral da instabilidade do talude [16].	43
Figura 40 - Manchas no teto do quarto esquerdo, junto á viga e junto ao cunhal.	45
Figura 41 - Manchas no teto do quarto direito, junto ao foco de luz.....	45
Figura 42 - Manchas no teto da sala, junto á viga e junto ao alçado direito.	45
Figura 43 - Mapeamento do aparecimento da humidade no teto da habitação.	46
Figura 44 - Terraço sobre a habitação (Zona B).....	46
Figura 45 - Condensação nos vãos envidraçados.	47
Figura 46 - Zona onde se pode observar manchas e a degradação da tinta (quarto habitado).....	47
Figura 47 - Ponte do Beliche.	49
Figura 48 - Vista aérea da Ponte do Beliche [17]......	49

Figura 49 – Identificação, em planta, das zonas a ensaiar.....	52
Figura 50 – Identificação das zonas a ensaiar no encontro esquerdo da ponte.	53
Figura 51 - Identificação das zonas a ensaiar no encontro direito da ponte.....	53
Figura 52 - Plataforma amovível sobre camião [19].	55
Figura 53 – Sinalização temporária de circulação [19].	55
Figura 54 - Camião posicionado no sentido Vila Real de Santo António para Beja.....	59
Figura 55 - Lançamento da plataforma amovível.....	59
Figura 56 - Escadas de acesso à plataforma.	59
Figura 57 - Plataforma colocada sob o tabuleiro da ponte.	59
Figura 58 - Fissura com 0,35 mm de espessura destacada com giz.	60
Figura 59 - Detecção das armaduras com o "PROFOMETER" (Z.3).....	61
Figura 60 - "Alvo" de onde será extraída a carote (Z.3).....	61
Figura 61 - Extração da carote Cr6.....	62
Figura 62 - Traçado dos varões na superfície de betão com o registo dos recobrimentos (Z.1).	63
Figura 63 - Medição da secção do varão com um peclise (Z.1).....	63
Figura 64 - Limpeza da superfície de betão.	64
Figura 65 - Amostra para a determinação do teor em cloretos (cl4) do intervalo de profundidade 3 a 4 cm.	64
Figura 66 - Pulverização dos furos para a medição da profundidade de carbonatação (Z.5).	65
Figura 67 - Introdução do soldado de cobre no eléctrodo da sonda do "CANIN".	66
Figura 68 - Equipamento "CANIN" e sonda do mesmo na vertical.....	66
Figura 69 - Medição do potencial eléctrico das armaduras (Z.11).....	66
Figura 70 - Equipamento "RESI".	67
Figura 71 - Sonda de resistividade.	67
Figura 72 - Esclerómetro Digital.	68
Figura 73 - Registo fotográfico da carote Cr1.....	69
Figura 74 - Equipamento para cortar carotes.....	70
Figura 75 - Carotes dentro de um tabuleiro com água.	70
Figura 76 - Equipamento para retificar provetes por desgaste.	70
Figura 77 - Esquadro metálico para verificar a planura e a perpendicularidades da carote.	71
Figura 78 - Peclise para verificar as medidas da carote.	71

Figura 79 - Divisão das faces de topo e da face lateral da carote.....	71
Figura 80 - Balança com precisão de 0,1 g.	72
Figura 81 - Máquina de ensaio à compressão de provetes em betão.....	73
Figura 82 - Carote centrada no prato da máquina de ensaio à compressão.....	73
Figura 83 - Esquemas da rotura satisfatória dos provetes cilíndricos da norma NP EN 12390-3 de 2009 [24].	73
Figura 84 - Legenda do mapeamento apresentado no Anexo III.	74
Figura 85 - Muro de avenida visto de montante (encontro direito).....	74
Figura 86 - Muro de avenida visto de jusante (encontro direito)	74
Figura 87 - Desalinhamento entre o muro testa e a respetiva carlinga (encontro direito).	75
Figura 88 - Pormenor do desalinhamento entre o muro testa e a respetiva carlinga (encontro direito).	75
Figura 89 - Junção da carlinga sobre o muro testa com destacamento de betão (encontro direito).	75
Figura 90 - Fissura na carlinga sobre o muro testa entre a viga V.2 e V.3 (encontro direito).	75
Figura 91 - Destacamento de betão e exposição de armadura na junção entre o muro testa e a carlinga (encontro esquerdo).	76
Figura 92 - Orifícios na carlinga com escorrimento de água (encontro esquerdo).	76
Figura 93 - Fissura com eflorescências na parte inferior da laje do tabuleiro.....	76
Figura 94 - Cachorro com delaminação e armadura exposta (visto de Montante).....	76
Figura 95 – Aspeto de um dos aparelhos de apoio do encontro esquerdo.....	77
Figura 96 – Degradação da junta de dilatação entre o encontro direito - tabuleiro.....	77
Figura 97 - Degradação da junta de dilatação entre o encontro esquerdo - tabuleiro. ...	77
Figura 98 - Guarda corpos do lado jusante.....	78
Figura 99 - Espessura de recobrimento das armaduras correspondente à Zona 8 (Re2) em mm.	79
Figura 100 - Perfil de Cloretos da correspondente à amostra cl3 [26].	81
Figura 101 - Gráfico com o resultado da medição do potencial elétrico na zona 4.	83
Figura 102 - Correlação entre a resistência à compressão e o número de ressalto para um aparelho “DIGI-SCHMIDT 2000” [29].	86
Figura 103 - Representação geométrica e dimensional da carote Cr6 em Alçado.	87
Figura 104 - Esquema do provável assentamento do muro testa do encontro direito. ...	89

Figura 105 - Legenda de anomalias utilizada na Avaliação da Condição.....	93
---	----

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Principais meios auxiliares á inspeção técnica do lado da margem esquerda.	20
Tabela 2 - Principais meios auxiliares á inspeção técnica do lado da margem direita...	20
Tabela 3 - Medições máximas das fissuras.	34
Tabela 4 - Teor em cloretos por intervalo de profundidade (cl8) [10].	35
Tabela 5 - Percentagem de iões de cloretos contidos na amostra (cl8) [10].	36
Tabela 6 - Resumo da percentagem do teor de cloretos na pasta de cimento.	37
Tabela 7 - Ensaios a realizar por zona.	53
Tabela 8 - Principais meios auxiliares á inspeção técnica.	56
Tabela 9 - Resumo das medições das espessuras de recobrimento dos varões.	79
Tabela 10 - Geometria e secção dos varões.	80
Tabela 11 - Percentagem de iões de cloretos contidos na amostra (cl3) [26].	81
Tabela 12 - Resumo da % do teor de cloretos na pasta de cimento.	81
Tabela 13 - Resultados da profundidade de carbonatação medida no betão.	82
Tabela 14 - Resumo dos resultados obtidos na medição do potencial elétrico das armaduras.....	83
Tabela 15 - Resumo dos resultados do ensaio da medição da resistividade elétrica.....	84
Tabela 16 - Registos dos valores R de ressalto do ensaio Es6 – zona 12.....	85
Tabela 17 - Resumo dos resultados do ensaio para a determinação da resistência superficial do betão.....	85
Tabela 18 - Resultados do ensaio à compressão das 6 carotes.	86

Índice de Quadros

Quadro 1 - Valores para a interpretação dos resultados do ensaio da Medição do Potencial Elétrico das Armaduras [27].	84
Quadro 2 - Valores para a interpretação dos resultados do ensaio da Medição da Resistividade Elétrica do Betão [28].	84

1. Introdução

O presente Relatório de Estágio Curricular surge no âmbito da unidade curricular de Projeto/Estágio do curso de Mestrado em Reabilitação Urbana, da Escola Superior de Tecnologia de Tomar, lecionada no 2º ano deste curso.

A motivação pela opção de Estágio Curricular em vez de Projeto, deve-se ao facto de ter oportunidade de ingressar no mercado de trabalho, poder aplicar os conhecimentos adquiridos na instituição de ensino e adquirir novos conhecimentos integrando uma equipa multidisciplinar, dinâmica e com elevada experiência profissional.

O estágio a que respeita este relatório foi realizado no Instituto de Soldadura e Qualidade (ISQ), com sede em Av. Prof. Dr. Cavaco Silva, n.º33, Taguspark, 2740-120 Porto Salvo, Portugal. Teve a duração de dois semestres. No primeiro semestre foi realizado a tempo parcial e no segundo a tempo inteiro.

1.1. Objetivo do Relatório de Estágio

O presente relatório tem como objetivo descrever e analisar os trabalhos desenvolvidos durante o Estágio, tendo em conta as funções desempenhadas diariamente, tanto no trabalho de campo como em gabinete. Serão abordados vários trabalhos, dos quais se destacam as inspeções técnicas realizadas a vários tipos de construções, com diversos estados de conservação e anomalias. Serão apresentadas diversas propostas para a resolução das anomalias detetadas.

1.2. Plano de Estágio

O plano inicial do estágio foi elaborado pela Eng.^a Ana Mateus, supervisora do estágio na entidade acolhedora – ISQ. Neste plano constam os principais objetivos a atingir no estágio, bem como as atividades a desenvolver para cumprimento dos referidos objetivos.

Na Tabela seguinte sintetizam-se os objetivos a atingir e as atividades a desenvolver no âmbito de cada um deles.

Objetivos a atingir		Atividades a Desenvolver	
1	Conhecer a estrutura e a dinâmica do ISQ enquanto associação tecnológica multidisciplinar.	1	Análise de documentação e visita aos laboratórios.
2	Compreender a área de trabalho da Direção de Construção Civil (DCCIV).	2	Análise de documentação.
3	Conhecer o Sistema da Gestão, Qualidade e Segurança implementado na DCCIV.	3	Análise de documentação.
4	Identificar os instrumentos e metodologias de inspeção e diagnóstico de edifícios e obras de arte e de controlo de qualidade em obra, tendo por base os requisitos definidos nos Procedimentos e Instruções de trabalho do SGQS	4	Acompanhar os técnicos da DCCIV nas fases de preparação e realização de trabalho
5	Realização de atividades de inspeção e diagnóstico e de controlo de qualidade em obra.	5	Colaboração ativa com os técnicos da DCCIV nas tarefas de recolha e análise de informação e de realização de ensaios.
6	Compreensão e interpretação de anomalias para definição de metodologias de reparação e/ou reforço estrutural.	6	Elaboração de estudos e relatórios técnicos na área da reabilitação.
7	Desenvolver e demonstrar apetência pela coordenação e realização autónoma dos trabalhos de inspeção e diagnóstico e de controlo de qualidade em obra.	7	Planear e coordenar as atividades a desenvolver nos trabalhos de campo, avaliando a necessidade de subcontratação de serviços internos ou externos ao ISQ.

1.3. Estrutura do Relatório

O presente relatório está organizado em quatro capítulos.

No primeiro capítulo Introdução, descreve-se a motivação pela opção de estágio, os objetivos do relatório e a respetiva organização.

O segundo capítulo descreve a entidade de acolhimento onde decorreu o estágio, nomeadamente a sua constituição, organigrama de funcionamento e principais atribuições.

No terceiro capítulo apresentam-se as atividades desenvolvidas no decorrer do estágio curricular, de que se salientam os trabalhos relativos às inspeções realizadas.

No quarto capítulo apresentam-se as conclusões, tendo em conta todo o trabalho desenvolvido durante o estágio curricular.

2. Descrição da Entidade de Acolhimento

O ISQ – Instituto de Soldadura e Qualidade, é uma entidade privada e independente com cerca de 50 anos de atividade, que presta serviços de inspeção, ensaios, formação e consultoria técnica.

Foi fundado em 1965 e inicialmente estava vocacionado para o sector da construção soldada, à época uma tecnologia inovadora e crucial para o desenvolvimento da indústria portuguesa. Diversificou a sua atividade no início dos anos 80 para outros sectores como o ambiente, a segurança, a metrologia, as inspeções de instalações e equipamentos elétricos e de construção, e os ensaios de segurança de bens e equipamentos, tendo sempre como denominadores comuns a Inovação, a Qualidade e a Segurança.

Esta entidade apoia os clientes (particulares e empresas) na melhoria do seu desempenho e na redução do risco, oferecendo serviços e soluções inovadoras que contribuem para que as suas infraestruturas, equipamentos, processos e produtos cumpram as normas e regulamentos em termos de qualidade, segurança, ambiente e responsabilidade social.

A estratégia de crescimento do ISQ passa por uma presença cada vez mais importante e sustentada no mundo, onde mantêm escritórios, delegações e empresas associadas em mais de 15 países.

A inovação e a formação são uma aposta contínua do ISQ perante os seus colaboradores.

Oferece aos clientes soluções globais e integradas adaptadas às suas necessidades, visando o aumento da disponibilidade dos seus ativos [1].

O complexo que constitui a sede do ISQ é composto por um conjunto de edifícios localizados no Tagus Park (Fig. 1).

O ISQ é constituído por vários serviços conforme se pode observar no organigrama da Figura 2.



Figura 1 - Fotografia aérea da sede do ISQ [1].

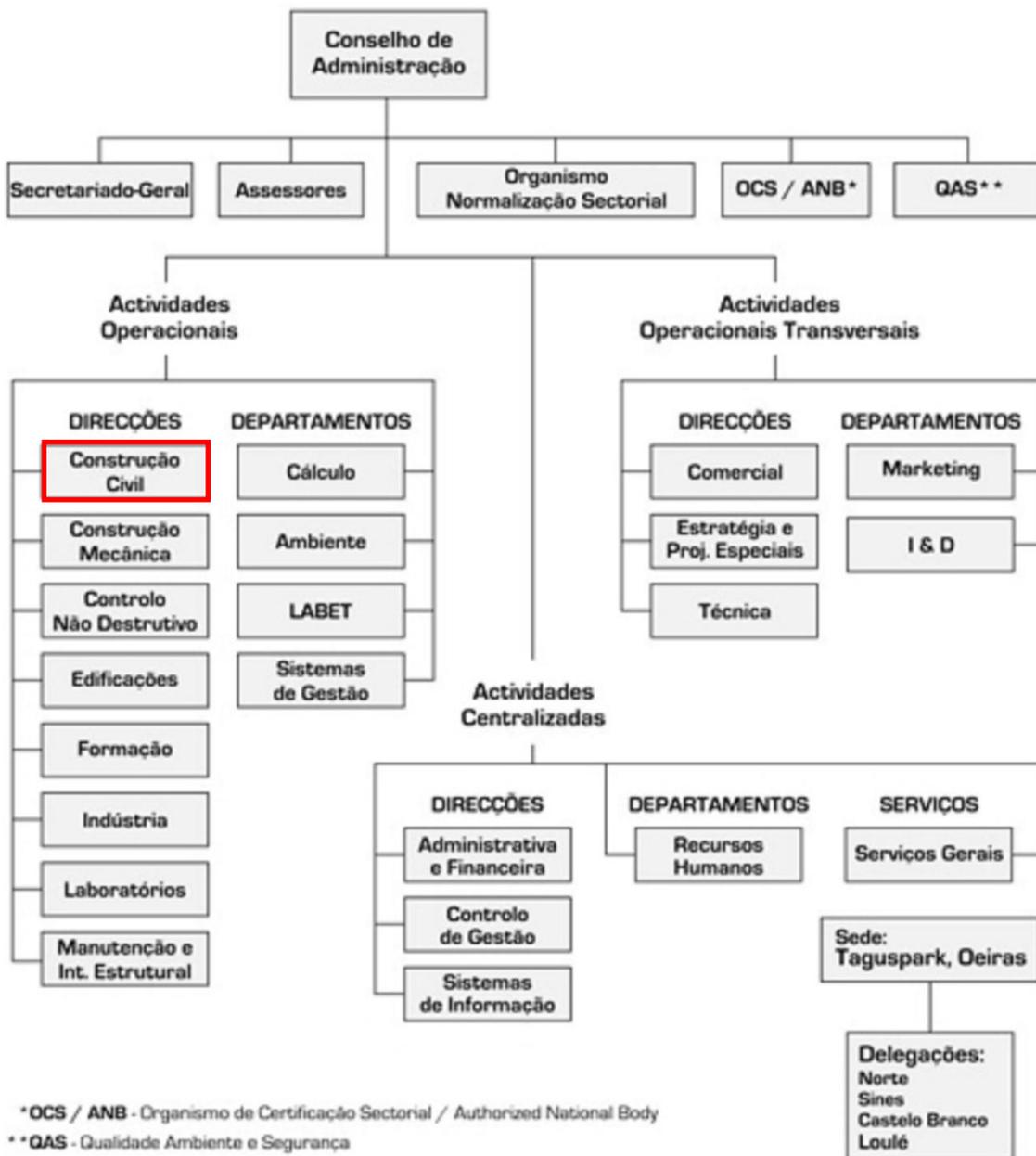


Figura 2 - Organigrama com os serviços do ISQ [1].

A direção de construção civil é constituída por vários serviços que são apresentados no organigrama da Figura 3.

O estágio curricular realizou-se no Departamento de Construção Civil, na secção de Pontes, Geotecnia e Reabilitação Estrutural.

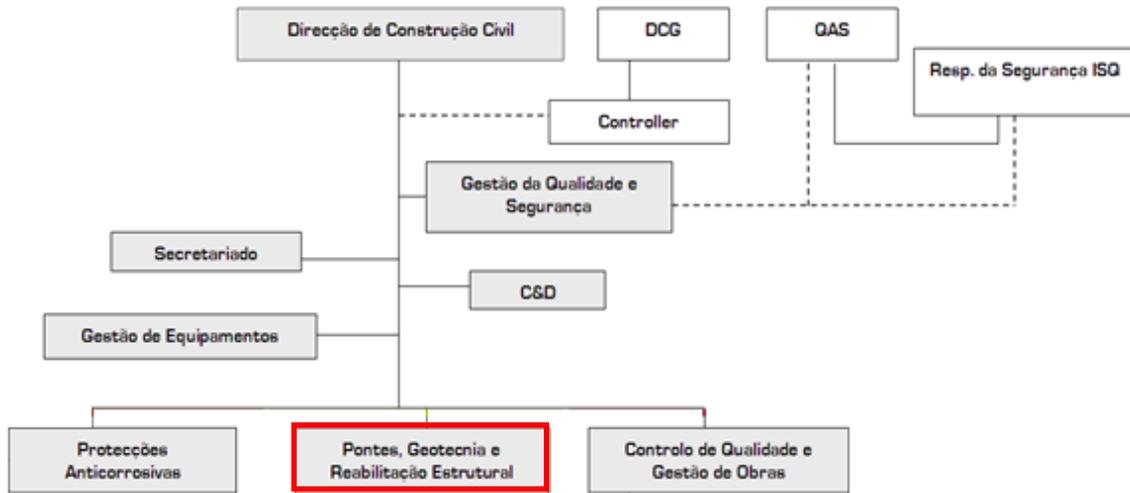


Figura 3 - Organigrama da Direção de Construção Civil [1].

3. Atividades Desenvolvidas no Âmbito do Estágio Curricular

Neste capítulo serão descritas todas as atividades em que o estagiário participou, ao longo do estágio curricular.

3.1. Análise de Documentos

No início do estágio houve necessidade de proceder à análise de vários documentos necessários à compreensão e realização das diversas atividades. Desses documentos salientam-se:

3.1.1. Procedimento Específico de Inspeção de Edifícios – Este documento visa sistematizar os procedimentos a tomar pela equipa de inspeção de edifícios. Define as condições gerais de execução dos trabalhos de inspeção e descreve a sequência dos trabalhos, os principais pontos de inspeção e ensaio, no sentido de uniformizar rotinas de atuação [2].

3.1.2. Procedimento Específico de Inspeção de Obras de Arte – Este documento visa sistematizar os procedimentos a tomar pela equipa de inspeção de obras de arte, definindo as condições gerais de execução dos trabalhos de inspeção e descrevendo a sequência dos trabalhos, os principais pontos de inspeção e ensaio, no sentido de uniformizar rotinas de atuação [2].

3.1.3. Instruções de trabalho para os seguintes ensaios [2]:

- Ensaio de Determinação do Teor em Cloretos do Betão – Este procedimento constitui o conjunto de requisitos para a determinação do teor em iões cloreto contido numa peça de betão.
- Ensaio de Medição da Profundidade de Carbonatação de um Betão – Este procedimento constitui o conjunto de requisitos para medir “in situ” a profundidade da camada superficial carbonatada de uma estrutura de betão.
- Ensaio de Determinação do Estado de Corrosão de uma Armadura – Este procedimento constitui o conjunto de requisitos para a

determinação do estado de corrosão da armadura de um betão, através da medição do potencial elétrico das armaduras.

- Ensaio de Determinação da Resistência Superficial de um Betão – Este procedimento constitui o conjunto de requisitos para a determinação da resistência à compressão da superfície de um betão, pelo método esclerométrico, através da medição estatística de uma série de impactos provocados sobre uma estrutura de betão.
- Ensaio para a Verificação da Integridade Estrutural de um Betão por Ultra-sons – Este procedimento constitui o conjunto de requisitos para a determinação da integridade/homogeneidade estrutural e resistência à compressão de um betão.
- Recolha e Preparação de Carotes de Betão – Este procedimento constitui o conjunto de requisitos para a obtenção de amostras de betão endurecido com recurso à carotagem.
- Ensaio de Medição de Espessuras de Recobrimento e Geometria das Armaduras – A presente especificação estabelece um método para determinação das espessuras de recobrimento das armaduras do betão armado, bem como a geometria e secção das mesmas.
- Ensaio de Determinação da Absorção de Água do Betão – Este procedimento constitui o conjunto de requisitos para a determinação da absorção de água de um betão endurecido, por imersão em água à pressão atmosférica.
- Monitorização e Medição de Fissuras – A presente especificação estabelece um método para medição das deformações por fissura localizada, conforme a precisão desejada.
- Ensaio de Tração no Local (Pull-Off) – A presente especificação constitui o conjunto de requisitos para a determinação da resistência mecânica à tração do betão.

- Ensaio de Determinação da Velocidade da Corrosão – Este procedimento constitui o conjunto de requisitos para a determinação da velocidade da corrosão, à qual a armadura perde seção por corrosão da mesma. A determinação é feita através de medições da resistividade elétrica do betão.
- Ensaio Sónico em Estacas “PIT” – Este procedimento constitui o conjunto de requisitos para a execução do ensaio de verificação da integridade de uma estaca.
- Ensaio Sónico em Estacas “CrossHole” – Este procedimento constitui o conjunto de requisitos para a execução do ensaio de verificação da integridade de uma estaca, através do método da diagrafia sónica entre furos “Cross-Hole”.

3.1.4. Manual de Inspeção de Obras de Arte – Neste documento apresentam-se as considerações gerais sobre estruturas de obras de arte, descrevendo-se também o trabalho dos inspetores e os meios de inspeção, as propriedades e deterioração dos materiais, os aspetos importantes a serem observados na inspeção de pontes, técnicas avançadas de inspeção, inspeção e avaliação dos cursos de água e inspeção subaquáticas [2].

3.1.5. Manual do Inspetor de Obras de Arte – Este manual visa classificar o estado de conservação dos elementos das obras-de-arte [2].

3.1.6. Relatórios das seguintes Inspeções Técnicas [3]:

- Condomínio Gaivotas do Tejo Lisboa - Este relatório faz referência à avaliação do estado de conservação do revestimento, em elementos cerâmicos, das paredes exteriores de três edifícios multifamiliares.
- Arquivo Municipal de Serpa – O relatório foi elaborado com base na inspeção técnica feita ao Arquivo Municipal de Serpa e descreve a inspeção visual para identificação de anomalias, verificação da geometria dos elementos estruturais, deteção das armaduras, determinação da resistência superficial do betão e análise do projeto.

- Auditório Municipal do Barreiro - Este relatório faz referência à avaliação do estado de conservação do edifício, onde foi realizada uma inspeção visual, percussão no revestimento, mapeamento de anomalias, quantificação de áreas de revestimento sem aderência, procedimentos de reparação e plano de manutenção.
- Edifício Pertencente a um Condomínio em Faro - Este relatório faz referência à avaliação do estado de conservação do edifício e confronto entre as soluções construtivas implementadas em obra e as preconizadas em projeto. Na inspeção técnica houve uma inspeção visual, análise Termográfica, medição de temperatura e humidade ambientais no interior das frações e análise de documentos fornecidos.
- Edifício de um centro educativo no Carregal do Sal – Este relatório refere-se à inspeção técnica ao sistema estrutural de dois edifícios escolares. Foi realizada uma inspeção visual, extração e posterior ensaio de carotes à compressão, ensaio com esclerómetro, deteção de armaduras e ensaio de carga em lajes.
- Edifício do Museu da Eletricidade – Este relatório descreve todas as anomalias encontradas através de inspeção visual e procedimentos de reparação, bem como o plano de manutenção para este edifício.
- Ponte da Escravilheira sobre o rio Ínsua – Este relatório refere-se à inspeção visual feita à ponte em betão armado, medição do recobrimento de armaduras, medição da profundidade de carbonatação, ensaio esclerométrico e extração e ensaios de carotes de betão. Nesta inspeção foram controlados principalmente os fustes dos pilares, longarinas, travessas e encontros.
- Ponte Sobre o rio Tâmega – A inspeção técnica feita a esta ponte teve como principal objetivo o levantamento e registo de anomalias existentes nos diversos elementos estruturais, bem como dos seus aparelhos de apoio, juntas de dilatação, passeios, guarda de segurança e guarda corpos.

- Viaduto da Auto-estrada A1 em Torres Novas – A inspeção técnica feita a este viaduto teve como principal objetivo o levantamento e registo de anomalias existentes nos diversos elementos estruturais, bem como dos seus aparelhos de apoio e juntas de dilatação.
- Ponte do Barral no Concelho de Albufeira – Este relatório refere-se à avaliação da capacidade de carga da ponte. Houve uma inspeção visual, extração e posterior ensaio de carotes à compressão, ensaio com esclerómetro, medição dos recobrimentos e identificação da localização e espaçamento das armaduras ordinárias.
- Edifício de Habitação na Urbanização Colinas do Cruzeiro – A inspeção técnica foi realizada exclusivamente aos espaços comuns (caixas de escada, sala de condóminos, cobertura e pisos de estacionamento) e tratou-se apenas de uma inspeção visual.
- Edifício Paço D' Alameda – A inspeção visual realizada resultou da necessidade de averiguar as causas das patologias existentes no revestimento, em painéis de gesso cartonado, das paredes divisórias interiores.
- CIMPOR – Fábrica de Souselas – Inspeção técnica efetuada às estruturas metálicas de uma cobertura, parede periférica e fuste em betão armado. A inspeção foi apenas visual.
- Dois Terraços de um Edifício na Calçada do Tojal – O relatório da inspeção técnica descreve uma inspeção visual aos terraços pertencentes a duas frações autónomas do r/c, contíguas. Esta inspeção resultou do aparecimento de fissuração nos muros dos terraços bem como nos pavimentos exteriores destes.
- Armazém da estação de Foz Tua – A inspeção técnica teve como objetivo fazer um diagnóstico estrutural do armazém. Na inspeção foi feita uma classificação visual das anomalias de acordo com normas italianas, e foram realizados ensaios não destrutivos (dureza superficial e teor em água) [4].

3.2. Caracterização Visual de Amostras em Betão

Foi solicitado ao ISQ a análise e ensaio à compressão de cinco carotes e um cubo de betão retirados de uma construção existente. Estas amostras foram recolhidas pelo cliente e enviadas para o Departamento de Construção Civil do ISQ.

Após a receção das amostras foi feita uma caracterização visual das mesmas. Essa caracterização consistiu na identificação da amostra (através de número e fotografia), na determinação das dimensões da amostra e na descrição da amostra.

Pretendeu-se analisar e caracterizar a constituição da amostra, nomeadamente, varões (localização e diâmetro), agregados (identificando a natureza geológica, dimensão máxima e mínima), o aspeto do betão (compacto, pulverulento, poroso, etc.), descontinuidades importantes (vazios, fissuras, reações expansivas visíveis, etc.), as dimensões medidas a partir da superfície, de onde será cortado o provete para ensaio, eventuais revestimentos, etc..

Como exemplo apresentam-se dois boletins com o registo da caracterização visual de duas amostras (uma carote e um cubo). A informação relativa às restantes amostras consta no Anexo I.

IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA

Amostra 4

DIMENSÕES DA AMOSTRA

Comprimento: 93 mm

Diâmetro: 84 mm

DESCRIÇÃO DA AMOSTRA

Agregados: Agregados de origem granítica, com distribuição homogênea na pasta de cimento; $d_{\max(\text{agregado})} = 34,5 \text{ mm}$ $d_{\min(\text{agregado})} = 2 \text{ mm}$

Poros: A pasta de cimento da amostra revela alguma porosidade distribuída, com poros máximos de $d_{\max(\text{poros})} = 4,5 \text{ mm}$

Armaduras: Amostra com 2 varões $\varnothing 10 \text{ mm}$ cada, cruzados e localizados junto a uma das faces de compressão

Fissuras: Amostra isenta de fissuras

FOTOGRAFIA



Figura 4 - Carote 4.

Observações: Amostra com as faces de compressão irregulares a necessitar de retificação

IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA

Amostra da Parede (6)

DIMENSÕES DA AMOSTRA

Comprimento: 53 mm

Largura: 53 mm

DESCRIÇÃO DA AMOSTRA

Agregados: Agregados de origem granítica, com distribuição homogénea na pasta de cimento; $d_{\max(\text{agregado})} = 7 \text{ mm}$ $d_{\min(\text{agregado})} = 2 \text{ mm}$

Poros: A pasta de cimento da amostra revela bastante porosidade distribuída, com poros máximos de $d_{\max(\text{poros})} = 12 \text{ mm}$

Armaduras: Amostra isenta de varões;

Fissuras: Amostra isenta de fissuras;

FOTOGRAFIA



Figura 5 - Carote 6

Observações: Amostra com as faces de compressão irregulares a necessitar de retificação

3.3. Acompanhamento da Inspeção Técnica à Ponte da Figueira da Foz

Foi prestada colaboração na inspeção técnica à Ponte da Figueira da Foz, sobre o Rio Mondego, tanto na fase de trabalho de campo (inspeção e ensaio) como na fase de elaboração de relatório (mapeamento de anomalias).

A inspeção e os ensaios foram solicitados por um cliente (projetista) que discriminou o tipo de ensaios, os locais e as inspeções a realizar. A inspeção e os ensaios propostos localizavam-se na estrutura de betão dos maciços de apoio das pernas das torres, nomeadamente nos pegões e às suas travessas de ligação e base das torres.

3.3.1. Descrição da Obra de Arte

A Ponte da Figueira da Foz tem um desenvolvimento total de 1421 metros, incluindo uma ponte de tirantes com 405 metros sobre o Rio Mondego, e viadutos de acesso em ambas as margens com um desenvolvimento de 630 metros na margem esquerda e 315 metros na margem direita. O perfil transversal envolve uma plataforma de 20 metros de largura.

A Ponte da Figueira da Foz foi projetada pelo Professor Edgar Cardoso tendo sido a primeira ponte atirantada executada em Portugal. A sua conclusão data 1982.

A ponte de tirantes tem um vão central de 225 m e vãos laterais de 90 m. O tabuleiro é constituído por uma estrutura metálica com duas vigas principais de 2 m de altura, sendo cada viga constituída por duas vigas metálicas de alma cheia, interligadas por carlingas da mesma altura afastadas de 10 m, as quais por sua vez suportam as longarinas afastadas de 3,20 m. Sobre essa grelha apoia uma laje de betão armado de espessura variável entre 0,13 m no vão e 0,20 m de espessura sobre as longarinas.

Os mastros com uma altura acima do nível da água de 85 m são constituídos por quatro peças retangulares ocas inclinadas nas duas direções, suportadas por poços de fundações ocas de 5 m de diâmetro exterior, interligados por vigas de travamento, pré-esforçadas.

Os três cabos de suspensão, são constituídos respetivamente por 390, 540 e 900 (os mais longos) fios de aço galvanizado, com uma tensão de rotura de 160 a 180 Kg/mm², que passam em selas localizadas sob o topo dos mastros, suspendendo o tabuleiro em ancoragens distanciadas de 30 m. O vão central da ponte inclui um tramo isostático, simplesmente apoiado no tabuleiro atirantado, com 45 m de comprimento.

O tabuleiro está fixado nos pilares de transição, através de barras de aço de alta resistência, e apoia nos mastros através de aparelhos de apoio fixos.

Os viadutos de acesso são constituídos por um tabuleiro em betão armado e betão pré-esforçado, constituído por uma laje vigada com 4 vigas longitudinais afastadas de 5,20 m e vãos de 45,00 m. As vigas têm altura variável de 2,80 m a 2,30 m e alma de espessura variável de 0,40 m no vão a 0,60 m nos apoios, sendo pré-esforçadas longitudinalmente. A laje, de espessura variável (de 0,18 m no vão a 0,202 m sobre as vigas), é pré-esforçada transversalmente.

As vigas são apoiadas através de aparelhos de apoio de chumbo e ferrolhos nas travessas dos pilares. Nos pilares de transição, o tabuleiro dos viadutos, apoia em aparelhos de apoios móveis.

Os pilares dos viadutos são constituídos por duas colunas retangulares ocas, superiormente ligadas por uma travessa também oca.

Os encontros são constituídos por uma caixa fechada sendo que, na margem esquerda, o tabuleiro foi fixado ao encontro para efeito de resistência à ação sísmica.

O local de implantação da Ponte ambientalmente é bastante agressivo, sendo classificado como zona atmosférica de ambiente marítimo. As fundações e vigas de travamento dos mastros estão sujeitas ao contacto direto da água salgada do estuário do Rio Mondego [5].

Na Figura 6 pode-se observar uma imagem da ponte, e na Figura 7 uma vista aérea da localização e desenvolvimento da ponte.



Figura 6 - Ponte da Figueira da Foz [6].



Figura 7 - Vista aérea da Ponte da Figueira da Foz [7].

3.3.2. Âmbito da Inspeção Técnica

Segundo a informação do projetista, os maciços de apoio das pernas das torres, nomeadamente os pegões, já tinham sofrido uma intervenção de reabilitação para tentar colmatar anomalias existentes nos mesmos. Essa intervenção consistiu em picar lateralmente todos os pegões e aplicar uma camada de revestimento de argamassa em toda a envolvente lateral de cada pegão.

A técnica de reabilitação adotada não foi a mais adequada uma vez que as anomalias voltaram a manifestar-se. Daí a necessidade de se realizar uma nova inspeção técnica que permita clarificar quais os mecanismos de degradação em causa, para fundamentar um novo projeto de reabilitação.

3.3.3. Trabalhos a Realizar

Os trabalhos a realizar no âmbito desta inspeção técnica foram os propostos pelo cliente, que solicitou as seguintes atividades/ensaios de caracterização:

- Extração de 4 carotes (\varnothing 80 mm) para posterior análise petrográfica;
- Avaliação da taxa de concentração de cloretos, para obtenção de um perfil de cloretos, nos maciços cilíndricos, até aos 8 cm de profundidade (8 zonas);
- Mapeamento das anomalias identificadas nos pegões, nas travessas de ligação e na base das torres, com especial realce para as fissuras com espessuras superiores a 0,1 mm, e posterior representação em peças desenhadas;
- Elaboração de um relatório final onde conste a interpretação e análise dos dados recolhidos e dos ensaios realizados, a descrição e as observações resultantes das inspeções visuais efetuadas e as conclusões gerais da inspeção.

Conforme já referido, os pegões têm uma camada exterior constituída por uma argamassa aplicada numa intervenção de reabilitação anterior. Essa argamassa será removida e os ensaios serão realizados apenas ao betão original dos pegões.

A existência de argamassa exterior não condicionou a recolha de amostras para análise petrográfica, dado que a análise é feita a partir das carotes, onde é clara a visualização e remoção da camada exterior de argamassa.

No entanto, existiram algumas dificuldades na avaliação da taxa de concentração de cloretos, porque este ensaio é feito através da furação do pegão, em intervalos de

profundidade de um centímetro. A cada profundidade é recolhido o pó para posteriormente se verificar a presença (ou não) de cloretos. A dificuldade nesta operação está em perceber quando é que se acaba de perfurar a argamassa exterior (aplicada em anteriores intervenções) e se começa a perfurar o betão original dos pegões.

Para que este ensaio fosse feito com maior precisão, optou-se por retirar uma carote, para cada ensaio da avaliação da taxa de concentração de cloretos. Assim, através da carote consegue-se facilmente visualizar e remover a argamassa exterior, bem como realizar com precisão os ensaios de determinação do teor de cloretos em laboratório. Atendendo a esta condicionante foi necessário extrair mais 8 carotes.

Na Figura 8 estão assinaladas as zonas inspecionadas e ensaiadas, tanto junto à margem direita como junto à margem esquerda.



Figura 8 - Identificação das zonas a inspecionar.

3.3.4. Preparação e Planeamento da Inspeção Técnica

Para a inspeção de uma obra em serviço, como é o caso da ponte da Figueira da Foz, é fundamental proceder a uma visita prévia, para recolher informação que permita determinar as necessidades em campo, de modo a elaborar uma proposta mais precisa, a delinear um Plano de Trabalhos e um Plano de Inspeção e Ensaios.

Esta etapa inicial compreende as seguintes ações:

- Estudo das características e condicionantes da obra;
- Análise de elementos disponíveis;
- Dimensionamento de meios, materiais e humanos (incluindo a análise da necessidade de contratar bens ou serviços ou ainda efetuar compras);

- Elaboração do plano de trabalhos;
- Elaboração do Plano de Inspeção e Ensaios.

Neste caso, a proposta do cliente apresentava as bases do Plano de Inspeção e Ensaios, pelo que foi necessário elaborar o Plano de Trabalhos em função dos trabalhos a realizar, tendo em conta as condicionantes encontradas no terreno.

Foi feita uma visita prévia ao local, de modo a quantificar os meios técnicos e humanos necessários, bem como as dificuldades existentes. Esta inspeção prévia durou cerca de 4 horas e foi feita por dois técnicos do ISQ, com a colaboração do estagiário.

Na visita ao local começou-se por analisar o acesso às margens do rio, na zona onde se localiza a ponte e posteriormente equacionar o modo como aceder às zonas da obra de arte a inspecionar.

A margem esquerda do rio é de fácil acesso, através de uma estrada pública. A margem direita insere-se dentro do Porto da Figueira da Foz, onde existem alguns constrangimentos no acesso.

Na visita prévia o comandante do Porto da Figueira da Foz autorizou o acesso da equipa técnica à margem direita (junto à ponte), tendo informado da necessidade de obtenção de autorizações formais do Comando do Porto da Figueira da Foz e da Autoridade Marítima Local (Capitania do Porto da Figueira da Foz). Nessas autorizações deverá constar qual o objetivo do acesso ao Porto da Figueira da Foz, a identificação dos respetivo técnicos, os dias em que vão decorrer os trabalhos, a matrícula dos veículos intervenientes e a identificação dos equipamentos e materiais a entrar no Porto.

Para além desta dificuldade identificou-se outra relacionada com o modo como deverá ser feito o acesso aos pegões e às travessas de ligação, visto que estes elementos se encontram dentro do leito do rio.

Do lado da margem esquerda, durante a visita prévia, os pegões estavam rodeados de água (Fig. 9), mas por informação verbal de um morador soube-se que estes pegões ficam totalmente a descoberto na altura da maré baixa.

Com esta informação pode concluir-se que é possível aceder pedonalmente a estes pegões e travessas, com o auxílio de uma escada, nas horas de maré baixa. Para se ter conhecimento de horas de maré baixa consultou-se o site do Instituto Hidrográfico.

Do lado da margem direita os pegões e travessas estão sempre rodeados de água, quer na maré alta, quer na maré baixa (Fig. 10).



Figura 9 - Pegões e travessas junto á margem esquerda.



Figura 10 - Pegões e travessas junto à margem direita.

Considerou-se que a melhor forma de aceder aos locais de trabalho na margem direita seria a utilização de uma embarcação, sendo para tal necessário solicitar autorização ao SEF (Serviço de Estrangeiros e Fronteiras). Assim já não vai ser necessário pedir autorização ao Comando do Porto da Figueira da Foz, porque não será preciso aceder ao porto.

Durante a visita foi decidido quais os pegões de que se irão extrair as carotes. Do lado da margem esquerda serão os dois pegões mais próximos da margem e do lado da margem direita serão dos dois pegões mais afastados da margem. A escolha foi feita com o objetivo de facilitar os trabalhos, uma vez que do lado da margem esquerda os pegões escolhidos são os que estão menos tempo rodeados de água, e do lado da margem direita são os dois pegões onde o rio tem uma maior profundidade, o que facilita o acesso do barco tanto em maré alta como em maré baixa.

Os pegões de onde foram extraídas as carotes estão assinalados na Figura 11.

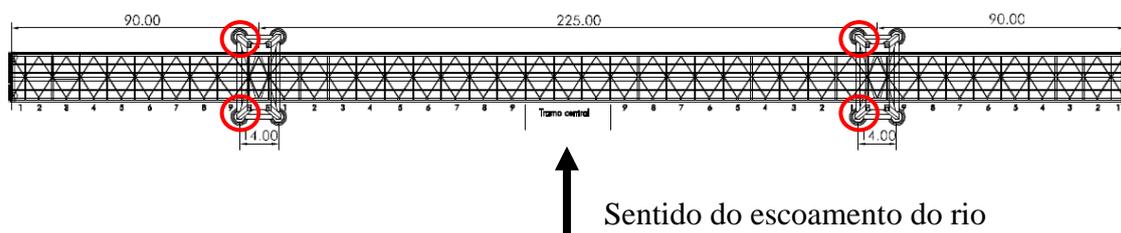


Figura 11 - Planta do troço central da ponte, com a identificação dos pegões de onde se irão extrair as carotes [5].

Através da visita prévia realizada conseguiu-se prever os recursos necessários para a execução dos trabalhos de inspeção e realização dos ensaios, requerendo-se a utilização dos equipamentos e materiais descritos nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1 - Principais meios auxiliares á inspeção técnica do lado da margem esquerda.

Atividade	Designação do equipamento	Meios auxiliares
Extração de carotes	-Máquina fotográfica -Caroteadora -Bomba de água -Berbequim -Gerador	-Escadas (> 4 m) -Bilha com água -Martelo e escopro -Peças desenhadas -Fita métrica -Extensão elétrica
Fecho das cavidades de onde se retiram as carotes		-Escadas (> 4 m) -Balde -Colher de pedreiro -Bilha com água -Argamassa Sika Mono Top-618
Mapeamento das anomalias	-Máquina fotográfica -Bloco A3 e lápis -Comparador de fissuras	-Escadas (> 4 m)

Tabela 2 - Principais meios auxiliares á inspeção técnica do lado da margem direita.

Atividade	Designação do equipamento	Meios auxiliares
Extração de carotes	-Máquina fotográfica -Caroteadora -Bomba de água -Berbequim -Gerador	-Escadas (> 4 m) -Bilha com água -Martelo e escopro -Peças desenhadas -Fita métrica -Extensão elétrica -Barco -Cordas
Fecho das cavidades de onde se retiram as carotes		-Escadas (> 4 m) -Balde -Colher de pedreiro -Bilha com água -Argamassa Sika Mono Top-618 -Barco -Cordas
Mapeamento das anomalias	-Máquina fotográfica -Bloco A3 e lápis -Comparador de fissuras	-Escadas (> 4 m) -Barco -Cordas

3.3.5. Realização da Inspeção Técnica

A inspeção técnica foi realizada por dois técnicos do ISQ, e durou aproximadamente 5 dias.

O primeiro dia incidiu sobre a extração das carotes nos dois pegões mais próximos da margem esquerda.

No segundo dia foi realizado o mapeamento das anomalias identificadas na área lateral de todos os pegões, exceto nos dois pegões mais a sul da margem esquerda.

No terceiro dia realizou-se a extração das carotes nos dois pegões mais a sul da margem direita.

No quarto dia realizou-se o mapeamento das anomalias identificadas na zona superior dos pegões, em toda a área das travessas de ligação entre pegões e em toda a zona da base das torres, tanto do lado da margem esquerda como do lado da margem direita.

No último dia realizou-se o mapeamento das anomalias identificadas na área lateral dos dois pegões mais a sul da margem esquerda.

A colaboração prestada pelo estagiário, no primeiro e terceiro dia de trabalho consistiu no apoio à extração de doze carotes em quatro pegões, - três carotes em cada pegão (ver Fig. 11), uma para fazer a análise petrográfica do betão e as outras duas para fazer o ensaio da determinação do teor de cloretos do betão.

A colaboração prestada no último dia consistiu no apoio ao mapeamento das anomalias identificadas na área lateral dos dois pegões, situados mais a sul da margem esquerda.

3.3.5.1. Acesso aos Pegões da Ponte

Os trabalhos realizados do lado esquerdo da margem do rio Mondego foram idênticos aos realizados do lado direito. A única diferença é que do lado da margem esquerda o acesso aos pegões é feito pedonalmente, com o auxílio de uma escada (em período de maré baixa), enquanto do lado da margem direita o acesso é feito de barco, com o auxílio de uma escada.

No primeiro dia da inspeção técnica (trabalhos do lado da margem esquerda), começou-se por transportar os equipamentos e os meios auxiliares para perto do local onde decorreram os trabalhos (ver Fig. 12).



Figura 12 - Equipamentos e meios auxiliares para a extração das carotes.

Com os equipamentos e meios auxiliares no local, foi identificado o local da extração de cada carote. Para auxiliar essa identificação foram analisadas as peças desenhadas do projeto, a fim de evitar que a extração das carotes interfira com o pré-esforço existente nas travessas de ligação dos pegões.

Após a identificação do local, fixou-se a caroteadora e extraiu-se as respectivas carotes. No terceiro dia da inspeção técnica (trabalhos do lado da margem direita), foram seguidos os mesmos procedimentos, mas transportaram-se os equipamentos e os meios auxiliares numa embarcação previamente contratada (ver Fig. 13 e Fig.14).



Figura 13 - Equipamentos e meios auxiliares colocados no barco.



Figura 14 – Deslocação do barco para junto dos pegões do lado da margem direita.

Para a execução dos trabalhos foi necessário proceder à amarração da embarcação aos pegões (ver Fig. 15). Em períodos de maré alta o acesso era feito diretamente entre o barco e o pegão. Nos períodos de maré baixa recorreu-se a uma escada para acesso ao pegão.

Por questões de segurança, todos os trabalhadores que subiam aos pegões tinham colocado um colete salva vidas, como se pode observar na Figura 16.



Figura 15 - Amarração do barco ao pegão.

