



PONTES METÁLICAS E MISTAS - Processos Construtivos



PONTES METÁLICAS E MISTAS - Processos Construtivos



Quando se pretende construir uma Ponte, mais concretamente os seus Tabuleiros, uma das questões principais a resolver é a **conceção do fabrico / montagem** em função da realidade de cada obra.



PONTES METÁLICAS E MISTAS - Processos Construtivos

É necessário inovação e criatividade na aplicação de soluções, por vezes apoiadas em maquetes e protótipos feitos em oficina.



PONTES METÁLICAS E MISTAS - Processos Construtivos

Iremos descrever como enfrentámos estes problemas, em diversas realizações, e foram escolhidas as mais emblemáticas e representativas do ponto de vista tecnológico.

Descreveremos também algumas realizações, no domínio da reabilitação, evidenciando as mais significativas, sob o aspeto de operações de engenharia, complexas e delicadas.



PONTES METÁLICAS E MISTAS - Processos Construtivos

Dos diferentes processos construtivos utilizados escolhemos também uma Ponte de cada tipo de solução:

- Suspensão na própria estrutura.**
- Substituição dos Tabuleiros com transporte pela própria via.**
- Utilização de Tirantes provisórios para a montagem dos Arcos.**
- Utilização do Tabuleiro antigo, como plataforma, para a construção do Novo.**
- Montagem dos Tabuleiros por avanço incremental.**
- Substituição da Ponte com utilização do Tabuleiro antigo como nariz de lançamento.**
- Substituição total do sistema de atirantamento por transferências de cargas sucessivas.**
- Substituição total dos cabos pendurais com suspensões provisórias com strands / barras de alta resistência.**



PONTES METÁLICAS E MISTAS - Processos Construtivos

- Suspensão na própria estrutura.
- Substituição dos Tabuleiros com transporte pela própria via.
- Utilização de Tirantes provisórios para a montagem dos Arcos.
- Utilização do Tabuleiro antigo, como plataforma, para a construção do Novo.
- Montagem dos Tabuleiros por avanço incremental.
- Substituição da Ponte com utilização do Tabuleiro antigo como nariz de lançamento.
- Substituição total do sistema de atirantamento por transferências de cargas sucessivas.
- Substituição total dos cabos pendurais com suspensões provisórias com strands / barras de alta resistência.

PONTES METÁLICAS E MISTAS - Processos Construtivos

PONTE FERROVIÁRIA DO TRANCÃO (REFER,EP) – PORTUGAL

-Montagem por suspensão na própria estrutura



Porquê fazer a Maquete do Trancão?

Para estudar o **fabrico/montagem**, tendo em conta as condições da oficina e da obra, de um lado duas vias ferroviárias com circulação intensa na Linha do Norte e do outro lado pouco espaço.



Chegámos à conclusão que após a montagem dos **dois Hs**, a situação mais delicada, as restantes estruturas iriam sendo suspensas nestes.

PONTES METÁLICAS E MISTAS - Processos Construtivos

PONTE FERROVIÁRIA DO TRANCÃO (REFER,EP) – PORTUGAL

-Montagem por suspensão na própria estrutura



PONTES METÁLICAS E MISTAS - Processos Construtivos

PONTE FERROVIÁRIA DO TRANCÃO (REFER,EP) – PORTUGAL

-Montagem por suspensão na própria estrutura



PONTES METÁLICAS E MISTAS - Processos Construtivos



Processo construtivo da Ponte Ferroviária sobre o Trancão

PONTES METÁLICAS E MISTAS - Processos Construtivos



Processo construtivo da Ponte Ferroviária sobre o Trancão

PONTES METÁLICAS E MISTAS - Processos Construtivos



PONTES METÁLICAS E MISTAS - Processos Construtivos

PONTE FERROVIÁRIA DO TRANCÃO (REFER,EP) – PORTUGAL



Ponte Ferroviária sobre o Trancão terminada



PONTES METÁLICAS E MISTAS - Processos Construtivos

- Suspensão na própria estrutura.
- Substituição dos Tabuleiros com transporte pela própria via.**
- Utilização de Tirantes provisórios para a montagem dos Arcos.
- Utilização do Tabuleiro antigo, como plataforma, para a construção do Novo.
- Montagem dos Tabuleiros por avanço incremental.
- Substituição da Ponte com utilização do Tabuleiro antigo como nariz de lançamento.
- Substituição total do sistema de atirantamento por transferências de cargas sucessivas.
- Substituição total dos cabos pendurais com suspensões provisórias com strands / barras de alta resistência.

PONTES METÁLICAS E MISTAS - Processos Construtivos

VIADUTO FERROVIÁRIO DE XABREGAS (REFER,EP) – PORTUGAL

-Substituição dos Tabuleiros com transporte pela própria via.



Situa-se numa zona urbana onde as casas estão muito próximas dos tabuleiros, com a presença dum túnel numa extremidade, com a importante Linha Ferroviária do Norte na outra e com catenária elétrica por cima.

Estes constrangimentos conduziram-nos a estudar uma solução de montagem dos tabuleiros através da própria via.



PONTES METÁLICAS E MISTAS - Processos Construtivos

VIADUTO FERROVIÁRIO DE XABREGAS (REFER,EP) – PORTUGAL

-Substituição dos Tabuleiros com transporte pela própria via.

Concebemos uma viga transportadora apoiada em bogies, com comprimento para transportar o Tabuleiro novo para o Viaduto, recolha do antigo e depósito de novo.

Cada Tabuleiro foi substituído só com a interdição do tráfego ferroviário em oito horas.

Viaduto com cinco Tabuleiros (3 x 20m + 2 x 14 m)

Porquê fazer a Maquete do Viaduto de Xabregas?

Como a linha ferroviária é em curva sobre o Viaduto, com os Tabuleiros em poligonal, e como a viga transportadora tem de ter um elevado comprimento, tivemos de ensaiar todas as hipóteses de interferência, durante a substituição de cada dos cinco tabuleiros, porque tínhamos de entrar dentro dos antigos.

PONTES METÁLICAS E MISTAS - Processos Construtivos

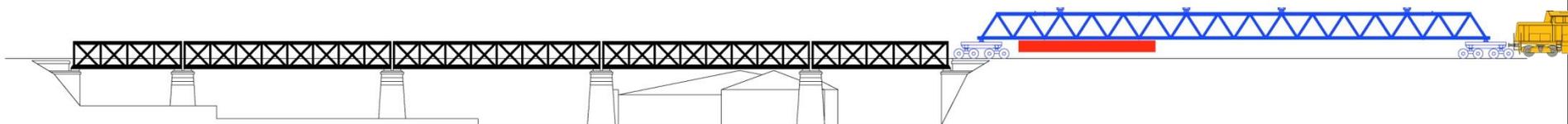
VIADUTO FERROVIÁRIO DE XABREGAS (REFER,EP) – PORTUGAL



PONTES METÁLICAS E MISTAS - Processos Construtivos

VIADUTO FERROVIÁRIO DE XABREGAS (REFER,EP) – PORTUGAL

-Substituição dos Tabuleiros com transporte pela própria via.

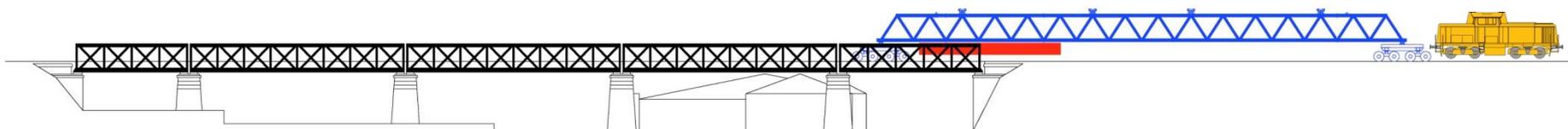


- Transporte do novo tabuleiro para o local com a ajuda de uma viga transportadora.
- Recolha do tabuleiro antigo.
- Colocação do novo tabuleiro.
- Transporte do tabuleiro antigo para a linha de desvio.

PONTES METÁLICAS E MISTAS - Processos Construtivos

VIADUTO FERROVIÁRIO DE XABREGAS (REFER,EP) – PORTUGAL

-Substituição dos Tabuleiros com transporte pela própria via.

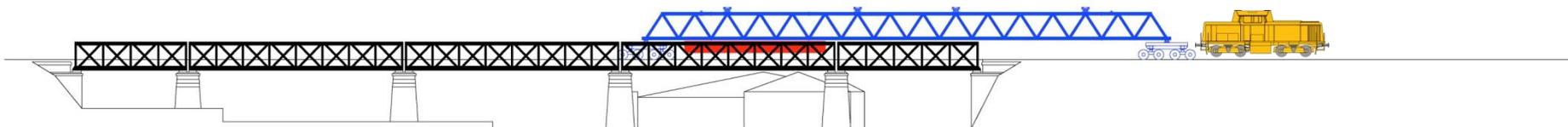


- Transporte do novo tabuleiro para o local com a ajuda de uma viga transportadora.
- Recolha do tabuleiro antigo.
- Colocação do novo tabuleiro.
- Transporte do tabuleiro antigo para a linha de desvio.

PONTES METÁLICAS E MISTAS - Processos Construtivos

VIADUTO FERROVIÁRIO DE XABREGAS (REFER,EP) – PORTUGAL

-Substituição dos Tabuleiros com transporte pela própria via.

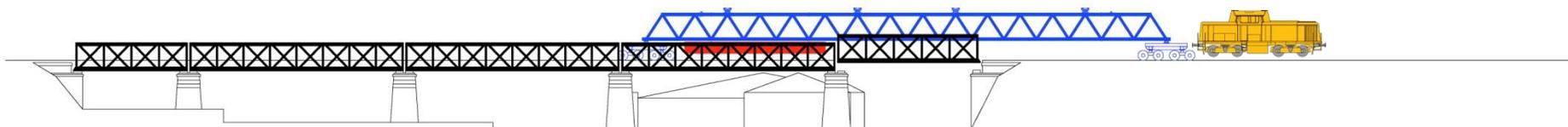


- Transporte do novo tabuleiro para o local com a ajuda de uma viga transportadora.
- Recolha do tabuleiro antigo.
- Colocação do novo tabuleiro.
- Transporte do tabuleiro antigo para a linha de desvio.

PONTES METÁLICAS E MISTAS - Processos Construtivos

VIADUTO FERROVIÁRIO DE XABREGAS (REFER,EP) – PORTUGAL

-Substituição dos Tabuleiros com transporte pela própria via.

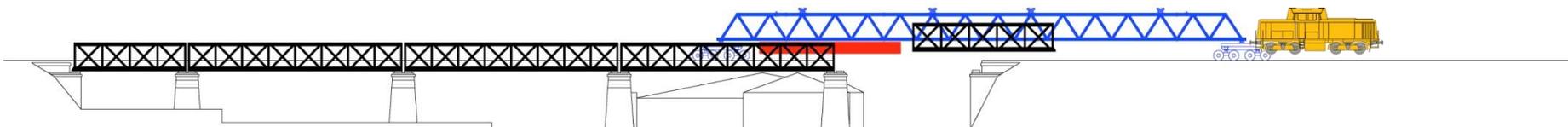


- Transporte do novo tabuleiro para o local com a ajuda de uma viga transportadora.
- Recolha do tabuleiro antigo.
- Colocação do novo tabuleiro.
- Transporte do tabuleiro antigo para a linha de desvio.

PONTES METÁLICAS E MISTAS - Processos Construtivos

VIADUTO FERROVIÁRIO DE XABREGAS (REFER,EP) – PORTUGAL

-Substituição dos Tabuleiros com transporte pela própria via.

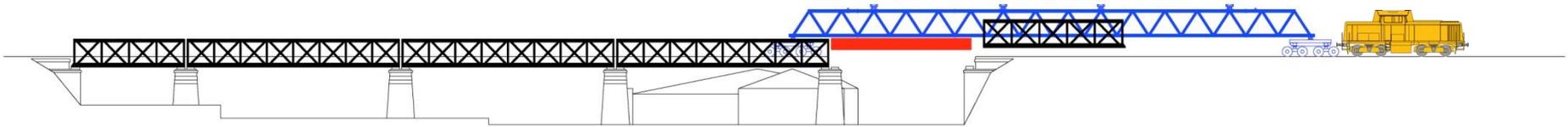


- Transporte do novo tabuleiro para o local com a ajuda de uma viga transportadora.
- Recolha do tabuleiro antigo.
- Colocação do novo tabuleiro.
- Transporte do tabuleiro antigo para a linha de desvio.

PONTES METÁLICAS E MISTAS - Processos Construtivos

VIADUTO FERROVIÁRIO DE XABREGAS (REFER,EP) – PORTUGAL

-Substituição dos Tabuleiros com transporte pela própria via.

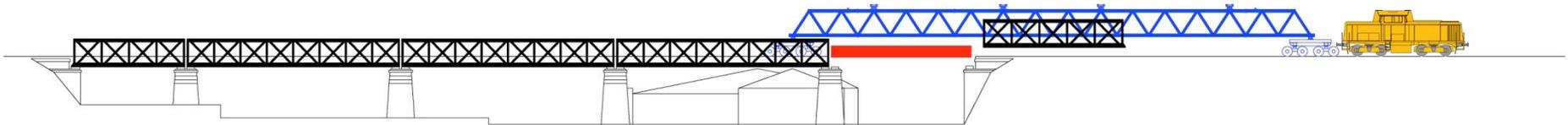


- Transporte do novo tabuleiro para o local com a ajuda de uma viga transportadora.
- Recolha do tabuleiro antigo.
- Colocação do novo tabuleiro.
- Transporte do tabuleiro antigo para a linha de desvio.

