SIMBOLOGIA

·	Microestacas.
⊕	Estacas moldadas em betão armado Ø800mm.
— ? —	Limite do zonamento geotécnico.
0+400	Rasante.
— · — · —	Estruturas definitivas: Túneis de Ligação à TTT.
— · — · —	Estruturas definitivas: Estação de Marvila.
P.B.V ▼	Plano Base Via.
NA ▼	Nível de água inferido com base no modelo hidrogeológico estabelecido (sem medições em sondagens e/ou piezómetros na proximidade).
NA ▼	Nível de água medido em sondagens próximas.
NA ▼	Nível medido em piezómetros próximos.

ZONAMENTO GEOTÉCNICO

HG1	Aterros heterogéneos e depósitos aluvionares, em geral com N_{SPT} inferior a 15.
HG2	Areias finas, argilas e siltes, geralmente de média consistência e compacidade, em geral com N_{SPT} inferior a 30.
HG3	Areias finas, argilas e siltes, geralmente de alta consistência e compacidade, em geral com N_{SPT} compreendido entre 30 e 50.
HG4	Areias finas, argilas e siltes de alta rigidez e geralmente muito compactas, em geral com N_{SPT} superior a 50; Calcários e biocalcarenitos de alta resistência, fraturados, em geral com N_{SPT} de 60.

DISPOSITIVOS DE OBSERVAÇÃO

PZ ◉	Piezómetro.
M ▼	Marca de superfície.
A ▼	Alvo ótico.
AE ▽	Alvo ótico (Edifício).
I ⊕	Inclinómetro.
CE ◯	Células eléctricas.
— - —— - —	Seção de leitura.
— — — —	Faixa de 35 m relativamente aos eixos TTT-VA-OR e TTT-VD-BP.

NOTAS

- Todas as dimensões são indicadas em metros, salvo onde especificado em contrário.
- A georreferenciação do projeto segue o sistema de coordenadas ETRS89-PT-TM06.
- A obra em apreço encontra-se quilometricamente referenciada tendo por base o desenvolvimento da linha TTT-VA-OR, salvo onde expressamente indicado em contrário. Todas as cotas de implantação do contorno interior das obras subterrâneas estão definidas em função do eixo e rasante dos eixos das linhas de ligação à TTT.
- As peças desenhadas devem ser analisadas em conjunto com os demais desenhos integrantes do Tomo 2.2 – Túneis, nomeadamente os das Séries 000 (Gerais), 100 (Escavação e Contenção) e 200 (Estruturas Definitivas). As peças desenhadas que instruem o presente projeto não dispensam a leitura das peças escritas. Também os projetos das demais especialidades deverão ser consultados.
- O presente projeto concerne especificamente à fase de Escavação e Contenção dos Túneis de Ligação à Terceira Travessia sobre o Tejo, entre o km0+000 e o km0+880 da TTT-VA-OR. Os projetos de outras disciplinas de demais obras integrantes da empreitada em apreço deverão ser consultados em peças específicas.
- Todas as cotas altimétricas e implantação das estruturas devem ser confrontadas com a definição dos projetos de arquitetura e de traçado.
- Todas as disposições construtivas deverão respeitar as especificações das regulamentações aplicáveis, nomeadamente NP-EN-1992, 1993 e 1997, bem como EN-1536 e EN-1537.

CONDIÇÕES GEOLÓGICO-GEOTÉCNICAS E HIDROGEOLÓGICAS

- As condições geológicas, o zonamento geotécnico e o regime hidrogeológico instalado deverão ser verificados à medida do avanço das escavações para que, em caso de necessidade, atempadamente se proceda às devidas alterações.
- Para além do acompanhamento diário do sistema de monitorização proposto, dever-se-á proceder à inspeção periódica dos taludes de escavação e das contenções, como forma de controlar o seu comportamento.
- Em função das conclusões que se determinem admite-se que a equipa responsável pelo Acompanhamento Técnico de Obra (ATO) proceda à adaptação das soluções de contenção e escavação definidas, incluindo a introdução de medidas suplementares de reforço ou drenagem, as quais deverão ser por si preconizadas e definidas em função das reais condições Geológico-geotécnicas encontradas.
- A quantidade, posicionamento, comprimento e inclinação de bueiros e geodrenos a instalar deverá ser avaliada, ao longo do avanço dos trabalhos de escavação, pela equipa responsável pelo ATO e, em caso de necessidade, adaptada às reais condições hidrogeológicas do local. Caso os caudais afluentes às escavações aumentem de forma significativa, todo o sistema de drenagem deverá ser ajustado em conformidade.

