

SEMINÁRIO PERNAMBUCANO DE ESTRUTURAS DE FUNDAÇÕES

**REFORÇO DE FUNDAÇÕES DE PONTES
E VIADUTOS RODOVIÁRIOS**

José Afonso Pereira Vítório

Engenheiro Civil, Doutor em Estruturas

Sócio/Diretor de Vítório & Melo Projetos Estruturais e Consultoria Ltda

Engenheiro Projetista de Pontes e Viadutos do DER-PE

Membro da Diretoria Regional do IBRACON-PE

Vice-Presidente de Ciência e Tecnologia do SINAENCO-PE

Professor Convidado de Recuperação e Reforço de Pontes e Viadutos na Pós-Graduação em Engenharia Civil da Escola Politécnica da UPE

ÍNDICE

RESUMO

1. INTRODUÇÃO

2. CAUSAS DOS REFORÇOS DE FUNDAÇÕES APRESENTADOS NESTE TRABALHO

2.1. Reforços causados pelo alargamento do tabuleiro e/ou atualização das cargas móveis.

2.2. Reforços causados por problemas relacionados a erosões no leito do rio

2.3. Reforços causados pela não conformidade da resistência à compressão do concreto das fundações

2.4. Reforços causados por falhas de sondagens geotécnicas

2.5. Reforços de encontros de concreto ciclópico e alvenaria de pedras

3. CONCLUSÕES

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

RESUMO

Reforçar as fundações de uma ponte existente significa uma atividade bastante complexa, pelo fato de envolver uma série de incertezas quanto à real capacidade de carga de tais estruturas, muitas vezes dimensionadas há várias décadas, com a utilização de normas já ultrapassadas, e também pelo fato de terem sido projetadas para suportar carregamentos atualmente defasados. A tais problemas ainda devem ser acrescentados o desconhecimento sobre o projeto original e as dificuldades para a realização de inspeções e ensaios sobre a resistência de materiais enterrados e/ou submersos.

Neste trabalho são apresentadas algumas soluções que adotamos em projetos de reforço de fundações de pontes e viadutos cujas capacidades de carga necessitaram ser ampliadas por diversos motivos, como o alargamento do tabuleiro original, a adequação às cargas móveis exigidas pelas normas atuais e a erosões nos leitos dos rios. Também houve casos de obras novas cujas fundações necessitaram ser reforçadas ainda na fase de construção por causa da não conformidade da resistência à compressão do concreto e, ainda, uma situação de reforço devido a falhas nas sondagens geotécnicas.

São mostrados ainda três casos de reforço de encontros em alvenaria de pedras e concreto ciclópico, que se foram sistemas construtivos muito utilizados nas pontes antigas.

1. INTRODUÇÃO

Não há qualquer exagero em afirmar que as fundações significam o que existe de mais importante para a garantia da segurança de uma edificação.

Por se tratarem de elementos estruturais que trabalham enterrados e/ou submersos, na maioria das vezes não acessíveis à vistorias, as fundações apresentam uma série de fatores dificultadores para a identificação de problemas que, muitas vezes, só são detectados quando já estão repercutindo na estrutura como um todo.

No caso das pontes e viadutos, as fundações se revestem de uma importância especial, pela própria natureza e peculiaridades de tais obras que, de modo geral, estão expostas a condições ambientais totalmente adversas, são submetidas a condições de uso para as quais não foram projetadas e são carentes de manutenção ao longo da vida útil.

Sabe-se que um dos fatores que mais influenciam o aparecimento de graves problemas em fundações de pontes é a erosão (ou solapamento) ao longo tempo, sendo este fenômeno responsável por significativa quantidade de acidentes com estes tipos de obras em todo o mundo.

Outros fatores que também contribuem para o aparecimento de problemas relacionados às fundações das Obras de Arte Especiais: movimentações causadas por recalques diferenciais; submissão da obra a carregamentos excessivos para os quais não foi projetada (como os dos veículos transportadores de equipamentos especiais); alargamento para a adição de mais pistas de rolamento; deficiências de projeto; falhas construtivas; utilização de taxas de trabalho insuficientes para os materiais e, principalmente, a ausência de manutenções ao longo do tempo, que já se tornou um problema crônico cujas consequências significam riscos à segurança dos usuários e prejuízos ao setor produtivo brasileiro que depende bastante do transporte rodoviário.

2. CAUSAS DOS REFORÇOS DE FUNDAÇÕES APRESENTADOS NESTE TRABALHO

2.1. Reforços causados pelo alargamento do tabuleiro e/ou atualização das cargas móveis.

Na maioria das vezes que o tabuleiro de uma ponte necessita ser alargado e reforçado para atender às atuais demandas do tráfego nas rodovias, torna-se necessário, também, reforçar as fundações.

Em determinadas situações de alargamento do tabuleiro, ou apenas de atualização das cargas móveis dos trens-tipo Classe 24 ou 36 para o trem-tipo Classe 45, podem ocorrer duas situações: A primeira, que consiste em executar fundações adicionais sem a necessidade de intervenções nas fundações existentes, conforme as figuras 1 a 11 que mostram os reforços realizados em duas pontes de rodovias federais e em uma ponte no Recife.

A segunda, na qual torna-se necessário reforçar as fundações existentes sem a execução de fundações adicionais, conforme ilustrado nas figuras 12 a 15, que se referem a uma ponte localizada em rodovia federal.

Percebe-se então que a melhor opção para o tipo de alargamento do tabuleiro também vai depender do tipo de intervenção que será necessário fazer nas fundações. Um exemplo claro é quando a utilização da protensão externa for considerada a melhor alternativa para o alargamento, mas implicará em um grande reforço nos pilares e fundações existentes. Nesse caso, será imprescindível comparar o custo final da obra de reforço e alargamento com protensão com os custos finais das outras soluções, que terão novos pilares e fundações, mas que talvez não necessitem reforçar as fundações existentes. As figuras 14 e 15 mostram o alargamento de um tabuleiro com protensão externa. Como pode ser visto, nesse caso não há a adição de novos pilares e fundações, porém, faz-se necessário reforçar os pilares e fundações existentes. Por isso, a decisão sobre a forma de alargamento a ser adotada dependerá necessariamente de uma análise técnica e econômica sobre as duas alternativas.



Figura 1- Parte da vista longitudinal da ponte antes do alargamento (Ponte sobre o rio Itiúba - BR 101/AL).

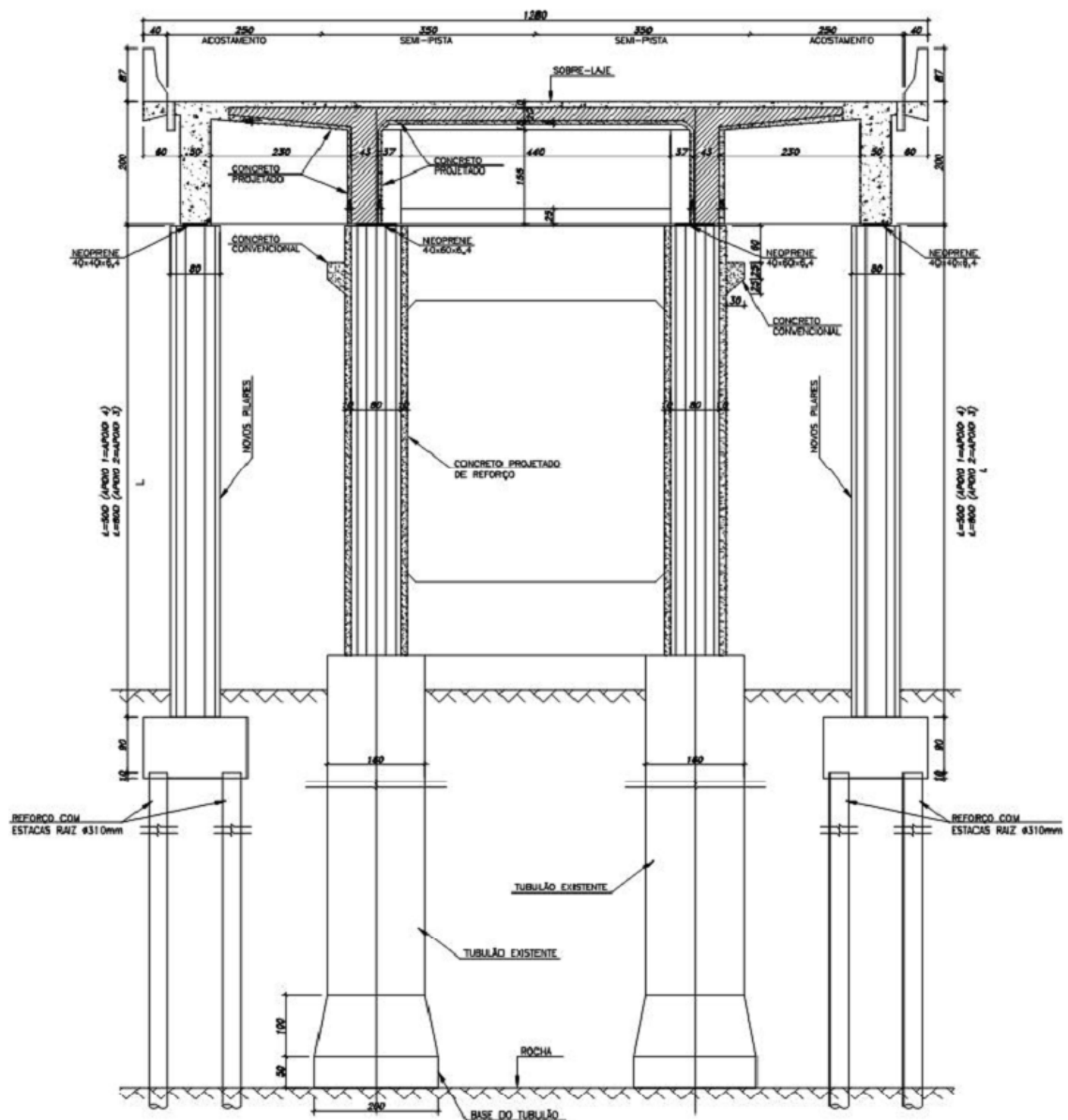


Figura 2 - Seção transversal após alargamento, mostrando o reforço das fundações originais em tubulões com a adição de estacas raiz (Ponte sobre o rio Itiúba - BR 101/AL).