PONTES METÁLICAS E MISTAS - Processos Construtivos

VIADUTO FERROVIÁRIO DE XABREGAS (REFER,EP) – PORTUGAL

-Substituição dos Tabuleiros com transporte pela própria via.

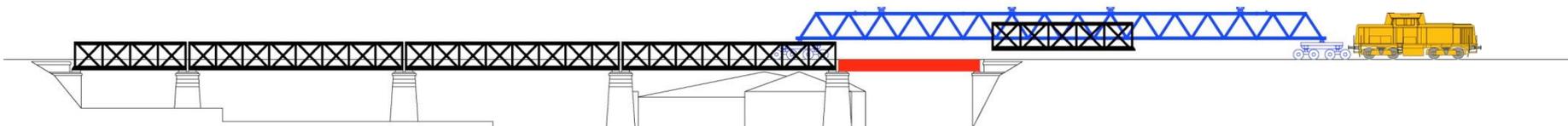


- Transporte do novo tabuleiro para o local com a ajuda de uma viga transportadora.
- Recolha do tabuleiro antigo.
- Colocação do novo tabuleiro.
- Transporte do tabuleiro antigo para a linha de desvio.

PONTES METÁLICAS E MISTAS - Processos Construtivos

VIADUTO FERROVIÁRIO DE XABREGAS (REFER,EP) – PORTUGAL

-Substituição dos Tabuleiros com transporte pela própria via.

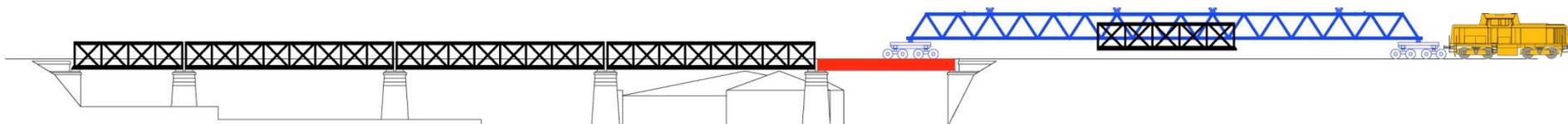


- Transporte do novo tabuleiro para o local com a ajuda de uma viga transportadora.
- Recolha do tabuleiro antigo.
- Colocação do novo tabuleiro.
- Transporte do tabuleiro antigo para a linha de desvio.

PONTES METÁLICAS E MISTAS - Processos Construtivos

VIADUTO FERROVIÁRIO DE XABREGAS (REFER,EP) – PORTUGAL

-Substituição dos Tabuleiros com transporte pela própria via.

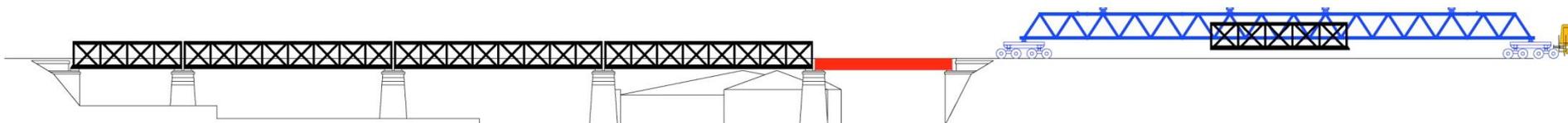


- Transporte do novo tabuleiro para o local com a ajuda de uma viga transportadora.
- Recolha do tabuleiro antigo.
- Colocação do novo tabuleiro.
- Transporte do tabuleiro antigo para a linha de desvio.

PONTES METÁLICAS E MISTAS - Processos Construtivos

VIADUTO FERROVIÁRIO DE XABREGAS (REFER,EP) – PORTUGAL

-Substituição dos Tabuleiros com transporte pela própria via.

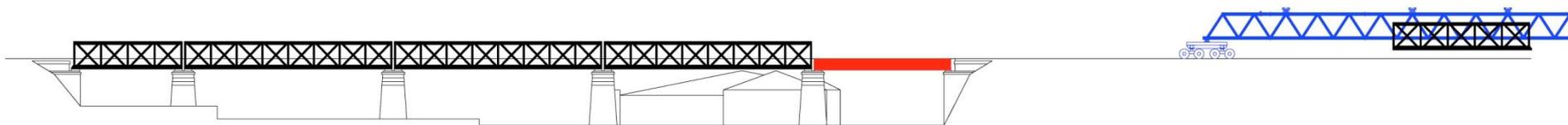


- Transporte do novo tabuleiro para o local com a ajuda de uma viga transportadora.
- Recolha do tabuleiro antigo.
- Colocação do novo tabuleiro.
- Transporte do tabuleiro antigo para a linha de desvio.

PONTES METÁLICAS E MISTAS - Processos Construtivos

VIADUTO FERROVIÁRIO DE XABREGAS (REFER,EP) – PORTUGAL

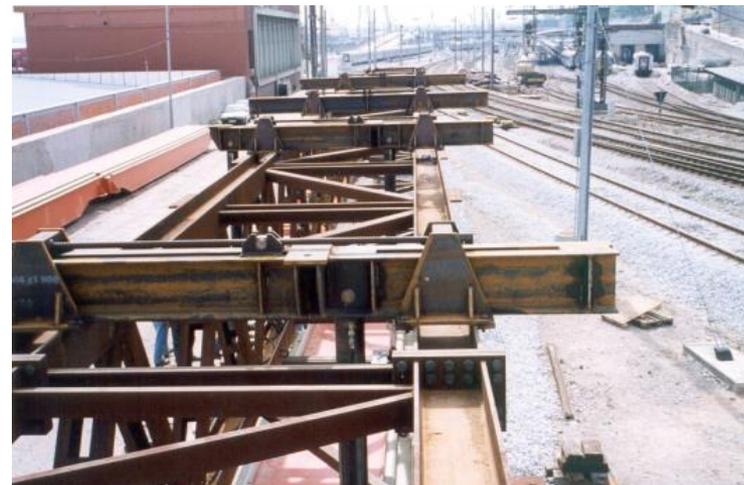
-Substituição dos Tabuleiros com transporte pela própria via.



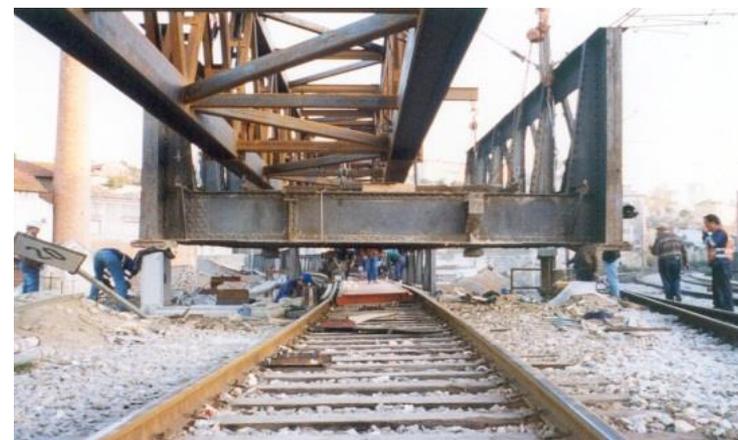
- Transporte do novo tabuleiro para o local com a ajuda de uma viga transportadora.
- Recolha do tabuleiro antigo.
- Colocação do novo tabuleiro.
- Transporte do tabuleiro antigo para a linha de desvio.

PONTES METÁLICAS E MISTAS - Processos Construtivos

VIADUTO FERROVIÁRIO DE XABREGAS (REFER,EP) – PORTUGAL

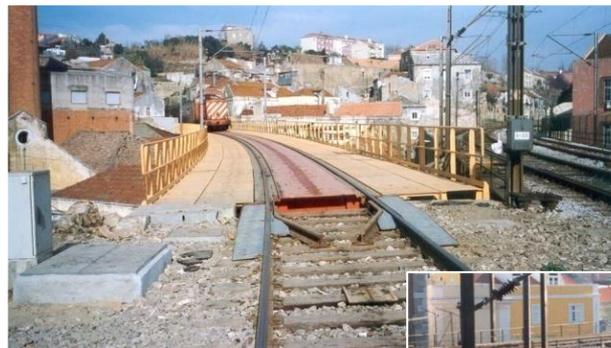


Durante o transporte do tabuleiro antigo para a linha de desvio, encontramos, ora dum lado ora do outro, postes de catenária ou de sinalização que impedem a deslocação, por isso criámos um mecanismo nas vigas superiores de suspensão da ponte, permitindo desviar a ponte.



PONTES METÁLICAS E MISTAS - Processos Construtivos

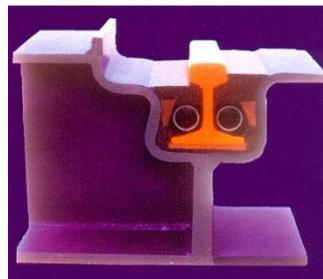
VIADUTO FERROVIÁRIO DE XABREGAS (REFER,EP) – PORTUGAL



PONTES METÁLICAS E MISTAS - Processos Construtivos

VIADUTO FERROVIÁRIO DE XABREGAS (REFER,EP) – PORTUGAL

Ponte dita “Silenciosa” pela construção dos tabuleiros em caixão e pelos carris embebidos em elastómero, com fraca emissão de ruído.



Adjudicámos ao IST que realizou um teste comparativo do ruído tendo chegado à conclusão que é significativamente mais reduzido.

PONTES METÁLICAS E MISTAS - Processos Construtivos

VIADUTO FERROVIÁRIO DE XABREGAS (REFER,EP) – PORTUGAL



Viaduto de Xabregas concluído



PONTES METÁLICAS E MISTAS - Processos Construtivos

- Suspensão na própria estrutura.
- Substituição dos Tabuleiros com transporte pela própria via.
- Utilização de Tirantes provisórios para a montagem dos Arcos.**
- Utilização do Tabuleiro antigo, como plataforma, para a construção do Novo.
- Montagem dos Tabuleiros por avanço incremental.
- Substituição da Ponte com utilização do Tabuleiro antigo como nariz de lançamento.
- Substituição total do sistema de atirantamento por transferências de cargas sucessivas.
- Substituição total dos cabos pendurais com suspensões provisórias com strands / barras de alta resistência.

PONTES METÁLICAS E MISTAS - Processos Construtivos

PONTE FERROVIÁRIA SOBRE O RIO COURA, CAMINHA, (REFER,EP) – PORTUGAL

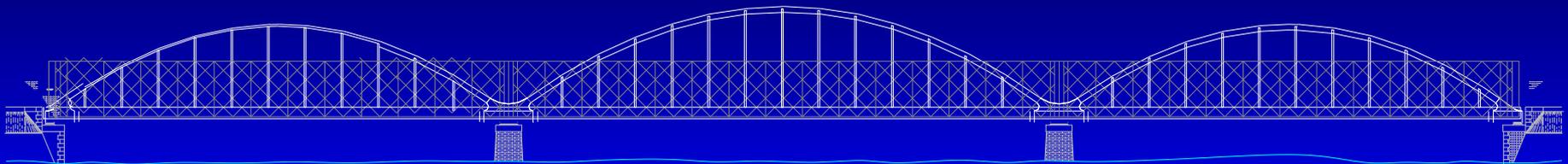
-Utilização de Tirantes provisórios para a montagem dos Arcos.



Ponte próxima do mar onde se fazia sentir as variações das marés, por vezes com pouca água, inviabilizando a utilização só de meios marítimos para apoio à montagem.

PONTE FERROVIÁRIA SOBRE O RIO COURA, CAMINHA, (REFER,EP) – PORTUGAL

-Utilização de Tirantes provisórios para a montagem dos Arcos.

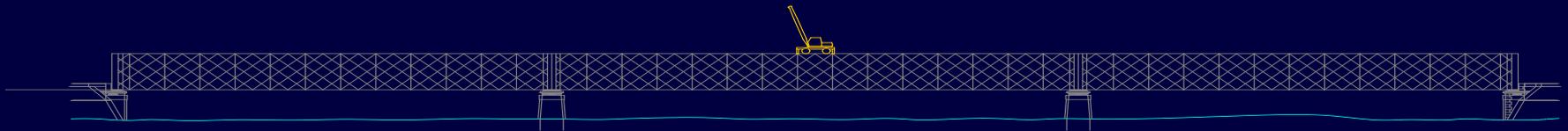


Solução definida: Ponte a envolver a existente.

Estudámos a montagem de caminho de rolamento sobre a ponte para grua e atirantamento dos arcos com barras de alta resistência provisórias.

PONTE FERROVIÁRIA SOBRE O RIO COURA, CAMINHA, (REFER,EP) – PORTUGAL

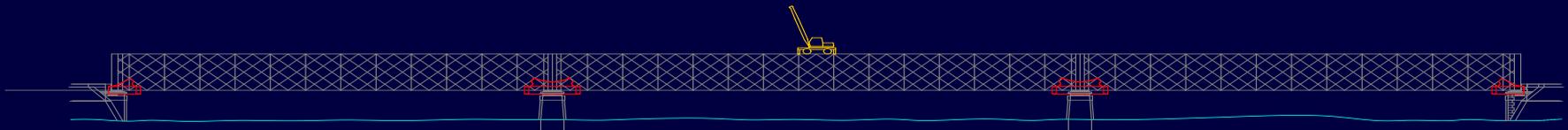
-Utilização de Tirantes provisórios para a montagem dos Arcos.



