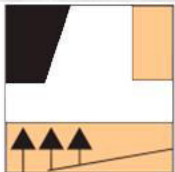




Plataforma logística na Azambuja, Portugal: soluções de reforço de solos e de fundações

André Sousa (asousa@jetsj.com)

Alexandre Pinto (apinto@jetsj.com)



ASOCIACIÓN DE EMPRESAS
DE LA TECNOLOGÍA
DEL SUELO Y DEL SUBSUELO

Plataforma logística na Azambuja, Portugal: soluções de reforço de solos e de fundações

➡ INTRODUÇÃO

CONDICONAMENTOS

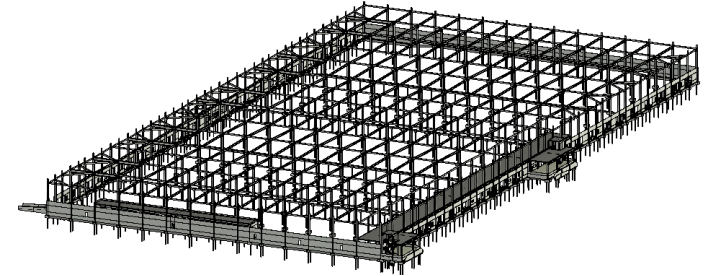
SOLUÇÃO DESENVOLVIDA PARA MELHORAMENTO DE SOLOS

SOLUÇÃO DE FUNDAÇÕES DOS ELEMENTOS ESTRUTURAIS

EXECUÇÃO

CONTROLO DE QUALIDADE E DE EXECUÇÃO

CONCLUSÕES



Plataforma logística na Azambuja, Portugal: soluções de reforço de solos e de fundações

INTRODUÇÃO

- ✓ Dois armazéns de logística, com área máxima de implantação de aproximadamente 50.434m².
- ✓ Estrutura composta por pilares e vigas em betão armado pré fabricado e estrutura metálica.

❖ Soluções adotadas:

- Fundações indiretas dos pilares da estrutura com recurso a estacas pré-fabricadas em betão armado;
- Pavimentos interiores fundados numa laje de fundação em betão armado com fibras, sobre plataforma de transferência de carga.



Plataforma logística na Azambuja, Portugal: soluções de reforço de solos e de fundações

□ INTRODUÇÃO

➡ □ CONDICIONAMENTOS

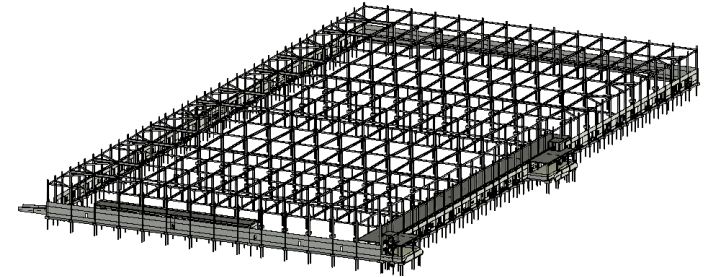
□ SOLUÇÃO DESENVOLVIDA PARA MELHORAMENTO DE SOLOS

□ SOLUÇÃO DE FUNDAÇÕES DOS ELEMENTOS ESTRUTURAIS

□ EXECUÇÃO

□ CONTROLO DE QUALIDADE E DE EXECUÇÃO

□ CONCLUSÕES



Plataforma logística na Azambuja, Portugal: soluções de reforço de solos e de fundações

CONDICIONAMENTOS

- ✓ Condicionamentos de natureza geológico-geotécnicos
 - À superfície, depósitos **aluvionares (a) e de aterro (At)**;
 - **Substrato Miocénico** a profundidades variáveis entre 2 a 10m para o armazém 1, enquanto no Armazém 2 a profundidades variáveis entre 10 a 20m.

- ✓ Condicionamentos de prazo de execução
 - Necessidade de colocar em exploração, com a **maior celeridade possível**.

Plataforma logística na Azambuja, Portugal: soluções de reforço de solos e de fundações

□ INTRODUÇÃO

□ CONDICIONAMENTOS

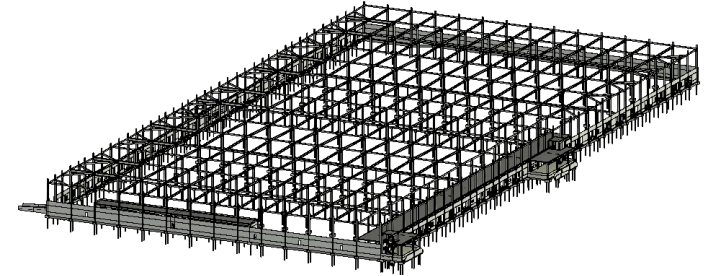
➔ □ SOLUÇÃO DESENVOLVIDA PARA MELHORAMENTO DE SOLOS

□ SOLUÇÃO DE FUNDAÇÕES DOS ELEMENTOS ESTRUTURAIS

□ EXECUÇÃO

□ CONTROLO DE QUALIDADE E DE EXECUÇÃO

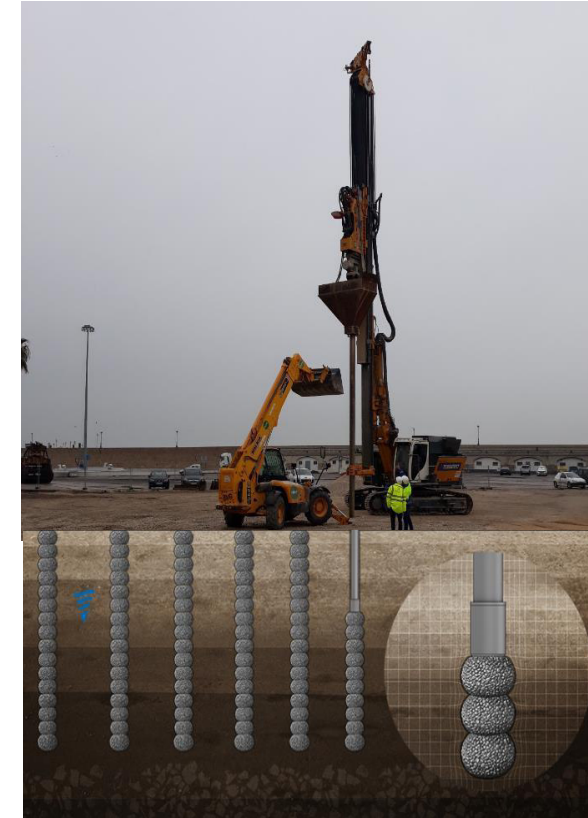
□ CONCLUSÕES



Plataforma logística na Azambuja, Portugal: soluções de reforço de solos e de fundações

SOLUÇÃO DESENVOLVIDA PARA MELHORAMENTO DE SOLOS

- ✓ **Colunas de brita compactadas** dispostas numa malha quadrada de 2,8x2,8m² e 3,1x3,1m² em toda a área de fundação do pavimento interior;
- ✓ Vantagens do método:
 - Bom comportamento na distribuição e acomodação das tensões sob a plataforma de transferência de carga;
 - Controlo dos assentamentos diferenciais;
 - Desempenho: 200 a 260 ml/dia por equipa e turno.



