

JPEE 2022 – A REABILITAÇÃO DA PONTE 25 DE ABRIL – PROCESSOS CONSTRUTIVOS



José Paulo Costa

Adm./Dir.
Stap, SA
Lisboa
jpcosta@stap.pt



Raquel F. Paula

Adj. Dir.
Stap, SA
Lisboa
raquelpaula@stap.pt



João Parreira

Dir. Obra
Stap, SA
Lisboa
jcparreira@stap.pt

SUMÁRIO

A magnífica Ponte 25 de Abril sobre o rio Tejo é um ícone da cidade de Lisboa. Inaugurada em 1966, assume ainda hoje uma importância estratégica no acesso à cidade.

Apresentam-se, sucintamente, os principais trabalhos de intervenção estrutural realizados na ponte suspensa, no âmbito da empreitada designada por “Ponte 25 de Abril - Trabalhos de Reparação e Conservação II”.

Palavras-chave: Ponte, reabilitação, conservação, reforço, aparelhos de apoio.

1. INTRODUÇÃO

A Ponte 25 de Abril e o Viaduto de acesso Norte têm estado sujeitos a um conjunto abrangente de diferentes trabalhos de natureza estrutural e construtiva, no âmbito da empreitada “Ponte 25 de Abril – Trabalhos de Reparação e Conservação II”. A execução dos trabalhos, pelo Consórcio Sacyr Somague e Stap, tem decorrido de forma quase imperceptível para os milhares de pessoas que todos os dias percorrem a Ponte, embora se trate de uma empreitada extensa e que envolve determinados trabalhos de maior complexidade.

Na presente comunicação apresenta-se uma descrição sucinta dos principais trabalhos da intervenção estrutural realizada na viga de rigidez da ponte suspensa. Além desta intervenção, a empreitada compreende o seguinte: a reparação do maciço de fundação do

pilar 3, a reabilitação e substituição de passadiços transversais da ponte suspensa, seccionamento dos painéis acústicos para instalação de portas nos passadiços do tabuleiro ferroviário do Viaduto Norte, a reabilitação dos apoios do encontro do Viaduto Norte, a substituição dos bloqueadores de deslocamentos transversais das juntas de dilatação do Viaduto Norte e as reparações superficiais dos seus elementos de betão.

Sobre a viga de rigidez da Ponte assenta o tabuleiro rodoviário, composto por uma grelha metálica suportada directamente por transversinas que, por sua vez, apoiam sobre 7 longarinas. Cada longarina, que com 23 metros de comprimento, vence dois vãos consecutivos, está fixada a meio numa carlinga (viga triangulada) da estrutura principal (painéis ímpares) e simplesmente apoiada nas carlingas que se situam sob as suas extremidades (painéis pares). As transversinas, afastadas de 1 metro, estão ligadas às longarinas com ligações aparafusadas. O pavimento rodoviário é constituído por uma grelha metálica parcialmente preenchida com betão leve.

Os apoios móveis originais das extremidades das longarinas rodoviárias foram substituídos por novos aparelhos de apoio de baixo atrito, com os quais se pretende garantir o livre movimento das extremidades das longarinas. Nos apoios de continuidade das longarinas rodoviárias, efectuou-se o reforço das cordas superiores das carlingas trianguladas.

A Ponte 25 de Abril é atravessada diariamente por milhares de veículos e centenas de comboios. A importância estratégica da Ponte e a linha de vida que a mesma representa, determinaram o planeamento e a execução da empreitada. Além dos condicionamentos associados à exploração rodoviária e ferroviária, o acesso às frentes de obra e a realização dos trabalhos foram fortemente condicionados pela geometria da estrutura, pelas infraestruturas e equipamentos de apoio à exploração rodoviária e ferroviária, pelas condições atmosféricas (em particular, ventos fortes) e por factores ambientais. Os trabalhos na viga de rigidez desenvolveram-se imediatamente abaixo do tabuleiro rodoviário e a cerca de 70 metros acima do nível da água. A maioria das frentes de trabalho e das zonas de movimentação de materiais e equipamentos ficaram necessariamente circunscritas a espaços exíguos, delimitados pelo pavimento rodoviário, longarinas, carlingas e estruturas provisórias de trabalho, de protecção de segurança e contra a queda de quaisquer objectos e resíduos.