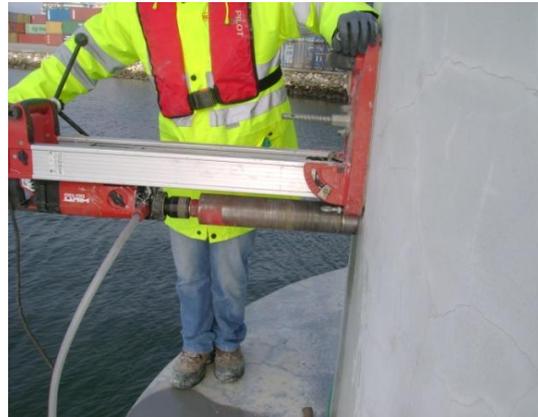


Figura 16 – Exemplo da extração de uma carote e da utilização do colete salva vidas.

3.3.5.2. Procedimento de Extração das Carotes

O procedimento utilizado na extração das carotes, foi idêntico tanto nos pegões da margem esquerda como nos pegões da margem direita.

Começou por se fixar a caroteadora perpendicularmente ao plano de onde foi extraída a carote. A fixação da caroteadora é feita através de um perne fixo ao pegão. Para fixar o perne tem que se abrir um furo perpendicular à superfície, onde a carote vai ser extraída, com o auxílio de um berbequim. O local desse furo deve possibilitar o ajuste da caroteadora, de modo a que a coroa fique apontada para o local de extração da carote.

Na Figura 17 pode-se observar a execução do furo.



Figura 17 - Execução do furo para fixar a caroteadora.

De seguida, insere-se uma bucha metálica no furo e bate-se com um ponteiro e martelo. Com a bucha introduzida, enrosca-se o perne com auxílio de uma chave de fendas que é introduzida perpendicularmente num orifício existente na ponta do perne (ver Fig. 18).



Figura 18 - Batimento da bucha metálica e aparafusamento do perne.

Fixa-se então a caroteadora e liga-se a mangueira da bomba de água à caroteadora até começar a escorrer água junto à coroa. Inicia-se então a perfuração para a extração da carote.

Na Figura 19 observa-se a caroteadora em funcionamento, e o escoamento de água junto à coroa para arrefecimento da mesma.



Figura 19 - Caroteadora em funcionamento.

Após a coroa ter perfurado a medida pretendida, desliga-se a caroteadora e retira-se a coroa. Com um martelo e um ponteiro, bate-se na linha do perímetro da carote até ela se soltar. No fim da carote se soltar remove-se a carote à mão (ver Fig. 20).



Figura 20 - Remoção de uma carote.

Imediatamente após a extração, cada carote é devidamente marcada, com uma numeração à qual corresponderá a respetiva obra, elemento de construção, localização, orientação e data da amostragem.

Para as carotes destinadas à análise petrográfica a marcação é feita com “c” de carote e de seguida o número correspondente à sua sequência de extração.

Nas carotes que vão servir para a determinação do teor de cloretos a marcação é feita com “cl” de carote para cloretos e de seguida o número correspondente à sua sequência de extração.

O procedimento descrito anteriormente foi realizado de igual modo para todas as carotes extraídas.

Na Figura 21 pode-se observar os locais de extração das carotes.

A identificação da localização onde foram extraídas as carotes está esquematizada em planta e alçados no Anexo II.

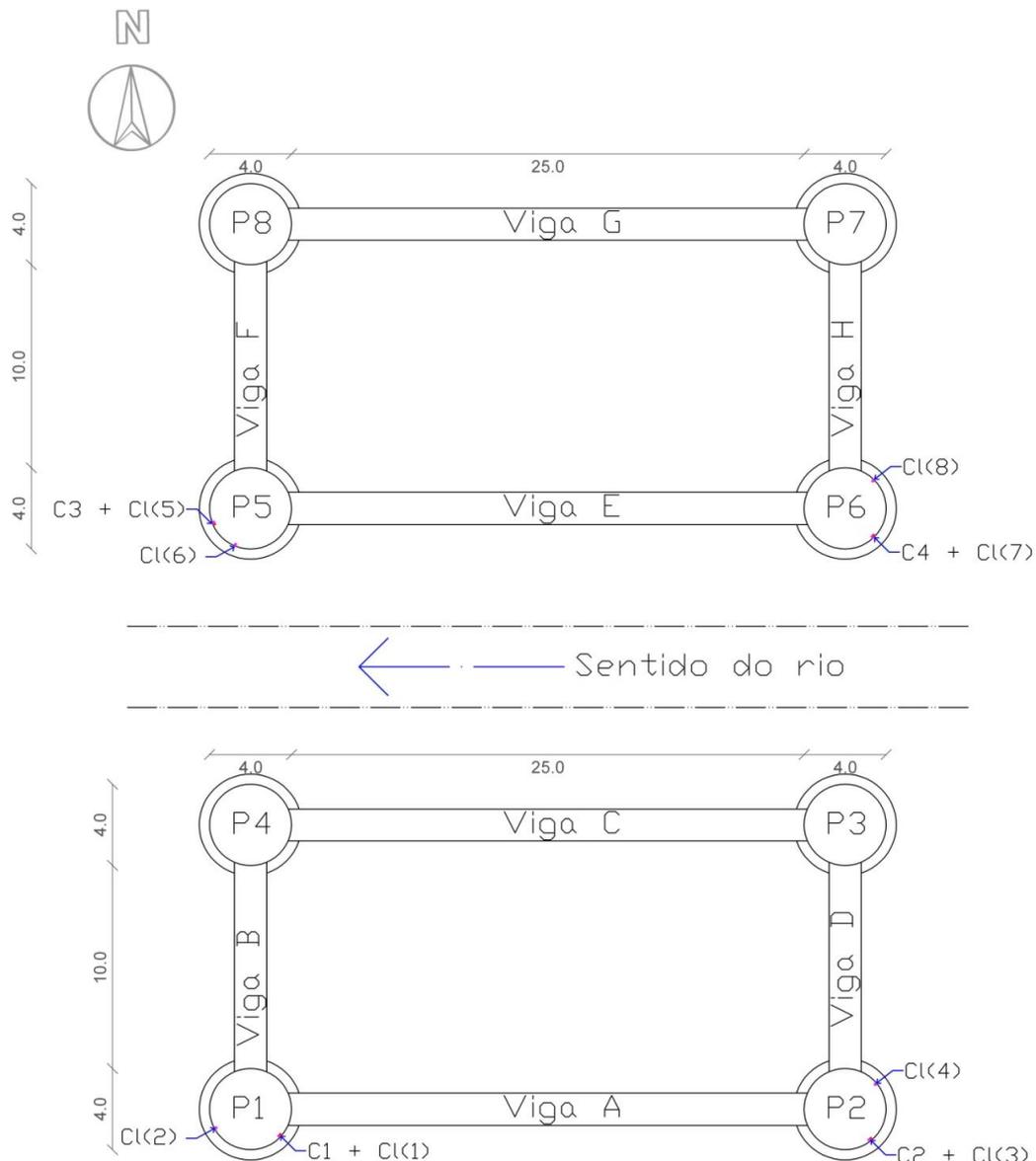


Figura 21 - Planta dos pegões com a localização da extração das carotes.

Finda a extração das carotes foi necessário preencher as zonas em vazio.

A argamassa utilizada foi a “Sika Mono Top 618”. Trata-se de uma argamassa de reparação de monocomponente, à base de cimento e areias grossas, melhorada com resinas sintéticas, sílica de fumo e fibras de poliamida. Sendo uma argamassa pré-doseada, em que basta ir adicionando água e misturando bem até à homogeneização e consistência pretendida.

Tapam-se então os orifícios deixados pelo negativo das carotes. A argamassa deve ser bem apertada, com a colher de pedreiro e com o cabo de um martelo (por exemplo), de modo a que não fiquem vazios (ver Fig. 22).



Figura 22 - Selagem do negativo de uma carote.

3.3.5.3. Mapeamento das Anomalias Identificadas

Foi realizado o mapeamento das anomalias identificadas nos pegões, nas travessas de ligação e nas bases das torres, com especial destaque para as fissuras com espessuras superiores a 0,1 mm.

A colaboração prestada nesta fase reporta-se ao último dia da inspeção, em que foi mapeada a área lateral dos dois pegões mais a sul, da margem esquerda.

Depois de se aceder aos pegões foram medidas, através de um comparador de fissuras, as espessuras superiores a 0,1 mm. Essa medição era registada no pegão (ver Fig. 23).



Figura 23 - Medição da espessura de uma fissura e anotação da mesma no pegão.

Simultaneamente, outro técnico desenhou as fissuras identificadas em cada pegão e anotou as anomalias que considerou relevantes. Foi também realizado o registo fotográfico das anomalias, começando-se a fotografar sequencialmente em toda a volta do pegão.

Este registo rigoroso tem como objetivo uma boa interpretação das anomalias existentes, de modo a, posteriormente (em gabinete), se transpor toda esta informação para o relatório.

3.3.6. Extração do Pó para a Determinação do Teor de Cloretos

A determinação do teor em cloretos no betão original dos pegões foi realizada em carotes previamente extraídas. No laboratório de betão do ISQ extraiu-se o pó para posterior análise.

A extração foi feita de 8 carotes (carotes com identificação “cl”). Em cada carote o pó foi extraído de furos realizados com intervalos de 1 cm, até uma profundidade de 8 cm, ou seja, de cada carote retiraram-se 8 amostras de pó.

Antes de se começar a extrair o pó foi necessário remover a argamassa existente no exterior da carote (argamassa que teria sido aplicada num anterior processo de reabilitação).

Na Figura 24 é possível visualizar a carote “cl 4” com a camada de argamassa exterior.



Figura 24 – Aspeto de uma carote de onde se irá extrair o pó para a determinação do teor em cloretos.

A remoção da argamassa exterior foi feita com o auxílio de um escopro e de um martelo, batendo assim na sua junção, entre esta camada e o betão original. Depois de se retirar a argamassa exterior, regularizou-se a face da carote de modo a ficar plana.

Em 8 pequenos recipientes de plástico foi registado o número correspondente a cada carote e o número correspondente à profundidade de extração da amostra.

Na Figura 25 pode-se observar os 8 recipientes correspondentes à carote “cl 1” com a respetiva identificação. Por exemplo Cl 1 (4) corresponde à Carote 1 para determinação de Cloretos, e a amostra foi recolhida entre 30 mm e 40 mm de profundidade.

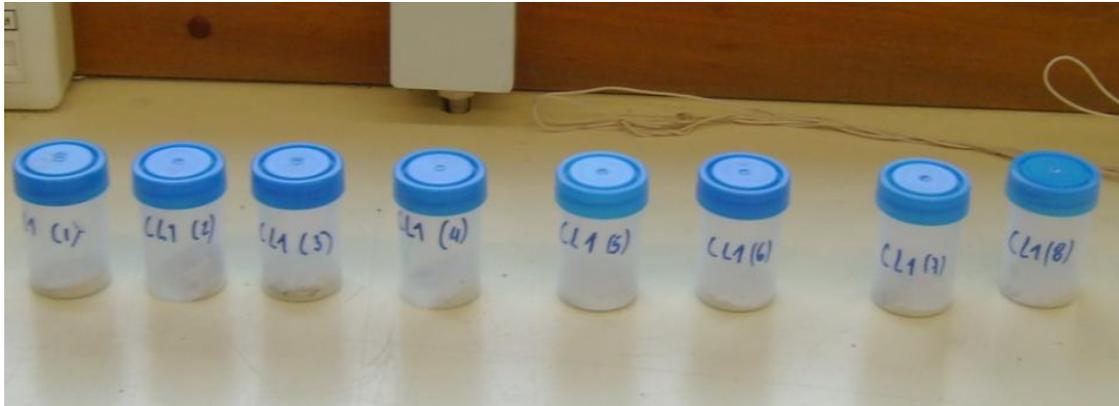


Figura 25 - Identificação dos recipientes onde será depositado o pó extraído da carote correspondente.

Para obtenção das várias amostras, fixou-se cada carote na horizontal num torno e com um berbequim (com uma broca \varnothing 15 mm), iniciou-se a perfuração da carote da face exterior para a face interior. Durante a perfuração o pó era recolhido num tabuleiro.

Após atingir a profundidade desejada, limpou-se o furo e recolheu-se a amostra no recipiente correspondente.

Na Figura 26 pode-se observar o instrumento de sopro, o berbequim, a carote fixa no torno e o tabuleiro.

Para haver rigor na medição da profundidade foi utilizado um peclise digital (ver Fig. 27).



Figura 26 - Meios auxiliares para a extração do pó das carotes.



Figura 27 - Verificação da profundidade de perfuração através de um peclise.

Salienta-se que cada amostra deve ter no mínimo um grama de pó. Durante a extração do pó as amostras não foram pesadas porque tinham claramente peso superior a um grama.

No final recolheram-se todas as amostras a quais foram levadas para ensaio de determinação do teor de cloretos no Laboratório de Química do ISQ (ver Fig. 28).



Figura 28 - Saco com todas as amostras para posterior análise do teor em cloretos.

3.3.7. Análise Petrográfica das Amostras

Após a recolha das quatro carotes, com identificação “c”, nos pegões da Ponte da Figueira da Foz, estas foram enviadas para o Departamento de Geociências, Ambientais e Ordenamento do Território da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, para posterior análise petrográfica.

A caracterização petrográfica realiza-se de acordo com a seguinte metodologia [8]:

- Análise macroscópica das carotes de betão;
- Produção de lâminas delgadas e lâminas polidas;
- Exame das lâminas delgadas e polidas ao microscópio ótico de polarização, com execução de microfotografias dos espetos mais relevantes;
- Exame das lâminas polidas ao microscópio eletrónico de varrimento (MEV) com obtenção de espetros por dispersão de energia (EDS);
- Interpretação dos resultados;
- Elaboração do relatório final.

O estagiário não teve oportunidade de acompanhar este ensaio, no entanto de seguida serão ilustradas algumas imagens retiradas do microscópio, que serviram para verificar a existência ou não de recções expansivas no betão em estudo.

Na Figura 29 pode-se observar 4 microfotografias utilizadas na caracterização microscópica da carote C2, obtidas com um microscópio ótico de polarização. O betão referente a esta carote apresenta as interfaces entre algumas partículas de agregado e a pasta de cimento parcialmente abertas e preenchidas por etringite. Em geral estas orlas fazem parte de fissuras que se prolongam pela pasta de cimento e contornam parcialmente várias partículas [8]. Existem também fissuras que partem das partículas de agregado silicioso (Qz) e se estendem pela pasta de cimento. No interior das partículas de agregado, as fissuras contêm gel sílico-alcalino (gel) e na pasta de cimento apresentam cristais de etringite (et) [8].

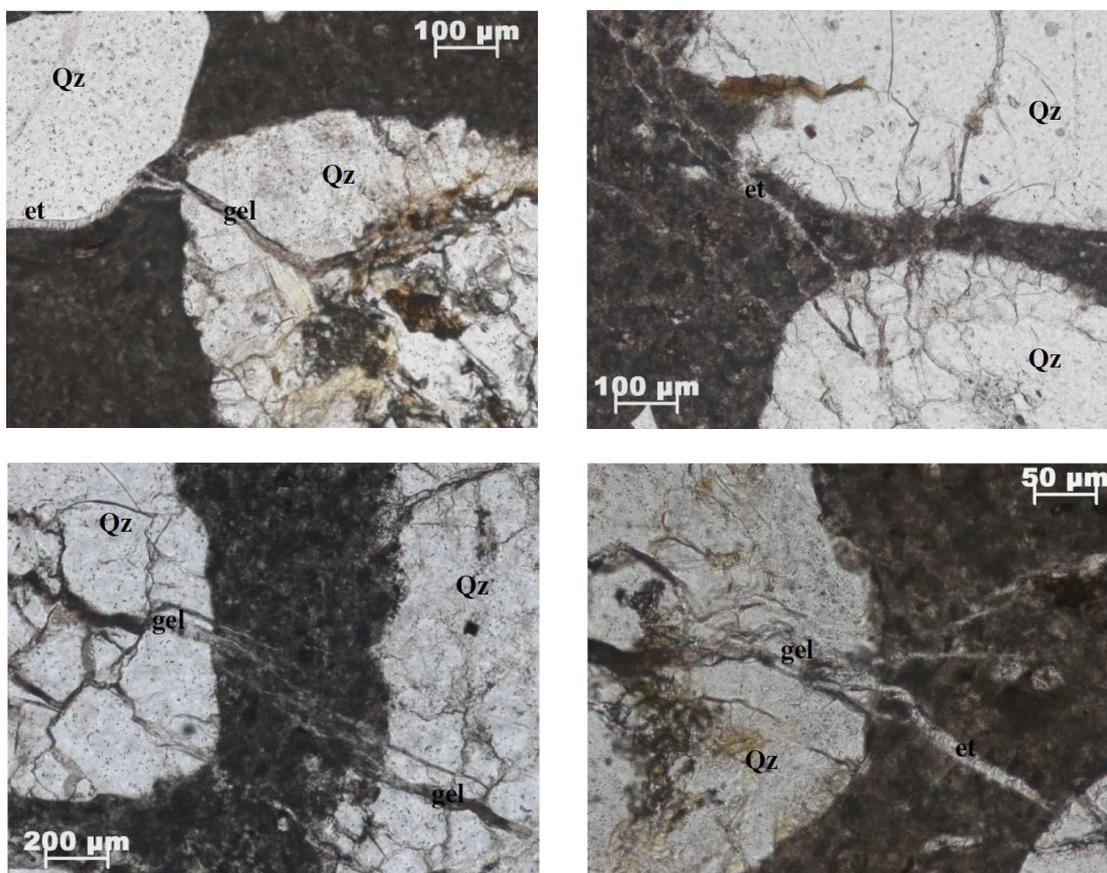


Figura 29 - Microfotografias referentes à análise petrográfica da carote C2 [8].

Com o objetivo de confirmar a presença de gel e/ou etringite, foi realizado o estudo ao microscópio eletrónico de varrimento com espectrometria de dispersão de energia (MEV/EDS). O estudo relativo à carote C2, pode-se observar na Figura 30. É visível uma fissura preenchida por etringite com respetivo espetro Z2 em EDS (esquerda) e fissura com gel sílico-alcalino e respetivo espetro Z3 (direita) [8].

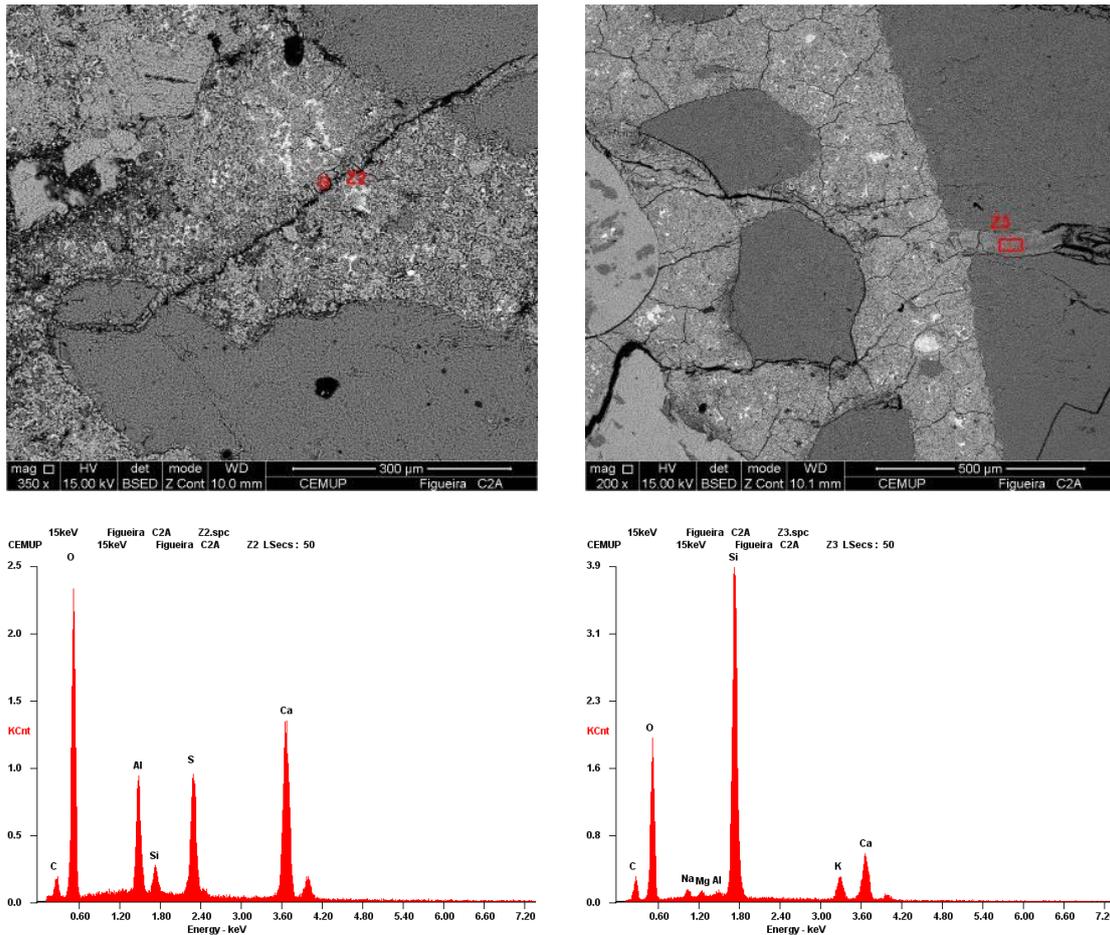


Figura 30 – Estudo ao microscópio eletrônico de varrimento (MEV) com obtenção de espectros por dispersão de energia (EDS) de lâminas delgadas obtidas da carote C2 [8].

3.3.8. Descrição das Anomalias Observadas

Com base no tipo de anomalias detetadas e identificadas nos elementos estruturais de betão armado analisados, o estagiário realizou um mapeamento, de acordo com o que se exemplifica na Figura 31.

Todas as peças desenhadas estão apresentadas no Anexo II.

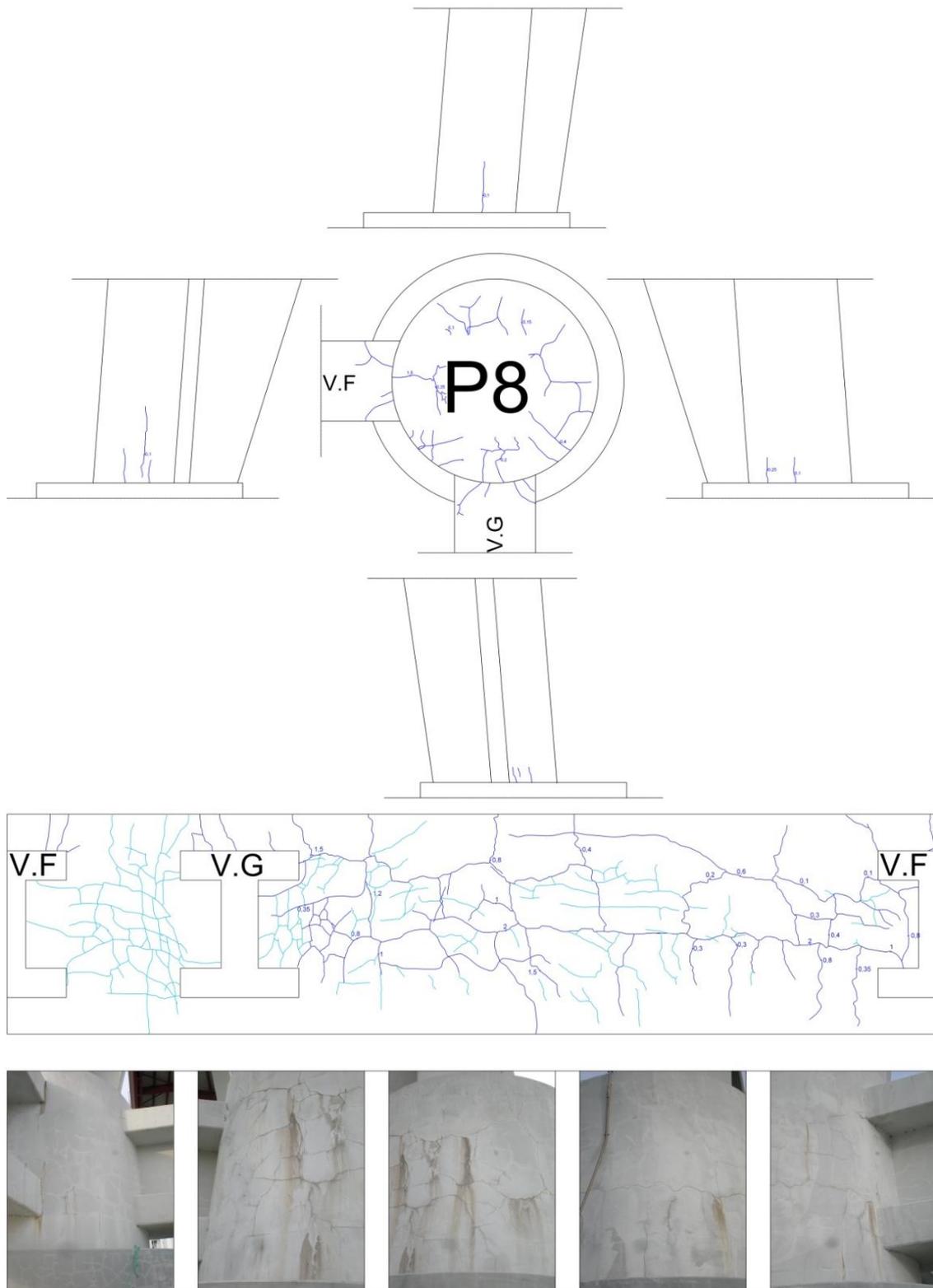


Figura 31 - Exemplo do mapeamento da área lateral, superior e da base das torres (pegão P8).

A anomalia predominante identificada nos pegões, travessas de ligação e base das torres é a fissuração, que surge com maior incidência nos pegões. Para além das fissuras pode-se observar, em certos pontos, eflorações (ver Fig. 32), bem como escorrências de

cor castanho-escuro que aparentam ser da ferrugem libertada pela oxidação das armaduras (ver Fig. 33).



Figura 32 – Exemplo de eflorescências no pegão P6.



Figura 33 – Exemplo de escorrência no pegão P1.

A área lateral dos pegões é a zona dos pegões que apresenta a maior quantidade de fissuras e também fissuras com espessuras de maior dimensão.

No mapeamento observa-se que as fissuras, apresentam uma distribuição aleatória (“tipo craquelet”). No entanto sobressaem algumas fissuras orientadas segundo duas direções (vertical e horizontal) [9]. As fissuras orientadas destacam-se pela sua orientação e pela espessura mais elevada.

As fissuras mais significativas localizavam-se na área lateral dos pegões, apresentando as espessuras máximas indicadas na Tabela 3:

Tabela 3 - Medições máximas das fissuras.

Localização (Pegão)	Espessura máxima medida (mm)	Destacamento do seu plano (mm)
P1	2,5	-----
P2	0,5	-----
P3	0,5	-----
P4	4,0	2,0
P5	1,0	-----
P6	2,5	1,5
P7	2,5	1,0
P8	2,0	-----

Algumas das fissuras observadas na área lateral têm continuidade para a zona superior dos pegões e para as travessas. Parte destas fissuras também têm continuidade para a base das torres dos pegões, como se pode observar na Figura 34.



Figura 34 - Continuidade entre fissuras (pegão P8).

3.3.9. Resultado dos Ensaios

Conforme referido anteriormente os ensaios realizados na presente inspeção técnica foram a avaliação da taxa de concentração de cloretos e a análise petrográfica no betão original dos pegões.

- **Resultados do Teor de Cloretos na Pasta de Cimento**

O Laboratório de Química do ISQ, após conclusão dos ensaios para a determinação do Teor de Cloretos em cada amostra, enviou os resultados para o Departamento de Construção Civil do ISQ. Os resultados são relativos ao Teor de Cloretos no betão, apresentados em percentagem do peso da amostra, por intervalo de profundidade.

A Tabela 4 exemplifica o registo da percentagem do teor de cloretos correspondente a cada intervalo de profundidade de uma carote - carote c18.

Tabela 4 - Teor em cloretos por intervalo de profundidade (c18) [10].

Leituras	Profundidade (cm)							
	0,0 - 1,0	1,0 - 2,0	2,0 - 3,0	3,0 - 4,0	4,0 - 5,0	5,0 - 6,0	6,0 - 7,0	7,0 - 8,0
R (%)	0,083	0,069	0,051	0,036	0,019	0,008	0,004	0,004

R – Teor em cloretos na amostra
(resultados do Laboratório de Química do ISQ)

Para obtenção do resultado final, em termos do teor de cloretos contido no cimento, é necessário conhecer a massa de cimento respeitante ao betão da amostra – quantidade de cimento/m³.

A composição do betão aplicado na obra é desconhecida. No entanto sabe-se que a classe de resistência do betão que constitui os pegões é B30 [5]. Segundo dados empíricos para um betão B 30, aplicado em 1982, pode-se considerar uma dosagem de cimento da ordem de 400 kg/m³ e uma massa volúmica do betão de 2000 kg/m³. A partir desta informação foi calculado o teor de cloretos no cimento, para cada intervalo de profundidade.

A determinação do teor de cloretos no cimento é realizada através da seguinte expressão:

$$\text{Teor de cloretos no cimento (\%)} = \frac{\text{Teor de Cloretos no Betão (\%)}}{\% \text{ de cimento no betão}} \quad (1)$$

A Tabela 5 apresenta o teor de cloretos no cimento contido na carote - carote c18.

Tabela 5 - Percentagem de iões de cloretos contidos na amostra (c18) [10].

Identificação de Amostra	Intervalo de profundidade (cm)	Teor de Cloretos no Betão (%)	% de cimento no betão	Teor de cloretos no Cimento (%)
CL8	0 - 1,0	0,083	0,2	0,415
	1,0 - 2,0	0,069	0,2	0,345
	2,0 - 3,0	0,051	0,2	0,255
	3,0 - 4,0	0,036	0,2	0,180
	4,0 - 5,0	0,019	0,2	0,095
	5,0 - 6,0	0,008	0,2	0,040
	6,0 - 7,0	0,004	0,2	0,020
	7,0 - 8,0	0,004	0,2	0,020

Com os valores da Tabela 5, foi possível elaborar o Perfil de Cloretos da amostra c18, que se ilustra na Figura 35.

Perfil de Cloretos

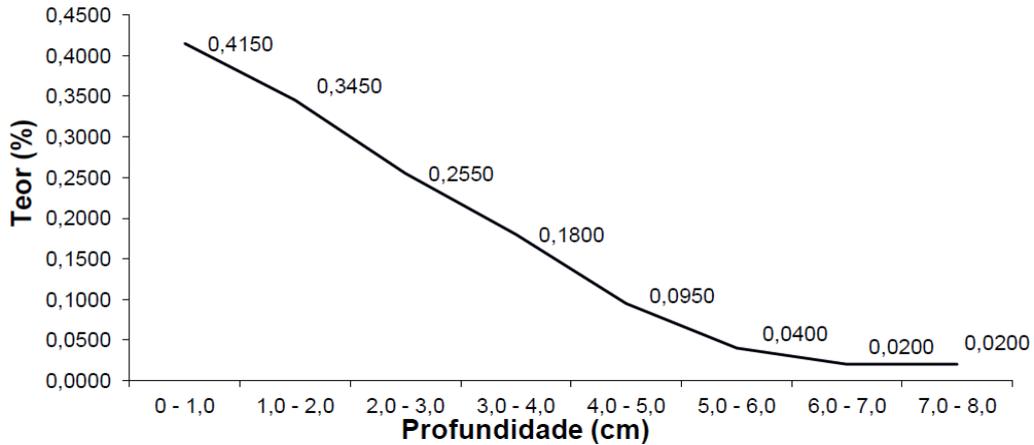


Figura 35 - Perfil de Cloretos da correspondente á carote cl8 [10].

O mesmo procedimento foi seguido para a determinação do teor de cloretos nas 8 carotes identificadas com cl.

O valor máximo estipulado pela norma NP EN 206-1 de 2007 [11], para a “percentagem de iões cloreto por massa de cimento”, de um betão com classe de exposição “XS” (“4 Corrosão induzida por cloretos da água do mar”) e com “armaduras de aço ou outros metais embebidos” é de 0,20 %.

Na Tabela 6 apresenta-se um resumo dos resultados de todas as carotes “cl” ensaiadas, mostrando o teor de cloretos na pasta de cimento correspondente a cada intervalo de profundidade. A cor cinza estão identificados os intervalos de profundidade em que o teor de cloretos na pasta de cimento é superior a 0,20 %.

Tabela 6 - Resumo da percentagem do teor de cloretos na pasta de cimento.

Intervalos (cm)	CL 1	CL 2	CL 3	CL 4	CL 5	CL 6	CL 7	CL 8	\bar{X}
0,0 - 1,0	0,420	0,390	0,470	0,480	0,390	0,400	0,415	0,415	0,423
1,0 - 2,0	0,350	0,245	0,420	0,410	0,330	0,315	0,370	0,345	0,348
2,0 - 3,0	0,320	0,205	0,315	0,355	0,300	0,235	0,295	0,255	0,285
3,0 - 4,0	0,205	0,140	0,180	0,290	0,265	0,155	0,210	0,180	0,203
4,0 - 5,0	0,140	0,080	0,150	0,170	0,200	0,100	0,155	0,095	0,136
5,0 - 6,0	0,050	0,045	0,100	0,095	0,155	0,065	0,110	0,040	0,083
6,0 - 7,0	0,045	0,015	0,070	0,045	0,060	0,040	0,080	0,020	0,047
7,0 - 8,0	0,035	0,005	0,020	0,035	0,030	0,015	0,045	0,020	0,026

\bar{x} – média aritmética

É de salientar que estas profundidades são registadas no betão original dos pegões, excluindo assim a camada exterior aplicada numa anterior intervenção de reabilitação.

- **Resultado da análise petrográfica ao betão**

Como se referiu a análise petrográfica das quatro amostras de betão provenientes dos pegões P1, P2, P5 e P6 da Ponte da Figueira da Foz, foi realizada no Departamento de Geociências, Ambientais e Ordenamento do Território da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. Destas amostras foram produzidas dez lâminas delgadas. Seleccionaram-se as zonas junto aos dois extremos de cada carotes (correspondentes ao betão exterior e ao betão interior dos pegões). Na carote C1, por ser mais longa, foi feita uma lâmina adicional, situada aproximadamente no centro da carote. Na carote C4, devido ao seu estado de degradação, foram produzidas duas lâminas do trecho mais superficial.

Do relatório de ensaio [8] conclui-se que existem indícios de deterioração do betão nas quatro carotes resultantes de:

- Reações álcalis-sílica associadas à presença de partículas siliciosas de agregado fino, com formação de fissuras e de gel sílico-alcálico;
- Reações resultantes de ataque por sulfatos, com fissuras na pasta e nas interfaces com os agregados, preenchidas por etringite abundante;

Estes indícios de reações internas observaram-se tanto nas lâminas correspondentes ao betão exterior dos pegões, como nas lâminas do betão interior.

3.3.10. Considerações Finais

Da inspeção realizada constatou-se que os pegões da obra de arte apresentam elevada fendilhação, em que algumas das fissuras chegam a atingir 4 mm de espessura e um destacamento do seu plano na ordem dos 2 mm. Algumas destas fissuras têm continuidade para as travessas e para a base das torres, acabando por se dispersar.

A distribuição aleatória (“tipo craquelet”) das fissuras aparentam ser consequência de reações expansivas do betão e as fissuras com orientação preferencial aparentam ser consequência da restrição das armaduras ao movimento das forças de expansão [9].

A existência de reações de expansividade interna no betão dos pegões da Ponte da Figueira da Foz foi confirmada pelos resultados da análise petrográfica elaborada pelo Departamento de Geociências, Ambientais e Ordenamento do Território da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto [8]. O relatório referente à análise petrográfica feita às quatro carotes desta ponte indica que existem indícios da deterioração do betão por reação álcalis-sílica e reação sulfática interna.

Para além das fissuras também se pode observar, em certos locais, eflorescências, bem como escorrências de cor castanho-escuro que aparentam ser da ferrugem libertada pela oxidação das armaduras.

No que diz respeito ao teor de cloretos na pasta de cimento, pode-se concluir que, em média, o betão dos pegões só verifica a norma NP EN 206-1 de 2007 [11], a partir dos 4 cm de profundidade, isto é, até aos 4 cm o betão apresenta elevado teor de cloretos.

Como já foi referido anteriormente, o betão dos pegões é um B30 [5], o que corresponde à classe de resistência C25/30 da norma NP EN 206-1 de 2007 [11]. Este betão não verifica a mínima classe de resistência imposta por essa norma, tendo em conta que a classe de exposição dos pegões é XS3 (Corrosão induzida por cloretos da água do mar - Zonas de marés, de rebentação ou de salpicos). Para esta classe de exposição a norma especifica um betão com a mínima classe de resistência de C 35/45.

Na extração das carotes houve algumas que intersectaram as armaduras dos pegões. Nessas carotes consegue-se saber a que profundidade se encontram essas armaduras (ver Fig. 36).



Figura 36 - Carotes que intersectaram armaduras, c14, c2 e c3 respetivamente.

Constatou-se que as armaduras existentes nas carotes c14 e c3, estão envolvidas numa pasta de cimento que contém um teor de cloretos superior a 0,20 %.

A penetração de cloretos a partir do ambiente exterior no betão, pode ter sido facilitada pela degradação provocada pela expansividade do betão.

Pela observação das carotes da Figura 36, verificou-se que o recobrimento mínimo das armaduras, para uma vida útil de projeto de 100 anos face às ações ambientais, está garantido de acordo com o disposto no Eurocódigo 2 [12] e no Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-esforçado (REBAP) [13].

O Eurocódigo 2 [12], para uma classe de exposição “XS3” (“Zonas de marés, de rebentação ou de salpicos – Partes de estruturas marítimas”) e para um tempo de vida útil do projeto de 100 anos, exige um recobrimento mínimo de 55 mm.

O REBAP [13] define o valor de 4,0 cm, como recobrimento mínimo das armaduras em ambientes muito agressivos.

A solução para reparar e cessar a evolução das anomalias existentes no betão dos pegões não é muito fácil de preconizar, isto porque ainda não existe nenhum método eficaz para o tratamento das reações expansivas [14].

O estagiário para a reparação destas anomalias propõe a remoção do betão nos pegões até uma profundidade de 4 cm (no betão original). Estes 4 cm correspondem ao betão que excede o máximo teor de cloretos permitidos pela norma NP EN 2066-1 de 2007 [11].

A remoção de 4 cm de betão, deixará exposta a armadura superficial dos pegões, que deverá ser toda limpa de modo a que a ferrugem seja removida. Deverá depois ser aplicado um revestimento protetor (produto anti-corrosão).

Para contrariar as forças impostas pela expansividade do betão terá que se dimensionar um encamisamento capaz de confinar os pegões. A armadura deste encamisamento deverá ser amarrada à armadura superficial já tratada. O betão a ser aplicado teria de respeitar a classe mínima de resistência exigida para a classe de exposição da presente obra de arte, bem como o recobrimento mínimo.

Por fim deverá ser aplicado um revestimento impermeabilizante (por exemplo pintura) sobre os pegões para evitar a penetração de água salina e humidade no betão.

3.4. Acompanhamento da Inspeção Técnica ao Interior de uma Fração de um Edifício de Habitação

Foi prestada colaboração numa operação de inspeção técnica a uma fração dos Apartamentos Dinis Mar, em Porto Novo, concelho de Torres Vedras.

A inspeção foi solicitada por um cliente pela Administração de Condomínio do Edifício Apartamentos Dinis Mar, que discriminou os sintomas de anomalias existentes na fração. A inspeção feita reportou-se a todo o interior da habitação.

3.4.1. Descrição da Habitação

A habitação a inspecionar está inserida num conjunto de apartamentos designados apartamentos Dinis Mar. Situa-se no 5º G do Bloco 3, em Porto Novo, concelho de Torres Vedras (ver Fig. 37).

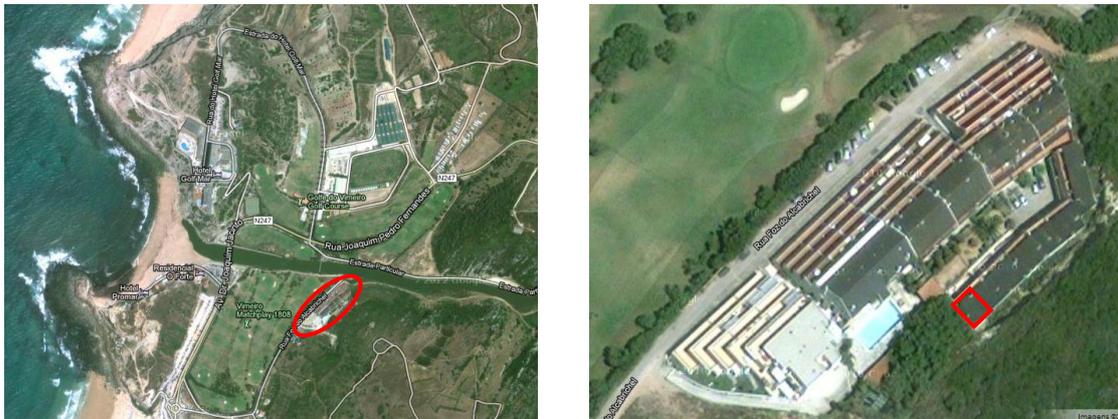


Figura 37 - Localização do condomínio Apartamentos Dinis Mar e da habitação a inspecionar [15].

A fração autónoma é constituída por dois quartos, uma cozinha, uma casa de banho, uma zona de arrumos e um terraço em frente à fachada principal (ver Fig. 38).

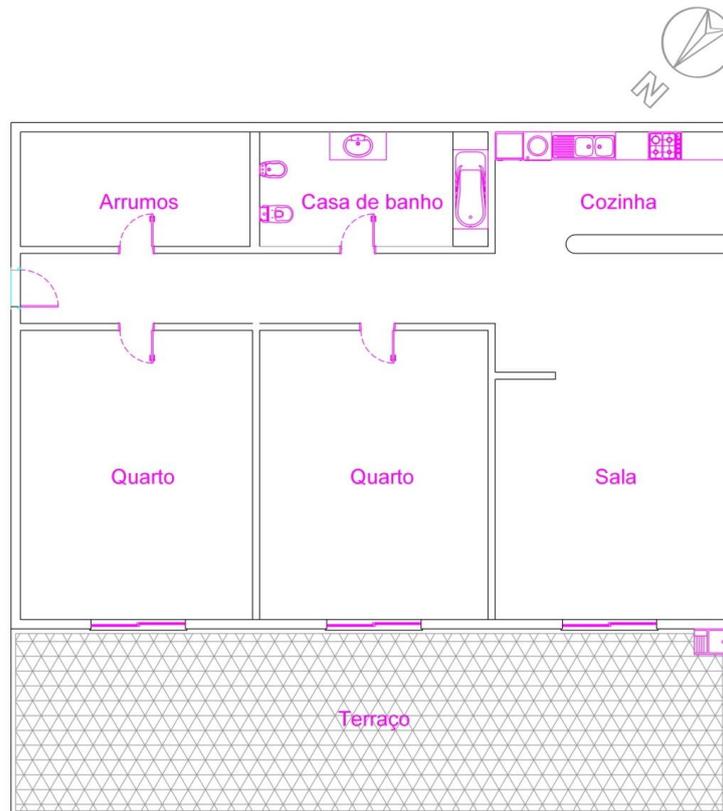


Figura 38 - Planta da habitação (sem escala)¹.

A habitação está sobre o piso térreo e sobre ela existe uma outra fração que ocupa um segundo piso.

Os alçados da habitação estão orientados da seguinte forma:

- O alçado principal (sala e os dois quartos) está virado a Noroeste;
- O alçado tardoz (arrumos, casa de banho e cozinha) está virado a Sudeste;
- O alçado esquerdo (quarto e arrumos) está virado nordeste;
- O alçado direito (cozinha e sala) está virado a Sudoeste.

A habitação está soterrada no lado do alçado direito e no lado do alçado tardoz.

A estrutura do edifício é em betão armado, constituída pórticos pilar/viga. A laje parece ser em vigotas pré-fabricadas e abobadilha.

Não se consegue descrever com muito detalhe a geometria e secções dos elementos estruturais, bem como os materiais constituintes da habitação, porque não houve acesso a nenhum elemento do projeto, ou seja, a descrição foi feita com base na inspeção visual realizada durante a inspeção técnica.

¹ A planta apresentada é um esboço elaborado com a visualização feita durante a inspeção técnica, não tem escala e a proporcionalidade é aproximada.

3.4.1. Âmbito da Inspeção Técnica

A inspeção técnica solicitada foi sequência de uma outra inspeção técnica feita às condições de estabilidade de um talude natural, existente no tardo do edifício.

A inspeção anterior foi realizada em todo o edificado em contacto com o talude, e não se limitou apenas a uma só fração, como é o caso da presente inspeção. A primeira inspeção foi solicitada pela ocorrência de alguns desprendimentos de blocos instáveis, sobre o conjunto de edifícios (ver Fig. 39).



Figura 39 - Aspeto geral da instabilidade do talude [16].

Após a primeira inspeção técnica, o condomínio solicitou uma outra inspeção, mas agora a uma só fração do edifício - a fração situa-se no 5º G do Bloco 3, no edifício Apartamentos Dinis Mar.

O objetivo da presente inspeção é saber a causa do aparecimento de humidade no interior desta fração e perceber se o contacto da fração com o talude instável terá alguma influência no aparecimento da humidade no interior da habitação.

3.4.1. Trabalhos a Realizar

Os trabalhos a realizar nesta inspeção técnica são a inspeção visual a todo o interior da habitação, o registo fotográfico e o registo de algumas notas para a elaboração do relatório.

3.4.2. Preparação e planeamento da Inspeção Técnica

Esta inspeção técnica não exigiu muito planeamento e preparação, uma vez que os equipamentos e os meios auxiliares são apenas a máquina fotográfica, um bloco e uma caneta para retirar algumas notas. Em termos de preparação refere-se que para a marcação da data da deslocação, teve-se em atenção a disponibilidade dos vários intervenientes: a administração do condomínio, os moradores da habitação e os inspetores.

3.4.3. Realização da Inspeção Técnica

A inspeção técnica foi feita por um técnico do ISQ com colaboração do estagiário. Esta teve como duração aproximadamente uma hora e meia. Com a autorização dos moradores acedeu-se ao interior do edifício, tendo sido mostradas as anomalias existentes na habitação.

As queixas dos moradores foram as seguintes:

- A habitação no inverno é muito fria e húmida;
- O teto dos dois quartos e da sala trespassa humidade e apresenta manchas;
- A parte inferior da parede em contacto com a ombreira, dos vãos envidraçados virados para o terraço, apresenta manchas e degradação da pintura.

Foram fotografadas as partes do edifício que apresentavam problemas. Pelo exterior verificou-se que sobre a habitação em análise existe um terraço.