1. Fase inicial : montagem da grua

PONTE FERROVIÁRIA SOBRE O RIO COURA, CAMINHA, (REFER,EP) – PORTUGAL

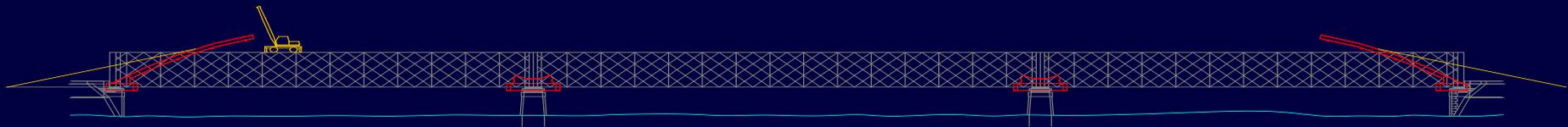
-Utilização de Tirantes provisórios para a montagem dos Arcos.



2. Posicionamento dos
“arranques”

PONTE FERROVIÁRIA SOBRE O RIO COURA, CAMINHA, (REFER,EP) – PORTUGAL

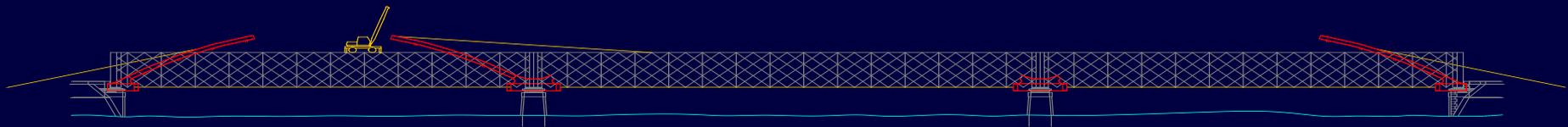
-Utilização de Tirantes provisórios para a montagem dos Arcos.



3. Montagem dos dois troços dos arcos exteriores

PONTE FERROVIÁRIA SOBRE O RIO COURA, CAMINHA, (REFER,EP) – PORTUGAL

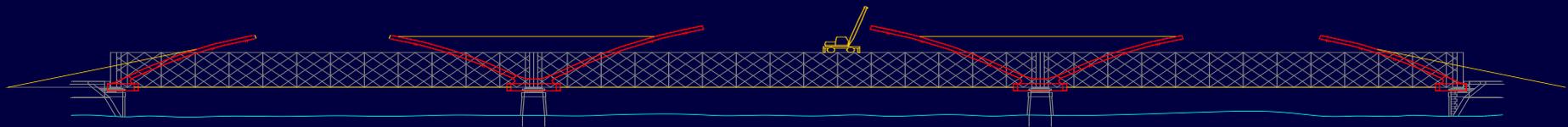
-Utilização de Tirantes provisórios para a montagem dos Arcos.



4. Montagem de troços dos arcos nos pilares

PONTE FERROVIÁRIA SOBRE O RIO COURA, CAMINHA, (REFER,EP) – PORTUGAL

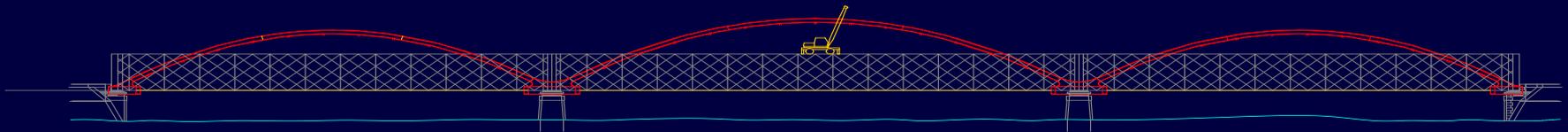
-Utilização de Tirantes provisórios para a montagem dos Arcos.



5- Continuação da montagem de troços dos arcos

PONTE FERROVIÁRIA SOBRE O RIO COURA, CAMINHA, (REFER,EP) – PORTUGAL

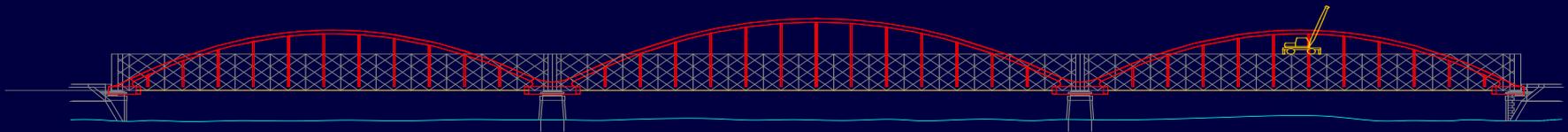
-Utilização de Tirantes provisórios para a montagem dos Arcos.



6. Fecho dos arcos

PONTE FERROVIÁRIA SOBRE O RIO COURA, CAMINHA, (REFER,EP) – PORTUGAL

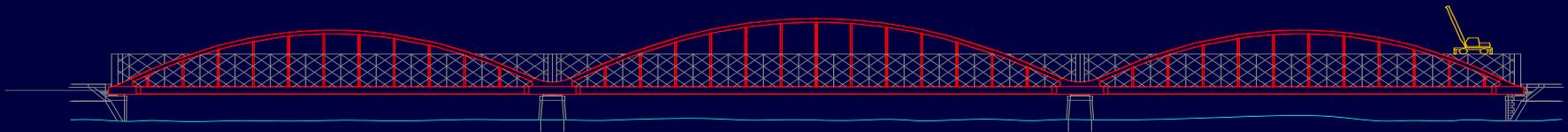
-Utilização de Tirantes provisórios para a montagem dos Arcos.



7. Montagem dos tirantes verticais

PONTE FERROVIÁRIA SOBRE O RIO COURA, CAMINHA, (REFER,EP) – PORTUGAL

-Utilização de Tirantes provisórios para a montagem dos Arcos.



8. Montagem dos tirantes horizontais – Vigas Principais

PONTE FERROVIÁRIA SOBRE O RIO COURA, CAMINHA, (REFER,EP) – PORTUGAL

-Utilização de Tirantes provisórios para a montagem dos Arcos.



Adaptação dos rodados da grua ao caminho de rolamento montado na ponte

PONTE FERROVIÁRIA SOBRE O RIO COURA, CAMINHA, (REFER,EP) – PORTUGAL

-Utilização de Tirantes provisórios para a montagem dos Arcos.



PONTE FERROVIÁRIA SOBRE O RIO COURA, CAMINHA, (REFER,EP) – PORTUGAL

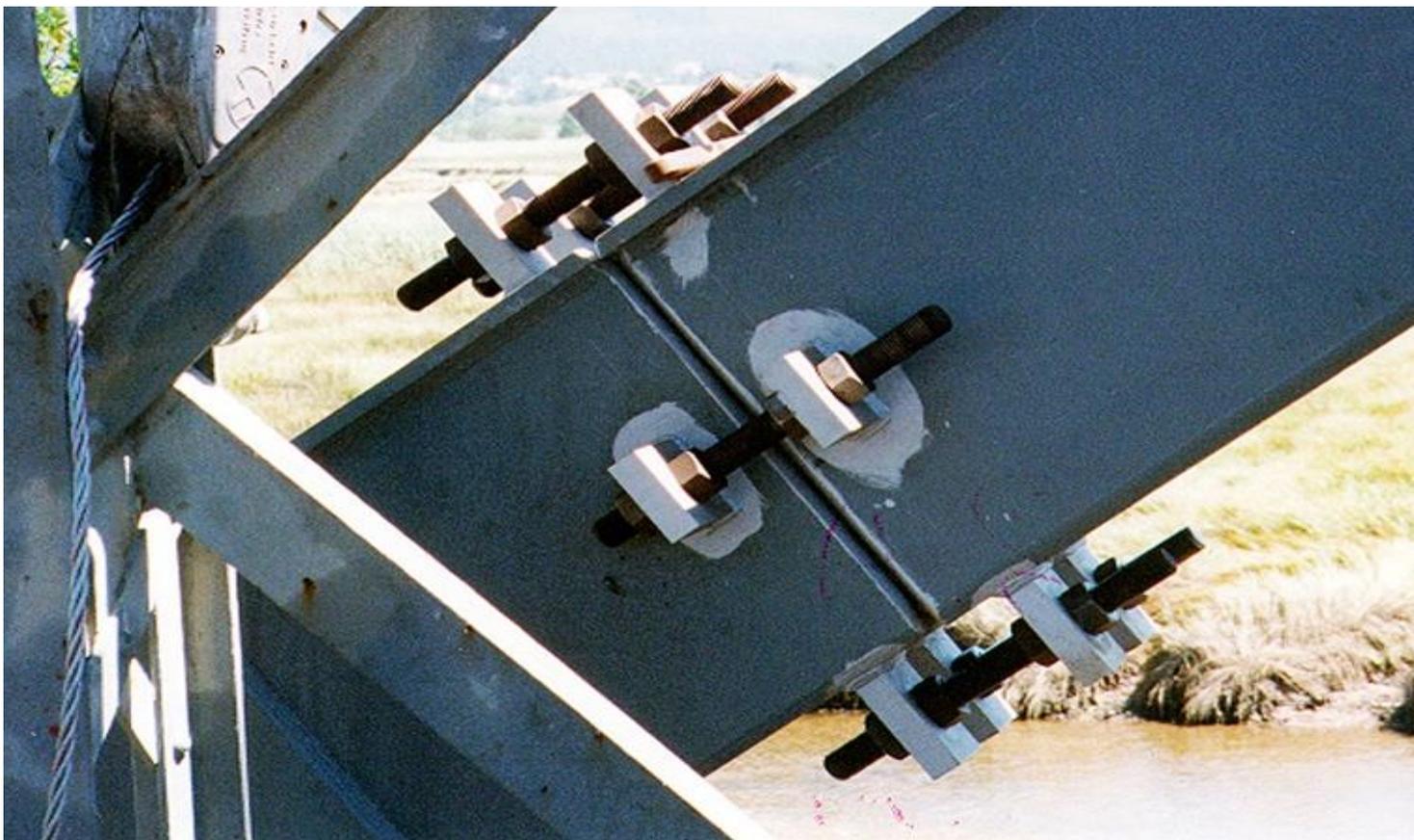
-Utilização de Tirantes provisórios para a montagem dos Arcos.



Montagem dos “arranques”

PONTE FERROVIÁRIA SOBRE O RIO COURA, CAMINHA, (REFER,EP) – PORTUGAL

-Utilização de Tirantes provisórios para a montagem dos Arcos.



Ligação provisória

PONTE FERROVIÁRIA SOBRE O RIO COURA, CAMINHA, (REFER,EP) – PORTUGAL

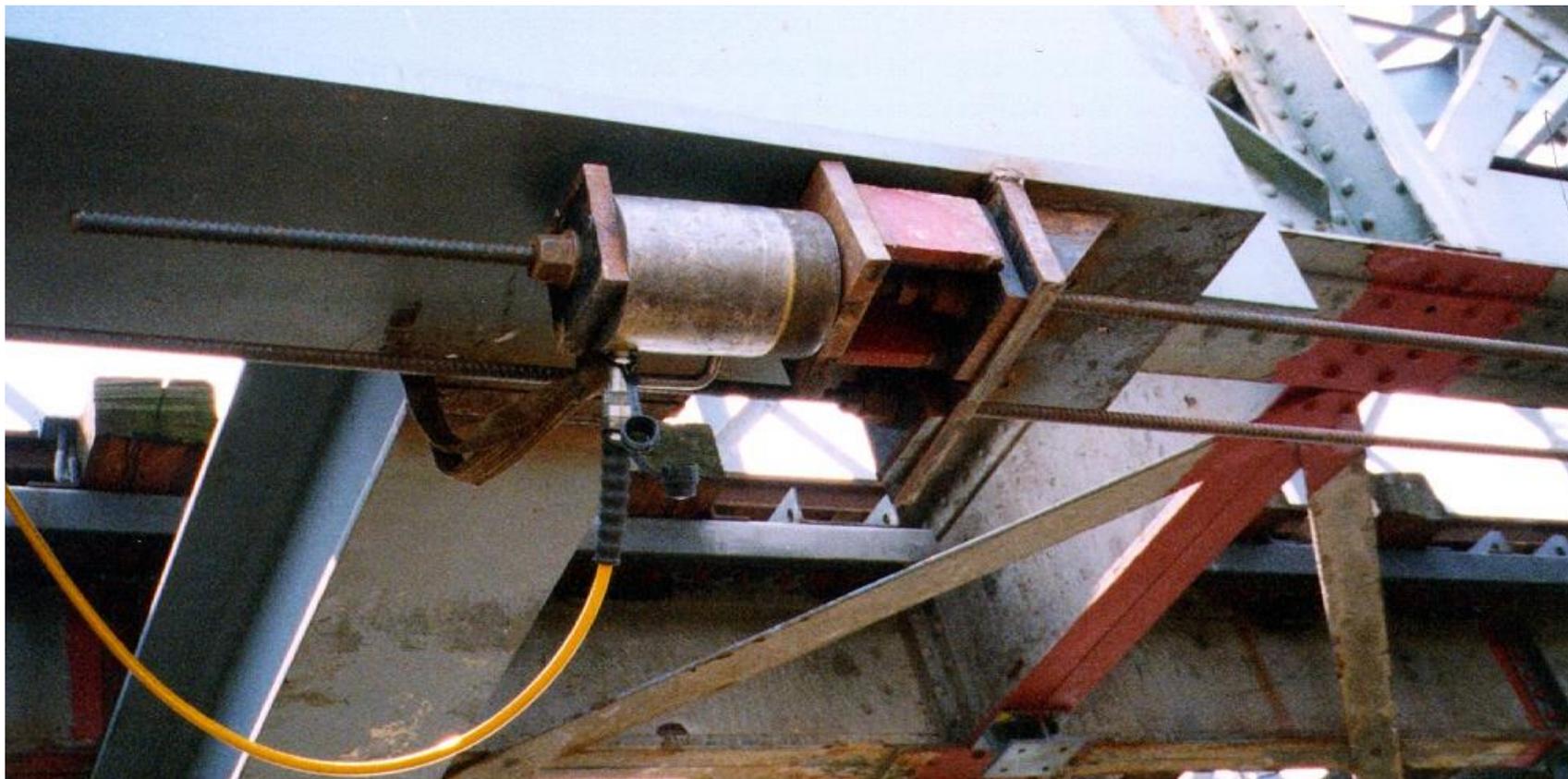
-Utilização de Tirantes provisórios para a montagem dos Arcos.