Plataforma logística na Azambuja, Portugal: soluções de reforço de solos e de fundações

❑ INTRODUÇÃO

❑ CONDICIONAMENTOS

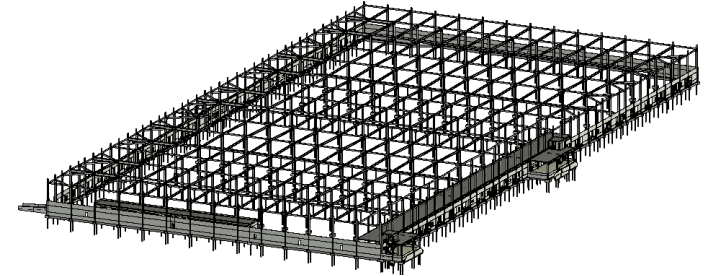
❑ SOLUÇÃO DESENVOLVIDA PARA MELHORAMENTO DE SOLOS

➔ ❑ SOLUÇÃO DE FUNDAÇÕES DOS ELEMENTOS ESTRUTURAIS

❑ CONTROLO DE QUALIDADE E DE EXECUÇÃO

❑ EXECUÇÃO

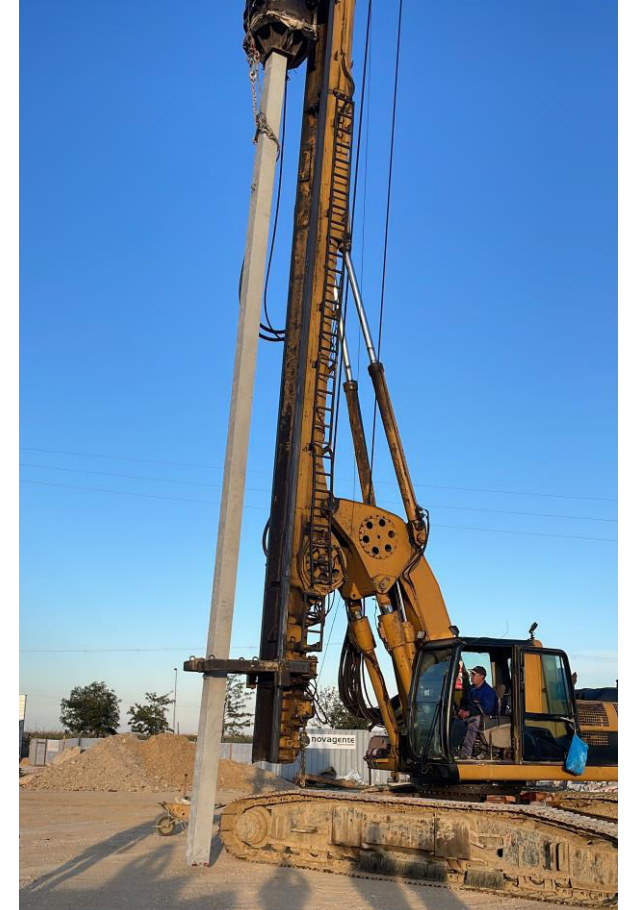
❑ CONCLUSÕES



Plataforma logística na Azambuja, Portugal: soluções de reforço de solos e de fundações

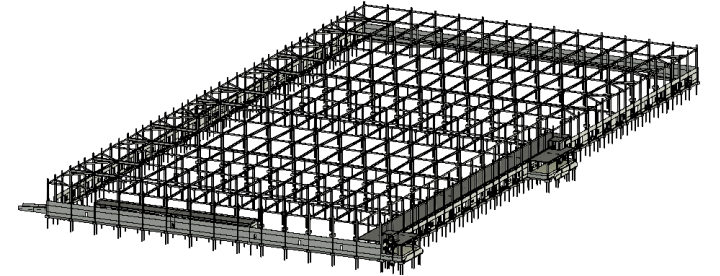
SOLUÇÃO DE FUNDAÇÕES DOS ELEMENTOS ESTRUTURAIS

- ✓ Estacas encabeçadas por maciços de **1, 2, 3 e 4 estacas** ligadas entre si por vigas de fundação.
- ✓ Características das estacas:
 - Estacas pré-fabricadas com betão C50/60;
 - Armadas com 4Ø16mm e cintagem com Ø8mm com afastamento máximo de 11cm e 9,8cm;
 - Secções 235x235 e 270x270mm;
 - Valores máximos das cargas axiais em serviço, a rondar os **850kN** e **1120kN**.



Plataforma logística na Azambuja, Portugal: soluções de reforço de solos e de fundações

- ❑ INTRODUÇÃO
- ❑ CONDICIONAMENTOS
- ❑ SOLUÇÃO DESENVOLVIDA PARA MELHORAMENTO DE SOLOS
- ❑ SOLUÇÃO DE FUNDAÇÕES DOS ELEMENTOS ESTRUTURAIS
- ➡ ❑ CONTROLO DE QUALIDADE E DE EXECUÇÃO
- ❑ EXECUÇÃO
- ❑ CONCLUSÕES



Plataforma logística na Azambuja, Portugal: soluções de reforço de solos e de fundações

CONTROLO DE QUALIDADE E DE EXECUÇÃO DAS COLUNAS DE AGREGADOS COMPACTOS

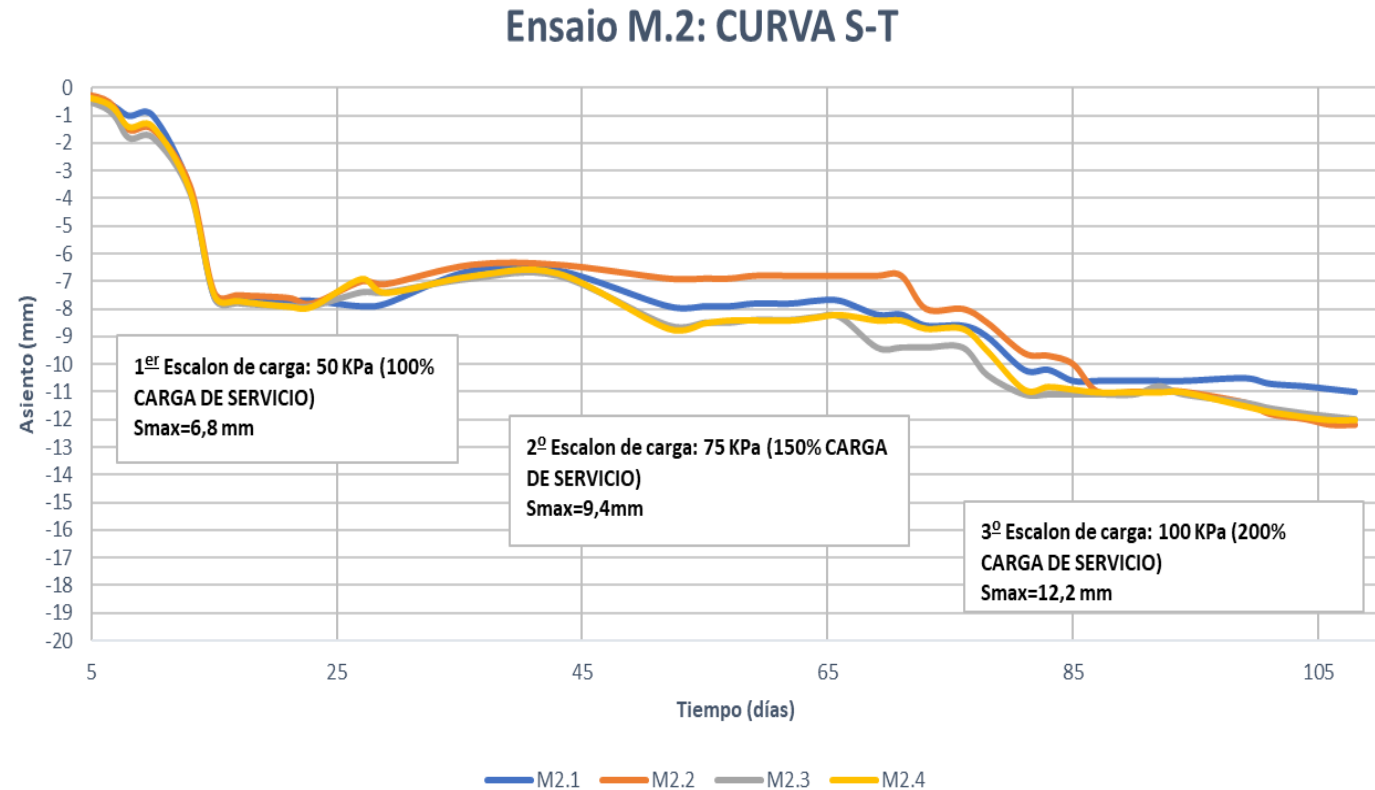
- ✓ Ensaios de carga estática vertical:
 - Total de 30 ensaios;
 - Carga máxima até 150% da carga em serviço.
- ✓ Ensaios de carga de longa duração:
 - Duração de 3 meses;
 - Carga máxima até 200% da carga em serviço