3.4.4. Dados Observados

Na inspeção técnica observaram-se manchas no teto (manchas que evidenciam o aparecimento de humidade) dos dois quartos e no teto da sala. Esta anomalia apenas se manifesta numa zona da habitação.

Nas Figuras seguintes pode-se observar as manchas no teto e o aparecimento de humidade.



Figura 40 - Manchas no teto do quarto esquerdo, junto á viga e junto ao cunhal.



Figura 41 - Manchas no teto do quarto direito, junto ao foco de luz.

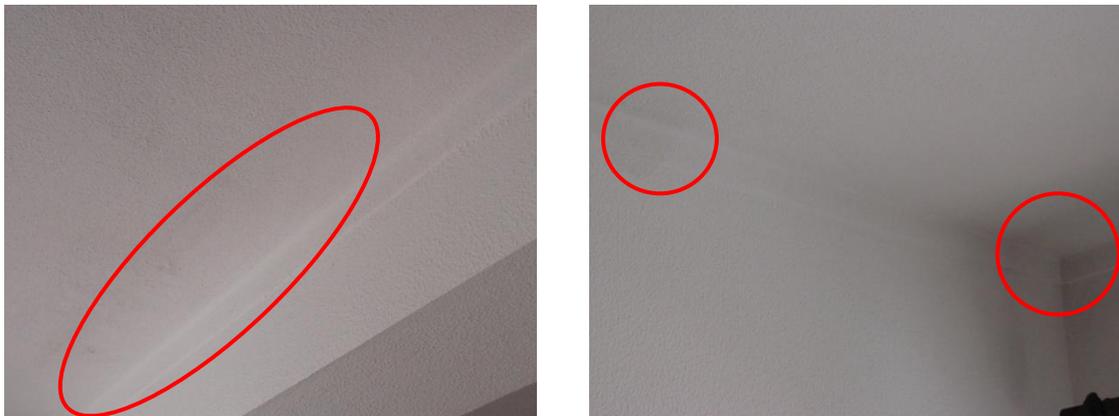


Figura 42 - Manchas no teto da sala, junto á viga e junto ao alçado direito.

Na Figura 43 pode-se observar um mapeamento, em planta, das zonas onde foi visível o aparecimento de humidade no teto.

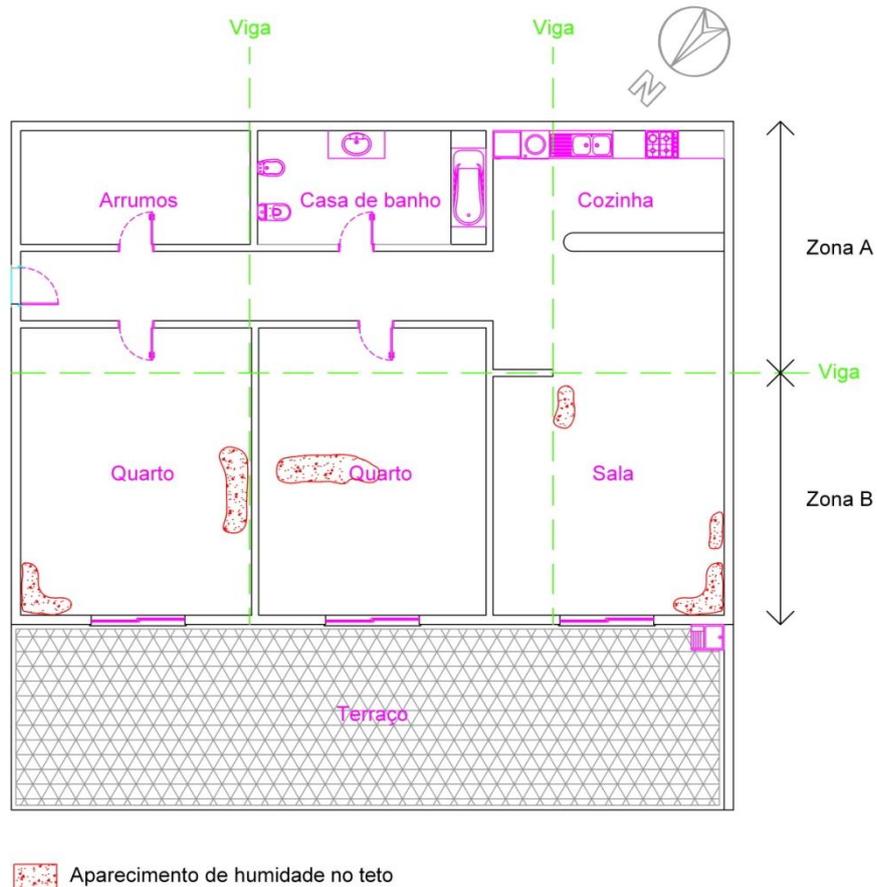


Figura 43 - Mapeamento do aparecimento da humidade no teto da habitação.

Na Figura 43 foram identificadas duas zonas, a Zona A que corresponde à zona que tem por cima uma outra habitação e a Zona B corresponde à zona da habitação que por cima tem um terraço. Na Zona B são visíveis vestígios de humidade nos tetos. Na Zona A, não há manifestações de humidade.

Na Figura 44 pode-se observar a zona onde existe o terraço sobre a habitação em questão.



Figura 44 - Terraço sobre a habitação (Zona B).

Observou-se ainda que, nos vãos envidraçados virados para o terraço, havia excesso de água devido à humidade de condensação (ver Fig. 45).



Figura 45 - Condensação nos vãos envidraçados.

Foi possível verificar que a parede em contacto com a ombreira, junto ao pavimento, no quarto ocupado, apresentava manchas e a degradação da tinta (ver Fig. 46).



Figura 46 - Zona onde se pode observar manchas e a degradação da tinta (quarto habitado).

3.4.5. Considerações Finais

Resultante da inspeção visual e de toda a informação recolhida pode-se concluir que as manchas e humidade proveniente do teto são devidas a problemas relacionados com a impermeabilização do terraço sobre a habitação. Esta impermeabilização pode ser inadequada, estar mal aplicada ou danificada.

A habitação é bastante fria e húmida no inverno porque tem o pavimento, a parede do alçado tardoz e a parede do alçado direito em contacto com o solo. Também existe a Sudeste um talude que faz sombra sobre a habitação. Por outro lado, o edifício está

implantado relativamente perto do mar, tem caixilhos com elevada condutibilidade térmica o que contribui para este fato.

A existência de manchas e degradações na parede em contacto com a ombreira, junto ao pavimento, no quarto habitado (quarto junto à sala) poderá ser devida à condensação que ocorre no caixilho e envidraçados e também devida a alguma deficiência nos vedantes do caixilho que, em dias de elevada precipitação, pode deixar passar água para o interior. Poderá também ser devida à má ligação entre o pavimento do terraço, a parede e a pedra da soleira.

A ocorrência de condensações no interior de habitação poderá ser devido a deficiências de ventilação (faz com que o ar interior fique saturado com vapor de água) e/ou de isolamento térmico da envolvente.

Conclui-se, então, que a humidade que é visível no teto da habitação não provém do contacto da fração com o talude instável. No entanto o contacto da habitação com o talude torna a habitação mais húmida e fria, tendo como consequência o aumento das condensações.

Recomenda-se, para este caso, uma nova inspeção técnica para se identificar precisamente quais as causas das anomalias, e assim propor soluções para as resolver. Para essa nova inspeção técnica propõem-se os seguintes trabalhos:

- Abrir “janelas de inspeção” no terraço, sobre a habitação, para verificar qual a causa da anomalia da impermeabilização;
- Testar “in situ” os caixilhos para ver se eles são ou não estanques à precipitação (pode, por exemplo, ser feito através de um jacto de água incidindo-o sobre os caixilhos pelo exterior);
- Verificar a ligação/remate entre o terraço, a parede, a pedra de soleira e os caixilhos (para esta verificação poderá ter de se executar janelas de inspeção);
- Fazer um levantamento dos materiais constituintes da habitação e comparar os valores dos coeficientes de transmissão térmica desses elementos com os exigidos pelo Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE);
- Medição da temperatura e da humidade relativa no interior da habitação.

3.5. Acompanhamento da Inspeção Técnica à Ponte do Beliche

Foi prestada colaboração em toda a operação de inspeção e ensaios realizada à ponte do Beliche, inserida na Estrada Nacional (EN) 122 ao Km 114+077, no concelho de Castro Marim, distrito de Faro.

A inspeção e os ensaios foram solicitados por um cliente (projetista) que discriminou os ensaios e o tipo de inspeção a realizar. Os trabalhos localizam-se em toda a ponte, no sentido de caracterizar o betão da obra, medir recobrimentos e avaliar os eventuais ataques de agentes agressivos do meio ambiente.

3.5.1. Descrição da Obra de Arte

A Ponte do Beliche localiza-se na estrada EN 122 que liga Beja a Vila Real de Santo António, ao Km 114+077, no concelho de Castro Marim, sendo constituída por um vão apoiado sobre dois encontros de alvenaria reforçados com elementos de betão, com taludes em saia. O tabuleiro consiste numa estrutura de betão, formada por laje e vigas longitudinais, intercaladas com elementos diafragmas (carlingas), sendo todos os elementos pré-esforçados.

A ponte tem um comprimento total de 21,80 metros, largura de 11,50 metros e um *gabarit* variável entre os 3,80 e os 5,30 metros.

A obra atual é resultado de uma intervenção de ampliação, de uma ponte pré-existente, realizada em 1968.

Na Figura 47 pode-se observar uma imagem da ponte e na Figura 48 uma vista aérea da sua localização.



Figura 47 - Ponte do Beliche.



Figura 48 - Vista aérea da Ponte do Beliche [17].

3.5.2. Âmbito da Inspeção Técnica

A EP (Estradas de Portugal) tem por missão inspecionar as obras de arte que estão a seu encargo com uma frequência de 5 anos. Estas inspeções são predominantemente inspeções visuais e recorrem a meios de auxiliares de diagnóstico relativamente simples.

Na última inspeção feita à Ponte do Beliche, a EP detetou varias anomalias, destacando-se os assentamentos registados nos muros de avenida do lado Sul. Quer no encontro Norte como no Sul, a junção da carlinga sobre o encontro apresentava um destacamento do betão e também se denotava a ausência de juntas de dilatação na ponte [18].

Na sequência da deteção de anomalias, a EP considerou ser necessário avaliar o estado de segurança da estrutura da ponte, de modo a ser projetada a reparação e, se necessário, o reforço.

O ISQ foi contratado, pelo projetista, para fazer uma inspeção técnica a fim de caracterizar o betão da obra, medir recobrimentos e avaliar os eventuais ataques de agentes agressivos do meio ambiente.

3.5.3. Trabalhos a Realizar

O cliente propôs a realização dos seguintes trabalhos/ensaios de caracterização:

- Mapeamento de fissuras com aberturas superiores a 0,3 mm, com posterior medição de aberturas de fendas e representação em peças desenhadas;
- Extração de 6 carotes (\varnothing 79 mm) para a determinação das características de resistência do betão e reparação dos locais correspondentes;
- Medição da espessura de recobrimento das armaduras, em 6 zonas (a medição por zona é feita numa área com aproximadamente 1 m²);
- Determinação da posição e da dimensão dos varões em 6 zonas;
- Medição da profundidade de carbonatação do betão em 6 zonas;
- A avaliação da taxa de concentração de cloretos, com medições para obtenção de um perfil de cloretos até aos 4 cm de profundidade (4 zonas);
- Medição, em 4 zonas do potencial elétrico das armaduras, em malhas de 25 pontos;
- Medição da resistividade do betão em 4 zonas;
- Realização de 8 ensaios esclerométricos ao betão;

- Elaboração de um relatório final onde conste a interpretação e análise dos dados recolhidos e dos ensaios efetuados, a descrição e conclusão das observações efetuadas e as conclusões gerais da inspeção.

3.5.4. Preparação e Planeamento da Inspeção Técnica

Embora a inspeção e os ensaios a realizar tenham sido solicitados pelo cliente (projetista), a proposta não referenciava a localização exata para a sua realização.

Com o objetivo de definir as zonas de ensaios e o tipo de intervenção prevista, a equipa de Técnicos do ISQ fez uma inspeção prévia à obra de arte, em conjunto com o cliente, para observação local, necessidades de estudo de avaliação e eventuais constrangimentos, no sentido de se produzir informação quanto à exatidão dos ensaios / amostras.

No decorrer da inspeção prévia foram definidas 14 zonas a ensaiar. Nas Figuras 49, 50 e 51 estão identificadas as respetivas zonas.

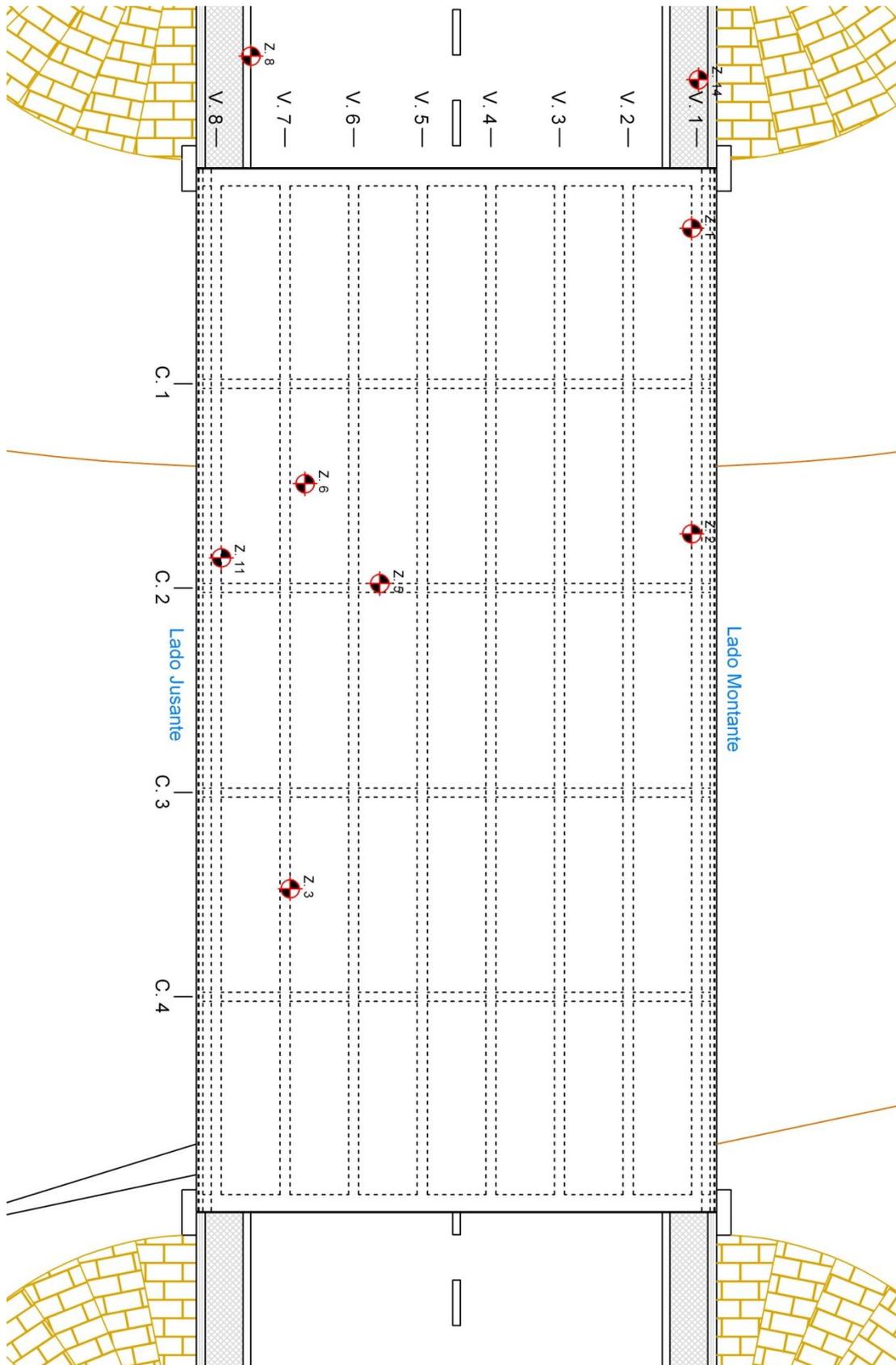


Figura 49 – Identificação, em planta, das zonas a ensaiar.

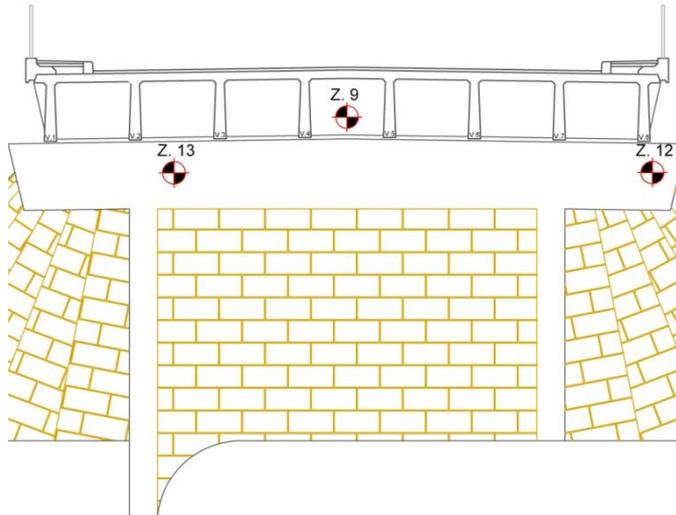


Figura 50 – Identificação das zonas a ensaiar no encontro esquerdo da ponte.

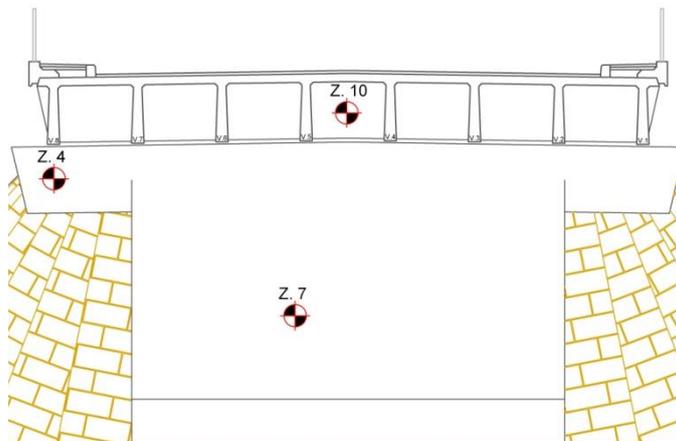


Figura 51 - Identificação das zonas a ensaiar no encontro direito da ponte.

Para cada zona foram ainda definidos os tipos de ensaios a realizar (ver Tab. 7).

Tabela 7 - Ensaios a realizar por zona.

DESIGNAÇÃO	ELEMENTO ESTRUTURAL	LOCALIZAÇÃO	ENSAIOS A REALIZAR
Zona 1	Viga V.1	Face vertical da viga, junto ao encontro direito	Cr1, Re4, Cl1, Pe1, Rs1, Ca1
Zona 2	Viga V.1	Face vertical da viga, entre a carlinga C.1 e C.2 (junto à carlinga C.2)	Cr2, Cl3, Ca2, Pe2, Rs2, Es1
Zona 3	Viga V.7	Face vertical da viga, entre a carlinga C.3 e C.4	Cr3, Ca3
Zona 4	Encontro direito	Face da consola do encontro (prolongamento do muro testa)	Cr4, Ca4, Pe3, Rs3

Tabela 7 (cont.) - Ensaios a realizar por zona.

DESIGNAÇÃO	ELEMENTO ESTRUTURAL	LOCALIZAÇÃO	ENSAIOS A REALIZAR
Zona 5	Carlinga C.2	Face vertical da carlinga, entre a viga V.5 e V.6	Cr5, Re5, Ca5, Es2
Zona 6	Laje	Laje do tabuleiro, entre a carlinga C.1 e C.2 (próximo da viga V.7)	Cr6, Re6, Ca6
Zona 7	Encontro direito	Muro testa do encontro	Re1, Es3
Zona 8	Encontro direito	Muro em betão, do lado jusante	Re2, Es4
Zona 9	Carlinga do enc. esquer.	Face vertical da carlinga do encontro esquerdo, entre a viga V.4 e V.5	Cl4, Es5
Zona 10	Carlinga do enc. Direito	Face vertical da carlinga do encontro direito, entre a viga V.4 e V.5	Cl2
Zona 11	Viga V.8	Face vertical da viga, entre a carlinga C.1 e C.2 (junto à carlinga C.2)	Pe2, Rs4
Zona 12	Encontro esquer.	Face da consola do encontro (prolongamento do muro testa)	Es6
Zona 13	Encontro esquer.	Muro do encontro esquerdo	Es7
Zona 14	Laje	Consola da laje, sobre zona do encontro direito	Re3, Es8

Cr - Extração da carotes para Ensaios de Compressão

Re - Medição da espessura de recobrimento e geometria das armaduras

Ca - Medição da profundidade de carbonatação

Cl - Medição do teor em cloretos do betão

Pe - Medição do potencial elétrico das armaduras

Rs - Medição da resistividade elétrica do betão

Es - Ensaio Esclerométrico

Na inspeção prévia verificou-se a necessidade de se prever um meio auxiliar para o acesso à parte inferior do tabuleiro, bem como à maior parte das zonas a ensaiar (Z.1, Z.2, Z.3, Z.4, Z.5, Z.6, Z.9, Z.10, Z.11, Z.12 e Z.13). O acesso às restantes zonas (Z.7, Z.8 e Z.14) pode ser feito pedonalmente.

O meio auxiliar escolhido foi uma plataforma amovível, colocada sobre um camião. Na Figura 52 pode-se observar um esquema da respetiva plataforma.

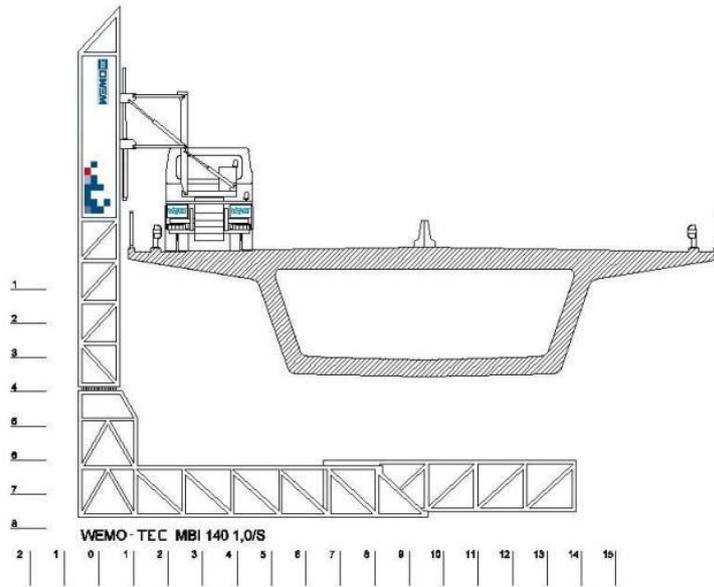


Figura 52 - Plataforma amovível sobre camião [19].

A utilização deste camião implica a ocupação de uma das duas vias de trânsito durante a execução dos trabalhos. Isto obriga a que a circulação seja feita alternadamente numa só via.

Para assegurar a segurança rodoviária, o ISQ contratou uma equipa para implantar a sinalização apresentada na Figura 53.

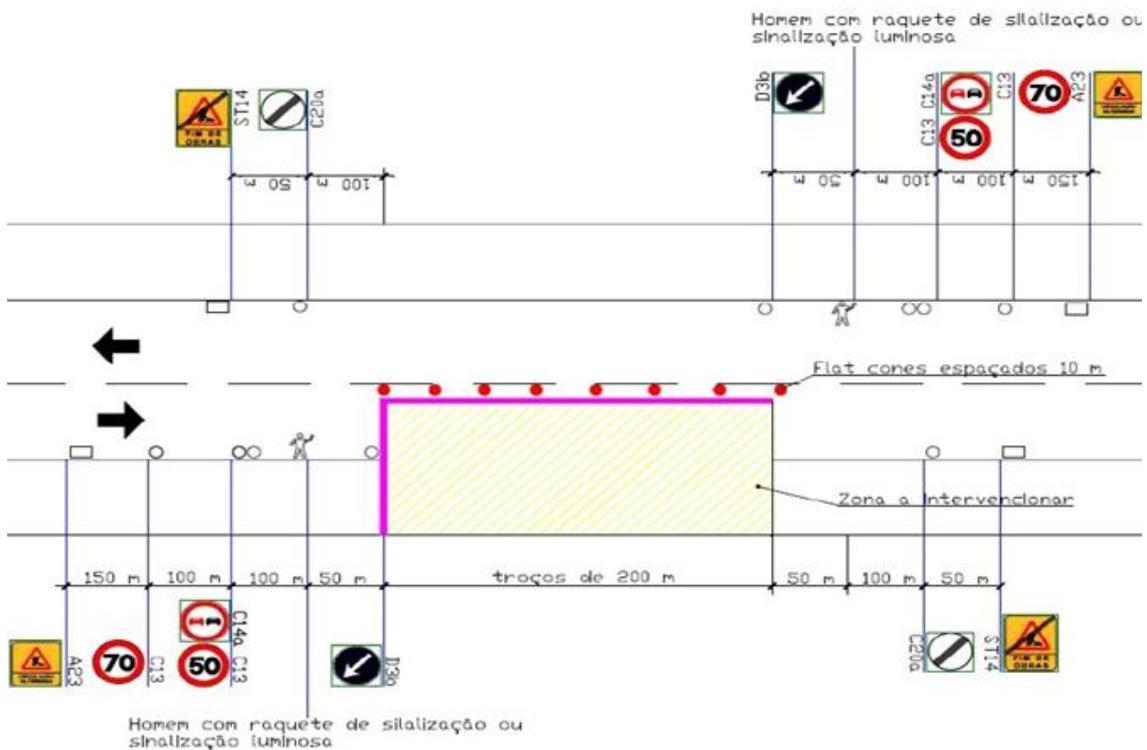


Figura 53 – Sinalização temporária de circulação [19].

Depois da inspeção prévia o ISQ elaborou um Plano de Inspeção e Ensaios, tendo em conta o acordado com o cliente. Este documento foi submetido a apreciação e aprovação pelo cliente.

O Plano de Inspeção e Ensaios pretende planear a ação da inspeção e os ensaios. Descreve detalhadamente todos os ensaios a serem realizados no decorrer da inspeção. Neste documento deve constar:

- A descrição da obra de arte e a descrição do tipo de inspeção a ser realizada;
- A constituição da equipa técnica que irá realizar os trabalhos;
- Os meios necessários para aceder à face inferior do tabuleiro e para a segurança rodoviária;
- A quantidade, tipos de ensaios e a sua localização exata em peças desenhadas e por descrição;
- O procedimento a ser seguido para o mapeamento das anomalias e para cada ensaio;
- Uma breve descrição da estrutura do relatório final referente à inspeção e ensaios a realizar.

O PIE (Plano de Inspeção Ensaios) é um documento muito importante para o auxílio da inspeção técnica, pelo que deve de acompanhar toda a inspeção.

Para a realização dos trabalhos foi necessário requerer os equipamentos e os materiais que constam na Tabela 8.

Tabela 8 - Principais meios auxiliares á inspeção técnica.

Atividade	Designação do equipamento	Meios auxiliares
Mapeamento das anomalias	-Máquina fotográfica -Comparador de fissuras	-Plataforma amovível -Bloco A3 e lápis -Giz -Martelo
Carotes -Cr-	-Máquina fotográfica -Bomba de água -Berbequim -Gerador -"PROFOMETER"	-Bilha com água -Martelo e escopro -Peças desenhadas (pré-esforço) -Giz -Fita métrica -Extensão elétrica -Plataforma amovível -Plano de Inspeção e Ensaios

Tabela 8 (cont.) - Principais meios auxiliares á inspeção técnica.

Atividade	Designação do equipamento	Meios auxiliares
Fecho das cavidades de onde se retiraram as carotes		-Plataforma amovível -Balde -Colher de pedreiro -Bilha com água -Argamassa Sika Mono Top-618
Recobrimentos e geometria das armaduras -Re-	-"PROFOMETER" -Máquina fotográfica	-Giz -Pedra abrasiva -Fita métrica -Martelo e escopro -Peclise
Cloretos -Cl-	-Berbequim -Gerador	-Broca de 14 a 20mm -Pincel e escova -Peclise -Tubo de recolha de pó em plástico -Sacos de plástico -Etiquetas auto-colantes -Agrafador -Equipamento de sopragem
Carbonatação -Ca-	-Berbequim -Gerador	-Broca igual ou superior a 18mm -Equipamento de sopragem -Pulverizador com fenolftaleína (C=1%) -Peclise
Potenciais elétricos -Pe-	-"CANIN" -"PROFOMETER"	-Escova em aço -Pedra abrasiva -Giz -Sulfato de cobre -Água destilada
Resistividade elétrica -Re-	-"RESI"	-Pedra abrasiva -Água destilada
Esclerometria -Es-	-Esclerómetro Digital -"PROFOMETER"	-Pedra abrasiva -Giz

3.5.5. Realização da Inspeção Técnica

A inspeção técnica foi realizada por dois técnicos do ISQ e teve uma duração de 2 dias. No primeiro dia foi realizado o mapeamento das anomalias identificadas na parte inferior do tabuleiro da ponte (laje pela face inferior, vigas longitudinais, carlingas, vigas de bordadura) e nos muros testas dos encontros. Realizou-se também neste dia a extração de 6 carotes.

No segundo e último dia foi realizado o mapeamento das anomalias identificadas nos muros de avenida dos dois encontros e foram também realizados os seguintes ensaios:

- Medição da espessura de recobrimento das armaduras, em 6 zonas (a medição por zona é feita numa área com aproximadamente 1 m²);
- Determinação da posição e da dimensão dos varões, em 6 zonas;
- Medição da profundidade de carbonatação do betão, em 4 zonas;
- A avaliação da taxa de concentração de cloretos, com medições para obtenção de um perfil de cloretos até aos 4 cm de profundidade (4 zonas);
- Medição em 4 zonas, do potencial elétrico das armaduras em malhas de 20 pontos;
- Medição da resistividade do betão, em 4 zonas;
- Realização de 8 ensaios esclerométricos ao betão.

A colaboração prestada pelo estagiário consistiu no apoio a todos os trabalhos realizados no decorrer desta inspeção.

3.5.5.1. Acesso às Zonas a Ensaiar

Como anteriormente referido o acesso à parte inferior do tabuleiro (laje, vigas e carlingas) bem como à parte superior do muro testa do encontro direito e do encontro esquerdo teve o auxílio de uma plataforma amovível sobre um camião. O acesso às restantes zonas da obra de arte foi feito pedonalmente. A plataforma utilizada destinou-se a permitir o acesso dos técnicos aos elementos a inspecionar e a suportar os equipamento e meios auxiliares à inspeção.

No início dos trabalhos, um técnico começou por montar a sinalização rodoviária, de seguida o camião com a plataforma dirigiu-se à ponte (na via e sentido de Vila Real de Santo António para Beja) e posicionou-se o mais à direita possível (ver Fig. 54). Posteriormente o motorista começou a lançar a plataforma, como se pode ver na Figura 55.



Figura 54 - Camião posicionado no sentido Vila Real de Santo António para Beja.



Figura 55 - Lançamento da plataforma amovível.

Depois da plataforma posicionada, os técnicos do ISQ transportaram os equipamentos e meios auxiliares da carrinha para a plataforma. O acesso dos técnicos à plataforma foi feito por uma escada existente no interior da torre que suspende a plataforma (ver Fig. 56).

Após os equipamentos e os meios auxiliares terem sido colocados na plataforma, iniciaram-se os trabalhos. Na Figura 57 pode-se observar a plataforma sob o tabuleiro da ponte. No decorrer dos trabalhos, a plataforma foi manobrada por um técnico do ISQ através de uns manípulos existentes junto à torre sobre a plataforma.



Figura 56 - Escadas de acesso à plataforma.



Figura 57 - Plataforma colocada sob o tabuleiro da ponte.

3.5.5.1. Mapeamento das Anomalias Identificadas

Foi realizado o mapeamento das anomalias identificada nos vários elementos da obra de arte, nomeadamente no tabuleiro (laje pela face inferior, vigas longitudinais, carlingas,

vigas de bordadura) e nos encontros (muros testa, muros avenida), dando-se especial destaque às fissuras com espessura superior a 0,3 mm.

A medição das extensões e áreas afetadas foi efetuada com recurso a fita métrica. A medição das espessuras de fendas/fissuras foi efetuada com recurso a comparador de fissuras.

O mapeamento das anomalias começou por ser executado no muro testa do encontro direito, varrendo-se assim a parte inferior do tabuleiro, até ao muro testa do encontro esquerdo (com o auxílio da plataforma). Posteriormente foi executado o mapeamento das anomalias existentes nos muros avenida, do encontro direito e do encontro esquerdo (acesso pedonal). No decorrer deste mapeamento um dos técnicos foi percutindo a superfície de betão com um martelo (para deteção de zonas ocas), também ia medindo, com um comparador de fissuras, as fissuras com espessura superior a 0,3 mm. Simultaneamente outro técnico desenhou as anomalias que se iam identificando e retirou as notas que considerou relevantes. Foi também realizado o registo fotográfico das anomalias identificadas. Para que as fissuras menos perceptíveis sejam visíveis no registo fotográfico, foram destacadas com um giz (ver Fig. 58).



Figura 58 - Fissura com 0,35 mm de espessura destacada com giz.

O registo rigoroso tem como objetivo uma boa interpretação das anomalias existentes, de modo a posteriormente (em gabinete) se transpor toda esta informação para o relatório.

3.5.5.2. Procedimento de Extração das Carotes (Cr)

O procedimento utilizado na extração das carotes foi idêntico ao procedimento utilizado na extração das carotes dos pegões da Ponte da Figueira da Foz (ponto 3.3.5.2 deste

trabalho). A única diferença é que na extração de praticamente todas as carotes na Ponte do Beliche (Cr1, Cr2, Cr3, Cr4, Cr5) foi previamente detetada e marcada a malha de armadura existente em cada zona de extração. A deteção das armaduras foi feita com o equipamento "PROFOMETER". Este equipamento tem uma sonda que, ao passar sobre a superfície de betão, deteta a localização das armaduras e o recobrimento das mesmas (ver Fig. 59). Para além das armaduras correntes foi também detetada a localização das armaduras de pré-esforço, realizada com o auxílio das peças desenhadas fornecidas pelo cliente.

Conhecendo a localização das armaduras, traçou-se um "alvo" com giz na superfície de betão (ver Fig. 60) e foi dentro dessa limitação que se extraiu a carote.

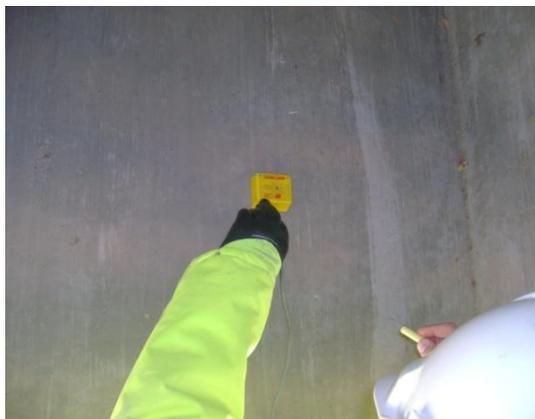


Figura 59 - Deteção das armaduras com o "PROFOMETER" (Z.3)



Figura 60 - "Alvo" de onde será extraída a carote (Z.3).

A deteção prévia das armaduras não foi realizada para a carote Cr6, pelo facto de esta ter sido extraída sobre o pavimento rodoviário. Como a superfície onde se extraiu a carote tem 5 cm de betão betuminoso o "PROFOMETER" não consegue detetar as armaduras.

A extração desta carote foi feita por duas fases. Na primeira foi extraída uma carote constituída só por betão betuminoso. Na segunda fase extraiu-se uma carote do betão da laje da ponte. Pelo facto de não se ter conseguido detetar a malha superior de armadura, acabou por se intersectar um varão de \varnothing 10 mm. Na Figura 61 pode-se observar a carote de betão betuminoso já extraída.



Figura 61 - Extração da carote Cr6.

3.5.5.3. Medição das Espessuras de Recobrimento e da Geometria das Armaduras (Re)

A medição do recobrimento e da geometria das armaduras foi efetuada em 6 zonas (Z.1, Z.5, Z.6, Z.7, Z.8 e Z.14). Em cada zona, a medição foi feita numa área com aproximadamente 1 m².

Para a deteção das armaduras e medição do recobrimento foi utilizado o "PROFOMETER". Com este equipamento começou-se por identificar o eixo dos varões na superfície de betão. Para isso passou-se lentamente com a sonda perpendicularmente ao varão numa direção. Quando o "beep" do equipamento se faz ouvir, identifica-se com um giz o local onde se localiza a sonda nesse momento. De seguida, e ainda para o mesmo varão, procede-se de igual modo mas no sentido contrário. No meio das identificações feitas, nos dois sentidos, assinala-se a localização do varão. Este procedimento foi executado para detetar e traçar na superfície do betão as 6 malhas com a localização das armaduras.

Para a medição do recobrimento das armaduras, utilizou-se o mesmo equipamento. Com a sonda passou-se perpendicularmente sobre os varões previamente identificados. A sonda ao passar sobre o varão emite um "beep" e é apresentado simultaneamente no visor do equipamento, o valor, em milímetros, do recobrimento desse varão. De acordo com este procedimento mediu-se o recobrimento dos varões de cada malha, e assinalaram-se os valores na superfície de betão.

Na Figura 62 pode-se observar o traçado dos varões na superfície do betão, com a indicação dos respectivos recobrimentos.

Por fim foi medida, com uma fita métrica, a distância entre varões. Todas as anotações feitas na superfície do betão foram registadas em papel.

Foram seguidos os procedimentos descritos anteriormente em todas as medições de recobrimentos e de determinação da geometria das armaduras (Re1, Re2, Re3, Re4, Re5 e Re6).

Para a verificação da geometria das armaduras e medição da respetiva secção, foi necessário expor pontualmente a zona de intersecção de dois varões. A medição da secção da armadura exposta foi realizada com um peclise (ver Fig. 63).



Figura 62 - Traçado dos varões na superfície de betão com o registo dos recobrimentos (Z.1).



Figura 63 - Medição da secção do varão com um peclise (Z.1).

A verificação da geometria das armaduras e a medição da secção das mesmas foi feita apenas num ponto das zonas: Z.1, Z.4, Z.5, Z.6 e Z.11.

3.5.6. Extração do Pó para a Determinação do Teor de Cloretos no Betão (Cl)

A extração do pó para determinação do teor em cloretos foi feita em 4 zonas da Ponte do Beliche (Z.1, Z.2 Z.9 e Z.10). Em cada zona o pó foi extraído de um furo realizado em intervalos de 1 cm, até perfazer uma profundidade de 4 cm, ou seja, de cada zona retiraram-se 4 amostras de pó.

Antes de se começar a extrair o pó foi necessário limpar a superfície de betão com uma pedra abrasiva (ver Fig. 64).

De seguida, com o auxílio de um berbequim (broca de 16 mm) perfurou-se o betão até à profundidade de 1 cm, durante a perfuração foi colocado um tubo sob o furo. Esse tubo escoava o pó resultante do furo para dentro de um saco de plástico. Após terminar a perfuração do primeiro intervalo o saco foi fechado com o auxílio de um agrafador e

colou-se uma etiqueta com a respetiva identificação. Na Figura 65 pode-se observar a amostra retirada da zona 9 (cl4) para a determinação do teor em cloretos correspondente ao intervalo de profundidade de 3 a 4 cm.



Figura 64 - Limpeza da superfície de betão.



Figura 65 - Amostra para a determinação do teor em cloretos (cl4) do intervalo de profundidade 3 a 4 cm.

Antes de se prosseguir para a recolha da próxima amostra, a broca e o furo foram limpos através de um equipamento de sopro. A verificação da profundidade foi feita através de um peclise.

O procedimento descrito foi repetido na extração das 4 amostras (intervalo de profundidade) em cada zona de extração.

Posteriormente as 36 amostras foram levadas para ensaios de determinação do teor de cloretos no Laboratório de Química do ISQ.

3.5.7. Medição da Profundidade de Carbonatação do Betão (Ca)

A medição da profundidade da camada superficial carbonatada do betão foi feita em 6 zonas (Z.1, Z.2, Z.3, Z.4, Z.5 e Z.6). Em cada zona de ensaio foram abertos 4 furos, executados com o auxílio de um berbequim (broca de 20 mm) a uma profundidade de 1 cm. De seguida, com um pulverizador contendo uma solução de fenolftaleína (solução com concentração de 1%), pulveriza-se o interior dos 4 furos (ver Fig. 66).



Figura 66 - Pulverização dos furos para a medição da profundidade de carbonatação (Z.5).

Em praticamente todas as zonas, o interior dos furos permaneceu de cor rosa / vermelho. Isto significa que o betão está “são”, ou seja, não está carbonatado. Em algumas zonas observou-se uma pequena película exterior que ficou incolor, ou seja, esta película está carbonatada, tendo sido medida a profundidade dessa película nos 4 furos.

3.5.8. Medição do Potencial elétrico das Armaduras (Pe)

A medição do potencial elétrico das armaduras foi feita em 6 zonas (Z.1, Z.2, Z.4 e Z.11) e por zona, houve 25 pontos de medição. O equipamento utilizado para este ensaio foi o “CANIN”. Este equipamento estabelece um circuito elétrico entre o medidor do potencial, o betão e a armadura. Com o valor do potencial elétrico da armadura determina-se o estado de corrosão na mesma.

A medição do potencial elétrico foi efetuada de acordo com a norma ASTM C 876 de 2009 [20].

A sonda do “CANIN” requer alguma preparação. Começou por se introduzir ± 7 g de sulfato de cobre no elétrodo (ver Fig. 67), de seguida preencheu-se o restante espaço com água destilada. Esperou-se cerca de 1 hora, mantendo o elétrodo na posição vertical (ver Fig. 68).

Após este tempo ligou-se a sonda ao equipamento. Ligou-se ainda ao equipamento, com um cabo elétrico, a armadura previamente exposta (a mesma armadura que se utilizou para a medição da secção e geometria). A ligação à armadura foi feita através de uma pinça. Antes da ligação a armadura foi limpa com uma escova de aço.



Figura 67 - Introdução do sulfado de cobre no eletrodo da sonda do "CANIN".



Figura 68 - Equipamento "CANIN" e sonda do mesmo na vertical.

Foi então medido em cada ponto num total de 25, o potencial elétrico das armaduras. Entre cada medição a ponta da sonda era molhada num pequeno recipiente com água destilada. Na Figura 69 pode-se observar a medição do potencial elétrico pressionando a sonda contra a superfície de betão. A superfície de betão onde foi medido o potencial elétrico tinha sido previamente limpa com uma pedra abrasiva.



Figura 69 - Medição do potencial elétrico das armaduras (Z.11).

Em cada medição foi registado o resultado em milivolts-mV. Este procedimento foi repetido para as 6 zonas (Pe1, Pe2, Pe3 e Pe4).

3.5.9. Medição da Resistividade Elétrica do Betão (Rs)

A medição da resistividade elétrica do betão foi feita em 4 zonas (Z.1, Z.2, Z.4 e Z.11). Por zona houve 25 pontos de medição e o equipamento utilizado para este ensaio foi o "RESI" (ver Fig. 70).

Com este equipamento pretende-se medir a resistividade elétrica na superfície do betão e com esse valor determina-se a velocidade à qual a armadura perde secção, por corrosão da mesma. Para a realização deste ensaio começou-se por limpar a superfície do betão a ensaiar, com uma pedra de abrasão. De seguida ligou-se a sonda de resistividade ao equipamento ("RESI") e realizaram-se as medições. Em cada medição o bloco de espuma da sonda de resistividade foi pressionado contra a superfície do betão de modo a que houvesse um bom contacto (ver Fig. 71).



Figura 70 - Equipamento "RESI".



Figura 71 - Sonda de resistividade.

Em cada medição registaram-se dois valores: o valor da resistividade elétrica ($k\Omega\text{cm}$) e o valor do fluxo da corrente (%). Este procedimento foi repetido para as 4 zonas (RS1, RS2, RS3 e RS4).

3.5.10. Determinação da Resistência Superficial do Betão (Es)

O ensaio Esclerométrico pretende determinar a resistência superficial à compressão do betão em estudo, através da média de 10 impactos provocados sobre a estrutura. Este ensaio foi realizado em conformidade com a norma NP EN 12504-2 de 2003 [21], em 8 zonas (Z.2, Z.5, Z.7, Z.8, Z.9, Z.12, Z.13 e Z.14).

Antes da realização do ensaio limpou-se a superfície com uma pedra abrasiva e procedeu-se ao reconhecimento da localização das armaduras, com o propósito de evitar o ensaio sobre as mesmas. De seguida ligou-se o Esclerómetro Digital e inseriu-se a posição de impacto do martelo no ensaio (inclinação do Esclerómetro) e o fator que corresponde a ensaios de compressão sobre provetes (fator igual a 1, que corresponde a cubos com 0,20 m de aresta). Com o equipamento e a superfície a ensaiar pronta, executou-se uma série de 10 impactos sobre a superfície de betão numa área

aproximada de $0,20 \times 0,20 \text{ m}^2$, segurando firmemente o Esclerómetro e pressionando-o devagar contra o alvo (ver Fig. 72).



Figura 72 - Esclerómetro Digital.

Para cada impacto foi registado o valor do ressalto (R), e o valor correspondente da tensão à compressão (N/mm^2). Ao fim dos 10 impactos registou-se a média dos valores obtidos. Este procedimento foi repetido para as 8 zonas (Es1, Es2, Es3, Es4, Es5, Es6, Es7 e Es8).

3.5.11. Caracterização Visual de Amostras

As 6 carotes (Cr1, Cr2, Cr3, Cr4, Cr5 e Cr6) extraídas na Ponte do Beliche foram transportadas para o laboratório de betão do ISQ para serem ensaiadas à compressão.

Após a receção das amostras fez-se uma caracterização visual das mesmas. Esta caracterização consistiu na identificação da amostra (através de número e fotografia), na determinação das dimensões, e na descrição da amostra com o registo de observações.

A caracterização visual destas amostras seguiu o procedimento referido no ponto 3.2. deste trabalho.

As amostras de betão têm um diâmetro de 79 mm e um comprimento que varia entre os 135 mm e os 155 mm. São constituídas por agregados de calcário negro, com dimensão máxima ($d_{\text{máx}}(\text{agregado})$) de 35 a 67 mm, apresentando uma distribuição regular na pasta de cimento. O valor médio da máxima dimensão do agregado relativo às 6 carotes é de 45 mm.