2. SUBSTITUIÇÃO DOS APOIOS MOVÉIS DAS LONGARINAS

2.1 Elevação das longarinas

Os apoios das extremidades das longarinas do tabuleiro rodoviário eram constituídos por chapas de aço em cunha, intercaladas entre o banzo inferior das longarinas e a carlinga e fixadas com ligações aparafusadas, como mostra a Figura 1.

Para a execução dos trabalhos de substituição dos apoios era necessário proceder-se à elevação das extremidades das longarinas, de modo a tornar possível a remoção dos apoios existentes e a instalação dos novos apoios. Para o efeito foi concebida e dimensionada pela A2P uma estrutura metálica provisória (ferramenta) de elevação e de descida sincronizada das extremidades das longarinas, e que incluía os apoios temporários das mesmas durante

a realização dos trabalhos. A fim de limitar os movimentos laterais das longarinas, foi desenvolvido pela TAL um sistema de travamento lateral. Nas Figuras 2 e 3 mostra-se a montagem dos dois sistemas.



Figura 1. Exemplo dos apoios originais das extremidades de 2 longarinas consecutivas.

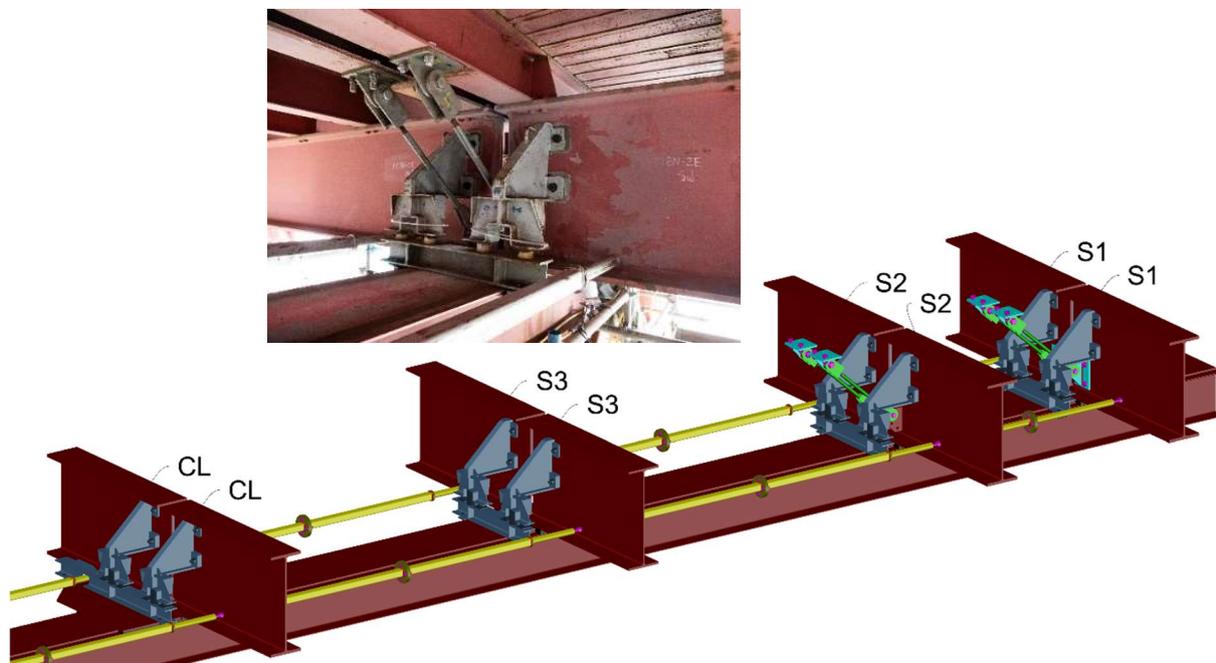


Figura 2. Travamento lateral e ferramentas de elevação das extremidades das longarinas.
Nota: Nesta Figura estão apenas representadas 4 longarinas de um total de 7.

A cada apoio de extremidade das longarinas corresponde um par de ferramentas de elevação, um par de cilindros hidráulicos e dois pares de apoios provisórios em porca – Figura 3. O sistema de elevação, com capacidade portante de 36 toneladas por extremidade de longarina, foi concebido para elevar em 20 milímetros os 7 alinhamentos de longarinas em simultâneo (14 apoios).

