

ANEXO 3.6 – ESTUDO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO



**“IP8 (A26) – LIGAÇÃO ENTRE SINES E A A2
- LANÇO IP8 ENTRE RELVAS VERDES E RONCÃO-
AUMENTO DA CAPACIDADE”
TRECHO 2 – ENTRE O PK 26+850 E O PK 48+304
PROJETO DE EXECUÇÃO
P01 – TERRAPLENAGENS
P1.2 – GEOLOGIA E GEOTECNIA**

REVISÃO 02

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA



Junho 2024

**“IP8 (A26) – LIGAÇÃO ENTRE SINES E A A2
- LANÇO IP8 ENTRE RELVAS VERDES E RONCÃO-
AUMENTO DA CAPACIDADE”
TRECHO 2 – ENTRE O PK 26+850 E O PK 48+304
PROJETO DE EXECUÇÃO
P01 – TERRAPLENAGENS
P1.2 – GEOLOGIA E GEOTECNIA**

REVISÃO 02

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

RVGR-PE-T2-P12-MD-01-R02.DOCX					
Versão	Data	Elaborou	Verificou	Aprovou	Descrição de Alterações
00	2023.12.31	NL	PR	PR	-
01	2024.04.26	NL	PR	PR	Reformulação do Nó 6
02	2024.06.05	NL	PR	PR	Revisão ao Parecer da IP

**“IP8 (A26) – LIGAÇÃO ENTRE SINES E A A2
- LANÇO IP8 ENTRE RELVAS VERDES E RONCÃO-
AUMENTO DA CAPACIDADE”**

**TRECHO 2 – ENTRE O PK 26+850 E O PK 48+304
PROJETO DE EXECUÇÃO
REVISÃO 02**

ÍNDICE GERAL DO PROJETO

P01 - TERRAPLENAGENS

P1.1 - Traçado

P1.1.1 –Traçado Geral

P1.1.2 – Nós de Ligação e Intersecções

P1.1.2.N4 – Nó do Roncão

P1.1.2.N5 – Nó de Melides

P1.1.2.N6 – Nó com a EN261-1

P1.1.2.N7 – Nó com o IC1

P1.1.3 - Restabelecimentos, serventias e caminhos paralelos (tipo I)

P1.2 - Geologia e Geotecnia

P1.3 - Terraplenagens Gerais

PE2 - DRENAGEM

PE3 - PAVIMENTAÇÃO

PE4 - OBRAS ACESSÓRIAS

PE4.1 – Vedações e Caminhos Paralelos

PE4.2 - Obras de Contenção

PE4.3 - Serviços Afetados

PE4.4 - Canal Técnico Rodoviário

PE4.5 – Iluminação

PE4.8 – Outros projetos complementares (barreiras acústicas)

PE5 - SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA

P5.1 - Sinalização

P5.2 - Segurança

PE6 - OBRAS DE ARTE INTEGRADAS - TIPO PASSAGENS SUPERIORES E OBRAS DE ARTE DOS NÓS

P6.4 - PS 29-01

P6.5 - PI 38-01

P6.6 - PS 43-01

PE7 - OBRAS DE ARTE INTEGRADAS - TIPO PASSAGENS INFERIORES, AGRÍCOLAS E HIDRÁULICAS ESPECIAIS

P7.15 - PA30-01
P7.16 - PA31-01
P7.17 - PA33-01
P7.18 - PA33-02
P7.19 - PA34-01
P7.20 - PA35-01
P7.21 - PA36-01
P7.22 - PA37-01
P7.23 - PA38-02
P7.24 - PA39-01
P7.25 - PA40-01
P7.26 - PA42-01
P7.27 - PA42-02
P7.28 - PA44-02
P7.29 - PA48-01

PE10 - DIVERSOS

PE10.1 - Desvios Provisórios de Tráfego

PE11 - EXPROPRIAÇÕES

PE12 - PLANO DE SEGURANÇA E SAÚDE E COMPILAÇÃO TÉCNICA

PE12.1 - Plano de Segurança e Saúde

PE12.2 - Compilação Técnica

P13 - RENTABILIDADE ECONÓMICA

PE14 - TRABALHOS AUXILIARES

PE14.1 - Cartografia

PE14.2 - Topografia

PE14.3 - Prospeção Geotécnica Especial

PE16 - ESTUDOS AMBIENTAIS

PE16.3 - Estudo de Impacte Ambiental (EIA)

PE17 - SISTEMA TELEMÁTICA RODOVIARIA (STR)

P21 - PLANO DE PREVENÇÃO E GESTÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

**“IP8 (A26) – LIGAÇÃO ENTRE SINES E A A2
- LANÇO IP8 ENTRE RELVAS VERDES E RONCÃO-
AUMENTO DA CAPACIDADE”**

**TRECHO 2 – ENTRE O PK 26+850 E O PK 48+304
PROJETO DE EXECUÇÃO**

P01 – TERRAPLENAGENS

P1.2 – GEOLOGIA E GEOTECNIA

REVISÃO 02

ÍNDICE

PEÇAS ESCRITAS

RVGR-PE-T2-P12-MD-01-R02

MEMÓRIA DESCRITIVA

RVGR-PE-T2-P12-AX-01-R01

REGISTOS PROSPEÇÃO

PEÇAS DESENHADAS

RVGR-PE-T2-P12-00-R02

ESTUDO GEOLÓGICO GEOTÉCNICO - LEGENDA
GEOLÓGICA E GEOTÉCNICA

RVGR-PE-T2-P12-01 a 32-R02

ESTUDO GEOLÓGICO GEOTÉCNICO - SECÇÃO
CORRENTE-PLANTA E PERFIL LONGITUDINAL

RVGR-PE-T2-P12-11-01 a 08-R02

ESTUDO GEOLÓGICO GEOTÉCNICO –
RESTABELECIMENTOS – PLANTA E PERFIL LONGITUDINAL

RVGR-PE-T2-P12-N4-11-01 a 04-R02

ESTUDO GEOLÓGICO GEOTÉCNICO – NÓ 4 – PLANTAS E
PERFIS LONGITUDINAIS

RVGR-PE-T2-P12-N5-11-01 a 05-R02

ESTUDO GEOLÓGICO GEOTÉCNICO – NÓ 5 – PLANTAS E
PERFIS LONGITUDINAIS

RVGR-PE-T2-P12-N6-11-01 a 05-R02

ESTUDO GEOLÓGICO GEOTÉCNICO – NÓ 6 – PLANTAS E
PERFIS LONGITUDINAIS

RVGR-PE-T2-P12-N7-11-01-R02

ESTUDO GEOLÓGICO GEOTÉCNICO – NÓ 7 – PLANTAS E
PERFIS LONGITUDINAIS

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	10
2	ÂMBITO E OBJETIVO DO PROJETO	10
3	ENQUADRAMENTO	11
4	METODOLOGIA	12
5	GEOLOGIA E GEOTECNIA.....	13
5.1	ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO	13
5.2	GEOMORFOLOGIA	18
5.3	TECTÓNICA	19
6	SISMICIDADE	22
7	PROSPEÇÃO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA EXISTENTE	24
7.1	SONDAGENS MECÂNICAS	24
7.2	POÇOS DE RECONHECIMENTO	25
7.3	PROSPEÇÃO GEOFÍSICA	26
7.4	ENSAIOS DE LABORATÓRIO.....	26
8	PROSPEÇÃO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA FASE PROJETO EXECUÇÃO.....	28
8.1	POÇOS DE RECONHECIMENTO	28
8.2	SONDAGENS	29
8.3	PENETRÓMETRO DINÂMICO SUPER PESADO - DPSH	33
8.4	PERFIS SÍSMICOS	34
8.5	POÇOS NAS BERMAS DO PAVIMENTO	35
8.6	ENSAIOS DE LABORATÓRIO.....	36
9	CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA DAS UNIDADES GEOLÓGICAS.....	38
9.1	AT – MATERIAIS DE ATERRO.....	38
9.2	PU – FORMAÇÃO DE ULME.....	41
9.3	MM – AREIAS DE CASCALHEIRAS DE MELIDES	44
9.4	ΦVG – FORMAÇÃO DE VALE DE GUIZO	45
9.5	HMI – FORMAÇÃO DE MIRA.....	48
9.6	HMT – FORMAÇÃO DE MÉRTOLA	50
9.7	CVSMH – SEQUÊNCIA DE MONTE DAS HORTAS	54

10 TERRAPLENAGENS	54
10.1 TRABALHOS PREPARATÓRIOS	54
10.2 ESCAVAÇÕES.....	56
10.2.1 ESCAVABILIDADE	59
10.2.2 GEOMETRIA DOS TALUDES DE ESCAVAÇÃO	60
10.2.3 REUTILIZAÇÃO DE MATERIAIS	61
10.2.4 REVESTIMENTO DOS TALUDES	61
10.2.5 DRENAGEM LONGITUDINAL	62
10.3 ATERROS.....	62
10.3.1 FUNDAÇÃO DOS ATERROS	64
10.3.2 MATERIAIS DOS ATERROS.....	68
10.3.3 GEOMETRIA DOS TALUDES DE ATERRO	68
10.3.4 ESTABILIDADE DOS TALUDES DE ATERRO.....	69
10.3.5 REVESTIMENTO DOS TALUDES DE ATERRO.....	72
10.3.6 DRENAGEM LONGITUDINAL	72
10.3.7 ATERROS TÉCNICOS.....	72
10.4 CONDIÇÕES DE FUNDAÇÃO DO PAVIMENTO	73
11 CONDIÇÕES DE FUNDAÇÃO DAS OBRAS DE ARTE.....	73
12 PROGRAMA DE PROSPEÇÃO GEOLÓGICO/GEOTÉCNICA EM FASE DE OBRA.....	74
12.1 SONDAgens MECÂNICAS	74
12.2 ENSAIOS DE PENETRAÇÃO DINÂMICA NORMALIZADA (SPT).....	75
13 BIBLIOGRAFIA.....	76

ÍNDICE FIGURAS

FIGURA 1 – ENQUADRAMENTO REGIONAL E ADMINISTRATIVO DO TROÇO EM ESTUDO	11
FIGURA 2 – LANÇO EM ESTUDO SOBRE CARTA MILITAR.....	12
FIGURA 3 – ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO DO TRAÇADO EM ESTUDO (EXCERTO DAS CARTAS GEOLÓGICAS DE PORTUGAL Nº42-A E 42-C, À ESCALA 1/50.000).....	14
FIGURA 4 – EXTRATO DA CARTA GEOMORFOLÓGICA DE PORTUGAL CONTINENTAL NA ESCALA ORIGINAL 1:500.000	19
FIGURA 5 – ESQUEMA DO MACIÇO IBÉRICO (IN GEOLOGIA DE ESPAÑA, 2004).....	20
FIGURA 6 – ESQUEMA DA ZONA SUL PORTUGUESA (IN GEOLOGIA DE ESPAÑA, 2004)	21

FIGURA 7 – ESQUEMA TECTÓNICO DA BACIA DE SANTIAGO DO CACÉM (IN NOTICIA EXPLICATIVA C.GEOLÓGICA 42-C) .21	
FIGURA 8 – ZONAMENTO SÍSMICO DO TERRITÓRIO NACIONAL DE ACORDO COM O ANEXO NACIONAL NA DA NP EN 1998 - 1:2010.23	23
FIGURA 9 – VALORES DE N_{SPT} OBTIDOS EM PROFUNDIDADE NOS MATERIAIS DE ATERRO39	39
FIGURA 10 – GRÁFICO DE BIGODES REFERENTES AOS VALORES DE N_{SPT} OBTIDOS NOS MATERIAIS DE ATERRO39	39
FIGURA 11 – VALORES DE N_{SPT} OBTIDOS EM PROFUNDIDADE NOS MATERIAIS DA FORMAÇÃO PU42	42
FIGURA 12 – GRÁFICO DE BIGODES REFERENTES AOS VALORES DE N_{SPT} OBTIDOS NOS MATERIAIS DA FORMAÇÃO PU ..42	42
FIGURA 13 – VALORES DE N_{SPT} OBTIDOS EM PROFUNDIDADE NOS MATERIAIS DA FORMAÇÃO MM44	44
FIGURA 14 – GRÁFICO DE BIGODES REFERENTES AOS VALORES DE N_{SPT} OBTIDOS NOS MATERIAIS DA FORMAÇÃO MM..44	44
FIGURA 15 – VALORES DE N_{SPT} OBTIDOS EM PROFUNDIDADE NOS MATERIAIS DA FORMAÇÃO ΦVG45	45
FIGURA 16 – GRÁFICO DE BIGODES REFERENTES AOS VALORES DE N_{SPT} OBTIDOS NOS MATERIAIS DA FORMAÇÃO ΦVG 46	46
FIGURA 17 – VALORES DE N_{SPT} OBTIDOS EM PROFUNDIDADE NOS MATERIAIS DA FORMAÇÃO HMT51	51
FIGURA 18 – GRÁFICO DE BIGODES REFERENTES AOS VALORES DE N_{SPT} OBTIDOS NOS MATERIAIS DA FORMAÇÃO HMT51	51
FIGURA 19 – CÁLCULO ESTABILIDADE COMBINAÇÃO 1.1 DO ATERRO AO KM 38+95870	70
FIGURA 20 – CÁLCULO ESTABILIDADE COMBINAÇÃO 1.2 DO ATERRO AO KM 38+95871	71
FIGURA 21 – CÁLCULO ESTABILIDADE COMBINAÇÃO SISMO DO ATERRO AO KM 38+95871	71

ÍNDICE FOTOGRAFIAS

FOTO 1 – AFLORAMENTO DE ARENITOS PERTENCENTES À FORMAÇÃO P_U AO KM 43+850 (LE)15	15
FOTO 2 – AFLORAMENTO DE CONGLOMERADOS PERTENCENTES À FORMAÇÃO ϕVG AO KM 42+620 (LE)16	16
FOTO 3 – AFLORAMENTO DE XISTOS ARGILOSOS PERTENCENTES À FORMAÇÃO H_{MI} , AO KM 27+050 (LD).....16	16
FOTO 4 – AFLORAMENTO DE XISTOS PERTENCENTES À FORMAÇÃO H_{MT} , AO KM 29+860 (LD).....17	17
FOTO 5 – AFLORAMENTO DE SEDIMENTOS VULCANOGÉNICOS FINOS PERTENCENTES À FORMAÇÃO CVS_{MH} , AO KM 42+460 (LD)18	18

ÍNDICE QUADROS

QUADRO 1 - ACELERAÇÃO MÁXIMA DE REFERÊNCIA AGR (M/S ²) NAS VÁRIAS ZONAS SÍSMICAS23	23
QUADRO 2 - TIPOS DE TERRENO, SEGUNDO O EC8.....23	23
QUADRO 3 – RESUMO DAS SONDAGENS REALIZADAS EM 200925	25
QUADRO 4 – RESUMOS DOS POÇOS DE RECONHECIMENTO REALIZADOS EM 200925	25
QUADRO 5 – RESUMO DOS PERFIS SÍSMICOS REALIZADOS EM 200926	26
QUADRO 6 – RESULTADOS OBTIDOS NOS ENSAIOS DE LABORATÓRIO REALIZADOS EM 2009.....27	27
QUADRO 7 – RESUMO POÇOS DE RECONHECIMENTO REALIZADOS EM 202328	28
QUADRO 8 – RESUMO SONDAGENS REALIZADAS EM 202329	29
QUADRO 9 – RESUMO ENSAIOS DPSH REALIZADOS EM 202333	33
QUADRO 10 – RESUMO PERFIS SÍSMICOS REALIZADOS EM 2023.....34	34

QUADRO 11 – RESUMO POÇOS NAS BERMAS REALIZADOS EM 2023.....	36
QUADRO 12 – RESUMO RESULTADOS ENSAIOS DE LABORATÓRIO REALIZADOS EM 2023	37
QUADRO 13 – RESULTADOS ENSAIOS DE LABORATÓRIO MATERIAIS DA FORMAÇÃO AT.....	40
QUADRO 14 – RESULTADOS ENSAIOS DE LABORATÓRIO MATERIAIS DA FORMAÇÃO PU	43
QUADRO 15 – RESULTADOS ENSAIOS DE LABORATÓRIO MATERIAIS DA FORMAÇÃO ΦVG.....	47
QUADRO 16 – RESULTADOS ENSAIOS DE LABORATÓRIO MATERIAIS DA FORMAÇÃO HMI	49
QUADRO 17 – RESULTADOS ENSAIOS DE LABORATÓRIO MATERIAIS DA FORMAÇÃO HMT	53
QUADRO 18 – ESPESSURAS DE TERRA VEGETAL ESTIMADAS	55
QUADRO 19 – RESUMO DAS PRINCIPAIS ESCAVAÇÕES – PLENA VIA.....	57
QUADRO 20 – RESUMO DAS PRINCIPAIS ESCAVAÇÕES – NÓS.....	58
QUADRO 21 – RESUMO DAS PRINCIPAIS ESCAVAÇÕES – RESTABELECIMENTOS.....	58
QUADRO 22 – ESCAVABILIDADE ESTIMADA DAS FORMAÇÕES EXISTENTES	59
QUADRO 23 – GEOMETRIAS DE TALUDES PRECONIZADAS	60
QUADRO 24 – ZONAS ESTIMADAS DE APLICAÇÃO DE REDES DE DUPLA TORÇÃO COM PREGAGENS	61
QUADRO 25 – RESUMO DOS PRINCIPAIS ATERROS – PLENA VIA	63
QUADRO 26 – RESUMO DOS PRINCIPAIS ATERROS – NÓS E RESTABELECIMENTOS	64
QUADRO 27 – ZONAS DE ENDENTAMENTO.....	65
QUADRO 28 – ZONAS A SANEAR	67
QUADRO 29 – FATORES DE SEGURANÇA OBTIDOS NOS CÁLCULOS DE ESTABILIDADE REALIZADOS	70
QUADRO 30 – CONDIÇÕES DE FUNDAÇÃO DAS OBRAS DE ARTE PRECONIZADAS	73

ANEXOS:

ANEXO I - PROSPEÇÃO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA EXISTENTE (2009):

ANEXO I.1 – SONDAGENS DE RECONHECIMENTO

ANEXO I.2 – POÇOS DE RECONHECIMENTO

ANEXO I.3 – PERFIS SÍSMICOS

ANEXO I.4 - ENSAIOS DE LABORATÓRIO

ANEXO II – PROSPEÇÃO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA REALIZADA (2023):

ANEXO II.1 – SONDAGENS DE RECONHECIMENTO

ANEXO II.2 – POÇOS DE RECONHECIMENTO

ANEXO II.3 – PERFIS SÍSMICOS

ANEXO II.4 – ENSAIOS DPSH

ANEXO II.5 - ENSAIOS DE LABORATÓRIO

1 INTRODUÇÃO

O presente documento constitui a memória descritiva e justificativa do projeto execução relativa ao Estudo Geológico e Geotécnico do Aumento da Capacidade do **IP8 (A26) Ligação entre Sines e a A2, Lanço IP8 entre Relva Verdes e Roncão**, Trecho 2 – entre o pk 26+850 e o pk 48+304002, desenvolvido de acordo com o definido no Programa de Concurso e respetivo Caderno de Encargos e dando cumprimento aos objetivos pretendidos, pela Infraestruturas de Portugal, S.A.