Macroscopicamente observou-se, no conjunto das carotes, uma ligeira porosidade uniformemente distribuída, com dimensão máxima ($d_{\text{máx}}(\text{poros})$) a variar entre os 3 e os 11 mm. Verificou-se, de um modo geral, que a geometria dos poros é irregular.

Não foram identificadas armaduras nas amostras, exceto na amostra Cr6 que continha um varão \varnothing 10 mm, com orientação transversal à mesma, que se distancia da face mais próxima cerca de 30 mm. O varão não apresenta corrosão. Na Figura 73 pode-se observar o registo fotográfico da carote Cr1.



Figura 73 - Registo fotográfico da carote Cr1.

Após conclusão da caracterização visual, as amostras, foram ensaiadas á compressão.

3.5.12. Procedimentos dos Ensaios de Compressão

O ensaio para a determinação da resistência á compressão das 6 carotes foi executado no laboratório de betão do ISQ, por um técnico e contou com a colaboração do estagiário.

Estes ensaios foram realizados de acordo com a norma NP EN 12504-1 de 2009 [22].

Numa fase inicial verificou-se se o diâmetro das carotes era superior a 3 vezes a máxima dimensão do agregado do betão. Foi também verificada a relação entre o comprimento/diâmetro das carotes, que deve ser igual a 1, para se poder comparar o resultado da resistência à compressão das carotes, com a resistência do cubo [22].

As carotes foram previamente cortadas e retificadas. O corte foi executado num equipamento que possui um disco diamantado (ver Fig. 74).

Cada carote foi cortada com um comprimento igual ao seu diâmetro mais 2 mm. Os milímetros a mais, serão eliminados quando da retificação dos topos das carotes.

Após o corte, as carotes foram colocadas num tabuleiro com água, até à data de ensaio (ver Fig. 75).



Figura 74 - Equipamento para cortar carotes.



Figura 75 - Carotes dentro de um tabuleiro com água.

Posteriormente cada carote foi retificada, num equipamento de retificação, por desgaste (ver Fig. 76).



Figura 76 - Equipamento para retificar provetes por desgaste.

Na retificação das carotes procurou-se que os topos ficassem perpendiculares à face lateral do cilindro. Para a verificação da planura e perpendicularidade foi utilizado um esquadro metálico (ver Fig. 77), e para a verificação das dimensões foi utilizado um peclise (ver Fig. 78).



Figura 77 - Esquadro metálico para verificar a planura e a perpendicularidades da carote.



Figura 78 - Peclise para verificar as medidas da carote.

Após a retificação de todas as carotes, foi verificada e registrada, em quatro zonas diferentes, a planura das faces de topo, de cada carote. Verificou-se e registou-se ainda a perpendicularidade da face lateral do cilindro relativamente às faces do topo de cada carote, em quatro zonas divididas pela face lateral da carote.

Na Figura 79 pode-se observar como foram divididas as faces de topo e a face lateral de cada carote, para verificação da planura e da perpendicularidade.



Figura 79 - Divisão das faces de topo e da face lateral da carote.

Depois, com auxílio do peclise, mediou-se o diâmetro em seis zonas da altura da carote e registou-se no boletim. Foi também medido e registado a altura de cada carote em três zonas.

Na carote que contém um varão de aço transversal (Cr6), foi ainda medido o diâmetro do varão e a distância entre o eixo do varão e a face de carga mais próxima.

Todas estas verificações estavam dentro das tolerâncias impostas pelas normas NP EN 12504-1 de 2009 [22], NP EN 12390-1 de 2010 [23] e NP EN 12390-3 de 2009 [24]. As tolerâncias admissíveis são:

- A tolerância do diâmetro (d) é $\pm 3 \%$, da dimensão designada [24];
- A tolerância da planura das faces de carga é de $\pm 0,0006d$, em milímetros [23];
- A tolerância da perpendicularidade da face lateral do cilindro relativamente às faces do topo é de $\pm 0,5 \text{ mm}$ [23];
- A tolerância relativamente à altura é de $\pm 3 \%$, da dimensão designada [24];
- Para a linearidade, a tolerância da linha geradora do provete deve ser 3% do diâmetro médio do tarolo [22].

Com o resultado das medições anteriores, calculou-se o diâmetro e a altura média de cada carote.

As carotes foram depois pesadas numa balança digital (ver Fig. 80).



Figura 80 - Balança com precisão de 0,1 g.

Os ensaios de compressão foram realizados em conformidade com a norma NP EN 12390-3 de 2009 [24] e a máquina de ensaio à compressão (ver Fig. 81) utilizada estava conforme a norma NP EN 12390-4 de 2003 [25], ambas referidas na norma NP EN 12504-1 de 2009 [22].

Para a realização do ensaio de compressão começou-se por centrar a carote no prato da máquina de ensaio (ver Fig. 82). De seguida ligou-se a máquina e inseriram-se os seguintes valores: diâmetro médio da carote, altura média da carote, velocidade de ensaio, número da carote e data do ensaio.



Figura 81 - Máquina de ensaio à compressão de provetes em betão.



Figura 82 - Carote centrada no prato da máquina de ensaio à compressão.

Iniciou-se o ensaio de compressão até à rotura do provete tendo-se obtido, para cada amostra ensaiada a força de rotura (kN) e a tensão de rotura (MPa).

Por fim retirou-se a amostra do prato e verificou-se se o modo de rutura era satisfatório. Para se considerar satisfatório após ensaio a amostra deve apresentar uma rotura similar às que constam nos esquemas da Figura 83.

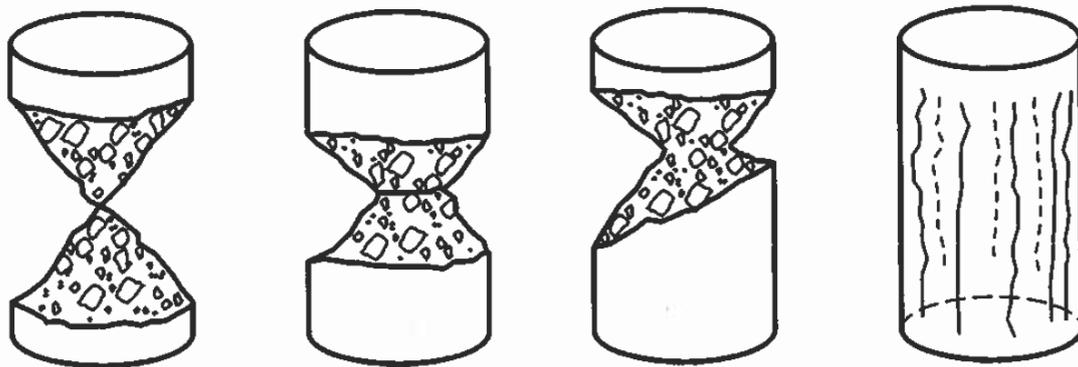


Figura 83 - Esquemas da rotura satisfatória dos provetes cilíndricos da norma NP EN 12390-3 de 2009 [24].

Para cada carote foi registado num boletim, a força de rotura (kN), a tensão de rotura (MPa) e se a rotura foi satisfatória ou não.

3.5.13. Descrição das Anomalias Observadas

Com base no tipo de anomalias detetadas e identificadas nos elementos estruturais de betão armado analisados, foi realizado pelo estagiário um mapeamento das anomalias, de acordo com a legenda que se exemplifica na Figura 84.

LEGENDA			
	- DELAMINAÇÃO / ARMADURA EXPOSTA		- FENDILHAÇÃO EXISTENTE NO PLANO (e $\geq 0,3$ mm)
	- ARGAMASSA DESTACADA / FISSURADA / OCA		- FORMAÇÃO DE MICRO-ORGANISMOS
	- OCOS / CHOCHOS		- ORIFÍCIO PARA TIGE, COM ESCORRIMENTO DE ÁGUA
	- FISSURA COM EFLORESCÊNCIA (e $< 0,3$ mm)		- ZONA DE ENSAIOS

Nota: Todos os valores apresentados no mapeamento são em milímetros (mm).

Figura 84 - Legenda do mapeamento apresentado no Anexo III.

No Anexo III apresenta-se o mapeamento das anomalias nas peças desenhadas da Ponte do Beliche.

Durante a inspeção foi detetada fendilhação significativa nos muros de avenida do encontro direito, tendo as fissuras uma ligeira inclinação para o lado do tabuleiro. No muro de avenida montante a espessura das fissuras variava entre 1 a 14 mm. No muro de avenida jusante, as espessuras das fissuras variavam de 2 a 8 mm.

Nas Figuras 85 e 86 pode-se observar os dois muros de avenida e a respetiva fissuração.



Figura 85 - Muro de avenida visto de montante (encontro direito).



Figura 86 - Muro de avenida visto de jusante (encontro direito)

No mesmo encontro (direito) foi também observado o desalinhamento entre o muro testa e a carlinga sobre o mesmo, No seu plano, o desalinhamento ronda os 80 mm, conforme se pode observar nas Figuras 87 e 88.



Figura 87 - Desalinhamento entre o muro testa e a respectiva carlinga (encontro direito).



Figura 88 - Pormenor do desalinhamento entre o muro testa e a respectiva carlinga (encontro direito).

Ainda no mesmo encontro (direito) verificou-se que a junção da carlinga sobre o muro testa apresenta destacamento do betão (ver Fig. 89) e que a mesma carlinga, entre a viga V.2 e V.3, apresenta uma fissura com orientação vertical com espessura de 0,35 mm (ver Fig. 90).



Figura 89 - Junção da carlinga sobre o muro testa com destacamento de betão (encontro direito).



Figura 90 - Fissura na carlinga sobre o muro testa entre a viga V.2 e V.3 (encontro direito).

No encontro da margem esquerda também foi verificado o destacamento de betão na junção entre o muro testa e a carlinga sobre o mesmo. Em certas zonas os destacamentos eram de tal ordem que chegavam a expor a armadura (ver Fig. 91). Nesta carlinga, entre todas as vigas, foram observados dois orifícios de onde escorria água. Esses orifícios provavelmente serviram para passar os varões que suportavam a cofragem no decurso da construção da ponte (orifícios para a “tixe”). Na Figura 92 pode-se observar os orifícios identificados na carlinga sobre o muro testa do encontro esquerdo.



Figura 91 - Destacamento de betão e exposição de armadura na junção entre o muro testa e a carlinga (encontro esquerdo).



Figura 92 - Orifícios na carlinga com escoamento de água (encontro esquerdo).

A parte inferior da laje do tabuleiro, junto ao encontro direito, apresenta fissuração com espessura inferior a 0,3 mm localizada entre as vigas V.1-V.2, V.2-V.3, V.6-V.7 e V.7-V.8. Estas fissuras apresentam escorrência de sais (eflorescências) como se pode observar na Figura 93.

Os pequenos cachorros contíguos às carlingas, ligados à viga V.1 (vistos pelo alçado Montante), apresentam delaminação com a armadura exposta e corroída (ver Fig. 94). O cachorro contíguo à carlinga sobre o muro testa do encontro direito (visto pelo alçado Jusante) também apresenta a mesma anomalia.



Figura 93 - Fissura com eflorescências na parte inferior da laje do tabuleiro.



Figura 94 - Cachorro com delaminação e armadura exposta (visto de Montante).

Nos apoios do encontro esquerdo, verifica-se o desalinhamento entre as placas constituintes de cada aparelho de apoio (2 chapas metálicas intercaladas com 3 chapas de neoprene), conforme se pode observar na Figura 95.

Os apoios do encontro direito não foram visíveis pelo facto do espaço existente entre a carlinga e o muro testa ser insuficiente.



Figura 95 – Aspeto de um dos aparelhos de apoio do encontro esquerdo.

Durante a inspeção técnica foi observado o mau estado de conservação das juntas de dilatação entre o tabuleiro e os encontros. Estas juntas estão preenchidas com betão betuminoso bastante degradado, não cumprindo assim com uma das suas principais funções, que é garantir a suave transição entre a estrada e a ponte.

Nas Figuras seguintes ilustra-se o estado de conservação da junta de dilatação entre o encontro direito – tabuleiro e entre o encontro esquerdo – tabuleiro.



Figura 96 – Degradação da junta de dilatação entre o encontro direito - tabuleiro.



Figura 97 - Degradação da junta de dilatação entre o encontro esquerdo - tabuleiro.

Como anteriormente se referiu, os guardas corpos da ponte, em ambos os lados apresentam desgaste da pintura, com exposição do primário e zonas pontuais com corrosão (ver Fig. 98).



Figura 98 - Guarda corpos do lado jusante.

3.5.14. Resultado dos Ensaios

Os ensaios realizados na presente inspeção técnica foram os seguintes: medição das espessuras de recobrimento e da geometria das armaduras, avaliação da taxa de concentração de cloretos na pasta de cimento, medição da profundidade de carbonatação do betão, medição do potencial elétrico das armaduras, medição da resistividade elétrica do betão, determinação da resistência superficial e determinação da resistência à compressão do betão, realizada em carotes.

- **Medições das Espessuras de Recobrimento e da Geometria das Armaduras (Re)**

A medição das espessuras de recobrimento foi efectuada em 6 zonas (Re1, Re2, Re3, Re4, Re5 e Re6).

A apresentação dos resultados da medição das espessuras de recobrimento das armaduras, resumiu-se a passar a limpo a malha desenhada sobre a superfície do betão. Na Figura 99 apresenta-se o resultado obtido na Zona 8 (Re2), para a medição das espessuras de recobrimento, que inclui o valor da espessura de recobrimento na extremidade de cada varão expresso em milímetros (mm). Apresenta-se também o espaçamento entre cada varão.

Para cada zona de ensaio foi elaborado um esquema idêntico.

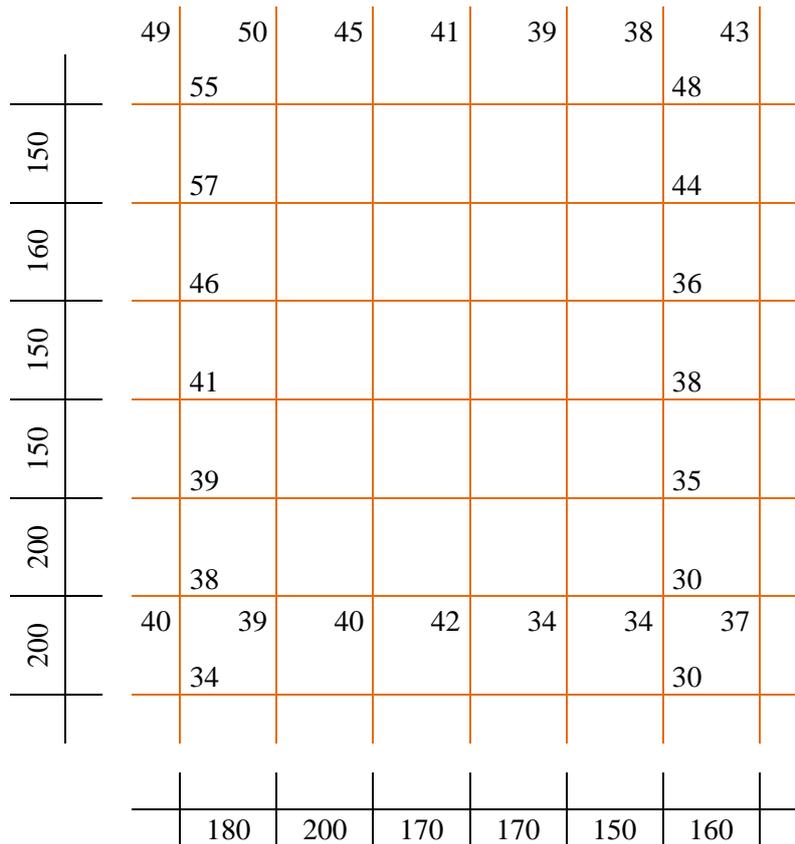


Figura 99 - Espessura de recobrimento das armaduras correspondente à Zona 8 (Re2) em mm.

Na Tabela 9 apresenta-se o resumo dos valores das medições das espessuras de recobrimento dos varões identificados.

Tabela 9 - Resumo das medições das espessuras de recobrimento dos varões.

Identificação	Localização	Valor mínimo (mm)	Valor Médio (mm)
Re 1	Zona 7 (Encontro)	Varão vertical = 30 Varão horizontal = 27	Varão vertical = 45 Varão horizontal = 39
Re 2	Zona 8 (Encontro)	Varão vertical = 34 Varão horizontal = 30	Varão vertical = 41 Varão horizontal = 41
Re 3	Zona 14 (Laje)	Varão longitudinal = 13 Varão transversal = 34	Varão longitudinal = 24 Varão transversal = 42
Re 4	Zona 1 (Viga)	Varão vertical = 12 Varão horizontal = 22	Varão vertical = 27 Varão horizontal = 32
Re 5	Zona 5 (Carlinga)	Varão vertical = 22 Varão horizontal = 12	Varão vertical = 37 Varão horizontal = 32
Re 6	Zona 6 (Laje)	Varão longitudinal = 17 Varão transversal = 9	Varão longitudinal = 27 Varão transversal = 26

Foi também verificada a geometria e medida a secção de varões. A verificação da geometria das armaduras e a medição da secção das mesmas foi feita apenas num ponto localizado nas zonas 1, 4, 5, 6 e 11. (conforme descrito anteriormente). Na Tabela 10 apresentam-se os resultados obtidos dos vários varões.

Tabela 10 - Geometria e secção dos varões.

Localização	Varão Longitudinal / Vertical (mm)	Varão Transversal / Horizontal (mm)
Zona 1 (Viga)	Ø 6	Ø 6
Zona 4 (Encontro)	Ø 8	Ø 8
Zona 5 (Carlinga)	Ø 8	Ø 6
Zona 6 (Laje)	Ø10	
Zona 11 (Viga)	Ø 6	Ø 6

- **Resultados do Teor de Cloretos na Pasta de Cimento (Cl)**

O procedimento utilizado para a obtenção dos resultados do Teor de Cloretos na pasta de cimento de cada amostra foi idêntico ao utilizado no ponto 3.3.9. deste trabalho.

A composição do betão aplicado nesta obra é desconhecida, mas a classe de resistência do betão foi determinada pelo ensaio à compressão das carotes Cr1, Cr2, Cr3 Cr4 Cr5 e Cr6 (resultados apresentados seguidamente neste trabalho). No entanto, para a obtenção do resultado final, do teor de cloreto, acabou por se considerar uma dosagem de cimento da ordem de 400 kg/m³ e uma massa volúmica do betão de 2000 kg/m³ (os mesmos valores considerados no ponto 3.3.9. deste trabalho).

O valor máximo estipulado pela norma NP EN 206-1 de 2007 [11], para a “percentagem de iões cloreto por massa de cimento”, de um betão com classe de exposição “XC” (“2 Corrosão induzida por carbonatação”) e com “armaduras pré-esforçadas” é de 0,20 %.

A Tabela 11 apresenta os resultados da percentagem do teor de cloretos contidos na pasta de cimento, referentes à zona 2 (Cl3).

Tabela 11 - Percentagem de íões de cloretos contidos na amostra (cl3) [26].

Identificação de Amostra	Intervalo de profundidade (cm)	Teor de Cloretos no Betão (%)	% de cimento no betão	Teor de cloretos no Cimento (%)
CL3 – Zona 2	0 - 1,0	0,020	0,2	0,100
	1,0 - 2,0	0,012	0,2	0,060
	2,0 - 3,0	0,007	0,2	0,035
	3,0 - 4,0	0,003	0,2	0,015

Na Figura 100 ilustra-se o Perfil de Cloretos relativo à mesma amostra.

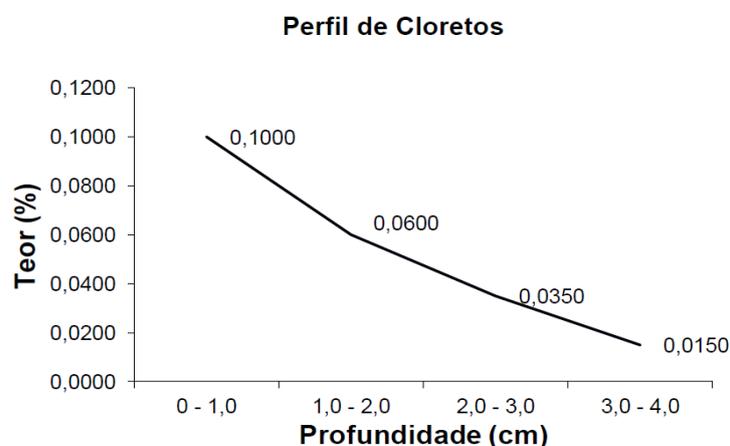


Figura 100 - Perfil de Cloretos da correspondente à amostra cl3 [26].

A Tabela 12 resume os resultados do teor de cloretos na pasta de cimento de todas as amostras, para cada intervalo de profundidade. Consta-se que nenhum valor é superior a 0,20 %.

Tabela 12 - Resumo da % do teor de cloretos na pasta de cimento.

Intervalos (cm)	CL1 (Zona 1)	CL2 (Zona 10)	CL3 (Zona 2)	CL4 (Zona 9)	\bar{X}
0,0 - 1,0	0,090	0,080	0,010	0,075	0,064
1,0 - 2,0	0,060	0,045	0,060	0,045	0,053
2,0 - 3,0	0,040	0,035	0,035	0,035	0,036
3,0 - 4,0	0,010	0,015	0,015	0,025	0,016

\bar{x} – média aritmética

- **Medição da profundidade de carbonatação do betão (Ca)**

A medição da profundidade de carbonatação do betão foi realizada em 6 zonas (Ca1, Ca2, Ca3, Ca4, Ca5 e Ca6), em cada zona efetuaram-se 4 medições.

A Tabela 13 apresenta-se o resultado das medições da profundidade de carbonatação, efetuadas.

Tabela 13 - Resultados da profundidade de carbonatação medida no betão.

Identificação	Localização	Profundidade (mm)	Valor médio (mm)
Ca1	Zona 1	0	0,5
		0	
		1	
		1	
Ca2	Zona 2	2	1,75
		2	
		1	
		2	
Ca3	Zona 3	5	6,5
		7	
		8	
		6	
Ca4	Zona 4	0	0,25
		0	
		0	
		1	
Ca5	Zona 5	0	1,5
		3	
		2	
		1	
Ca6	Zona 6	0	0,75
		1	
		0	
		2	

- **Medição do Potencial Elétrico das Armaduras (Pe)**

A medição do potencial elétrico foi efetuada em 4 zonas (Pe1, Pe2, Pe3 e Pe4), em cada zona houve 25 medições. Os resultados deste ensaio são apresentados graficamente (um

gráfico por zona de ensaio), onde o eixo do x representa o número da leitura e o eixo do y representa o potencial elétrico medido nessa leitura (mV).

Na Figura 101 é apresentado o gráfico que apresenta os resultados referente à medição efetuada na zona 4 (Pe3).

Potencial (mV)

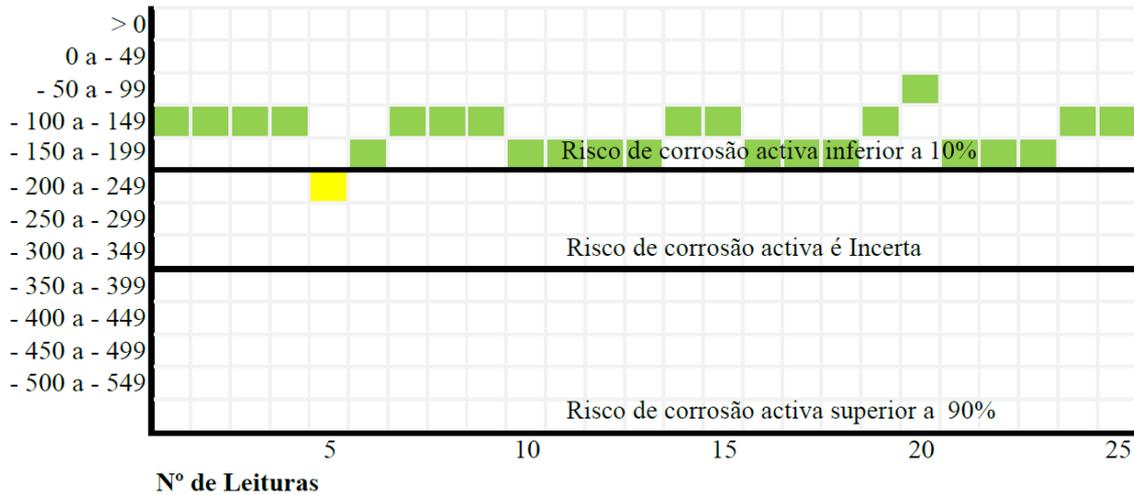


Figura 101 - Gráfico com o resultado da medição do potencial elétrico na zona 4.

Para cada zona de ensaio foi elaborado um gráfico idêntico ao anterior, na Tabela 14 é apresentado um resumo dos resultados obtidos na medição do potencial elétrico das armaduras.

Tabela 14 - Resumo dos resultados obtidos na medição do potencial elétrico das armaduras.

Identificação	Localização	Potencial elétrico (mV)			Risco de corrosão activa
		máx.	mín.	méd.	
Pe1	Zona 1	264	92	200	< 10%
Pe2	Zona 2	132	-26	62	< 10%
Pe3	Zona 4	-97	-233	-145	< 10%
Pe4	Zona 11	156	55	107	< 10%

A interpretação dos resultados foi efetuada com base nos valores que se apresentam no Quadro 1 [27].

Quadro 1 - Valores para a interpretação dos resultados do ensaio da Medição do Potencial Elétrico das Armaduras [27].

Risco de Corrosão Ativa	
$E > -200$ -----	< 10%
$-350 < E < -200$ -----	50 % (inconclusivo)
$E < -350$ -----	> 90%

E (mV) - Potencial elétrico das armaduras

• **Medição da Resistividade Elétrica do Betão (Rs)**

A medição da resistividade elétrica do betão foi efectuada em 4 zonas (Rs1, Rs2, Rs3 e Rs4). Em em cada zona houve 25 medições.

No Anexo IV apresenta-se, como exemplo, o resultado de uma das zonas de ensaio.

A Tabela 15 resume as medições efetuadas. Os valores obtidos permitem deduzir que a corrosão das armaduras é improvável.

Tabela 15 - Resumo dos resultados do ensaio da medição da resistividade elétrica.

Identificação	Localização	Fluxo de Corrente (%)			Valor da Resistividade (KΩm)			Interpretação dos Valores
		máx.	mín.	méd.	máx.	mín.	méd.	
Rs1	Zona 1	30,0	0,0	14,4	99,0	99,0	99,0	Corrosão Improvável
Rs2	Zona 2	24,0	0,0	9,84	99,0	99,0	99,0	Corrosão Improvável
Rs3	Zona 4	45,0	10,0	28,6	99,0	14,0	85,9	Corrosão Improvável
Rs4	Zona 11	26,0	0,0	9,2	99,0	99,0	99,0	Corrosão Improvável

Para a interpretação dos resultados obtidos para a Resistividade Elétrica e para o Fluxo de Corrente Elétrica, consultou-se o manual do equipamento “RESI”, do qual se retiraram os valores que constam no Quadro 2 [28].

Quadro 2 - Valores para a interpretação dos resultados do ensaio da Medição da Resistividade Elétrica do Betão [28].

Resistividade Elétrica	Fluxo de Corrente Elétrica
$\rho \geq 12 \text{ K}\Omega\text{m}$ ----- Corrosão Improvável	50% a 100% ---- Medição OK
$\rho = 8 \text{ a } 12 \text{ K}\Omega\text{m}$ ----- Corrosão Possível	20% a 50% ----- Valor não exato
$\rho \leq 8 \text{ K}\Omega\text{m}$ ----- Corrosão quase Certa	0% a 20% ----- $\rho > 99 \text{ K}\Omega\text{m}$ ou o contacto é muito pobre

ρ (rho) = resistividade

- **Determinação da resistência superficial do betão (Es)**

A determinação da resistência da superfície à compressão do betão em estudo foi efetuada em 8 zonas (Es1, Es2, Es3, Es4, Es5, Es6, Es7 e Es8).

Na Tabela 16 consta, como exemplo, o registo dos resultados do valor de ressalto (R), relativos ao ensaio na zona 12 (Es6).

Tabela 16 - Registos dos valores R de ressalto do ensaio Es6 – zona 12.

Localização Es6:

N.º leitura:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	R médio
Ressalto (R):	64	64	65	66	66	63	63	64	61	65	64

A Tabela 17 resume os resultados obtidos para todas as zonas ensaiadas.

Tabela 17 - Resumo dos resultados do ensaio para a determinação da resistência superficial do betão.

Identificação	Localização	Inclinação do martelo	Quantidade de impactos	Valor do ressalto R				Valor de Tensão (N/mm ²)
				máx.	mín.	méd.	s	
Es1	Zona 2	→	10	70	67	68	1	> 69
Es2	Zona 5	→	10	66	59	63	2	> 69
Es3	Zona 7	→	10	73	65	70	2	> 69
Es4	Zona 8	→	10	69	54	62	5	> 69
Es5	Zona 9	→	10	66	58	63	2	> 69
Es6	Zona 12	→	10	66	61	64	2	> 69
Es7	Zona 13	→	10	65	57	61	3	> 69
Es8	Zona 14	↑	10	75	60	69	6	> 64

s -desvio padrão amostral

Como anteriormente se referiu o Esclerómetro utilizado após cada impacto apresentava no seu visor, o resultado correspondente ao valor de ressalto (R) e à tensão (N/mm²). Tal não se verifica para valores de ressalto superiores a 55. Esta exceção pode ser explicada através do ábaco que faz a correlação entre a resistência à compressão e o número de ressalto (ver Fig. 102). Este ábaco tem como valor máximo de ressalto 55, que corresponde a 69 MPa, para inclinação horizontal do esclerómetro e a 64 MPa, para inclinação vertical (ponta virada para cima).

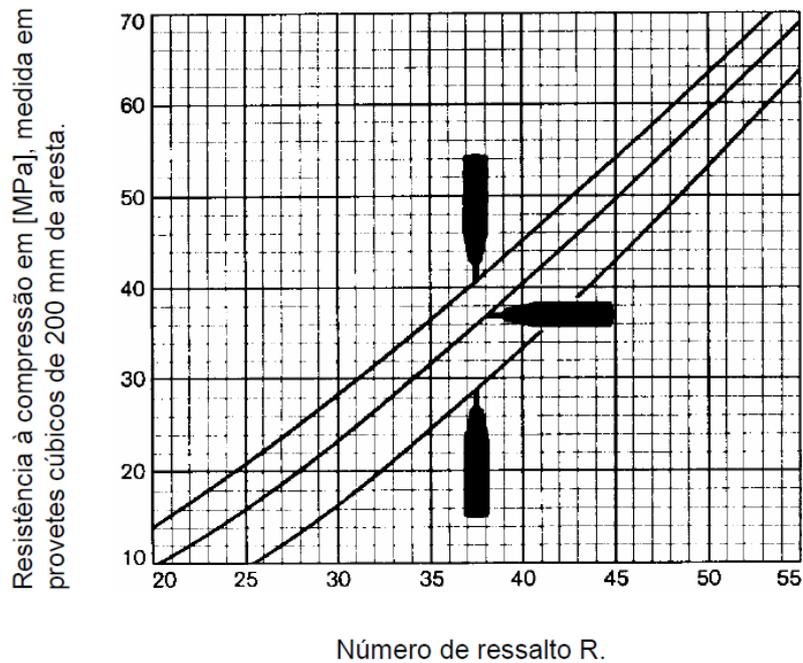


Figura 102 - Correlação entre a resistência à compressão e o número de ressalto para um aparelho “DIGI-SCHMIDT 2000” [29].

- **Ensaio à compressão do betão (Cr)**

O ensaio para a determinação da resistência à compressão do betão foi realizado em 6 amostras (carotes) previamente extraídas (Cr1, Cr2, Cr3, Cr4, Cr5 e Cr6). Na Tabela 18 são apresentados os resultados referentes à tensão de rotura obtida em cada ensaio.

Tabela 18 - Resultados do ensaio à compressão das 6 carotes.

Referência	Provete			Força de Rotura	Resistência à Compressão	Critérios Dimens.	Tipo de Rotura
	Dimensões		Massa				
	Diâmetro	Comprimento					
	mm	mm					
Cr1	78,93	78,46	0,974	287,2	58,8	C	S
Cr2	78,9	78,58	0,937	333,8	68,3	C	S
Cr3	78,94	78,67	0,927	216,2	44,3	C	S
Cr4	78,96	79,02	0,959	297,4	60,9	C	S
Cr5	78,95	79,13	0,934	277,4	56,8	C	S
Cr6	78,98	79,27	0,941	325,8*	66,7*	C	S

* Valores corrigidos, pela existência de um varão na carote - Fator = 1,051

C - Conforme

S - Satisfatória

O valor da resistência à compressão da carote Cr6, é um valor afetado de um fator de correção, pelo facto de esta carote apresentar um varão transversal.

A correção foi efetuada de acordo com a norma BS 1881:Part 120: 1983 [30], que propõem a seguinte fórmula para calcular o fator de correção.

$$F_c = 1,0 + 1,5 \times \frac{\varnothing_r \times d}{\varnothing_c \times l} \quad (2)$$

F_c – fator de correção;

\varnothing_r – diâmetro do varão;

\varnothing_c – diâmetro da carote;

d – distância do eixo do varão à extremidade mais próxima da carote;

l – comprimento da carote depois da retificação.

Na Figura seguinte esquematiza-se a posição do varão na carote Cr6.

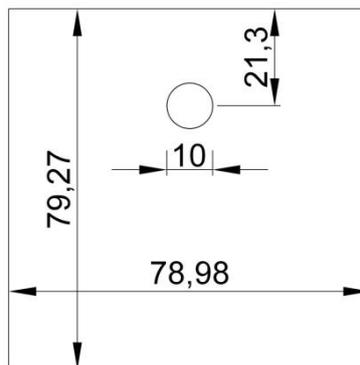


Figura 103 - Representação geométrica e dimensional da carote Cr6 em Alçado.

Obteve-se, então, o seguinte fator de correção:

$$F_c = 1,0 + 1,5 \times \frac{10 \times 21,3}{78,98 \times 79,27} = 1,051$$

Salienta-se que neste ensaio não se verifica a relação entre a máxima dimensão do agregado e o diâmetro da carote. Esta relação, sendo superior a 1:3, constitui uma não conformidade que influencia significativamente os resultados [22].

3.5.15. Considerações Finais

Da inspeção visual efetuada à ponte do Beliche constatou-se que esta obra de arte apresenta as seguintes anomalias:

- Os muros de avenida do encontro direito (muro a montante e muro a jusante), apresentam fissuração com espessuras elevadas, chegando algumas fissuras a atingir os 14 mm. Estas fissuras têm uma ligeira inclinação para o lado do tabuleiro.
- No encontro (direito) foi também observado o desalinhamento entre o muro testa e a carlinga sobre o mesmo, que apresenta um desalinhamento, no seu plano, a rondar os 80 mm.
- Ainda no mesmo encontro (direito) verificou-se que a carlinga sobre o muro testa apresenta uma fissura com orientação vertical com espessura de 0,35 mm, entre a viga V.2 e a V.3.
- Foi observado, tanto no encontro direito como no encontro esquerdo, o destacamento do betão na junção entre o muro testa e a carlinga sobre o mesmo, chegando mesmo a expor armaduras.
- Na carlinga sobre o muro testa, do encontro esquerdo, foram observados dois orifícios entre cada viga. Provavelmente estes furos serviram para passar os varões que suportavam a cofragem, no decurso da construção da ponte (orifícios para a “tixe”).
- Os pequenos cachorros contíguos às carlingas, ligados à viga V.1 (vistos pelo alçado montante), apresentam delaminação do betão com a armadura exposta e corroída. O cachorro contíguo à carlinga sobre o muro testa do encontro direito (visto pelo alçado Jusante) também apresenta a mesma anomalia.
- Nos apoios do encontro esquerdo, verifica-se o desalinhamento entre as placas constituintes de cada aparelho de apoio (2 chapas metálicas intercaladas com 3 chapas de neoprene).
- Os apoios do encontro direito não foram visíveis, pelo facto do espaço existente entre a carlinga e o muro testa ser insuficiente.
- Durante a inspeção técnica observou-se o mau estado de conservação das juntas de dilatação entre o tabuleiro e os encontros. Estas juntas estão preenchidas com betão betuminoso bastante degradado, não cumprindo assim uma das suas principais funções, que é a de garantir a suave transição entre a estrada e a ponte.
- Os guardas corpos da ponte, em ambos os lados, apresentam desgaste da pintura, com exposição do primário e zonas pontuais com corrosão.

Relativamente à fendilhação existente nos muros de avenida do encontro direito, esta aparenta ser consequência de um assentamento do muro testa, conforme se pode observar na Figura 104.

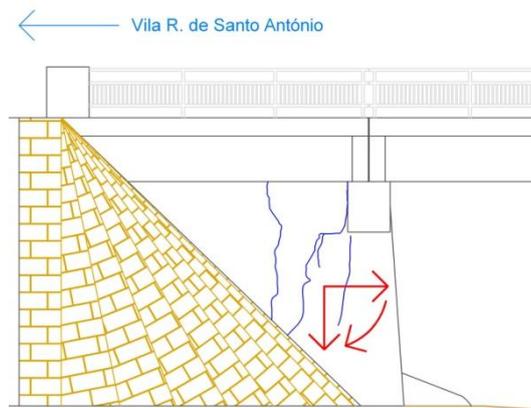


Figura 104 - Esquema do provável assentamento do muro testa do encontro direito.

O atrito verificado entre o muro testa e a carlinga sobre mesmo, tanto no encontro direito como no encontro esquerdo, bem como o desalinhamento entre o muro testa do encontro direito e a carlinga sobre o mesmo, poderá ser também consequência do assentamento verificado.

Pelos ensaios efetuados ao betão armado da obra de arte, este aparenta estar em boas condições, tanto a nível de resistência mecânica, como a nível de ações externas do meio ambiente.

As malhas de recobrimento medidas apresentam valores que variam entre os 12 mm e os 45 mm, tendo como valor médio 34 mm.

O Eurocódigo 2 [12], para uma classe de exposição “XC4” (“Corrosão induzida por carbonatação - ciclicamente húmido e seco”) [11] e para um tempo de vida útil do projeto de 100 anos, exige um recobrimento mínimo de 40 mm.

O REBAP [13] define o valor de 4,0 cm, como recobrimento mínimo das armaduras em ambientes moderadamente agressivos com pré-esforço.

Verifica-se que grande parte das medições do recobrimento não verificam o Eurocódigo 2 nem o REBAP.

Em relação ao teor de cloretos contidos na pasta de cimento, pelos resultados obtidos através das amostras ensaiadas, verifica-se que todos os valores são inferiores a 0,2 %, valor máximo admitido pela norma NP EN 206-1 de 2007 [11].

Das medições da profundidade de carbonatação efetuadas durante a inspeção técnica, conclui-se que o betão em estudo tem apenas uma película superficial carbonatada, com uma espessura média de aproximadamente 2 mm.

Nas medições efetuadas ao potencial elétrico das armaduras, verificou-se que todos os valores são superiores a – 200 mV, à exceção de uma das 25 medições efetuadas na zona 4 (Pe4). No entanto pode-se afirmar que, através dos resultados obtidos as armaduras da obra de arte têm um risco de corrosão ativa inferior a 10 %.

Dos resultados obtidos nas medições da resistividade elétrica do betão, verificou-se que os valores representam, na generalidade um betão com boa resistibilidade, ou seja, fraca ou inexistente passagem de fluxo de corrente, o que revela a corrosão improvável das armaduras.

Na determinação da resistência superficial do betão obtiveram-se valores superiores a 69 MPa, nas medições efetuadas horizontalmente e valores superiores a 64 MPa nas medições efetuadas na vertical.

Os resultados da resistência à compressão, obtidos nas carotes extraídas na ponte são elevados, registando valores da ordem dos 59 MPa. Salienta-se que, neste ensaio, não se verifica a relação entre a máxima dimensão do agregado e o diâmetro da carote. Sendo superior a 1:3, esta não conformidade influencia significativamente os resultados [22].

Para a resolução das anomalias detetadas propõe-se:

- Efetuar a monitorização das fissuras do encontro direito, para ver se estão estáveis (estabilizadas) ou não.
- Se necessário, realizar o reforço da fundação deste encontro e/ou a consolidação do solo de fundação, para garantir que este encontro não irá sofrer mais assentamentos.
- Preenchimento das fissuras nos muros de avenida, com calda de cimento, para evitar a penetração de agentes externos de degradação.
- Após estabilização do encontro direito, teria que se elevar o tabuleiro da ponte, através de macacos hidráulicos, para se reparar a parte superior dos muros testa e as carlingas sobre os mesmos.
- As zonas que apresentam delaminação do betão devem ser reparadas com uma argamassa compatível com o betão existente. Nas zonas onde a armadura está exposta, esta deverá ser previamente tratada (remoção de todos os focos de oxidação e aplicação de um revestimento protetor).

- Antes de se baixar o tabuleiro da ponte, terão que se substituir os apoios por outros mais altos ou arranjar um processo de altear os existentes, de modo a que o tabuleiro fique exclusivamente apoiado nos apoios, sem ter os muros testa e as carlingas a funcionar com atrito.
- A solução para a correção da anomalia detetada, nos pequenos cachorros contíguos às carlingas, é remover todo o betão oco e/ou delaminado. De seguida limpar e tratar as armaduras que apresentem focos de oxidação e por fim aplicar um revestimento com uma camada de argamassa de baixa retração, compatível com o betão existente, com a espessura mínima, igual ou superior, ao recobrimento mínimo normalizado.
- As juntas de dilatação entre o tabuleiro e os encontros deverão ser totalmente limpas e posteriormente aplicado uma junta fechada, que não permita a passagem de água nem de detritos, por exemplo uma junta de selante comprimido (neoprene).
- Os guardas corpos deverão ser passados à lixa, de modo a remover todos os focos de oxidação e toda a tinta que se está a destacar. Posteriormente deverá ser aplicado um primário e, sobre este, um revestimento final, por exemplo tinta.

3.6. Colaboração no Projeto de Requalificação de Serviços de Formação Profissional

O projeto de requalificação de Serviços de Formação Profissional do Instituto do Emprego e Formação Profissional engloba um conjunto de atividades, com o objetivo de resolver as anomalias existentes em diversos edifícios do IEFP, moderniza-los e torna-los mais aptos e funcionais para as suas atuais exigências.

Os Serviços de Formação Profissional (SFP) que estão abrangidos por este projeto para 2013 são: SFP do Seixal, Évora, Coimbra, Rio Meão, Porto, Alverca, Sintra, Faro, Vila Real, Bragança, Santiago do Cacém, Seia, Castelo Branco e Lisboa.

Antes da intervenção houve a necessidade de fazer um levantamento das anomalias existentes nos edifícios, para posteriormente se fazer uma avaliação do estado de conservação de cada edifício (incluindo as infra-estruturas elétricas). Para além do levantamento das anomalias, houve ainda a necessidade de se fazer o levantamento

pormenorizado de cada edifício, com o objetivo de atualizar as alterações que ao longo dos anos foram efetuados nos mesmos.

Neste projeto de intervenção, para além da avaliação do estado de conservação dos edifícios, foram também propostas medidas para corrigir as anomalias detetadas, bem como sugeridas algumas alterações arquitetónicas para otimizar a funcionalidade dos espaços.

Este projeto inclui ainda a elaboração de um Manual de Padronização, que servirá como uma base para as intervenções que vierem a ser efetuadas, nomeadamente no que se refere à arquitetura, materiais e técnicas construtivas a serem utilizados.

Este trabalho tem como principal objetivo a elaborar as propostas para contratação pública destinadas a intervencionar vários edifícios do IEFP.

3.6.1. Planeamento de Parte do Projeto com Aplicação do Microsoft Project

Foi proposto ao estagiário a colaboração na elaboração do planeamento, de parte deste projeto, no programa Microsoft Project. Este planeamento engloba apenas as duas principais atividades deste projeto: a “Atividade 6 – Manual de Padronização” e a “Atividade 7 – Planos de Investimento”, ambas com varias sub-atividades.

No planeamento foram criados dois ficheiros, designados, respetivamente, “Planeamento-Baseline” e “Planeamento-Atual”. O ficheiro “Planeamento-Baseline” contem as atividade, datas e recursos previamente definidos. O ficheiro “Planeamento-Atual” é um ficheiro inicialmente igual ao “Planeamento-Baseline”, mas que vai sendo atualizado ao longo do decurso dos trabalhos.

Na elaboração do planeamento foi tido em conta a data de início e de fim de cada atividade, a sua duração e as atividades predecessoras e os recursos afetos.

No Anexo V apresenta-se as atividades consideradas no planeamento e o correspondente gráfico de Gantt (“Planeamento-Baseline”).

3.6.2. Peças Desenhadas para o Levantamento e Avaliação da Condição

O estagiário colaborou também na execução das alterações às peças desenhadas referentes a edifícios do Instituto do Emprego e Formação Profissional. As alterações foram realizadas no programa Autocad, e consistiram basicamente na, alteração da dimensão das folhas, alteração da escala das peças desenhadas e na alteração das legendas.

Foram ainda inseridas nas peças desenhadas, algumas fotografias relativas a mapeamentos de anomalias.

As peças desenhadas com a designação “Levantamento” são utilizadas para se registarem, “in situ” caso existam, as alterações efetuadas ao longo dos anos nos edifícios. As peças desenhadas com a designação “Avaliação da Condição” são utilizadas para se registarem “in situ” todas as anomalias encontradas em cada edifício do IIEFP.

3.6.3. Acompanhamento do Levantamentos e Avaliação da Condição do Serviço de Formação Profissional de Alverca

O estagiário teve a oportunidade de acompanhar e colaborar no levantamento e avaliação da condição dos edifícios que constituem o Serviço de Formação Profissional de Alverca.

O levantamento consistiu em fazer as medições de todos os compartimentos de cada edifício e, em simultâneo, anotar as alterações existentes nas peças desenhadas, previamente fornecidas pelo IIEFP. As medições foram efetuadas com um medidor laser. A avaliação da condição consistiu em percorrer toda a área interior e exterior de cada edifício, e em simultâneo registar as anomalias nas peças desenhadas. A simbologia utilizada para o mapeamento ilustra-se na Figura 105.

LEGENDA DE ANOMALIAS	
■	Fissuração
■	Infiltração de Água/ Vestígios de Humidade
■	Destacamento/Ausência ou degradação do revestimento
■	Corrosão dos Elementos Metálicos
■	Deformações (elementos horizontais)/movimentações (elementos verticais)
■	Outros
Ⓜ	Geral (anomalia em todo o elemento)

Figura 105 - Legenda de anomalias utilizada na Avaliação da Condição.