Plataforma logística na Azambuja, Portugal: soluções de reforço de solos e de fundações

CONTROLO DE QUALIDADE E DE EXECUÇÃO DAS COLUNAS DE AGREGADOS COMPACTOS

ENSAIOS DE MÓDULO - COLUNAS IMPACT®			
ZONA	Nº COLUNA	MÓDULO DE RIGIDEZ (K _s)	MÓDULO DE DEFORMAÇÃO (E _s)
		MN/m ³	Mpa
1B	21D	156.00	429.28
	33F	143.00	393.74
	48G	157.00	431.49
	60F	78.00	215.64
1C	11W	145.00	399.38
	21P	201.00	552.18
	33S	92.00	254.28
	48U	82.00	226.49
2B	13B	78.00	215.75
	20I	113.00	310.27
	28L	95.00	262.58
	37G	96.00	263.90
1D	10-Q	90.00	247.60
	11-D	110.00	302.42
	19-K	85.00	233.05
	19-S	104.00	284.92
1F	11-J	87.00	238.76
	16-F	82.00	225.63
	17-I	112.00	309.35
	20-C'	123.00	338.36
2F	7-M	82.00	224.42
	17-O	149.00	410.34
	41-R	150.00	413.59
	58-U	121.00	331.66
2D	37-F	115.00	317.56
	50-F	78.00	213.33
	54-Q	79.00	216.87
	R22	89.00	244.48
2C	W39	203.00	559.56
	O46	79.00	217.54
	M61	83.00	228.97
	T23	197.00	542.87
2A	F34	87.00	240.41
	S53	185.00	509.18
	B67	90.00	247.52
	Média	114.74	315.81
	Desehno	76.00	250.00



Plataforma logística na Azambuja, Portugal: soluções de reforço de solos e de fundações

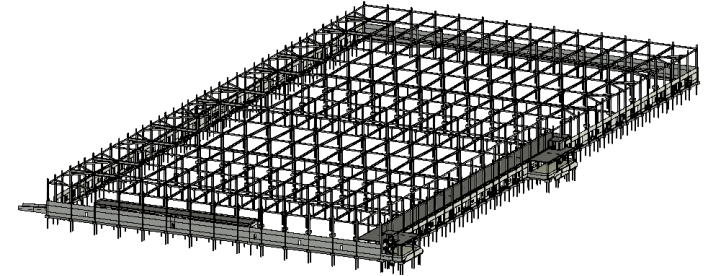
CONTROLO DE QUALIDADE E DE EXECUÇÃO DAS ESTACAS CRAVADAS

- ✓ Ensaios PDA numa amostra representativa das estacas de fundação:
 - Zona de resistências médias a uma profundidade entre 4.30-14.00m com valores de resistência unitária no fuste inferiores a **90 kN/m²**;
 - Numa zona inferior, valores unitários de resistência por fuste entre **138-319 kN/m²**;
 - Resistência unitária por ponta registaram-se valores entre **3984-16844 kN/m²**.



Plataforma logística na Azambuja, Portugal: soluções de reforço de solos e de fundações

- ❑ INTRODUÇÃO
- ❑ CONDICIONAMENTOS
- ❑ SOLUÇÃO DESENVOLVIDA PARA MELHORAMENTO DE SOLOS
- ❑ SOLUÇÃO DE FUNDAÇÕES DOS ELEMENTOS ESTRUTURAIS
- ❑ CONTROLO DE QUALIDADE E DE EXECUÇÃO
- ➡ ❑ EXECUÇÃO
- ❑ CONCLUSÕES



Plataforma logística na Azambuja, Portugal: soluções de reforço de solos e de fundações

EXECUÇÃO



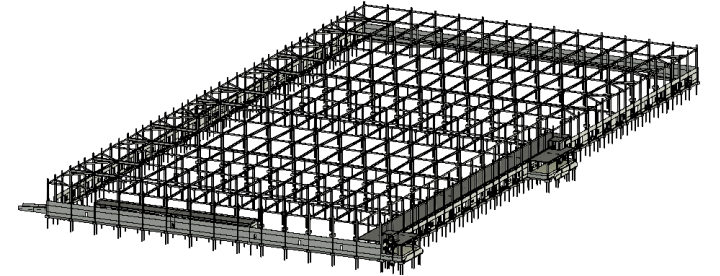
Plataforma logística na Azambuja, Portugal: soluções de reforço de solos e de fundações

EXECUÇÃO



Plataforma logística na Azambuja, Portugal: soluções de reforço de solos e de fundações

- ❑ INTRODUÇÃO
- ❑ CONDICIONAMENTOS
- ❑ SOLUÇÃO DESENVOLVIDA PARA MELHORAMENTO DE SOLOS
- ❑ SOLUÇÃO DE FUNDAÇÕES DOS ELEMENTOS ESTRUTURAIS
- ❑ CONTROLO DE QUALIDADE E DE EXECUÇÃO
- ❑ EXECUÇÃO
- ➡ ❑ CONCLUSÕES



Plataforma logística na Azambuja, Portugal: soluções de reforço de solos e de fundações

CONCLUSÕES

- ✓ Os métodos construtivos aplicados às soluções adotadas provaram-se extremamente eficazes no que toca à otimização do tempo de execução;
- ✓ As soluções de fundações e de tratamento e reforço de solos adotadas permitiram, com base nos resultados dos ensaios realizados no âmbito do controlo de qualidade e de execução em obra, antecipar um bom desempenho das fundações em fase de exploração;

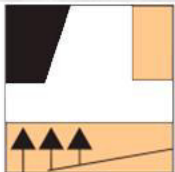
OBRIGADO PELA VOSSA ATENÇÃO



Plataforma logística na Azambuja, Portugal: soluções de reforço de solos e de fundações

André Sousa (asousa@jetsj.com)

Alexandre Pinto (apinto@jetsj.com)



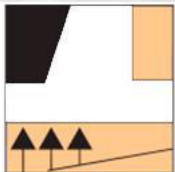
ASOCIACIÓN DE EMPRESAS
DE LA TECNOLOGÍA
DEL SUELO Y DEL SUBSUELO



Reforço de Fundações de Ponte Centenária O caso Ponte da Praia

Ricardo Justiniano (rjustiniano@jetsj.com)