Suspensão do troço do arco com tirantes provisórios

PONTE FERROVIÁRIA SOBRE O RIO COURA, CAMINHA, (REFER,EP) – PORTUGAL

-Utilização de Tirantes provisórios para a montagem dos Arcos.



Sistema de controlo

PONTE FERROVIÁRIA SOBRE O RIO COURA, CAMINHA, (REFER,EP) – PORTUGAL

-Utilização de Tirantes provisórios para a montagem dos Arcos.



Fecho do arco

PONTE FERROVIÁRIA SOBRE O RIO COURA, CAMINHA, (REFER,EP) – PORTUGAL

-Utilização de Tirantes provisórios para a montagem dos Arcos.



Suspensão dos troços com tirantes provisórios

PONTE FERROVIÁRIA SOBRE O RIO COURA, CAMINHA, (REFER,EP) – PORTUGAL

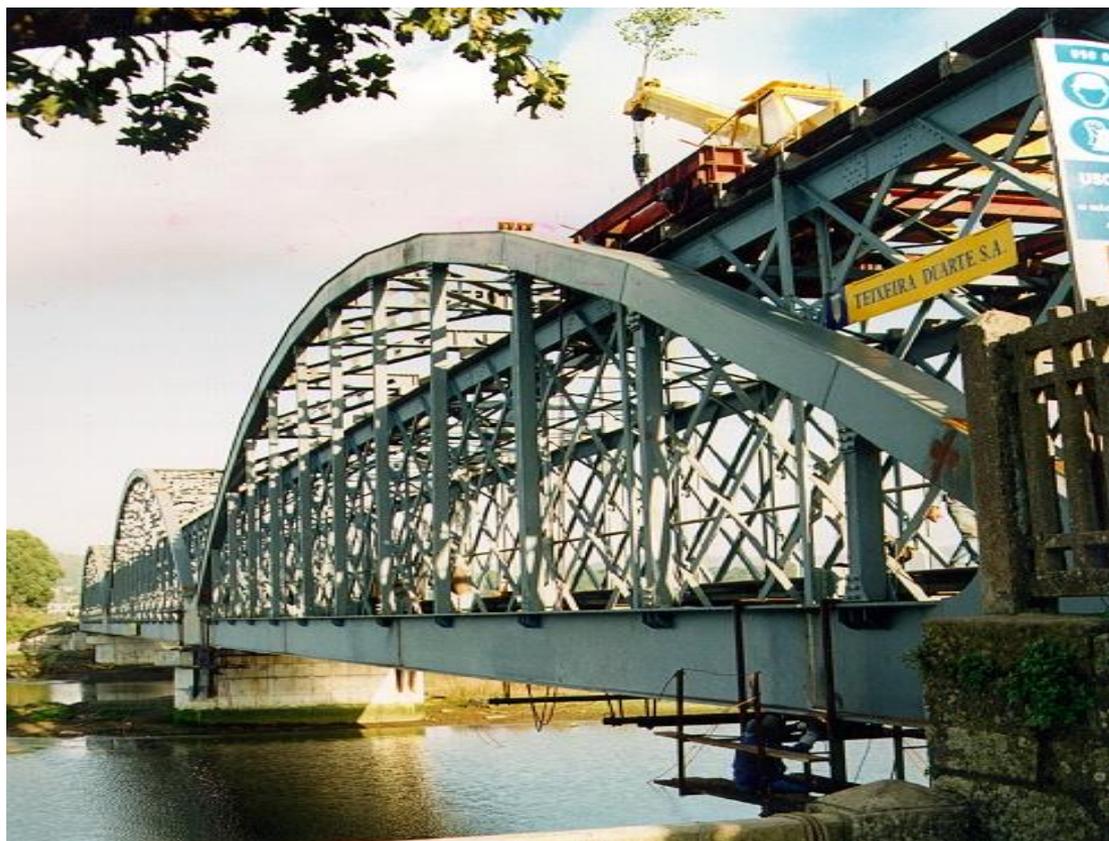
-Utilização de Tirantes provisórios para a montagem dos Arcos.



Vista dos tirantes longitudinais provisórios de controlo

PONTE FERROVIÁRIA SOBRE O RIO COURA, CAMINHA, (REFER,EP) – PORTUGAL

-Utilização de Tirantes provisórios para a montagem dos Arcos.



Vista do tirante longitudinal definitivo

PONTE FERROVIÁRIA SOBRE O RIO COURA, CAMINHA, (REFER,EP) – PORTUGAL

-Utilização de Tirantes provisórios para a montagem dos Arcos.



Aspecto do contraventamento superior

PONTE FERROVIÁRIA SOBRE O RIO COURA, CAMINHA, (REFER,EP) – PORTUGAL



Vista da ponte terminada



PONTES METÁLICAS E MISTAS - Processos Construtivos

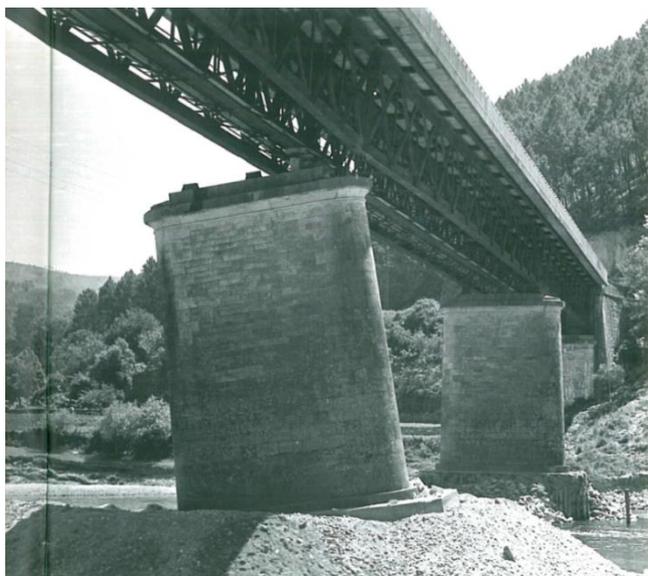
- Suspensão na própria estrutura.
- Substituição dos Tabuleiros com transporte pela própria via.
- Utilização de Tirantes provisórios para a montagem dos Arcos.
- Utilização do Tabuleiro antigo, como plataforma, para a construção do Novo.**
- Montagem dos Tabuleiros por avanço incremental.
- Substituição da Ponte com utilização do Tabuleiro antigo como nariz de lançamento.
- Substituição total do sistema de atirantamento por transferências de cargas sucessivas.
- Substituição total dos cabos pendurais com suspensões provisórias com strands / barras de alta resistência.

PONTE RODOVIÁRIA SOBRE O RIO MONDEGO, PENACOVA, (EP,EP) – PORTUGAL



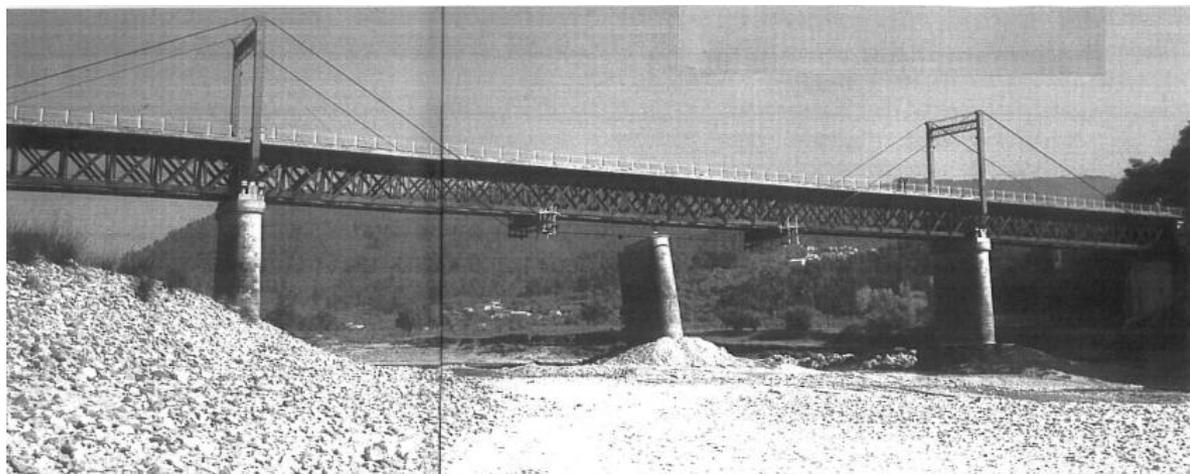
A rotura dum tirante colocou em risco a segurança do tabuleiro.

PONTE RODOVIÁRIA SOBRE O RIO MONDEGO, PENACOVA, (EP,EP) – PORTUGAL

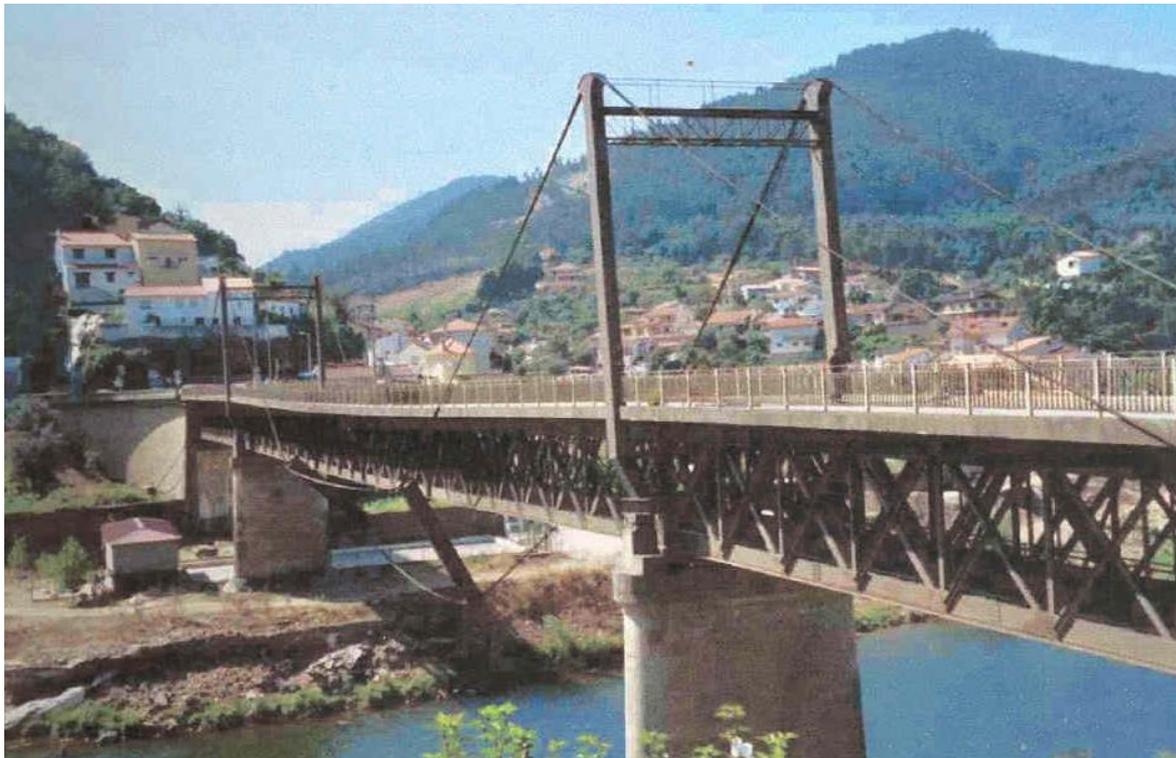


ENQUADRAMENTO HISTÓRICO

Em 1979 deu-se o assentamento do pilar central e o Profº Edgar Cardoso projetou, com a sua genial criatividade, um sistema de atirantamento do tramo central, ficando com o dobro do vão dos tramos originais.



PONTE RODOVIÁRIA SOBRE O RIO MONDEGO, PENACOVA, (EP,EP) – PORTUGAL



Em 2004, com a rotura do tirante deste sistema, que originou deformações importantes no tramo central e rotura de algumas peças, foi adjudicada a conceção e construção de um novo tabuleiro e reforço dos encontros.



PONTE RODOVIÁRIA SOBRE O RIO MONDEGO, PENACOVA, (EP,EP) – PORTUGAL

A substituição do tabuleiro por um novo tinha um problema delicado:

-Existia no interior do tabuleiro uma conduta de alimentação de água à povoação de Penacova.

-Naturalmente, a povoação não podia estar sem água durante o tempo das operações de substituição do tabuleiro.

-Concebemos uma solução de montagem que evitava o corte do abastecimento de água.