Assim, este estudo tem por objetivo a descrição e justificação das soluções de traçado adotadas, quer para a secção corrente (IP8), quer para os nós de ligação à rede viária existente, Nó do Roncão (N4), Nó de Melides (N5), Nó com a EN261-1 (N6) e Nó com o IC1 (N7), assim como para os demais restabelecimentos, passagens agrícolas de vias afetadas pela construção do empreendimento.

Para a elaboração deste estudo fez-se uso da cartografia à escala 1:1000, no sistema de coordenadas ETRS89-RM06, obtida a partir de cobertura varrimento a laser realizado para o efeito.

2 ÂMBITO E OBJETIVO DO PROJETO

O estudo rodoviário "IP8 (A26) Ligação entre Sines e a A2, Aumento de Capacidade", tem por objetivo melhorar as condições de circulação e segurança no IP8 entre o Nó de Relvas Verdes e o Nó com o IC1 em Grândola (Norte), através da duplicação do existente para um perfil de 2x2, melhorando assim as acessibilidades ao Porto de Sines.

Para o desenvolvimento, do estudo rodoviário "**IP8 (A26) Ligação entre Sines e a A2, aumento da Capacidade**", em fase de projeto base e projeto de execução, foi-nos solicitado a divisão do projeto em dois lanços:

- Lanço IP8 entre Relvas Verdes e Roncão – Trecho 1 entre o pk 13+820 e o pk 28+002
- Lanço IP8 entre Roncão e Grândola – Trecho 2 entre o pk 28+002 e o pk 48+435

O estudo preconiza a duplicação do IP8 dotando esta via com um perfil de 2x2, restabelecimentos desnivelados e interligação com a rede existente através de nós igualmente desnivelados, a desenvolver-se predominantemente no espaço canal anteriormente definido para o efeito no âmbito da designada Subconcessão do Baixo Alentejo, especificamente no que concerne ao lanço entre o Nó de Relvas Verdes e o Nó do Roncão, trecho agora em estudo. No lanço entre o Nó de Roncão e o Nó com o IC1 em Grândola (Norte) será efetuada a duplicação da atual via, em corredor a definir em fase de projeto base.

O projeto de duplicação, para o perfil transversal de 2x2 vias, terá como velocidade de projeto 100km/h.

Os trabalhos a considerar em resultado dos estudos a empreender deverão ser compatíveis com as condicionantes e infraestruturas existentes, nomeadamente a orografia, as linhas de água, a travessia de povoações e/ou lugares, a geometria do traçado, o sistema de drenagem, o estado de conservação, a capacidade de suporte residual do pavimento e as características geométricas e estruturais das obras de arte.

3 ENQUADRAMENTO

Em termos de enquadramento, o desenvolvimento do projeto insere-se nas intervenções definidas no âmbito do Plano Nacional de Investimentos 2030 (PNI2030), plano esse, anunciado a 22 de outubro de 2020 pelo governo português, que estabelece um quadro de orientações para o setor dos transportes e um conjunto de intervenções prioritárias, assente em critérios de sustentabilidade, com vista à criação de valor para as empresas e para a economia portuguesa.

Do ponto de vista da divisão territorial, os concelhos de Grândola e Santiago do Cacém, interessados pelo estudo, pertencem à NUT III – Alentejo, Litoral, integrante da NUT II – Alentejo.

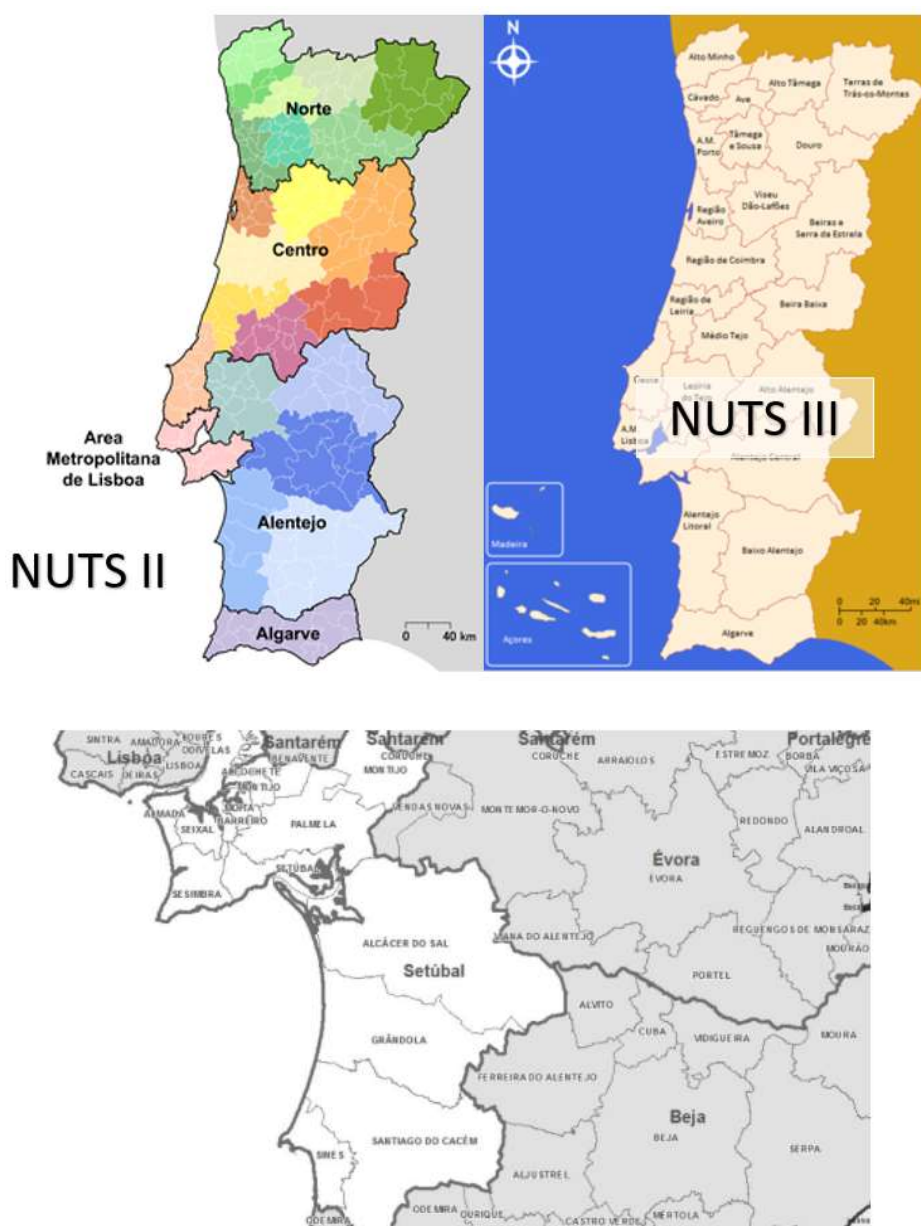


FIGURA 1 – ENQUADRAMENTO REGIONAL E ADMINISTRATIVO DO TROÇO EM ESTUDO

Na figura seguinte apresenta-se a localização do lanço em estudo, sobre a carta militar.

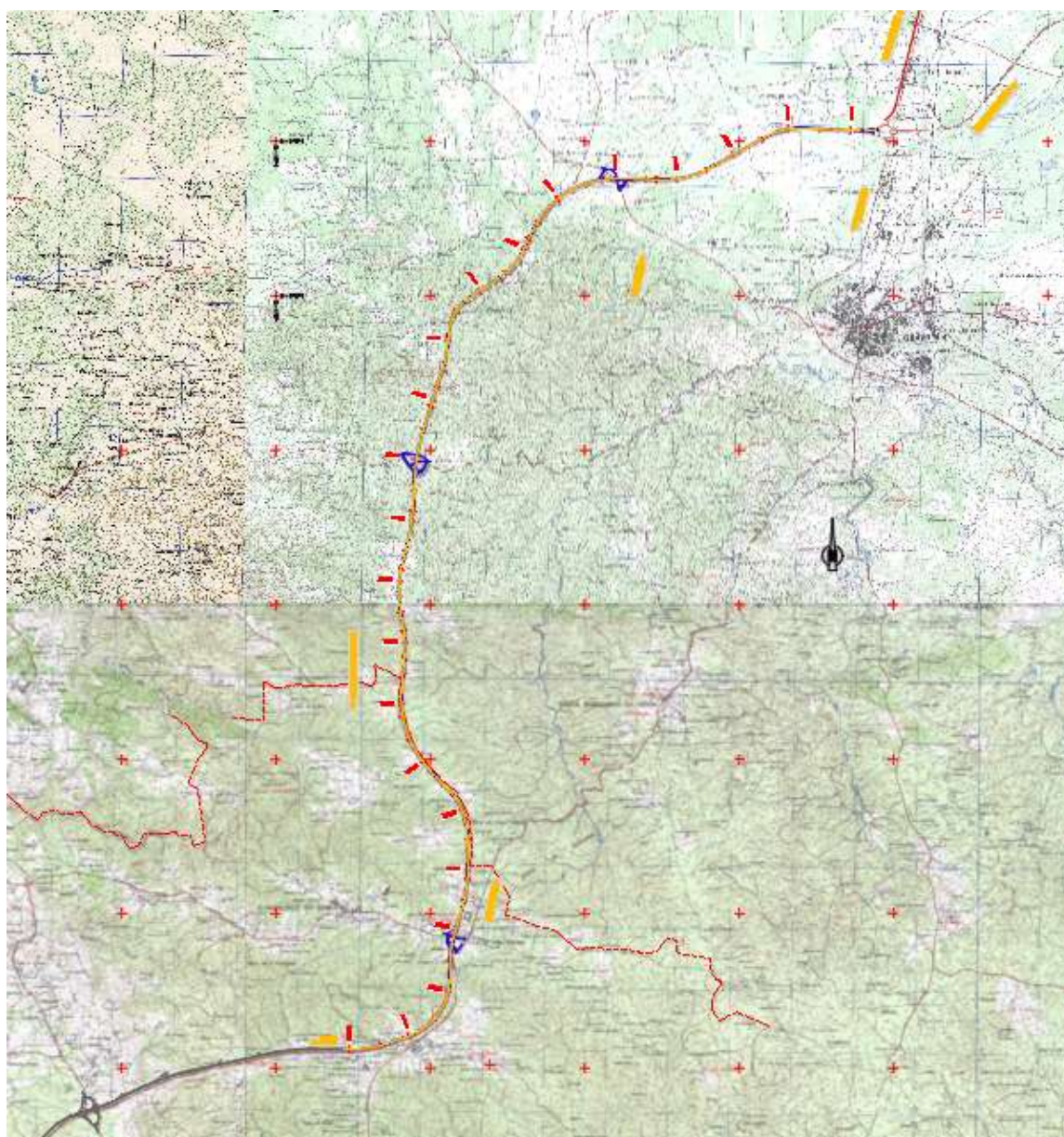


FIGURA 2 – LANÇO EM ESTUDO SOBRE CARTA MILITAR

4 METODOLOGIA

Com base no Relatório de Caracterização da Situação Existente e Propostas de Intervenção entregue em fevereiro de 2022, que mereceu a aprovação por parte da Infraestruturas de Portugal e na apresentação de duas soluções em junho de 2022, em que a solução 1 previa o alargamento do IP8 para ambos os lados e a solução 2 a duplicação do IP8 só para um dos lados, que neste caso foi escolhido o lado direito não só pela questão da ocupação marginal, mas também por forma a dar continuidade ao definido no trecho anterior. Após aprovação por parte da Infraestruturas de Portugal da solução 2, desenvolveu-se o projeto base para o trecho 2 que mereceu a sua aprovação em Março de 2023. Estando agora em desenvolvimento o projeto de execução que contempla todos os elementos necessários para a presente fase para a sua boa execução.

Os trabalhos iniciaram-se pela análise dos elementos dos estudos anteriores, que foram desenvolvidos em propostas de intervenção, nos trabalhos topográficos de campo efetuados para o efeito e com todos os pressupostos que acima já foram mencionados, desenvolveu-se a solução objeto do presente projeto execução, onde se procurou o melhor compromisso nas vertentes funcional, socio-económica e ambiental, por forma a assegurar um nível técnico adequado aos níveis de exigência que importa observar num empreendimento desta natureza.

Para o desenvolvimento, em fase de projeto base e projeto de execução, foi-nos solicitado a divisão do projeto em dois lanços:

- Lanço IP8 entre Relvas Verdes e Roncão – Trecho 1 entre o pk 13+820 e o pk 28+002
- Lanço IP8 entre Roncão e Grândola – Trecho 2 entre o pk 26+850 e o pk 48+304

Sendo neste documento desenvolvido todos os elementos necessários para a boa execução do primeiro trecho.

As principais alterações efetuadas relativamente ao projeto base, e por forma a dar resposta às recomendações dadas no relatório de auditoria de segurança, foram as seguir mencionadas:

- No Nó do Roncão alterou-se a geometria em planta, para melhoria da inserção dos ramos de e para o IP8, bem como dos respetivos elementos de traçado que compõem este nó. Em altimetria foram ajustadas todas as rasantes.
- Nó de Melides em planimetria reviu-se o ramo C, Restabelecimento 38-1B e Ligação 1, em altimetria reviu-se as rasantes.
- Nó com EN261-1 revisão dos perfis longitudinais dos elementos que compõem este nó
- Na secção corrente foram ajustadas as vias de aceleração e abrandamento.

O traçado é apresentado em planta e perfil longitudinal na escala 1:1.000 e 1:100, para os comprimentos e alturas, respetivamente (ver desenhos RVGR-PE-T2-P111-11-01 a 32.R00).

5 GEOLOGIA E GEOTECNIA

Na continuidade da análise de campo e cartografia geológica efetuada durante a fase de projeto de Caracterização da Situação Existente e Propostas de Intervenção, prospeção existente e também tendo por base a prospeção realizada na fase de Projeto Base entre o Nó do Roncão e Nó de Grândola, desenvolveu-se o presente estudo geológico e geotécnico que visa fornecer os dados necessários para a correta elaboração dos estudos de terraplenagens, fundações de obras de arte e de pavimentação.

5.1 ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO

Do ponto de vista geológico, o traçado em estudo desenvolve-se entre a Orla Mesocenozóica Ocidental e a Zona Sul Portuguesa.

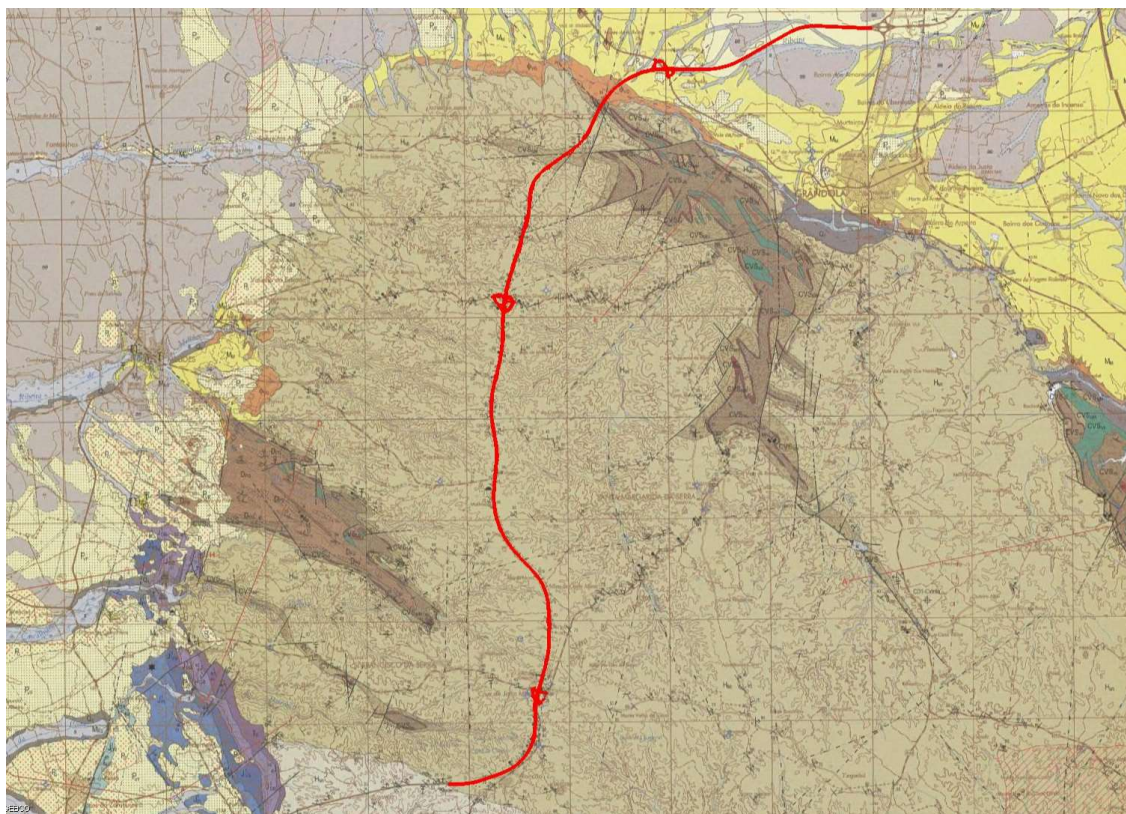


FIGURA 3 – ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO DO TRAÇADO EM ESTUDO (EXCERTO DAS CARTAS GEOLÓGICAS DE PORTUGAL Nº42-A E 42-C, À ESCALA 1/50.000)

De acordo com as cartas geológicas, na escala 1/50.000, Folha 42-A de Grândola e Folha 42-C de Santiago do Cacém, apoiadas pela cartografia geológica de campo realizada, verifica-se que o traçado em apreço interfere com as seguintes unidades litoestratigráficas (foram consideradas as designações das Formações Geológicas da Folha 42-A por ser a publicação mais recente):

- Recente:
 - Formações de recobrimento:
 - **ATc - Aterros controlados:** Estes depósitos são referentes aos aterros das estradas existentes, nomeadamente os aterros realizados na construção do atual IC33.
 - **ATnc - Aterros não controlados:** Foram detetados ao longo do traçado alguns locais onde ocorrem pequenos depósitos de aterro ou de entulho de composição variada e com disposição irregular, resultantes de atividade antrópica.
 - **a/Co - Depósitos aluvionares e coluvionares:** Os depósitos aluvionares são resultantes das ações de transporte e deposição de algumas linhas de água. De acordo com as observações de campo estes materiais são distintos nas zonas em que cobrem os terrenos arenosos plio-pleistocénicos (em que os depósitos são constituídos essencialmente por areias médias a finas, soltas, com seixos rolados dispersos) das zonas cujo substrato é formado por materiais metamórficos paleozóicos, onde predominam fácies argilo-silto-cascalhentos.
- Cenozóico:
 - Pliocénico:

- **P_u – Formação de Ulme:** Esta Formação corresponde a arenitos continentais com quantidades variáveis de feldspato, contendo seixos de quartzo anguloso e palhetas de xisto dispersos, apresenta tonalidades alaranjada a avermelhada, consoante o grau de ferruginização.