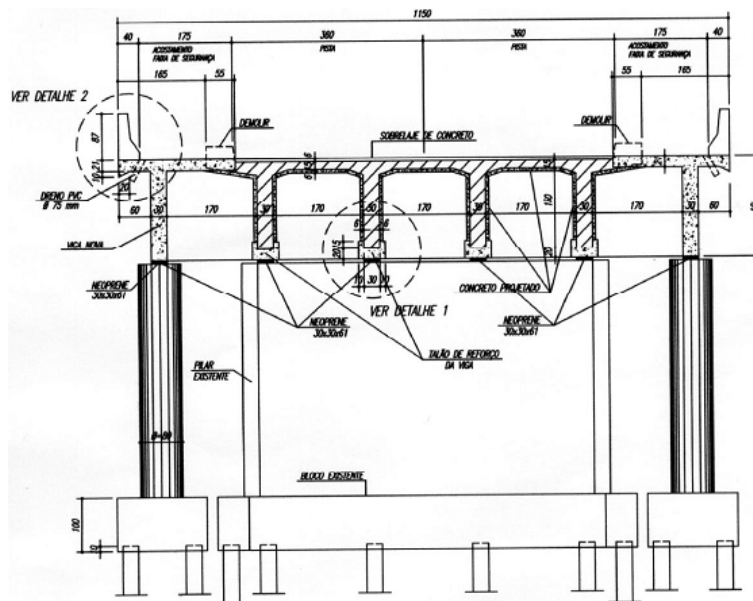


Figura 3 - Reforço para alargamento com a adição de estacas raiz.
(Ponte sobre o rio Botafogo - BR 101/PE).



Figura 4 - Execução de estacas raiz para reforço dos encontros (Ponte sobre o rio Botafogo - BR 101/PE).



Figura 5 - Blocos e pilares adicionados ao apoio central durante a concretagem.
(Ponte sobre o rio Botafogo - BR 101/PE).



Figura 6 - Fundações existentes e fundações adicionais do apoio central.
(Ponte sobre o rio Botafogo - BR 101/PE).

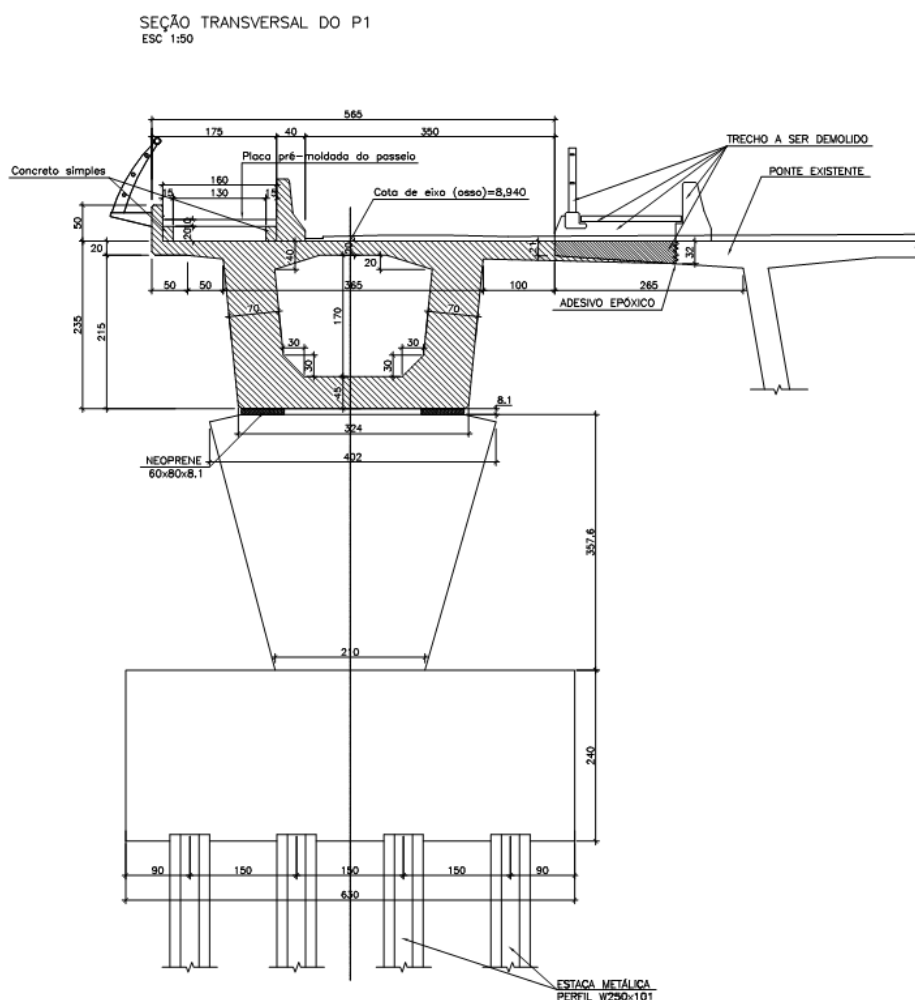


Figura 7 – Seção transversal do tabuleiro, pilar e bloco de fundação no apoio 1.
(Ponte Paulo Guerra).

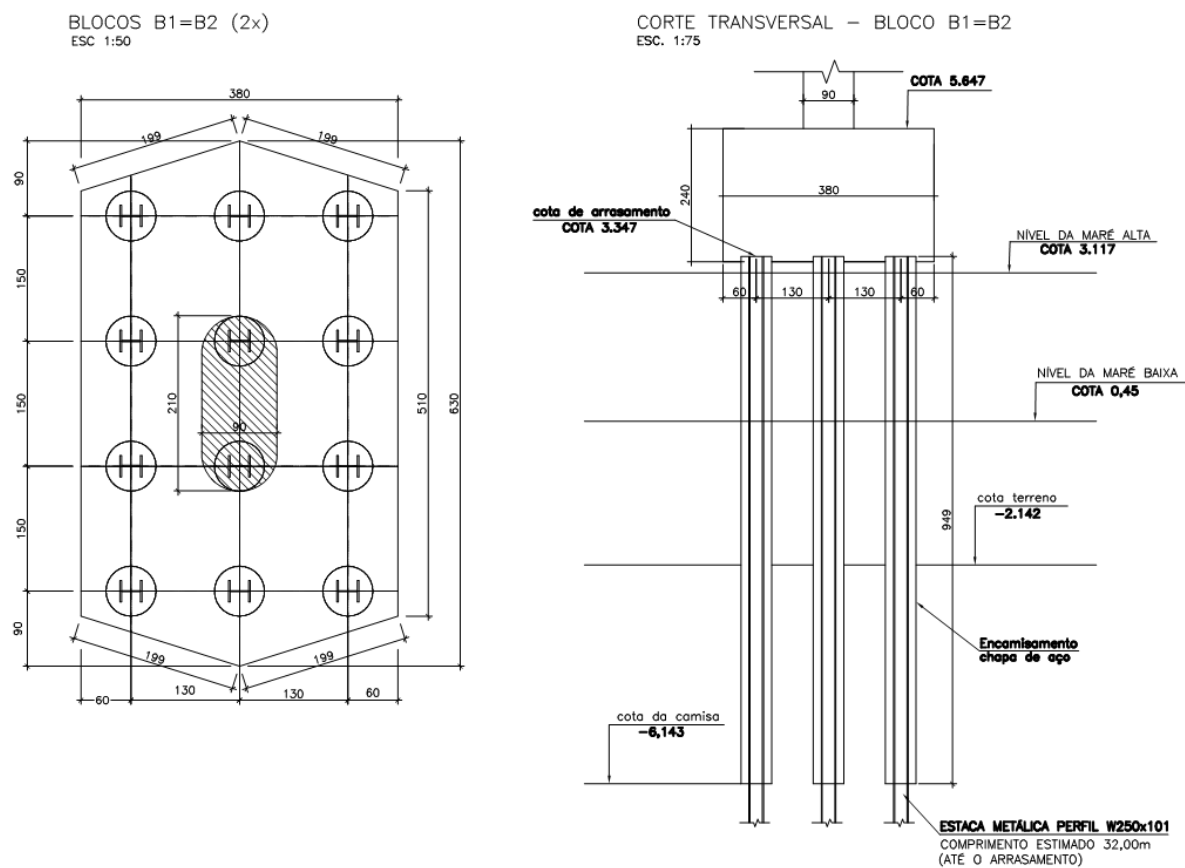


Figura 8 - Detalhe do estaqueamento.
(Ponte Paulo Guerra).



Figura 9 - Apoio das treliças nos blocos de estacas.
(Ponte Paulo Guerra).