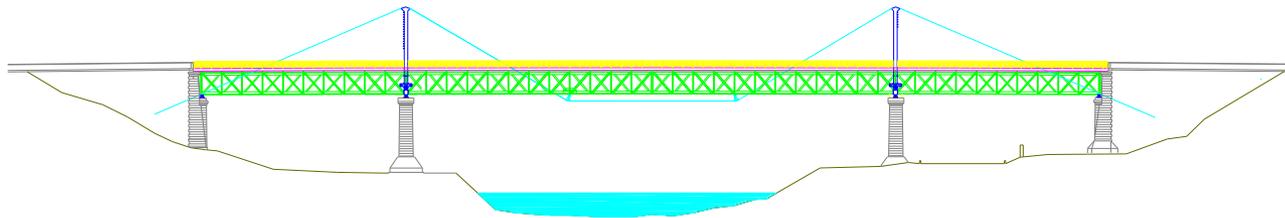
PONTE RODOVIÁRIA SOBRE O RIO MONDEGO, PENACOVA, (EP,EP) – PORTUGAL

Dum modo geral, esta solução consistiu em colocar nos encontros umas condutas de alimentação, provisórias, cortar e descer o tabuleiro central com a conduta de alimentação e restabelecer assim o abastecimento.

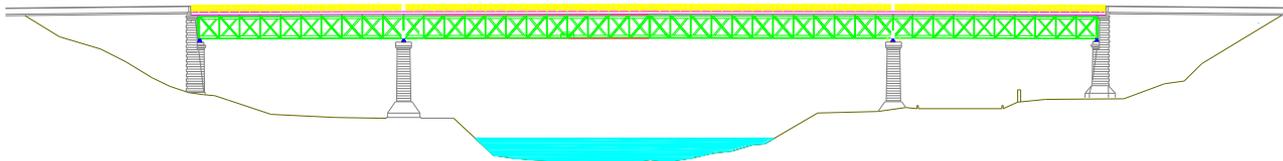
O tabuleiro antigo passou a estar simplesmente apoiado. Para evitar a deformação a meio vão, colocámos estacas provisórias.

A metodologia foi a que se esquematiza a seguir:

PONTE RODOVIÁRIA SOBRE O RIO MONDEGO, PENACOVA, (EP,EP) – PORTUGAL

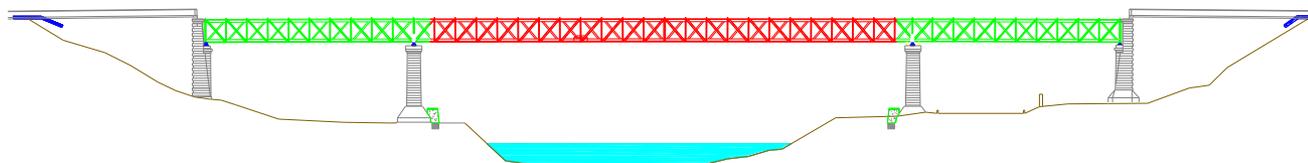


Desmontagem dos tirantes, das vigas transversais e dos pilares metálicos.

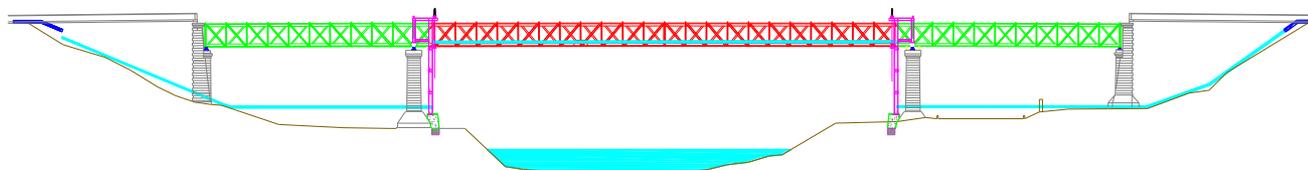


Remoção da camada betuminosa do pavimento.

PONTE RODOVIÁRIA SOBRE O RIO MONDEGO, PENACOVA, (EP,EP) – PORTUGAL

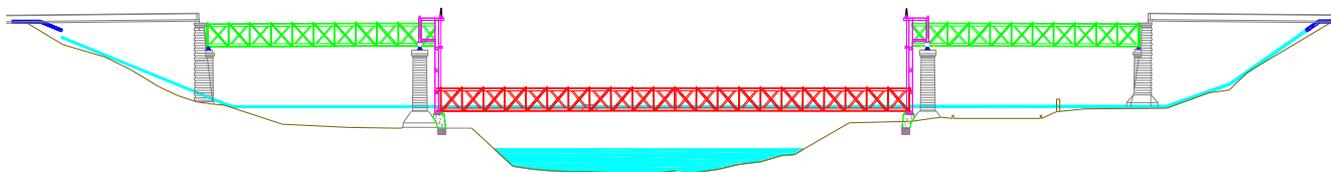


Remoção do betão, preparação dos **apoios** provisórios nas margens e colocação e adaptação da **conduta de água definitiva** nos encontros.

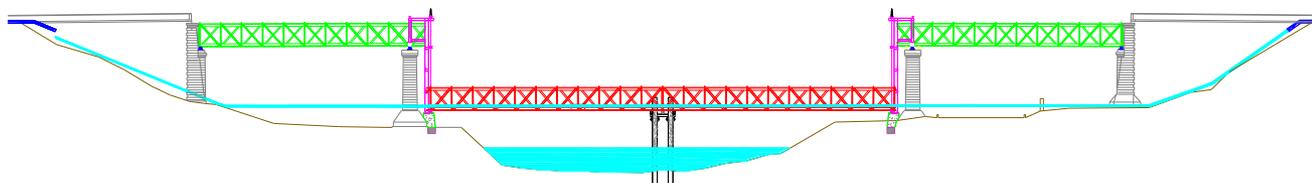


Montagem da tubagem provisória nas margens, montagem do sistema de manobra com pórticos para descida do tramo central.

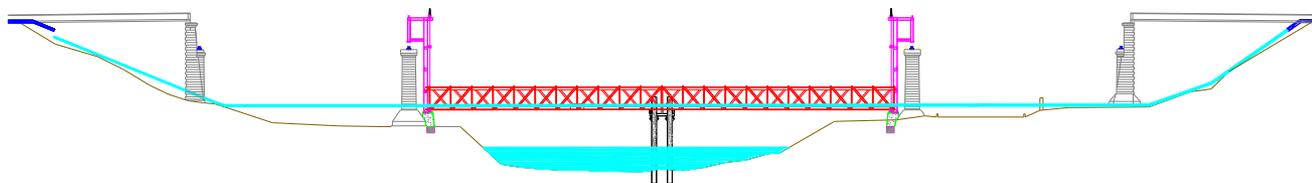
PONTE RODOVIÁRIA SOBRE O RIO MONDEGO, PENACOVA, (EP,EP) – PORTUGAL



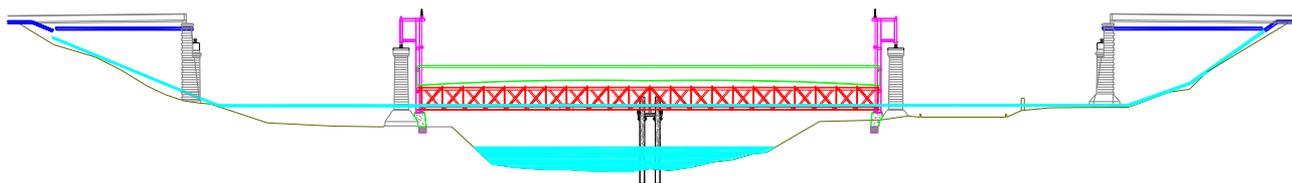
Corte da alimentação de água e corte do tabuleiro central. Descida controlada e ligação da conduta de alimentação às condutas provisórias, restabelecendo a alimentação de água.



Colocação de estacas provisórias.



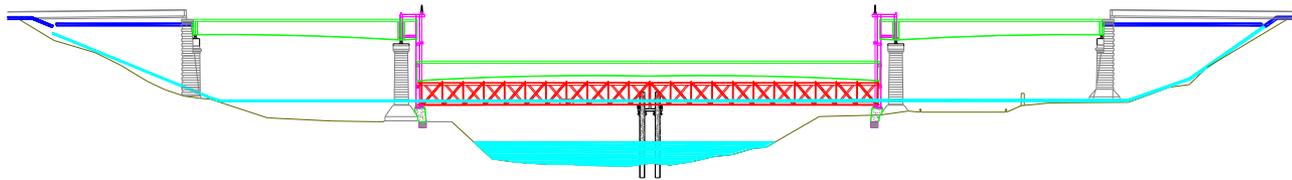
Montagem do novo tramo central sobre o antigo.



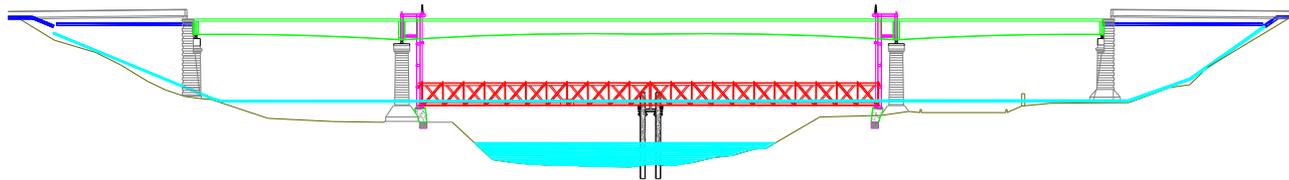
Reforço dos encontros e montagem nos mesmos condutas de água definitivas.

PONTE RODOVIÁRIA SOBRE O RIO MONDEGO, PENACOVA, (EP,EP) – PORTUGAL

-Utilização do Tabuleiro antigo, como plataforma, para a construção do Novo.



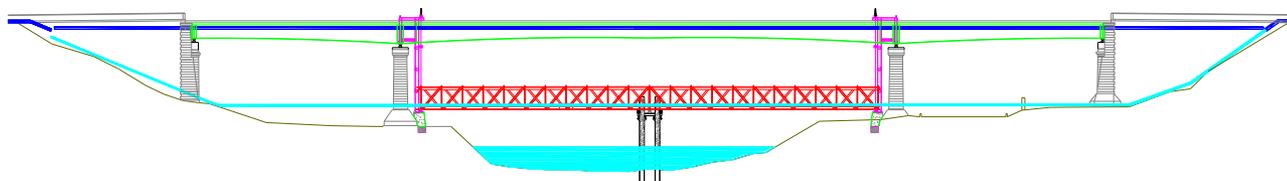
Fabrico e colocação com o apoio de guias dos tramos laterais.



Elevação do tramo central do mesmo modo, mas inverso, à sua descida.

PONTE RODOVIÁRIA SOBRE O RIO MONDEGO, PENACOVA, (EP,EP) – PORTUGAL

-Utilização do Tabuleiro antigo, como plataforma, para a construção do Novo.



Colocação da nova conduta e restabelecimento da alimentação de água definitiva.



Desmontagem do tramo central antigo, pilares provisórios e pórticos.

PONTE RODOVIÁRIA SOBRE O RIO MONDEGO, PENACOVA, (EP,EP) – PORTUGAL



Corte e descida do tabuleiro com apoio de cilindros hidráulicos.



PONTE RODOVIÁRIA SOBRE O RIO MONDEGO, PENACOVA, (EP,EP) – PORTUGAL



**Montagem do novo tabuleiro
sobre o antigo e elevação.**

PONTE RODOVIÁRIA SOBRE O RIO MONDEGO, PENACOVA, (EP,EP) – PORTUGAL



Vista da ponte terminada.



PONTES METÁLICAS E MISTAS - Processos Construtivos

- Suspensão na própria estrutura.
- Substituição dos Tabuleiros com transporte pela própria via.
- Utilização de Tirantes provisórios para a montagem dos Arcos.
- Utilização do Tabuleiro antigo, como plataforma, para a construção do Novo.
- Montagem dos Tabuleiros por avanço incremental.**
- Substituição da Ponte com utilização do Tabuleiro antigo como nariz de lançamento.
- Substituição total do sistema de atirantamento por transferências de cargas sucessivas.
- Substituição total dos cabos pendurais com suspensões provisórias com strands / barras de alta resistência.



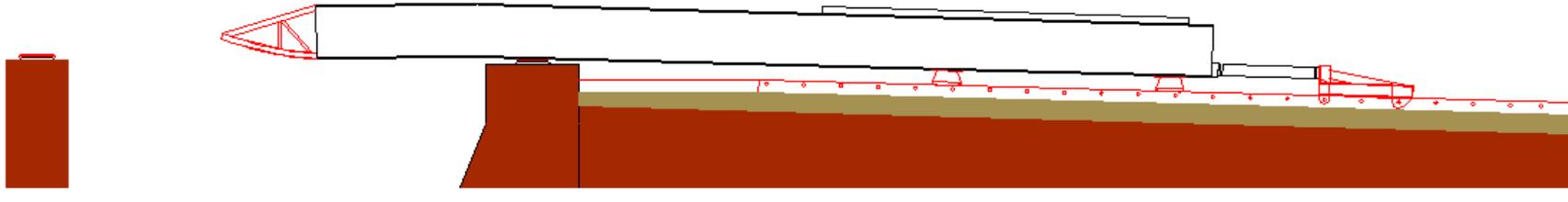
VIADUTOS RODOVIÁRIOS DA 2ª ROCADE, ALGEL, (ANA) – ARGÉLIA

-Montagem dos Tabuleiros por avanço incremental.

- Viadutos com zonas de difícil acesso e alturas elevadas.
- Possibilidade de montagem com lajes ou pré lajes, o que sem recurso a cofragens complexas permite uma betonagem de acesso fácil.
- Maior segurança nas operações.