Foto 1 – Afloramento de arenitos pertencentes à Formação P_u ao km 43+850 (LE)

- Miocénico:

Mm – Areias e Cascalheiras de Melides: Trata-se de sedimentos depositados em ambiente de leque aluvial e fluvial, consistem em alternâncias de arenitos micáceos de tons cinzentos a esverdeados com níveis argilosos de tons amarelados ou acinzentados. Importa referir que estes materiais apenas foram detetados em profundidade, na prospeção realizada.

- Eocénico - Oligocénico:

- **φ_{ve} – Formação de Vale do Guizo:** Esta Formação é formada por alternância de conglomerados, areias e argilas, associados a leques aluviais. Os sedimentos apresentam uma coloração avermelhada muito característica e encontra-se geralmente calichificado. Quando a carbonatação é muito intensa o sedimento adquire tons mais esbranquiçados.



Foto 2 – Afloramento de conglomerados pertencentes à Formação ϕ_{VG} ao km 42+620 (LE)

- Paleozóico:
 - Carbónico:
 - **H_{Mi} - Formação de Mira:** A Formação de Mira está inserida no Grupo Flish do baixo Alentejo, que corresponde, como o nome indica, a uma formação turbidítica do tipo “flysch”. É composta essencialmente por bancadas decimétricas a métricas de intercalações de xistos, xistos argilosos a ardósíferos, manifestando uma dominância da componente pelítica sobre a componente grauvacóide.



Foto 3 – Afloramento de xistos argilosos pertencentes à Formação H_{Mi}, ao km 27+050 (LD)

- **H_{Mt} – Formação de Mértola:** À semelhança da Formação anterior a Formação de Mértola também está inserida no Grupo Flish do Baixo Alentejo. É composta por grauvaques grosseiros cinzentos acastanhados em bancadas decimétricas a métricas com intercalações de xistos, xistos argilosos a ardosíferos. Pontualmente foram detetados veios de quartzo de exsudação. Estes materiais desenvolvem-se ao longo da maioria do traçado em estudo, sensivelmente entre o km 27+120 a 42+330.



Foto 4 – Afloramento de xistos pertencentes à Formação H_{Mt}, ao km 29+860 (LD)

- **CVS_{MH} – Sequência de Monte das Hortas:** Esta Unidade é constituída por uma sucessão de cistos siliciosos e sedimentos vulcanogénicos finos (tufitos). Esta unidade tem uma espessura total da ordem dos 50m e está em contato com o flish estratigraficamente sobrejacente da Formação de Mértola.



Foto 5 – Afloramento de sedimentos vulcanogénicos finos pertencentes à Formação CVS_{MH}, ao km 42+460 (LD)

5.2 GEOMORFOLOGIA

O traçado em apreço desenvolve-se sensivelmente com uma orientação N-S e NE-SW, ao longo de duas unidades geomorfológicas bastante distintas (Figura 2).

O trecho inicial do traçado em estudo desenvolve-se ao longo da unidade geomorfológica, denominada de “Serras Litorais”. É constituída essencialmente por materiais metamórficos paleozóicos, que constituem a Serra de Grândola e a Serra do Cercal. Estas serras originam um maciço marginal com um relevo mais acidentado e alongado com um alinhamento aproximadamente N-S e com uma extensão de cerca de 60 kms. Este maciço apresenta de Norte para Sul, os seguintes pontos mais altos: Pedra da Atalaia (268m), Santiago do Cacém (255m), Convento (282m), Vale das Traves (262m), Casa Velha (210m), Paneiro (214m) e Sonega (195m).

Este maciço marginal leva à separação da rede hidrográfica, a Oeste as linhas de água correm para poente e a Este para nascente. As que correm para o mar apresentam, de um modo geral, uma orientação E-W. As linhas de água que correm para nascente apresentam uma orientação dominante WNW-ESE, que se encontram associadas ao sistema de falhas e fraturas existentes.

Nos 5 quilómetros finais (sensivelmente a partir do km 43+100) desenvolve-se numa topografia suave e aplanada correspondente à planície litoral, que foi talhada nos materiais paleozóicos e mesozóicos e onde posteriormente se depositaram os materiais arenosos do pliocénico (P_u). A Planície litoral apresenta altitudes inferiores a 150 metros, com declives para o mar de 0,5 a 1,5%.

O encaixe das linhas de água é significativamente mais pronunciado na zona da serra (correspondente aos materiais paleozóicos) do que na planície litoral (correspondente aos materiais detríticos cenozóicos).

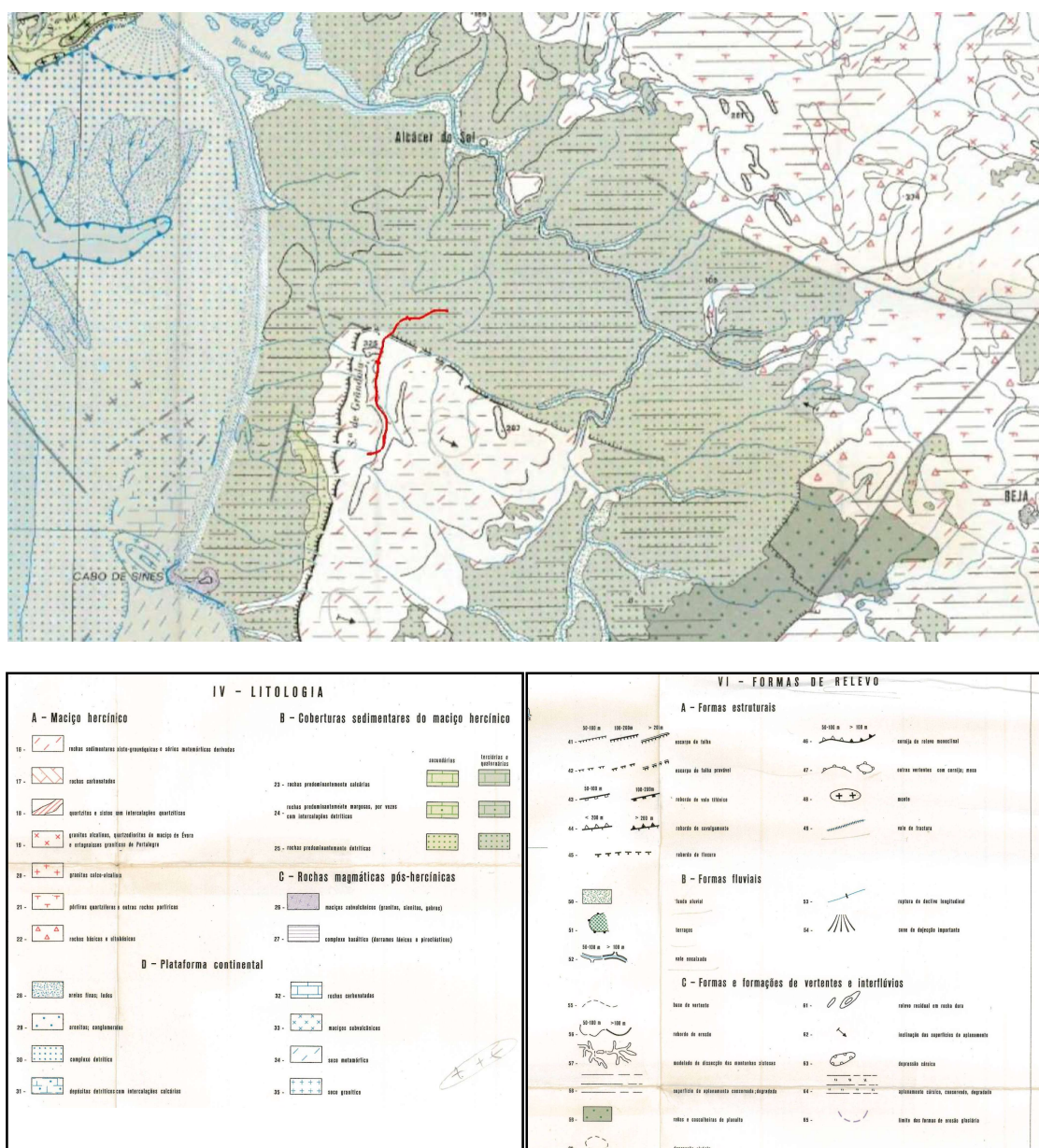


FIGURA 4 – EXTRATO DA CARTA GEOMORFOLÓGICA DE PORTUGAL CONTINENTAL NA ESCALA ORIGINAL 1:500.000

5.3 TECTÓNICA

Como referido anteriormente, o traçado em estudo desenvolve-se na transição entre a Orla Mesocenozóica Ocidental e a Zona Sul Portuguesa.

Na Orla Ocidental são interessadas formações sedimentares, essencialmente de natureza detrítica, por sua vez a Zona Sul Portuguesa é caracterizada por terrenos metamórficos essencialmente xistentos, pontualmente intercalados com formações vulcânicas paleozóicas. A zona que é atravessada pelo traçado foi afetada por movimentos tectónicos de origem hercínica e movimentos tectónicos de idade meso-cenozóica.

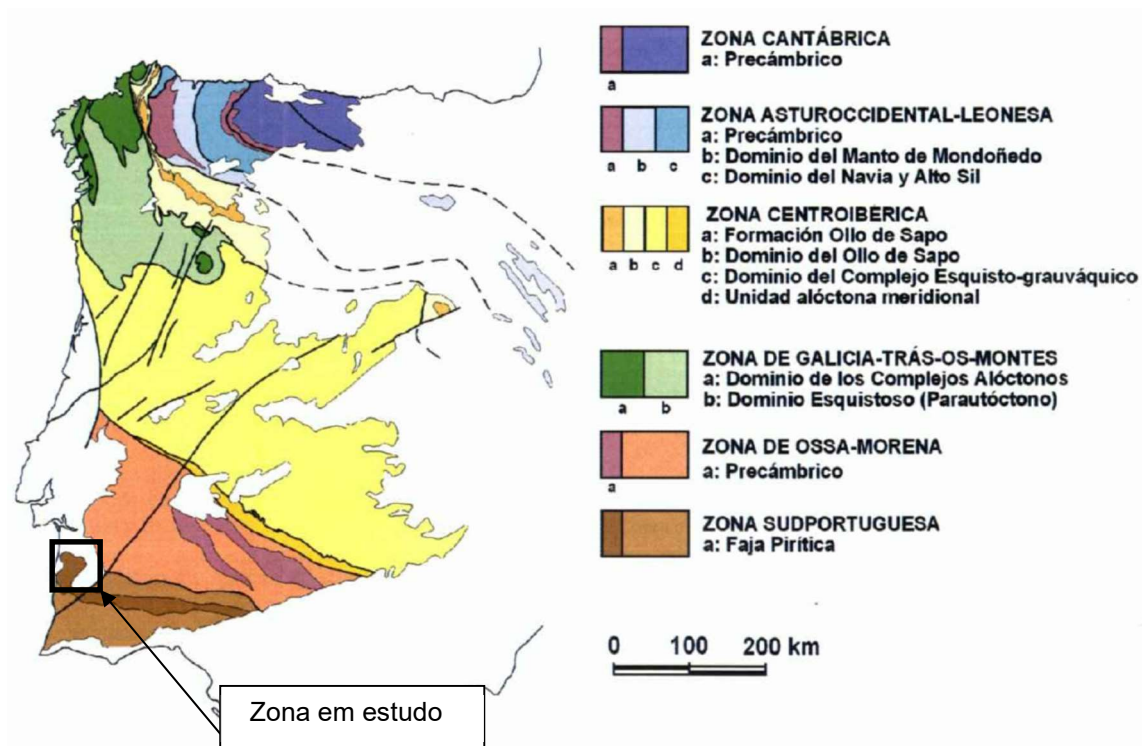


FIGURA 5 – ESQUEMA DO MACIÇO IBÉRICO (IN GEOLOGIA DE ESPAÑA, 2004)

Os principais traços tectónicos exibidos pelos materiais paleozóicos são resultantes de 4 fases de deformação hercínica. As duas primeiras de idade intra-Vestefaliana (Carvalho, 1976; Silva et al., 1990) originaram dobras cilíndricas com amplitude relativamente pequena, assimétricas com vergência para SW e com eixos sub-horizontais orientados NW-SE. O esforço compressivo levou à formação de cavalgamentos para sudoeste que ocorrem a nordeste e leste de Santiago do Cacém. As duas deformações finais são tardi-hercínicas de idade estefaniana a pérmica (Ribeiro, 1979), deram origem a dobras chevron subverticais de orientação E-W e N-S. Foi também nas duas últimas fases de deformação que se formaram as principais falhas existentes, geralmente sub-verticais, tendo em algumas havido rejogo durante o Meso-cenozóico.

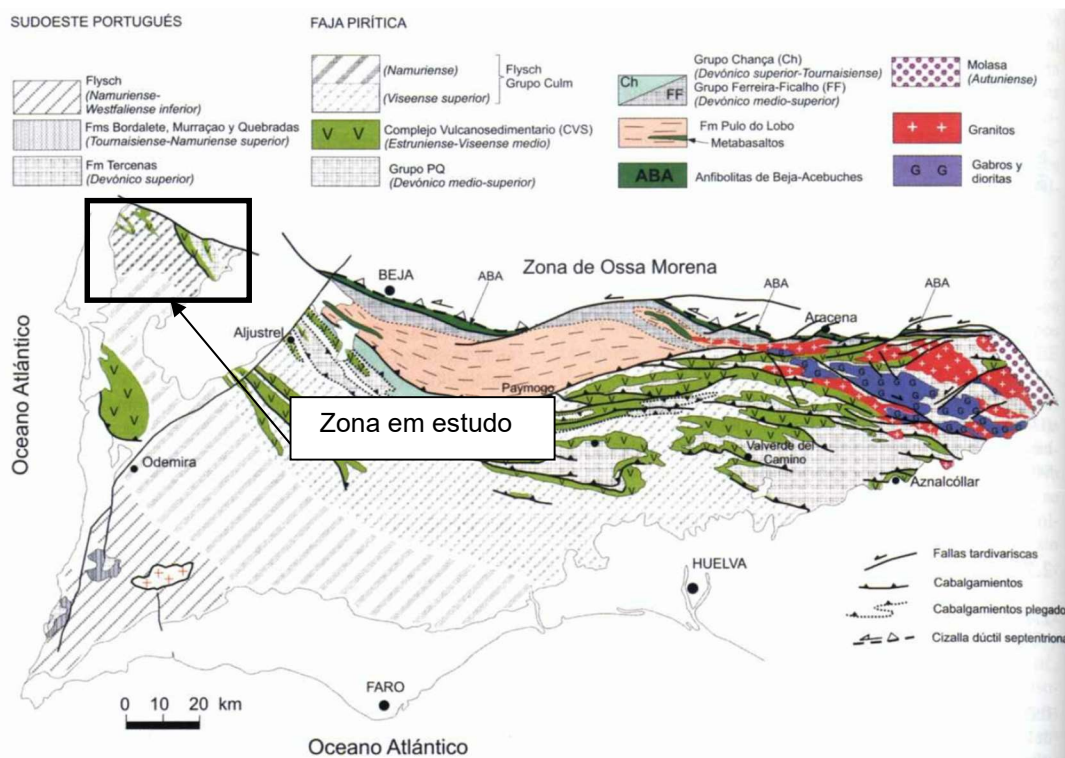


FIGURA 6 – ESQUEMA DA ZONA SUL PORTUGUESA (IN GEOLOGIA DE ESPAÑA, 2004)

Durante todo o Mesozóico assiste-se a fases distensivas que através do rejeogar de falhas herdadas do hercínico, originaram o basculamento de blocos do soco paleozóico dando lugar à formação de uma bacia intra-cratónica.

A evolução morfo-estrutural da bacia de Santiago do Cacém foi dominada por 4 estruturas fundamentais que controlaram a movimentação dos blocos, cujos sucessivos basculamentos controlaram eficazmente a subsidência e a sedimentação. As estruturas referidas são: falha de Santo André, Falha de Santa Cruz, falha de Grândola e posteriormente o alinhamento estrutural Portimão, Monchique-Sines-Sesimbra-Sintra.

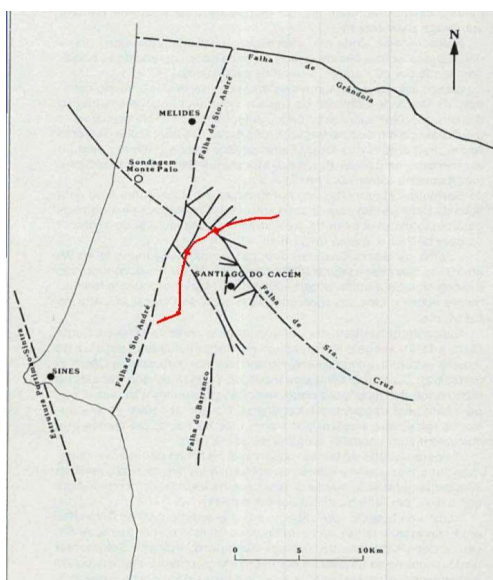


FIGURA 7 – ESQUEMA TECTÓNICO DA BACIA DE SANTIAGO DO CACÉM (IN NOTICIA EXPLICATIVA C.GEOLÓGICA 42-C)

São conhecidos ao longo da falha de Santo André e de Santa Cruz, marcados movimentos pós-pliocénicos, bem como uma marcada fracturação N40W (J.Pais, Verbatim), que afeta toda a cobertura pós-Mesozóica.

De acordo com a figura anterior existem duas falhas que interferem com o traçado preconizado, no entanto durante o reconhecimento de campo efetuado não foram identificadas falhas desta dimensão nos taludes de escavação existentes ao longo do IC33.

6 SISMICIDADE

No quadro da tectónica de placas, Portugal encontra-se inserido na placa Eurasiática, relativamente próxima da fratura Açores - Gibraltar que constitui fronteira entre aquela placa e a placa Africana.

Neste contexto, Portugal pertence à subplaca ibérica, separada da restante área continental europeia pela cadeia pirenaica.

As placas Americana e Eurasiática estão divididas pelo Rift (Dorsal) do Médio Atlântico Norte, onde domina, maioritariamente, uma geodinâmica caracterizada pela expansão das placas referidas e, em grande parte, responsável pela sismicidade da região dos Açores. Daqui deriva, em direção a Gibraltar prosseguindo pelo Mar Mediterrâneo, a falha Açores - Gibraltar.

Os sismos que afetam o território nacional têm duas fontes de geração distintas:

- Sismicidade interplaca, associada à fronteira das placas Eurasiática e Africana, gerada na Zona de fratura Açores - Gibraltar, com registo de sismos de magnitudes elevadas (1755 e 1969);
- Sismicidade intraplaca, associada a movimentos ao longo de estruturas de ressonância no interior da placa Eurasiática, resultantes da acumulação de tensões e desenvolvimento de deformações, originando sismos de magnitudes moderadas (1909).

De acordo com o estipulado na norma NP EN 1998-1: 2010 e no respetivo Anexo Nacional NA, o local em estudo insere-se nas subzonas sísmicas 1.3 e 2.3, por afetação simultânea do território com perturbações dinâmicas com origem interplacas (sismos longe) e intraplacas (sismos perto), respetivamente.

