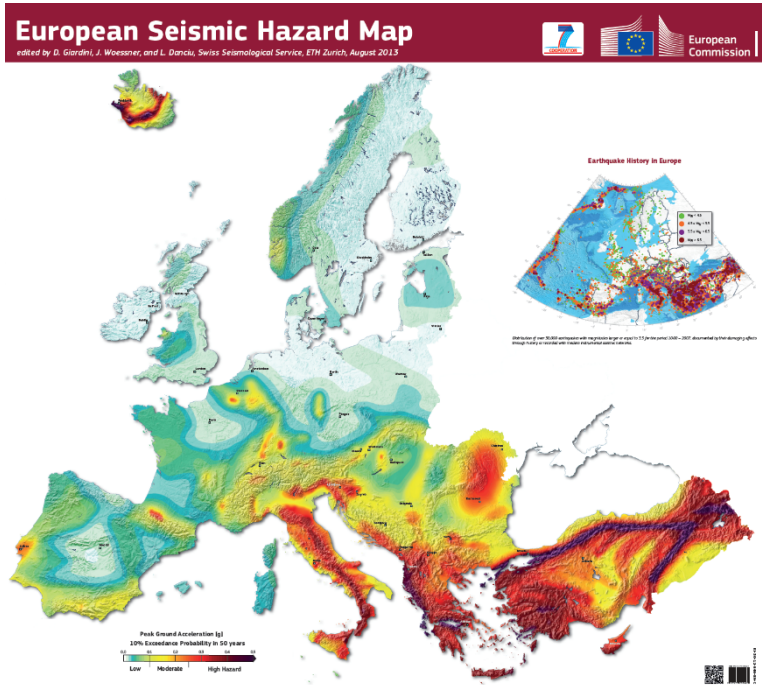


Reabilitação Sísmica de Construções

José Paulo Costa

OE, 23 de Setembro de 2020

REABILITAÇÃO SÍSMICA



ENQUADRAMENTO:

Vivemos numa região de alto risco sísmico.

Desde Janeiro de 2020 é obrigatório usar o Eurocodigo 8 na reabilitação de construções existentes.

Com severidade agravada face ao RSA.



Sismo de 1755 provavelmente o fenómeno natural mais violento da história da Humanidade.

REABILITAÇÃO SÍSMICA

Estratégias de Intervenção



Construções antigas



Construções recentes



Instalação de isoladores pendulares MSM® no museu New Acropolis, Atenas [Maurer]