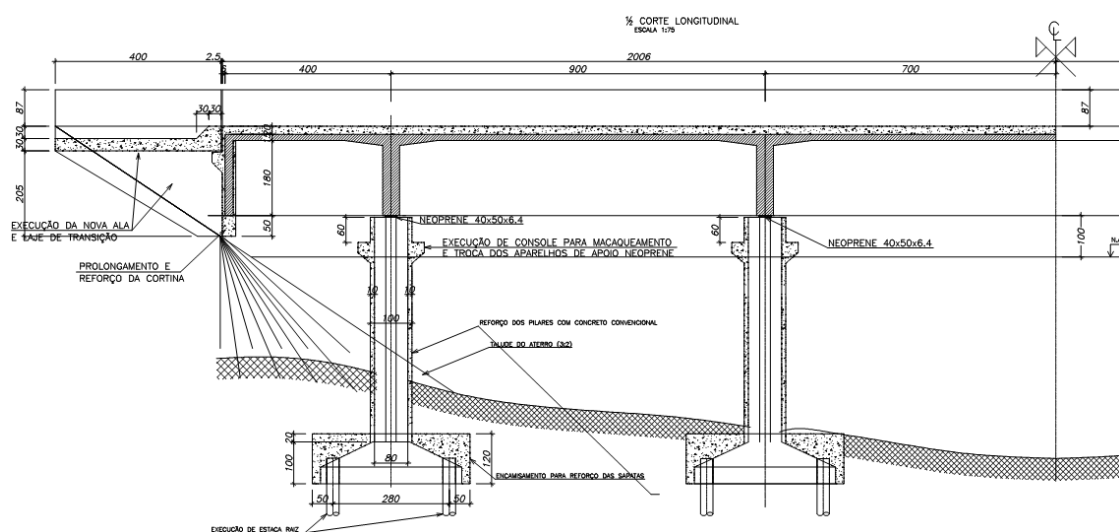


Figura 12 - Reforço de fundação, transformando as sapatas em blocos com o uso de estacas raiz.
(Ponte sobre o rio Jacuípe - BR 101/AL).

2.2. Reforços causados por problemas relacionados a erosões no leito do rio

Sabe-se que um dos fatores que mais influenciam o aparecimento de graves problemas em fundações de pontes é a erosão (ou solapamento) ao longo tempo, sendo este fenômeno responsável por significativa quantidade de acidentes com estes tipos de obras em todo o mundo.

Outro tipo de fenômeno com grande poder de devastação sobre as pontes é a ocorrência de cheias nos rios, por causa da rápida elevação do nível da água, associada a grandes descargas e velocidades. A intensidade da força de arrasto aumenta o poder erosivo do leito do rio, descalçando as fundações e os aterros das cabeceiras. A grande pressão dinâmica da água, que atua transversalmente sobre os pilares e encontros pode causar a ruptura da ponte.

A seguir são apresentadas três situações nas quais foram realizadas intervenções para execução de reforço de fundações de Obras de Arte Especiais.

O primeiro caso refere-se a uma ponte localizada sobre o riacho Ingazeiro na PE-057 em Pernambuco que teve as fundações solapadas após a ocorrência de uma cheia em 2005, conforme mostram as figuras 16 a 24.

No segundo caso, é abordado o problema causado pela erosão nas fundações de uma ponte com 81m de extensão na BR-101/BA devido à modificações do perfil do rio ao longo dos anos, com rebaixamento do leito e a perda do confinamento das estacas que ficaram expostas e com a capacidade de carga reduzida, conforme as figuras 25 a 29.

A terceira situação de reforço de estaqueamento e a solução adotada para uma ponte na BR 101/PE estão ilustradas nas figuras 30 e 31.

É importante registrar que nos dois últimos casos os reforços das fundações, realizados por meio de protensão com barras Dywidag, também se fizeram necessários para a atualização das cargas móveis atuantes nos tabuleiros das pontes.



Figura 16 - Vista geral da ponte e da erosão causada pela cheia nas fundações dos pilares na calha do rio. (Ponte sobre o Riacho Ingazeiro - PE-057)



Figura 17 - Ruptura do bloco e descalçamento das fundações.
(Ponte sobre o Riacho Ingazeiro – PE-057).



Figura 18 - Fuga de material sob as fundações, causando risco de ruptura da obra.
(Ponte sobre o Riacho Ingazeiro – PE-057).



Figura 19 - Ruptura do encontro causada por infiltração de água no aterro e pela erosão na fundação.
(Ponte sobre o Riacho Ingazeiro - PE-057).

Solução adotada

Considerando que a situação requeria a adoção de providências imediatas para realização do reforço de fundações e evitar a ruptura total da ponte, foi providenciado o escoramento do tabuleiro, de modo a reduzir substancialmente as cargas nos pilares, enquanto eram realizadas as sondagens geotécnicas e elaborado o projeto de reforço.

Com base no resultado das sondagens foi adotado para as fundações dos pilares o reforço com estacas raiz ϕ 310mm e comprimento médio de 12m, sendo 4 estacas por pilar, conforme detalhamento na figura 20. A figura 21 mostra o reforço de fundação dos encontros.

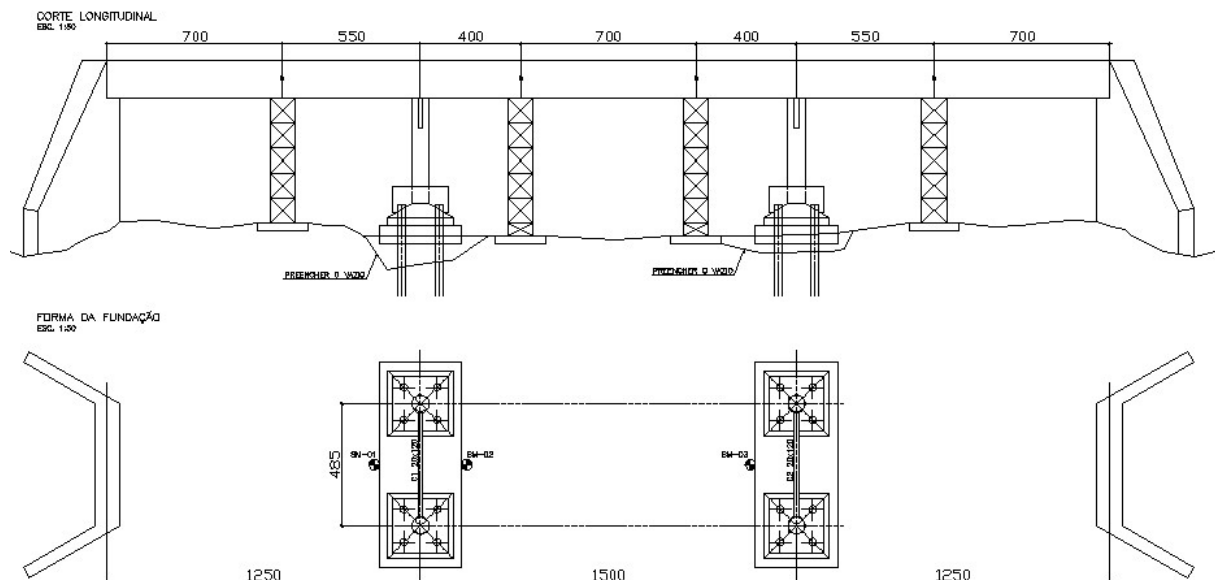


Figura 20 - Esquema do reforço das fundações dos pilares. (Ponte sobre o Riacho Ingazeiro - PE-057).

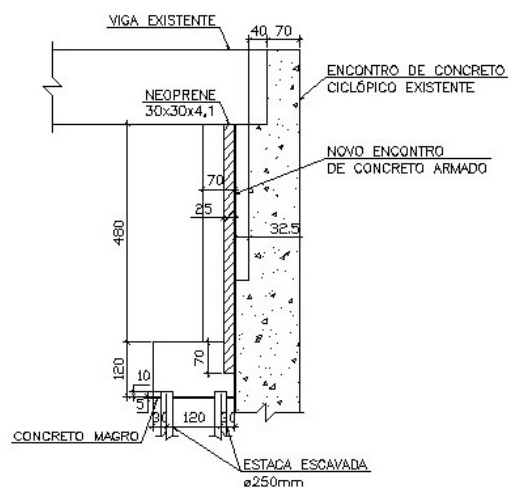


Figura 21 - Reforço da fundação dos encontros. (Ponte sobre o Riacho Ingazeiro - PE-057).



Figura 22 - Consolidação da base da sapata com argamassa projetada.
(Ponte sobre o Riacho Ingazeiro - PE-057).



Figura 23 - Furos nas sapatas para a cravação das estacas. (Ponte sobre o Riacho Ingazeiro - PE-057).



Figura 24 - Reforço dos pilares e cravação das estacas. (Ponte sobre o Riacho Ingazeiro - PE-057).



Figura 25 - Estacas expostas e desconfiadas por causa do rebaixamento do leito do rio. (Ponte na BR 101/BA).



Figura 26 - Detalhe da deterioração e perda de seção transversal das estacas. (Ponte na BR 101/BA).

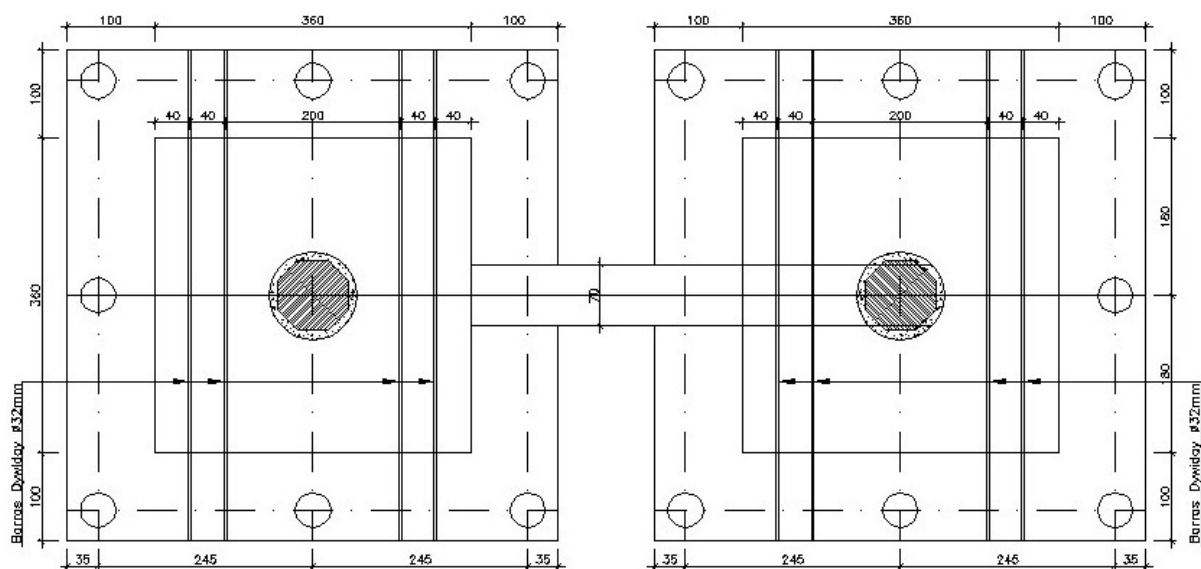


Figura 27 - Configuração do reforço do estaqueamento. (Ponte na BR 101/BA).