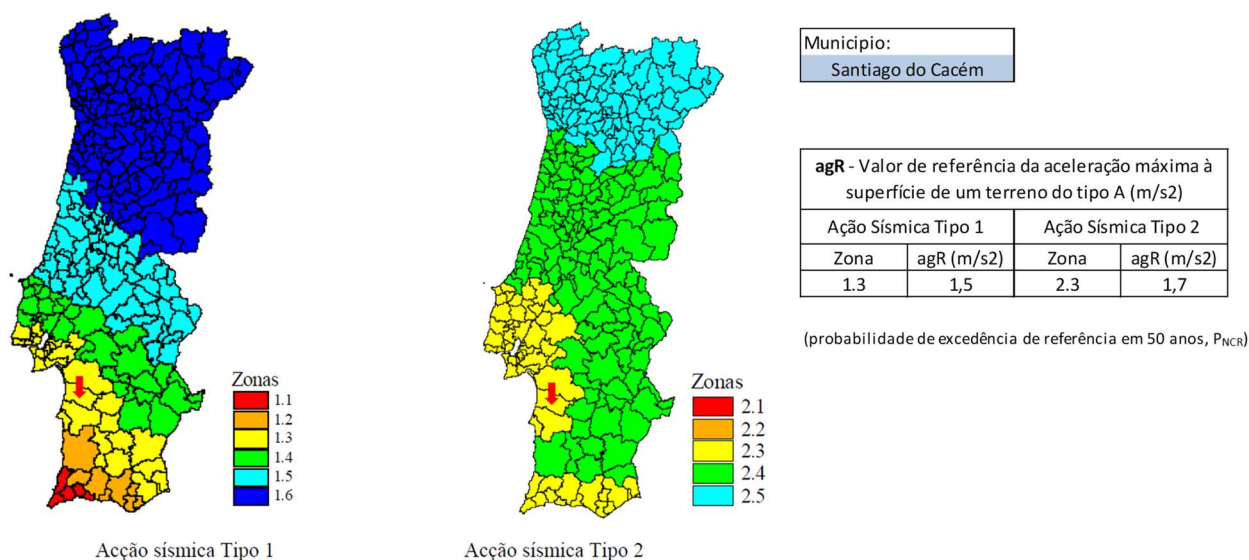


Figura NA.I – Zonamento sísmico em Portugal Continental

FIGURA 8 – ZONAMENTO SÍSMICO DO TERRITÓRIO NACIONAL DE ACORDO COM O ANEXO NACIONAL NA DA NP EN 1998 -1:2010.

Os valores da aceleração máxima de referência de projeto, para cada uma das zonas sísmicas em função dos dois tipos de atividade sísmica a considerar, são os indicados no quadro seguinte, estando assinaladas a sombreado cinzento os valores a considerar para a área em análise.

QUADRO 1 - ACELERAÇÃO MÁXIMA DE REFERÊNCIA agR (m/s^2) NAS VÁRIAS ZONAS SÍSMICAS

Ação sísmica Tipo 1 (afastada)		Ação sísmica Tipo 2 (próxima)	
Zona Sísmica	agR (m/s^2)	Zona Sísmica	agR (m/s^2)
1.1	2,5	2.1	2,5
1.2	2,0	2.2	2,0
1.3	1,5	2.3	1,7
1.4	1,0	2.4	1,1
1.5	0,6	2.5	0,8
1.6	0,35	-	-

Para a definição dos espectros de resposta elásticos a utilizar em cada Zona Sísmica, o EC8 considera os seguintes tipos de terrenos:

QUADRO 2 - TIPOS DE TERRENO, SEGUNDO O EC8

Tipo de terreno	Descrição do perfil litoestratigráfico	$V_{s,30}$ [m/s]	N_{SPT}	C_u [kPa]
A	Rocha ou outra formação geológica de tipo rochoso, que inclua, no máximo, 5 m de material mais fraco à superfície	>800	-	-
B	Depósitos de areia muito compacta, de seixo (cascalho) ou de argila muito rija, com uma espessura de, pelo menos, várias dezenas de metros, caracterizados por um aumento gradual das propriedades mecânicas com a profundidade	360 – 800	> 50	> 250
C	Depósitos profundos de areia compacta ou medianamente compacta, de seixo (cascalho) ou de argila rija com uma espessura entre várias dezenas e muitas centenas de metros	180 – 360	15 – 50	70 – 250
D	Depósitos de solos não coesivos de compacidade baixa a média (com ou sem alguns estratos de solos coesivos moles), ou de solos predominantemente coesivos de consistência mole a dura	< 180	< 15	< 70
E	Perfil de solo com um estrato aluvionar superficial com valores de v_s do tipo C ou D e uma espessura entre cerca de 5 m e 20 m, situado sobre um estrato mais rígido com $v_s > 800$ m/s	-	-	-

Tipo de terreno	Descrição do perfil litoestratigráfico	Vs,30 [m/s]	N _{SPT}	Cu [kPa]
S1	Depósitos constituídos ou contendo um estrato com pelo menos 10 m de espessura de argilas ou siltes moles com um elevado índice de plasticidade (IP > 40) e um elevado teor em água	< 180 (ind.)	-	10-20
S2	Depósitos de solos com potencial de liquefação, de argilas sensíveis ou qualquer outro perfil de terreno não incluído nos tipos A – E ou S1	-	-	-

De acordo com a prospeção geológica e geotécnica realizada verifica-se que ocorrem na zona em estudo terrenos do tipo A (até sensivelmente ao km 43+100) e do tipo C(sensivelmente a partir do km 43+100).

7 PROSPEÇÃO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA EXISTENTE

O trecho em questão, já foi alvo de trabalhos de prospeção nomeadamente no âmbito da subconcessão do Baixo Alentejo, pelo que esta prospeção também será considerada no desenvolvimento do Projeto de Execução.

Segundo o Estudo Geológico Geotécnico patenteado as sondagens realizadas foram definidas essencialmente para a análise das condições de fundação das estruturas preconizadas, para a análise da escavabilidade dos maciços rochosos definiram-se diversos perfis sísmicos que foram realizados ao longo das principais escavações. Nas zonas em escavação foram também preconizados diversos poços de reconhecimento que tiveram como finalidade a identificação dos materiais existentes, espessuras de horizontes de alteração, possíveis níveis freáticos e permitiram também a recolha de amostras para ensaios laboratoriais e respetiva caracterização geotécnica.

De um modo resumido, esta campanha permitiu analisar com detalhe questões como a escavabilidade e as condições de reutilização dos materiais, definir as condições de fundação do pavimento e as condições de fundação dos aterros.

A campanha realizada nessa fase (no ano de 2010) neste trecho envolveu a execução de 2 sondagens, 5 poços e 2 perfis sísmicos, cujos resultados se descrevem de seguida.

7.1 SONDAgens MECÂNICAS

Como referido no Estudo Geológico Geotécnico patenteado as sondagens mecânicas foram realizadas essencialmente na dependência dos elementos de fundação das obras de arte. As sondagens realizadas em zonas de escavação tiveram como objetivo a caracterização geológica e geotécnica do maciço interessado, tendo em vista a avaliação da escavabilidade, a possibilidade de reutilização dos materiais e a geometria a atribuir aos taludes de escavação. Por sua vez, as sondagens realizadas em zonas de aterro permitiram aferir sobre as condições de fundação dos aterros. No total, utilizou-se no presente estudo 2 sondagens, cujo comprimento variou entre os 7,5 e os 12,0m, no quadro seguinte apresenta-se o resumo dos resultados obtidos.

QUADRO 3 – RESUMO DAS SONDAGENS REALIZADAS EM 2009

Sondagem	Localização	Objetivo (Proj. Concessão)	Prof. Atingida (m)	Formações interessadas	Nível água (m)
PI-D-24.01-S1	27+585	P. inferior	7,5	Hmt	-
SD26.36	28+870	Escavabilidade	12,0	Hmt	10,75 ⁽¹⁾

(1) - Níveis medidos em piezómetros com níveis estabilizados

7.2 POÇOS DE RECONHECIMENTO

Da informação existente no Estudo Geológico Geotécnico patenteado, utilizou-se no presente estudo a informação de 5 poços de reconhecimento, que foram realizados no âmbito da Subconcessão do baixo Alentejo atingiram profundidades que variaram entre 0,6m e 1,5m, o que, nos casos de menor profundidade, se ficou a dever ao esgotamento da capacidade da retroscavadora. Os poços de prospeção foram localizados essencialmente em zonas de escavação e pontualmente em zonas de transição escavação-aterro ou em trechos de fundação de aterro. Visaram essencialmente a observação direta das formações ocorrentes permitindo a identificação das litologias presentes, sua estrutura e de eventuais níveis de água, permitindo também a recolha de amostras remexidas para posterior caracterização laboratorial.

A localização dos poços realizados nas zonas em escavação visou a caracterização dos terrenos de fundação da plataforma e avaliar a possibilidade de reutilização dos materiais provenientes da escavação na linha. Por sua vez os poços realizados na fundação dos aterros, próximos de linhas de água, tiveram o objetivo de identificar e quantificar a espessura dos depósitos aluvio/coluvionares ocorrentes, tendo em vista o eventual tratamento da fundação.

No Quadro seguinte apresenta-se um resumo da informação dos poços realizados.

QUADRO 4 – RESUMOS DOS POÇOS DE RECONHECIMENTO REALIZADOS EM 2009

Poço	Localização	Prof. Atingida (m)	Formações interessadas	Espessura terra vegetal (m)	Amostras (prof. em m)
PD-24.29	26+910	1,5	Hmi	0,5	De 0,5 a 1,4
PD24.66	27+280	1,0	Hmt	0,80	-
PD-25.37	27+990	0,8	Hmt	0,60	-
PD-25.75	28+370	0,6	Hmt	0,40	-
PD-26.20	28+850	1,0	Hmt	0,80	-

Nota: PQ – Areias com seixos plio-pleistocénicas, Hmt – grauvaques e xistos carbónicos

7.3 PROSPEÇÃO GEOFÍSICA

Na continuidade dos elementos patenteados no âmbito do Estudo Geológico e Geotécnico para a Subconcessão do Baixo Alentejo, utilizou-se no presente estudo a informação de 2 perfis de refração sísmica com 60m de extensão. A localização destes perfis coincidiram com as zonas onde estavam preconizadas as maiores escavações, com o objetivo de fornecer elementos que permitissem caracterizar os maciços em termos de velocidades de propagação das ondas sísmicas longitudinais (VL) e desta forma avaliar a escavabilidade dos terrenos e contribuir para fundamentar as inclinações a adotar nos respetivos taludes.

No quadro seguinte apresenta-se um resumo dos resultados obtidos.

QUADRO 5 – RESUMO DOS PERFIS SÍSMICOS REALIZADOS EM 2009

Perfil Sísmico	Localização	Formações interessadas
GD-25.67	28+295	Hmi
GD-26.19	28+800	Hmi

7.4 ENSAIOS DE LABORATÓRIO

No que se refere aos ensaios de laboratório realizados na fase do projeto da subconcessão, tiveram como objetivo a caracterização dos materiais terrosos existentes ao longo do traçado, com vista à identificação dos materiais ocorrentes nos níveis superficiais e à definição das condições de reutilização dos materiais a escavar. Dos 5 poços considerados, apenas um poço teve recolha de amostra. Sobre esta amostra foram executados ensaios de identificação e caracterização geotécnica, nomeadamente:

Ensaio	Quantidades
Granulometria (E-239)	1
Limites de plasticidade (NP-143)	1
Teor em água (NP-84)	1
Azul de metileno (NF P 94-068)	1
Equivalente de areia (E-199)	1
Proctor Modificado (E-197)	1
CBR (E-128)	1

No Quadro seguinte apresentam-se os resultados obtidos nos ensaios de laboratório.

QUADRO 6 – RESULTADOS OBTIDOS NOS ENSAIOS DE LABORATÓRIO REALIZADOS EM 2009

Prospecção	Ano	Amostra	Profundidade (m)		Tipo de terreno	Formação	Ensaio de identificação											Compactação			CBR (95% PM)		
			Azul Metileno	EA(%)			Humidade	Plasticidade			Granulometria			Classificações			%				Exp.		
							W (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	Ret. # 10 >2,00 mm (cascalho)	Passa #10 RET. #200 (areias)	Passa # 200 <0,074mm (Finos)	UNIFIC.	ASHTOO	MCPRRN	TIPO	W _{opt}	γ _{max} (g/cm ³)				
PD-24.29	2009	remexida	0,50	1,40	Silte arenoso, ligeiramente argiloso de tom acastanhado com laivos alaranjados e com fragmentos de grauvaque (grauvaque decomposto a muito alterado)	HMi	1,6	3	8,80	31	20	11	15	20	65	CL	A-6	S2	PM	17,2	1,79	9	2

8 PROSPEÇÃO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA FASE PROJETO EXECUÇÃO

Os trabalhos no âmbito da prospeção geológico e geotécnica realizados na fase de Projeto de Execução tiveram como finalidade dar resposta e/ou detetar as possíveis problemáticas do ponto de vista geológico/geotécnico que pudesse existir ao longo do traçado em estudo.

Como referido nos capítulos anteriores, a prospeção realizada no âmbito do projeto da Subconcessão da Autoestrada do baixo Alentejo, incidiu essencialmente ao longo da plena via e nas obras de arte dos restabelecimentos. Esta prospeção encontra-se representada nas peças desenhadas, designada como “Prospeção existente”.

Os trabalhos no âmbito da prospeção geológico e geotécnica realizados na fase de Projeto de Execução tiveram como finalidade dar resposta e/ou detetar as possíveis problemáticas do ponto de vista geológico/geotécnico que pudesse existir ao longo do traçado em estudo. Os trabalhos de prospeção foram executados para definir as condições de fundações dos aterros, escavabilidade dos materiais que são intersectados pelas escavações preconizadas, assim como definir as condições de fundação das obras de arte.

8.1 POÇOS DE RECONHECIMENTO

Foram realizados 14 poços de reconhecimento, cujos resultados se apresentam no Quadro seguinte. Estes poços permitiram a obtenção de amostras para caracterização laboratorial das formações geológicas existentes nos locais prospetados.

QUADRO 7 – RESUMO POÇOS DE RECONHECIMENTO REALIZADOS EM 2023

Poço	Localização (km)	Prof. Atingida (m)	Formações interessadas	Espessura terra vegetal (m)	Amostras (prof. em m)
P8	0+005 (Ramo A+B N4)	0,7	Hmt	0,1	0,4 a 0,6
P9	31+000	0,9	Hmt	0,1	0,4 a 0,9
P10	31+500	1,7	Hmt	0,1	0,5 a 1,7
P11	32+150	1,1	Hmt	0,2	0,2 a 1,1
P12	32+790	0,7	Hmt	0,3	0,3 a 0,8
P13	33+814	1,3	Hmt	0,5	0,5 a 1,3
P14	0+030 (Rot.2 N5)	0,7	Hmt	0,1	0,1 a 0,7
P15	42+842	2,7	Φ _{VG}	0,1	1,3 a 2,7

Poço	Localização (km)	Prof. Atingida (m)	Formações interessadas	Espessura terra vegetal (m)	Amostras (prof. em m)
P16		Não realizado			
P17	44+070	2,6	Pu	0,2	0,2 a 2,6
P18	44+390	1,3	Pu	0,2	0,4 a 1,3
P19	45+100	1,6	Pu	0,1	0,1 a 1,3
P20	45+660	1,1	Pu	0,3	0,3 a 1,1
P21	46+416	2,0	Pu	0,1	0,1 a 2,0
P22	47+554	2,0	Pu	0,1	0,1 a 2,0

A realização destes poços teve como finalidade avaliar a espessura de terra vegetal existente, identificar a litologia existente, detetar possíveis níveis freáticos e colher amostras remexidas para ensaios de identificação e de compactação com vista ao seu possível aproveitamento, complementado assim a informação já existente. Estes trabalhos centraram-se essencialmente nas zonas dos nós e dos restabelecimentos – locais que ainda não foram alvo de movimentos de terras.

8.2 SONDAGENS

De modo a obter os dados necessários à correta definição do ambiente geológico existente nas zonas em escavação, fundação de aterros e zona das novas obras de arte, executaram-se 41 sondagens verticais, cuja localização se apresenta nas peças desenhadas em anexo à presente memória descritiva.

QUADRO 8 – RESUMO SONDAGENS REALIZADAS EM 2023

Sondagem	Localização	Objetivo	Prof. Atingida (m)	Formações interessadas	Nível água (m)
S-6	29+400	Análise escavabilidade	9,0	Hmt	4,6
S-7	29+500	Análise escavabilidade	6,0	Hmt	3,9
S-8	0+035 (Ramo A N4)	Análise escavabilidade	6,0	Hmt	3,4

Sondagem	Localização	Objetivo	Prof. Atingida (m)	Formações interessadas	Nível água (m)
S-9	0+182 (Ramo D N4)	Análise escavabilidade	6,0	Hmt	3,6
S-10	0+030 (Ramo B N4)	Análise escavabilidade	6,0	Hmt	3,8
S-11	0+100 (Ramo B N4)	Análise escavabilidade	7,5	Hmt	3,7
S-12	29+890	Condições de fundação - PS29	7,5	Hmt	-
S-13	Não realizada				
S-14	29+890	Condições de fundação - PS29	10,5	Hmt	-
S-15	29+890	Condições de fundação - PS29	12,0	Hmt	5,1
S-16	30+053	Análise escavabilidade	9,0	Hmt	4,7
S-17	30+155	Análise escavabilidade	9,0	Hmt	2,1
S-18	30+857	Condições de fundação da OA	8,0	Hmt	5,0
S-19	31+225	Análise escavabilidade	11,0	Hmt	6,0
S-20	31+300	Análise escavabilidade	7,5	Hmt	1,0
S-21	31+837	Condições de fundação da OA	7,5	Hmt	7,0

Sondagem	Localização	Objetivo	Prof. Atingida (m)	Formações interessadas	Nível água (m)
S-22	33+424	Condições de fundação da OA	7,5	Hmt	3,0
S-23	33+790	Condições de fundação da OA	7,5	Hmt	2,9
S-24	33+938	Análise escavabilidade	6,0	Hmt	2,1
S-25	34+264	Análise escavabilidade	7,5	Hmt	4,0
S-26	34+600	Análise escavabilidade	7,5	Hmt	5,2
S-27	34+767	Condições de fundação da OA	7,5	Hmt	6,1
S-28	35200	Condições de fundação da OA	7,5	Hmt	6,0
S-29	35+400	Análise escavabilidade	9,0	Hmt	8,0
S-30	35+824	Análise escavabilidade	9,0	Hmt	7,1
S-31	36+206	Condições de fundação da OA	9,0	Hmt	4,0
S-32	36+502	Análise escavabilidade	12,0	Hmt	5,1
S-33	36+968	Análise escavabilidade	7,5	Hmt	5,2

Sondagem	Localização	Objetivo	Prof. Atingida (m)	Formações interessadas	Nível água (m)
S-34	37+163	Condições de fundação da OA	7,5	Hmt	4,7
S-35		Não realizada			
S-36		Não realizada			
S-37		Não realizada			
S-38		Não realizada			
S-39		Não realizada			
S-40	38+069	Análise escavabilidade	6,0	Hmt	4,2
S-41	38+605	Análise escavabilidade	9,0	Hmt	-
S-42	38+694	Análise escavabilidade	9,0	Hmt	-
S-43	38+894	Condições de fundação da OA	7,5	Hmt	-
S-44	39+216	Condições de fundação da OA	7,5	Hmt	-
S-45	39+525	Análise escavabilidade	14,0	Hmt	6,2
S-46	40+503	Condições de fundação da OA	7,5	Hmt	-
S-47		Não realizada			
S-48		Não realizada			
S-49		Não realizada			

Sondagem	Localização	Objetivo	Prof. Atingida (m)	Formações interessadas	Nível água (m)
S-50	42+185	Condições de fundação da OA	7,6	Hmt	5,5
S-51	42+375	Análise escavabilidade	8,3	CVS _{MH}	7,0
S-52	42+563	Análise escavabilidade	10,0	CVS _{MH}	9,1
S-53	42+989	Condições de fundação da OA	7,5	Φ_{VG}	6,3
S-54	44+023	Condições de fundação PS 44	15,0	Pu	5,3
S-55	44+023	Condições de fundação PS 44	12,0	Pu	4,6
S-56		Não realizada			
S-57		Não realizada			
S-58		Não realizada			

8.3 PENETRÓMETRO DINÂMICO SUPER PESADO - DPSH

Complementando a prospeção referida anteriormente, também foram realizados 14 ensaios DPSHs. Estes ensaios tiveram como principal objetivo avaliar as características mecânicas dos terrenos de fundação dos aterros que serão alvo de alargamento. Estes ensaios permitiram aferir a possível existência de locais com menor capacidade portante que poderão existir na zona em estudo, como por exemplo a presença de solos coluvionares, aterros não controlados, etc.