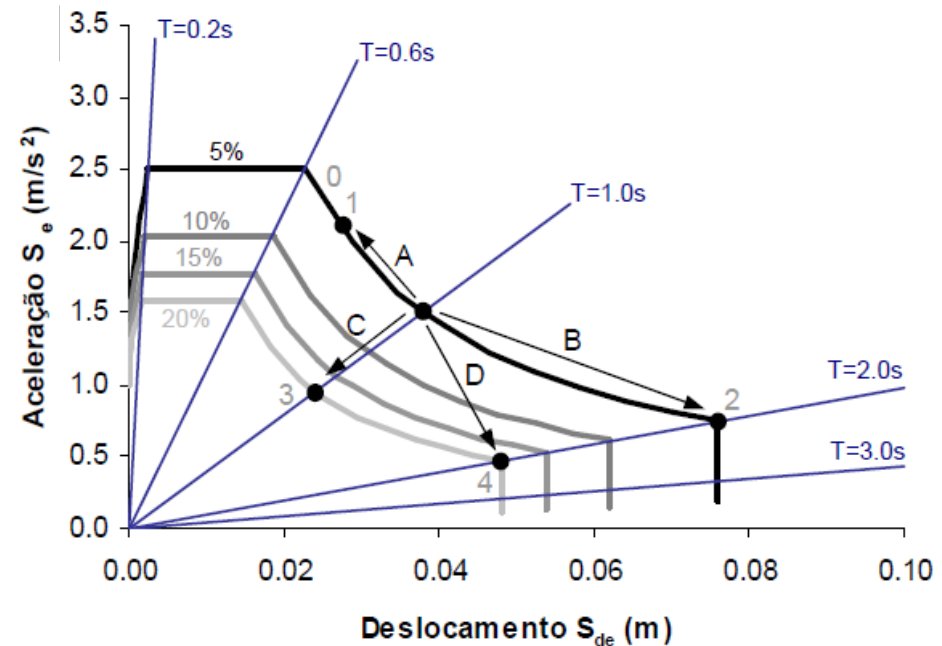
Estratégias de Intervenção

A – Aumento da rigidez e resistência

B – Isolamento sísmico

C – Dissipação de energia

D – Isolamento mais dissipação



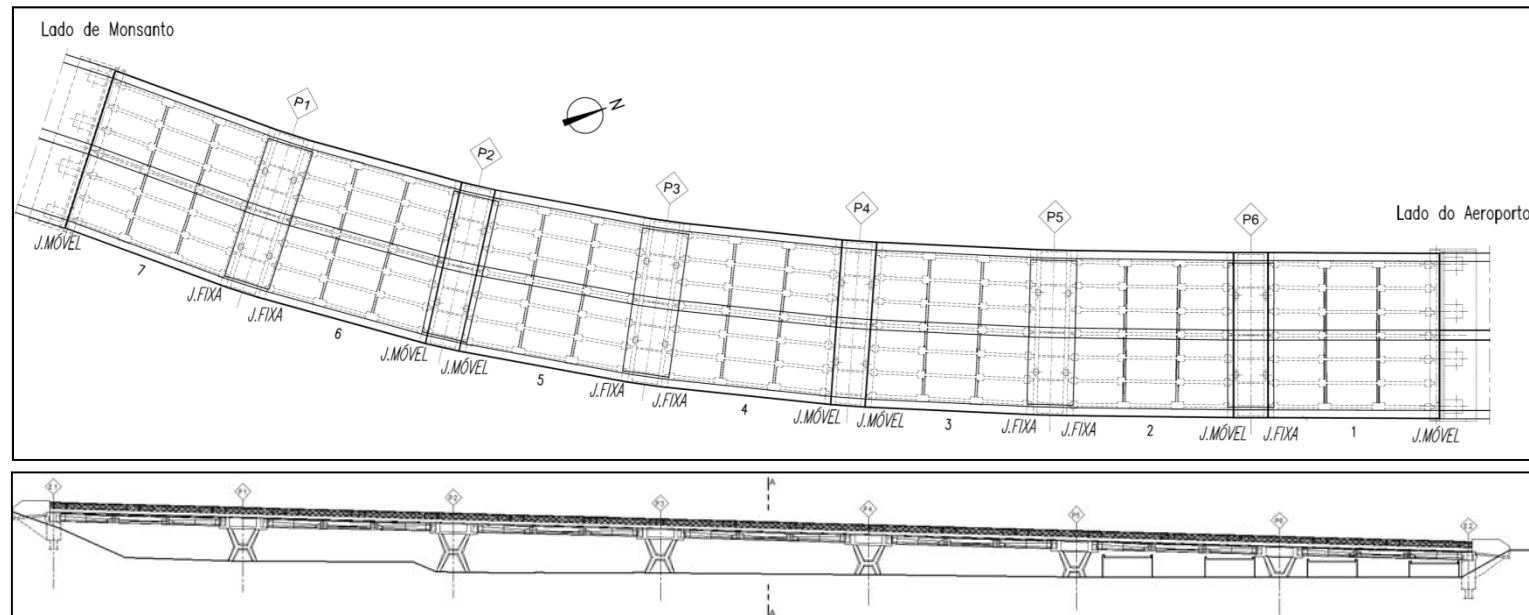
A abordagem corrente para dotar as construções de resistência sísmica assume uma distribuição global dos danos na estrutura.

Contudo, as deformações podem ser reduzidas se forem utilizados **sistemas de protecção sísmica**.