Seguidamente às actividades preliminares de inspeção e levantamento dimensional de todos os apoios, procedia-se então à instalação do travamento lateral das longarinas, nas zonas dos apoios das longarinas sobre as carlingas. O travamento era constituído por uma sequência de tubos horizontais ligados a varões roscados que atravessam

perpendicularmente os eixos das longarinas. O travamento integrava também diagonais de estabilização, que eram instaladas em substituição das diagonais existentes (cantoneiras) nas longarinas mais exteriores (alinhamentos S1 e S2), aproveitando-se as zonas de ligação existentes.



Figura 3. Exemplo da instalação do travamento lateral e da ferramenta de elevação em 2 longarinas consecutivas.

Após a montagem dos sistemas de elevação e de travamento das longarinas, procedia-se ao desaperto e remoção dos parafusos de fixação das chapas dos apoios das extremidades das longarinas e à sua substituição imediata por parafusos temporários com comprimento suficiente para permitir o deslocamento vertical imposto de 20 milímetros em cada longarina. Estes parafusos desempenhavam uma função fundamental de controlo das operações de elevação das 14 longarinas em simultâneo, bem como de retenção vertical durante o período de tempo em que era necessário manter os apoios elevados para a realização de todos os trabalhos inerentes à substituição dos apoios.

A Figura 4 mostra a montagem dos circuitos hidráulicos. A elevação das longarinas era realizada em 2 patamares de 10 milímetros cada um e com controlo permanente de pressões nos circuitos hidráulicos. Em cada patamar, o limite máximo de movimento de subida das longarinas era imposto deixando um comprimento livre de 10 milímetros no fuste dos parafusos temporários. Depois de atingido o deslocamento imposto pretendido, a carga era transferida dos cilindros hidráulicos para os apoios provisórios.



Figura 4. Montagem dos circuitos hidráulicos para a elevação das longarinas.

2.2 Substituição dos apoios

Após a elevação das longarinas – Figura 5 – era então possível a remoção dos calços existentes, a limpeza e a preparação das superfícies onde seriam colocadas as várias peças do novo apoio. Todos os apoios removidos foram marcados com a identificação da sua localização, como mostra o exemplo da Figura 5.



Figura 5. Exemplo da elevação de 2 apoios de duas longarinas. Marcação dos apoios removidos.

A preparação das superfícies (grau St3) foi maioritariamente executada com disco de lamelas, excepto nos locais não acessíveis (como a superfície inferior do banzo inferior da longarina, superfície da carlinga, etc.) onde foi usado o martelo de agulhas ou o reboło (Figura 6). Nos apoios cujo calço original tinha espessura reduzida, o espaço para trabalhar era pouco mais do que 20 milímetros.

Outro trabalho preparatório relevante consistia no alongamento dos furos ovalizados das extremidades das longarinas nas situações em que a folga entre o parafuso e o limite do furo alongado original dos banzos inferiores era inferior a 10 milímetros.

Nas superfícies devidamente preparadas, iniciava-se a instalação do novo aparelho de apoio, constituído por chapas deslizantes finas em aço inox polido e por chapas deslizantes em aço inox e teflon MSM, de acordo com o representado na Figura 7.



Figura 6. Preparação das superfícies para colocação dos novos apoios.

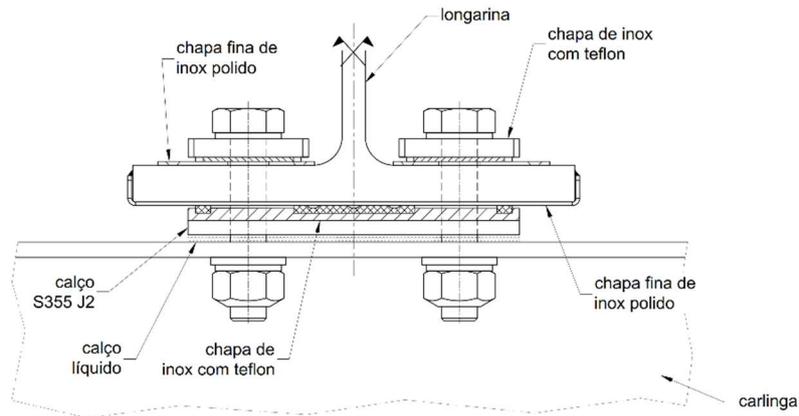


Figura 7. Novos aparelhos de apoio das longarinas.