QUADRO 9 – RESUMO ENSAIOS DPSH REALIZADOS EM 2023

DPSH	Localização	Prof. Atingida (m)	Formações interessadas
DPSH-8	0+100	7,6	At/Hmt

DPSH	Localização	Prof. Atingida (m)	Formações interessadas
(Ramo D N4)			
DPSH-9	30+700	2,8	Hmt
DPSH-10	34+800	3,2	Hmt
DPSH-11	34+970	1,8	Hmt
DPSH-12	36+225	2,2	Hmt
DPSH-13	36+700	3,6	Hmt
DPSH-14	36+812	2,8	Hmt
DPSH-15	37+295	1,0	Hmt
DPSH-16	0+100	3,6	Hmt
(Ramo C+D N5)			
DPSH-17	38+252	0,8	Hmt
DPSH-18	38+799	2,4	Hmt
DPSH-19	Não realizado		
DPSH-20	Não realizado		
DPSH-21	43+400	3,2	al / Pu
DPSH-22	44+724	8,2	At / Pu
DPSH-23	44+780	5,8	al / Pu

8.4 PERFIS SÍSMICOS

Para a presente fase de projeto foram realizados 19 perfis sísmicos, que foram realizados nas zonas em escavação, de modo a definir a escavabilidade dos materiais interessados pelo traçado em estudo.

No Quadro seguinte apresenta-se os resultados obtidos.

QUADRO 10 – RESUMO PERFIS SÍSMICOS REALIZADOS EM 2023

Perfil Sísmico	Localização	Formações interessadas
PS-2	28+990	Hmt

Perfil Sismico	Localização	Formações interessadas
PS-3	29+460	Hmt
PS-4	0+065 (Ramo B N4)	Hmt
PS-5	31+260	Hmt
PS-6	34+240	Hmt
PS-7	34+585	Hmt
PS-8	35+500	Hmt
PS-9	35+990	Hmt
PS-10	36+440	Hmt
PS-11	35+555	Hmt
PS-12	37+075	Hmt
PS-13	0+095 (Rest. 38-1)	Hmt
PS-14	0+280 (Rest. 38-1)	Hmt
PS-15	38+502	Hmt
PS-16	38+650	Hmt
PS-17	39+650	Hmt
PS-18	39+690	Hmt
PS-19	42+495	CVS _{MH}
PS-20	42+625	CVS _{MH} / Φ_{VG}

8.5 POÇOS NAS BERMAS DO PAVIMENTO

No âmbito da especialidade de pavimentação, reutilizou-se a informação obtidas 6 dos 11 poços realizados nas bermas, cujos resultados se apresentam no Quadro seguinte.

QUADRO 11 – RESUMO POÇOS NAS BERMAS REALIZADOS EM 2023

Poço	Localização	Prof. Atingida (m)	Amostras (prof. em m)
P5	33+547	1,0	0,65 a 1,0
P8	44+290	0,81	0,53 a 0,81
P9	46+915	0,86	0,55 a 0,86
P10	46+990	0,84	0,62 a 0,84
P12	41+015	0,81	0,60 a 0,81
P13	34+875	0,63	0,51 a 0,63

Para o presente projeto considerou-se a informação obtida nos ensaios laboratoriais realizados nos solos de fundação colhidos nos poços no pavimento. Esta informação encontra-se devidamente identificada nas peças desenhadas.

8.6 ENSAIOS DE LABORATÓRIO

No que se refere aos ensaios de laboratório realizados na presente fase de Projeto, que tiveram como objetivo a caracterização dos materiais terrosos existentes ao longo do traçado, com vista à identificação dos materiais ocorrentes nos níveis superficiais e à definição das condições de reutilização dos materiais. Sobre as amostras de solos foram executados ensaios de identificação e caracterização geotécnica, nomeadamente:

Ensaio	Quantidades
Granulometria (E-239)	20
Limites de plasticidade (NP-143)	20
Teor em água (NP-84)	20
Equivalente de areia (E-199)	20
Proctor Modificado (E-197)	17
CBR (E-128)	17

No Quadro seguinte apresentam-se os resultados obtidos nos ensaios de laboratório realizados para a presente fase de projeto.

QUADRO 12 – RESUMO RESULTADOS ENSAIOS DE LABORATÓRIO REALIZADOS EM 2023

Prospecção	Ano	Amostra	Profundidade (m)		Tipo de terreno	Formação	Ensaio de identificação											Compacção			CBR (95% PM)		
			Azul Metileno	EA (%)			Humidade	Plasticidade			Granulometria			Classificações			TIPO	W _{opt}	γ _{max} (g/cm³)	%	Exp.		
							W (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	Ret. # 10 >2,00 mm (cascalho)	Passa #10 RET. #200 (areias)	Passa # 200 <0,074mm (Finos)	UNIFC.	ASHTOO	MCPRRN							
P-8	2023	remexida	0,40	0,60	Maciço xistento, decomposto a muito alterado, recuperado como material areno-siltoso, de grão fino, castanho	HMi	-	15	13,30	28	23	5	68	18	15	GM	A-1-a	S4	PM	10,5	1,94	24	0,48
P-9	2023	remexida	0,40	0,90	Maciço xistento, decomposto a muito alterado, recuperado como material areno-siltoso, de grão fino, castanho	HMi	-	16	12,20	22	18	4	58	27	15	GC-GM	A-1-b	S4	-	-	-	-	-
P-10	2023	remexida	0,50	1,70	Solo residual xistento, recuperado como material areno-siltoso, ligeiramente argiloso, de granulometria fina, castanho	HMi	-	16	13,80	19	15	4	56	26	19	GC-GM	A-1-b	S3	PM	11,4	1,97	13	0,46
P-11	2023	remexida	0,20	1,10	Solo residual xistento, recuperado como material areno-siltoso, ligeiramente argiloso, de granulometria fina, castanho. Presença de fragmentos de xisto.	HMi	-	14	17,00	34	23	11	81	18	1	GP-GC	A-2-6	S1	PM	11,2	1,98	3	2,99
P-12	2023	remexida	0,30	0,80	Solo residual xistento, recuperado como material areno-siltoso, de grão fino, castanho. Presença de fragmentos de xisto	HMi	-	14	14,30	19	15	4	72	18	11	GP-GC	A-1-a	S4	-	-	-	-	-
P-13	2023	remexida	0,50	1,30	Maciço xistento, decomposto a muito alterado, recuperado como material areno-siltoso, ligeiramente argiloso, de grão fino, castanho	HMi	-	11	8,90	21	16	5	64	20	16	GC-GM	A-1-b	S4	-	-	-	-	-
P-14	2023	remexida	0,10	0,70	Maciço xistento, decomposto a muito alterado, recuperado como material areno-siltoso, de grão fino, castanho	HMi	-	22	8,40	29	20	9	84	10	6	GP-GC	A-2-4	S3	-	-	-	-	-
P-15	2023	remexida	1,30	2,70	Solo areno-argiloso amarelado	Φvg	-	16	14,60	31	20	11	35	48	17	SC	A-2-6	S1	PM	2,8	2,03	4	2,03
P-17	2023	remexida	0,20	2,60	Solo arenoso, ligeiramente argiloso, de granulometria fina, castanho-avermelhado. Aumento da compacidade em profundidade	Pu	-	4	20,60	37	20	17	1	45	54	CL	A-6	S0	PM	10,1	1,86	1	6,29
P-18	2023	remexida	0,40	1,30	Solo areno-siltoso, ligeiramente argiloso, de granulometria fina, castanho	Pu	-	20	9,00	20	15	5	4	78	18	SC-SM	A-2-4	S3	PM	7,3	2,13	20	0
P-19	2023	remexida	0,10	1,30	Solo arenoso, de granulometria fina, castanho	Pu	-	14	12,80	26	14	12	0	64	36	SC	A-6	S1	PM	9,7	2,03	3	1,52
P-20	2023	remexida	0,30	1,10	Solo argilo-arenoso, de granulometria fina, castanho com laivos acinzentados.	Pu	-	6	16,70	30	17	13	0	32	68	CL	A-6	S1	PM	9,6	2,03	6	2,1
P-21	2023	remexida	0,10	2,00	Solo arenoso, ligeiramente argiloso, de granulometria fina, acinzentado	Pu	-	56	15,80	NP	NP	NP	18	77	5	SP	A-3	S3	PM	5,4	1,73	14	0
P-22	2023	remexida	0,10	2,00	Solo arenoso, ligeiramente argiloso, de granulometria fina, acinzentado	Pu	-	40	16,30	NP	NP	NP	0	95	5	SP-SM	A-3	S3	PM	8,9	1,73	20	0
P-5 (Pav.)	2023	remexida	0,65	1,00	Solo areno-argiloso, com fargmentos de xisto	Hmt	-	17	15,50	22	16	6	44	35	21	SC-SM	A-1-b	S2	PM	7,0	2,15	9	1,9
P-8 (Pav.)	2023	remexida	0,52	0,81	Solo arenoso	Pu	-	25	14,30	NP	NP	NP	11	81	8	SW-SM	A-1-b	S3	PM	9,3	2,00	15	0
P-9 (Pav.)	2023	remexida	0,55	0,86	Solo arenoso	Pu	-	25	16,50	NP	NP	NP	11	79	10	SW-SM	A-1-b	S4	PM	6,1	2,08	24	0
P-10 (Pav.)	2023	remexida	0,62	0,84	Solo arenoso	Pu	-	28	9,20	NP	NP	NP	9	79	12	SW-SM	A-1-b	S4	PM	8,0	2,13	31	0
P-12 (Pav.)	2023	remexida	0,60	0,81	Solo arenoso	At	-	23	11,90	NP	NP	NP	9	79	12	SP-SM	A-1-b	S3	PM	8,4	2,09	29	0
P-13 (Pav.)	2023	remexida	0,51	0,63	Solo arenoso	At	-	29	12,50	NP	NP	NP	10	83	7	SW-SM	A-1-b	S3	PM	6,2	2,00	18	0,03

9 CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA DAS UNIDADES GEOLÓGICAS

9.1 AT – MATERIAIS DE ATERRO

Os materiais de aterro associados à construção do IC33 existente foram detetados em dois poços no pavimento realizados na plena via e em 19 sondagens. Nas sondagens, regra geral, os materiais de aterro detetados apresentam espessuras diminutas entre 0,5 a 1,0m. Excetuam-se 6 sondagens onde se detetou espessuras compreendidas entre 2,0 e 5,0m (S15, S30, S31, S43, S44 e S54).

Sobre estes materiais foram ensaiadas 2 amostras colhidas nos poços no pavimento. No que se refere à granulometria obtiveram-se % de finos compreendidas entre 7 e 17%, apresentando um valor médio de 10%. Estes materiais são constituídos essencialmente por areias, com percentagens entre 79 e 83%. No que se refere ao teor em água, obtiveram-se valores entre 11,9 e 12,5%, com um valor médio de 12,2%.

Todas as amostras ensaiadas deram como não plásticas (NP).

Foram também realizados ensaios de Equivalente de Areia, tendo-se obtido resultados entre 23 e 29, com um valor médio de 26%.

No que se refere à classificação Unificada, os materiais ensaiados enquadram-se essencialmente nas classes SP-SM e SW-SM. De acordo com a classificação AASHTO os materiais ensaiados enquadram-se na classe A-1-b.

No que se refere à classificação do Manual de Concepção de Pavimentos (MCP) estes materiais encontram-se na sua totalidade na classe S3.

Sobre estas amostras foram realizados ensaios Proctor Modificado, tendo-se obtido valores para a densidade máxima compreendidos entre 2,0 e 2,09 g/cm³ e um teor em água ótimo compreendido entre 6,2 e 8,4%. Nos ensaios CBR realizados obteve-se valores compreendidos entre 18 e 29% (para PM a 95%), com um valor médio de 24%.

No Quadro seguinte apresentam-se os resultados obtidos nos ensaios laboratoriais realizados sobre os materiais pertencentes a esta Formação.

Nas sondagens realizadas sobre os materiais de aterro foram executados ensaios SPT. Nesta formação foram realizados 14 ensaios, cujos resultados se apresentam na figura seguinte.

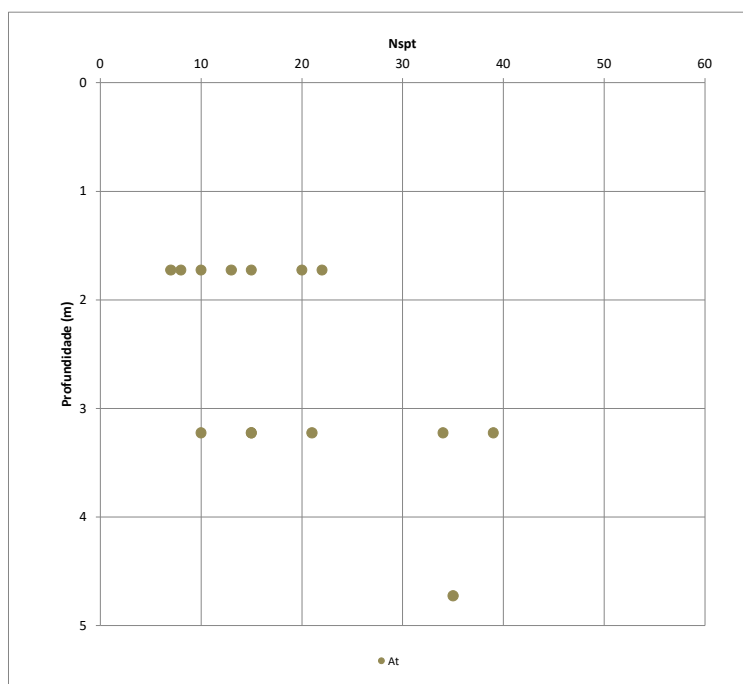


FIGURA 9 – VALORES DE N_{SPT} OBTIDOS EM PROFUNDIDADE NOS MATERIAIS DE ATERRO

Estes resultados foram alvo de tratamento estatístico. Na figura seguinte apresenta-se o respetivo gráfico de bigodes, onde se constata que os valores de N_{SPT} variam entre 7 e 39, com um valor médio de 19 e uma mediana de 15.

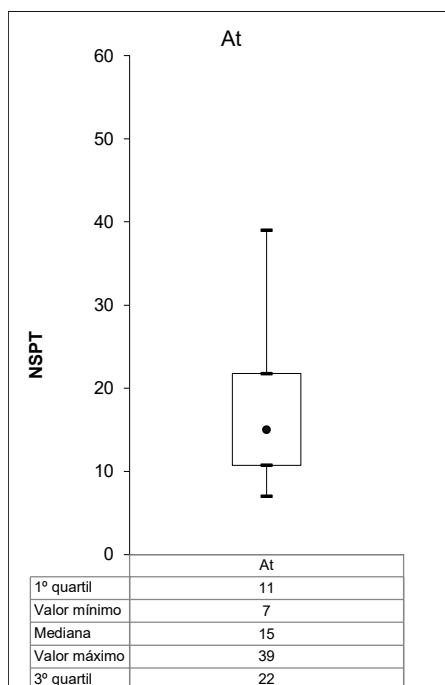


FIGURA 10 – GRÁFICO DE BIGODES REFERENTES AOS VALORES DE N_{SPT} OBTIDOS NOS MATERIAIS DE ATERRO

QUADRO 13 – RESULTADOS ENSAIOS DE LABORATÓRIO MATERIAIS DA FORMAÇÃO AT

Prospecção	Ano	Amostra	Profundidade (m)		Tipo de terreno	Formação	Ensaio de identificação											Compactação			CBR (95% PM)		
			Azul Metileno	EA(%)			Humidade	Plasticidade			Granulometria			Classificações									
							W (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	Ret # 10 >2,00 mm (cascalho)	Passa #10 RET. #200 (areias)	Passa # 200 <0,074mm (Finos)	UNIFIC.	ASHTOO	MCPRRN	TIPO	W _{opt}	γ _{max} (g/cm³)	%	Exp.		
P-12 (Pav.)	2023	remexida	0,60	0,81	Solo arenoso	At	-	23	11,90	NP	NP	NP	9	79	12	SP-SM	A-1-b	S3	PM	8,4	2,09	29	0
P-13 (Pav.)	2023	remexida	0,51	0,63	Solo arenoso	At	-	29	12,50	NP	NP	NP	10	83	7	SW-SM	A-1-b	S3	PM	6,2	2,00	18	0,03

9.2 PU – FORMAÇÃO DE ULME

Sobre esta formação foram realizados 6 poços de reconhecimento e 3 poços no pavimento. Com base nesta prospeção foi possível analisar laboratorialmente 9 amostras.

No que se refere à granulometria obtiveram-se % de finos compreendidas entre 5 e 68%, apresentando um valor médio de 24% e uma mediana de 12%. Estes materiais são constituídos essencialmente por areias, com percentagens entre 32 e 95%. No que se refere ao teor em água, obtiveram-se valores entre 9,0 e 20,6%, com um valor médio de 14,5% e uma mediana de 15,8%.

No que se refere à plasticidade da fração argilosa, das 9 amostras ensaiadas 5 deram como não plásticas (56%). As restantes amostras deram valores de LL compreendidos entre 20 e 37% e valores de IP compreendidos entre 5 e 17%.

Foram também realizados ensaios de Equivalente de Areia, tendo-se obtido resultados entre 4 e 56, com um valor médio de 24,2% e uma mediana de 25%.

No que se refere à classificação Unificada, os materiais ensaiados enquadraram-se essencialmente nas classes SW-SM (34%), CL (22%), SC-SM (11%), SP-SM (11%), SC (11%) e SP (11%). De acordo com a classificação AASHTO os materiais ensaiados enquadraram-se na classe A-1-b (33%), A-6 (33%), A-3 (23%) e A-2-4 (11%).

No que se refere à classificação do Manual de Concepção de Pavimentos (MCP) estes materiais classificam-se como: S3 (44%), S4 (22%), S1 (22%) e S0 (12%).