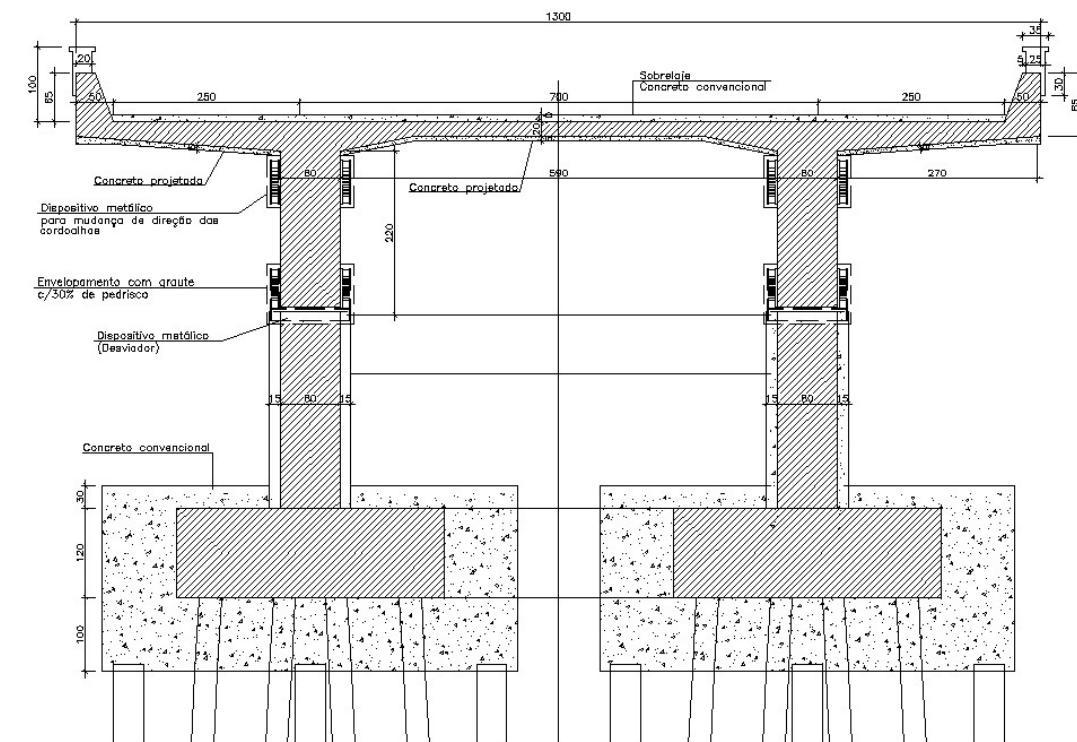


Figura 28 - Seção transversal da ponte cujas fundações foram reforçadas com a adição de novas estacas e utilização de protensão nos blocos. (Ponte na BR 101/BA).

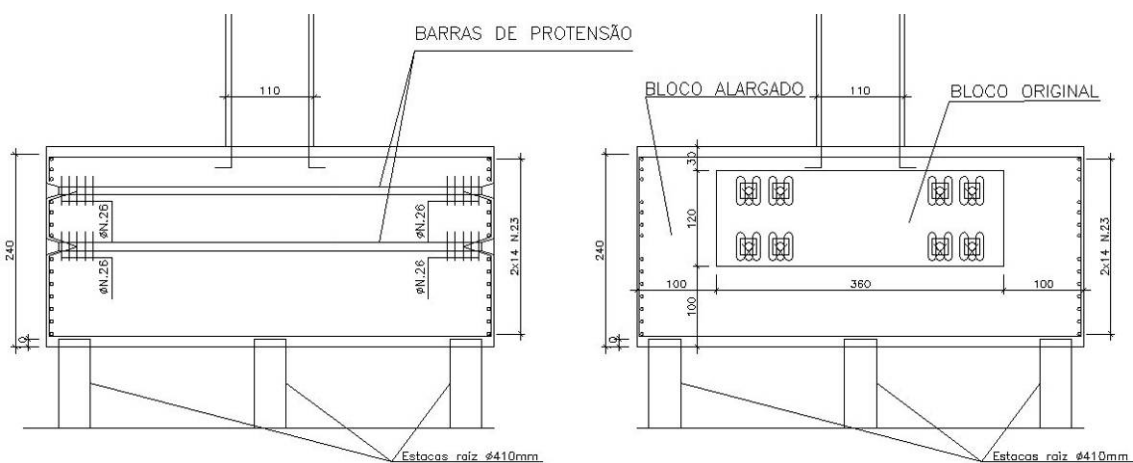


Figura 29 - Detalhes do envolvimento do bloco original pelo novo bloco, e das armaduras de protensão. (Ponte na BR 101/BA).



Figura 30 Execução do reforço de bloco de fundação de uma ponte com a utilização de protensão. (Ponte na BR 101/PE).



Figura 31 - Reforço do bloco após a realização da concretagem. (Ponte na BR 101/PE).

2.3. Reforços causados pela não conformidade da resistência à compressão do concreto das fundações

A não conformidade do concreto estrutural é um tema bastante controverso pelo fato de permitir distintas interpretações na literatura disponível sobre o tema e pela forma diversificada como é tratado pelas normas brasileiras e internacionais.

De modo geral, quando a moldagem dos corpos de prova não garante a conformidade, a estrutura só poderá ser aceita após a realização de contraprova que venha a contradizer os resultados do controle inicial ou confirmar tais resultados, ficando a critério do projetista da estrutura definir se o concreto cuja resistência foi avaliada com um valor inferior possa ser empregado, ou haverá a necessidade de um reforço estrutural.

Ou seja, sempre que ocorre uma questão dessa natureza, tanto as normas como a literatura técnica que tratam do tema dividem o problema em duas etapas distintas:

A primeira etapa trata dos ensaios, o que significa passar de $f_{ck_{extraído}}$ a $f_{ck_{equivalente}}$, o que corresponde à inspeção da estrutura, extração de testemunhos, realização de esclerometria ou de outros ensaios que possam avaliar a resistência do concreto existente. Esta etapa é normalmente realizada por especialistas em tecnologia do concreto.

A segunda etapa corresponde à verificação da segurança estrutural, realizada pelo projetista da estrutura, na qual é alterado o coeficiente de minoração da resistência do concreto, ou o coeficiente global de segurança.

São representados a seguir três casos recentes, nos quais elementos das fundações de uma ponte e dois viadutos tiveram que ser reforçados pelo fato de a resistência à compressão obtida após o rompimento dos corpos de prova moldados, ter sido inferior à tensão característica determinada no projeto estrutural.

O primeiro caso refere-se a um viaduto na TDR-Norte no Complexo Portuário de Suape, conforme ilustrado nas figuras 32 a 35.

O segundo caso trata da ponte sobre o rio Pirapama, na Via Expressa de Suape mostrado nas figuras 36 a 39.

A terceira situação de não conformidade refere-se ao reforço de um bloco de estacas (B4) da alça do viaduto Capitão Temudo no Recife. O pilar desse bloco também apresentou concreto com resistência à compressão inferior à utilizada no projeto, porém nesse caso não houve necessidade de reforço.

Nas figuras 40 a 49 estão ilustrados alguns aspectos referentes à retirada dos testemunhos e às soluções estudadas.



Figura 32 - Execução de reforço nos pilares do viaduto (TDR-Norte - Suape).



Figura 33 - Etapa final do reforço dos pilares do viaduto. (TDR-Norte - Suape).



Figura 34 - Detalhe do reforço do pilar. (TDR-Norte - Suape).



Figura 37 - Algumas travessas também apresentaram não conformidade do concreto. (Ponte sobre o rio Pirapama - Suape).



Figura 38 - Vista geral das fundações e mesoestrutura. (Ponte sobre o rio Pirapama - Suape).