VIADUTOS RODOVIÁRIOS DA 2ª ROCADE, ALGEL, (ANA) – ARGÉLIA

-Montagem dos Tabuleiros por avanço incremental.



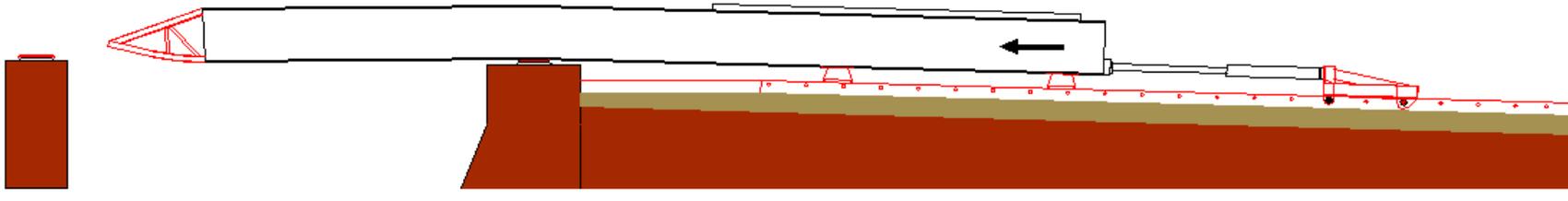
Princípio de funcionamento:

Posicionamento das vigas ao nível do encontro e avanço por empurres sucessivos, deslizando sobre calços de material plástico de baixo atrito.

O nariz de aproximação ao tocar no pilar, com a sua curvatura inferior, com o avanço, diminui a deformação do tabuleiro.

VIADUTOS RODOVIÁRIOS DA 2ª ROCADE, ALGEL, (ANA) – ARGÉLIA

-Montagem dos Tabuleiros por avanço incremental.



Fixação da cadeira e avanço do tabuleiro por acção da abertura do cilindro hidráulico.

VIADUTOS RODOVIÁRIOS DA 2ª ROCADE, ALGEL, (ANA) – ARGÉLIA

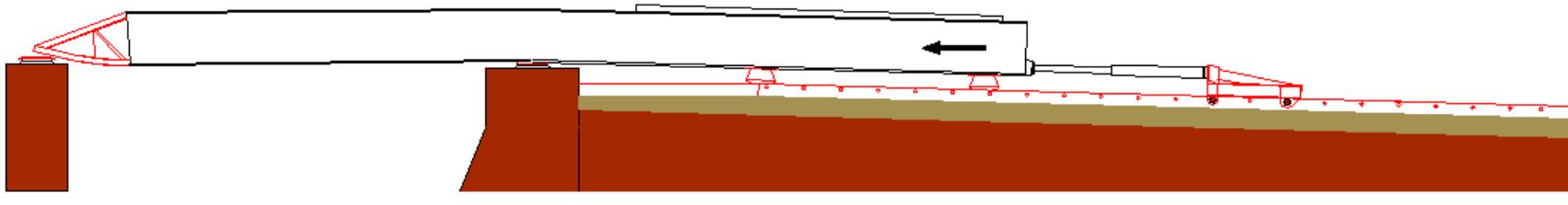
-Montagem dos Tabuleiros por avanço incremental.



Remoção da fixação da cadeira e avanço da mesma por acção do fecho do cilindro hidráulico.

VIADUTOS RODOVIÁRIOS DA 2ª ROCADE, ALGEL, (ANA) – ARGÉLIA

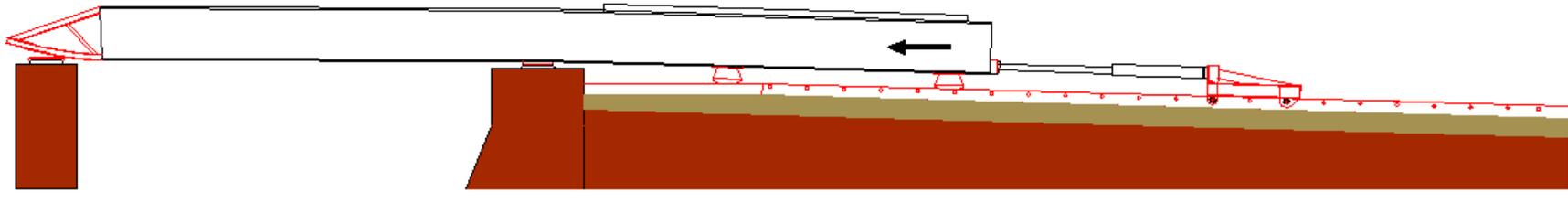
-Montagem dos Tabuleiros por avanço incremental.



**Fixação da cadeira e avanço do tabuleiro por acção da abertura do cilindro hidráulico.
Aproximação do pilar.**

VIADUTOS RODOVIÁRIOS DA 2ª ROCADE, ALGEL, (ANA) – ARGÉLIA

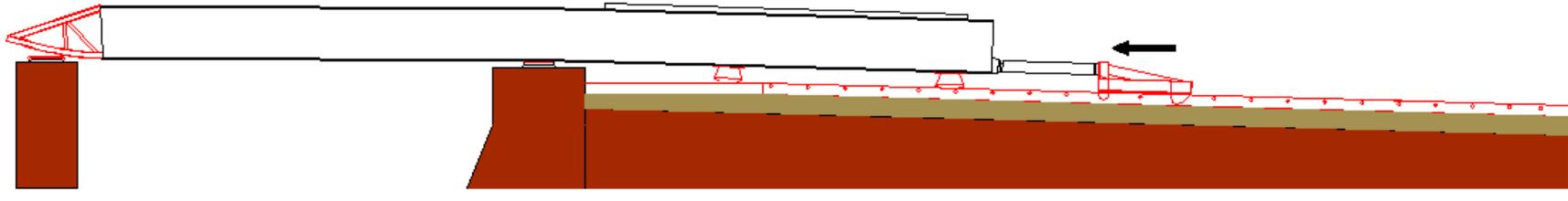
-Montagem dos Tabuleiros por avanço incremental.



Avanço do tabuleiro por acção da abertura do cilindro hidráulico e recuperação da deformação vertical.

VIADUTOS RODOVIÁRIOS DA 2ª ROCADE, ALGEL, (ANA) – ARGÉLIA

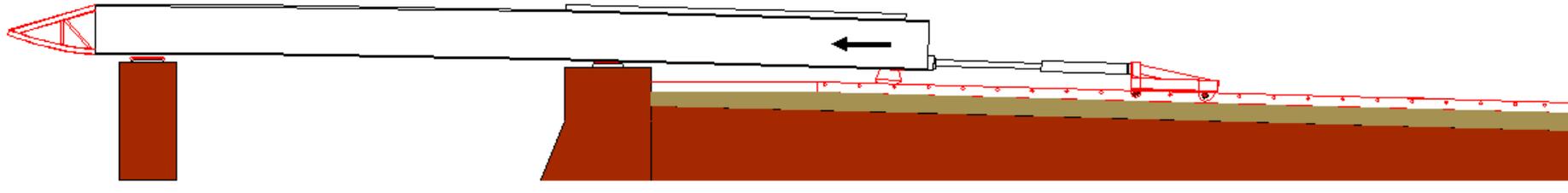
-Montagem dos Tabuleiros por avanço incremental.



Remoção da fixação da cadeira e avanço da mesma por acção do fecho do cilindro hidráulico.

VIADUTOS RODOVIÁRIOS DA 2ª ROCADE, ALGEL, (ANA) – ARGÉLIA

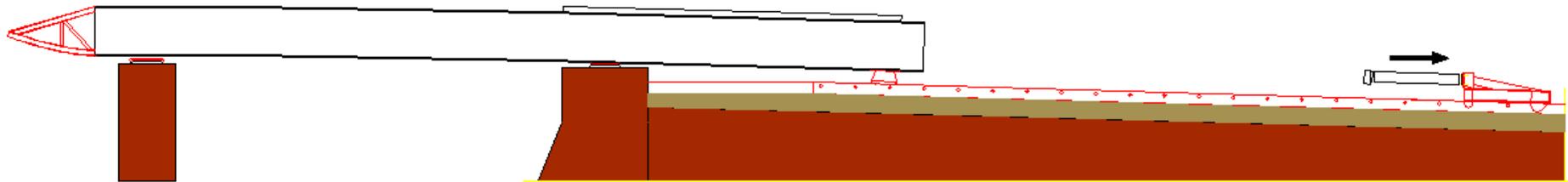
-Montagem dos Tabuleiros por avanço incremental.



Fixação da cadeira e avanço do tabuleiro por acção da abertura do cilindro hidráulico.

VIADUTOS RODOVIÁRIOS DA 2ª ROCADE, ALGEL, (ANA) – ARGÉLIA

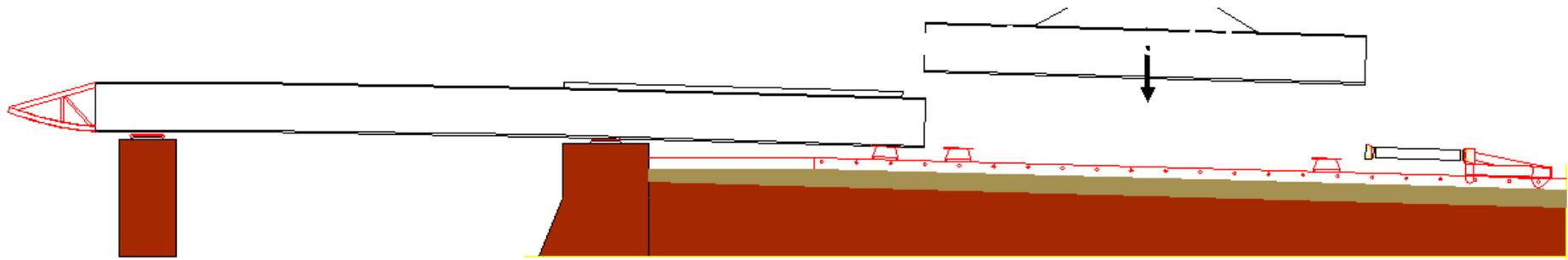
-Montagem dos Tabuleiros por avanço incremental.



Deslocação da cadeira para a posição inicial do deslocamento.

VIADUTOS RODOVIÁRIOS DA 2ª ROCADE, ALGEL, (ANA) – ARGÉLIA

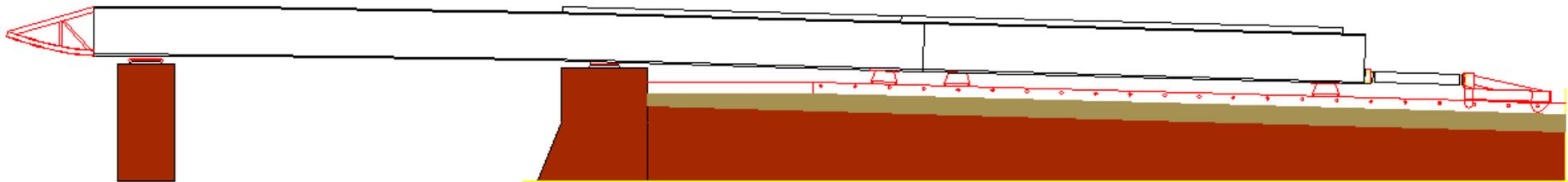
-Montagem dos Tabuleiros por avanço incremental.



Posicionamento das novas vigas, soldadura e controlo da qualidade.

VIADUTOS RODOVIÁRIOS DA 2ª ROCADE, ALGEL, (ANA) – ARGÉLIA

-Montagem dos Tabuleiros por avanço incremental.



Avanço do tabuleiro com procedimento idêntico.

Na Central de comando dos cilindros hidráulicos, com os manómetros, facilmente se deteta se existe alguma prisão no deslocamento dos Tabuleiros, pela variação da pressão.

Com este sistema e com a criação de calços de material plástico de baixo atrito, diminui muito a mão de obra necessária e o risco de acidentes, não sendo preciso pessoal em cada pilar para a manobra de calços de deslize, como noutros sistemas.

VIADUTOS RODOVIÁRIOS DA 2ª ROCADE, ALGEL, (ANA) – ARGÉLIA

-Montagem dos Tabuleiros por avanço incremental.



Cilindros hidráulicos de empurre

VIADUTOS RODOVIÁRIOS DA 2ª ROCADE, ALGEL, (ANA) – ARGÉLIA

-Montagem dos Tabuleiros por avanço incremental.



Vigas de apoio e deslize

VIADUTOS RODOVIÁRIOS DA 2ª ROCADE, ALGEL, (ANA) – ARGÉLIA

-Montagem dos Tabuleiros por avanço incremental.



Estrutura de ajuda de recuperação da flexão, substituindo o nariz de aproximação.

VIADUTOS RODOVIÁRIOS DA 2ª ROCADE, ALGEL, (ANA) – ARGÉLIA

-Montagem dos Tabuleiros por avanço incremental.



Vista de um tabuleiro lançado e outro em lançamento



PONTES METÁLICAS E MISTAS - Processos Construtivos

- Suspensão na própria estrutura.
- Substituição dos Tabuleiros com transporte pela própria via.
- Utilização de Tirantes provisórios para a montagem dos Arcos.
- Utilização do Tabuleiro antigo, como plataforma, para a construção do Novo.
- Montagem dos Tabuleiros por avanço incremental.
- Substituição da Ponte com utilização do Tabuleiro antigo como nariz de lançamento.**
- Substituição total do sistema de atirantamento por transferências de cargas sucessivas.
- Substituição total dos cabos pendurais com suspensões provisórias com strands / barras de alta resistência.