Sobre estas amostras foram realizados ensaios Proctor Modificado, tendo-se obtido valores para a densidade máxima compreendidos entre 1,73 e 2,13 g/cm³ e um teor em água ótimo compreendido entre 5,4 e 10,1%. Nos ensaios CBR realizados obteve-se valores compreendidos entre 1 e 31% (para PM a 95%), com um valor médio de 15%.

No Quadro seguinte apresentam-se os resultados obtidos nos ensaios laboratoriais realizados sobre os materiais pertencentes a esta Formação.

Nas sondagens realizadas sobre estes materiais foram executados ensaios SPT. Nesta formação foram realizados 9 ensaios, cujos resultados se apresentam na figura seguinte.

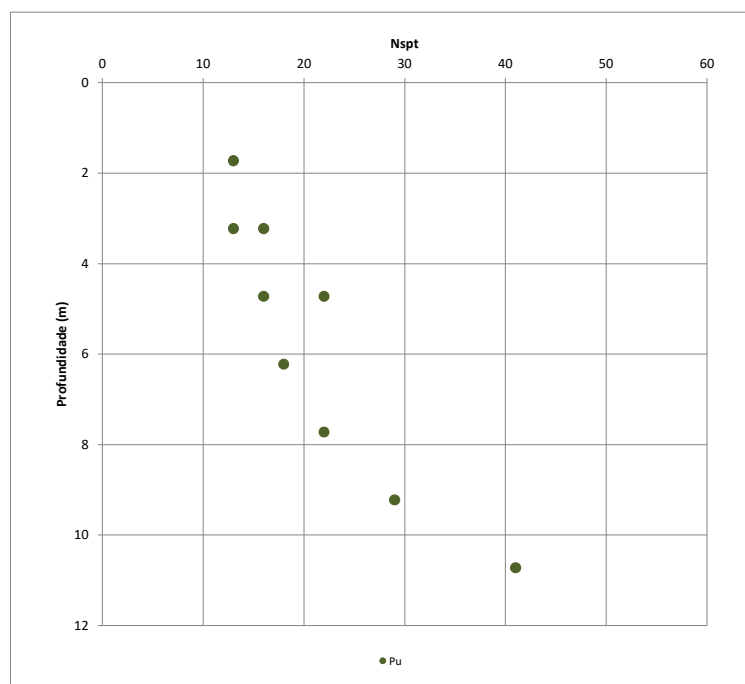


FIGURA 11 – VALORES DE N_{SPT} OBTIDOS EM PROFUNDIDADE NOS MATERIAIS DA FORMAÇÃO PU

Estes resultados foram alvo de tratamento estatístico. Na figura seguinte apresenta-se o respetivo gráfico de bigodes, onde se constata que os valores de N_{SPT} variam entre 13 e 41, com um valor médio de 21 e uma mediana de 18.

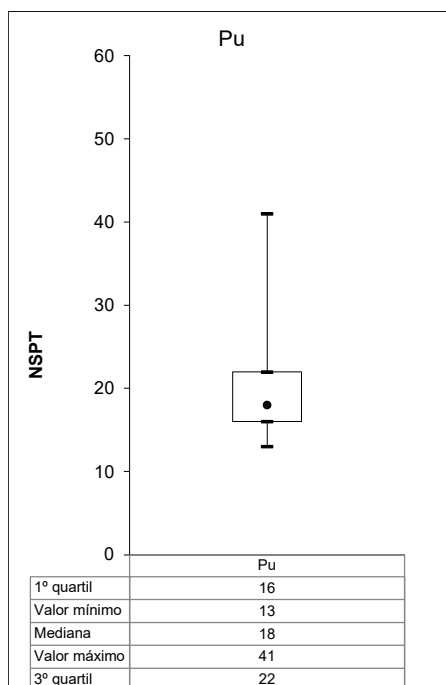


FIGURA 12 – GRÁFICO DE BIGODES REFERENTES AOS VALORES DE N_{SPT} OBTIDOS NOS MATERIAIS DA FORMAÇÃO PU

QUADRO 14 – RESULTADOS ENSAIOS DE LABORATÓRIO MATERIAIS DA FORMAÇÃO PU

Prospecção	Ano	Amostra	Profundidade (m)		Tipo de terreno	Formação	Ensaio de identificação												Compactação			CBR (95% PM)	
			Azul Metileno	EA(%)			Humidade	Plasticidade			Granulometria			Classificações									
							W (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	Ret # 10 >2,00 mm (cascalho)	Passa #10 RET. #200 (areias)	Passa # 200 <0,074mm (Finos)	UNIFIC.	ASHTOO	MCPRRN	TIPO	W _{opt}	γ _{max} (g/cm³)	%	Exp.		
P-17	2023	remexida	0,20	2,60	Solo arenoso, ligeiramente argiloso, de granulometria fina, castanho-avermelhado	Pu	-	4	20,60	37	20	17	1	45	54	CL	A-6	S0	PM	10,1	1,86	1	6,29
P-18	2023	remexida	0,40	1,30	Solo areno-siltoso, ligeiramente argiloso, de granulometria fina, castanho	Pu	-	20	9,00	20	15	5	4	78	18	SC-SM	A-2-4	S3	PM	7,3	2,13	20	0
P-19	2023	remexida	0,10	1,30	Solo arenoso, de granulometria fina, castanho	Pu	-	14	12,80	26	14	12	0	64	36	SC	A-6	S1	PM	9,7	2,03	3	1,52
P-20	2023	remexida	0,30	1,10	Solo argilo-arenoso, de granulometria fina, castanho com laivos acinzentados.	Pu	-	6	16,70	30	17	13	0	32	68	CL	A-6	S1	PM	9,6	2,03	6	2,1
P-21	2023	remexida	0,10	2,00	Solo arenoso, ligeiramente argiloso, de granulometria fina, acinzentado	Pu	-	56	15,80	NP	NP	NP	18	77	5	SP	A-3	S3	PM	5,4	1,73	14	0
P-22	2023	remexida	0,10	2,00	Solo arenoso, ligeiramente argiloso, de granulometria fina, acinzentado	Pu	-	40	16,30	NP	NP	NP	0	95	5	SP-SM	A-3	S3	PM	8,9	1,73	20	0
P-8 (Pav.)	2023	remexida	0,52	0,81	Solo arenoso	Pu	-	25	14,30	NP	NP	NP	11	81	8	SW-SM	A-1-b	S3	PM	9,3	2,00	15	0
P-9 (Pav.)	2023	remexida	0,55	0,86	Solo arenoso	Pu	-	25	16,50	NP	NP	NP	11	79	10	SW-SM	A-1-b	S4	PM	6,1	2,08	24	0
P-10 (Pav.)	2023	remexida	0,62	0,84	Solo arenoso	Pu	-	28	9,20	NP	NP	NP	9	79	12	SW-SM	A-1-b	S4	PM	8,0	2,13	31	0

9.3 MM – AREIAS DE CASCALHEIRAS DE MELIDES

Como referido anteriormente esta Formação apenas foi detetada em profundidade, nas sondagens S54 e S55.

Nas sondagens realizadas sobre estes materiais foram executados ensaios SPT. Nesta formação foram realizados 8 ensaios, cujos resultados se apresentam na figura seguinte.

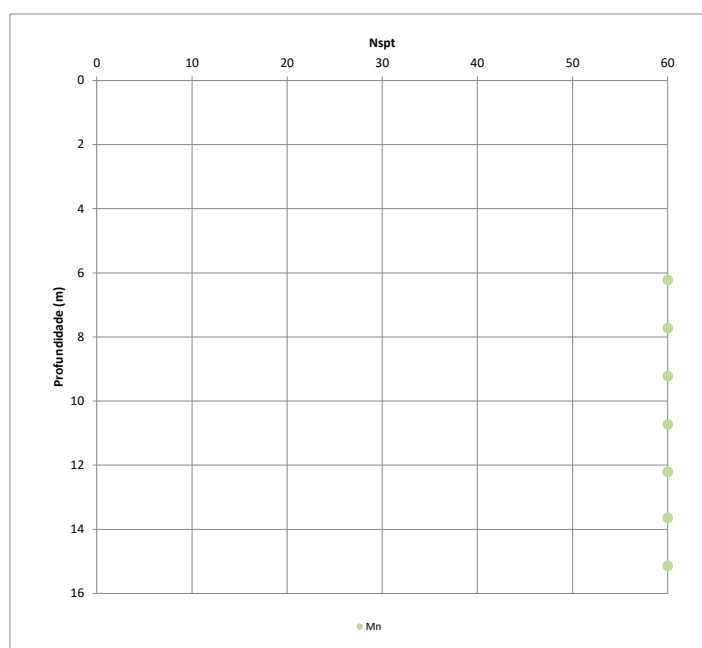


FIGURA 13 – VALORES DE N_{SPT} OBTIDOS EM PROFUNDIDADE NOS MATERIAIS DA FORMAÇÃO MM

Estes resultados foram alvo de tratamento estatístico. Na figura seguinte apresenta-se o respetivo gráfico de bigodes, onde se constata que se obteve sistematicamente valores de N_{SPT} de “nega”.

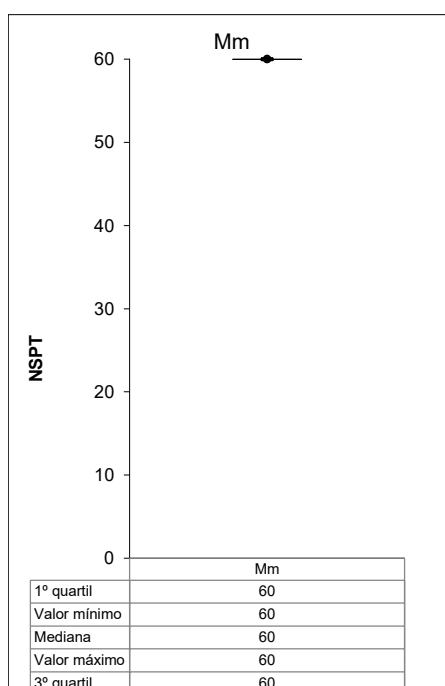


FIGURA 14 – GRÁFICO DE BIGODES REFERENTES AOS VALORES DE N_{SPT} OBTIDOS NOS MATERIAIS DA FORMAÇÃO MM

9.4 ΦVG – FORMAÇÃO DE VALE DE GUIZO

Sobre esta formação foi realizado 1 poço de reconhecimento, onde foi recolhida uma amostra para caracterização laboratorial.

No que se refere à granulometria obteve-se percentagem de finos de 17%. Estes materiais são constituídos essencialmente por areias, com uma percentagem de 48%. No que se refere ao teor em água, obteve-se um valor de 14,6%.

No que se refere à plasticidade da fração argilosa, obteve-se um valor de LL de 31% e um valor de IP de 11%.

Foi também realizado um ensaio de Equivalente de Areia, tendo-se obtido um valor de 16%.

No que se refere à classificação Unificada, os materiais ensaiados enquadram-se na classe SC. De acordo com a classificação AASHTO os materiais ensaiados enquadram-se na classe A-2-6.

No que se refere à classificação do Manual de Concepção de Pavimentos (MCP) estes materiais classificam-se como S1.

Sobre esta amostras foi realizado um ensaio Proctor Modificado, tendo-se obtido para a densidade máxima o valor de 2,03 g/cm³ e um teor em água ótimo de 2,8%. No ensaio CBR realizado obteve-se um valor de 4% (para PM a 95%).

No Quadro seguinte apresentam-se os resultados obtidos nos ensaios laboratoriais realizados sobre os materiais pertencentes a esta Formação.

Nas sondagens realizadas sobre estes materiais foram executados ensaios SPT. Nesta formação foram realizados 3 ensaios, cujos resultados se apresentam na figura seguinte.

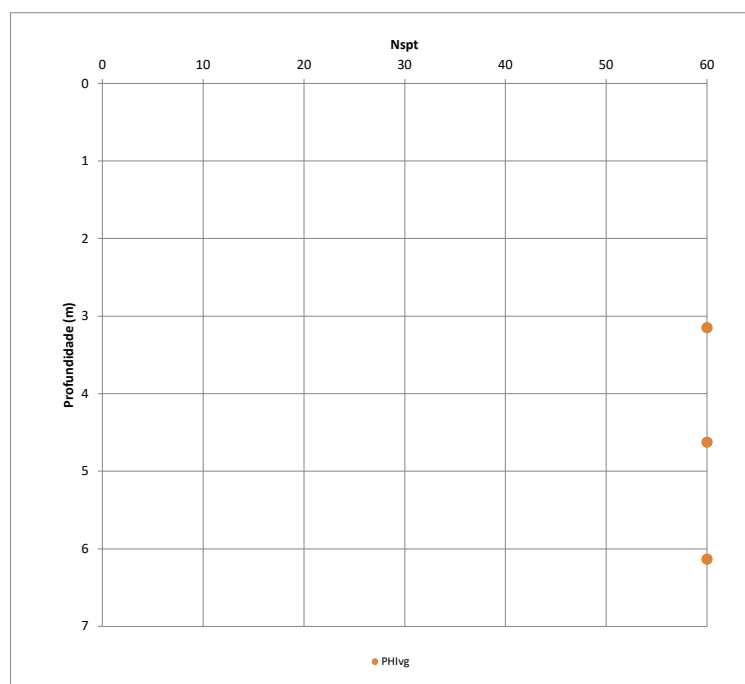


FIGURA 15 – VALORES DE N_{SPT} OBTIDOS EM PROFUNDIDADE NOS MATERIAIS DA FORMAÇÃO ΦVG

Estes resultados foram alvo de tratamento estatístico. Na figura seguinte apresenta-se o respetivo gráfico de bigodes, onde se constata que se obteve sistematicamente valores de N_{SPT} de “nega”.

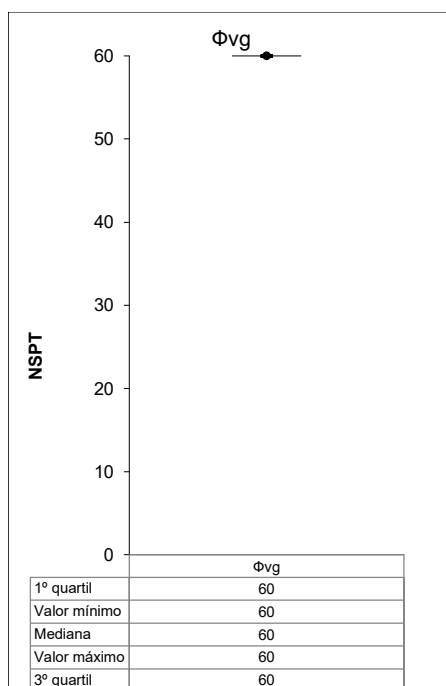


FIGURA 16 – GRÁFICO DE BIGODES REFERENTES AOS VALORES DE N_{SPT} OBTIDOS NOS MATERIAIS DA FORMAÇÃO Φ_{VG}

QUADRO 15 – RESULTADOS ENSAIOS DE LABORATÓRIO MATERIAIS DA FORMAÇÃO Φ VG

Prospecção	Ano	Amostra	Profundidade (m)		Tipo de terreno	Formação	Ensaio de identificação											Compactação			CBR (95% PM)		
			DE	A			Azul Metileno	EA(%)	Humidade	Plasticidade			Granulometria			Classificações			TIPO	W _{opt}	γ _{max} (g/cm³)	%	Exp.
									W (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	Ret # 10 >2,00 mm (cascalho)	Passa #10 RET. #200 (areias)	Passa # 200 <0,074mm (Finos)	UNIFIC.	ASHTOO	MCPRRN					
P-15	2023	remexida	1,30	2,70	Solo areno-argiloso amarelado	Φvg	-	16	14,60	31	20	11	35	48	17	SC	A-2-6	S1	PM	2,8	2,03	4	2,03

9.5 HMI – FORMAÇÃO DE MIRA

Sobre esta formação foi realizado 1 poço de reconhecimento (prospecção de 2009), onde foi recolhida uma amostra para caracterização laboratorial.

No que se refere à granulometria obteve-se percentagem de finos de 65%. Estes materiais apresentam uma percentagem de areias de 20%. No que se refere ao teor em água, obteve-se um valor de 8,8%.

No que se refere à plasticidade da fração argilosa, obteve-se um valor de LL de 31% e um valor de IP de 11%.

Foi também realizado um ensaio de Equivalente de Areia e ensaio de Azul de Metileno, tendo-se obtido um valor de 3% e de 1,6 g/100gr, respetivamente.

No que se refere à classificação Unificada, os materiais ensaiados enquadram-se na classe CL. De acordo com a classificação AASHTO os materiais ensaiados enquadram-se na classe A-6.

No que se refere à classificação do Manual de Conceção de Pavimentos (MCP) estes materiais classificam-se como S2.

Sobre esta amostras foi realizado um ensaio Proctor Modificado, tendo-se obtido para a densidade máxima o valor de 1,79 g/cm³ e um teor em água ótimo de 17,2%. No ensaio CBR realizado obteve-se um valor de 9% (para PM a 95%).

No Quadro seguinte apresentam-se os resultados obtidos nos ensaios laboratoriais realizados sobre os materiais pertencentes a esta Formação.

QUADRO 16 – RESULTADOS ENSAIOS DE LABORATÓRIO MATERIAIS DA FORMAÇÃO HMI

Prospecção	Ano	Amostra	Profundidade (m)		Tipo de terreno	Formação	Ensaio de identificação											Compactação			CBR (95% PM)		
			DE	A			Azul Metileno	EA(%)	Humidade		Plasticidade		Granulometria			Classificações			TIPO	W _{opt}	γ _{max} (g/cm³)	%	Exp.
									W (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	Ret. # 10 >2,00 mm (cascalho)	Passa #10 RET. #200 (areias)	Passa # 200 <0,074mm (Finos)	UNIFIC.	ASHTOO	MCPRRN					
PD-24.29	2009	remexida	0,50	1,40	Silte arenoso, ligeiramente argiloso de tom acastanhado com laivos alaranjados e com fragmentos de grauaque (grauvaque decomposto a muito alterado).	HMi	1,6	3	8,80	31	20	11	15	20	65	CL	A-6	S2	PM	17,2	1,79	9	2

9.6 HMT – FORMAÇÃO DE MÉRTOLA

Sobre esta formação foram realizados 7 poços de reconhecimento e 1 poço no pavimento. Com base nesta prospeção foi possível analisar laboratorialmente 8 amostras.

No que se refere à granulometria obtiveram-se % de finos compreendidas entre 1 e 21%, apresentando um valor médio de 13% e uma mediana de 15%. Estes materiais são constituídos essencialmente por cascalho, com percentagens entre 44 e 84%. No que se refere ao teor em água, obtiveram-se valores entre 8,4 e 17,0%, com um valor médio de 12,9% e uma mediana de 13,6%.

No que se refere à plasticidade da fração argilosa, obteve-se valores de LL compreendidos entre 19 e 34% e valores de IP compreendidos entre 4 e 11%.

Foram também realizados ensaios de Equivalente de Areia, tendo-se obtido resultados entre 11 e 22%, com um valor médio e uma mediana de 16%.

No que se refere à classificação Unificada, os materiais ensaiados enquadram-se essencialmente nas classes GC-GM (37%), GP-GC (37%), SC-SM (13%) e GM (13%). De acordo com a classificação AASHTO os materiais ensaiados enquadram-se na classe A-1-b (50%), A-1-a (24%), A-2-4 (13%) e A-2-6 (13%).