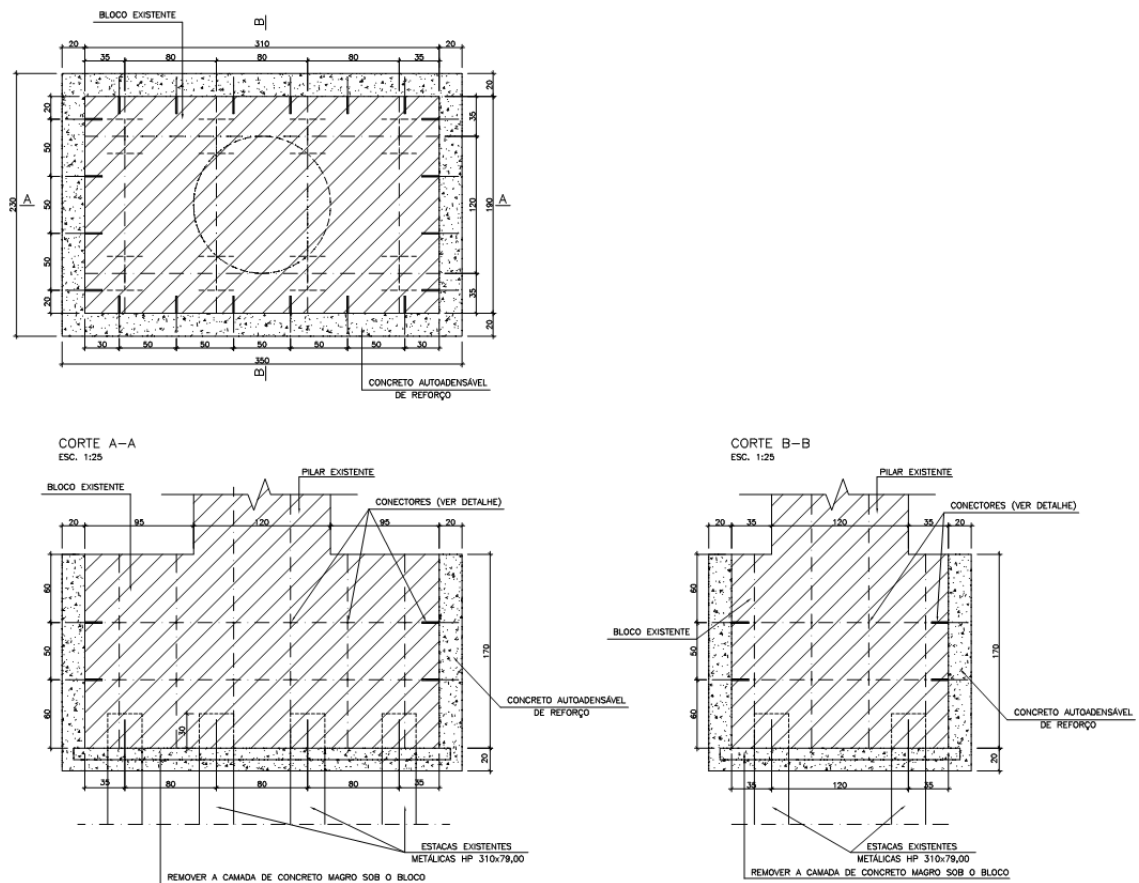


Figura 39 - Detalhe do reforço do bloco de estacas. (Ponte sobre o rio Pirapama - TDR-Norte - Suape).



Figura 40 - Extração dos testemunhos do pilar. (Viaduto Capitão Temudo).



Figura 41 - Amostras de testemunhos extraídos do pilar e do bloco de estacas. (Viaduto Capitão Temudo).

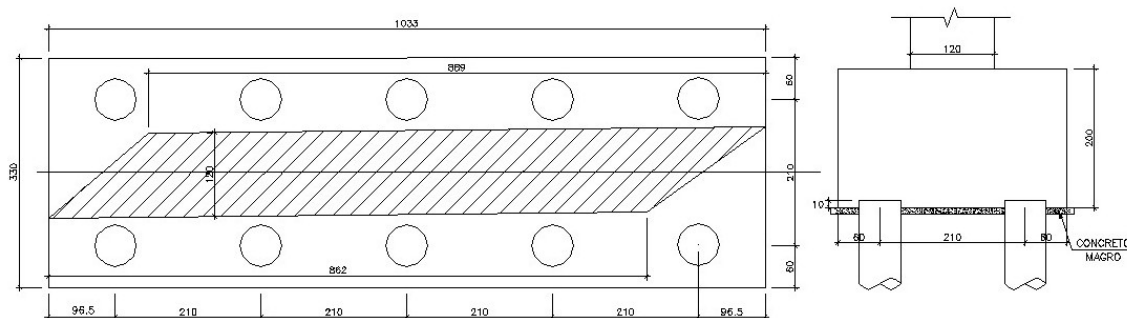


Figura 42 - Geometria original do Bloco B4. (Viaduto Capitão Temudo).

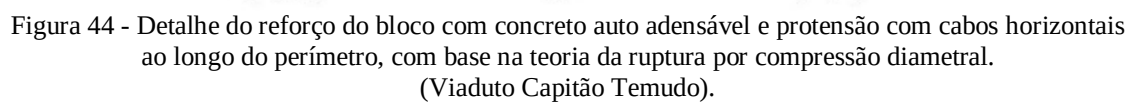
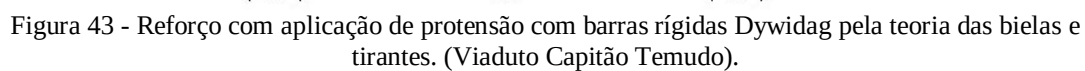




Figura 45 - Colocação das armaduras ativas e passivas do reforço. (Viaduto Capitão Temudo).



Figura 46 - Detalhe dos cabos de protensão. (Viaduto Capitão Temudo).



Figura 47 - Detalhe das armaduras passivas e dos conectores de aderência. (Viaduto Capitão Temudo).



Figura 48 - Vista geral do pilar e do bloco. (Viaduto Capitão Temudo).



Figura 49 - Posicionamento do pilar e do bloco no canteiro estreito entre duas pistas. (Viaduto Capitão Temudo).

2.4. Reforços causados por falhas nas sondagens geotécnicas

As sondagens à percussão representam um importante elemento para a escolha do tipo de fundação e influem diretamente nas questões relacionadas à segurança e a economia de uma obra de engenharia civil.

O ensaio de simples reconhecimento (SPT) é utilizado para estimar a resistência do solo por meio do índice N_{SPT} que geralmente é utilizado para determinar a capacidade de carga e recalque de fundações com base em correlações empíricas ou semi empíricas.

Os resultados muitas vezes apresentam dispersões por causa de diferenças entre procedimentos executivos e nos equipamentos utilizados. Outros fatores que geralmente fazem com que este tipo de ensaio seja muito criticado é a pouca evolução dessa tecnologia, utilizada sem grandes mudanças ao longo de décadas, e a baixa qualificação da mão de obra utilizada na execução das sondagens.

Isso tudo faz com que algumas vezes aconteçam erros que podem causar graves problemas estruturais e até o colapso de obras.

O caso mostrado a seguir refere-se a uma alça projetada e construída em 2007 que liga o viaduto Tancredo Neves ao pátio do estacionamento do Carrefour em Boa Viagem. Trata-se de uma alça com três vãos de 30m, quatro apoios, cujas fundações dos pilares foram inicialmente projetadas em estacas pré-moldadas de concreto com profundidade estimada em 24m, de acordo com os furos de sondagem à percussão realizados em cada um dos apoios, que em tal profundidade considerou que fosse a camada impenetrável.

Durante a cravação foi observado que as estacas de um dos apoios atravessaram a camada considerada impenetrável nas sondagens e atingiram uma profundidade da ordem de 40m. Diante disso, o projetista estrutural (o autor deste trabalho) foi consultado e determinou que fossem realizadas novas sondagens de contraprova por outra empresa. Os resultados das novas sondagens mostraram a ocorrência de um erro na primeira sondagem, pois havia na profundidade considerada inicialmente impenetrável, uma camada de areia média e grossa siltosa compacta com pedregulhos cuja espessura ao longo do perfil do terreno da alça variava de 2,00m a 3,00m e logo abaixo uma camada de argila orgânica com 10m de espessura, de modo que o impenetrável real estava situado a aproximadamente 40m.

Diante disso, a fundação foi revista, tendo sido desconsideradas as estacas que já estavam cravadas. Foi então reprojetoado um novo estaqueamento em perfis metálicos com 40m de comprimento.

Nas figuras 50 a 56, estão ilustrados alguns aspectos da obra concluída e do reforço realizado nas estacas e blocos.