PONTE FERROVIÁRIA SANTA JOANA, COLATINA, (VALE) - BRASIL

-Substituição da Ponte com utilização do Tabuleiro antigo como nariz de lançamento.

Pretende-se substituir o tabuleiro da Ponte de Santa Joana com minimização dos impactes ambientais, com segurança elevada, com poucos meios e de baixo Porte.

Normalmente, nas pontes ferroviárias, com pouco tempo para interditar a via, colocam-se estacas para apoio da nova ponte ao lado da existente. Do outro lado também se colocam estacas para receber a mesma (a existente). Quando há a interdição de via desloca-se a existente para a situação lateral e a nova para o lugar da antiga.



PONTE FERROVIÁRIA SANTA JOANA, COLATINA, (VALE) - BRASIL

-Substituição da Ponte com utilização do Tabuleiro antigo como nariz de lançamento.

A Vale (nasceu em 1942, como Companhia Vale do Rio Doce) é uma das maiores empresas de mineração do mundo.

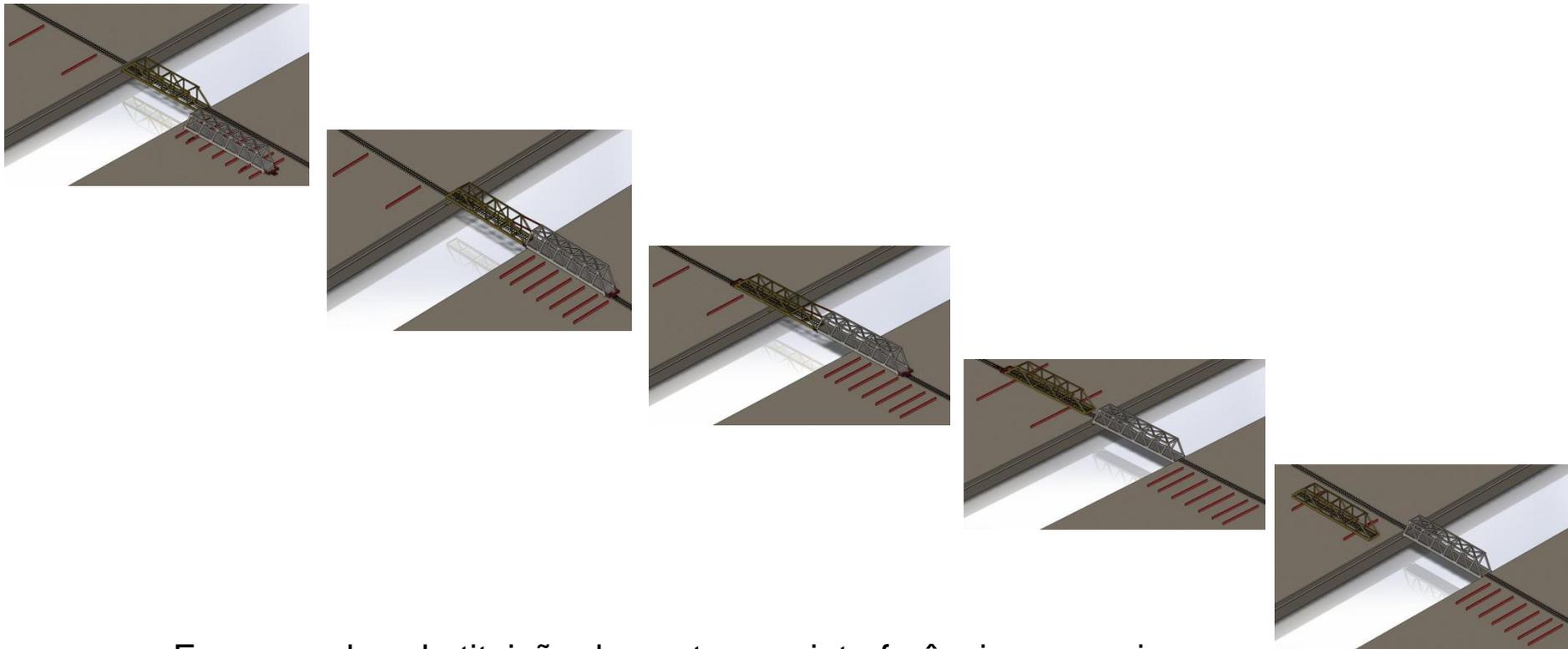
Na altura deste concurso, estava com enormes preocupações com o ambiente e nomeadamente com os rios.

Propusemos uma solução criativa e inovadora utilizando a ponte antiga como nariz de lançamento ligando-a à nova e empurrando o conjunto.

Esta solução permite a substituição da ponte sem interferência com o rio.

PONTE FERROVIÁRIA SANTA JOANA, COLATINA, (VALE) - BRASIL

-Substituição da Ponte com utilização do Tabuleiro antigo como nariz de lançamento.



Esquema de substituição da ponte sem interferência com o rio.



PONTE FERROVIÁRIA SANTA JOANA, COLATINA, (VALE) - BRASIL





PONTES METÁLICAS E MISTAS - Processos Construtivos

- Suspensão na própria estrutura.
- Substituição dos Tabuleiros com transporte pela própria via.
- Utilização de Tirantes provisórios para a montagem dos Arcos.
- Utilização do Tabuleiro antigo, como plataforma, para a construção do Novo.
- Montagem dos Tabuleiros por avanço incremental.
- Substituição da Ponte com utilização do Tabuleiro antigo como nariz de lançamento.
- Substituição total do sistema de atirantamento por transferências de cargas sucessivas.**
- Substituição total dos cabos pendurais com suspensões provisórias com strands / barras de alta resistência.

PONTE RODOVIÁRIA SOBRE O RIO KWANZA, BARRA DO KWANZA, INEA - ANGOLA

-Substituição total do sistema de atirantamento por transferências de cargas sucessivas.



Ponte com 400 metros de comprimento, tabuleiro misto aço-betão, com dois vãos extremos de 70m e um central de 260m.

O tabuleiro é suspenso por de 2 X12 tirantes que passavam pelos dois pilares de betão armado com 46m de altura.

PONTE RODOVIÁRIA SOBRE O RIO KWANZA, BARRA DO KWANZA, INEA - ANGOLA



Tirantes deteriorados

Travessa partida



Vista dos cabos de reforço deteriorados



A reabilitação consistiu na substituição integral do sistema de tirantes, complementada com o reforço dos coroamentos das torres e na reparação e pinturas gerais da estrutura metálica e da de betão.

Estas substituições foram operações de engenharia complexas muito delicadas, pois, foi necessário a transferência de carga para tirantes provisórios e após remoção do actual sistema e colocação dos definitivos, foi feita nova transferência para estes.

PONTE RODOVIÁRIA SOBRE O RIO KWANZA, BARRA DO KWANZA, INEA - ANGOLA



Montagem da plataforma
de trabalho



Reparação das fissuras com
injecção de resina



Preparação do pré esforço na
viga superior



Montagem das armaduras
na viga superior



Reforço dos encontros

PONTE RODOVIÁRIA SOBRE O RIO KWANZA, BARRA DO KWANZA, INEA - ANGOLA

Montagem das ancoragens provisórias no tabuleiro e selas no topo dos pilares.



Montagem das ancoragens provisórias no tabuleiro



Montagem selas provisórias para passagem dos cabos sobre o pilar



Pré-esforço e selagem

PONTE RODOVIÁRIA SOBRE O RIO KWANZA, BARRA DO KWANZA, INEA - ANGOLA

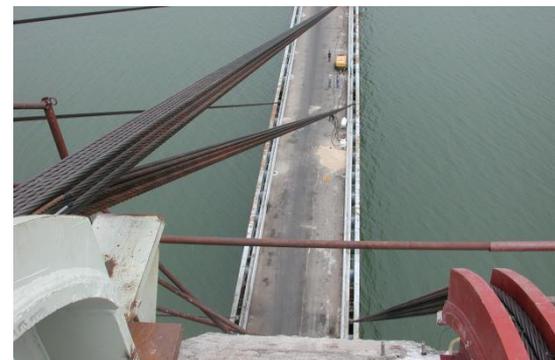
Montagem dos cabos provisórios, transferência de cargas dos cabos existentes para os provisórios, e remoção do sistema existente.



Montagem das ancoragens provisórias e remoção das existentes



Cabos provisórios da ancoragem do tabuleiro



Remoção dos cabos existentes e seus apoios

PONTE RODOVIÁRIA SOBRE O RIO KWANZA, BARRA DO KWANZA, INEA - ANGOLA

Montagem das ancoragens definitivas nos encontros, no tabuleiro e nos pilares



Ancoragem
definitiva do
encontro



Ancoragem
definitiva do
tabuleiro



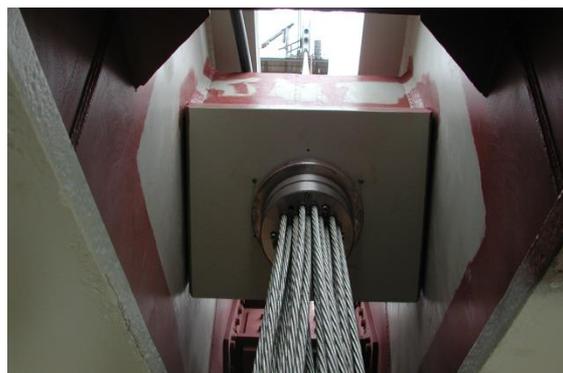
Ancoragem definitiva
da no topo dos pilares

PONTE RODOVIÁRIA SOBRE O RIO KWANZA, BARRA DO KWANZA, INEA - ANGOLA

Montagem dos novos cabos definitivos, e transferência de carga dos provisórios para estes e finalmente remoção do sistema provisório.



Formação dos tirantes definitivos, com montagem de strands



Cabos definitivos na ancoragem do tabuleiro



Tirantes definitivos e respectivos tubos de protecção

PONTE RODOVIÁRIA SOBRE O RIO KWANZA, BARRA DO KWANZA, INEA - ANGOLA

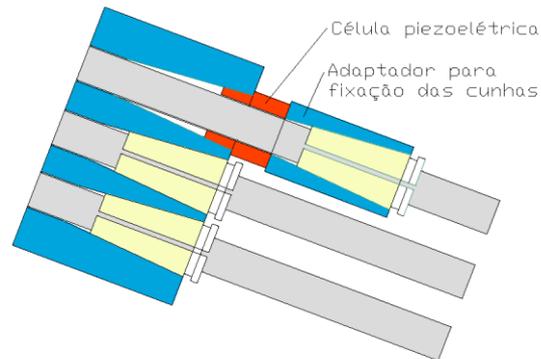
Monitorização dos tirantes



Ancoragem no encontro. Um dos cordões tem instalado uma célula de carga para monitorização do tirante.



Ancoragens superiores
no topo das torres



Esquema de instalação
de célula de carga



Ancoragem no tabuleiro. Um dos cordões tem instalado uma célula de carga para monitorização do tirante.



PONTE RODOVIÁRIA SOBRE O RIO KWANZA, BARRA DO KWANZA, INEA - ANGOLA

Apesar da extrema delicadeza das operações de substituição dos tirantes, não houve restrições significativas ao tráfego na obra. Apenas houve condicionamentos pontuais durante operações críticas, tais como o corte dos tirantes e as operações de aplicação de forças, pesagem e nivelamento.

PONTE RODOVIÁRIA SOBRE O RIO KWANZA, BARRA DO KWANZA, INEA - ANGOLA



Vista da ponte depois dos trabalhos concluídos



Cito uma recomendação do Prof^o Edgar Cardoso:

“As PONTES são, ao contrário do que muita gente pensa, organismos vivos, que evoluem ao longo do tempo.

Elas têm de ser objeto de revisões periódicas, de manutenção. E deviam ser todas incrementadas para se poder acompanhar essa sua evolução e condições de funcionamento”

Luís Lousada Soares, Edgar Cardoso engenheiro civil



PONTES METÁLICAS E MISTAS - Processos Construtivos

- Suspensão na própria estrutura.
- Substituição dos Tabuleiros com transporte pela própria via.
- Utilização de Tirantes provisórios para a montagem dos Arcos.
- Utilização do Tabuleiro antigo, como plataforma, para a construção do Novo.
- Montagem dos Tabuleiros por avanço incremental.
- Substituição da Ponte com utilização do Tabuleiro antigo como nariz de lançamento.
- Substituição total do sistema de atirantamento por transferências de cargas sucessivas.
- Substituição total dos cabos pendurais com suspensões provisórias com strands / barras de alta resistência.**



PONTE RODOVIÁRIA SAMORA MACHEL SOBRE O RIO ZAMBEZE, TETE, MOÇAMBIQUE



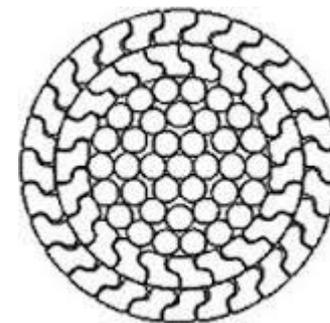
Apresentamos uma das pontes mais bonitas, ou a mais bonita, concebida pelo Prof^o Edgar Cardoso.

PONTE RODOVIÁRIA SAMORA MACHEL SOBRE O RIO ZAMBEZE, TETE, MOÇAMBIQUE



Os cabos de suspensão estavam muito deteriorados, principalmente na ligação às carlingas, na zona dos passeios.

Eram constituídos por arames galvanizados paralelos e protegidos com um enrolamento também de arame galvanizado.