REFORÇO SÍSMICO DO VIADUTO DO FONTE NOVA, 2ª CIRCULAR LISBOA



VIADUTO DO FONTE NOVA

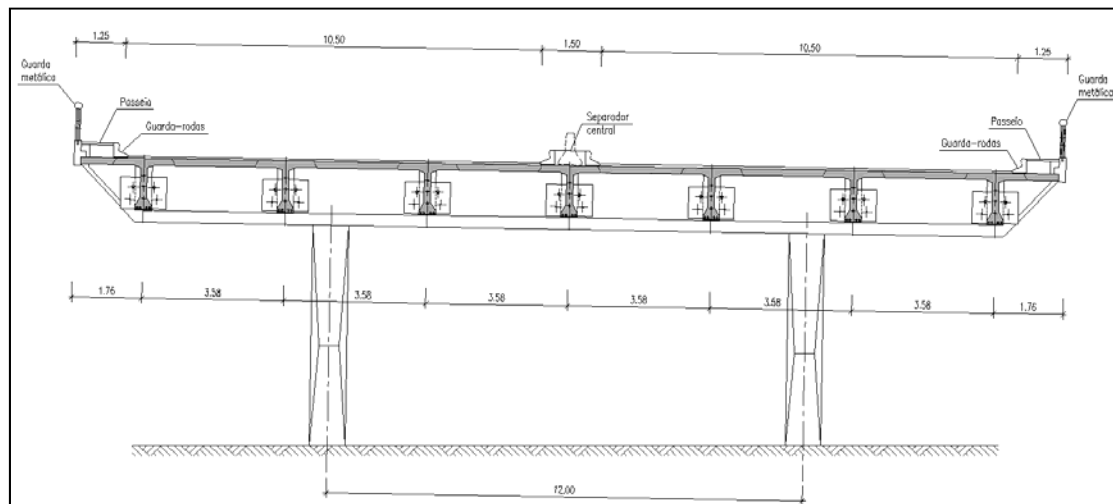


Construção 1974:

- 206 m desenvolvimento 7 x 30,5m (vão médio)
- 25m de largura



VIADUTO DO FONTE NOVA



1974:

- As vigas apoiam em pórticos transversais constituídos por 2 pilares em H e uma travessa tipo caixão em BAP com 7m

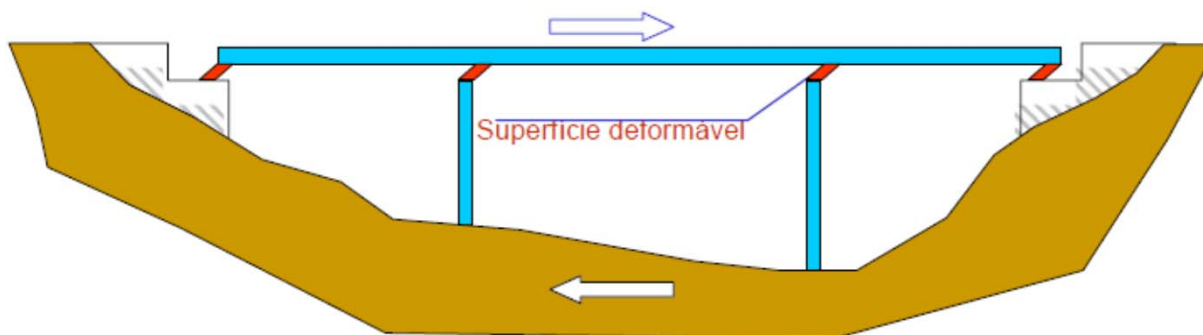
1999:

- Tabuleiro reforçado com pré-esforço exterior



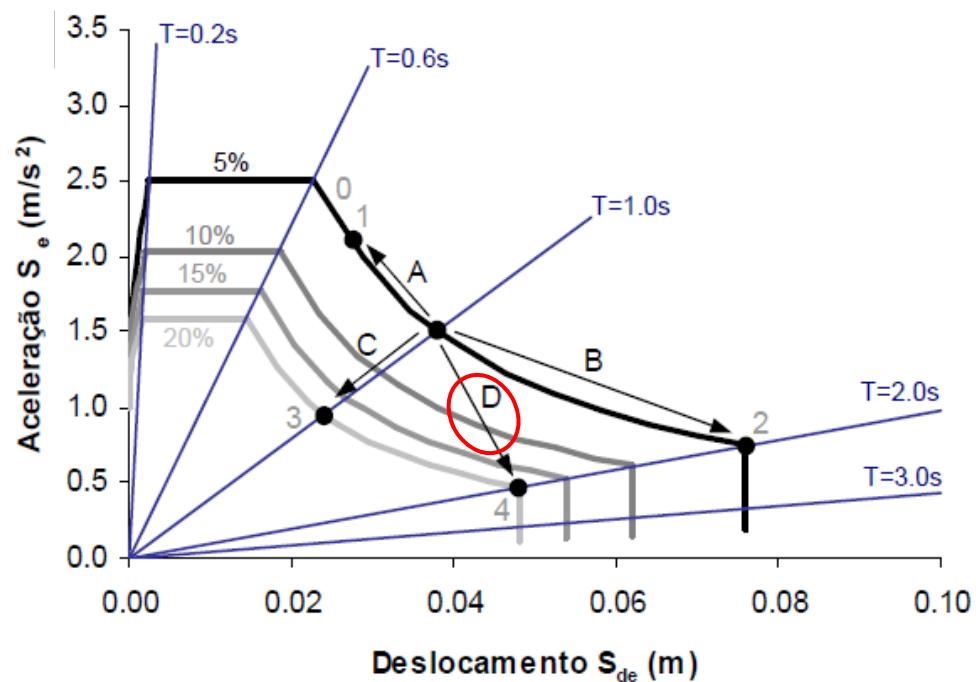
VIADUTO DO FONTE NOVA

- Avaliação da segurança sísmica pelo ICIST:
A rigidez longitudinal dos pilares originava, para a acção sísmica, forças de corte muito superiores à capacidade resistente, o que exigia uma intervenção no viaduto.
- **2017:**
Introdução de isolamento de base (sistemas de Protecção Sísmica) do tabuleiro em relação aos pilares e encontros, com aparelhos de apoio HDRB - elastómero de elevado amortecimento
LRB - elastómero com núcleo de chumbo



Estratégia de Intervenção

Objectivo: Redução dos efeitos da acção sísmica.



- A – Aumento da rigidez e resistência
- B – Isolamento sísmico
- C – Dissipação de energia
- D – Isolamento mais dissipação**

VIADUTO DO FONTE NOVA

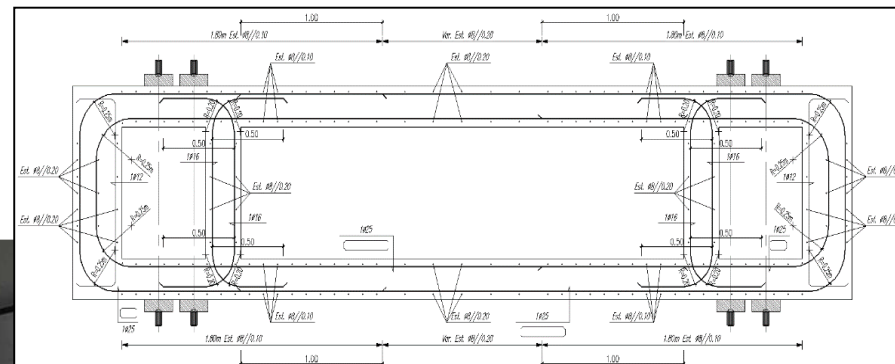
- Pilares centrais (4 alinhamentos): LRB 550x126, $\eta = 30\%$, $K_{EQ} = 1590$ kN/m
LRB – Lead Rubber Bearings, elastómero com núcleo de chumbo
- Pilares de extremidade (2 alinhamentos) e encontros: HDRB 500x80, $\eta = 10\%$, $K_{EL} = 1960$ kN/m
HDRB – High Damping Rubber Bearings, elastómero de elevado amortecimento
- Para reduzir o deslocamento do tabuleiro foi necessário aumentar o amortecimento equivalente, adoptando-se os aparelhos LRB.



VIADUTO DO FONTE NOVA

Actividade 1:

Construção de travessa de interligação dos 2 montantes superiores dos pilares + apoio dos cilindros hidráulicos para elevação do tabuleiro



VIADUTO DO FONTE NOVA

Actividade 2:

- Instalação de reforço provisório para a transferência de carga 4 varões $\varnothing 36$ pré-esforçados comprimindo a interface travessas/montantes (força útil = 800 kN/varão)
- Colocação de cilindros hidráulicos com uma carga igual ao valor da reacção para a carga permanente (2170 kN por montante)



VIADUTO DO FONTE NOVA

Actividade 3:

- Corte com fio diamantado do topo dos pilares, separando a travessa de apoio do tabuleiro dos montantes dos pilares.
- Toda a carga do tabuleiro passou a ser transferida para os cilindros hidráulicos de rotula esférica e anel de bloqueio.