Alexandre Pinto, Mario Felizardo



ASOCIACIÓN DE EMPRESAS
DE LA TECNOLOGÍA
DEL SUELO Y DEL SUBSUELO

Reforço de Fundações de Ponte Centenária – O caso Ponte da Praia

- ❑ INTRODUÇÃO
- ❑ CONDICONAMENTOS
- ❑ SOLUÇÃO DESENVOLVIDA
- ❑ EXECUÇÃO
- ❑ INSTRUMENTAÇÃO
- ❑ CONCLUSÕES



Reforço de Fundações de Ponte Centenária – O caso Ponte da Praia

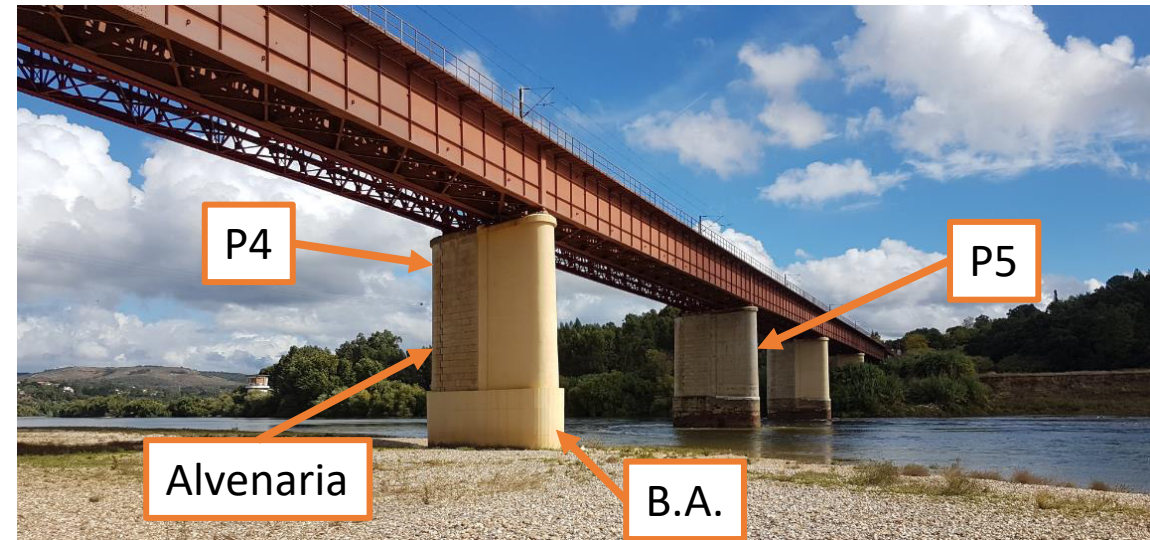
- ➔ ☐ INTRODUÇÃO
- ☐ CONDICONAMENTOS
- ☐ SOLUÇÃO DESENVOLVIDA
- ☐ EXECUÇÃO
- ☐ INSTRUMENTAÇÃO
- ☐ CONCLUSÕES



Reforço de Fundações de Ponte Centenária – O caso Ponte da Praia

INTRODUÇÃO

- ✓ Ponte ferroviária construída em 1887, com pilares de alvenaria de pedra;
- ✓ Tabuleiro em estrutura metálica;
- ✓ Execução de novo tabuleiro adjacente, com pilares em betão armado;
- ✓ Verificou-se ao longo do tempo assentamento dos pilares P4 e P5;



Reforço de Fundações de Ponte Centenária – O caso Ponte da Praia

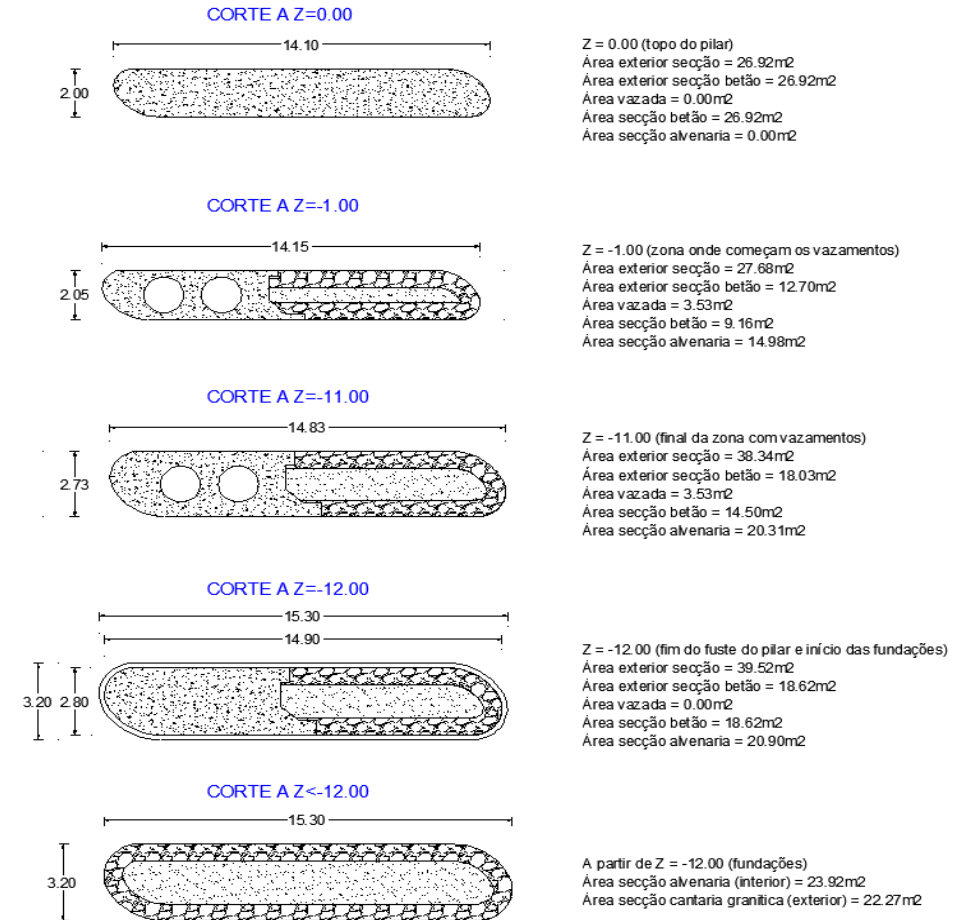
- INTRODUÇÃO
- ➔ □ CONDICONAMENTOS
- SOLUÇÃO DESENVOLVIDA
- EXECUÇÃO
- INSTRUMENTAÇÃO
- CONCLUSÕES



Reforço de Fundações de Ponte Centenária – O caso Ponte da Praia

CONDICIONAMENTOS

- ✓ Tabuleiro com elementos corroídos;
- ✓ Pilares em alvenaria de pedra/ Betão armado com assentamento significativo;
- ✓ Cinta metálica em torno dos pilares corroída;
- ✓ Necessidade de melhorar condições de fundações;
- ✓ Necessidade de efetuar trabalhos abaixo do nível freático;



Reforço de Fundações de Ponte Centenária – O caso Ponte da Praia

CONDICIONAMENTOS

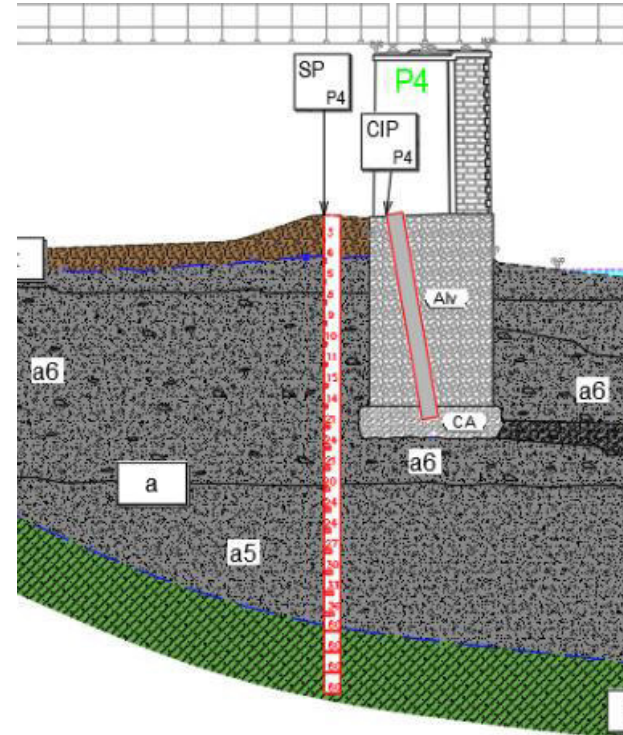
- ✓ Tabuleiro com elementos corroídos;
- ✓ Pilares em alvenaria de pedra/ Betão armado com assentamento significativo;
- ✓ Cinta metálica em torno dos pilares corroída;
- ✓ Necessidade de melhorar condições de fundações;
- ✓ Necessidade de efetuar trabalhos abaixo do nível freático;