No que se refere à classificação do Manual de Conceção de Pavimentos (MCP) estes materiais classificam-se como: S4 (50%), S3 (24%), S2 (13%) e S1 (13%).

Sobre estas amostras foram realizados 4 ensaios Proctor Modificado, tendo-se obtido valores para a densidade máxima compreendidos entre 1,94 e 2,15 g/cm³ e um teor em água ótimo compreendido entre 7,0 e 11,4%. Nos 4 ensaios CBR realizados obteve-se valores compreendidos entre 3 e 24% (para PM a 95%), com um valor médio de 12%.

No Quadro seguinte apresentam-se os resultados obtidos nos ensaios laboratoriais realizados sobre os materiais pertencentes a esta Formação.

Nas sondagens realizadas sobre estes materiais foram executados ensaios SPT. Nesta formação foram realizados 82 ensaios, cujos resultados se apresentam na figura seguinte.

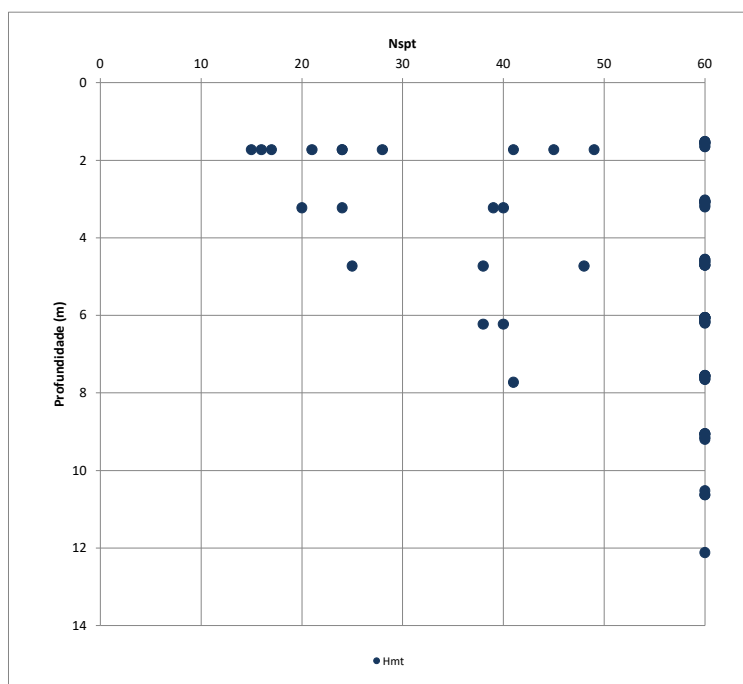


FIGURA 17 – VALORES DE N_{SPT} OBTIDOS EM PROFUNDIDADE NOS MATERIAIS DA FORMAÇÃO HMT

Estes resultados foram alvo de tratamento estatístico. Na figura seguinte apresenta-se o respetivo gráfico de bigodes, onde se constata que os valores de N_{SPT} variam entre 15 e 60, com um valor médio de 53 e uma mediana de 60.

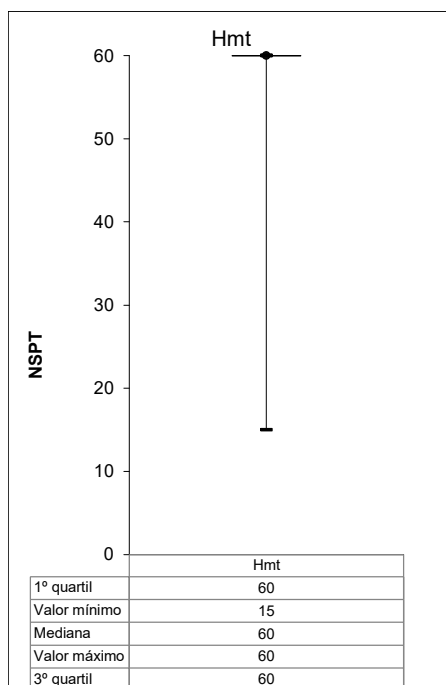


FIGURA 18 – GRÁFICO DE BIGODES REFERENTES AOS VALORES DE N_{SPT} OBTIDOS NOS MATERIAIS DA FORMAÇÃO HMT

Relativamente aos metros de furação realizados sobre esta formação (289,5m) constata-se que 54% corresponde a solos de alteração (materiais residuais, decompostos e muito alterados).

Subjacente ao horizonte superficial meteorizado estabelece-se o maciço com comportamento rochoso franco (que corresponde a 46% da furação realizada). Este maciço apresenta-se preferencialmente medianamente a muito alterado (W4-3 a W3) e com fraturas muito próximas a próximas (F4-5).

Nas sondagens realizadas nestes materiais foram obtidas percentagens de RQD predominantemente inferiores a 25% (em 48% da carotagem) e entre 25-50% (em 34% da carotagem), a que corresponde um maciço rochoso de qualidade muito fraca a fraca.

QUADRO 17 – RESULTADOS ENSAIOS DE LABORATÓRIO MATERIAIS DA FORMAÇÃO HMT

Prospecção	Ano	Amostra	Profundidade (m)		Tipo de terreno	Formação	Ensaio de identificação											Compactação			CBR (95% PM)		
			Azul Metileno	EA(%)			Humidade	Plasticidade			Granulometria			Classificações			TIPO	W _{opt}	γ _{max} (g/cm³)	%	Exp.		
							W (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	Ret # 10 >2,00 mm (cascalho)	Passa #10 RET. #200 (areias)	Passa # 200 <0,074mm (Finos)	UNIFIC.	ASHTOO	MCPRRN							
P-8	2023	remexida	0,40	0,60	Mação xistento, decomposto a muito alterado, recuperado como material areno-siltoso	HMT	-	15	13,30	28	23	5	68	18	15	GM	A-1-a	S4	PM	10,5	1,94	24	0,48
P-9	2023	remexida	0,40	0,90	Mação xistento, decomposto a muito alterado, recuperado como material areno-siltoso	HMT	-	16	12,20	22	18	4	58	27	15	GC-GM	A-1-b	S4	-	-	-	-	-
P-10	2023	remexida	0,50	1,70	Solo residual xistento, recuperado como material areno-siltoso, ligeiramente argiloso	HMT	-	16	13,80	19	15	4	56	26	19	GC-GM	A-1-b	S3	PM	11,4	1,97	13	0,46
P-11	2023	remexida	0,20	1,10	Solo residual xistento, recuperado como material areno-siltoso. Presença de fragmentos de xisto.	HMT	-	14	17,00	34	23	11	81	18	1	GP-GC	A-2-6	S1	PM	11,2	1,98	3	2,99
P-12	2023	remexida	0,30	0,80	Solo residual xistento, recuperado como material areno-siltoso. Presença de fragmentos de xisto	HMT	-	14	14,30	19	15	4	72	18	11	GP-GC	A-1-a	S4	-	-	-	-	-
P-13	2023	remexida	0,50	1,30	Mação xistento, decomposto a muito alterado, recuperado como material areno-siltoso	HMT	-	11	8,90	21	16	5	64	20	16	GC-GM	A-1-b	S4	-	-	-	-	-
P-14	2023	remexida	0,10	0,70	Mação xistento, decomposto a muito alterado, recuperado como material areno-siltoso	HMT	-	22	8,40	29	20	9	84	10	6	GP-GC	A-2-4	S3	-	-	-	-	-
P-5 (Pav.)	2023	remexida	0,65	1,00	Solo areno-argiloso, com fargmentos de xisto	Hmt	-	17	15,50	22	16	6	44	35	21	SC-SM	A-1-b	S2	PM	7,0	2,15	9	1,9

9.7 CVSMH – SEQUÊNCIA DE MONTE DAS HORTAS

Esta formação foi detetada ao longo do traçado em estudo em dois locais, nomeadamente: entre o km 40+850 e o km 41+475 e entre o km 42+345 e o km 42+600. Sobre esta formação rochosa não foram efetuados poços de reconhecimento. Não obstante foram realizadas 2 sondagens.

Nas sondagens realizadas sobre estes materiais foram executados ensaios SPT. Nesta formação foram realizados 2 ensaios, tendo-se obtido em ambos a “nega”.

Relativamente aos metros de furação realizados sobre esta formação (18m) constata-se que 33% corresponde a solos de alteração (materiais residuais, decompostos e muito alterados).

Subjacente ao horizonte superficial meteorizado estabelece-se o maciço com comportamento rochoso franco (que corresponde a 67% da furação realizada). Este maciço apresenta-se preferencialmente medianamente a muito alterado (W3-4) e com fraturas próximas a muito próximas (F4-5).

Nas sondagens realizadas nestes materiais foram obtidas percentagens de RQD predominantemente entre 50-75% (em 46% da carotagem) e entre 25-50% (em 42% da carotagem), a que corresponde um maciço rochoso de qualidade razoável a fraca.

10 TERRAPLENAGENS

Neste capítulo (a partir da caracterização geológica e geotécnica dos materiais descrita nos capítulos anteriores) far-se-á referência às questões mais importantes de terraplenagens, nomeadamente no que se refere à decapagem, às escavações, aos aterros, às condições de fundação do pavimento e às condições de fundação das obras de arte, etc.

10.1 TRABALHOS PREPARATÓRIOS

Consideram-se como trabalhos preparatórios a desmatação da área envolvente ao estudo, cuja operação de desmatação inclui o desenraizamento, limpeza e abate de árvores de qualquer porte, que ocorrem ao longo do traçado. Após a desmatação e limpeza do terreno na faixa interessada pela obra, deverá proceder-se à decapagem da terra vegetal.

O trabalho da decapagem é executado com o duplo objetivo de garantir a necessária preparação das fundações dos aterros e de guardar, sempre que possível, terra vegetal para posterior reutilização no revestimento dos taludes.

A espessura de terra vegetal está diretamente relacionada, entre outros aspetos, com a natureza das formações superficiais ocorrentes, o tipo e densidade da cobertura vegetal.

Em termos gerais, com base nos dados da prospeção realizada, estima-se a presença de uma cobertura de terra vegetal com espessuras compreendidas entre 0,2 e 0,6 m.

Para efeitos de medição, considerou-se o seguinte zonamento:

QUADRO 18 – ESPESSURAS DE TERRA VEGETAL ESTIMADAS

Traçado	Kmi - Km	Espessura tv (m)
Plena Via	26+400 – 29+185	0,6
	29+185 – 33+802	0,2
	33+802 – 34+983	0,5
	34+983 – 48+300	0,2
Ramo A N4	Toda a sua extensão	0,2
Ramo A+B N4	Toda a sua extensão	0,2
Ramo B N4	Toda a sua extensão	0,2
Ramo C N4	Toda a sua extensão	0,2
Ramo C+D N4	Toda a sua extensão	0,2
Ramo D N4	Toda a sua extensão	0,2
Rest. 29-1 N4	Toda a sua extensão	0,2
Rest. 29-1B N4	Toda a sua extensão	0,2
Rest. 29-1C N4	Toda a sua extensão	0,2
Rot.1 N4	Toda a sua extensão	0,2
Rot.2 N4	Toda a sua extensão	0,2
Ramo A N5	Toda a sua extensão	0,2
Ramo A+B N5	Toda a sua extensão	0,2
Ramo B N5	Toda a sua extensão	0,2
Ramo C N5	Toda a sua extensão	0,2
Ramo C+D N5	Toda a sua extensão	0,2
Ramo D N5	Toda a sua extensão	0,2
Lig.1 N5	Toda a sua extensão	0,2
Rest. 38-1 N5	Toda a sua extensão	0,2
Rot.1 N5	Toda a sua extensão	0,2

Traçado	Kmi - Kmf	Espessura tv (m)
Rot.2 N5	Toda a sua extensão	0,2
Ramo A N6	Toda a sua extensão	0,2
Ramo A+B N6	Toda a sua extensão	0,2
Ramo B N6	Toda a sua extensão	0,2
Ramo C N6	Toda a sua extensão	0,2
Ramo C+D N6	Toda a sua extensão	0,2
Ramo D N6	Toda a sua extensão	0,2
Rest. 43-1 N6	Toda a sua extensão	0,2
Rest. 43-1B N6	0+115 – 0+207	0,2
Lig.1 N6	Toda a sua extensão	0,2
Rot.1 N6	Toda a sua extensão	0,2
Rot.2 N6	Toda a sua extensão	0,2

Recomenda-se que uma vez executada a decapagem da terra vegetal, esta seja conduzida a depósito provisório, com o objetivo de ser reutilizada como revestimento de proteção dos taludes de aterro e escavação, sempre que estes tenham inclinações compatíveis com a sua fixação. Nesta fase do estudo prevê-se que a generalidade da terra vegetal proveniente da decapagem tenha qualidade para ser reutilizada no revestimento de taludes.

10.2 ESCAVAÇÕES

No que diz respeito aos traçados em questão, constata-se que o alargamento da plena via desenvolve-se essencialmente sobre o lado direito, interferindo essencialmente com as escavações já existentes do lado direito do IC33 existente.

A escavação de maior altura detetada foi de 13,1m no Restabelecimento 38-1 do Nó 5.

No Quadro seguinte apresenta-se uma síntese das características das principais escavações preconizadas (acima de 2,0m de altura ao eixo) onde, para além da localização, se inclui a altura máxima, as formações geológicas interessadas, a prospeção realizada, a escavabilidade previsível dos terrenos, a inclinação adotada para os taludes e uma referência à eventual necessidade de trabalhos de reforço de taludes e drenagem (quando aplicável).

QUADRO 19 – RESUMO DAS PRINCIPAIS ESCAVAÇÕES – PLENA VIA

Eixo	Localização aproximada (Km)		Extensão (m)	Formação geológica	Altura máxima (m)	Trabalhos de prospeção	Escavabilidade estimada		Inclinação de taludes (V/H) / Trabalhos de contenção/estabilização		Estimativa de Materiais a rejeitar (%)	Possível aproveitamento de materiais
	Pk Inicial	Pk Final					Mec. (%)	Exp. (%)	Lado esquerdo	Lado direito		
Plena Via	28+340	28+590	250	Hmt	7,7	PD-25.75	70	30	-	1/1,5	5,0%	PIA, Corpo e PSA
Plena Via	28+860	29+200	340	Hmt	10,8	PS2	50	50	1/1,5	1/1	5,0%	PIA, Corpo e PSA
Plena Via	29+350	30+200	850	Hmt	6,4	S6, S7, S8, S11, S12, S16, S17, PS3	30	70	1/1,5 e 1/1	1/1	5,0%	PIA, Corpo e PSA
Plena Via	30+910	31+600	690	Hmt	9,2	P9, S19, S20, P10, PS5	30	70	1/1	1/1	5,0%	PIA, Corpo e PSA
Plena Via	32+040	32+425	385	Hmt	3,7	P11	50	50	1/1	1/1	5,0%	PIA, Corpo e PSA
Plena Via	33+640	33+725	85	Hmt	3,2	-	60	40	-	1/1	5,0%	PIA, Corpo e PSA
Plena Via	33+800	34+000	200	Hmt	4,7	P13, S24,	50	50	-	1/1	5,0%	PIA, Corpo e PSA
Plena Via	34+025	34+340	315	Hmt	6,1	S25, PS6	70	30	1/1,5	1/1	5,0%	PIA, Corpo e PSA
Plena Via	34+500	34+725	225	Hmt	4,5	S26, PS7	50	50	1/1,5	1/1	5,0%	PIA, Corpo e PSA
Plena Via	35+310	35+635	325	Hmt	5,5	S29, PS8	70	30	-	1/1	5,0%	PIA, Corpo e PSA
Plena Via	35+660	36+090	430	Hmt	9,5	S30, PS9	30	70	-	1/1	5,0%	PIA, Corpo e PSA
Plena Via	36+350	36+600	250	Hmt	11,2	PS10, S32, PS11	30	70	-	1/1 c/ Banquetas a 8m	5,0%	PIA, Corpo e PSA
Plena Via	36+875	37+130	255	Hmt	6,3	S33, PS12	50	50	-	1/1	5,0%	PIA, Corpo e PSA
Plena Via	38+100	38+150	50	Hmt	4,8	-	90	10	-	1/1,5	5,0%	PIA, Corpo e PSA
Plena Via	38+330	38+420	90	Hmt	6,9	-	70	30	-	1/1	5,0%	PIA, Corpo e PSA
Plena Via	38+465	38+765	300	Hmt	8,4	PS15, S41, PS16 e S42	40	60	-	1/1	5,0%	PIA, Corpo e PSA
Plena Via	39+450	39+750	300	Hmt	12,0	S45, PS17, PS18	40	60	1/1	1/1 c/ Banquetas a 8m	5,0%	PIA, Corpo e PSA
Plena Via	39+900	39+960	60	Hmt	4,0	-	70	30	-	1/1,15	5,0%	PIA, Corpo e PSA
Plena Via	40+000	40+135	135	Hmt	7,9	-	70	30	-	1/1	5,0%	PIA, Corpo e PSA
Plena Via	40+665	40+745	80	Hmt	8,2	-	50	50	-	1/1,15	5,0%	PIA, Corpo e PSA
Plena Via	41+100	41+180	80	CVSMH	4,2	-	50	50	-	1/1,15	5,0%	PIA, Corpo e PSA
Plena Via	41+530	41+625	95	CVSMH	3,6	-	50	50	-	1/1,15	5,0%	PIA, Corpo e PSA
Plena Via	41+690	41+800	110	Hmt	6,2	-	30	70	-	1/1	5,0%	PIA, Corpo e PSA
Plena Via	42+350	42+800	450	CVSMH, φVG	7,3	S51, PS19, S52, PS20	30	70	1/1	1/1	10,0%	PIA, Corpo e PSA
Plena Via	42+860	42+980	120	φVG	3,1	P15	100	0	-	1/1,15	10,0%	PIA, Corpo e PSA
Plena Via	43+630	43+660	30	Pu	3,5	-	100	0	-	1/1,15	5,0%	PIA, Corpo e PSA
Plena Via	43+800	44+100	300	Pu	2,5	P17	100	0	-	1/1,15	5,0%	PIA, Corpo e PSA
Plena Via	44+290	44+475	185	Pu	2,3	P18	100	0	-	1/1,15	5,0%	PIA, Corpo e PSA