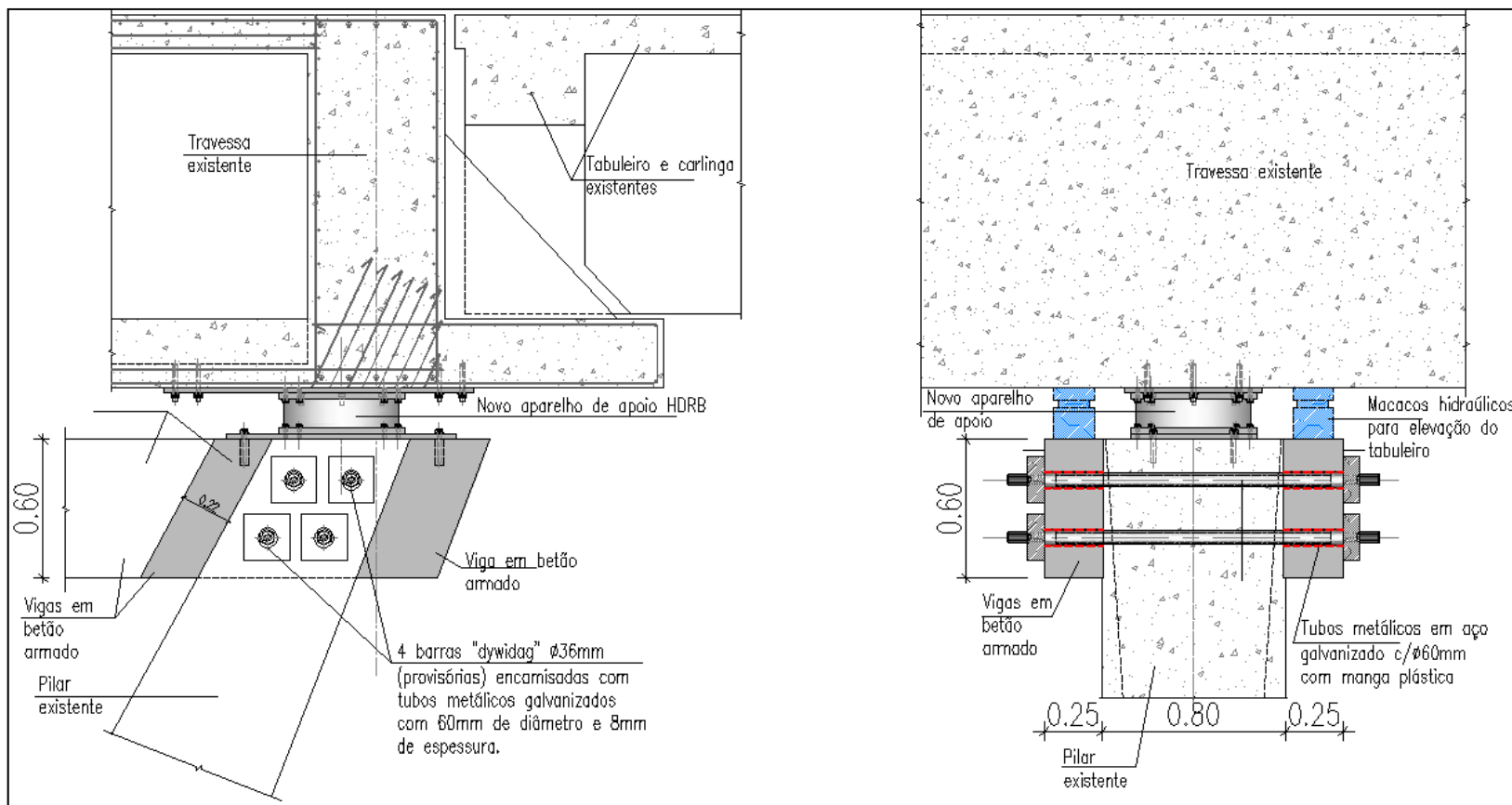
VIADUTO DO FONTE NOVA



VIADUTO DO FONTE NOVA

Actividade 4.1:

– Montagem dos novos aparelhos de apoio sobre os montantes dos pilares e transferência de carga para os novos apoios



VIADUTO DO FONTE NOVA



Injeção de resina de epóxido para ajustamento das placas do apoio ao betão da estrutura.