ESCAVAÇÃO

- As cotas de escavação representadas nos desenhos consideram (salvo indicação contrária) uma altura de 0,10m para execução do betão de regularização e limpeza.
- Deverão ser previstos muretes-guia para a execução das cortinas de estacas. A cota desses muretes deverá ser verificada antes do início dos trabalhos, de forma a garantir o correto posicionamento das gaiolas de armadura. A implantação das estacas não considera eventuais desvios executivos.
- Poderá haver necessidade de ajustar a implantação das Estacas de Transição dos Blocos Técnicos BT-1 e BT-3 em função do real alinhamento das ancoragens provisórias.
- As cotas preconizadas para o fundo das estacas constituem o mínimo de profundidade, devendo-se, adicionalmente, garantir os seguintes embebimentos:
  - Cortina CE-NS - 3 diâmetros em HG2.
  - Cortinas CE-NS, CE-C e CE-S na Zona 3B - 3 diâmetros em HG4.
  - Cortinas CE-NS, CE-C e CE-S nas demais zonas - 3 diâmetros em HG3 ou HG4.
- As janelas entre estacas deverão ser cuidadosamente examinadas. As zonas onde eventualmente se detete humidade ou afluência de água deverão ser tratadas antes da aplicação de betão projetado ou execução das paredes de forro definitivas.
- A inclinação de pregagens, ancoragens e outros elementos é medida em relação à horizontal.
- As pregagens em varão deverão ser substituídas por pregagens autoperfurantes caso não se consiga garantir a integridade do furo durante o processo de instalação do varão e posterior selagem com calda.
- As fibras metálicas de aplicação prevista para os taludes não reforçados com recurso a pregagens poderão ser substituídas por fibras de polipropileno, desde que se garanta uma capacidade mínima de absorção de energia de 700J.
- Os comprimentos livres das ancoragens (Ll) são os mínimos a adotar, tendo sido estabelecidos com base nas conclusões da campanha de prospeção geológico-geotécnicos. Dada a incerteza geológico-geotécnica, poderá haver necessidade de alterar os comprimentos livres das ancoragens em função das condições realmente encontradas.
- Os comprimentos de selagem das ancoragens (Ls) deverão ser confirmados em fase de obra em função da campanha de ensaios de ancoragens prevista.
- As ancoragens deverão ser blocadas com uma tração que tenha em conta as perdas imediatas e as perdas a longo prazo de pré-esforço.
- Os blocos técnicos respeitarão o preconizado para Bloco Técnico Tipo I - Obras de Arte em Linhas Novas nas instruções da GR.IT.GEO.008 (geometria e especificações).
- O estado de conservação do Aqueduto do Alviela deverá ser inspecionado antes do inicio dos trabalhos de escavação na frente da Cortina CE-NI. Em caso de necessidade dever-se-á proceder ao reforço daquela infraestrutura hidráulica por meio da execução de reboco armado (ou outra solução mais adequada - a avaliar no local em função do observado) ou mesmo à sua substituição.
- Não poderão ser posicionados equipamentos sobre o Aqueduto do Alviela. Em caso de necessidade de pontos de travessia deverão ser definidas faixas devidamente balizadas e implementada adequado sistema de proteção para a infraestrutura hidráulica, o qual deverá ser amovível. O sistema de proteção deverá ser tal que a ovalização induzida à conduta metálica não exceda 5%. No caso de atravessamentos sobre o troço em alvenaria, as travessias deverão ser protegidas mecanicamente por meio de estruturas cujas fundações não introduzam esforços ao Aqueduto.
- A estruturas de contenção provisórias deverão ser ligadas à terra através de piquets de terra até valores de 1 OHM, por intermédio de cabos de alumínio isolado.

BETÃO ARMADO

- Todas as juntas de betonagem de ligação entre painéis deverão ser previamente limpas e picadas de forma a deixar os inertes à vista, promovendo uma boa ligação entre painéis.
- Também a superfície das estacas deverá ser saneada de forma a expor as respetivas armaduras e assegurar adequada ligação com as longarinas (vigas de distribuição).
- As superfícies devem estar limpas e isentas de poeiras e gorduras previamente à betonagem. • Antes da selagem dos ferrolhos às estacas, dever-se-á efetuar-se a limpeza total e adequada do furo.
- O posicionamento de negativos em elementos estruturais deverá ser confirmado mediante consulta do projeto de arquitetura e dos projetos das instalações técnicas especiais. De igual modo, o posicionamento das armaduras de espera deverá respeitar a definição constante nas peças desenhadas relativas às estruturas definitivas.
- Todos os elementos enterrados ou em contacto com o terreno deverão ser protegidos mediante a aplicação de uma pintura com emulsão betuminosa a duas demãos cruzadas do tipo "INERTOL F" ou equivalente.