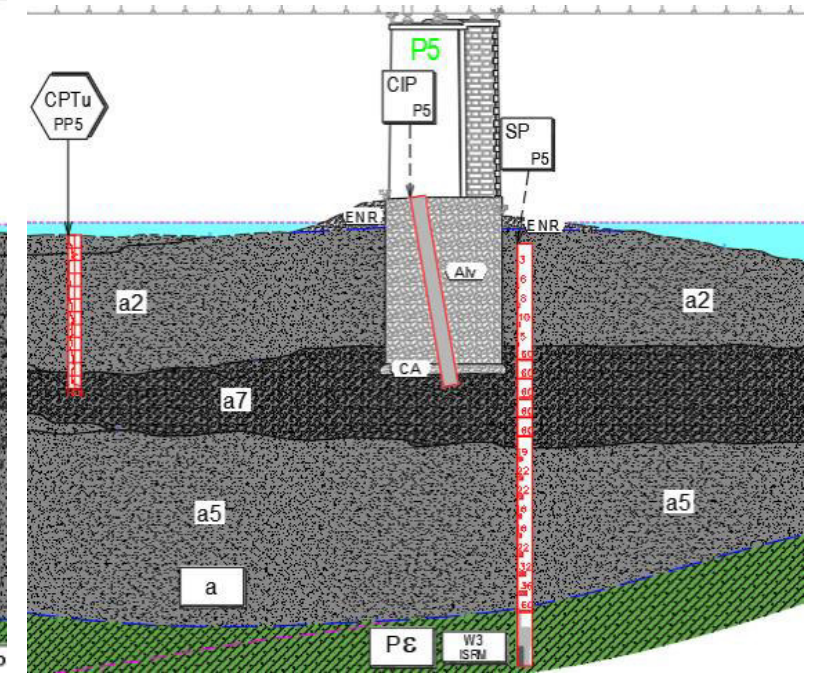
Reforço de Fundações de Ponte Centenária – O caso Ponte da Praia

CONDICIONAMENTOS

- ✓ Tabuleiro com elementos corroídos;
- ✓ Pilares em alvenaria de pedra/ Betão armado com assentamento significativo;
- ✓ Cinta metálica em torno dos pilares corroída;
- ✓ Necessidade de melhorar condições de fundações;
- ✓ Necessidade de efetuar trabalhos abaixo do nível freático;



Alv – Alvenaria de Pedra;
C.A. – Cascalheira Argamassada;
a2 – Aluvião – areias grosseira;
a5 - Aluvião – areias com seixo;



a7 - Aluvião – cascalheira (Nspt=60);
Pε – Substrato Hercínico Metamórfico (Nspt =60);