Em primeiro lugar, colocavam-se as chapas de aço inox polido (sob e sobre o banzo inferior das longarinas), que eram coladas com uma camada de alguns milímetros de pasta de epóxido de reparação (Carboline), especificada pelo projectista para permitir o preenchimento de lacunas resultantes da corrosão e desgaste do aço e garantir o completo assentamento das finas chapas de aço inox polido.

Depois de espalhar a pasta de epóxido de reparação nas superfícies de contacto, pressionavam-se uniformemente as superfícies de modo a ser expelida a pasta em excesso, mas mantendo planas as superfícies das chapas de inox – Figura 8. As chapas de inox polido eram imobilizadas com grampos temporários, sendo posteriormente fixadas com soldaduras.

Em segundo lugar, instalava-se a chapa deslizante inferior (sob o banzo) juntamente com o respectivo calço biselado em aço S355J2, de modo a que a chapa deslizante ficasse em perfeito contacto com a chapa fina de inox (inferior) e que o conjunto de chapas ficasse imobilizado temporariamente durante a realização dos restantes trabalhos – Figura 9.



Figura 8. Instalação das chapas finas de inox polido dos novos apoios das longarinas.



Figura 9. Instalação da chapa deslizante inferior dos novos apoios das longarinas.

2.3 Descida das longarinas

Para completar a constituição dos novos apoios, foram instalados calços de polímero de epóxido e limalha de titânio, também designados por calços líquidos, sob os novos calços de aço (Figura 7). Tratam-se de calços produzidos *in situ* com as dimensões adequadas às dos calços novos e às posições dos parafusos, como mostra a Figura 10. A sua instalação é feita através de injeção, em sacos apropriados para o efeito com pontos de injeção/purga. Após polimerização, o produto injectado adquire o aspecto de uma chapa metálica, com resistência à compressão de 161 MPa (DIN EN 12190:1998), módulo de elasticidade de 10 GPa (DIN EN 13412:2006) e 0,35mm/m de retração (DIN EN 12617-4:2002). Dado tratar-se de um fluido durante a sua instalação, o produto adapta-se facilmente a diferentes geometrias e configurações dos elementos confinantes.



Figura 10. Colocação dos sacos dos calços líquidos.

Após a colocação dos sacos injectáveis e reaperto dos parafusos provisórios (Figura 11), procedia-se à descida controlada das extremidades das longarinas com recurso aos cilindros hidráulicos e utilizando o mesmo circuito hidráulico da elevação das longarinas. O sistema hidráulico era mantido em carga durante a injeção e cura do produto injectado. As Figuras 13 e 14 mostram alguns pormenores do procedimento de formação dos calços líquidos, como a preparação do produto, o controlo da injeção e o resultado final. Após a cura dos calços líquidos, eram instaladas as chapas deslizantes superiores e os parafusos provisórios eram substituídos pelos parafusos definitivos dos novos apoios.



Figura 11. Aperto dos parafusos no interior da carlinga e dos parafusos exteriores.