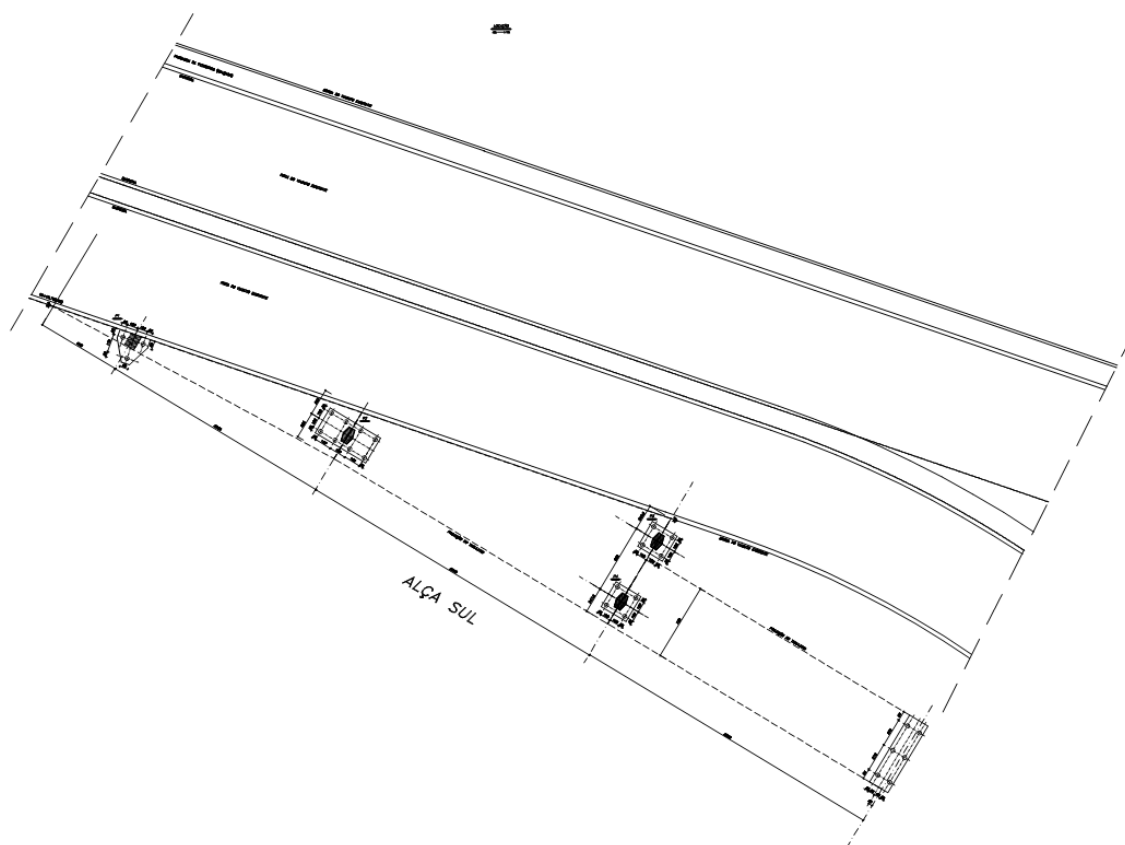
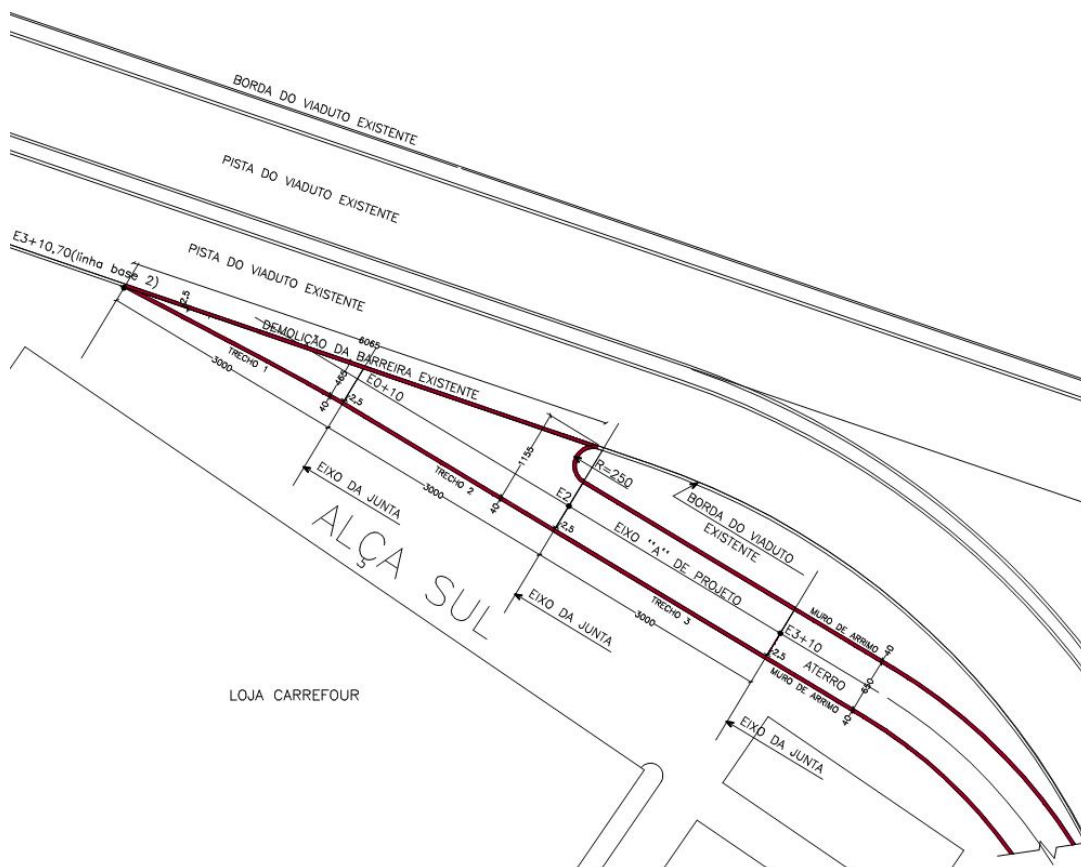




Figura 52 - Vista dos apoios 1 e 2. (Alça de acesso ao Carrefour).



Figura 53 - Vista do apoio 3. (Alça de acesso ao Carrefour).

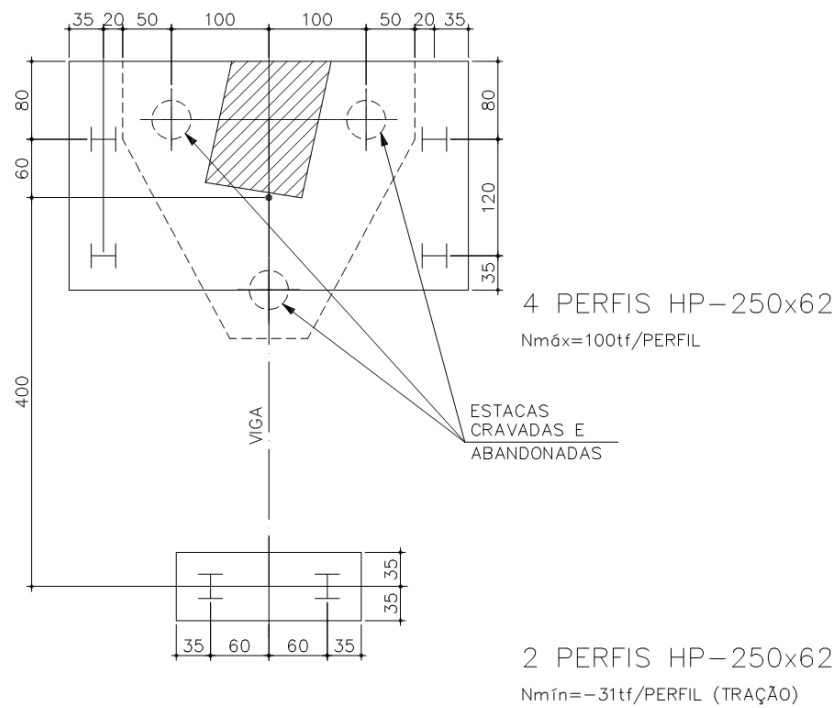


Figura 54 - Reforço da fundação do apoio 1. (Alça de acesso ao Carrefour).

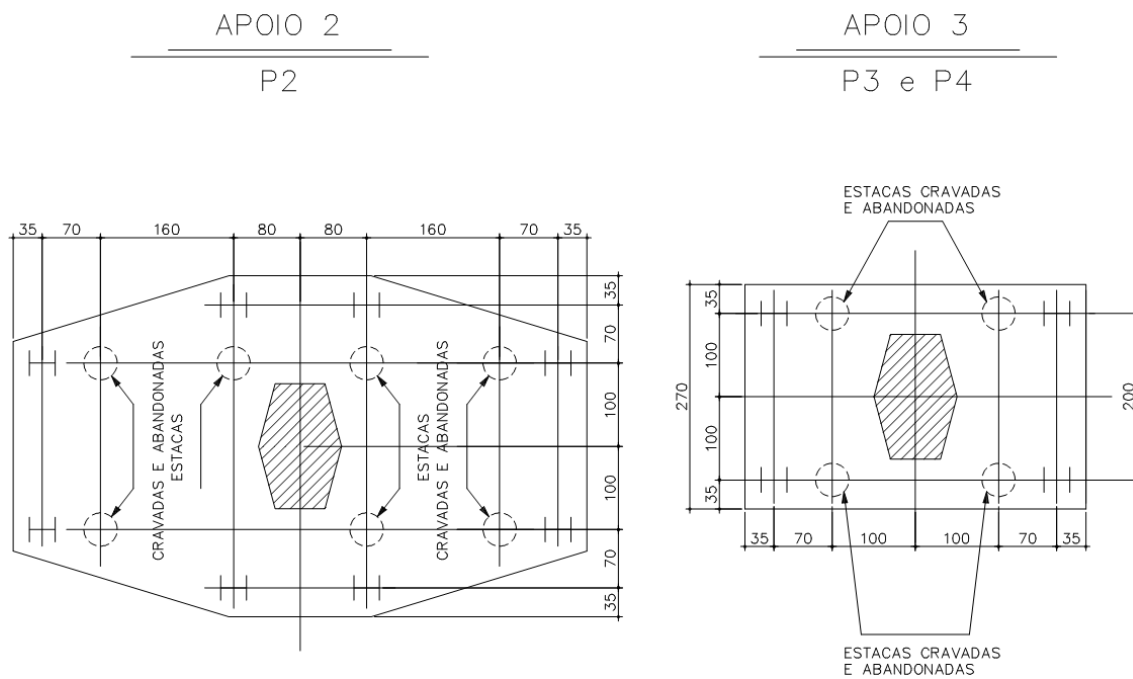


Figura 55 - Reforço das fundações dos apoios 2 e 3. (Alça de acesso ao Carrefour).

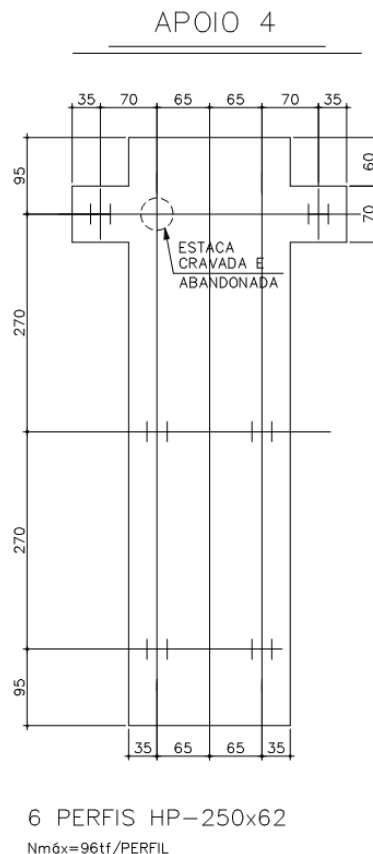


Figura 56 - Reforço da fundação do apoio 4. (Alça de acesso ao Carrefour).