Reforço de Fundações de Ponte Centenária – O caso Ponte da Praia

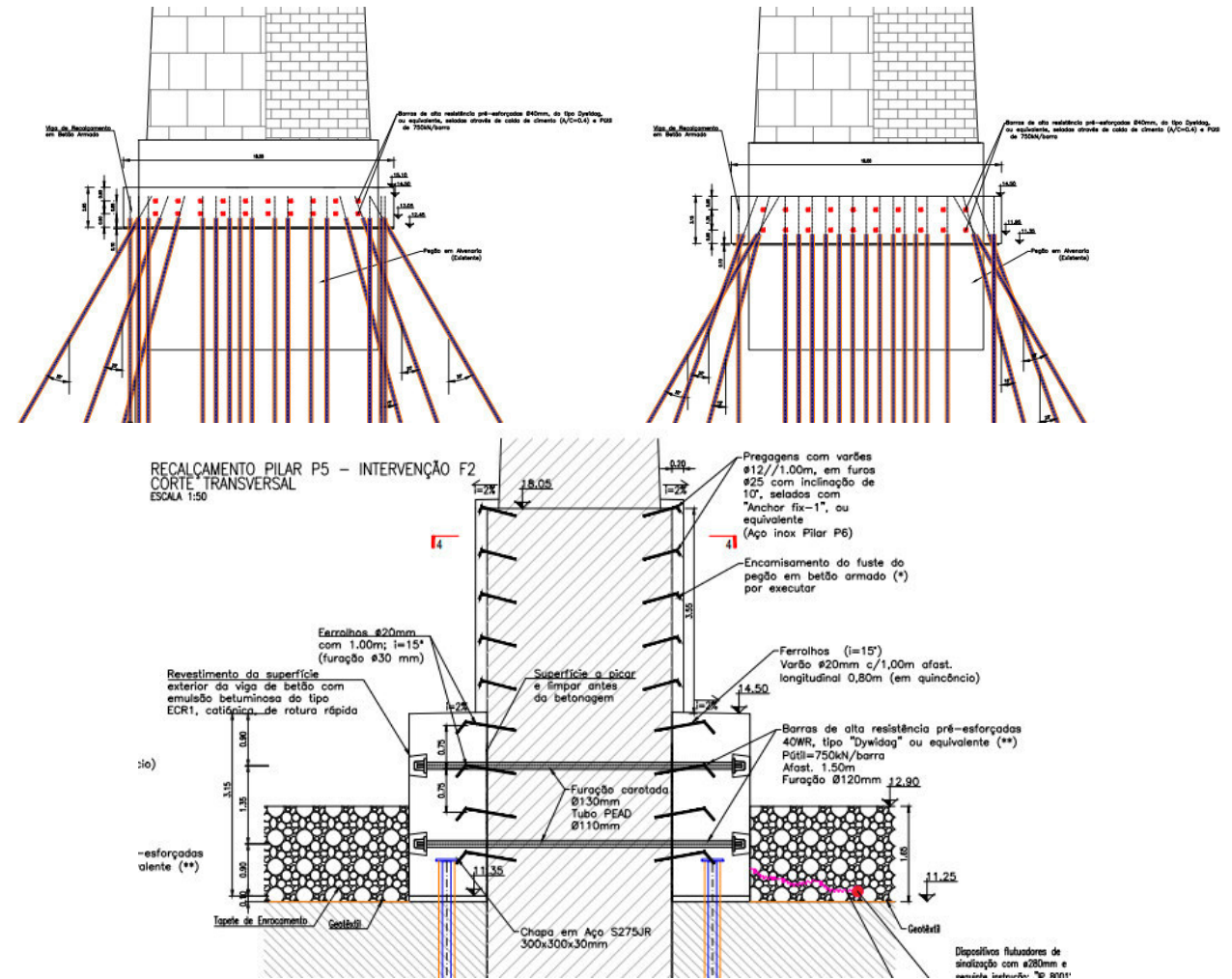
- INTRODUÇÃO
- CONDICONAMENTOS
- □ SOLUÇÃO DESENVOLVIDA
- EXECUÇÃO
- CONCLUSÕES



Reforço de Fundações de Ponte Centenária – O caso Ponte da Praia

SOLUÇÃO DESENVOLVIDA

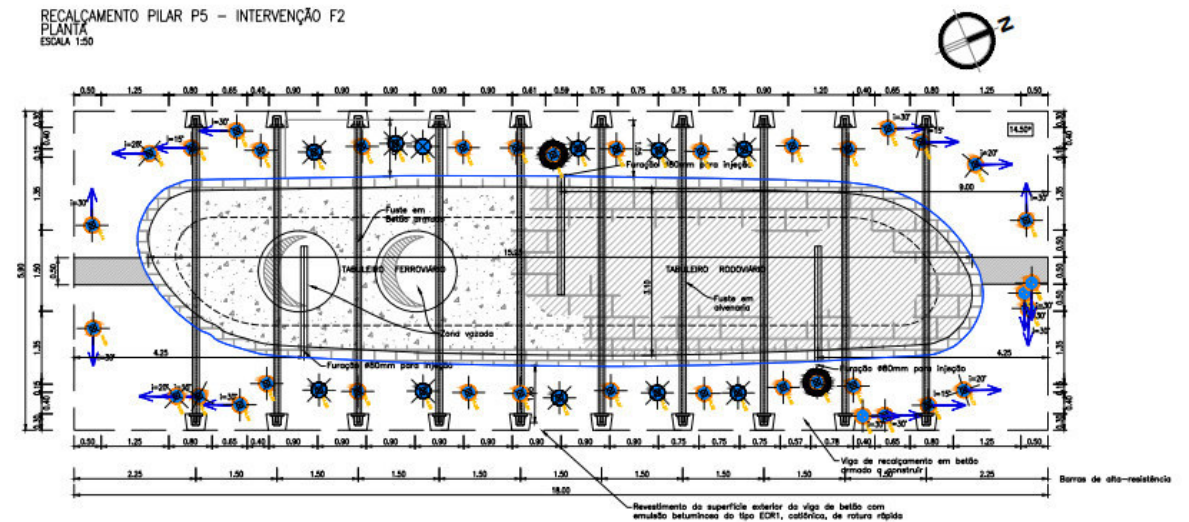
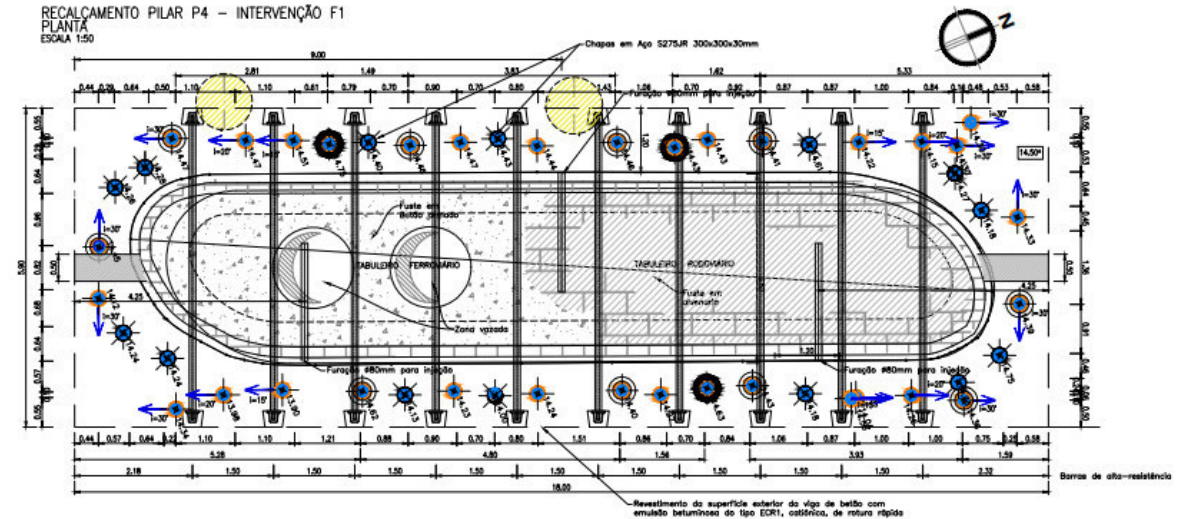
- ✓ Remoção da cinta metálica corroída e execução de novo encamisamento em B.A.;
- ✓ Execução de recalçamento de fundação dos pilares P4 e P5 com recurso a microestacas cravadas (ferro fundido dúctil), complementada por microestaca tradicional (N-80) pelo interior;
- ✓ Reperfilamento do fundo do rio;
- ✓ Reforço de fundação com execução de tapetes de enrocamento;



Reforço de Fundações de Ponte Centenária – O caso Ponte da Praia

SOLUÇÃO DESENVOLVIDA

- ✓ Remoção da cinta metálica corroída e execução de nova cintagem em B.A.;
- ✓ Execução de recalçamento de fundação dos pilares P4 e P5 com recurso a microestacas cravadas (ferro fundido dúctil), complementada por microestaca tradicional (N-80) pelo interior;
- ✓ Reperfilamento do fundo do rio;
- ✓ Reforço de fundação com execução de tapetes de enrocamento;

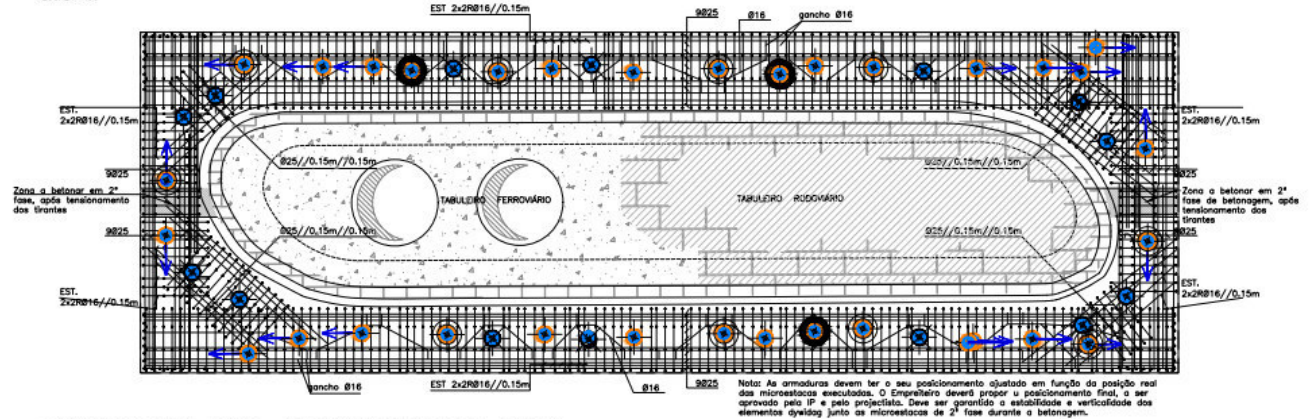


Reforço de Fundações de Ponte Centenária – O caso Ponte da Praia

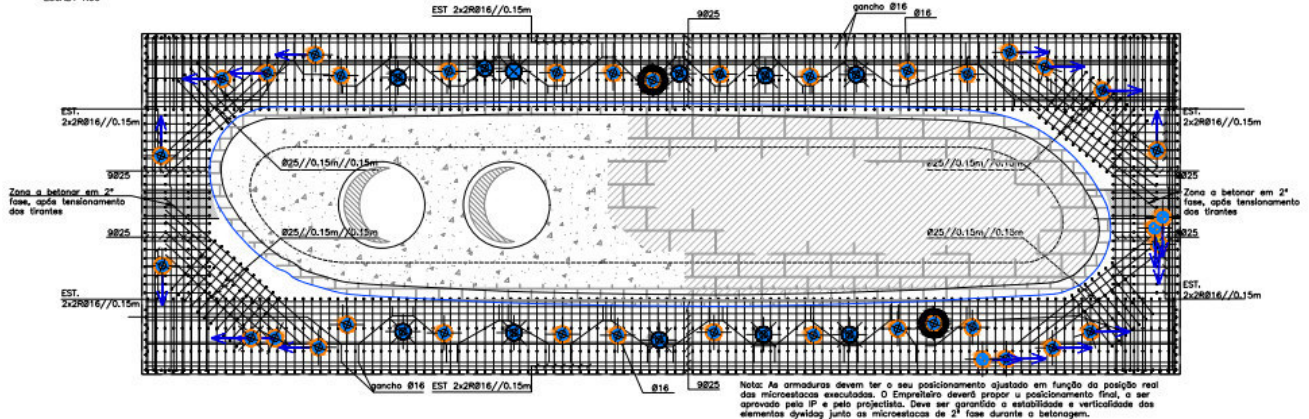
SOLUÇÃO DESENVOLVIDA

- ✓ Remoção da cinta metálica corroída e execução de novo encamisamento em B.A.;
- ✓ Execução de recalçamento de fundação dos pilares P4 e P5 com recurso a microestacas cravadas (ferro fundido dúctil), complementada por microestaca tradicional (N-80) pelo interior;
- ✓ Reperfilamento do fundo do rio;
- ✓ Reforço de fundação com execução de tapetes de enrocamento;