No Anexo VI apresenta-se, como exemplo, o Levantamento e Avaliação da Condição de um dos edifícios do Serviço de Formação Profissional de Alverca.

4. Conclusão

Serve o presente capítulo para efetuar uma apreciação global do estágio realizado, relacionando-o com os objetivos iniciais e fazendo uma reflexão sobre as atividades em que o estagiário teve oportunidade de colaborar.

Foi com enorme satisfação que o estagiário abraçou a oportunidade de poder realizar um estágio com acompanhamento técnico, e de poder ter uma colaboração ativa na realização de Inspeções Técnicas. Foi efetivamente integrado numa equipa de trabalho com uma vasta experiência na área. Foi também muito gratificante poder aplicar os conhecimentos adquiridos ao longo dos anos do curso e adquirir novos conhecimentos e competências, através do contacto direto com a realidade da Engenharia Civil e com o atual mercado de trabalho.

O acompanhamento das inspeções técnicas permitiu ao estagiário uma melhor compreensão da envolvimento e operância dos trabalhos, bem como atribuir a verdadeira importância ao trabalho em equipa, à comunicação, à organização e ao sentido de responsabilidade.

A colaboração no planeamento das Atividades 6 e 7 também foi uma experiência bastante importante. Esta fase do estágio permitiu compreender a importância de se fazer um correto planeamento. A elaboração do planeamento e a sua atualização no decorrer das atividades, permitem fazer ajustes mais eficientes, às atividades que não aconteçam como o planeado. Permite também cumprir as datas previamente fixadas, proporcionando assim o controlo dos custos.

Este estágio foi muito enriquecedor não só a nível prático como também a nível teórico, principalmente na análise de resultados de ensaios, na análise de anomalias visualizadas e na elaboração do diagnóstico das causas dessas anomalias.

Em relação aos objetivos profissionais, o estagiário pensa ter conseguido concretizar razoavelmente a maioria desses objetivos estando, neste caso, sob acompanhamento de técnicos do ISQ. Está consciente de que, provavelmente, cometeu erros, apesar da motivação e postura de rigor com que sempre tentou cumprir as tarefas que lhe foram atribuídas no decorrer deste estágio.

Conclui que estes meses de Estágio constituíram uma excelente experiência profissional, sendo assim uma mais-valia para a sua inserção na futura vida ativa.

Referências Bibliográficas

- [1] - www.isq.pt, (consultado em 26/10/2012).
- [2] - ISQ. Documentação interna.
- [3] - ISQ. Relatórios de inspeções técnicas.
- [4] - Branco, Jorge M.; Sousa, Hélder S.; Silva, Catarina V.. “Inspeção e diagnóstico estrutural do armazém da estação Foz Tua”, Novembro de 2011.
- [5] - Appleton, Júlio – Eng.º Civil; Rito, Armando – Eng.º Civil. “Inspeção da Ponte da Figueira da Foz e dos Viadutos de Acesso”. Comunicação de 1998.
- [6] - <http://olhares.sapo.pt/ponte-da-figueira-da-foz-foto4187130.html> (consultado 19/12/2012).
- [7] - <http://maps.google.com/maps> (consultado 19/12/2012).
- [8] - Departamento de Geociência, Ambientais e Ordenamento do Território da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. “Ponte da Figueira da Foz – Análise Petrográfica do Betão”. Relatório de Fevereiro de 2013.
- [9] - Antunes, Eva Patrícia Dias. “Efeitos Estruturais das Recções Químicas Expansivas no Betão”, Dissertação de Mestrado apresentada no Instituto Superior Técnico, Outubro de 2010.
- [10] - ISQ. “Determinação do Teor de Cloretos na Pasta de Cimento”. Ponte da Figueira da Foz, sobre o rio Mondego, 27 de Dezembro de 2012.
- [11] - NP EN 206-1 (2007). Betão. Parte 1: Especificação, desempenho, produção e conformidade, IPQ.
- [12] - Eurocódigo 2 - Projeto de estruturas de betão - Parte 1-1: Regras gerais e regras para edifícios, NP ENV 1992-1-1:2010, IPQ.
- [13] – REBAP – Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-esforço (Dec. Lei n.º 349-c/83, de 30 de Julho).
- [14] – Silva, António. “Reações expansivas no betão”, seminário apresentado pelo Departamento de Materiais do LNC. Funchal 22 e 23 de Outubro de 2007.
- [15] - <http://maps.google.com/maps> (consultado 05/02/2013).

- [16] - ISQ; Geoplano. “PARECER GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO, Apartamentos Dinis Mar, Potro Novo, Torres Vedras”. Novembro de 2012.
- [17] - <http://maps.google.com/maps> (consultado 12/03/2013).
- [18] - Estradas de Portugal, S.A..”Relatório de Inspeção Principal – Ponte do Beliche”. Junho de 2009.
- [19] - WEMO-tec. Lda. Proposta para a Unidade “UnderBridge Unit” em apoio à inspeção de Pontes. Janeiro de 2013.
- [20] – ASTM C 876 (2009). Standard Test Method for Corrosion Potentials of Uncoated Reinforcing Steel in Concrete.
- [21] - NP EN 12504-2 (2003). Ensaio do betão nas estruturas. Parte 2: Ensaio não destrutivo – Determinação do índice esclerométrico, IPQ.
- [22] - NP EN 12504-1 (2009). Ensaio do betão nas estruturas. Parte 1: Carotes, extração, exame e ensaio à compressão, IPQ.
- [23] - NP EN 12390-1 (2010). Ensaio do betão endurecido. Parte 1: Forma, dimensões e outros requisitos para o ensaio de provetes e para os moldes, IPQ.
- [24] - NP EN 12390-3 (2009). Ensaio do betão endurecido. Parte 3: Resistência à compressão dos provetes, IPQ.
- [25] - NP EN 12390-4 (2003). Ensaio do betão endurecido. Parte 3: Resistência à compressão – Características das máquinas de ensaio, IPQ.
- [26] - ISQ. “Determinação do Teor de Cloretos na Pasta de Cimento”. Ponte do Beliche, sobre a Ribeira do Beliche, EN 122 – KM 114+077, Março de 2013.
- [27] – CEB Bulletin No. 243 (Strategies for Testing and Assessment of Concrete Structures affected by Reinforcement Corrosion) (1998).
- [28] – PROCEQ SA. “Operating Instructions – Resistivity Meter – RESI”.
- [29] - PROCEQ SA.” Operating Instructions – DIGI-SCHMIDT 2000 – Modell ND/LD”.
- [30] – British Standard BS 1881: Part 120: 1983 – Testing Concrete. Method for Determination of Compressive Strength of Concrete Cores, London, British Standards Institution.

Anexo I

Caraterização Visual de Amostras de Betão

IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA

Amostra 1

DIMENSÕES DA AMOSTRA

Comprimento: 88 mm

Diâmetro: 84 mm

DESCRIÇÃO DA AMOSTRA

Agregados: Agregados britados de origem granítica, com distribuição homogénea na pasta de cimento; $d_{max(inerte)} = 28 \text{ mm}$ $d_{min(inerte)} = 2 \text{ mm}$

Poros: A pasta de cimento da amostra apresenta alguma porosidade distribuída, com poros máximos de $d_{max(poros)} = 4 \text{ mm}$

Armaduras: Amostra isenta de varões.

Fissuras: Amostra isenta de varões

FOTOGRAFIA

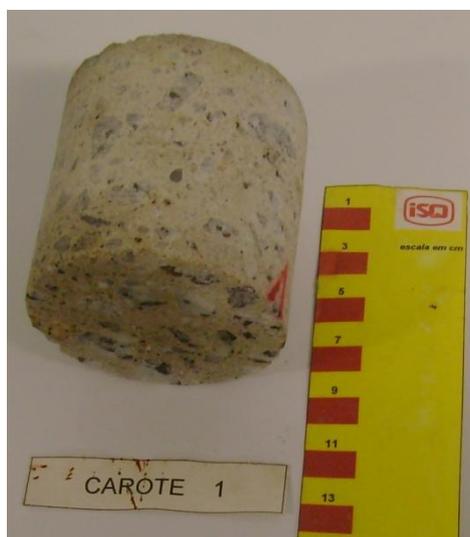


Figura 1 - Carote 1

Observações: Amostra com as faces de compressão irregulares a necessitar de retificação

IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA

Amostra 2

DIMENSÕES DA AMOSTRA

Comprimento: 90 mm

Diâmetro: 84 mm

DESCRIÇÃO DA AMOSTRA

Agregados: Agregados de origem granítica, com distribuição homogénea na pasta de cimento; $d_{\max(\text{inerte})} = 27 \text{ mm}$ $d_{\min(\text{inerte})} = 2 \text{ mm}$

Poros: A pasta de cimento da amostra revela alguma porosidade distribuída, com poros máximos de $d_{\max(\text{poros})} = 6 \text{ mm}$

Armaduras: Amostra isenta de armaduras

Fissuras: Amostra isenta de fissuras

FOTOGRAFIA

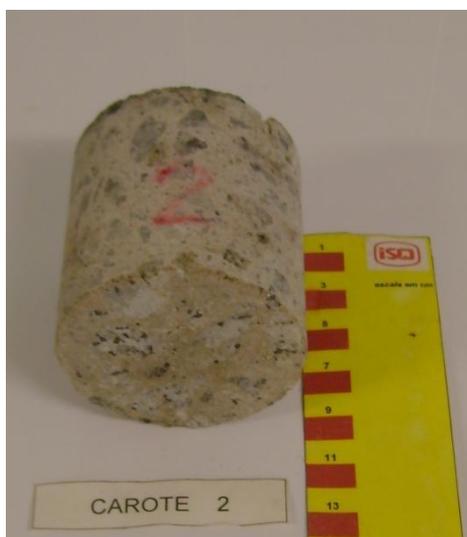


Figura 2 - Carote 2

Observações: Amostra com as faces de compressão irregulares a necessitar de retificação

IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA

Amostra 3

DIMENSÕES DA AMOSTRA

Comprimento: 91,5 mm

Diâmetro: 84 mm

DESCRIÇÃO DA AMOSTRA

Agregados: Agregados de origem granítica, com distribuição homogénea na pasta de cimento; $d_{\max(\text{inerte})} = 33 \text{ mm}$ $d_{\min(\text{inerte})} = 2 \text{ mm}$

Poros: A pasta de cimento da amostra revela alguma porosidade distribuída, com poros máximos de $d_{\max(\text{poros})} = 13 \text{ mm}$

Armaduras: Amostra isenta de armaduras

Fissuras: Amostra isenta de fissuras

FOTOGRAFIA



Figura 3 - Carote 3

Observações: Amostra com as faces de compressão irregulares a necessitar de retificação

IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA

Amostra 4

DIMENSÕES DA AMOSTRA

Comprimento: 93 mm

Diâmetro: 84 mm

DESCRIÇÃO DA AMOSTRA

Agregados: Agregados de origem granítica, com distribuição homogénea na pasta de cimento; $d_{\max(\text{inerte})} = 34,5 \text{ mm}$ $d_{\min(\text{inerte})} = 2 \text{ mm}$

Poros: A pasta de cimento da amostra revela alguma porosidade distribuída, com poros máximos de $d_{\max(\text{poros})} = 4,5 \text{ mm}$

Armaduras: Amostra com 2 varões $\varnothing 10 \text{ mm}$ cada, cruzados e localizados junto a uma das faces de compressão

Fissuras: Amostra isenta de fissuras

FOTOGRAFIA



Figura 4 - Carote 4

Observações: Amostra com as faces de compressão irregulares a necessitar de retificação

IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA

Amostra 5

DIMENSÕES DA AMOSTRA

Comprimento: 93 mm

Diâmetro: 84 mm

DESCRIÇÃO DA AMOSTRA

Agregados: Agregados de origem granítica, com distribuição homogénea na pasta de cimento; $d_{\max(\text{inerte})} = 24,5 \text{ mm}$ $d_{\min(\text{inerte})} = 2 \text{ mm}$

Poros: A pasta de cimento da amostra revela alguma porosidade distribuída, com poros máximos de $d_{\max(\text{poros})} = 2,5 \text{ mm}$

Armaduras: Amostra isenta de varões

Fissuras: Amostra isenta de fissuras

FOTOGRAFIA



Figura 5 - Carote 5

Observações: Amostra com as faces de compressão irregulares a necessitar de retificação

IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA

Amostra da Parede (6)

DIMENSÕES DA AMOSTRA

Comprimento: 53 mm

Largura: 53 mm

DESCRIÇÃO DA AMOSTRA

Agregados: Agregados de origem granítica, com distribuição homogénea na pasta de cimento; $d_{\max(\text{inerte})} = 7 \text{ mm}$ $d_{\min(\text{inerte})} = 2 \text{ mm}$

Poros: A pasta de cimento da amostra revela bastante porosidade distribuída, com poros máximos de $d_{\max(\text{poros})} = 12 \text{ mm}$

Armaduras: Amostra isenta de varões;

Fissuras: Amostra isenta de fissuras;

FOTOGRAFIA

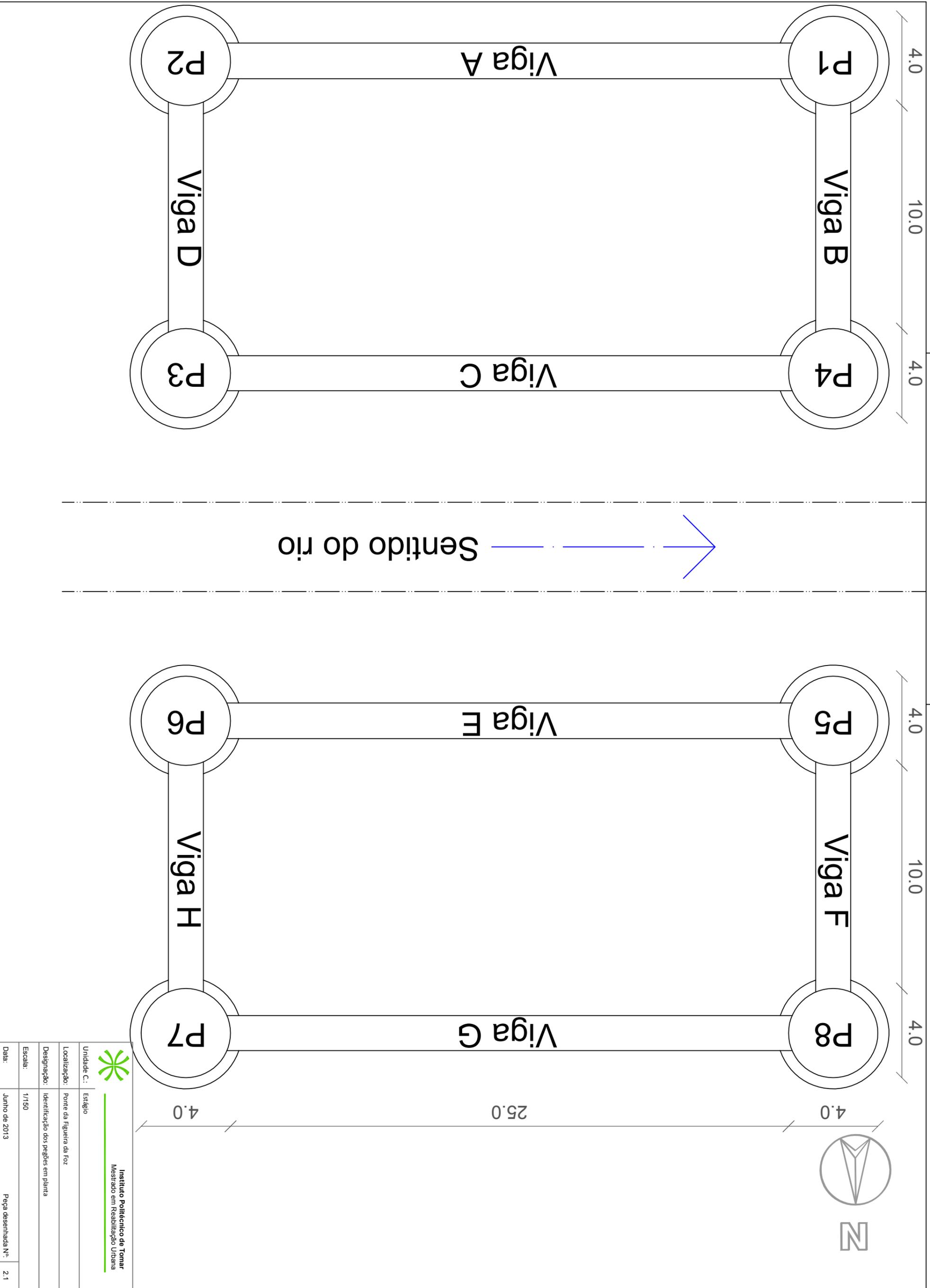


Figura 6 - Carote 6

Observações: Amostra com as faces de compressão irregulares a necessitar de retificação

Anexo II

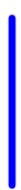
Peças Desenhadas (Ponte da Figueira da Foz)



Instituto Politécnico de Tomar
Mestrado em Reabilitação Urbana

Unidade C.:	Estágio
Localização:	Ponte da Figueira da Foz
Designação:	Identificação dos peões em planta
Escala:	1/150
Data:	Junho de 2013
	Peça desenhada N.º 2.1

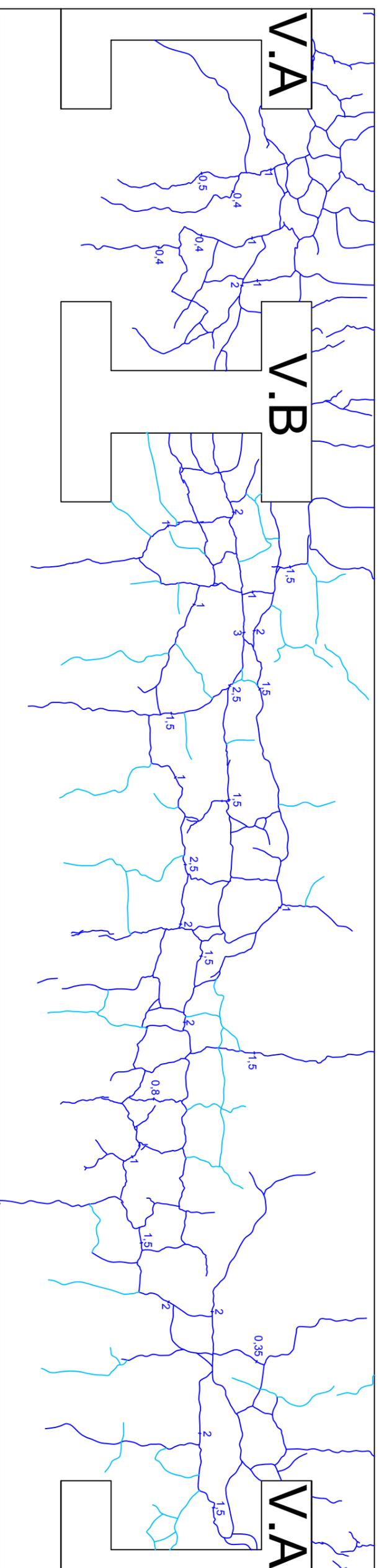
LEGENDA:

-  FISSURAS IDENTIFICADAS NO LOCAL
-  FISSURAS IDENTIFICADAS POR FOTOGRAFIA

P1



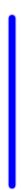
Nota: Todos os valores apresentados no mapeamento são em milímetros (mm).



Instituto Politécnico de Tomar
Mestrado em Reabilitação Urbana

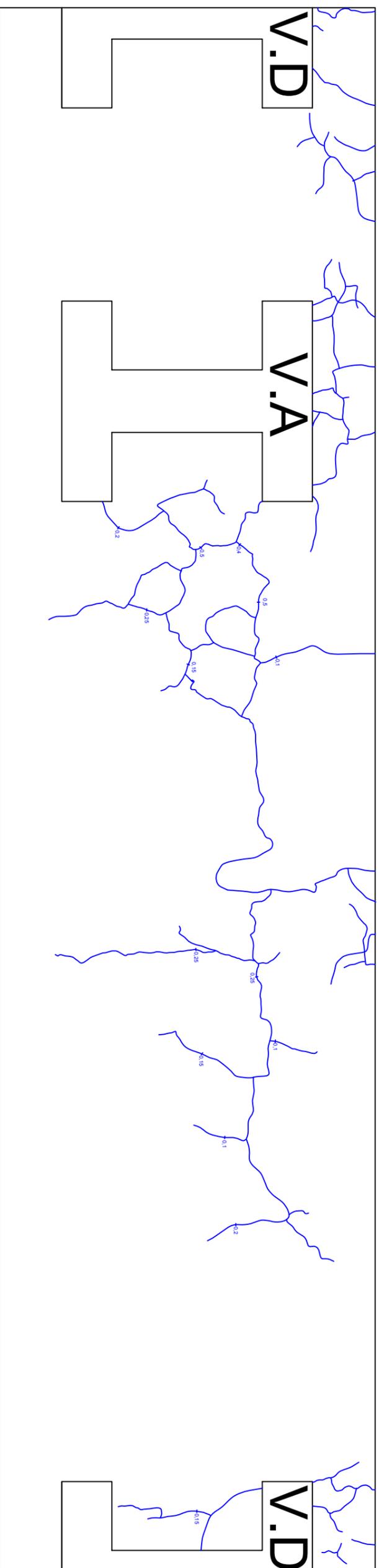
Unidade C.:	Estágio
Localização:	Ponte da Figueira da Foz
Designação:	Mapeamento das fissuras laterais do peçoço P1
Escala:	1/35
Data:	Junho de 2013
	Peça desenhada N.º 2.2

LEGENDA:

-  FISSURAS IDENTIFICADAS NO LOCAL
-  FISSURAS IDENTIFICADAS POR FOTOGRAFIA

Nota: Todos os valores apresentados no mapeamento são em milímetros (mm).

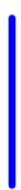
P2



Instituto Politécnico de Tomar
Mestrado em Reabilitação Urbana

Unidade C.:	Estágio
Localização:	Ponte da Figueira da Foz
Designação:	Mapeamento das fissuras laterais do peço P2
Escala:	1/35
Data:	Junho de 2013
	Peça desenhada N.º 2.3

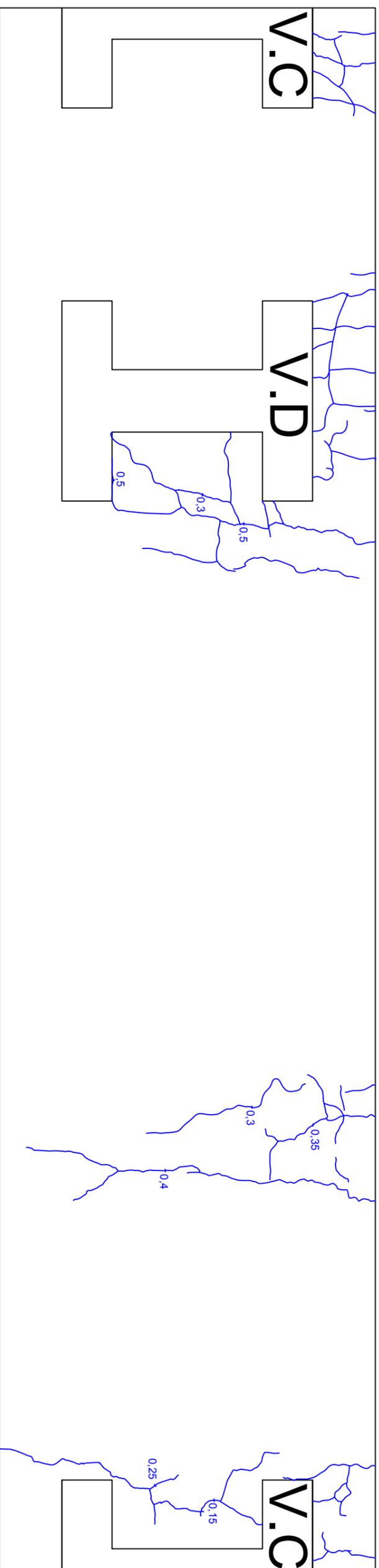
LEGENDA:

-  FISSURAS IDENTIFICADAS NO LOCAL
-  FISSURAS IDENTIFICADAS POR FOTOGRAFIA

P3



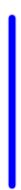
Nota: Todos os valores apresentados no mapeamento são em milímetros (mm).



Instituto Politécnico de Tomar
Mestrado em Reabilitação Urbana

Unidade C.:	Estágio
Localização:	Ponte da Figueira da Foz
Designação:	Mapeamento das fissuras laterais do peço P3
Escala:	1/35
Data:	Junho de 2013
	Peça desenhada N.º 24

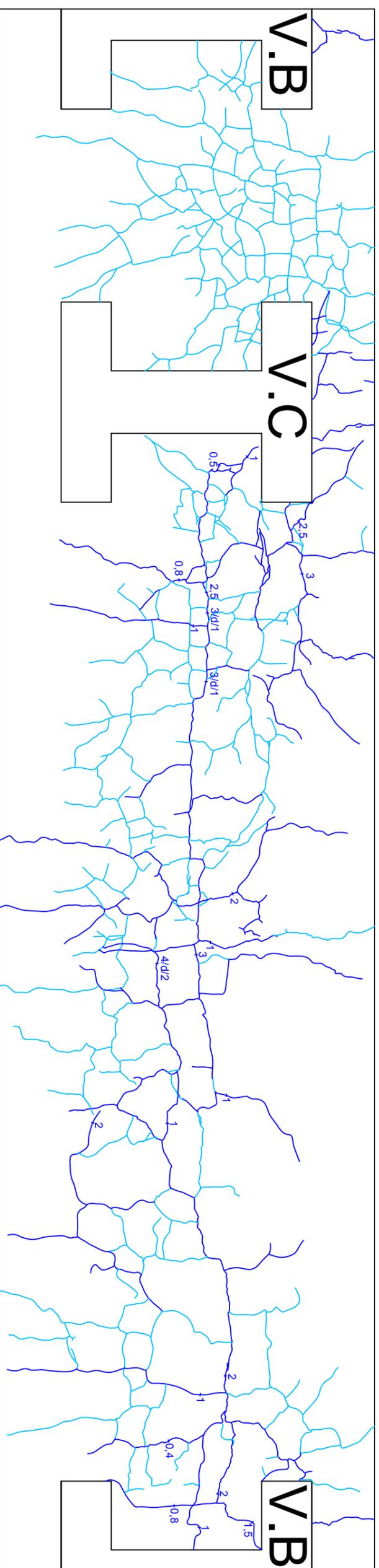
LEGENDA:

-  FISSURAS IDENTIFICADAS NO LOCAL
-  FISSURAS IDENTIFICADAS POR FOTOGRAFIA

P4



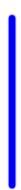
Nota: Todos os valores apresentados no mapeamento são em milímetros (mm).



Instituto Politécnico de Tomar
Mestrado em Reabilitação Urbana

Unidade C.:	Estágio
Localização:	Ponte da Figueira da Foz
Designação:	Mapeamento das fissuras laterais do peçoço P4
Escala:	1/35
Data:	Junho de 2013
	Peça desenhada N.º 2.5

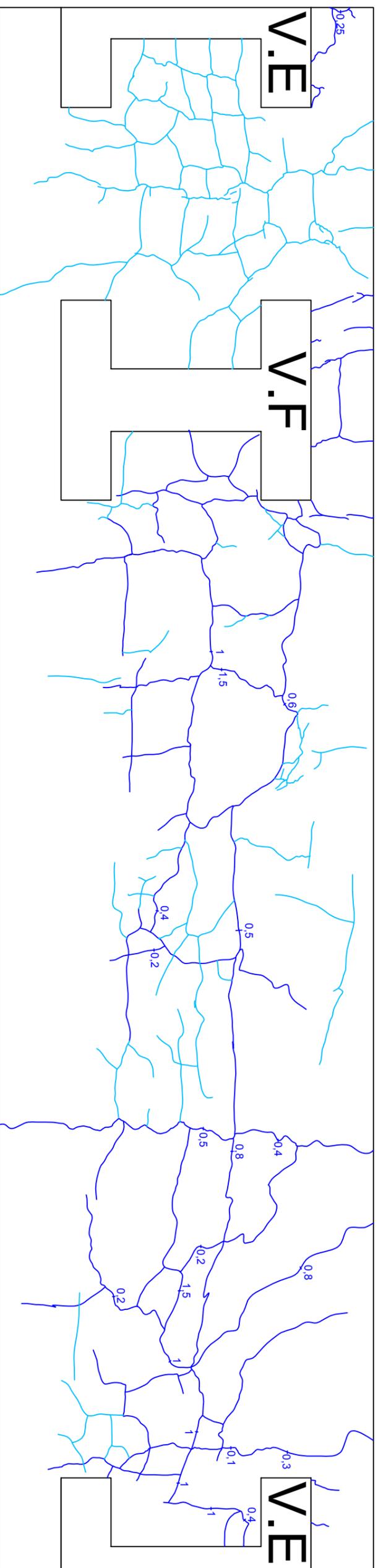
LEGENDA:

-  FISSURAS IDENTIFICADAS NO LOCAL
-  FISSURAS IDENTIFICADAS POR FOTOGRAFIA

P5



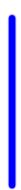
Nota: Todos os valores apresentados no mapeamento são em milímetros (mm).



Instituto Politécnico de Tomar
Mestrado em Reabilitação Urbana

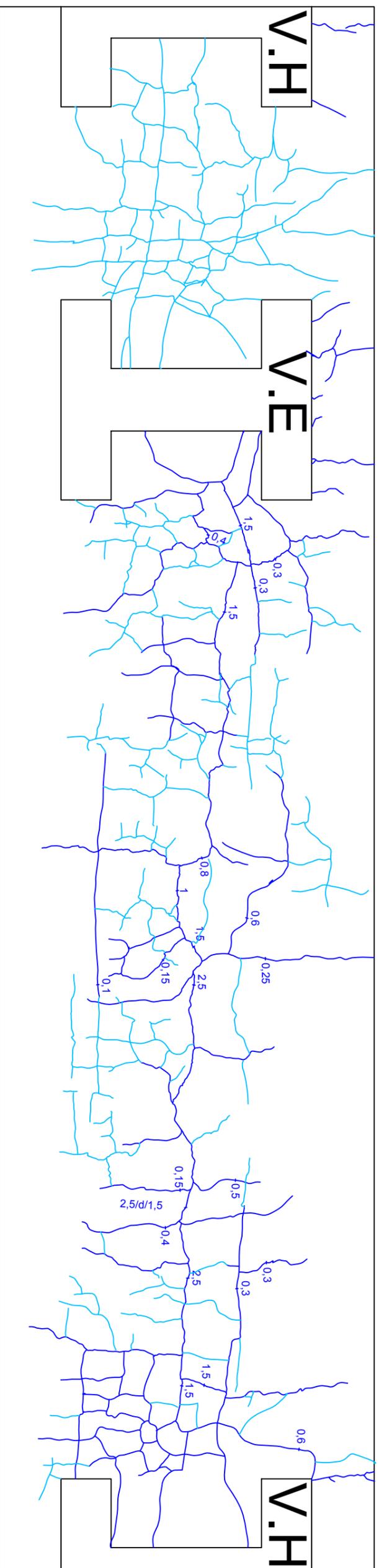
Unidade C.:	Estágio
Localização:	Ponte da Figueira da Foz
Designação:	Mapeamento das fissuras laterais do peçoço P5
Escala:	1/35
Data:	Junho de 2013
	Peça desenhada N.º 26

LEGENDA:

-  FISSURAS IDENTIFICADAS NO LOCAL
-  FISSURAS IDENTIFICADAS POR FOTOGRAFIA

Nota: Todos os valores apresentados no mapeamento são em milímetros (mm).

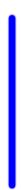
P6



Instituto Politécnico de Tomar
Mestrado em Reabilitação Urbana

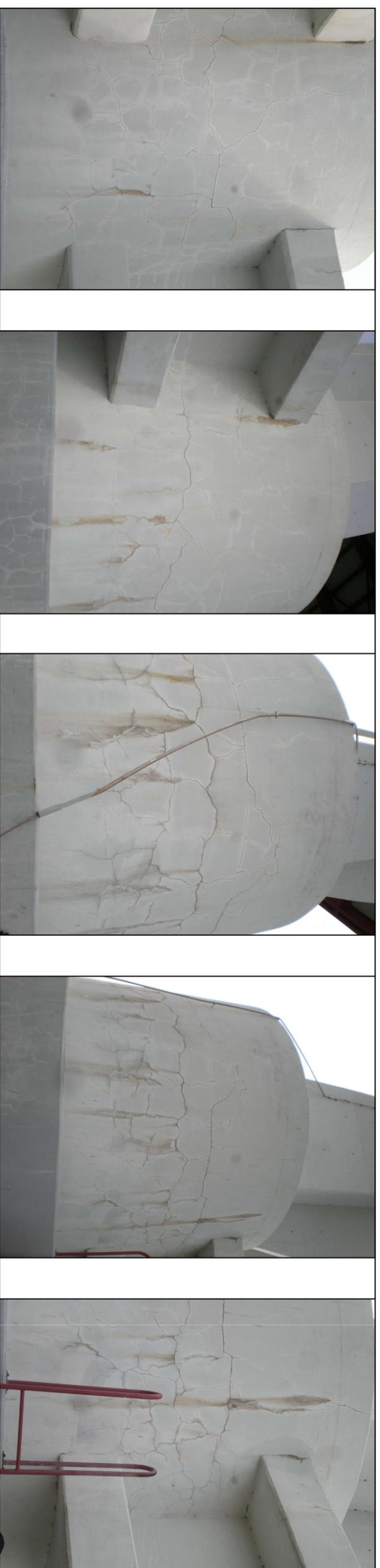
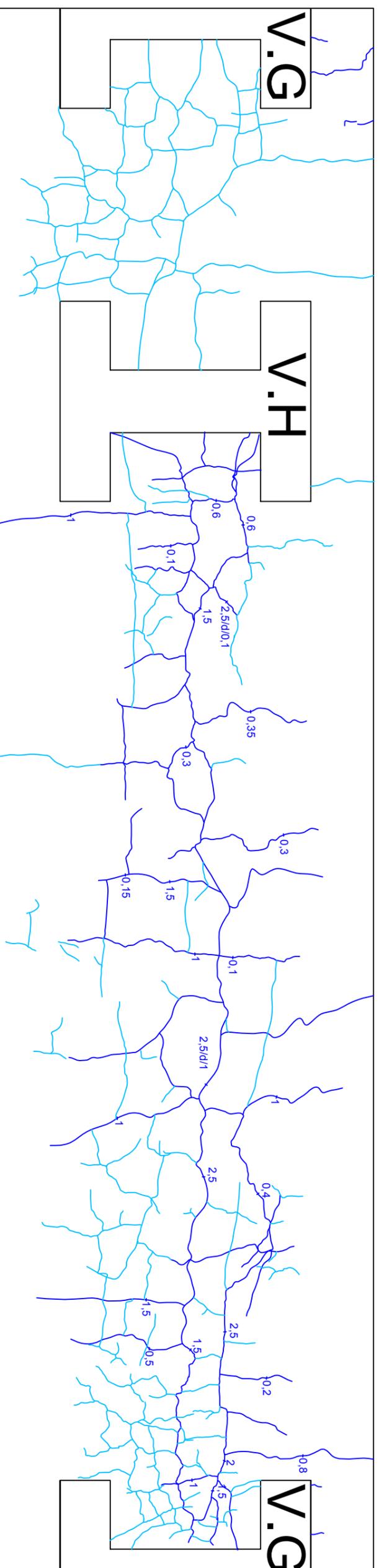
Unidade C.:	Estágio
Localização:	Ponte da Figueira da Foz
Designação:	Mapeamento das fissuras laterais do peço P6
Escala:	1/35
Data:	Junho de 2013
	Peça desenhada Nº 27

LEGENDA:

-  FISSURAS IDENTIFICADAS NO LOCAL
-  FISSURAS IDENTIFICADAS POR FOTOGRAFIA

Nota: Todos os valores apresentados no mapeamento são em milímetros (mm).

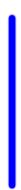
P7



Instituto Politécnico de Tomar
Mestrado em Reabilitação Urbana

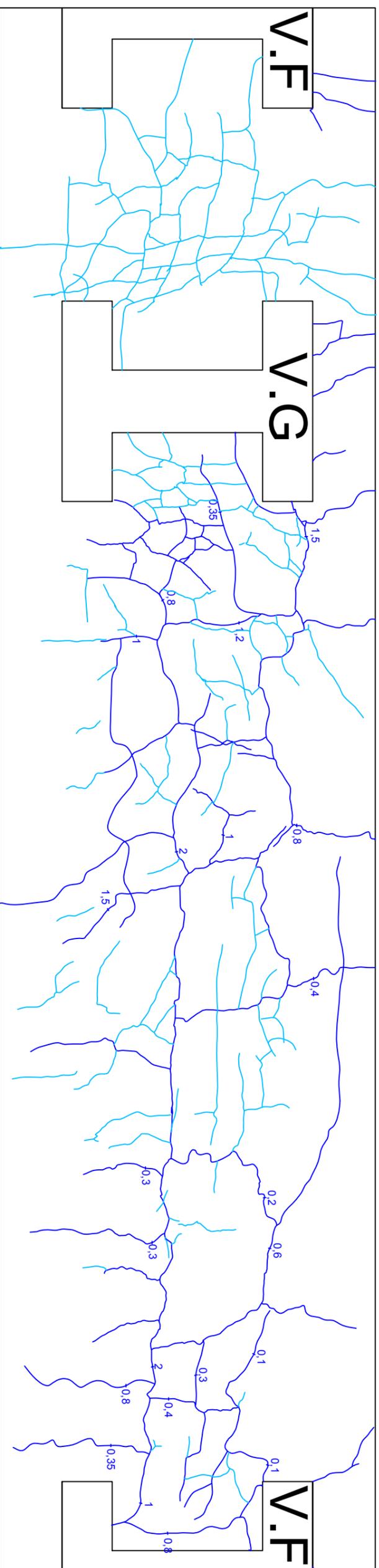
Unidade C.:	Estágio
Localização:	Ponte da Figueira da Foz
Designação:	Mapeamento das fissuras laterais do peçoço P7
Escala:	1/35
Data:	Junho de 2013
	Peça desenhada N.º 28

LEGENDA:

-  FISSURAS IDENTIFICADAS NO LOCAL
-  FISSURAS IDENTIFICADAS POR FOTOGRAFIA

Nota: Todos os valores apresentados no mapeamento são em milímetros (mm).

P8

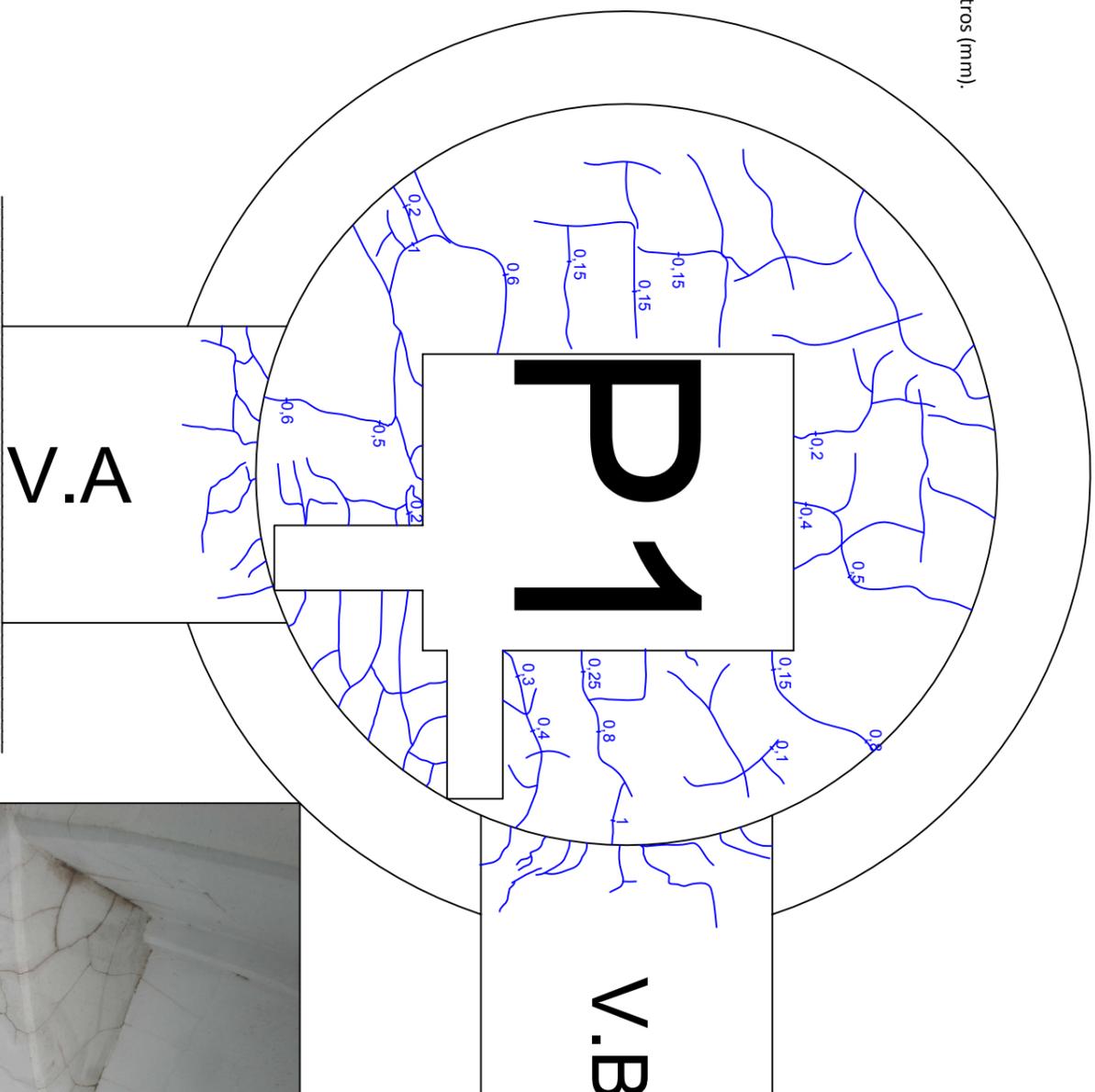


Instituto Politécnico de Tomar
Mestrado em Reabilitação Urbana

Unidade C.:	Estágio
Localização:	Ponte da Figueira da Foz
Designação:	Mapeamento das fissuras laterais do peçoço P8
Escala:	1/35
Data:	Junho de 2013
	Peça desenhada N.º 29

FISSURAS IDENTIFICADAS NO LOCAL

Nota: Todos os valores apresentados no mapeamento são em milímetros (mm).

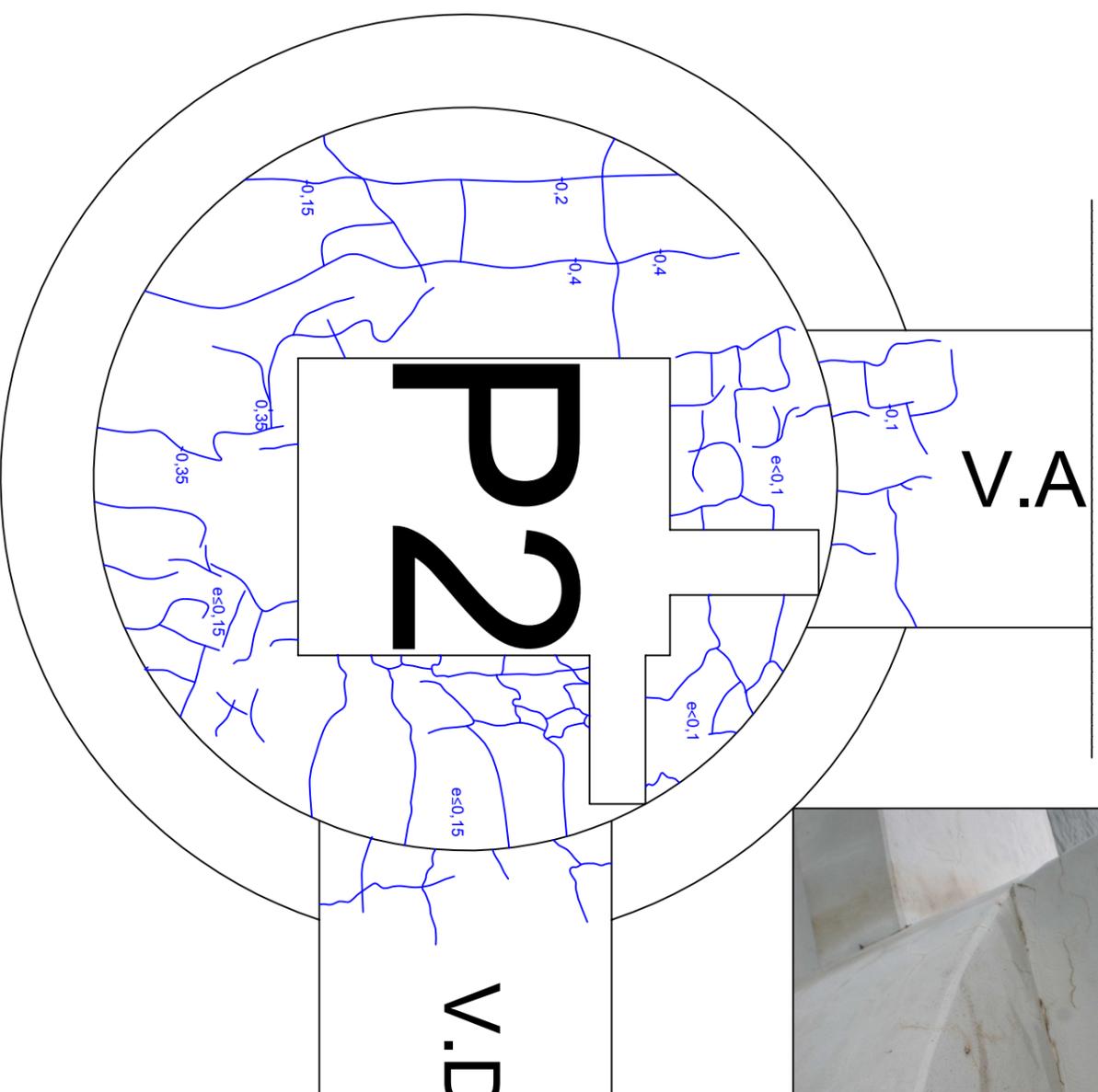


Instituto Politécnico de Tomar
Mestrado em Reabilitação Urbana

Unidade C.:	Estágio
Localização:	Ponte da Figueira da Foz
Designação:	Mapeamento das fissuras superiores do peço P1
Escala:	1/35
Data:	Junho de 2013
	Peça desenhada N.º 2.10

FISSURAS IDENTIFICADAS NO LOCAL

Nota: Todos os valores apresentados no mapeamento são em milímetros (mm).