2.5. Reforços de encontros de concreto ciclópico e alvenaria de pedras

No passado, as pedras foram muito utilizadas nas construções de pontes rodoviárias e ferroviárias pelo fato de constituírem um excelente material com grande resistência à compressão, boa disponibilidade em muitas regiões, fácil manuseio e ainda a vantagem de utilizar a mão de obra não especializada dos locais onde as pontes eram edificadas.

O concreto ciclópico por sua vez, significa a incorporação de pedras rachão também conhecidas como pedras de mão, em percentual da ordem de 30% em volume ao concreto simples. Também já foi muito utilizado na execução das pontes antigas.

Hoje é possível identificar na malha rodoviária brasileira uma expressiva quantidade de pontes de pequenos vãos cujos encontros, com respectivas fundações, foram executados com a utilização desses dois sistemas construtivos, que também eram usados em pilares-parede para pontes com mais de um vão.

A seguir são mostrados três casos de reforço de encontros de pequenas pontes antigas, O primeiro, ilustrado nas figuras 57 a 60, trata de uma ponte com um único vão com tabuleiro em laje na RJ-158, cujos encontros de concreto ciclópico apresentavam grandes fissuras. O segundo caso mostra uma ponte com dois vãos na BR-116/CE que necessitou passar por alargamento do tabuleiro, o que implicou no reforço dos encontros de alvenaria de pedras e do pilar central, também construído com o mesmo material (ver figuras 61 a 67).

O terceiro caso trata de uma ponte na BR-230/PB, que necessitou ser alargada, mas as manifestações patológicas detectadas no tabuleiro impediram o seu aproveitamento, de modo que foi substituído por um novo tabuleiro de vigas pré-moldadas. Porém, os encontros de concreto ciclópico puderam ser aproveitados e passaram por ampliação e reforço. Essa solução representou uma significativa redução nos custos do alargamento e o aumento da vida útil da obra. Alguns detalhes da solução estão ilustrados nas figuras 68 a 72.



Figura 57 - Vista dos encontros de concreto ciclópico (Ponte na RJ-158).



Figura 58 - Grande fissura na parede frontal do encontro (Ponte na RJ-158).

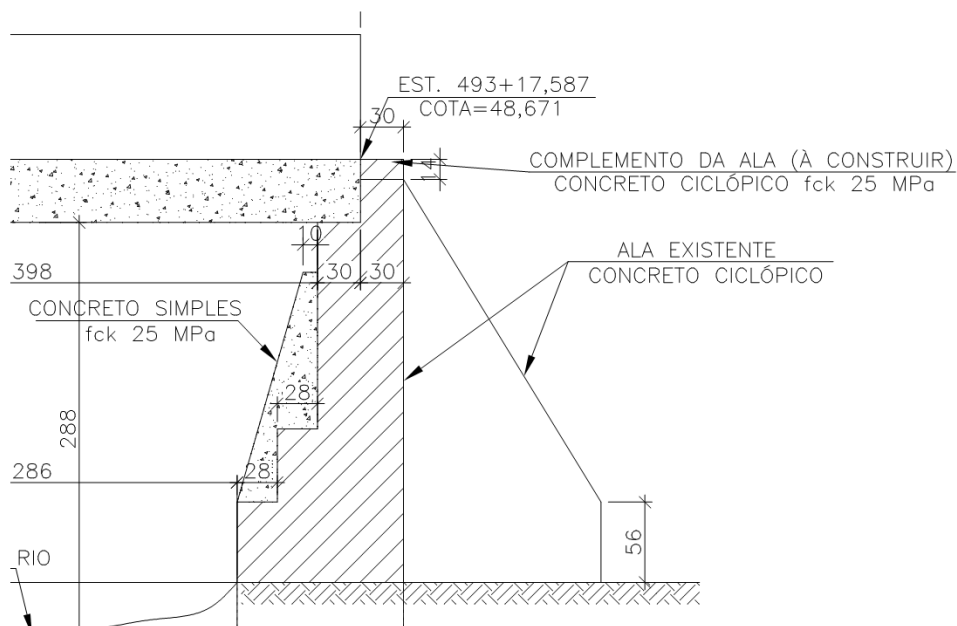


Figura 59 - Detalhe da seção do encontro após o reforço (Ponte na RJ-158).

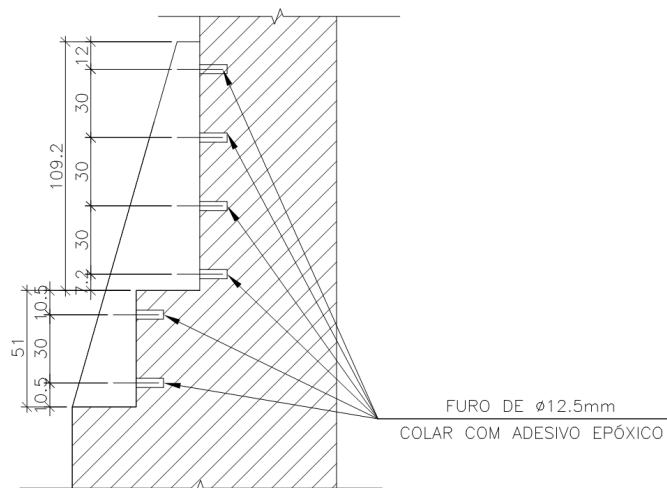


Figura 60 - Detalhe dos conectores utilizados no reforço (Ponte na RJ-158).

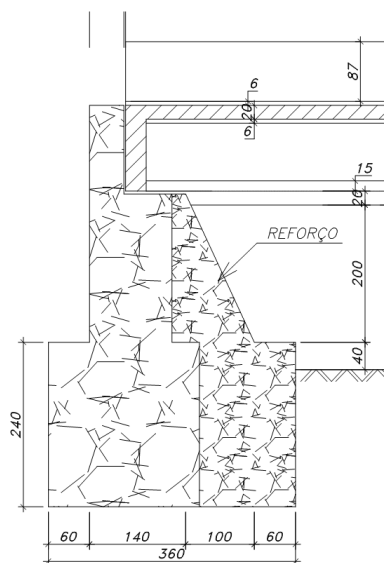


Figura 61 - Seção transversal dos encontros após o reforço (Ponte sobre o rio Tamanduá - BR116/CE).

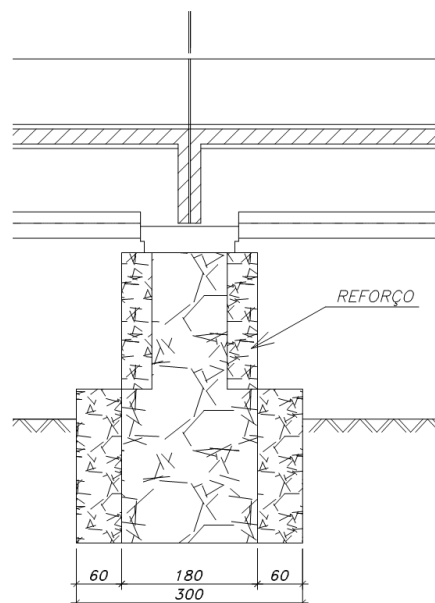


Figura 62 - Seção transversal do pilar-parede central após o reforço.
(Ponte sobre o rio Tamandú - BR-116/CE).



Figura 63 - Execução do reforço dos encontros com alvenaria de pedras (Ponte sobre o rio Tamandú - BR-116/CE).



Figura 64 - Vista do reforço do encontro e das vigas do tabuleiro, também reforçadas. (Ponte sobre o rio Tamanduá - BR/116/CE).



Figura 65 - Reforço do pilar-parede central. (Ponte sobre o rio Tamanduá - BR-116/CE).



Figura 66 - Vista superior do alargamento do tabuleiro. (Ponte sobre o rio Tamanduá - BR-116/CE).



Figura 67 - Vista lateral após a conclusão da obra de alargamento e reforço.
(Ponte sobre o rio Tamanduá - BR-116/CE).



Figura 68 - Vista lateral da ponte original (Ponte sobre o rio Patu - BR-230/PB).



Figura 69 - Vista frontal dos encontros de concreto ciclópico e do avançado estado de deterioração estrutural do tabuleiro (Ponte sobre o rio Patu - BR-230/PB).

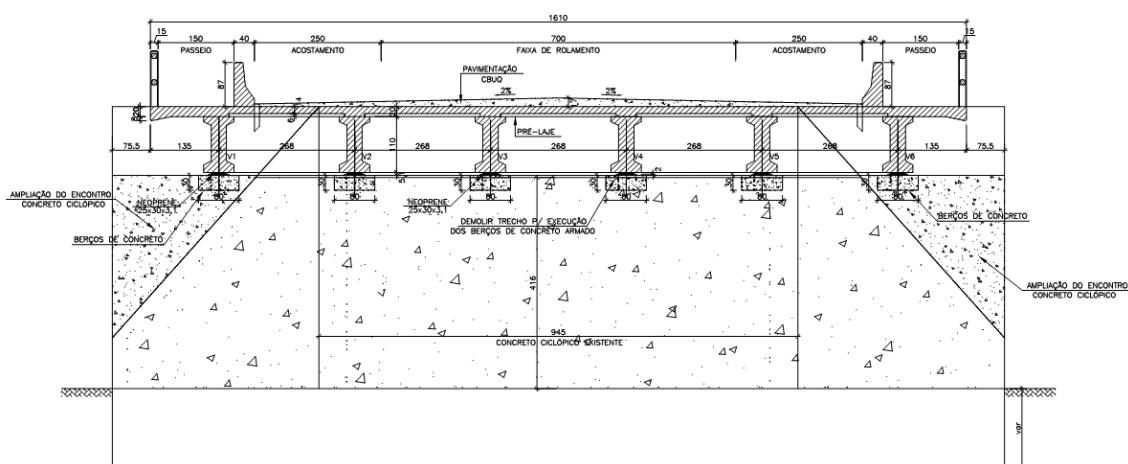


Figura 70 - Detalhe do novo tabuleiro alargado sobre o encontro ampliado (Ponte sobre o rio Patu - BR-230/PB).