VIADUTO DO FONTE NOVA

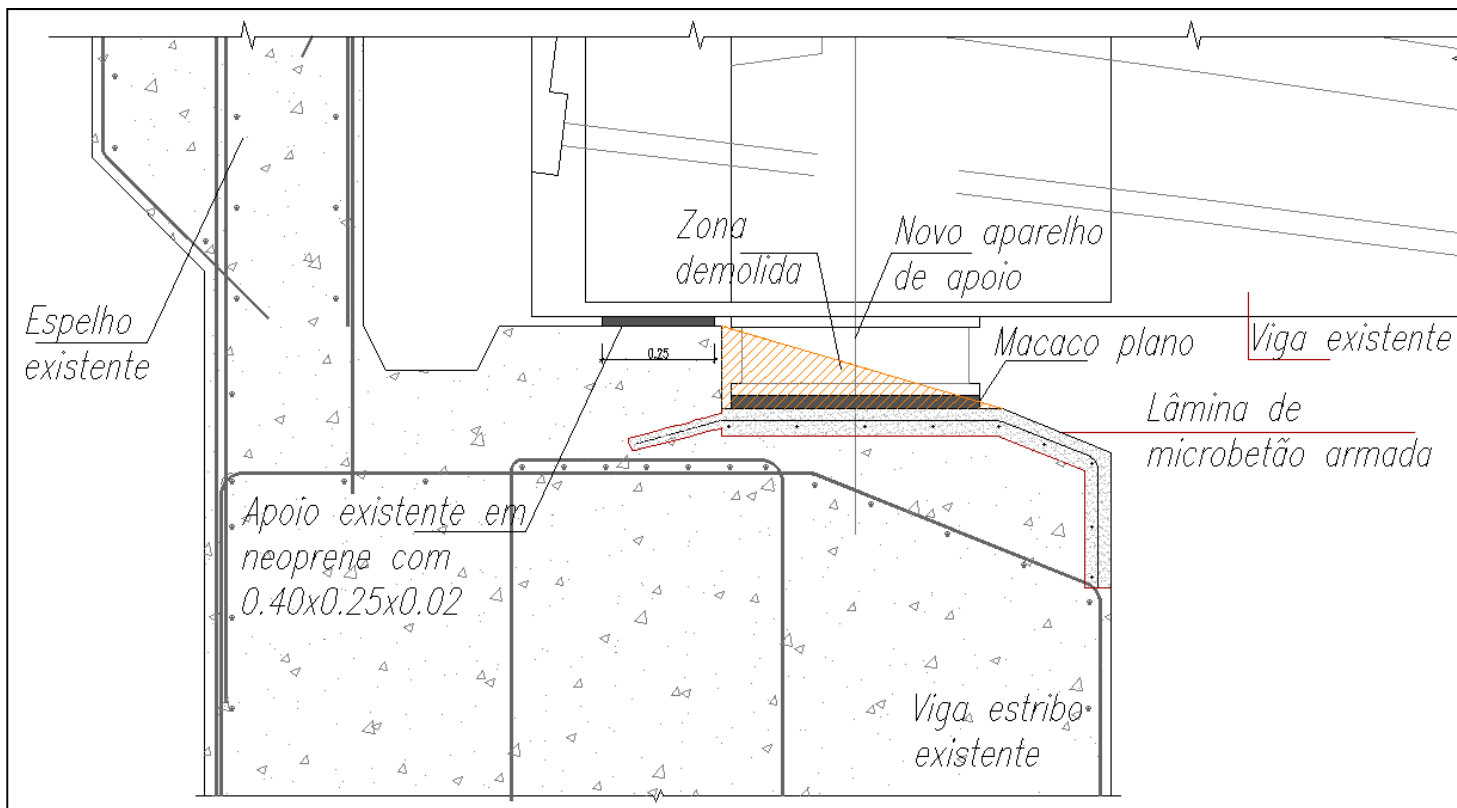
Transferência de carga para os novos apoios, por retração dos cilindros hidráulicos.