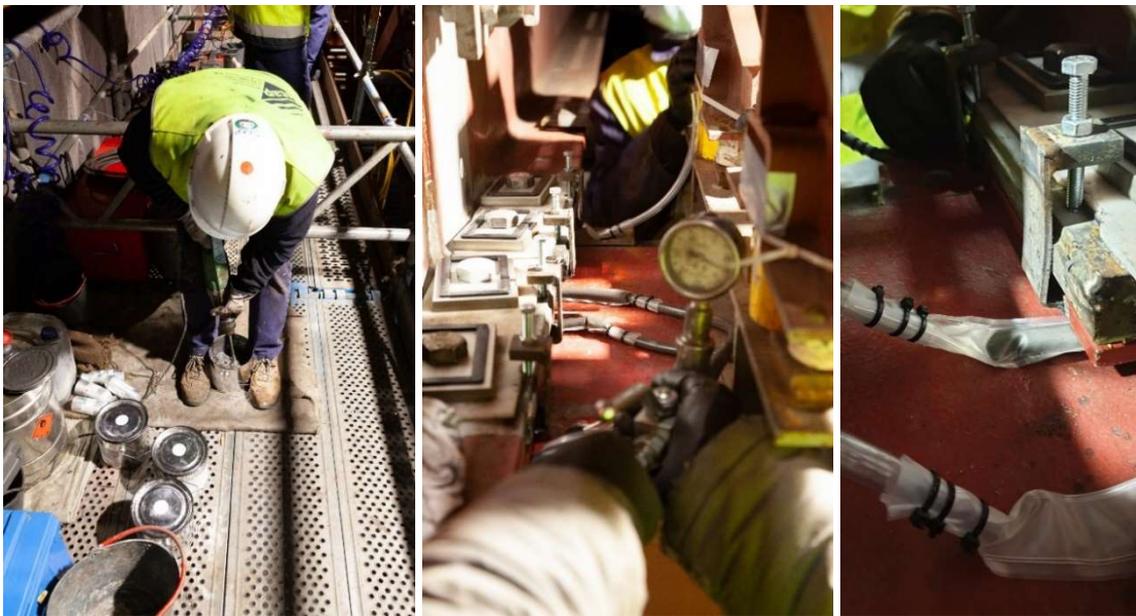


Figura 12. Procedimento de injeção dos sacos dos calços líquidos.



Figura 13. Calços líquidos durante a após a injeção.

2.4 Trabalhos finais

Seguidamente à instalação de todos os componentes dos novos aparelhos de apoio, o sistema hidráulico era desactivado e desmontado, procedendo-se posteriormente à desmontagem das ferramentas de elevação.

Nas longarinas S1 e S2 seguia-se a montagem das chapas batentes laterais em aço inox e respectivos calços biselados em aço S355J2. Como mostra a Figura 14, as chapas batentes laterais eram instaladas de modo a que ficassem em contacto com a chapa inferior fina de inox do aparelho de apoio. As cantoneiras do travamento lateral definitivo das longarinas S1 e S2 eram depois reinstaladas, seguindo-se a desmontagem do travamento lateral provisório das longarinas.

Os trabalhos eram finalizados com a aplicação de um esquema de protecção anticorrosiva constituído por primário de epóxido de zinco, intermédio de epóxido e tinta de acabamento à base de resina de poliuretano – Figura 14.



Figura 14. Novos apoios de 2 longarinas consecutivas após finalização dos trabalhos.

3. REFORÇO DAS CORDAS SUPERIORES DAS CARLINGAS NOS APOIOS DE CONTINUIDADE DAS LONGARINAS

O reforço das extremidades das cordas superiores das carlingas dos painéis ímpares consistiu, essencialmente, na instalação de um gousset que solidariza a longarina à corda superior da treliça e à diagonal do contraventamento superior que conflui nessa extremidade. Para materializar a instalação do gousset foi necessário colocar calços que compensam os desníveis e as diferentes inclinações das peças e cobrejuntas. Todas as chapas foram fixadas através de ligações aparafusadas.

Os principais desafios destes trabalhos prenderam-se com o levantamento dimensional do existente e a movimentação e montagem da nova chapa gousset (devido às suas dimensões e peso). Para cada nó, foi feito um levantamento rigoroso do existente pois apenas desta forma era possível cumprir as exigências de projecto e adequá-lo à configuração real de cada nó. Na Figura 15 mostra-se a representação de um apoio fixo antes e após o reforço. Dadas as condições existentes, não era possível uniformizar a nível dimensional para todos os nós, as diferentes chapas que compunham o reforço (por exemplo, o gousset tinha espessura constante em todos os nós, mas variações em planta). Todas as chapas foram produzidas em aço S355J2.