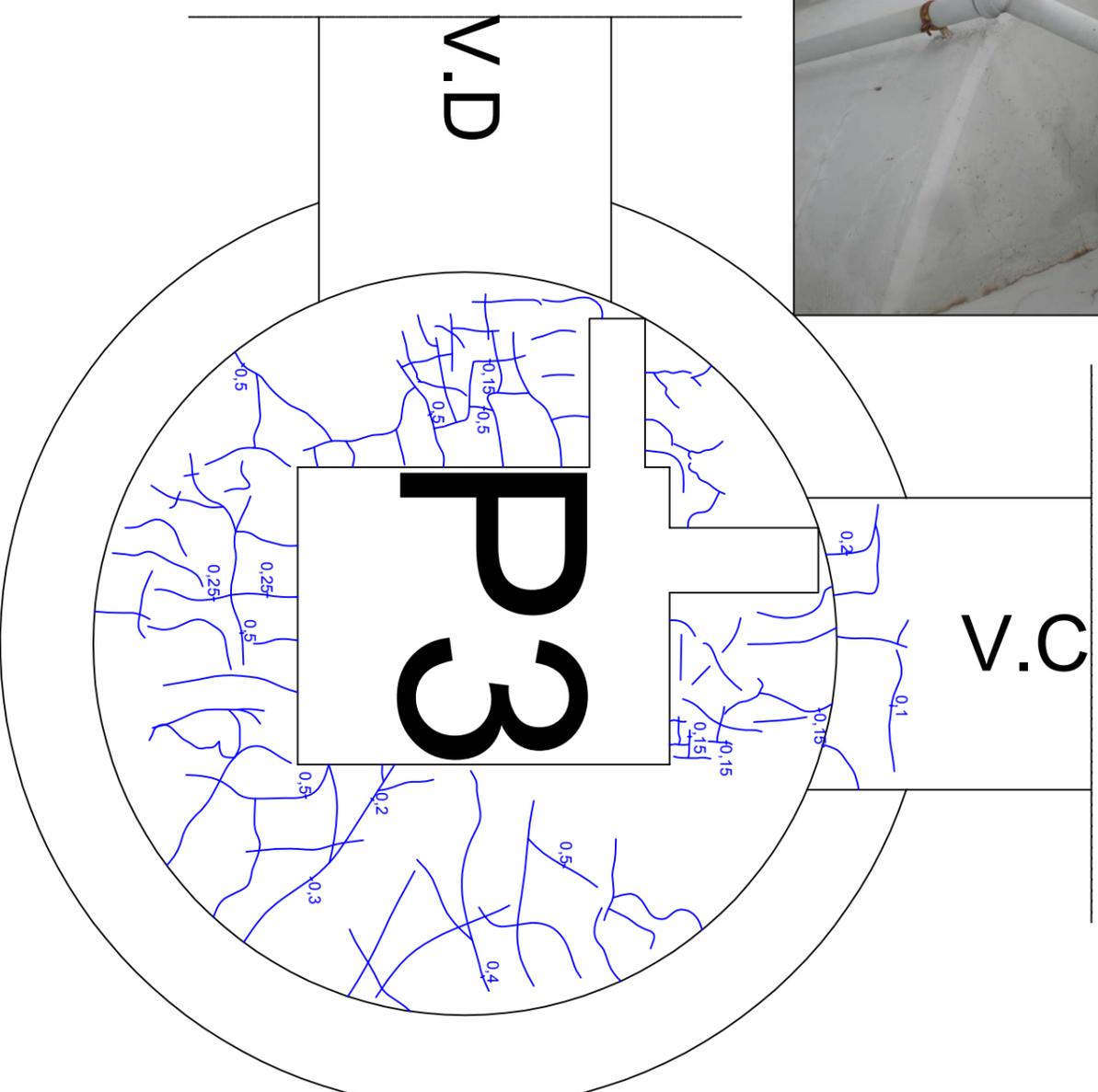


Instituto Politécnico de Tomar
Mestrado em Reabilitação Urbana

Unidade C.:	Estágio
Localização:	Ponte da Figueira da Foz
Designação:	Mapeamento das fissuras superiores do peço P2
Escala:	1/35
Data:	Junho de 2013
	Peça desenhada N.º 2.11

FISSURAS IDENTIFICADAS NO LOCAL

Nota: Todos os valores apresentados no mapeamento são em milímetros (mm).

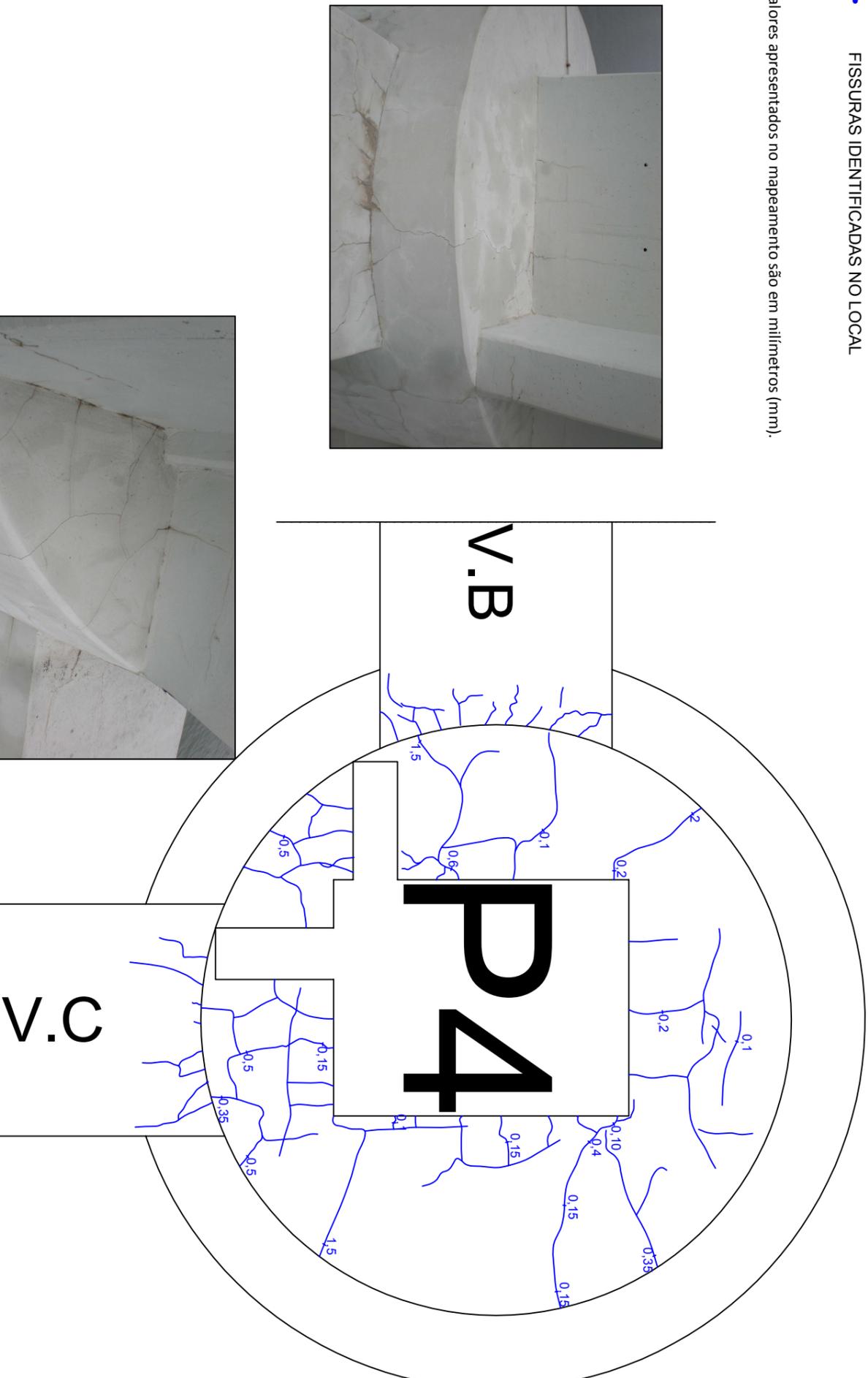


Instituto Politécnico de Tomar
Mestrado em Reabilitação Urbana

Unidade C.:	Estágio
Localização:	Ponte da Figueira da Foz
Designação:	Mapeamento das fissuras superiores do peço P3
Escala:	1/35
Data:	Junho de 2013
	Peça desenhada N.º 2.12

FISSURAS IDENTIFICADAS NO LOCAL

Nota: Todos os valores apresentados no mapeamento são em milímetros (mm).

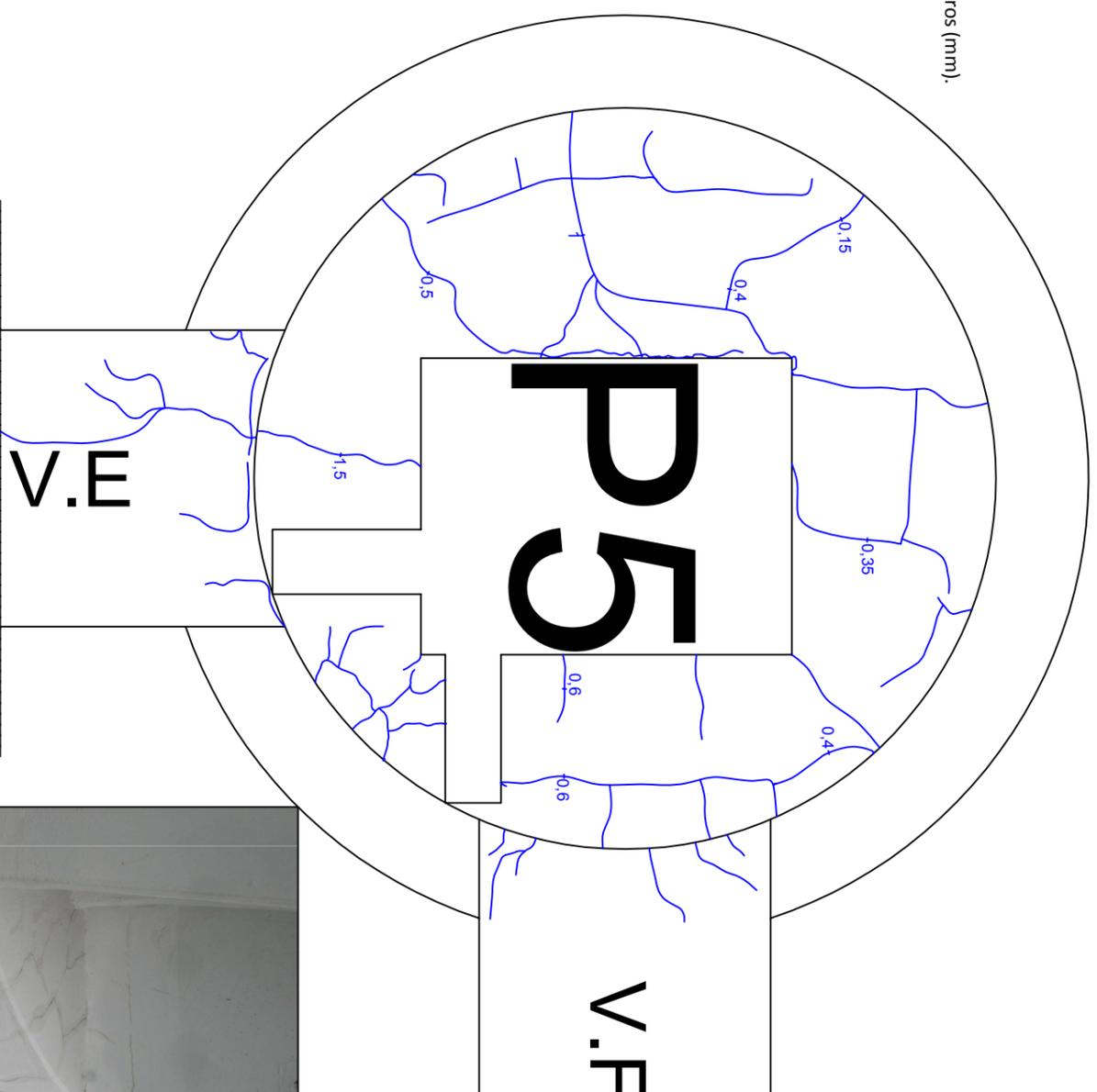


Instituto Politécnico de Tomar
Mestrado em Reabilitação Urbana

Unidade C.:	Estágio
Localização:	Ponte da Figueira da Foz
Designação:	Mapeamento das fissuras superiores do peço P4
Escala:	1/35
Data:	Junho de 2013
	Peça desenhada N.º 2.13

FISSURAS IDENTIFICADAS NO LOCAL

Nota: Todos os valores apresentados no mapeamento são em milímetros (mm).

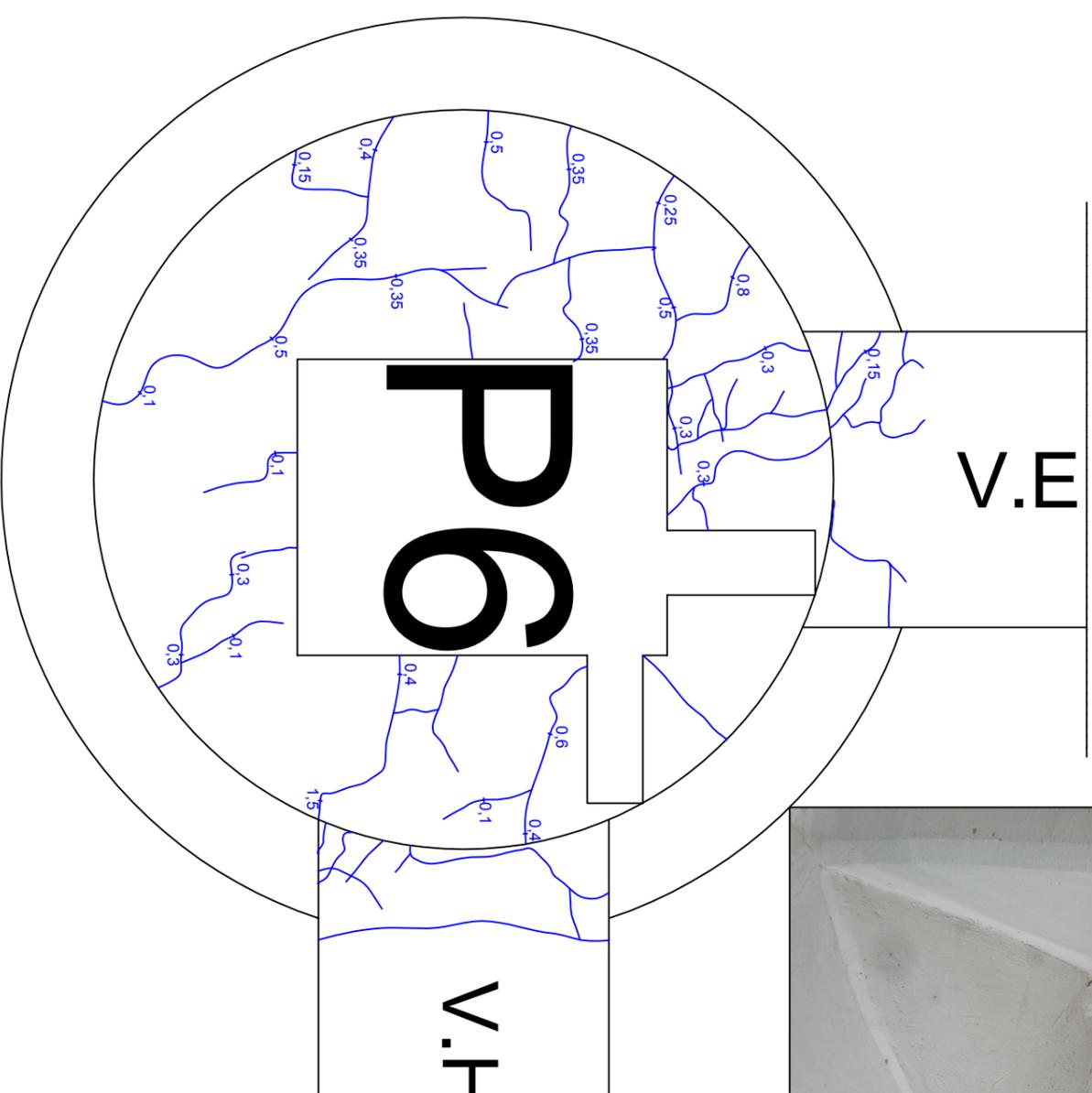


Instituto Politécnico de Tomar
Mestrado em Reabilitação Urbana

Unidade C.:	Estágio
Localização:	Ponte da Figueira da Foz
Designação:	Mapeamento das fissuras superiores do peço P5
Escala:	1/35
Data:	Junho de 2013
	Peça desenhada Nº: 2.14

FISSURAS IDENTIFICADAS NO LOCAL

Nota: Todos os valores apresentados no mapeamento são em milímetros (mm).

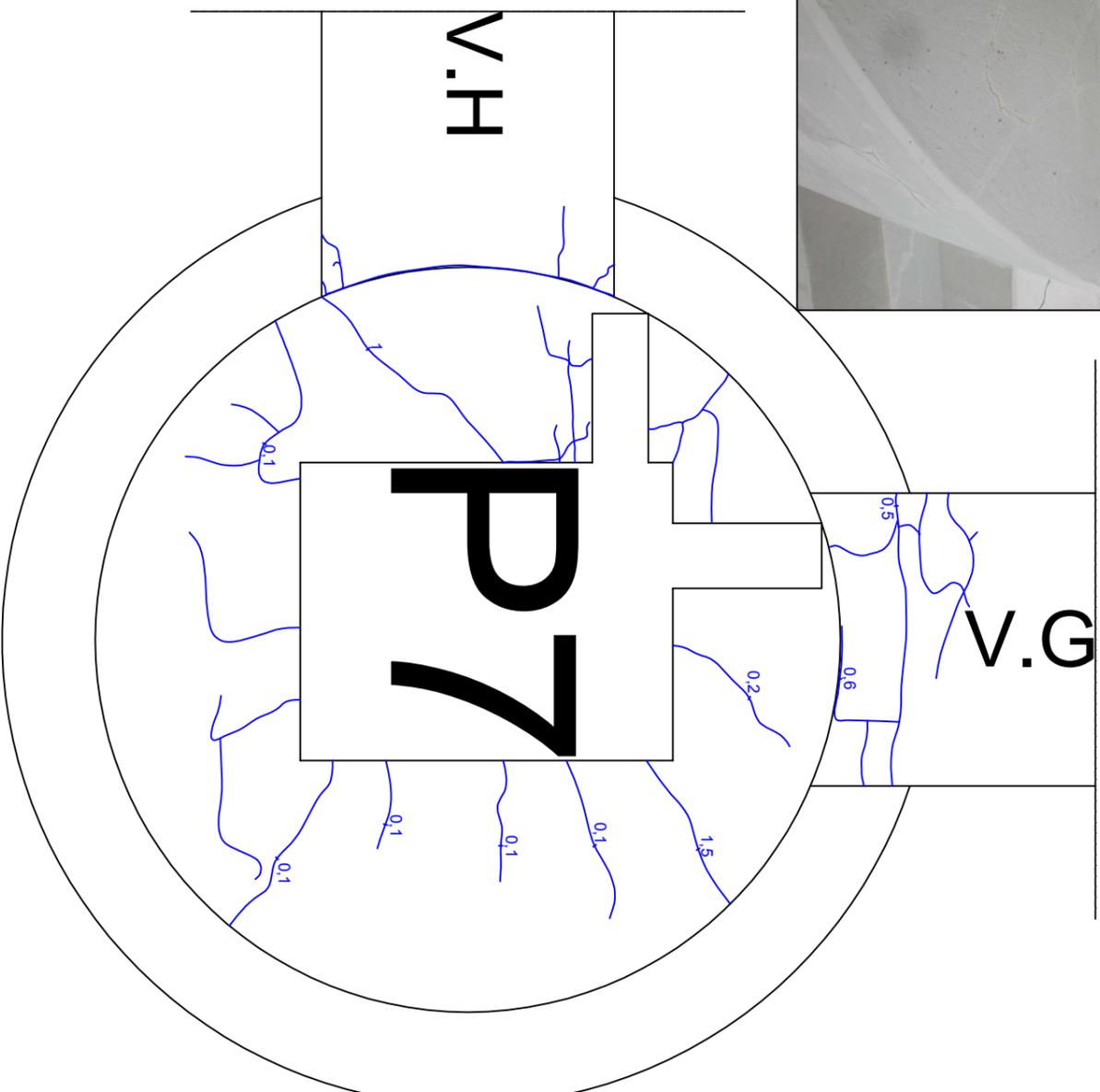


Instituto Politécnico de Tomar
Mestrado em Reabilitação Urbana

Unidade C.:	Estágio
Localização:	Ponte da Figueira da Foz
Designação:	Mapeamento das fissuras superiores do peço p6
Escala:	1/35
Data:	Junho de 2013
	Peça desenhada Nº: 2.15

FISSURAS IDENTIFICADAS NO LOCAL

Nota: Todos os valores apresentados no mapeamento são em milímetros (mm).

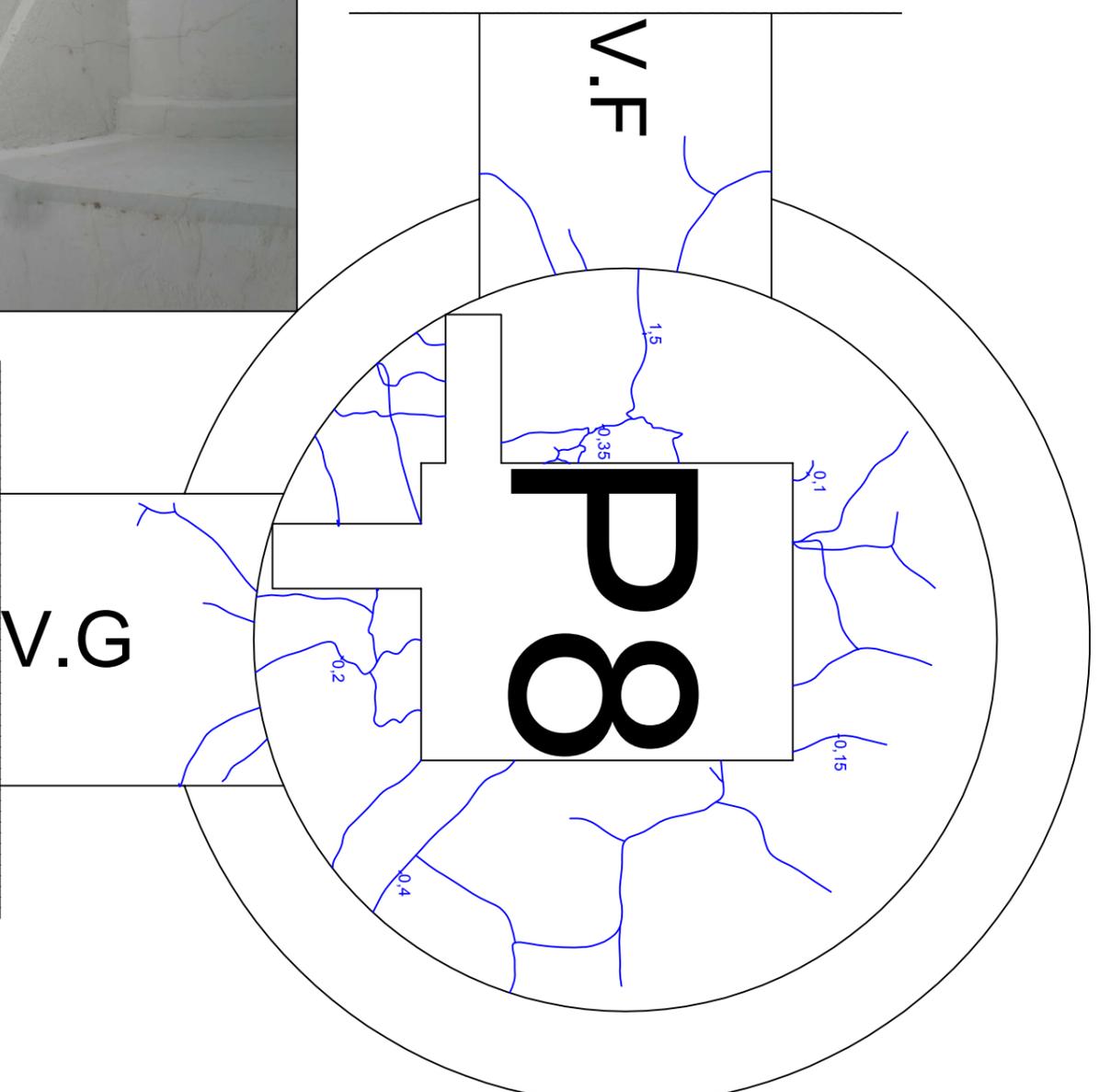


Instituto Politécnico de Tomar
Mestrado em Reabilitação Urbana

Unidade C.:	Estágio
Localização:	Ponte da Figueira da Foz
Designação:	Mapeamento das fissuras superiores do peço p7
Escala:	1/35
Data:	Junho de 2013
	Peça desenhada N.º 2.16

FISSURAS IDENTIFICADAS NO LOCAL

Nota: Todos os valores apresentados no mapeamento são em milímetros (mm).

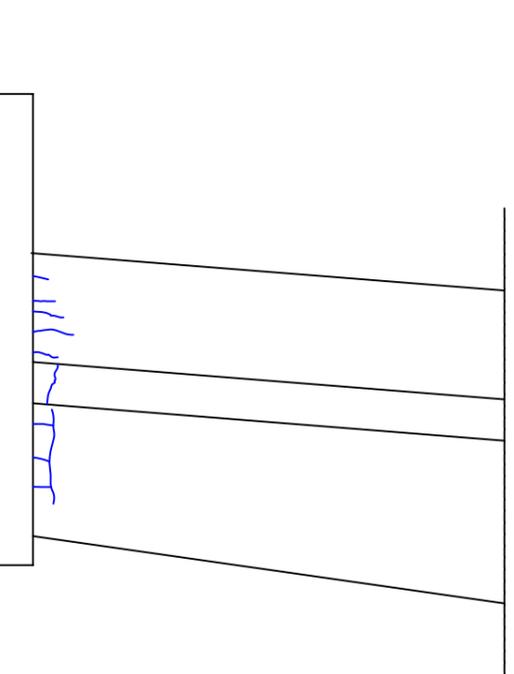
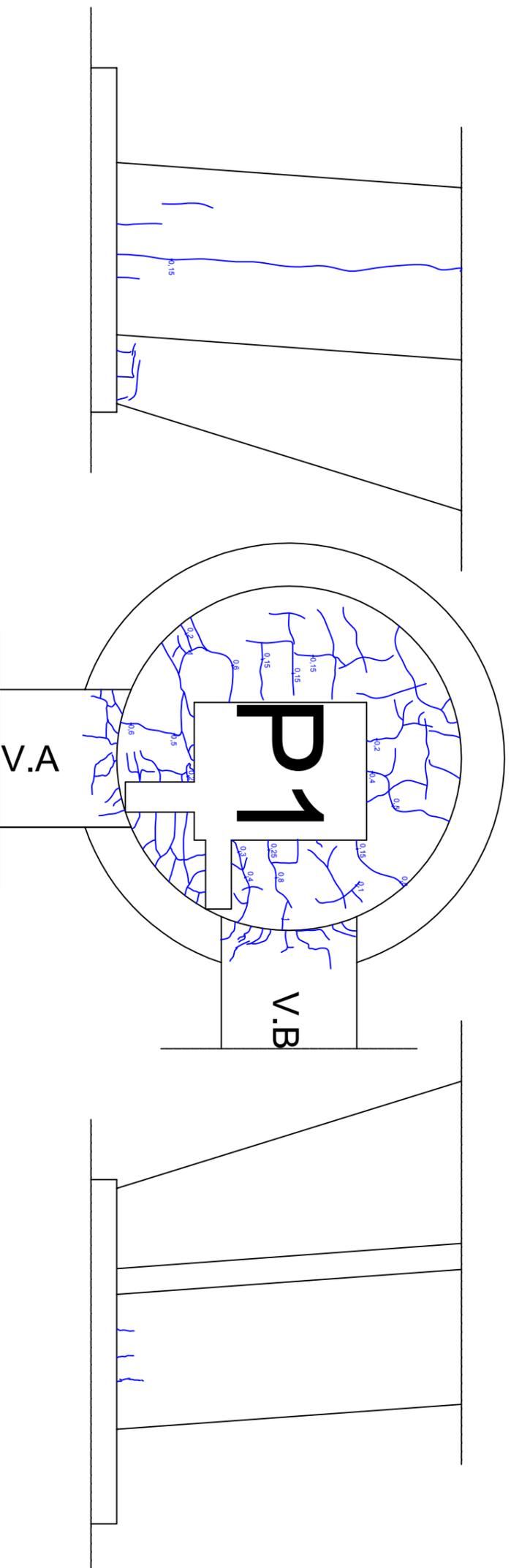
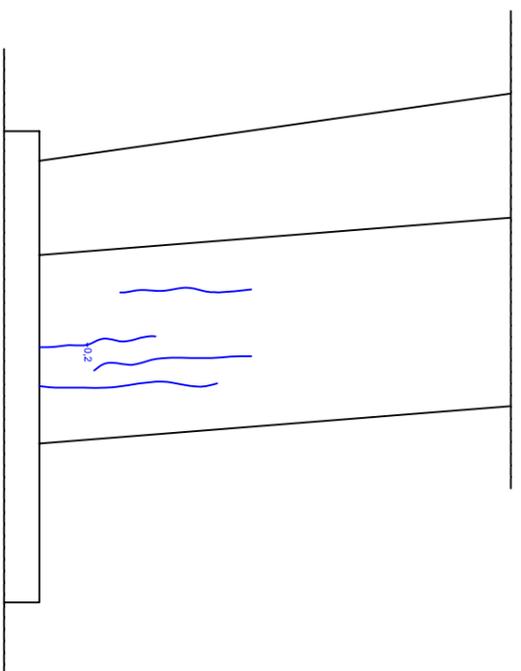


Instituto Politécnico de Tomar
Mestrado em Reabilitação Urbana

Unidade C.:	Estágio
Localização:	Ponte da Figueira da Foz
Designação:	Mapeamento das fissuras superiores do peço P8
Escala:	1/35
Data:	Junho de 2013
	Peça desenhada N.º 2.17

FISSURAS IDENTIFICADAS NO LOCAL

Nota: Todos os valores apresentados no mapeamento são em milímetros (mm).

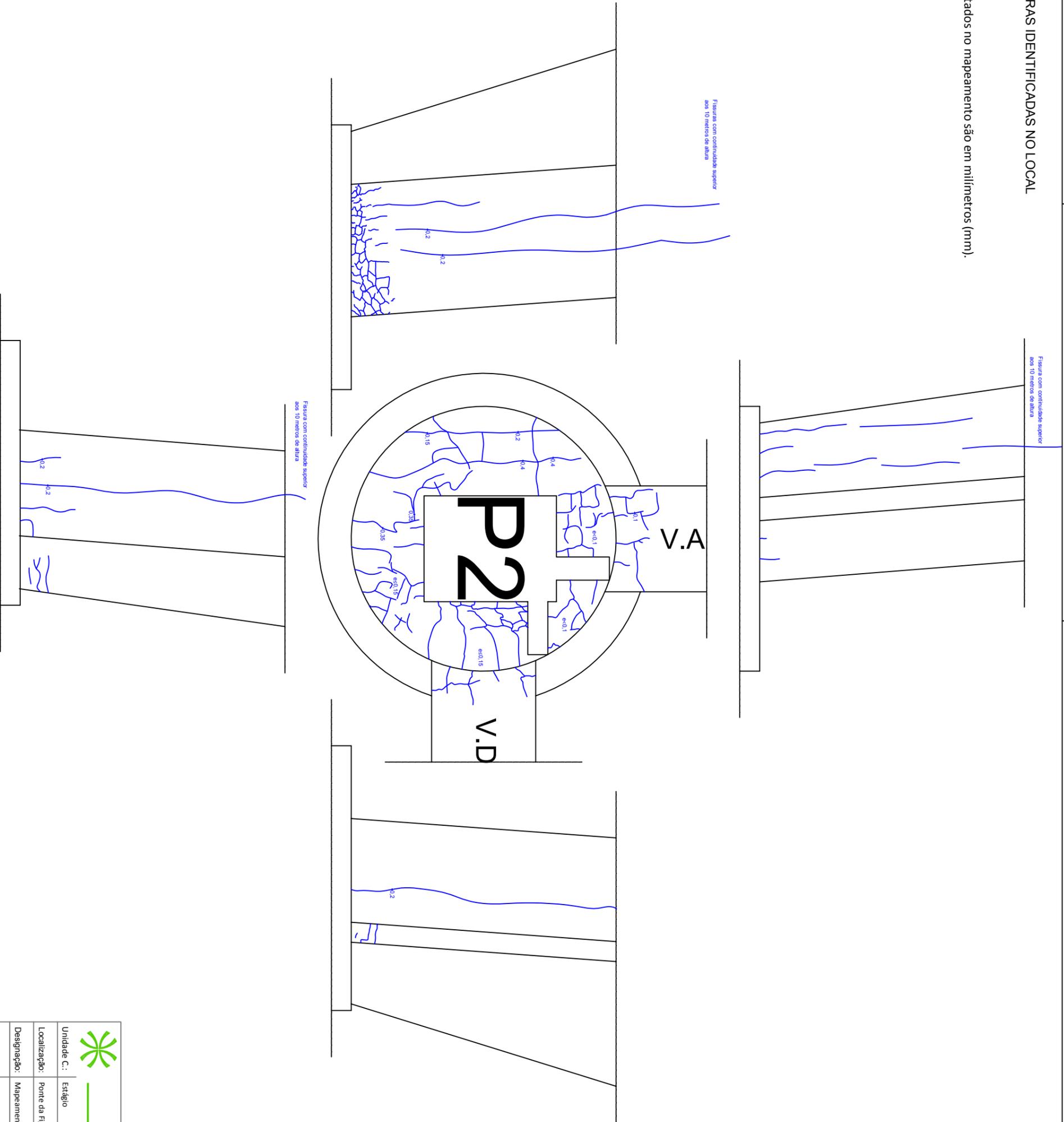


Instituto Politécnico de Tomar
Mestrado em Reabilitação Urbana

Unidade C.:	Estágio
Localização:	Ponte da Figueira da Foz
Designação:	Mapeamento da base da torre (pegão P1)
Escala:	1/60
Data:	Junho de 2013
	Peça desenhada N.º 2.18

FISSURAS IDENTIFICADAS NO LOCAL

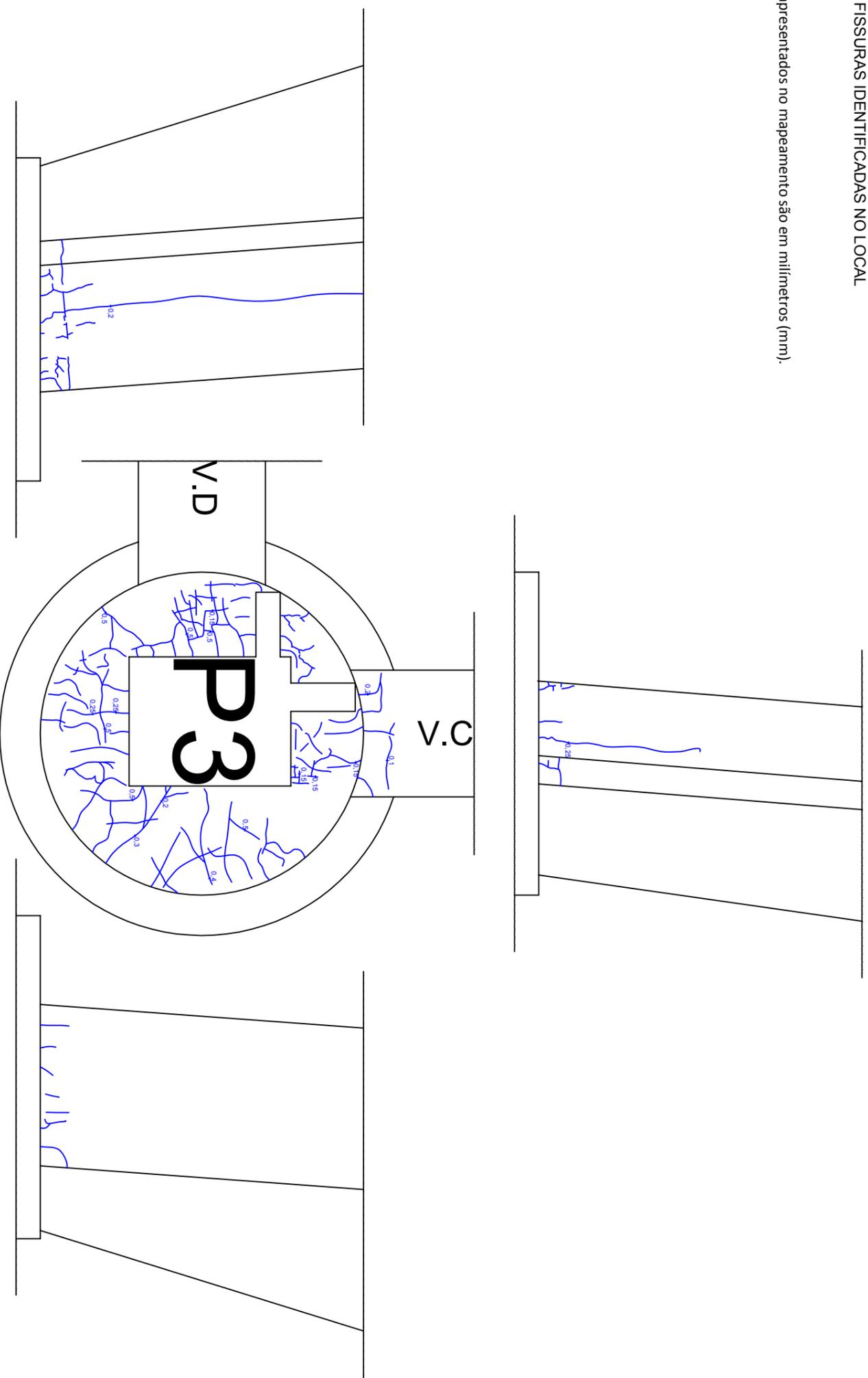
Nota: Todos os valores apresentados no mapeamento são em milímetros (mm).



 <p>Instituto Politécnico de Tomar Mestrado em Reabilitação Urbana</p>	
Unidade C.:	Estágio
Localização:	Ponte da Figueira da Foz
Designação:	Mapeamento da base da torre (peção P2)
Escala:	1/60
Data:	Junho de 2013
Peça desenhada N.º 2.19	

FISSURAS IDENTIFICADAS NO LOCAL

Nota: Todos os valores apresentados no mapeamento são em milímetros (mm).

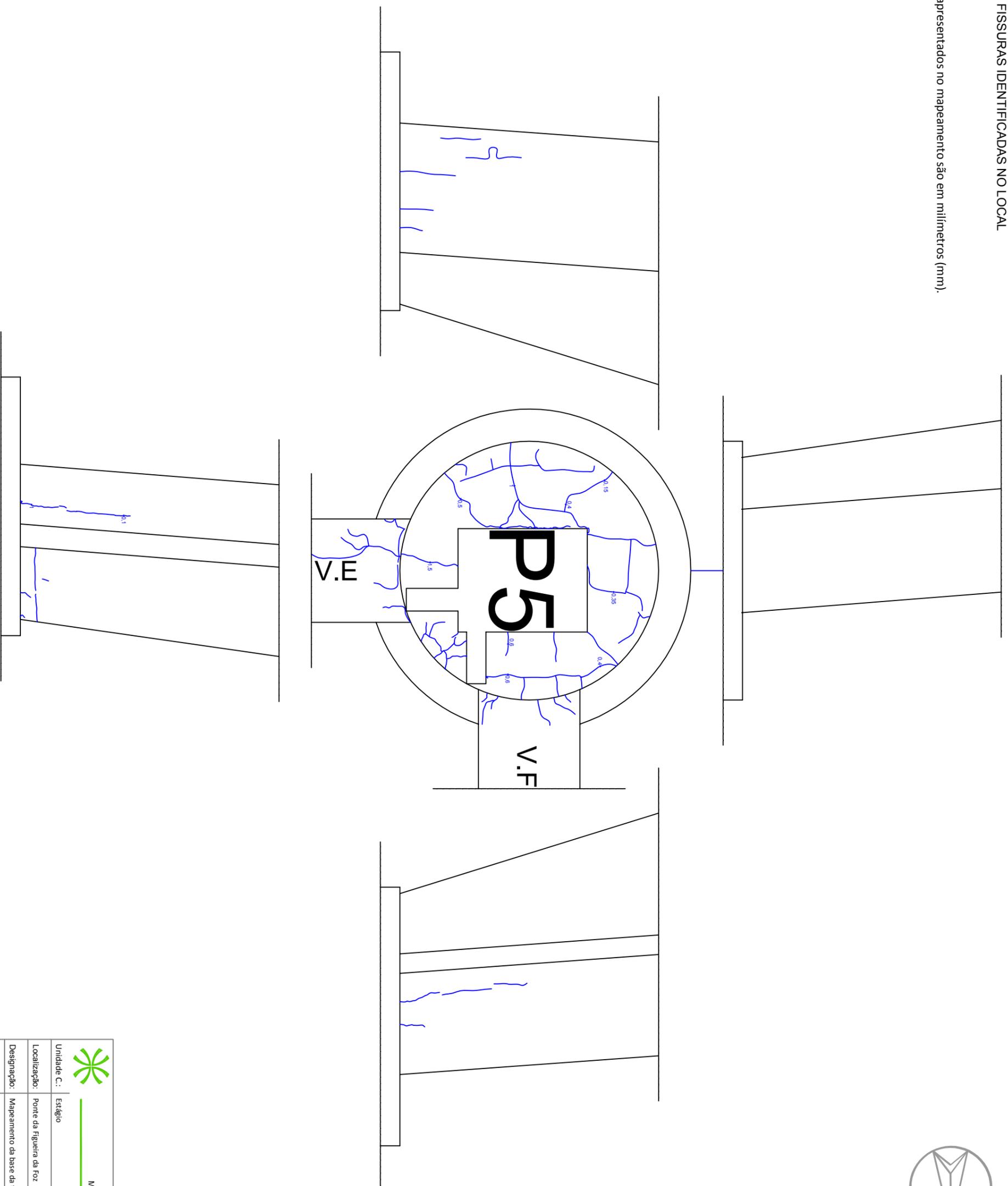


Instituto Politécnico de Tomar
Mestrado em Reabilitação Urbana

Unidade C.:	Estágio
Localização:	Ponte da Figueira da Foz
Designação:	Mapeamento da base da torre (pegão P3)
Escala:	1/60
Data:	Junho de 2013
	Peça desenhada N.º 2.20

FISSURAS IDENTIFICADAS NO LOCAL

Nota: Todos os valores apresentados no mapeamento são em milímetros (mm).

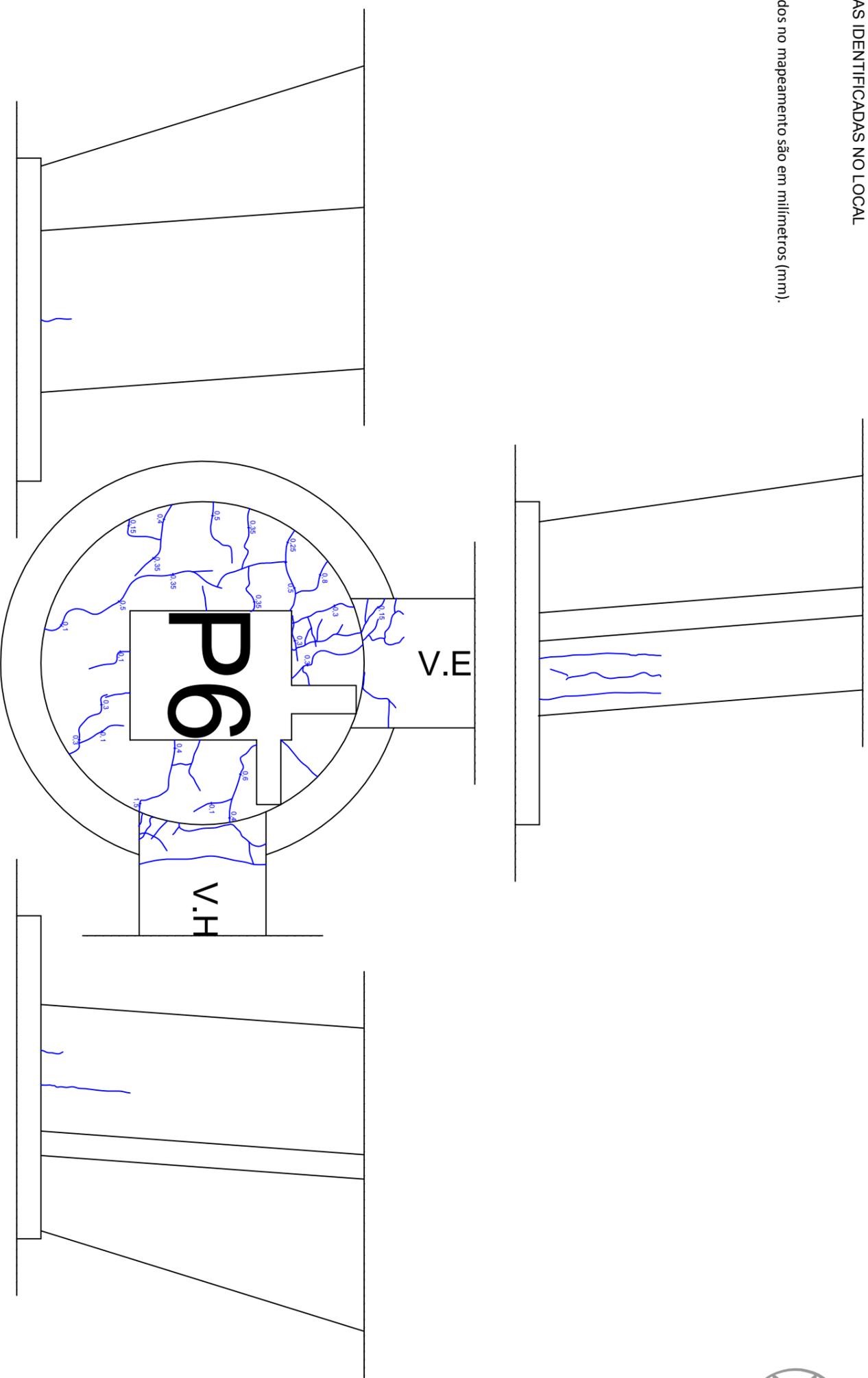


Instituto Politécnico de Tomar
Mestrado em Reabilitação Urbana

Unidade C.:	Estágio
Localização:	Ponte da Figueira da Foz
Designação:	Mapeamento da base da torre (peço P5)
Escala:	1/60
Data:	Junho de 2013
	Peça desenhada N.º 2.22

FISSURAS IDENTIFICADAS NO LOCAL

Nota: Todos os valores apresentados no mapeamento são em milímetros (mm).