ENSAIOS

- Deverão ser realizados ensaios de integridade sónicos (PIT), no domínio do tempo e da frequência em 25% das estacas a executar.
- Deverão ser realizados ensaios de integridade cross-hole em 5% das estacas a executar. Deverão ser instalados três tubos por estaca (perfazendo um ângulo de 120º entre si). As estacas a ensaiar deverão ter sido previamente submetidas a ensaios sónicos de controlo.
- Deverão ser realizados três ensaios de arrancamento de pregagens em cada horizonte geológico.
- Deverão ser executados dois ensaios prévios em ancoragens de acordo com o especificado na NP EN 1537, nomeadamente:
  - Um para ancoragens pré-esforçadas a 600kN (selagem de 12m em HG2, diâmetro de furação de 200mm).
  - Um para ancoragens pré-esforçadas a 900kN (selagem de 12m em HG4, diâmetro de furação de 150mm).
- Deverão ser executados dezoito ensaios de adequabilidade de acordo com o artigo 8.7 da NP EN 1997-1, nomeadamente:
  - Três nas ancoragens pré-esforçadas a 600kN do primeiro nível da Cortina CE-NS (Zona 4B).
  - Três nas ancoragens pré-esforçadas a 600kN do segundo nível da Cortina CE-NS (Zona 4B).
  - Duas nas ancoragens pré-esforçadas a 600kN do primeiro nível da Cortina CE-NI (Zona 3A, 3C e 4A).
  - Duas nas ancoragens pré-esforçadas a 900kN do primeiro nível da Cortina CE-NI (Zonas 4B e 5).
  - Duas nas ancoragens pré-esforçadas a 600kN do segundo nível da Cortina CE-NI (Zona 3A).
  - Duas nas ancoragens pré-esforçadas a 900kN do segundo nível da Cortina CE-NI (Zonas 3C, 4A, 4B e 5).
  - Duas nas ancoragens pré-esforçadas a 600kN do primeiro nível da Cortina CE-S (Zona 3C).
  - Duas nas ancoragens pré-esforçadas a 900kN do segundo nível da Cortina CE-S (Zona 3C).
- Deverão ser executados ensaios de receção em todas as ancoragens instaladas no decurso da escavação, de acordo com o artigo 8.8 da NP EN 1997-1.
- Todos os ensaios a realizar sobre ancoragens deverão seguir o método de teste 1 da EN ISO 22477-5.

MATERIAIS

BETÃO DE LIMPEZA E REGULARIZAÇÃO
- C16/20; X0(P); Cl 0.40; $D_{máx.}$25mm; S3 (EN206-1).

BETÃO DE ENCHIMENTO
- C20/25; X0(P); Cl 1.0; $D_{máx.}$25mm; S3 (EN206-1:2007).

BETÃO MOLDADO EM VIGAS E LONGARINAS
- C30/37; XC4(P); Cl 0.40; $D_{máx.}$20mm; S4 (EN206-1:2007).

BETÃO MOLDADO EM ESTACAS
- C30/37; XC2(P); Cl 0.40; $D_{máx.}$25mm; S3 (EN206-1:2007).

BETÃO PROJETADO (VIA HÚMIDA)
- C30/37; XC4(P); Cl 0.40; $D_{máx.}$12mm; (EN206-1:2007).
- Dosagem mínima de cimento de 400kg/m^3.
- Resistência mínima: 7 dias - 25MPa; 28 dias - 30MPa.

AÇO
- Armadura ordinária: A500NR.
- Malha eletrossoldada: A500ER.
- Chapas e perfis laminados: S355JR.
- Parafusos: Classe 8.8.
- Solda compatível com o aço.
- Recobrimento das armaduras: 5cm (betão moldado e betão projetado); 7.5cm (estacas moldadas).
- Comprimento mínimo de amarração: armadura ordinária - 50Ø; 35cm / Malha eletrossoldada - 4 varões.