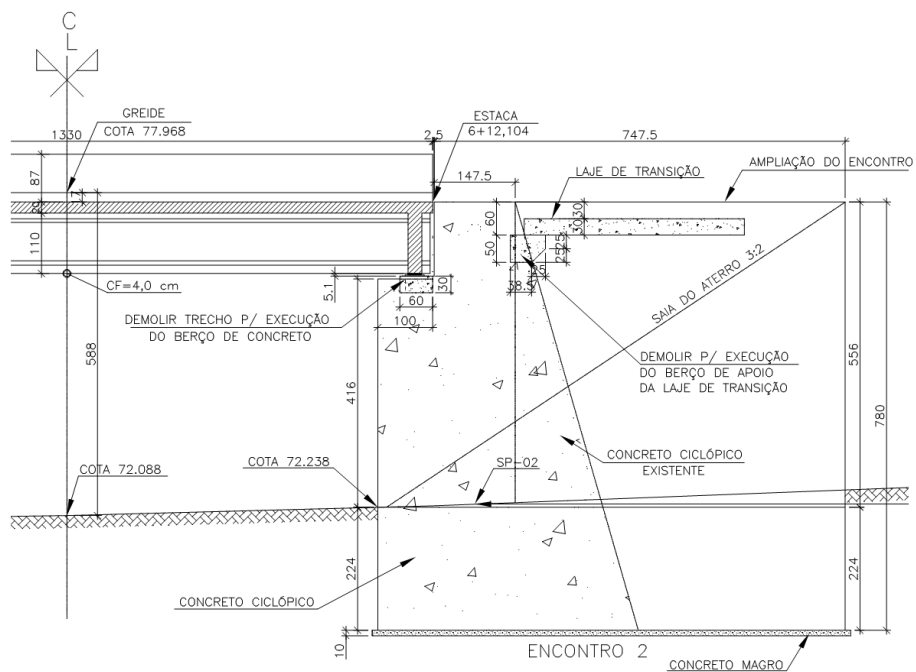


Figura 71 - Corte transversal no encontro (Ponte sobre o rio Patu - BR-230/PB).

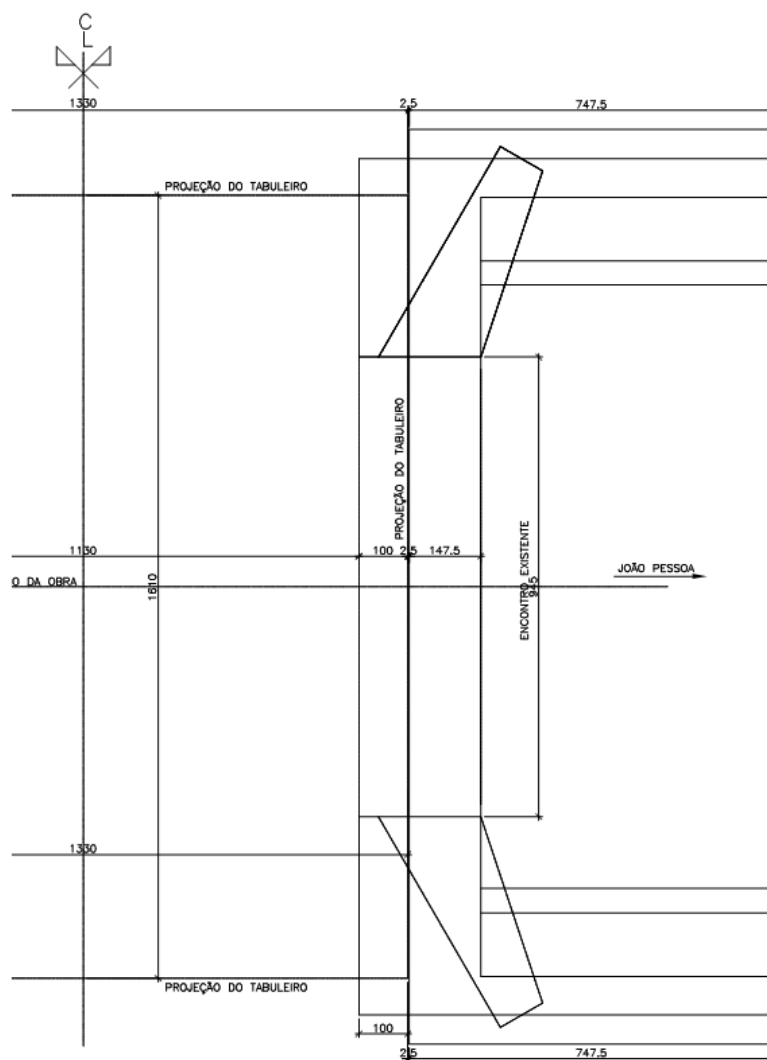


Figura 72 - Nova geometria dos encontros após o alargamento com "envolvimento" das alas dos encontros originais (Ponte sobre o rio Patu - BR-230/PE).

3. CONCLUSÕES

Os casos de reforço de fundações expostos neste trabalho permitem tirar algumas conclusões sobre as condições de segurança estrutural das pontes que compõem as malhas viárias brasileiras, até porque não se constituem em situações isoladas e sim em uma realidade na qual fica evidente que os requisitos de estabilidade estrutural e de funcionalidade dessas obras são, de modo geral, comprometidos pelos efeitos de diversos fatores, alguns deles relacionados a seguir:

- Estudos hidrológicos insuficientes;
- Estudos geotécnicos insuficientes;
- Fundações executadas de tal modo que as deixem vulneráveis aos efeitos da erosão;
- Ausência de estudos sobre as mudanças ocorridas ao longo do tempo nos leitos dos rios onde as pontes foram construídas;
- Locação inadequada da ponte;
- Baixa qualidade dos materiais empregados, em especial do concreto estrutural;
- Deficiências nos aterros de transição entre a ponte e a rodovia;
- Utilização de cargas móveis cujos valores estão acima dos que foram adotados no projeto;
- Ausência de inspeções e manutenções preventivas (e até corretivas) na estrutura da ponte e nos aterros de acesso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. NBR 7187 – Projeto e execução de pontes de concreto armado e protendido, Rio de Janeiro, 2003.

ABNT. NBR 7188 – Carga móvel em ponte rodoviária e passarela de pedestres, Rio de Janeiro, 2013.

ABNT. NBR 9452 – Vistorias de Pontes e Viadutos de Concreto, Rio de Janeiro, 1986.

ABNT. NBR 6118 – Projeto de estruturas de concreto – procedimento, Rio de Janeiro, 2014.

ABNT. NBR 6122 – Projeto e execução de fundações – Procedimento, Rio de Janeiro, 2010.

DER-SP – Projeto de Recuperação, Reforço e Alargamento de Obra de Arte Especial, São Paulo, 2006.

DNIT. – Manual de Inspeção de Pontes Rodoviárias, Rio de Janeiro, 2004.

DNIT. – Manual de Recuperação de Pontes e Viadutos Rodoviários, Rio de Janeiro, 2010.

DNIT. Norma 010/2004-PRO – Inspeções em Pontes e Viadutos de Concreto Armado e Protendido – Procedimento, Rio de Janeiro, 2004.

VITÓRIO, J. A. P. – Um Estudo Comparativo sobre métodos de alargamento de pontes rodoviárias de concreto armado com a utilização das normas brasileiras e Eurocódigos (Tese de Doutorado), Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal, 2013.

VITÓRIO, J. A. P., BARROS, R.M.M.C. – Reforço de Fundações de Pontes e Viadutos – Três Casos Reais – Anais do V Congresso Brasileiro de Pontes e Estruturas, Rio de Janeiro, 2012.

VITÓRIO, J. A. P., BARROS, R.M.M.C. – Métodos mais Utilizados para Alargamento e Reforço de Obras de Arte Especiais no Brasil – Anais do Encontro Betão Estrutural 2012, Porto, Portugal, 2012.

VITÓRIO, J. A. P., BARROS, R.M.M.C. – Análise dos danos Estruturais e das Condições de Estabilidade de 100 Pontes Rodoviárias no Brasil – Anais do 3º Congresso Nacional Sobre Segurança e Conservação de Pontes, Porto, Portugal, 2013.

VITÓRIO, J. A. P. – Avaliação do Grau de Risco Estrutural de Pontes Rodoviárias de Concreto – Anais do 50º Congresso Brasileiro do Concreto, Salvador, 2008.

VITÓRIO, J. A. P. – Acidentes Estruturais em Pontes Rodoviárias – Causas, diagnósticos e soluções – Anais do II Congresso Brasileiro de Pontes e Estruturas, Rio de Janeiro, 2007.

VITÓRIO, J. A. P. – Vistorias, Conservação e Gestão de Pontes e Viadutos de Concreto, Anais do 48º Congresso Brasileiro do Concreto, Rio de Janeiro, 2006.

VITÓRIO, J. A. P. – Pontes Rodoviárias – Fundamentos, Conservação e Gestão, Livro editado pelo Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia de Pernambuco, Recife, 2002.