VIADUTO DO FONTE NOVA

Actividade 4.2:

- Montagem dos novos aparelhos de apoio nos encontros (um apoio para cada uma das 7 vigas), incluindo o corte e reforço das vigas de estribo dos encontros



VIADUTO DO FONTE NOVA

Actividade 4.2

– Colocação em carga de novos apoios com macacos planos exercendo uma força de 450KN/apoio



VIADUTO DO FONTE NOVA



Encontro sul

VIADUTO DO FONTE NOVA



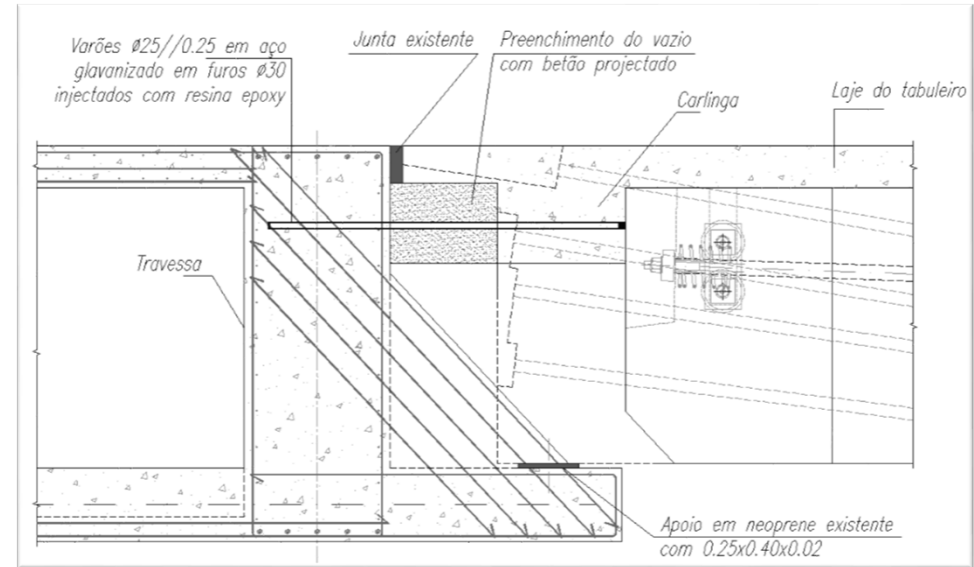
Encontro norte



VIADUTO DO FONTE NOVA

Actividade 4.3:

- Estabelecimento da continuidade axial do tabuleiro, nas juntas móveis existentes nos pilares P2, P4 e P6.
- Ligação da carlinga à travessa através de varões roscados $\text{Ø}25/0,25$ em furos injectados com resina de epoxido.
- Preenchimento do espaço entre a carlinga e a travessa com betão projectado estrutural aplicado por via seca com maquina de camara dupla.