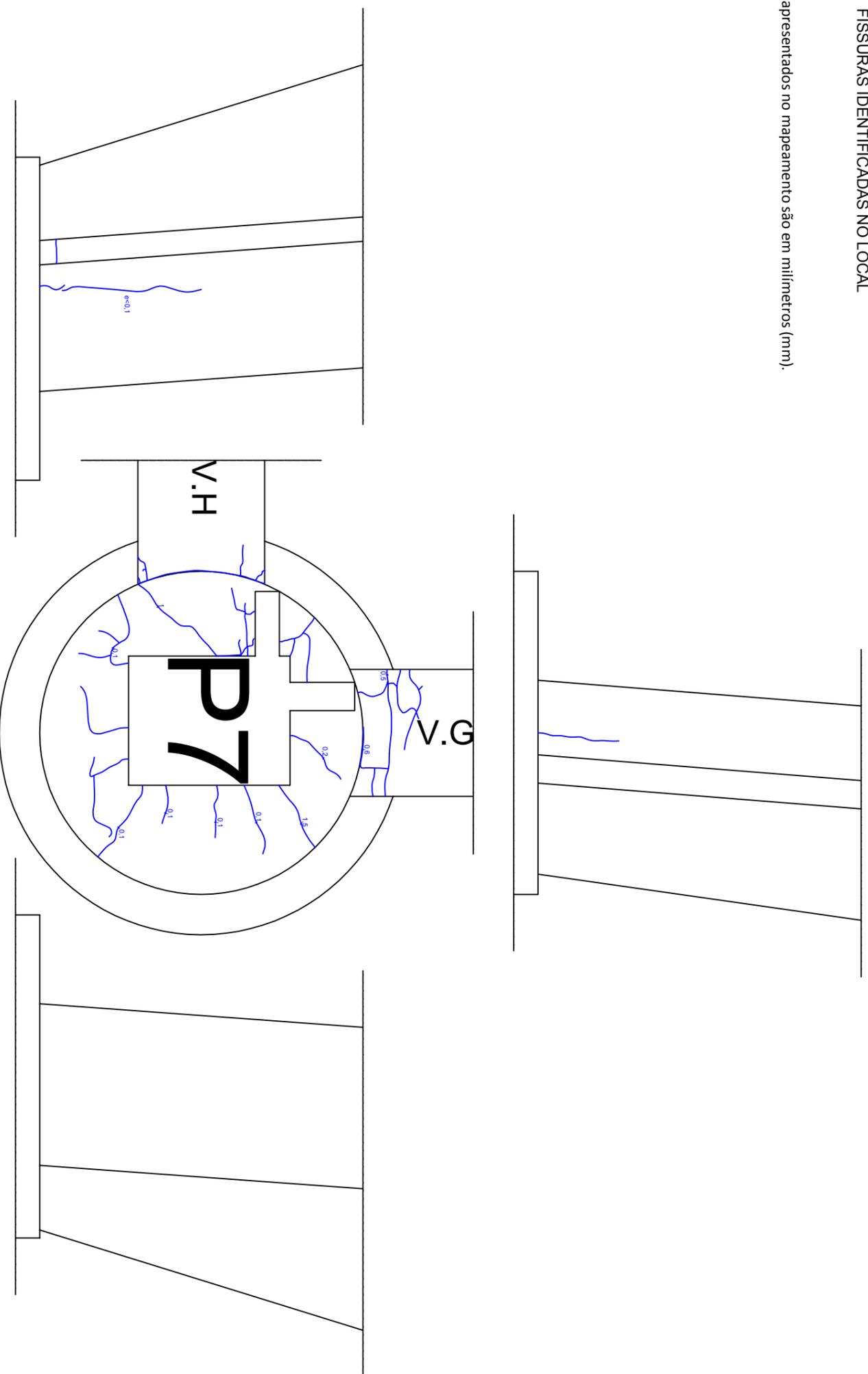


Instituto Politécnico de Tomar
Mestrado em Reabilitação Urbana

Unidade C.:	Estágio
Localização:	Ponte da Figueira da Foz
Designação:	Mapeamento da base da torre (pegão P6)
Escala:	1/60
Data:	Junho de 2013
	Peça desenhada N.º 2/23

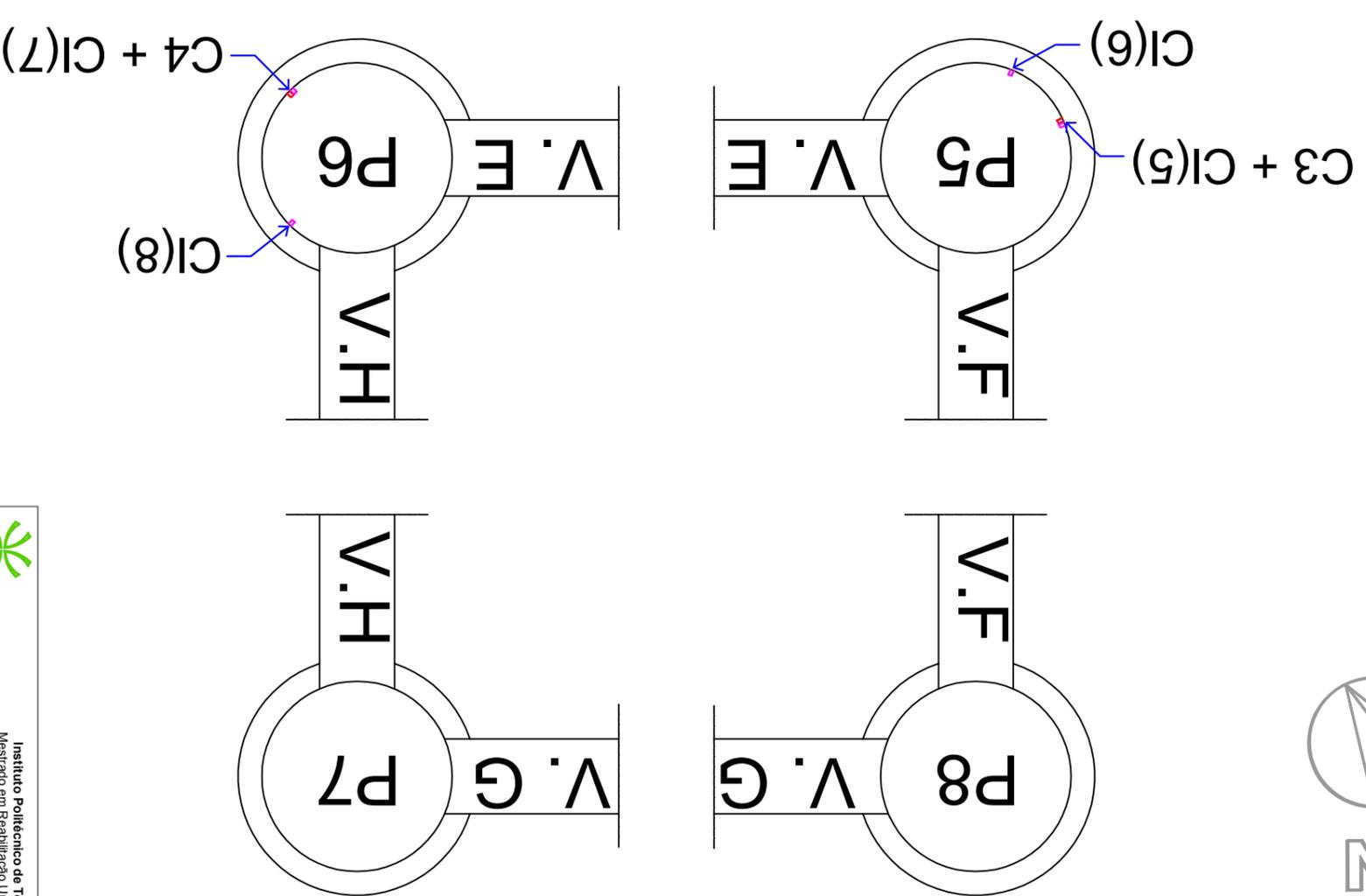
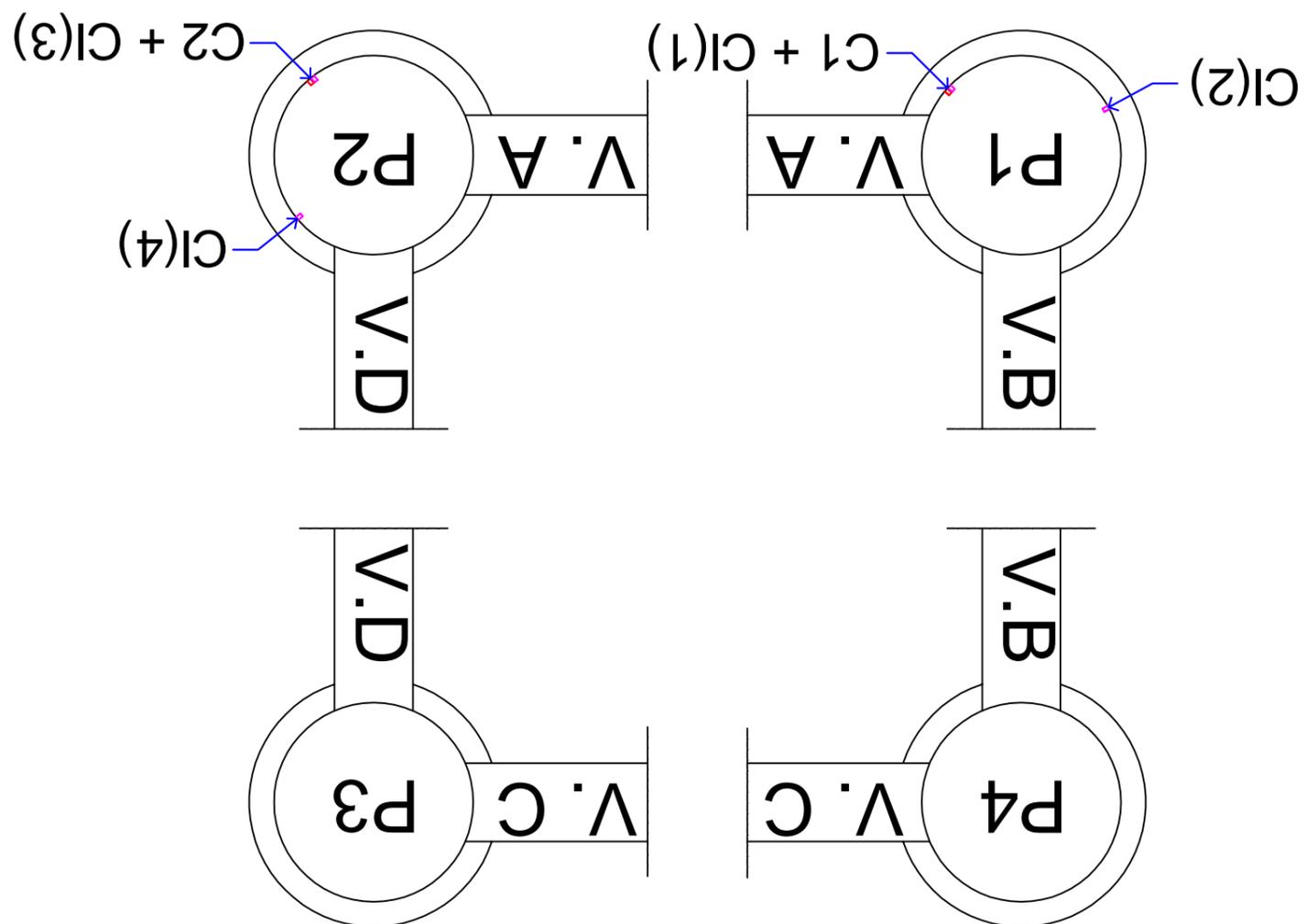
FISSURAS IDENTIFICADAS NO LOCAL

Nota: Todos os valores apresentados no mapeamento são em milímetros (mm).



Instituto Politécnico de Tomar
Mestrado em Reabilitação Urbana

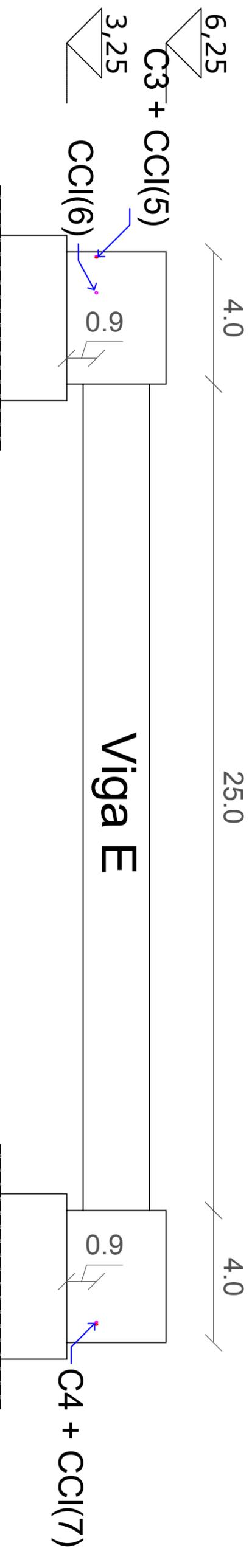
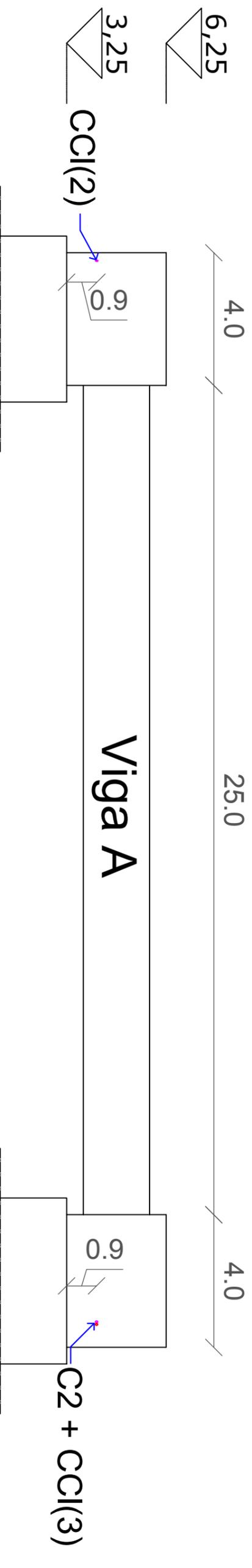
Unidade C.:	Estágio
Localização:	Ponte da Figueira da Foz
Designação:	Mapeamento da base da torre (peço P7)
Escala:	1/60
Data:	Junho de 2013
	Peça desenhada N.º 2_24



Instituto Politécnico de Tomar
Mestrado em Reabilitação Urbana

Unidade C.:	Estágio
Localização:	Ponte da Figueira da Foz
Designação:	Localização do local da extração das carotes em planta
Escala:	1/130
Data:	Junho de 2013
	Peça desenhada N.º 2.26

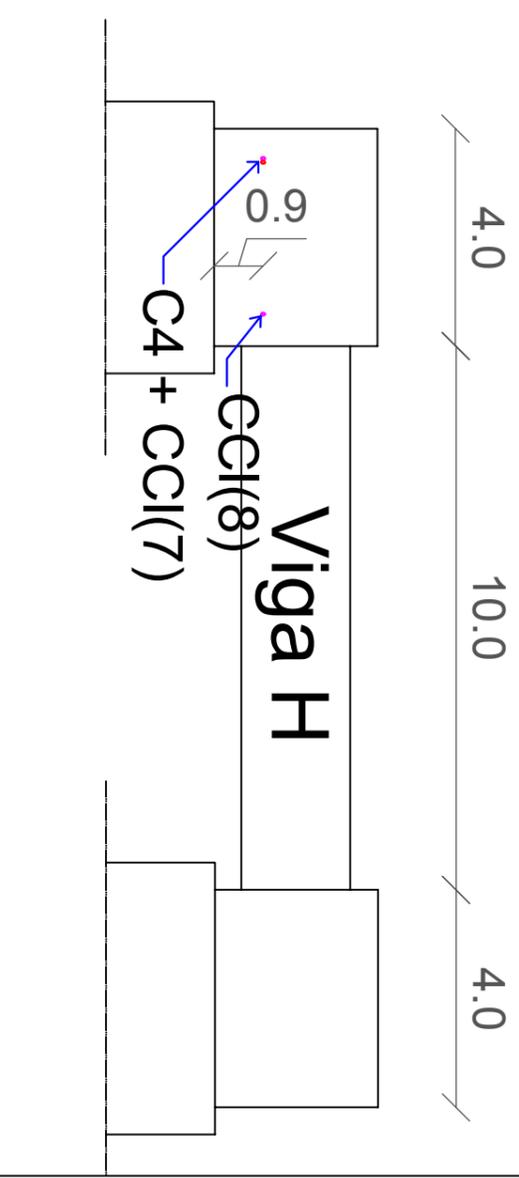
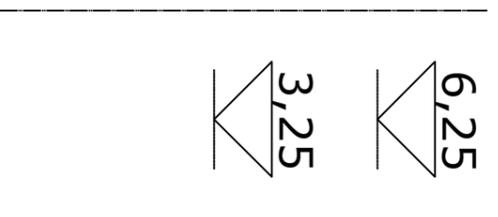
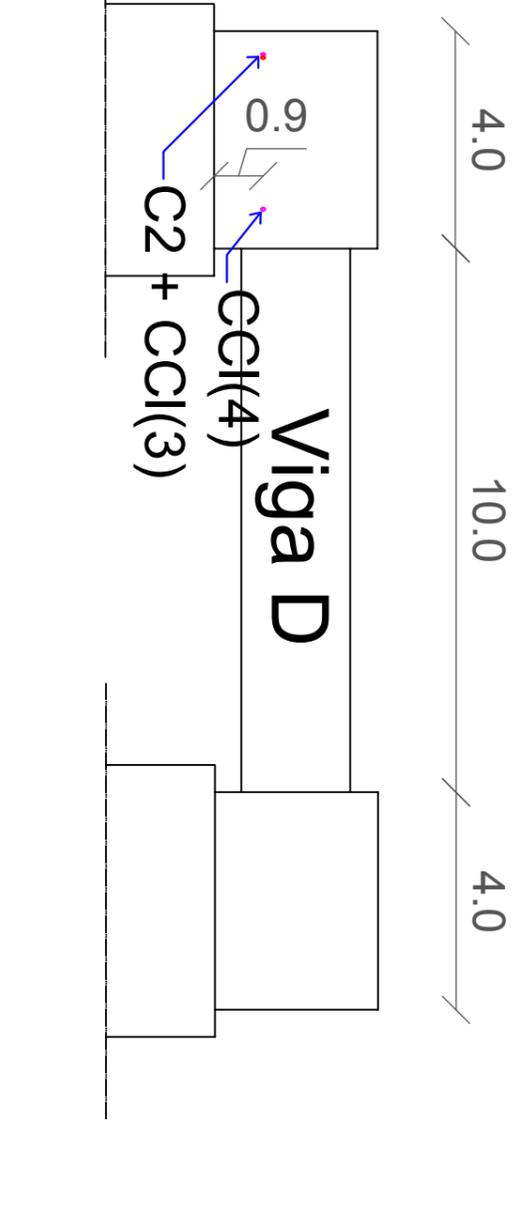
Alçado a Sul da Viga A e da Viga E



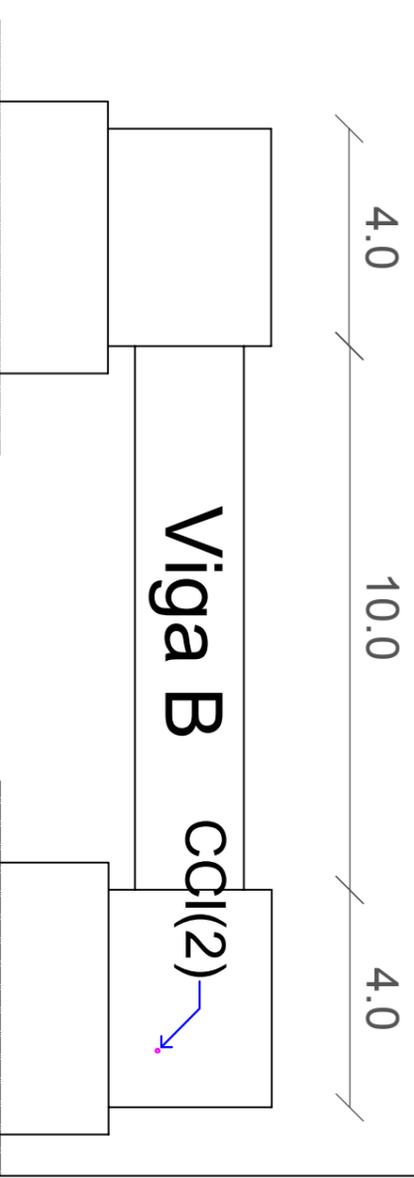
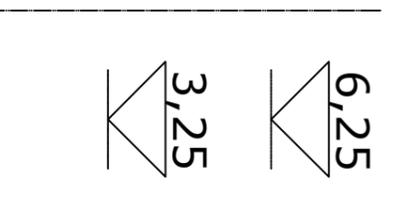
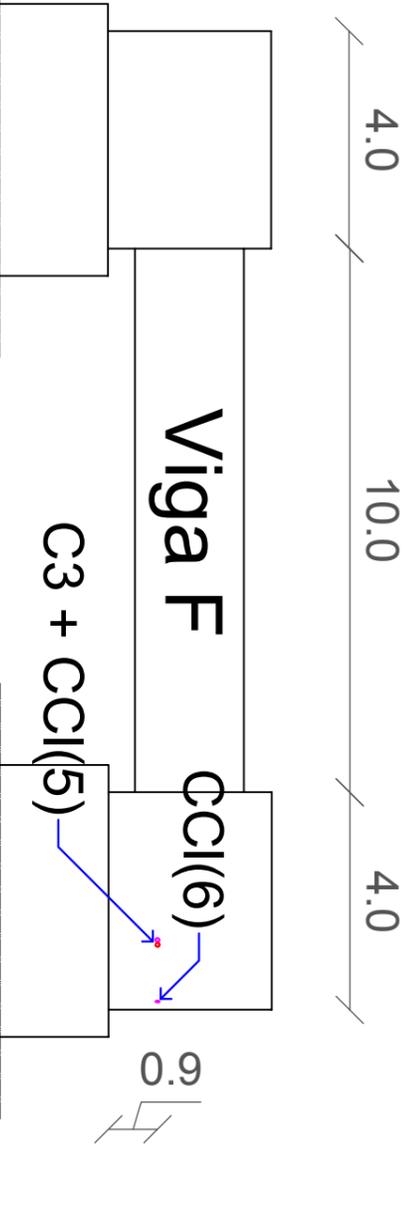
Instituto Politécnico de Tomar
Mestrado em Reabilitação Urbana

Unidade C.:	Estágio
Localização:	Ponte da Figueira da Foz
Designação:	Localização do local da extração das carotes em alçado
Escala:	1/130
Data:	Junho de 2013
	Peça desenhada N.º 2.27

Alçado a Este da Viga D e H



Alçado a Oeste da Viga F e B



Instituto Politécnico de Tomar
Mestrado em Reabilitação Urbana

Unidade C.: Estágio

Localização: Ponte da Figueira da Foz

Designação: Localização do local da extração das carotes em alçado

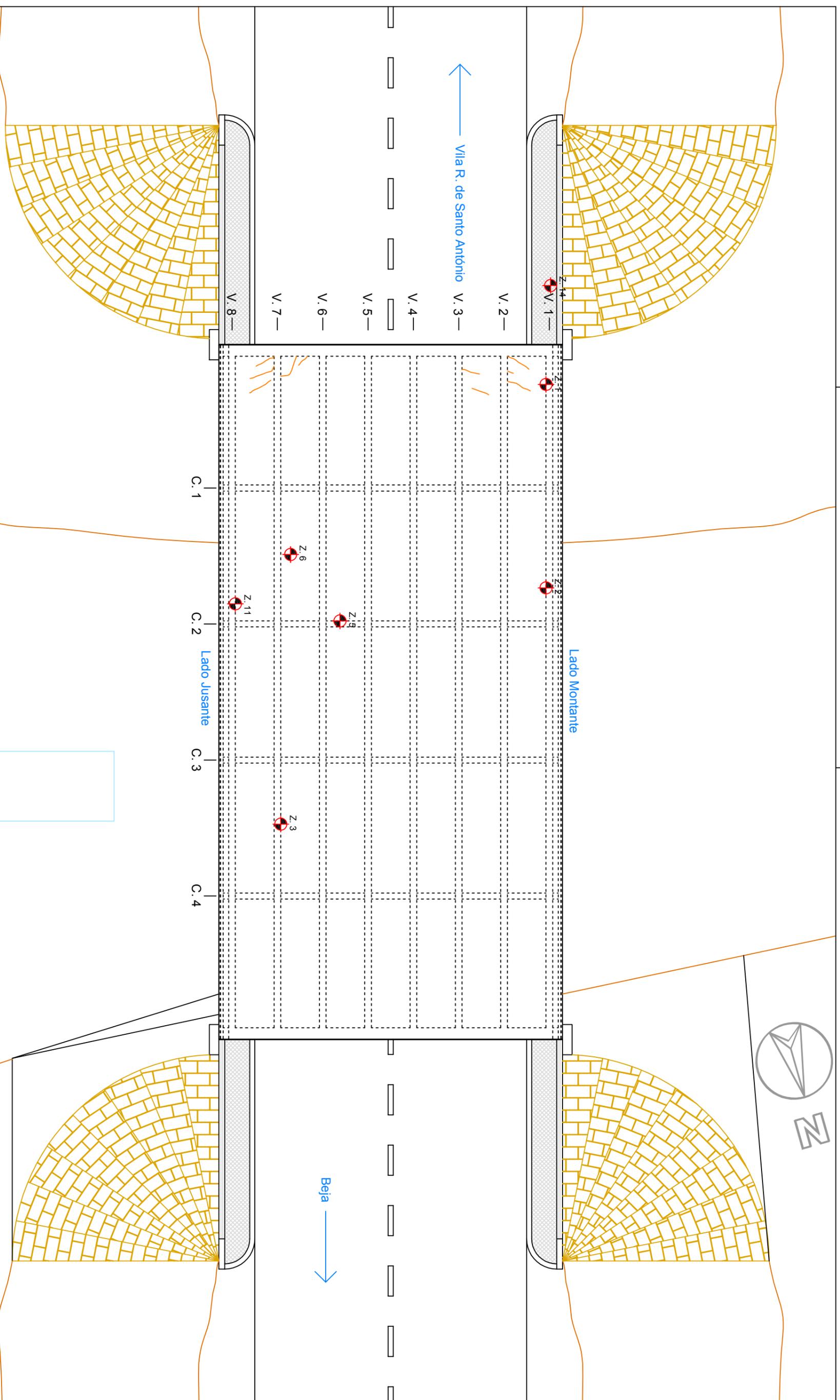
Escala: 1/130

Data: Junho de 2013

Peça desenhada N.º 2/28

Anexo III

Peças Desenhadas (Ponte do Beliche)



LEGENDA

-  - DELAMINAÇÃO / ARMADURA EXPOSTA
-  - ARGAMASSA DESTACADA / FISSURADA / OCA
-  - OCOS / CHOCHOS
-  - FENDILHAÇÃO EXISTENTE NO PLANO ($e \geq 0,3$ mm)
-  - FORMAÇÃO DE MICRO-ORGANISMOS
-  - ORIFÍCIO PARA TIGE, COM ESCORRIMENTO DE ÁGUA
-  - FISSURA COM EFLORESCÊNCIA ($e < 0,3$ mm)
-  - ZONA DE ENSAIOS

Nota: Todos os valores apresentados no mapeamento são em milímetros (mm).



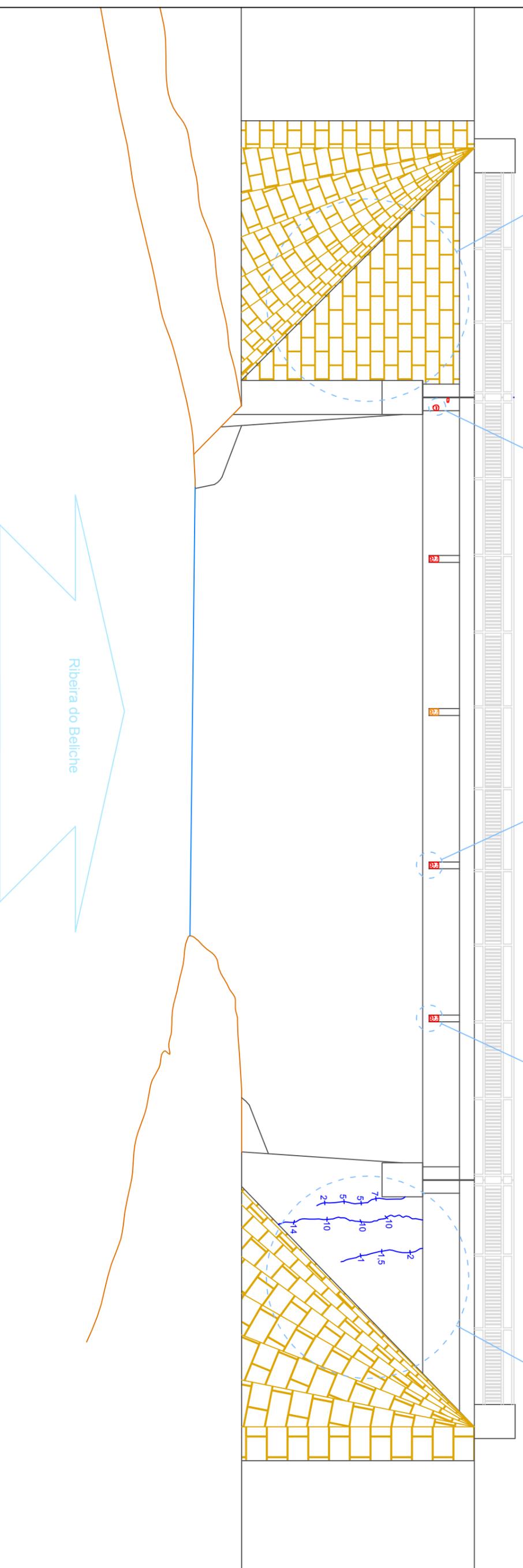
Instituto Politécnico de Tomar
Mestrado em Reabilitação Urbana

Unidade C.:	Estágio
Localização:	EN 122, Km 114+077 - Ponte do Beliche
Designação:	Mapeamento das anomalias - Planta(Trace Interior do tabuleiro)
Escala:	1/120
Data:	Junho de 2013
Peça desenhada N.º:	3.1



Beja

Vila R. de Santo António



LEGENDA

-  - DELAMINAÇÃO / ARMADURA EXPOSTA
-  - ARGAMASSA DESTACADA / FISSURADA / OCA
-  - OCOS / CHOCHOS
-  - FISSURA COM EFLORESCÊNCIA ($e < 0,3 \text{ mm}$)
-  - FENDILHAÇÃO EXISTENTE NO PLANO ($e \geq 0,3 \text{ mm}$)
-  - FORMAÇÃO DE MICRO-ORGANISMOS
-  - ORIFÍCIO PARA TIGE, COM ESCORRIMENTO DE ÁGUA
-  - ZONA DE ENSAIOS

Nota: Todos os valores apresentados no mapeamento são em milímetros (mm).



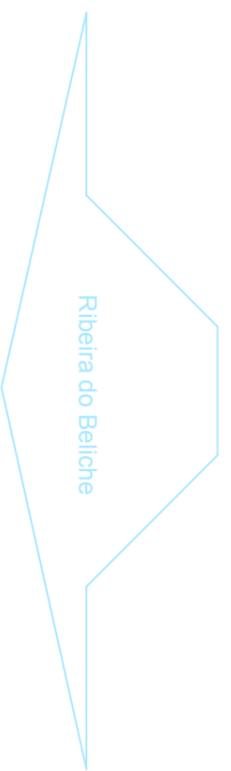
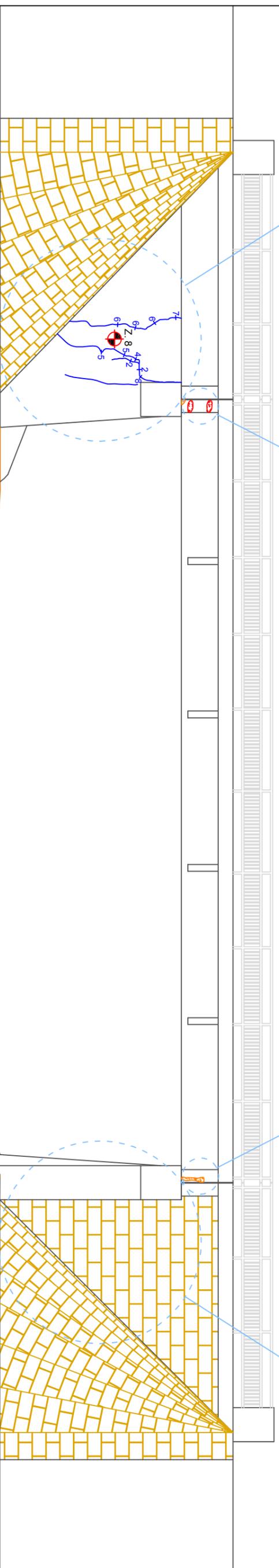
Instituto Politécnico de Tomar
Mestrado em Reabilitação Urbana

Unidade C.:	Estágio
Localização:	EN 122, Km 114+077 - Ponte do Beliche
Designação:	Mapeamento das anomalias - Alçado a Montante
Escala:	1/120
Data:	Junho de 2013
	Peça desenhada N.º
	3.2



Vila R. de Santo António

Beja



LEGENDA

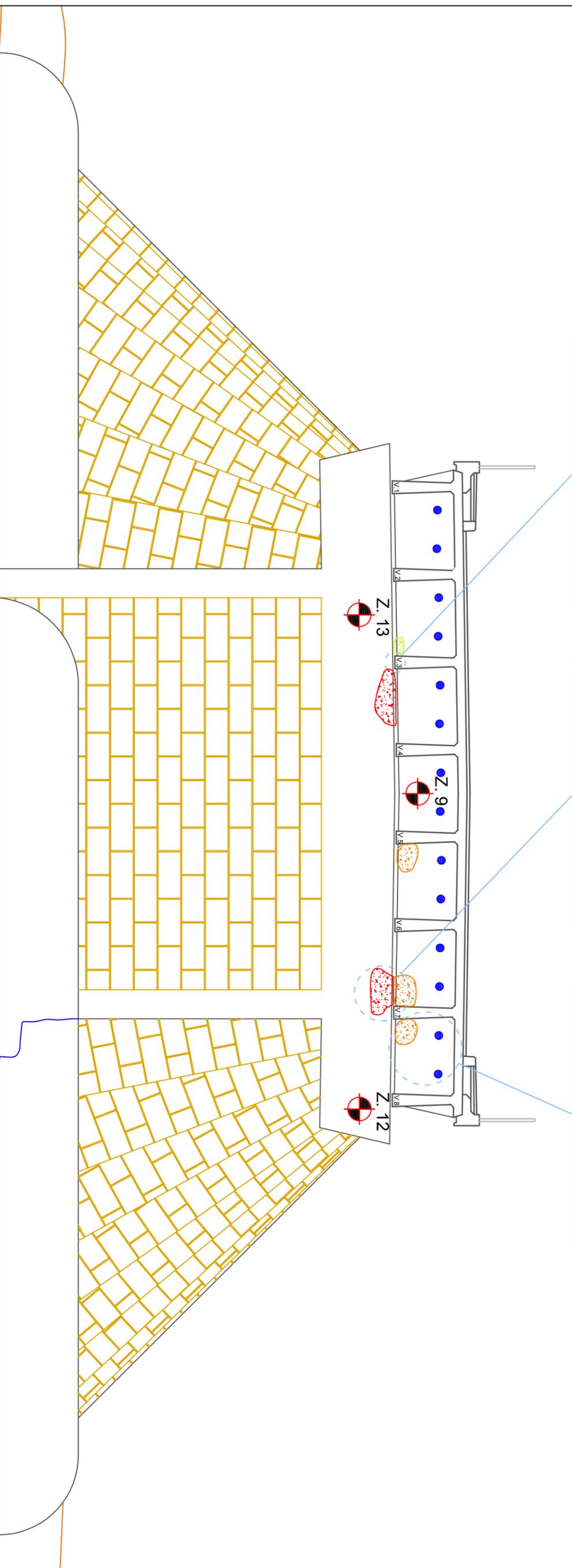
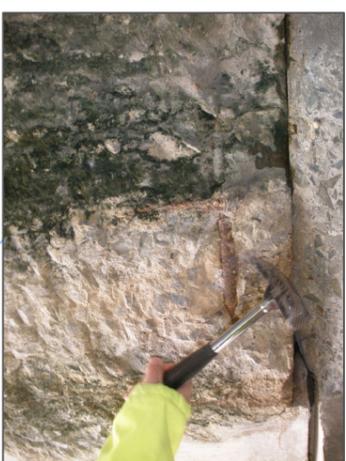
-  - DELAMINAÇÃO / ARMADURA EXPOSTA
-  - ARGAMASSA DESTACADA / FISSURADA / OCA
-  - OCOS / CHOCHOS
-  - FENDILHAÇÃO EXISTENTE NO PLANO (e ≥ 0,3 mm)
-  - FORMAÇÃO DE MICRO-ORGANISMOS
-  - ORIFÍCIO PARA TIGE, COM ESCORRIMENTO DE ÁGUA
-  - FISSURA COM EFLORESCÊNCIA (e < 0,3 mm)
-  - ZONA DE ENSAIOS

Nota: Todos os valores apresentados no mapeamento são em milímetros (mm).



Instituto Politécnico de Tomar
Mestrado em Reabilitação Urbana

Unidade C.:	Estágio
Localização:	EN 122, Km 114+077 - Ponte do Beliche
Designação:	Mapeamento das anomalias - Alçado a Lusante
Escala:	1/120
Data:	Junho de 2013
	Peça desenhada N.º
	3.3



LEGENDA

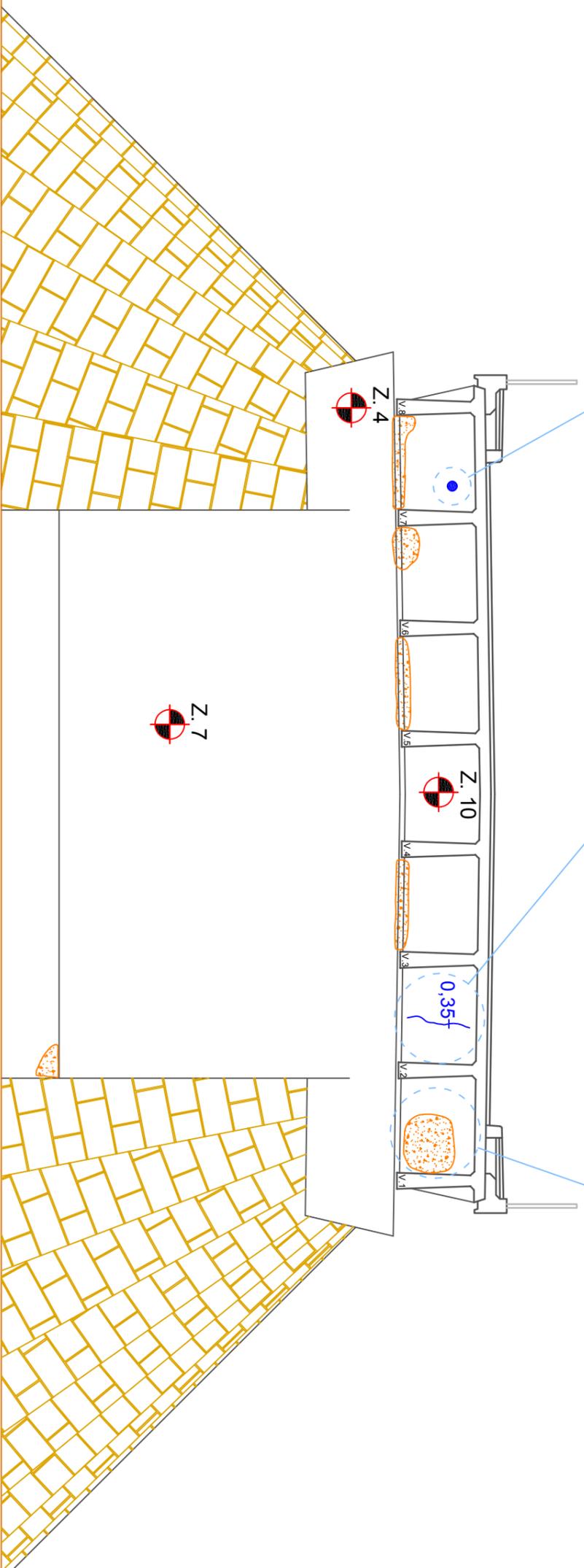
- DELAMINAÇÃO / ARMADURA EXPOSTA
- ARGAMASSA DESTACADA / FISSURADA / OCA
- OCOS / CHOCHOS
- FENDILHAÇÃO EXISTENTE NO PLANO (e ≥ 0,3 mm)
- FORMAÇÃO DE MICRO-ORGANISMOS
- ORIFÍCIO PARA TIGE, COM ESCORRIMENTO DE ÁGUA
- FISSURA COM EFLORESCÊNCIA (e < 0,3 mm)
- ZONA DE ENSAIOS

Nota: Todos os valores apresentados no mapeamento são em milímetros (mm).



Instituto Politécnico de Tomar
Mestrado em Reabilitação Urbana

Unidade C.:	Estágio	
Localização:	EN 122, Km 114+077 - Ponte do Beliche	
Designação:	Mapeamento das anomalias - Encontro Esquerdo	
Escala:	1/70	
Data:	Junho de 2013	
	Peça desenhada N.º	3 4



LEGENDA

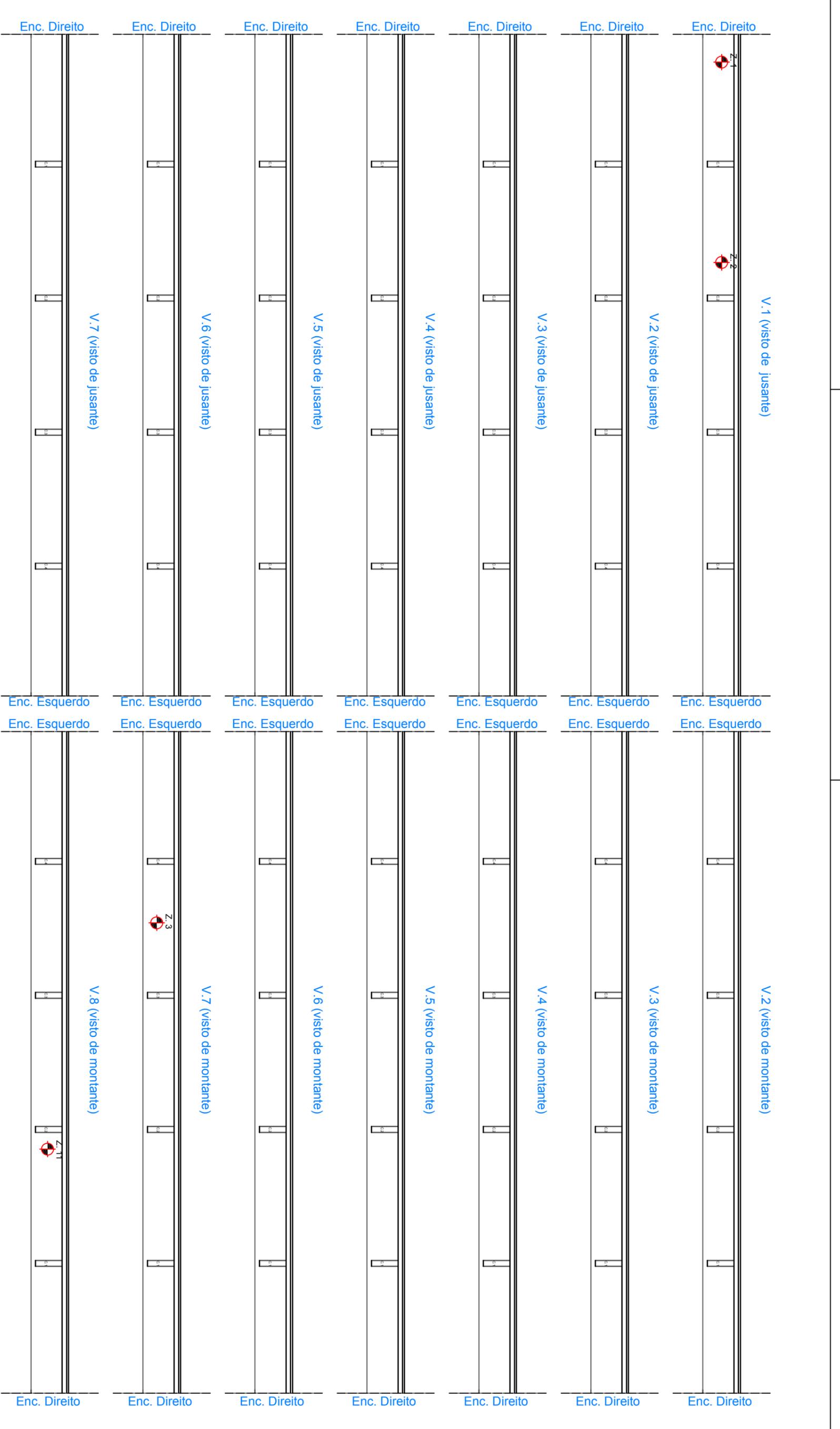
-  - DELAMINAÇÃO / ARMADURA EXPOSTA
-  - ARGAMASSA DESTACADA / FISSURADA / OCA
-  - OCOS / CHOCHOS
-  - FENDILHAÇÃO EXISTENTE NO PLANO ($e \geq 0,3 \text{ mm}$)
-  - FORMAÇÃO DE MICRO-ORGANISMOS
-  - ORIFÍCIO PARA TIGE, COM ESCORRIMENTO DE ÁGUA
-  - ZONA DE ENSAIOS
-  - FISSURA COM EFLORESCÊNCIA ($e < 0,3 \text{ mm}$)

Nota: Todos os valores apresentados no mapeamento são em milímetros (mm).