Os novos cabos de suspensão são do tipo “ Locked Coil Strand “

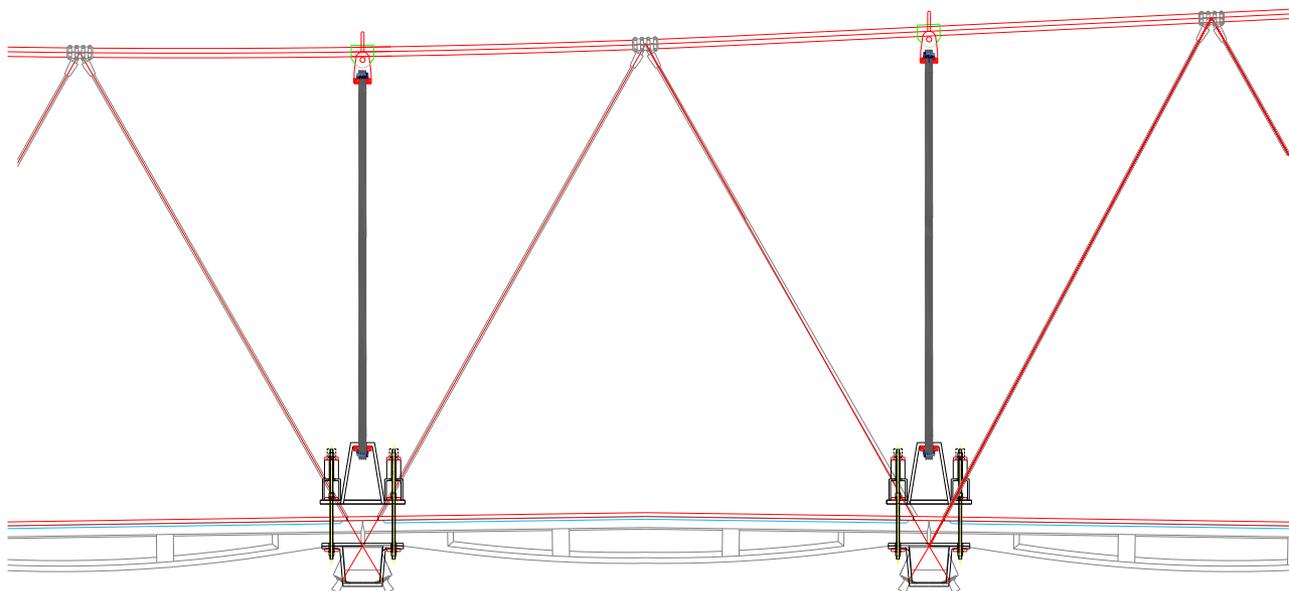
PONTE RODOVIÁRIA SAMORA MACHEL SOBRE O RIO ZAMBEZE, TETE, MOÇAMBIQUE



Foi feita a beneficiação do betão e de diversas estruturas e a reconstrução e melhoria dos meios de inspeção.

Substituição total dos tirantes de suspensão do Tabuleiro com suspensões provisórias, garantindo a segurança e permitindo a afinação do tabuleiro para a rasante desejada.

PONTE RODOVIÁRIA SAMORA MACHEL SOBRE O RIO ZAMBEZE, TETE, MOÇAMBIQUE



Os cabos de suspensão não eram verticais, mas oblíquos e o tabuleiro não era contínuo, lajes de betão que assentavam nas carlingas de dois cabos contíguos.

Ao substituir-se um cabo de suspensão, obrigatoriamente era necessário substituir-se o outro, porque a braçadeira era comum.

Para essas substituições foi necessário conceber suspensões provisórias com possibilidade de afinação vertical e travamentos longitudinais.



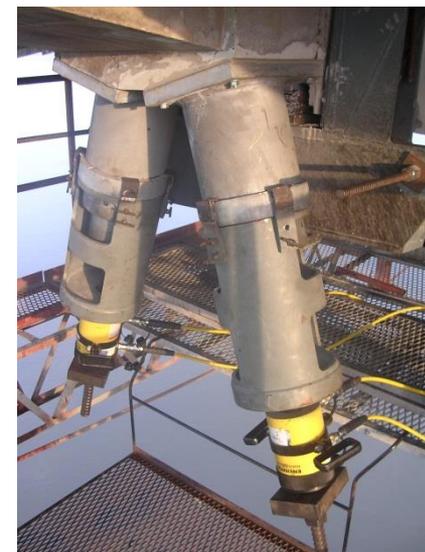
PONTE RODOVIÁRIA SAMORA MACHEL SOBRE O RIO ZAMBEZE, TETE, MOÇAMBIQUE



Os trabalhos decorreram sem interrupção do tráfego, exceto, com paragens pontuais noturnas em trabalhos delicados, tais como a substituição dos cabos pendurais.



PONTE RODOVIÁRIA SAMORA MACHEL SOBRE O RIO ZAMBEZE, TETE, MOÇAMBIQUE



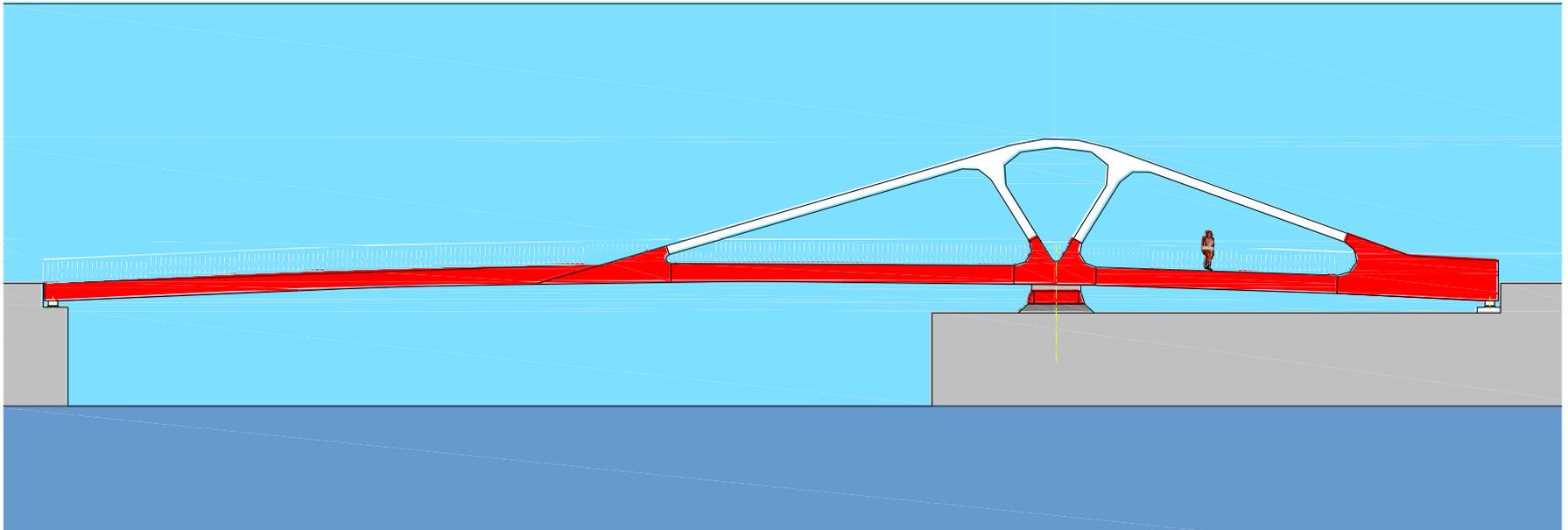
Substituição de dois cabos de suspensão, braçadeira superior e amarrações inferiores.



PONTE RODOVIÁRIA SAMORA MACHEL SOBRE O RIO ZAMBEZE, TETE, MOÇAMBIQUE



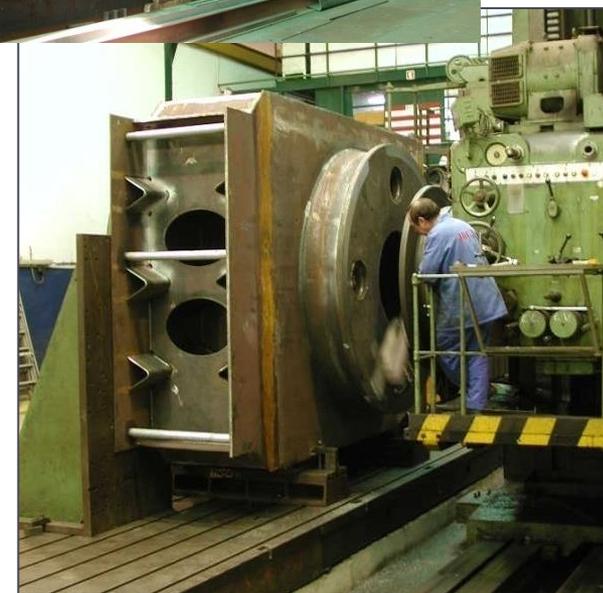
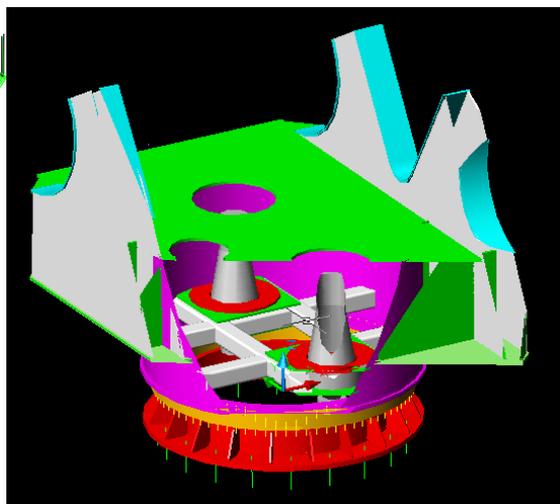
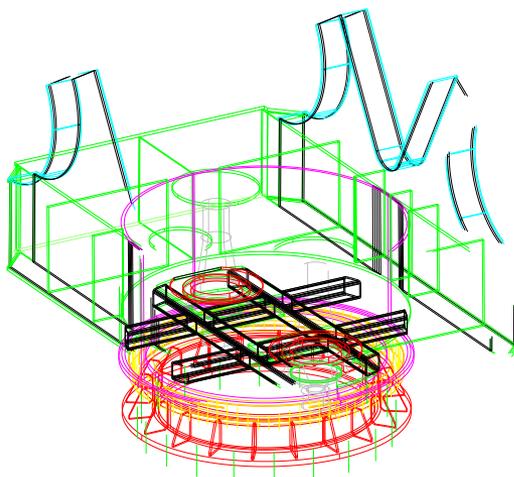
PONTE PEDONAL ROTATIVA NA ROCHA CONDE D'ÓBIDOS, LISBOA, PORTUGAL



Esquema Geral

Apresentamos esta ponte por fazer parte da exposição, pela impressão 3D.

PONTE PEDONAL ROTATIVA NA ROCHA CONDE D'ÓBIDOS, LISBOA, PORTUGAL



Conceção e construção, projeto do sistema de mecanismos de rotação com solução motriz de comando hidráulico, sistemas de segurança, sinalização e dos componentes estruturais.

PONTE PEDONAL ROTATIVA NA ROCHA CONDE D'ÓBIDOS, LISBOA, PORTUGAL



Execução de micro estacas



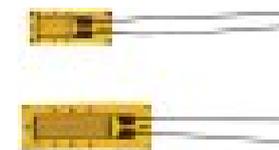
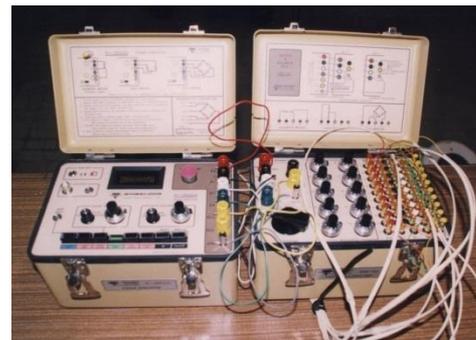
Montagem do anel base com cremalheira



Montagem da ponte

PONTE PEDONAL ROTATIVA NA ROCHA CONDE D'ÓBIDOS, LISBOA, PORTUGAL

Extensometria



Extensómetros

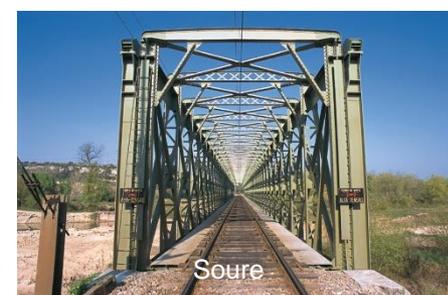
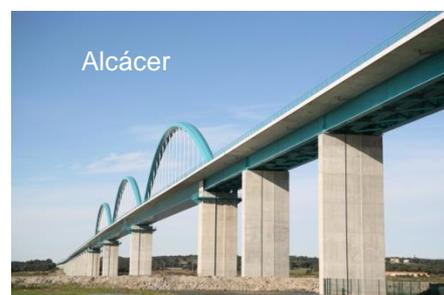
Por vezes é interessante verificar se as deformações/tensões na prática são idênticas às definidas em projeto



PONTE PEDONAL ROTATIVA NA ROCHA CONDE D'ÓBIDOS, CONCLUÍDA



Poderia abordar outras pontes em que intervimos mas não cabe nesta comunicação a sua apresentação





FIM

**Agradecimento à TEIXEIRA DUARTE - Engenharia e Construções, S.A
e a atenção dispensada.**

João Paiva Nunes, 25 maio 2023