VIADUTO DO FONTE NOVA

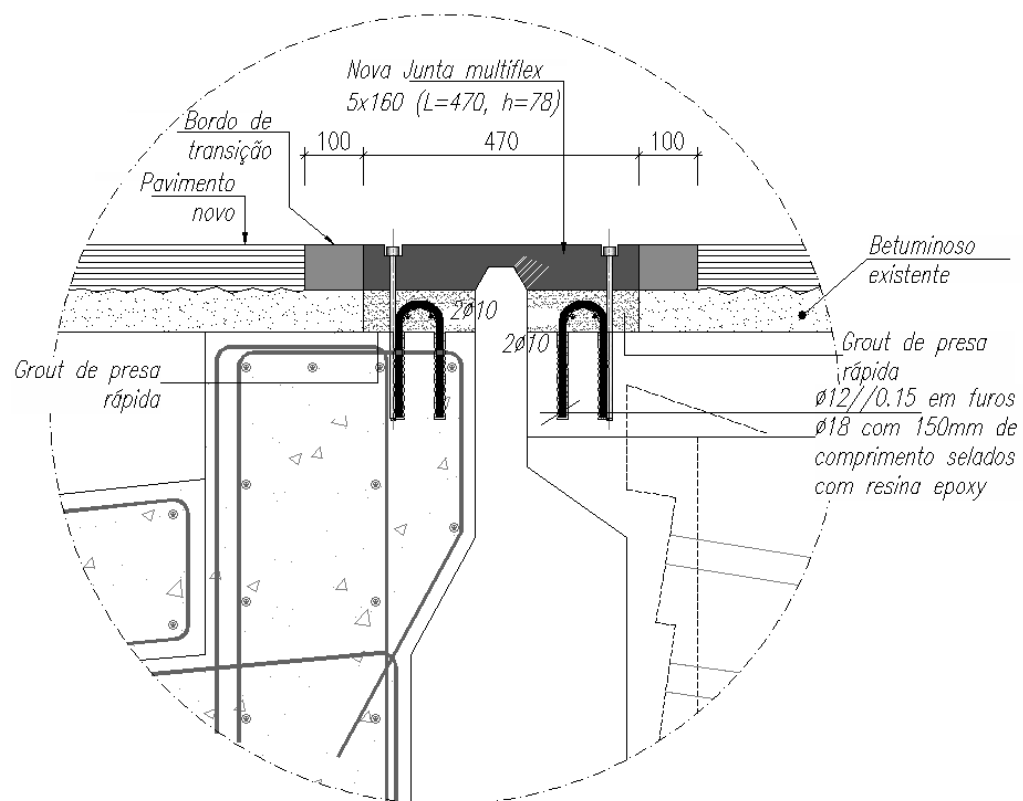
Actividade 5:

Aumento do *gap* das juntas dos encontros para o deslocamento do sismo de cálculo, incluindo a Introdução de novos elemento cobre juntas em neoprene cintado.



VIADUTO DO FONTE NOVA

Novos módulos cobre junta para a acção sísmica de serviço e δT .



VIADUTO DO FONTE NOVA

Custo global 570 000 euros (114 euros/m²)



A reabilitação da CASA IRENE ROLO, em TAVIRA. Reforço estrutural ao sismo.



Estratégia de reabilitação:

- I. Conservação das características básicas da construção. Preservação dos elementos estruturais originais. **Sem demolições estruturais.**

- II. Reforço sísmico dos elementos estruturais do edifício.
Estrategia multipla usando: madeira, aço, fibra de vidro e carbo, argamassas projetadas.



A CASA IRENE ROLO, em TAVIRA.



Reforço das paredes de alvenaria através do **confinamento** por projecção de argamassa armada com rede de fibra conectada entre faces por varões passantes.

A CASA IRENE ROLO, em TAVIRA.



Armadura de fibra de vidro álcali resistente, colocada nas duas faces da alvenaria com **varões passantes** (confinamento) impedindo o esbarrondamento da parede.

A CASA IRENE ROLO, em TAVIRA.



Colocação de estrutura metálica -
moldura confinante dos pisos.
Impedindo deslocamentos horizontais
de sentido contrario em caso de sismo.

Reforço ANTES de eliminar o elemento
resistente obsoleto (piso antigo).

A CASA IRENE ROLO, em TAVIRA.



Métodos de furação com introdução mínima de vibração e sem água.



Injecção de selagem dos varões passantes de ancoragem do reforço.

A CASA IRENE ROLO, em TAVIRA.



Reforço dos elementos singulares, como os cantos reentrantes no núcleo do edifício – concentração de esforços.



A CASA IRENE ROLO, em TAVIRA.



Montagem da estrutura de madeira dos novos pavimentos – travamento nas duas direcções do plano muito robusto, materializando diafragma rígido nas duas direcções do plano.

A CASA IRENE ROLO, em TAVIRA.



Consolidação dos cunhais através de pregagens de manga injetada.



Furação dos cunhais.

A CASA IRENE ROLO, em TAVIRA.



Cobertura - construção metálica e madeira, leve.



Telha tradicional de canudo.

A CASA IRENE ROLO, em TAVIRA.



Beirados, sancas e rebocos tradicionais, com argamassas bastardas de cal e cimento.

A CASA IRENE ROLO, em TAVIRA.





Obrigado!