PORMENOR DE BETÃO ARMADO – VIGA DE RECALÇAMENTO DO PILAR P4
PLANTA DE ARMADURA SUPERIOR E INFERIOR
ESCALA 1:50



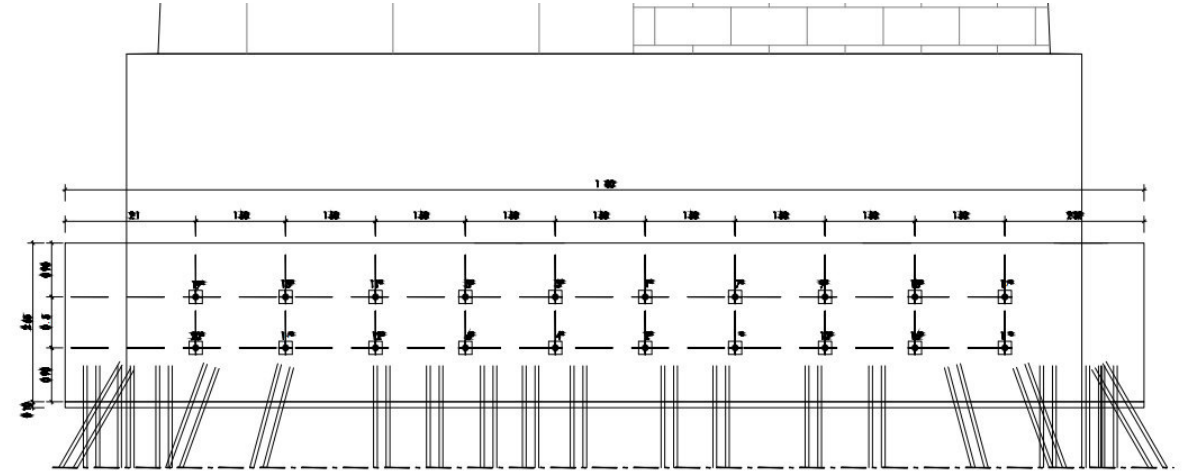
PORMENOR DE BETÃO ARMADO – VIGA DE RECALÇAMENTO DO PILAR P5
PLANTA DE ARMADURA INFERIOR E SUPERIOR
ESCALA 1:50



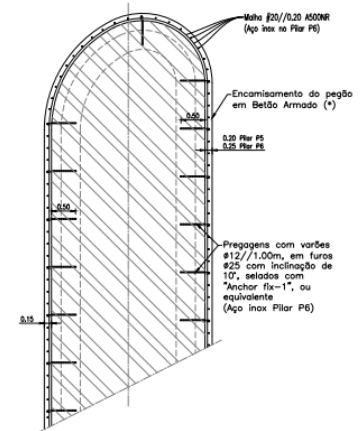
Reforço de Fundações de Ponte Centenária – O caso Ponte da Praia

SOLUÇÃO DESENVOLVIDA

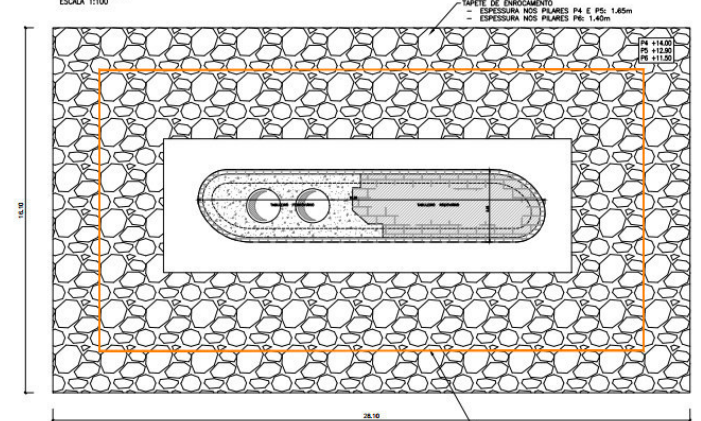
- ✓ Remoção da cinta metálica corroída e execução de novo encamisamento em B.A.;
- ✓ Execução de recalçamento de fundação dos pilares P4 e P5 com recurso a microestacas cravadas (ferro fundido dúctil), complementada por microestaca tradicional (N-80) pelo interior;
- ✓ Reperfilamento do fundo do rio;
- ✓ Reforço de fundação com execução de tapetes de enrocamento;



ENCAMISAMENTO DOS PILARES P5, P6- INTERVENÇÃO F3
CORTE 4-4
ESCALA 1:50



TAPETE DE ENROCAMENTO DOS PILARES P4, P5, P6
PLANTA TIPO
ESCALA 1:100



Reforço de Fundações de Ponte Centenária – O caso Ponte da Praia

- ❑ INTRODUÇÃO
- ❑ CONDICONAMENTOS
- ❑ SOLUÇÃO DESENVOLVIDA
- ➔ ❑ EXECUÇÃO
- ❑ INSTRUMENTAÇÃO
- ❑ CONCLUSÕES



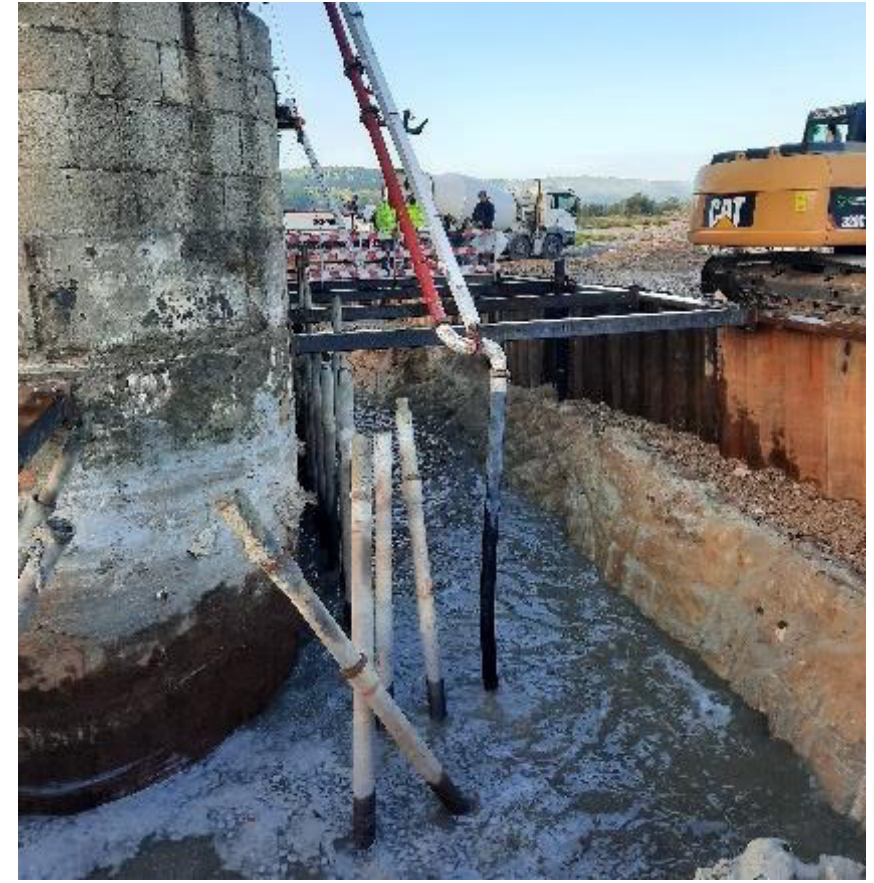
Reforço de Fundações de Ponte Centenária – O caso Ponte da Praia