MICROESTACAS
- Ø177.8 x 9 mm.
- Tubos em aço N80 (EN 14199 / NP EN 10025-2): fyd ≥ 560 MPa.
- Uniões roscadas sem diminuição da secção.
- Diâmetro de furação: 250mm.
- Selagem por gravidade nos 2m superficiais e IGU (Injeção Global Uniforme) no comprimento restante.
- Calda de cimento para injeção (NP EN 447):
  - Cimento tipo CEM I - 42.5 R.
  - Relação água/cimento: 0.4 ≤ A/C ≤ 0.55.
  - Exsudação ≤ 2% em volume (3h após a preparação da mistura).
  - Resistência mínima fck,7: 27 MPa.

ANCORAGENS PROVISÓRIAS
- Pré-esforçadas a 600kN:
  - 6 cordões de Ø0.6” (Ø15.24mm, A140mm^2).
  - Aço Y1860 S7 (fp0,1k > 1670 MPa, fpu,k > 1860 MPa).
  - Diâmetro de furação: 200mm.
  - Injeção Repetitiva (IR).
  - Bolbos de selagem com 12m de comprimento em HG2, HG3 ou HG4.
- Pré-esforçadas a 900kN:
  - 8 cordões de Ø0.6” (Ø15.24mm, A140mm^2).
  - Aço Y1860 S7 (fp0,1k > 1670 MPa, fpu,k > 1860 MPa).
  - Diâmetro de furação: 150mm.
  - Injeção Repetitiva (IR) com 12m de comprimento em HG4.

FIBRAS METÁLICAS
- Dosagem mínima: 30kg/m^3.
- Mínima capacidade de absorção de energia: 700J (determinada em ensaios do tipo “EFNARC TESTS” sobre conjuntos de três placas aos 28 dias, conforme NP EN 14488-5: 2008).

PREGAGENS EM VARÃO DE AÇO
- Varão de aço Ø25mm.
- Diâmetro de furação mínimo: 76mm (3").
- Selagem com calda de cimento.

PREGAGENS EM FIBRA DE VIDRO
- Resistência à tração mínima: 350kN.
- Diâmetro externo: 35mm (geometria de Y).
- Diâmetro de furação mínimo: 76mm (3").
- Selagem com calda de cimento.

CALDA DE SELAGEM DAS PREGAGENS
- Relação água/cimento: 0.30 a 0.50.
- $D_{máx.}$ areia: 1.2mm (se necessário).
- Resistência mínima: 7 dias - 5MPa; 28 dias - 25MPa.

BUEIROS E DRENOS
- Tubo em PEAD D50mm, corrugado e perfurado.
- Envolvido em geotêxtil polipropileno (PP) com gramagem /200g/m^2.

MATERIAL DE ATERRO
- Materiais selecionados:
  - Solos de tipo S3 (EP, 2009)/ A-1b(0), A-2-4(0) (AASHTO)/SM, SW, SM-SC (USCS), compactados por camadas com espessura máxima de 0.20m para uma compactação relativa mínima de 95% do Proctor Modificado e um teor em água entre W_{opt} e W_{opt}+2.
  - Peso volúmico saturado máximo: 20 kN/m^3.
  - Módulo de deformabilidade mínimo: EV2 ≥ 60 MPa e EV2/EV1 ≤ 2.2.
  - Ângulo de atrito mínimo: 30º.
- Solo cimento:
  - Resistência à compressão uniaxial (aos 28 dias) mínima: 2MPa.
  - Peso volúmico mínimo: 20.5 kN/m^3.
  - Ângulo de atrito mínimo: 33º.
  - Coesão mínima: 250 kPa.
  - Módulo de deformabilidade elástico mínimo: 400 MPa.
- Argila expandida para aterro:
  - Peso volúmico saturado máximo: 5 kN/m^3.
  - Módulo de deformabilidade mínimo: 10 MPa.
  - Ângulo de atrito mínimo: 33º.