Instituto Politécnico de Tomar
Mestrado em Reabilitação Urbana

Unidade C.:	Estágio
Localização:	EN 122, Km 114+077 - Ponte do Beliche
Designação:	Mapeamento das anomalias - Encontro Direto
Escala:	1/70
Data:	Junho de 2013
	Peça desenhada N.º
	3 5



LEGENDA

- DELAMINAÇÃO / ARMADURA EXPOSTA
- ARGAMASSA DESTACADA / FISSURADA / OCA
- OCOS / CHOCHOS
- ZONA DE ENSAIOS
- FENDILHAÇÃO EXISTENTE NO PLANO (e ≥ 0,3 mm)
- FORMAÇÃO DE MICRO-ORGANISMOS
- ORIFÍCIO PARA TIGE, COM ESCORRIMENTO DE ÁGUA
- FISSURA COM EFLUORESCÊNCIA (e < 0,3 mm)

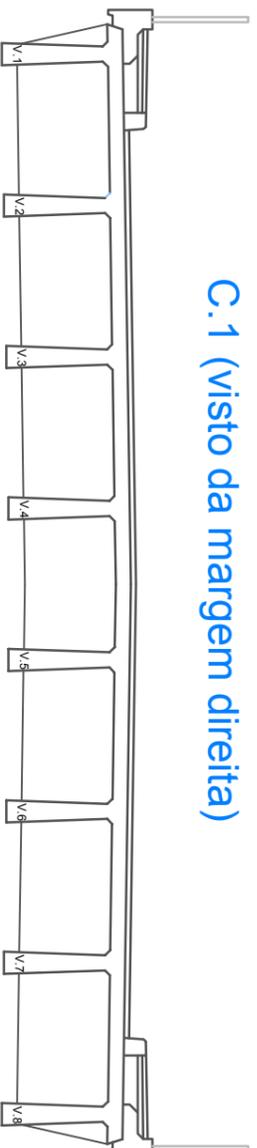
Nota: Todos os valores apresentados no mapeamento são em milímetros (mm).



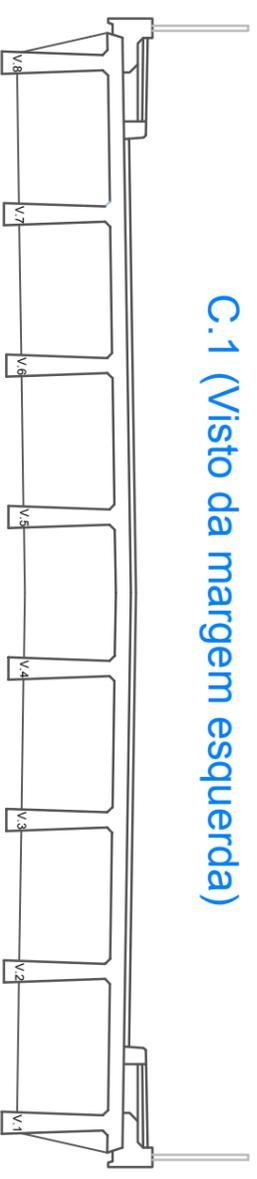
Instituto Politécnico de Tomar
Mestrado em Reabilitação Urbana

Unidade C.:	Estágio
Localização:	EN 122, Km 114+077 - Ponte do Beliche
Designação:	Mapeamento das anomalias - Vigas do Tabuleiro
Escala:	1/125
Data:	Junho de 2013
	Peça desenhada N.º
	3 6

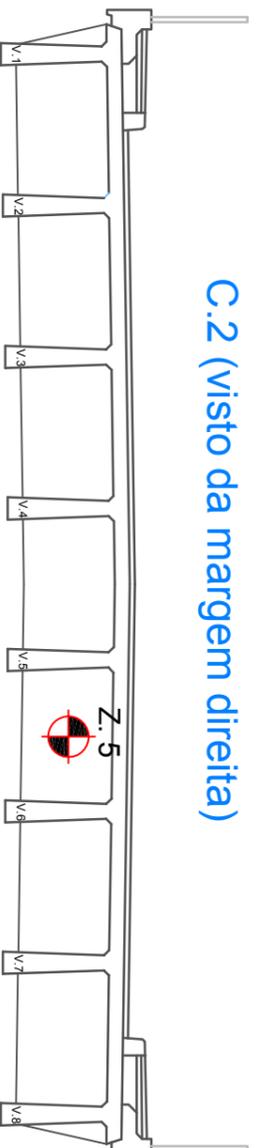
C.1 (visto da margem direita)



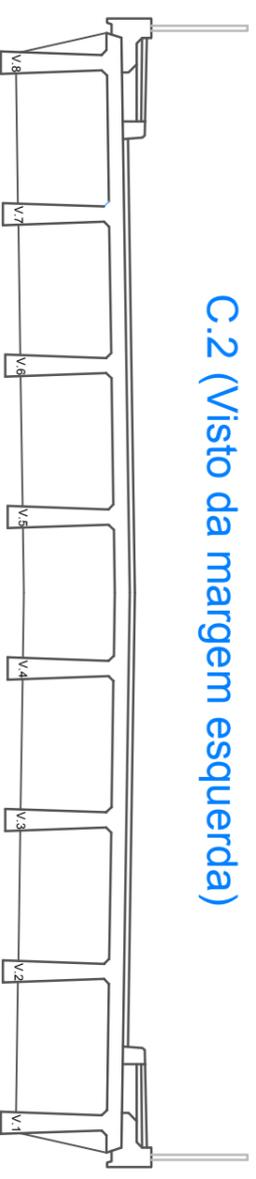
C.1 (Visto da margem esquerda)



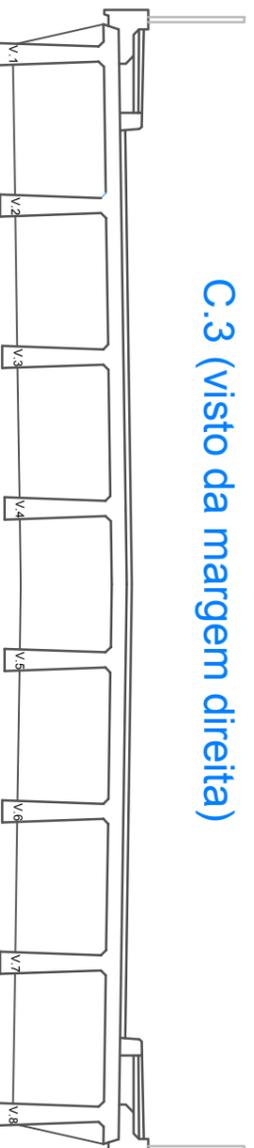
C.2 (visto da margem direita)



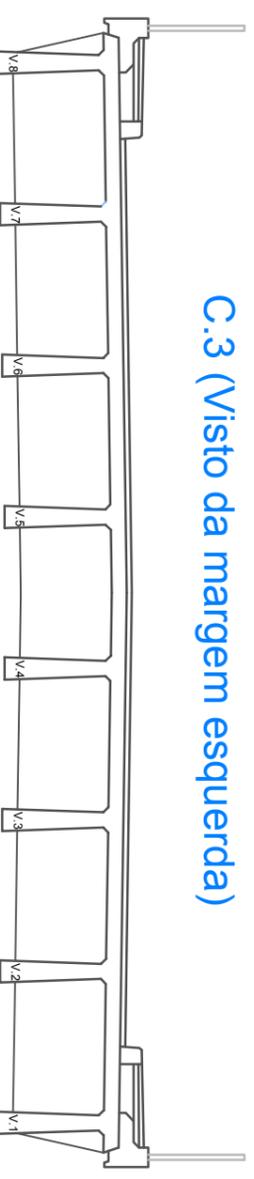
C.2 (Visto da margem esquerda)



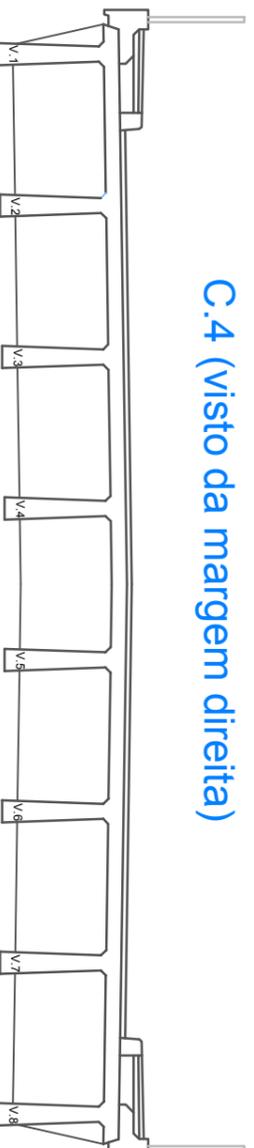
C.3 (visto da margem direita)



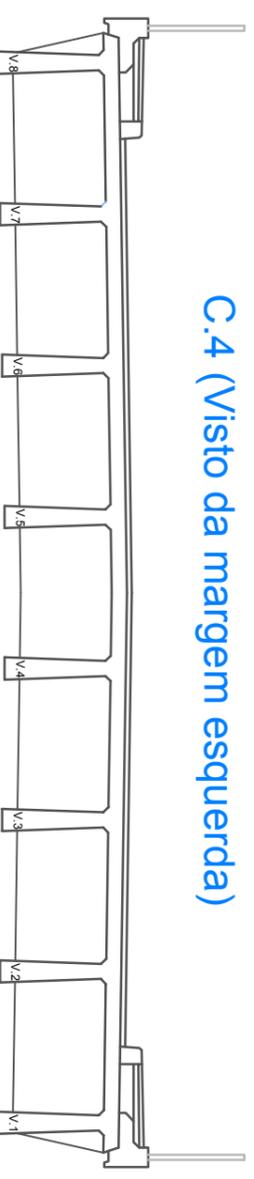
C.3 (Visto da margem esquerda)



C.4 (visto da margem direita)



C.4 (Visto da margem esquerda)



LEGENDA

 - DELAMINAÇÃO / ARMADURA EXPOSTA

 - FENDILHAÇÃO EXISTENTE NO PLANO (e ≥ 0,3 mm)

 - ARGAMASSA DESTACADA / FISSURADA / OCA

 - FORMAÇÃO DE MICRO-ORGANISMOS

 - OCOS / CHOCHOS

 - ORIFÍCIO PARA TIGE, COM ESCORRIMENTO DE ÁGUA

 - FISSURA COM EFLORESCÊNCIA (e < 0,3 mm)

 - ZONA DE ENSAIOS

Nota: Todos os valores apresentados no mapeamento são em milímetros (mm).



Instituto Politécnico de Tomar
Mestrado em Reabilitação Urbana

Unidade C.: Estágio

Localização: EN 122, Km 114+077 - Ponte do Beliche

Designação: Mapeamento das anomalias - Carlingas

Escala: 1/70

Data: Junho de 2013

Peça desenhada N.º 3.7

DESIGNAÇÃO	ELEMENTO ESTRUTURAL	LOCALIZAÇÃO	ENSAIOS REALIZADOS
Zona 1	Viga V.1	Face vertical da viga, junto ao encontro direito	Cr1, Re4, Cl1, Pe1, Rs1, Ca1
Zona 2	Viga V.1	Face vertical da viga, entre a carlinga C.1 e C.2 (junto à carlinga C.2)	Cr2, Cl3, Ca2, Pe2, Rs2, Es1
Zona 3	Viga V.7	Face vertical da viga, entre a carlinga C.3 e C.4	Cr3, Ca3
Zona 4	Encontro direito	Face da consola do encontro (prolongamento do muro testa)	Cr4, Ca4, Pe3, Rs3
Zona 5	Carlinga C.2	Face vertical da carlinga, entre a viga V.5 e V.6	Cr5, Re5, Ca5, Es2
Zona 6	Laje	Laje do tabuleiro, entre a carlinga C.1 e C.2 (próximo da viga V.7)	Cr6, Re6, Ca6
Zona 7	Encontro direito	Muro testa do encontro	Re1, Es3
Zona 8	Encontro direito	Muro em betão, do lado jusante	Re2, Es4
Zona 9	Carlinga do enc. esquer.	Face vertical da carlinga do encontro esquerdo, entre a viga V.4 e V.5	Cl4, Es5
Zona 10	Carlinga do enc. direito	Face vertical da carlinga do encontro direito, entre a viga V.4 e V.5	Cl2
Zona 11	Viga V.8	Face vertical da viga, entre a carlinga C.1 e C.2 (junto à carlinga C.2)	Pe4, Rs4
Zona 12	Encontro esquer.	Face da consola do encontro (prolongamento do muro testa)	Es6
Zona 13	Encontro esquer.	Muro testa do encontro esquerdo	Es7
Zona 14	Laje	Consola da laje, sobre zona do encontro direito	Re3, Es8

CÓDIGO	DESIGNAÇÃO
Cr	Extração de carotes para Ensaios de Compressão
Re	Medição do recobrimento das armaduras
Ca	Medição da profundidade de carbonatação
Cl	Medição do teor em cloretos do betão
Pe	Medição do potencial eléctrico das armaduras
Rs	Medição da resistividade eléctrica e grau de humidade do betão
Es	Ensaio Esclerométrico



Instituto Politécnico de Tomar
Mestrado em Reabilitação Urbana

Unidade C.: Estágio

Localização: EN 122, Km 114+077 - Ponte do Beliche

Designação: Quadro de localização das zonas de ensaio

Escala: S/E

Data: Junho de 2013

Peça desenhada N°:

3.8

Anexo IV

Resultado de um dos Ensaio da Medição da Resistividade Elétrica do Betão



Determinação da Velocidade da Corrosão

Unidade C.:	Estágio	Boletim:	1
Obra:	Ponte do Beliche	Data Ensaio:	27-02-2013
Local:	EN 122 - Km114+077	Equipamento:	RESI
Norma Aplicada:	(indicações do manual do equipamento)	Grau Incertz. Equipamento	± 1 KΩcm

Valores determinados no equipamento

Localização	Leitura em %	Valor da Resistividade KΩcm	Interpretação dos Valores
Zona 1 - RS 1 (Viga V1)	11,0	99,0	Contacto electr. Diminuto (<20%). Resistividade elevada (99KΩcm). Corrosão improvável
	11,0	99,0	
	11,0	99,0	
	0,0	99,0	
	0,0	99,0	
	10,0	99,0	
	16,0	99,0	
	21,0	99,0	
	16,0	99,0	
	12,0	99,0	
	12,0	99,0	
	16,0	99,0	
	17,0	99,0	
	14,0	99,0	
	0,0	99,0	
	19,0	99,0	
	19,0	99,0	
	16,0	99,0	
	12,0	99,0	
	14,0	99,0	
30,0	99,0		
26,0	99,0		
20,0	99,0		
18,0	99,0		
18,0	99,0		

Observações:

Equipamento sujeito à verificação dos padrões de calibração antes e depois da realização dos ensaios.

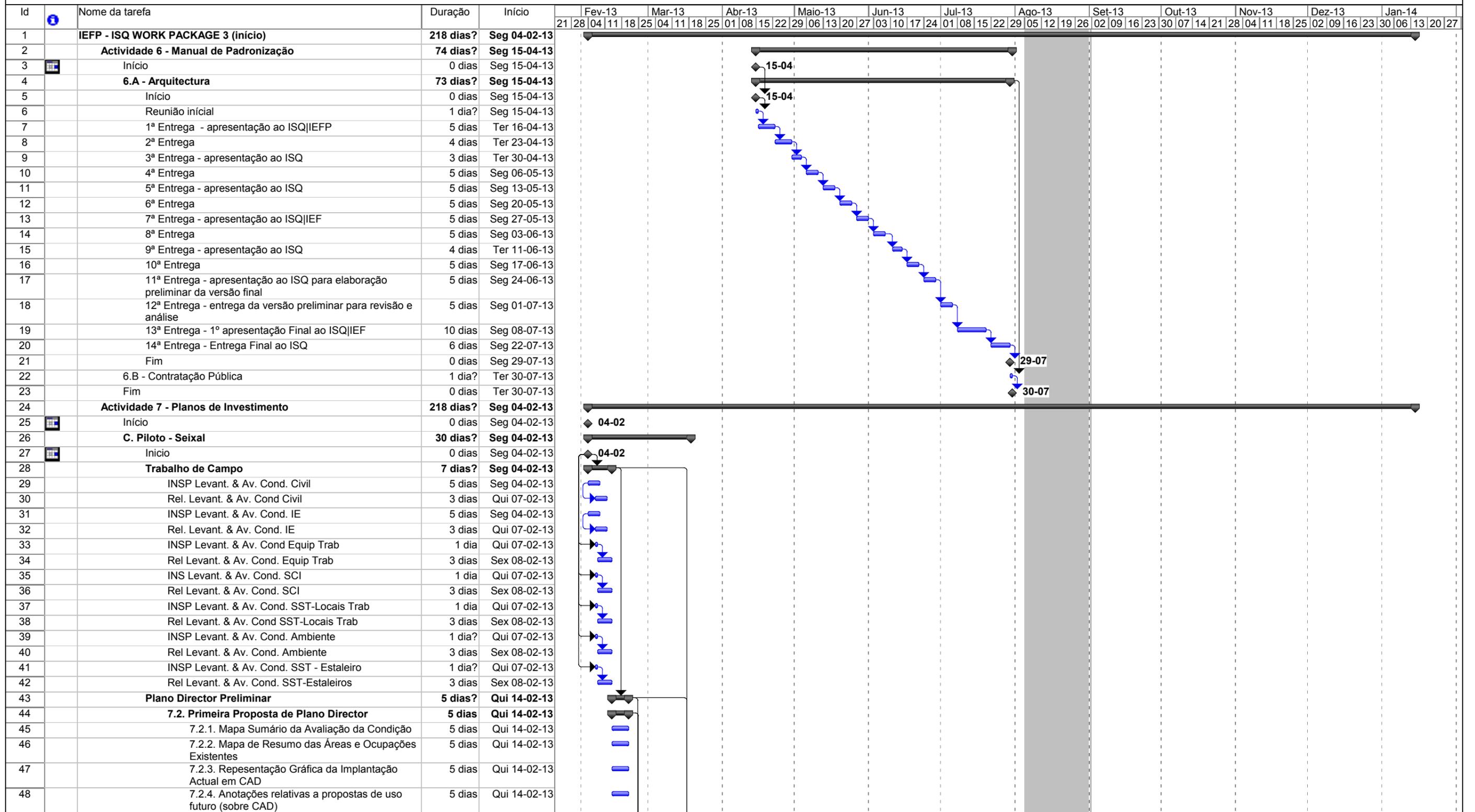
Boletim da autoria do ISQ.

Os resultados expressos neste boletim referem-se exclusivamente aos produtos ensaiados

Anexo V

Planeamento das Atividades 6 e 7 do Projeto de Requalificação dos Institutos - IEFP

Planeamento ISQ - IEFP

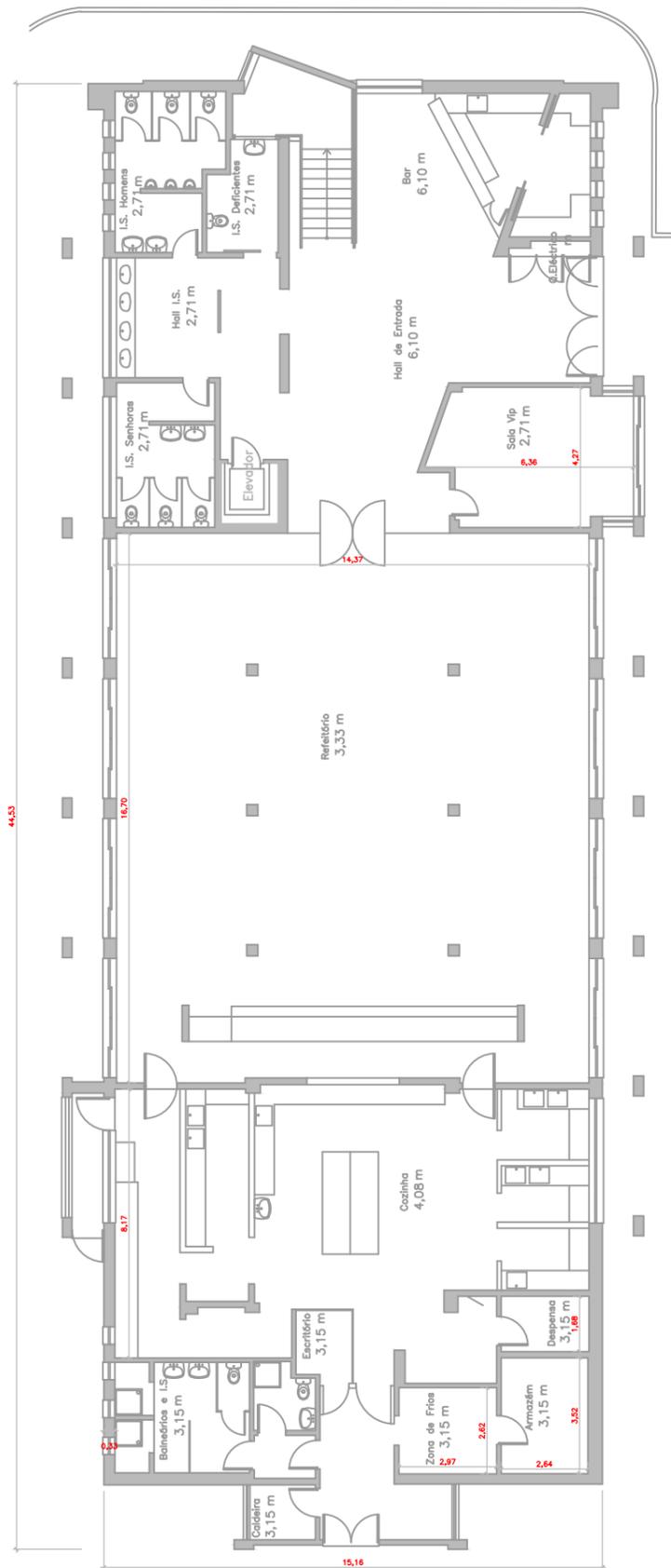


Projeto: IEFP-ISQ(modelo de planean
Data: Qua 15-05-13

Crítica		Divisão		Etapa da linha de base		Resumo do projeto		Baseline	
Divisão crítica		Andamento da tarefa		Etapa		Tarefas externas			
Andamento crítico		Linha de base		Andamento do resumo		Etapa externa			
Tarefa		Divisão da linha de base		Resumo		Data limite			

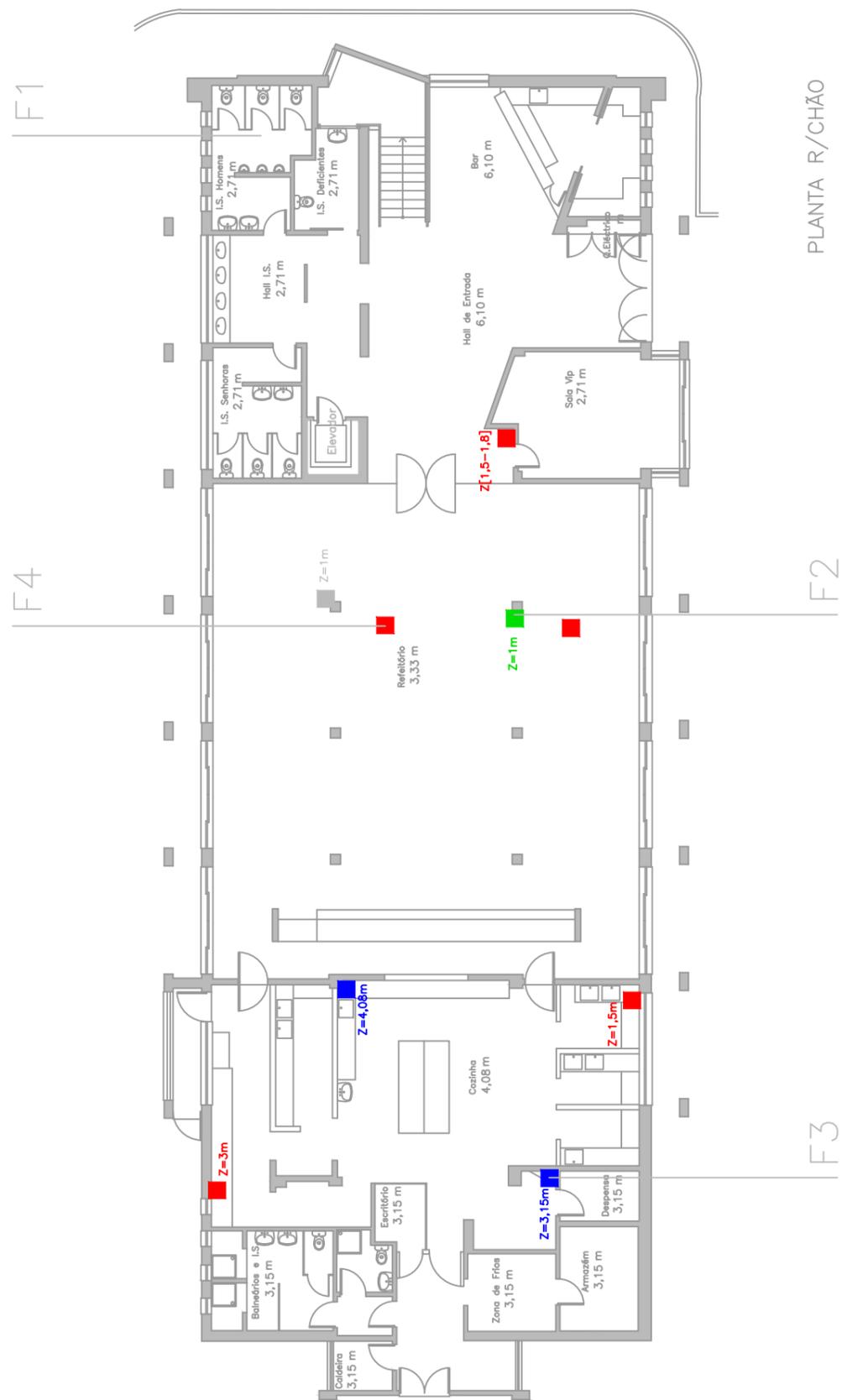
Anexo VI

Levantamento e Avaliação da Condição de um dos Edifícios do Serviço de Formação Profissional de Alverca



PLANTA R/CHÃO

		SERVIÇO DE FORMAÇÃO PROFISSIONAL DE ALVERCA AV. Infante D. Pedro – 2615 Alverca		 IMPLANTAÇÃO
		DIRECÇÃO SERVIÇOS DE INSTALAÇÕES N.º CADASTRO		
		LEVANTAMENTO E AVALIAÇÃO DA CONDIÇÃO EDIFÍCIO C		Desenho n.º SFP-ALVERCA_LEV&AC_007_00
		PLANTAS – LEVANTAMENTO PISO 0		DATA: JUNHO 2013
		FILE SFP-ALVERCA_LEV&AC_007_00.DWG		VERIFICADO POR Ana Mateus



PLANTA R/CHÃO



F1 – Revestimentos com "grafittis"



F2 – Degradação do revestimento



F3 – Vestígios de Humidade



F4 – Fissuração

OBSERVAÇÕES GERAIS:

I. Instalação sanitária (homens) encontram-se com "grafittis" nos revestimentos.

I.I. Balneários cozinha sem utilização do duche devido ao problema das saídas de água.

LEGENDA DE ANOMALIAS

- Fissuração
- Infiltração de Água/ Vestígios de Humidade
- Destacamento/Ausência ou degradação do revestimento
- Corrosão dos Elementos Metálicos
- Deformações (elementos horizontais)/movimentações (elementos verticais)
- Outros
- G Geral (anomalia em todo o elemento)



SERVIÇO DE FORMAÇÃO PROFISSIONAL DE ALVERCA
AV. Infante D. Pedro – 2615 Alverca

DIRECÇÃO SERVIÇOS DE INSTALAÇÕES

NºCADASTRO

LEVANTAMENTO E AVALIAÇÃO DA CONDIÇÃO
EDIFÍCIO C

Desenho nº

SFP-ALVERCA_LEV&AC_008_00

AUTOR



PLANTAS – AVALIAÇÃO DA CONDIÇÃO

DATA:
JUNHO 2013

ESCALA:
1/200

FILE
SFP-ALVERCA_LEV&AC_007_00.DWG

VERIFICADO POR

Ana Mateus

PISO 0

Anexo VII

Resumo Diário do Estágio Curricular

Out-12	Sex - 12	<p>Reunião de apresentação no ISQ com Eng.º. João Maia (responsável pelo departamento de Construção Civil) e Eng^a. Ana Luísa (orientadora da entidade de acolhimento).</p> <p>Nesta reunião foi mencionado o funcionamento da empresa, os tipos de clientes e os tipos de trabalhos que são prestados pela empresa.</p> <p>Também foram apresentadas as instalações bem como todos os funcionários que poderão intervir no estágio.</p> <p>Das instalações apresentadas realça-se o compartimento onde estão guardados os meios auxiliares de diagnóstico (houve uma explicação de todos os aparelhos e respetivos ensaios).</p>	
	Ter - 16	<p>Reunião no ISQ com Eng.º. João Maia, Eng^a. Ana Luísa e Eng^a Lurdes Belgas (professora orientadora do estágio por parte da instituição de ensino).</p> <p>Nesta reunião foi apresentado e acordado o plano do estágio curricular proposto.</p> <p>Foram ainda apresentadas as instalações do ISQ, bem como os diferentes departamentos.</p>	
	Qua - 17	<p>[Tarde]</p> <p>Análise dos documentos de sub-processos, "Serviço de Inspeção para Reabilitação de Estruturas" e "Serviço de Inspeção de Pontes".</p> <p>Foram também analisados os documentos de "Instruções de Trabalho QCR", Ensaio de Determinação do Teor em Cloretos do Betão, Ensaio de Medição da Profundidade de Carbonatação de um Betão, Ensaio de Determinação do Estado de Corrosão de uma Armadura e Ensaio de Determinação da Resistência Superficial de um Betão.</p>	
	Qui - 18	[Manhã]	<p>Continuação e conclusão da análise dos documentos de "Instrução de Trabalho QCR", Ensaio para a Verificação da Integridade Estrutural e Determinação da Resistência de um Betão, Recolha e Preparação de Carotes de Betão, Ensaio de Medição de Espessuras de Recobrimento e Geometria das Armaduras, Ensaio de Determinação da Saturação e Porosidade, Monitorização e Medição de Fissuras, Ensaio de Tração no Local (Pull-Off), Ensaio de Determinação da Velocidade da Corrosão, Ensaio Sónico em Estacas "PIT" e Ensaio Sónico em Estacas "CrossHole".</p> <p>Análise de um relatório de uma inspeção técnica feita a um condomínio em Lisboa. Este relatório faz referência a uma avaliação do estado de conservação do revestimento, em elementos cerâmicos, das paredes exteriores.</p>
		[Tarde]	<p>Análise de outro relatório técnico que referencia a vistoria feita a um edifício de arquivo de uma Câmara Municipal de Serpa.</p> <p>Leitura de alguma bibliografia relacionada com reabilitação e ensaios em edifícios: "Inspeções e Ensaios na Reabilitação de Edifícios" (Vitor Coias), "Conservação e reabilitação de edifícios recentes" (LNEC), Revestimentos de paredes em edifícios antigos" e Reabilitação de Edifícios Antigos (João Appleton)".</p>
Sex - 19	[Manhã]	<p>Análise de um relatório de uma inspeção técnica feita a um auditório municipal da camara do Barreiro.</p> <p>Este relatório faz referência à avaliação do estado de conservação do edifício.</p> <p>Foi também analisado o plano de manutenção proposto para o auditório.</p>	

Out-12	Sex - 19	[Tarde] Análise de três relatórios de inspeções técnicas feitas aos seguintes edifícios: um edifício dum condomínio em Faro, dois edifícios escolares no concelho de Carregal do Sal e do Museu da Eletricidade. O relatório do edifício em Faro referenciava a avaliação do estado de conservação e conforto entre as soluções construtivas implementadas em obra e as preconizadas em projeto. O relatório da inspeção técnica aos dois edifícios escolares descreve a avaliação feita ao sistema estrutural dos mesmos. O relatório feito com base na Inspeção técnica ao Museu da Eletricidade consiste numa descrição das anomalias observadas através de inspeção visual, procedimentos de reparação para essas anomalias e num plano de manutenção para o Museu.
	Qui - 25	[Manhã] Análise de três relatórios de inspeções técnicas feitas às seguintes obras de arte: Ponte da Escravilheira, Ponte sobre o rio Tâmega e Viaduto da auto-estrada A1. Estes relatórios fazem referência à inspeção visual, ensaios e análise laboratorial.
		[Tarde] Análise do manual de inspeção e manual de inspetor de obras de arte, do ISQ.
	Sex - 26	[Manhã] Análise de documentos fornecidos num seminário dado pelo LNEC em 2010, sobre os Eurocódigos. Foram analisados os seguintes Eurocódigos: * Eurocódigo - Bases para o projeto * Eurocódigo 1 - Ações em estruturas * Eurocódigo 2 - Projeto de estruturas de betão
		[Tarde] Continuação da análise dos Eurocódigos, foram analisados os seguintes regulamentos: * Eurocódigo 3 - Projeto de estruturas de aço; * Eurocódigo 7 - Projeto geotécnico; * Eurocódigo 8 - Projeto de estruturas de alumínio.
Qua - 31	[Tarde] Caracterização visual de 5 carotes e um cubo em betão, esta caracterização consistiu na identificação da amostra (através de número e fotografia), dimensões da amostra, descrição da amostra e observações.	
Nov-12	Qua - 7	[Manhã] Visita de estudo à Sanitana. Foi apresentado toda a fábrica de loiças sanitárias e de acrílicos.
		[Tarde] Visita de estudo à Umbelino Monteiro. Durante a visita de estudo foi apresentado todas as secções do processo de fabrico da telha.
	Qui - 8	[Manhã] e [Tarde] Primeiro dia do 3º Congresso de Habitação social.

Nov-12	Sex - 9	[Manhã] e [Tarde] Segundo dia do 3º Congresso de Habitação Social.
	Ter - 13	[Tarde] Colaboração na visita previa à ponte de Figueira da Foz. Nesta pré-inspeção houve uma inspeção visual das zonas a inspecionar, de modo a planear os trabalhos e meios para a inspeção.
	Qui - 15	[Manhã] Análise da proposta para a inspeção e ensaios na Ponte da Figueira da Foz e análise dos documentos fornecidos.
		[Tarde] Continuação da análise dos documentos e quantificação dos equipamentos necessários para a inspeção técnica.
	Sex - 16	[Manhã] Análise de inspeções técnicas feitas á Ponte da Figueira da Foz pelo ISQ nos anos passados.
		[Tarde] Continuação da análise dos documentos e visualização de um vídeo de uma inspeção técnica subaquática á Ponte de Monção.
	Qua - 21	[Tarde] Pesquisa para a elaboração do relatório de estágio.
	Qui - 22	[Manhã] Continuação da pesquisa para a elaboração do relatório de estágio.
		[Tarde] Análise de atas do primeiro Congresso Nacional em Segurança e Conservação de Pontes, Lisboa - 1 a 2 de julho de 2009.
	Sex - 23	[Manhã] e [Tarde] Conferência sobre Reabilitação Urbana no LNEC.
	Qua - 28	[Tarde] Análise de dois relatórios referentes às seguintes inspeções técnicas: Ponte do Barral no concelho de Albufeira e a um edifício habitacional na urbanização Colinas do Cruzeiro.
	Qui - 29	[Manhã] Análise do relatório da inspeção técnica feita ao a um edifício em Paço D' Alameda.
[Tarde] Análise de dois relatórios referentes às seguintes inspeções técnicas: CIMPOR - fábrica de Souselas e a dois terraços de um edifício na Calçada do Tojal.		
Sex - 30	[Manhã] Análise de parte do relatório da inspeção técnica feita ao armazém da estação Foz Tua.	

Nov-12	Sex - 30	[Tarde] Conclusão da análise ao relatório da inspeção técnica feita ao armazém da estação Foz Tua. Elaboração do relatório de estágio.
	Qua - 5	[Manhã] e [Tarde] Colaboração no primeiro dia da Inspeção técnica á Ponte da Figueira da Foz.
Dez-12	Qui - 6	[Manhã] e [Tarde] Continuação da elaboração do relatório de estágio.
	Sex - 7	[Manhã] Colaboração na inspeção técnica á fração do 5º G do Bloco 3 do edifício Apartamentos Dinis Mar.
		[Tarde] Início do relatório da inspeção técnica feita á fração do 5º G do Bloco 3 do edifício Apartamentos Dinis Mar.
	Qua - 12	[Manhã] e [Tarde] Colaboração no terceiro dia da inspeção técnica á Ponte da Figueira da Foz.
	Qui - 13	[Manhã] Colaboração na descarga da carrinha e transporte dos equipamentos para o laboratório de betão.
		[Tarde] Continuação da elaboração do relatório de estágio.
	Sex - 14	[Manhã] Continuação da elaboração do relatório de estágio.
		[Tarde] Colaboração na extração de pó em carotes para posterior se determinar o teor de cloretos.
	Qua - 19	[Tarde] Análise de uma tese de mestrado "Efeitos Estruturais das Reações Químicas Expansivas no Betão".
	Qui - 20	[Manhã] e [Tarde] Elaboração de um mapeamento de anomalias através do programa Autocad.
Sex - 21	[Manhã] e [Tarde] Continuação da elaboração do mapeamento de anomalias através do programa Autocad.	
Jan-13	Qua - 16	[Tarde] Continuação da elaboração do mapeamento de anomalias através do programa Autocad.
	Qui - 17	[Manhã] e [Tarde] Continuação da elaboração do mapeamento de anomalias através do programa Autocad.

Jan-13	Sex - 18	[Manhã] e [Tarde] Inspeção técnica á ponte da Figueira da Foz (mapeamento dos dois pegões mais a sul).
	Qua - 23	[Tarde] Continuação da elaboração do mapeamento de anomalias através do programa Autocad.
	Qui - 24	[Manhã] e [Tarde] Continuação da elaboração do mapeamento de anomalias através do programa Autocad.
	Sex - 25	[Manhã] e [Tarde] Continuação da elaboração do mapeamento de anomalias através do programa Autocad.
	Qui - 31	[Manhã] e [Tarde] Continuação da elaboração do mapeamento de anomalias através do programa Autocad.
Fev-13	Sex - 1	[Manhã] e [Tarde] Continuação da elaboração do mapeamento de anomalias através do programa Autocad.
	Qua - 6	[Tarde] Continuação da elaboração do mapeamento de anomalias através do programa Autocad.
	Qui - 7	[Manhã] e [Tarde] Conclusão da elaboração do mapeamento de anomalias através do programa Autocad.
	Sex - 8	[Manhã] e [Tarde] Continuação da elaboração do relatório de estágio.
	Qua - 13	[Tarde] Análise da pré-inspeção feita á Ponte do Beliche.
	Qui - 14	[Manhã] e [Tarde] Análise do Plano de Inspeção e Ensaios, respetivo á Ponte do Beliche.
	Sex - 15	[Manhã] Análise do Plano de Sinalização, a implementar durante a Inspeção á Ponte do Beliche.
		[Tarde] Análise da norma NP EN 206-1 de 2007.
	Seg - 25	[Manhã] e [Tarde] Preparação e carregamento do material necessário na carrinha, para a inspeção técnica á ponte do Beliche.
Ter - 26	[Manhã] e [Tarde] Primeiro dia da inspeção técnica á ponte do Beliche.	

Fev-13	Qua - 27	[Manhã] e [Tarde] Segundo dia da inspeção técnica á ponte do Beliche.
	Qui - 28	[Manhã] Elaboração de alterações em peças desenhadas através do programa Autocad.
		[Tarde] Preparação e organização da pasta que contem toda a documentação referente á inspeção técnica á Ponte do Beliche.
Mar-13	Sex - 1	[Manhã] O estagiário colaborou na impressão e dobragem de peças desenhada que irão integrar um relatório.
		[Tarde] Análise visual de seis carotes.
	Ter - 5	[Tarde] Entrega de seis carotes no laboratório do ISQ, para Ensaio de Compressão Iniciação do mapeamento em Autocad das anomalias identificadas na Ponte do Beliche.
	Qua - 6	[Manhã] e [Tarde] Continuação da elaboração do mapeamento em Autocad das anomalias identificadas na Ponte do Beliche.
	Qui - 7	[Manhã] e [Tarde] Conclusão do mapeamento em Autocad das anomalias identificadas na Ponte do Beliche.
	Sex - 8	[Manhã] e [Tarde] Preparação das peças desenhadas, impressão e dobragem das mesmas.
	Seg - 11	[Manhã] e [Tarde] Pesquisa sobre as recções expansivas no betão.
	Ter - 12	[Manhã] e [Tarde] Continuação do relatório de estágio.
	Qua - 13	[Manhã] Visita de estudo ao Itecons - Coimbra.
		[Tarde] Visita de estudo à TÉKETO - Aveiro.
	Qui - 14	[Tarde] Aula prática sobre agregados e betuminosos.
	Seg - 18	[Manhã] e [Tarde] Colaboração no ensaio à compressão de 6 carotes.
	Ter - 19	[Manhã] Continuação da elaboração do relatório de estágio.

Mar-13	Ter - 19	[Tarde] Colaboração na preparação do material necessário para a realização de uma inspeção técnica.
	Qua - 20	[Manhã] e [Tarde] Pesquisa sobre procedimentos de ensaios para o betão.
	Qui - 21	[Manhã] e [Tarde] Análise de documentos sobre a determinação do teor em cloretos num betão.
	Sex - 22	[Manhã] e [Tarde] Análise de documentos sobre ensaios à compressão de carotes.
Abr-13	Seg - 01	[Manhã] Impressão de um gráfico de Gantt referente às atividades a realizar numa inspeção técnica. [Tarde] Continuação da elaboração do relatório de estágio.
	Ter - 02	[Manhã] e [Tarde] Pesquisa sobre ensaios de diagnóstico para o betão e continuação do relatório de estágio.
	Qua - 03	[Manhã] e [Tarde] Pesquisa sobre ensaios de diagnóstico para o betão e continuação do relatório de estágio.
	Qui - 04	[Manhã] e [Tarde] Pesquisa sobre ensaios de diagnóstico para o betão e continuação do relatório de estágio.
	Sex - 05	[Manhã] e [Tarde] Pesquisa sobre ensaios de diagnóstico para o betão e continuação do relatório de estágio.
	Qua - 10	[Manhã] e [Tarde] Impressão de peças desenhadas.
	Qui - 11	[Manhã] e [Tarde] Corte e dobragem de peças desenhadas.
	Sex - 12	[Manhã] e [Tarde] Organização de uma pasta de obra.
	Seg - 15	[Manhã] e [Tarde] Elaboração de um Planeamento de um Projeto através do programa Microsoft Project.
	Ter - 16	[Manhã] e [Tarde] Continuação da elaboração do Planeamento através do programa Microsoft Project.
	Qua - 17	[Manhã] e [Tarde] Continuação da elaboração do Planeamento através do programa Microsoft Project.

Abr-13	Qui - 18	[Manhã] e [Tarde] Continuação da elaboração do Planeamento através do programa Microsoft Project.
	Sex - 19	[Manhã] e [Tarde] Continuação da elaboração do Planeamento através do programa Microsoft Project.
	Seg - 22	[Manhã] e [Tarde] Continuação da elaboração do Planeamento através do programa Microsoft Project.
	Ter - 23	[Manhã] e [Tarde] Tratamento de peças desenhadas no programa Autocad e impressão das mesmas.
	Qua - 24	[Manhã] e [Tarde] Continuação da elaboração do Planeamento através do programa Microsoft Project.
	Seg - 29	[Manhã] Alterações no documento em Microsoft Project.
		[Tarde] Alteração da escala de peças desenhadas e inserção de fotografias num mapeamento de anomalias (programa Autocad).
Ter - 30	[Manhã] e [Tarde] Alteração da escala de umas peças desenhadas e do tamanho da folha (programa Autocad).	
Mai-13	Seg - 6	[Manhã] e [Tarde] Alterações no documento em Microsoft Project.
	Ter - 7	[Manhã] e [Tarde] Alterações no documento em Microsoft Project.
	Qua - 8	[Manhã] e [Tarde] Elaboração de alterações em peças desenhadas através programa Autocad.
	Qui - 9	[Manhã] e [Tarde] Elaboração de alterações em peças desenhadas através programa Autocad.
	Sex - 9	[Manhã] e [Tarde] Elaboração de alterações em peças desenhadas através programa Autocad.
	Ter - 14	[Manhã] e [Tarde] Elaboração de alterações em peças desenhadas através programa Autocad.
	Qua - 15	[Manhã] Elaboração de alterações em peças desenhadas através programa Autocad.
		[Tarde] Impressão, corte e dobragem de peças desenhadas.
	Qui - 16	[Manhã] e [Tarde] Elaboração de alterações em peças desenhadas através programa Autocad.
Sex - 17	[Manhã] e [Tarde] Elaboração de alterações em peças desenhadas através programa Autocad.	

Mai-13	Seg - 20	[Manhã] e [Tarde] Entrega do relatório preliminar.
	Qua - 22	[Manhã] Elaboração de alterações em peças desenhadas através programa Autocad.
		[Tarde] Colaboração no planeamento da empreitada de requalificação do Centro de Formação Profissional do Seixal (programa Microsoft Project).
	Qui - 23	[Manhã] Colaboração na inspeção técnica a um edifício de escritórios no Campo Grande (apresenta destacamento do revestimento exterior (pedra) e vestígios de humidade no interior).
		[Tarde] Elaboração de alterações em peças desenhadas através programa Autocad.
	Sex - 24	[Manhã] Acompanhamento de uma visita a uma obra no Campo Pequeno. Foi visionado a fixação das pedras naturais que revestem a fachada e a impermeabilização de floreiras.
		[Tarde] Elaboração de alterações em peças desenhadas através programa Autocad.
	Ter - 29	[Manhã] e [Tarde] Elaboração de alterações em peças desenhadas através programa Autocad.
Qui - 30	[Manhã] e [Tarde] Colaboração no levantamento e avaliação da condição do Centro de Formação Profissional de Alverca.	
Sex - 31	[Manhã] e [Tarde] Colaboração no levantamento e avaliação da condição do Centro de Formação Profissional de Alverca.	
Jun-13	Seg - 3	[Manhã] e [Tarde] Colaboração no levantamento e avaliação da condição do Centro de Formação Profissional de Alverca.
	Ter - 4	[Manhã] e [Tarde] Colaboração no levantamento e avaliação da condição do Centro de Formação Profissional de Alverca.
	Qua - 5	[Manhã] e [Tarde] Elaboração de alterações em peças desenhadas através programa Autocad.
	Qui - 6	[Manhã] e [Tarde] Elaboração de alterações em peças desenhadas através programa Autocad.