EXECUÇÃO



Reforço de Fundações de Ponte Centenária – O caso Ponte da Praia

EXECUÇÃO



Reforço de Fundações de Ponte Centenária – O caso Ponte da Praia

EXECUÇÃO



Reforço de Fundações de Ponte Centenária – O caso Ponte da Praia

- ❑ INTRODUÇÃO
- ❑ CONDICONAMENTOS
- ❑ SOLUÇÃO DESENVOLVIDA
- ❑ EXECUÇÃO
- ➔ ❑ INSTRUMENTAÇÃO
- ❑ CONCLUSÕES



Reforço de Fundações de Ponte Centenária – O caso Ponte da Praia

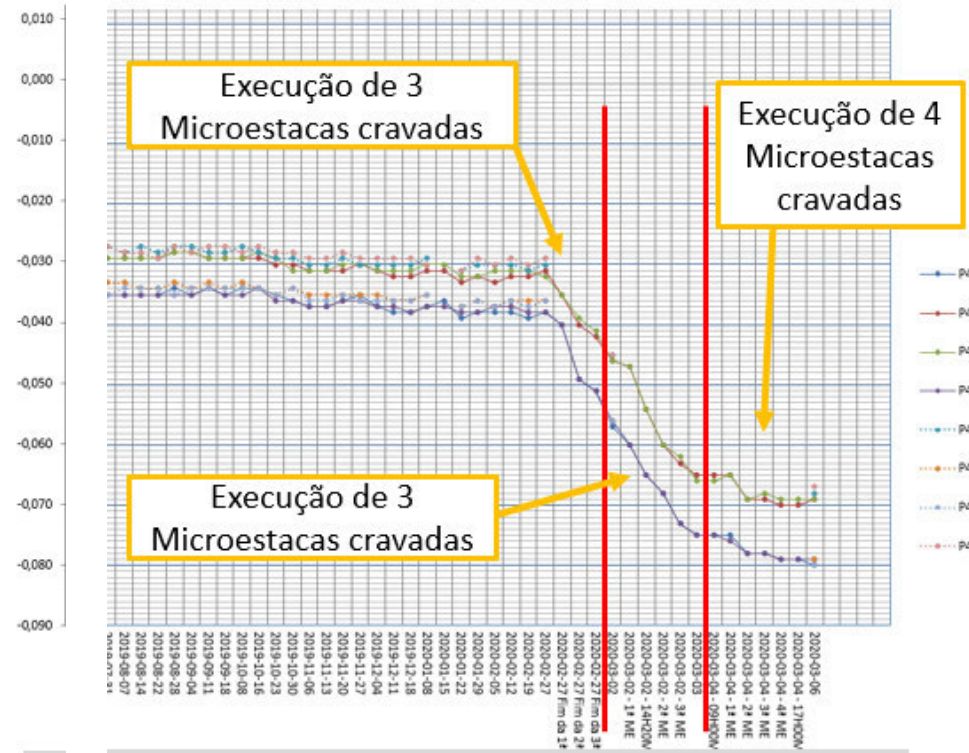
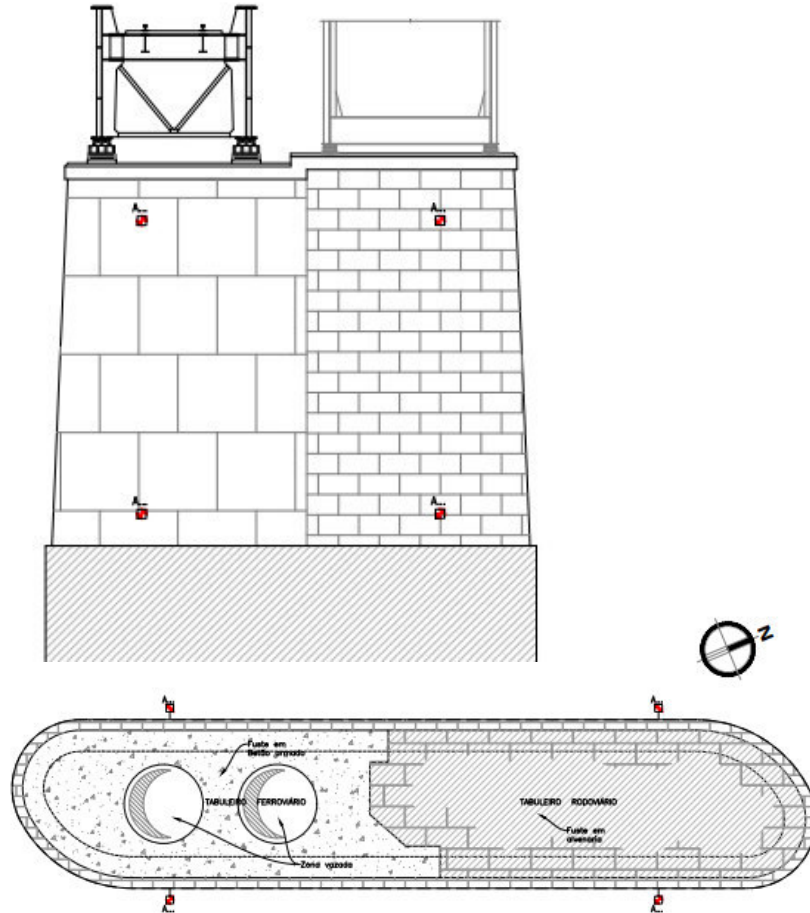
- ❑ INTRODUÇÃO
- ❑ CONDICONAMENTOS
- ❑ SOLUÇÃO DESENVOLVIDA
- ❑ EXECUÇÃO
- ➔ ❑ INSTRUMENTAÇÃO
- ❑ CONCLUSÕES



Reforço de Fundações de Ponte Centenária – O caso Ponte da Praia

INSTRUMENTAÇÃO

INSTRUMENTAÇÃO PILARES P4, P5, P6
ALCADO
ESCALA 1:100



Reforço de Fundações de Ponte Centenária – O caso Ponte da Praia

CONCLUSÃO

- ✓ O recurso a soluções de reforço de fundação com microestacas cravadas, com comprimentos superiores a 30m, em areias sensíveis;
- ✓ Solução com elevado rendimento de execução, com mais de 300 ml/dia;
- ✓ A necessidade de técnicos especializados a acompanhar os trabalhos in situ;
- ✓ Instrumentação é uma ferramenta fundamental para compreender o comportamento dos solos e estruturas e permitir, atempadamente, ajustar as soluções;

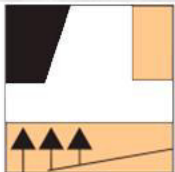
OBRIGADO PELA VOSSA ATENÇÃO



Reforço de Fundações de Ponte Centenária O caso Ponte da Praia

Ricardo Justiniano (rjustiniano@jetsj.com)

Alexandre Pinto, Mario Felizardo



ASOCIACIÓN DE EMPRESAS
DE LA TECNOLOGÍA
DEL SUELO Y DEL SUBSUELO