FASEAMENTO EXECUTIVO

- Antes do início dos trabalhos, deverão ser levantadas, ao nível do terreno, todas as infraestruturas que possam ser afetadas pelos trabalhos de escavação. Deverão ser igualmente confirmadas todas as cotas topográficas efetuado o controlo da real implantação do Aqueduto do Alviela (em planta e perfil, com particular relevância nas Zona 1, 4A, 4B e 5).
- As escavações não poderão ser iniciadas antes da instalação de todos os dispositivos de instrumentação ao nível da superfície do terreno (marcas de superfície, inclinómetros e alvos topográficos em edifícios), bem como da execução das respetivas leituras de zeragem.
- As frentes de escavação não deverão ter desenvolvimentos superiores a 12m de modo a garantir que não ocorre a possibilidade de se ter um período muito longo entre as escavações e a aplicação do revestimento de betão projetado e dos elementos de suporte. Estes desenvolvimentos poderão ser aferidos em obra em função das características dos materiais e do seu real comportamento.
- A abertura das trincheiras (para saneamento de cabeças de estacas ou instalação de armaduras de espera) apenas deverá ser realizada quando estritamente necessário para minimizar o tempo de exposição das superfícies escavadas.
- O betão projetado preconizado após cada etapa de escavação deverá ser aplicado o mais rapidamente possível, de modo a evitar o desconfinamento do terreno. Este aspeto resulta particularmente relevante tendo em consideração não apenas a natureza dos horizontes superiores, mas também a expectável presença de água, a qual poderá acelerar o processo de instabilização das faces de escavação, quer em talude quer entre estacas moldadas das contenções.

INSTRUMENTAÇÃO E OBSERVAÇÃO

- Todas as edificações e demais infraestruturas na envolvente das escavações a realizar deverão ser devidamente inspecionadas com o propósito de avaliar as suas características, fazer o levantamento rigoroso do seu estado de conservação atual e determinar a sua vulnerabilidade.
- A posição dos dispositivos de observação poderá ser adaptada em obra em função dos condicionamentos existentes, devendo a sua implantação final ser levantada e leituras de zeragem levadas a cabo imediatamente após a respetiva instalação.
- Cada inclinómetro será associado a uma referência topográfica, com leituras nas três direções do espaço.
- A zona da via férrea existente deverá ser devidamente monitorizada com dispositivos específicos, a instalar antes do início dos trabalhos de escavação a executar na proximidade da via férrea e com especial relevância na zona de suspensão de via.
- Para além da leitura dos instrumentos de observação previstos no âmbito da empreitada em apreço, dever-se-á dar continuidade ao acompanhamento dos níveis de água nos piezómetros previamente instalados.
- As frequências de leitura poderão ser adaptadas em fase de obra, em função do real comportamento observado no decurso dos trabalhos de escavação. Apesar da possibilidade de execução de leituras adicionais em função do ritmo do avanço dos trabalhos de escavação e sempre que tal se justifique (julgamento a cargo da equipa responsável pelo ATO), preconiza-se, como mínimo:
  - Três leituras após instalação de cada dispositivo de observação.
  - Leituras semanais e imediatamente após cada fase de escavação ou aplicação de pré-esforço, até conclusão dos trabalhos de escavação.
  - Leituras quinzenais após estabilização de deslocamentos verticais e/ou horizontais num mínimo de três leituras sucessivas.
- As leituras deverão decorrer até completa execução das estruturas definitivas e desativação de todos os níveis de ancoragens.
- Em caso de atingimento dos Limites de Alarme deverão ser efetuadas leituras, no mínimo, a cada 4 horas.

Rev.	Data	Descrição	Responsável
01	2026.01.20	Revisão Geral.	N. Dias
00	2025.12.19	Emissão inicial.	N. Dias

Logótipos e informação complementar

NRV CONSULTORES DE ENGENHARIA
GIBB ENGINEERING
TPF
PROFICO CONSULTORES DE ENGENHARIA
Infraestruturas de Portugal

Código Projetista	PF0103LC.PE.02.02.01.00.100.00
Ficheiro	PF0103LC.PE.02.02.01.00.100.01.DWG
Projetou	RES / MN
Desenhou	JQ
Validou	ND / MC
O Gestor de Projeto	Ana Paula Ferreira
O Responsável Unidade	EA-EE - Sérgio Bernardes
O Responsável Departamento	EA-EE - Tiago Rodrigues
O Diretor	DEA - Pedro Pais
Órgão	Direção de Engenharia e Ambiente
Empreendimento	
Fase	Projeto de Execução
Projeto	PF0103LC - QUADRUPLICAÇÃO DA LINHA DE CINTURA ENTRE ROMA/AREEIRO E BRAÇO DE PRATA (INCLUSIVE)
Linha	Linhas da Cintura
Local	Linha da Cintura
Especialidade	V02 - Infra-Estrutura De Obras De Arte (Via Férrea) T2.2.1 - Túneis de Ligação à TTT
Título do Desenho	Escavação e contenção Legenda, materiais e notas
Código Desenho	PF0103LC.PE.02.02.01.00.100.00
N.º Registo SAP	00000000000-317
Data	2025-12-19
N.º de Ordem	TUN 100LC
Versão	01
Escalas	-

594 x 841