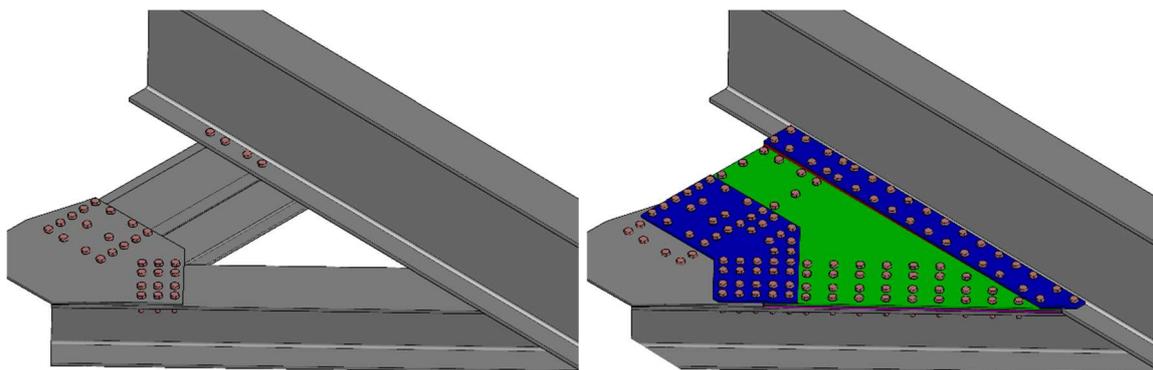


Figura 15. Exemplo da representação de um apoio fixo antes e após o reforço.

Após as actividades preliminares de inspecção e levantamento dimensional do existente, procedia-se à remoção de determinados parafusos de alta resistência nos goussets originais e à abertura de furos para instalação do novo aço estrutural (Figura 16). Nesta fase realizava-se também a preparação das superfícies (grau St3) onde seriam instaladas as novas chapas metálicas.

Depois seguia-se a instalação dos calços e do gousset para ligação da longarina à corda superior da treliça e à diagonal do contraventamento superior e a instalação de calços e cobrejuntas. A Figura 17 mostra alguns destes trabalhos.



Figura 16. Apoio de continuidade. Trabalhos de preparação para execução do reforço.

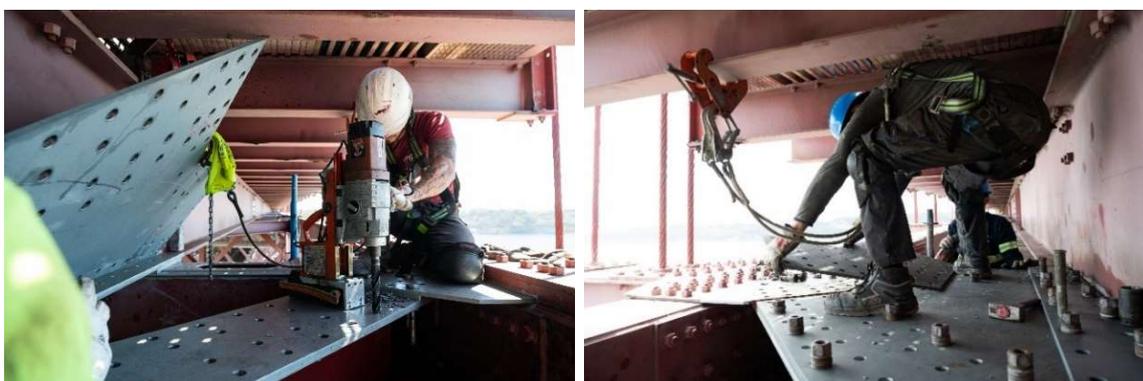


Figura 17. Montagem das chapas de reforço num apoio de continuidade.

Seguidamente à montagem das chapas, instalavam-se os parafusos pré-esforçados. A Figura 18 mostra a aplicação do momento de aperto dos parafusos e a conclusão dos trabalhos, que consistia na aplicação de um esquema de protecção anticorrosiva igual ao executado nos apoios móveis: primário de epóxido de zinco, intermédio de epóxido e tinta de acabamento à base de resina de poliuretano.



Figura 18. Aperto dos parafusos pré-esforçados. Aplicação da protecção anticorrosiva para finalização dos trabalhos de reforço nos apoios de continuidade das longarinas.

REFERÊNCIAS

- [1] Parsons – Projecto “Reparações na viga de rigidez da ponte suspensa”, Infraestruturas de Portugal, Gestão da Ponte 25 de Abril, 2015.
- [2] A2P Estudos e Projectos – Nota técnica “Sistema de elevação e descida das longarinas”, 2019.
- [3] TAL Projecto – Nota técnica “Dispositivo de travamento lateral das longarinas”, 2020.