QUADRO 20 – RESUMO DAS PRINCIPAIS ESCAVAÇÕES – NÓS

Eixo	Localização aproximada (Km)		Extensão (m)	Formação geológica	Altura máxima (m)	Trabalhos de prospeção	Escavabilidade estimada		Inclinação de taludes (V/H) / Trabalhos de contenção/estabilização	
	Pk Inicial	Pk Final					Mec. (%)	Exp. (%)	Lado esquerdo	Lado direito
N4 - Ramo A	0+000	0+130	130	Hmt	6,7	S8	30	70	-	1/1
N4 - Ramo B	0+000	0+172	172	Hmt	10,3	P8, S10, PS4, S11	30	70	-	1/1 com baquetas a 8m
N4 - Ramo A+B	0+000	0+032	32	Hmt	4,4	P8	30	70	-	1/1,5
N4 - Ramo D	0+165	0+365	200	Hmt	5,6	S9	30	70	-	1/1
N4 - Rot.1	0+105	0+125	20	Hmt	2,8	P8	30	70	-	1/1,5
N4 - Rest. 29-1A	0+100	0+170	70	Hmt	5,5	-	30	70	1/1	-
N4 - Rest. 29-1B	0+000	0+075	75	Hmt	3,6	-	50	50	-	1/1,5
N5 - Ramo A	0+190	0+249	59	Hmt	6,7	-	20	80	1/1	1/1
N5 - Ramo B	0+000	0+140	140	Hmt	9,0	-	20	80	-	1/1
N5 - Ramo A+B	0+000	0+096	96	Hmt	7,6	-	20	80	1/1	1/1
N5 - Ramo C	0+075	0+145	70	Hmt	5,3	-	70	30	1/1,5	1/1,5
N5 - Rot.1	0+000	0+125	125	Hmt	4,8	-	30	70	-	1/1
N5 - Rest 38-1	0+000	0+350	350	Hmt	13,1	PS13, PS14, S40	20	80	1/1 com baquetas a 8m	1/1 com baquetas a 8m
N5 - Rest. 38-1A	0+000	0+045	45	Hmt	5,8	-	10	90	1/1	1/1
N5 - Lig.1	0+000	0+108	108	Hmt	3,8	-	20	80	1/1,5	1/1,5
N5 - A.Telemática	0+050	0+090	40	Hmt	4,1	-	20	80	1/1,5	1/1,5
N6 - Rest. 43-1	0+000	0+175	175	Pu	8,3	-	100	0	1/1,5	1/1,5

QUADRO 21 – RESUMO DAS PRINCIPAIS ESCAVAÇÕES – RESTABELECIMENTOS

Eixo	Localização aproximada (Km)		Extensão (m)	Formação geológica	Altura máxima (m)	Trabalhos de prospeção	Escavabilidade estimada		Inclinação de taludes (V/H) / Trabalhos de contenção/estabilização	
	Pk Inicial	Pk Final					Mec. (%)	Exp. (%)	Lado esquerdo	Lado direito
Rest. 30.1	0+125	0+250	125	Hmt	4,0	S18	80	20	1/1,5	1/1,5
Rest. 31.01	0+000	0+125	125	Hmt	4,5	S21	80	20	1/1,5	1/1,5
Rest. 33.01	0+075	0+166	91	Hmt	4,7	S22	80	20	1/1,5	1/1,5
Rest. 33.02	0+000	0+095	95	Hmt	4,8	S23	50	50	1/1,5	1/1,5
Rest. 34.01	0+000	0+095	95	Hmt	4,3	S27	50	50	1/1,5	1/1,5
Rest. 35.01	0+000	0+125	125	Hmt	4,0	S28	80	20	1/1,5	1/1,5
Rest. 35.01A	0+000	0+155	155	Hmt	2,7	-	80	20	1/1,5	1/1,5
Rest. 36.01	0+000	0+030	30	Hmt	3,9	S31	80	20	1/1,5	1/1,5
Rest. 36.01A	0+050	0+275	225	Hmt	3,4	-	50	50	1/1,5	1/1,5
Rest. 36.01B	0+075	0+306	231	Hmt	3,7	S32	30	70	1/1,5	1/1,5
Rest. 37.01	0+000	0+090	90	Hmt	1,7	S34	80	20	1/1,5	1/1,5
Rest. 38.02	0+000	0+080	80	Hmt	6,8	S42	80	20	1/1,5	1/1,5
Rest. 39.01	0+000	0+050	50	Hmt	3,8	S44	80	20	1/1,5	1/1,5
Rest. 40.01	0+000	0+050	50	Hmt	4,6	S46	80	20	1/1,5	1/1,5
Rest. 42.01	0+000	0+134	134	Hmt	4,7	S50	80	20	1/1,5	1/1,5
Rest. 42.01A	0+000	0+050	50	Hmt	2,0	-	80	20	1/1,5	1/1,5
Rest. 42.01	0+000	0+150	150	φvg	2,6	S53	80	20	1/1,5	1/1,5
Rest. 44.02	0+000	0+090	90	Pu	4,7	-	100	0	1/1,5	1/1,5

10.2.1 ESCAVABILIDADE

Face às litologias existentes e aos resultados da prospeção existente e da realizada na presente fase de projeto, estimaram-se as seguintes percentagens de escavabilidade:

QUADRO 22 – ESCAVABILIDADE ESTIMADA DAS FORMAÇÕES EXISTENTES

Formação Geológica	Escavabilidade	
	% escavação com meios mecânicos	% escavação com explosivos
Formação de Mira (HMi)	10 a 100	0 a 90
Formação de Mértola (HMT)		
Sequência de Monte das Hortas (CVSMH)	30 a 50	50 a 70
Formação de Ulme (Pu)	100	0
Formação de Vale do Guizo (ΦVG)	100	0

Os intervalos de escavabilidade apresentados foram definidos com base nos dados obtidos na prospeção realizada, nomeadamente as sondagens e perfis sísmicos. Foi considerado como limite de desmonte cm meios mecânicos o que é possível de efetuar com recurso a lâmina ou ripper instalados em tratores de ratos com potências de 355cv ou 260 kW, o que equivale a uma máquina do tipo Cat D8L.

De acordo com a carta de ripabilidade de um Cat D8L, o limite de escavabilidade para materiais rochosos metamórficos corresponde aproximadamente a velocidades 2000 m/s.

Os valores de escavabilidade estimados para cada escavação apresentados na tabela anterior encontram-se representados no “penete” geológico e geotécnico que figura nas peças desenhadas.

10.2.2 GEOMETRIA DOS TALUDES DE ESCAVAÇÃO

Face aos materiais existentes e alturas de taludes que se verificam no traçado apresentado, definiram-se as seguintes geometrias a adoptar:

QUADRO 23 – GEOMETRIAS DE TALUDES PRECONIZADAS

Formação Geológica	Grau de alteração (W)	Geometria adoptada (V/H)
Formação de Mira (HMi)	W4 a W3	1/1
	Solo residual a W5	1/1,5
Formação de Mértola (HMT)	W4 a W3	1/1
	Solo residual a W5	1/1,5
Sequência de Monte das Hortas (CVSMH)	W4 a W3	1/1
Formação de Ulme (Pu)	-	1/1,5
Formação de Vale do Guizo (Φ_{VG})	-	1/1,5

Nos taludes que se desenvolvem em maciço rochoso e que serão alvo de escavação devido ao alargamento do traçado, preconizou-se sempre geometrias mais suaves às existentes, mesmo sabendo que os taludes existentes se encontram em bom estado e sem sinais de instabilidade. Não obstante o referido anteriormente considerou-se, para as escavações que ocorrem nos maciços rochosos que se encontrem mais fraturados, a colocação (em zonas pontuais) de redes de dupla torção de modo a evitar queda de pequenos blocos. Associado à colocação de redes também se preconiza a colocação de uma malha de pregagens de $\varnothing 32\text{mm}$, com comprimentos de 8m, afastadas de 4mx4m. Para efeitos de medição estas medidas foram preconizadas em 30% da face dos taludes em escavação em rocha (ver quadro seguinte).

QUADRO 24 – ZONAS ESTIMADAS DE APLICAÇÃO DE REDES DE DUPLA TORÇÃO COM PREGAGENS

Eixo	Localização aproximada (Km)		Extensão (m)	Formação geológica	Altura máxima (m)	Escavabilidade estimada		Inclinação de taludes (V/H) / Trabalhos de contenção/estabilização		Colocação de redes de dupla torção e malha de pregagens
	Pk Inicial	Pk Final				Mec. (%)	Exp. (%)	Lado esquerdo	Lado direito	
Plena Via	28+860	29+200	340	Hmt	10,8	50	50	1/1,5	1/1	Em 30% da face do talude do lado direito
Plena Via	29+350	30+200	850	Hmt	6,4	30	70	1/1,5 e 1/1	1/1	Em 30% da face do talude, em ambos taludes
Plena Via	30+910	31+600	690	Hmt	9,2	30	70	1/1	1/1	Em 30% da face do talude, em ambos taludes
Plena Via	33+800	34+000	200	Hmt	4,7	50	50	-	1/1	Em 30% da face do talude do lado direito
Plena Via	34+500	34+725	225	Hmt	4,5	50	50	1/1,5	1/1	Em 30% da face do talude do lado direito
Plena Via	35+660	36+090	430	Hmt	9,5	30	70	-	1/1	Em 30% da face do talude do lado direito
Plena Via	36+350	36+600	250	Hmt	11,2	30	70	-	1/1 c/ Banquetas a 8m	Em 30% da face do talude do lado direito
Plena Via	36+875	37+130	255	Hmt	6,3	50	50	-	1/1	Em 30% da face do talude do lado direito
Plena Via	38+465	38+765	300	Hmt	8,4	40	60	-	1/1	Em 30% da face do talude do lado direito
Plena Via	39+450	39+750	300	Hmt	12,0	40	60	1/1	1/1 c/ Banquetas a 8m	Em 30% da face do talude, em ambos taludes
Plena Via	41+690	41+800	110	Hmt	6,2	30	70	-	1/1	Em 30% da face do talude do lado direito
Plena Via	42+350	42+800	450	CVSMH, ϕ VG	7,3	30	70	1/1	1/1	Em 30% da face do talude, em ambos taludes
N4 - Ramo A	0+000	0+130	130	Hmt	6,7	30	70	-	1/1	Em 30% da face do talude do lado direito
N4 - Ramo B	0+000	0+172	172	Hmt	10,3	30	70	-	1/1 com banquetas a 8m	Em 30% da face do talude do lado direito
N4 - Ramo A+B	0+000	0+032	32	Hmt	4,4	30	70	-	1/1,5	Em 30% da face do talude do lado direito
N4 - Ramo D	0+165	0+365	200	Hmt	5,6	30	70	-	1/1	Em 30% da face do talude do lado direito
N4 - Rest. 29-1A	0+100	0+170	70	Hmt	5,5	30	70	1/1	-	Em 30% da face do talude do lado esquerdo
N5 - Ramo A	0+190	0+249	59	Hmt	6,7	20	80	1/1	1/1	Em 30% da face do talude, em ambos taludes
N5 - Ramo B	0+000	0+140	140	Hmt	9,0	20	80	-	1/1	Em 30% da face do talude do lado direito
N5 - Ramo A+B	0+000	0+096	96	Hmt	7,6	20	80	1/1	1/1	Em 30% da face do talude, em ambos taludes
N5 - Rot.1	0+000	0+125	125	Hmt	4,8	30	70	-	1/1	Em 30% da face do talude do lado direito
N5 - Rest 38-1	0+000	0+350	350	Hmt	13,1	20	80	1/1 com banquetas a 8m	1/1 com banquetas a 8m	Em 30% da face do talude, em ambos taludes
N5 - Rest. 38-1A	0+000	0+045	45	Hmt	5,8	10	90	1/1	1/1	Em 30% da face do talude, em ambos taludes

10.2.3 REUTILIZAÇÃO DE MATERIAIS

De acordo com o anteriormente exposto e com as especificações técnicas da IP os materiais arenosos pertencentes à Formação P_u poderão ser reutilizados na Parte Inferior do Aterro (PIA), no corpo e na Parte Superior do Aterro (PSA). No que se refere ao seu aproveitamento para Leito de Pavimento (LP) constata-se que apenas uma amostra das nove ensaiadas cumprem com as especificações do Caderno de Encargos da IP para LP em solos. Com base na informação existentes (uma amostra ensaiada) os materiais pertencentes à Formação de Vale de Guizo apenas poderão ser reutilizados no corpo dos aterros.

Por sua vez, os materiais de alteração das Formações de Mértola e de Mira (Hmt e Hmi) e da Sequência de Monte das Hortas (CVSMH) poderão ser reutilizados na construção do corpo do aterro, sempre e quando cumpram com as especificações técnicas da IP. As bancadas de grauvaques e xistos com alterações W4 e W3 poderão ser reutilizados como material de enrocamento e solo-enrocamento na construção dos aterros de maior altura.

10.2.4 REVESTIMENTO DOS TALUDES

A terra vegetal colocada em depósito provisório deverá ser utilizada para recobrimento dos taludes de escavação, associado ao plantio de espécies vegetais adequadas, para que constitua uma proteção contra o ravinamento induzido pela escorrência da água das chuvas no caso dos maciços com comportamento terroso. Pretende-se ainda com esta medida favorecer a integração paisagística dos taludes de escavação.

Esta ação será levada a cabo quando a inclinação dos taludes é compatível com a fixação da terra vegetal, ou seja, para inclinações de talude máximas de 1/1,5 (v/h).

10.2.5 DRENAGEM LONGITUDINAL

A análise dos dados disponíveis, incluindo o reconhecimento de superfície, permitiram estabelecer um cenário provável, com base no qual se julga necessário considerar uma série de medidas que possam eliminar ou minimizar as consequências resultantes da atuação das águas subterrâneas e superficiais nos taludes de escavação, preconizando-se como metodologia geral o seguinte:

- Construção de valetas de crista que terão como função proteger os taludes dos fenómenos de ravinamento, frequentes nas formações mais erodíveis por ação das águas superficiais (solos residuais e materiais rochosos decompostos a muito alterados);
- Valetas de plataforma associadas a drenos longitudinais (quando aplicáveis), cuja profundidade varia em função das condições hidráulicas e geotécnicas do maciço onde irão ser colocados os drenos. Estes órgãos têm como função facilitar a drenagem na plataforma da via, evitando a eventual ação de subpressões.

10.3 ATERROS

Neste capítulo são apresentadas as considerações relativas aos aterros preconizados, às condições de fundação dos aterros, à geometria dos taludes e aos materiais a utilizar na sua construção. Importa referir que os aterros preconizados ao longo da plena via correspondem a alargamentos dos aterros existentes.

No Quadro seguinte apresenta-se uma síntese das principais características dos aterros a construir (acima de 2,0m de altura ao eixo), referindo-se a sua localização, altura máxima ao eixo da via, formação sobre a qual assentará o aterro, inclinação dos taludes, prospeção realizada e trabalhos na fundação.

QUADRO 25 – RESUMO DOS PRINCIPAIS ATERROS – PLENA VIA

Eixo	Localização aproximada (Km)		Extensão (m)	Formação geológica	Altura máxima (m)	Trabalhos de prospeção	Inclinação de taludes (V/H)		Trabalhos na fundação		
	Pk Inicial	Pk Final					Lado Esquerdo	Lado direito	Tipo	Localização (km)	Espessura (m)
Plena via	30+290	30+490	200	At / Hmt	2,6	-	-	1/1,5	End.	-	-
Plena via	30+550	30+875	325	At / Hmt	5,6	DPSH9	-	1/1,5	End.	-	-
Plena via	31+780	31+850	70	At / Hmt	3,4	S21	-	1/1,5	End.	-	-
Plena via	31+940	32+000	60	At / Hmt	2,1	-	-	1/1,5	-	-	-
Plena via	33+280	33+525	245	At / Hmt	6,9	S22	1/1,5	1/1,5	End.	-	-
Plena via	33+575	33+800	225	At / Hmt	7	S23	1/1,5	1/1,5	End.	-	-
Plena via	34+350	34+500	150	At / Hmt	5,8	-	1/1,5	1/1,5	End.	-	-
Plena via	34+725	35+300	575	At / Hmt	9,3	S27, DPSH10, DPSH11, S28	1/1,5	1/1,5	End. San.	- 34+790 a 34+825	- 2,0m
Plena via	36+110	36+330	220	At / Hmt	6,7	S31, DPSH12	-	1/1,5	End.	-	-
Plena via	36+675	36+860	185	At / Hmt	6,5	DPSH13, DPSH14	1/1,5	1/1,5	End. San.	- 36+690 a 36+710 36+800 a 36+820	- 1,0m 1,5m
Plena via	37+150	37+475	325	At / Hmt	16,2	DPSH15	-	1/1,5 com banquetas	End.	-	-
Plena via	37+575	37+660	85	At / Hmt	3,4	-	-	1/1,5	-	-	-
Plena via	37+980	38+050	70	At / Hmt	8,7	-	1/1,5	1/1,5	End.	-	-
Plena via	38+150	38+315	165	At / Hmt	11,0	DPSH17	1/1,5	1/1,5	End.	-	-
Plena via	38+420	38+460	40	At / Hmt	3,2	-	-	1/1,5	End.	-	-
Plena via	38+740	39+275	535	At / Hmt	28,8	DPSH18, S43, S44	-	1/1,5 com banquetas	End.	-	-
Plena via	39+960	39+995	35	At / Hmt	6,4	-	-	1/1,5	End.	-	-
Plena via	40+150	40+375	225	At / Hmt	17,8	-	-	1/1,5 com banquetas	End.	-	-
Plena via	40+470	40+620	150	At / Hmt	12,1	S46,	-	1/1,5 com banquetas	End.	-	-
Plena via	40+750	40+950	200	At / Hmt / CVSmh	20,0	-	-	1/1,5 com banquetas	End.	-	-
Plena via	40+990	41+100	110	At / CVSmh	14,4	-	-	1/1,5 com banquetas	End.	-	-
Plena via	41+190	41+520	330	At / CVSmh	24,7	-	-	1/1,5 com banquetas	End.	-	-
Plena via	41+640	41+690	50	Hmt	3,3	-	-	1/1,5	End.	-	-
Plena via	41+800	42+000	200	At / Hmt	8,0	-	-	1/1,5	End.	-	-
Plena via	42+060	42+225	165	At / Hmt	7,6	S50	1/1,5	1/1,5	End.	-	-
Plena via	43+200	43+430	230	At / Pu	5,8	DPSH21	1/1,5	1/1,5	End. San.	- 43+385 a 43+420	- 1,0m
Plena via	44+580	44+780	200	At / Pu	4,5	DPSH22	1/1,5	1/1,5	End. San.	- 44+705 a 44+745	- 1,5m

Nota: San. - Saneamento; C. Dren. - Camada Drenante; End. - Endentamento

QUADRO 26 – RESUMO DOS PRINCIPAIS ATERROS – NÓS E RESTABELECIMENTOS

Eixo	Localização aproximada (Km)		Extensão (m)	Formação geológica	Altura máxima (m)	Trabalhos de prospeção	Inclinação de taludes (V/H)		Trabalhos na fundação		
	Pk Inicial	Pk Final					Lado Esquerdo	Lado direito	Tipo	Localização (km)	Espessura (m)
Ramo D N4	0+000	0+100	100	At / Hmt	5,4	DPSH8	1/1,5	1/1,5	-	-	-
Rot.1 N4	0+040	0+100	60	Hmt	3,1	-	-	1/1,5	-	-	-
Rot.2 N4	0+000	0+131	131	At / Hmt	3	-	-	1/1,5	End.	-	-
Rest. 29-1 N4	0+075	0+282	207	At / Hmt	9,1	S12, S14, S15	1/1,5	1/1,5	-	-	-
Rest. 29-1A N4	0+000	0+140	140	Hmt	3,3	S7	1/1,5	1/1,5	-	-	-
Rest. 29-1C N4	0+000	0+075	75	Hmt	2,9	-	1/1,5	1/1,5	-	-	-
Lig. 1 N4	0+000	0+050	50	Hmt	3,5	-	1/1,5	1/1,5	-	-	-
Ramo C+D N5	0+000	0+127	127	At / Hmt	9,6	DPSH16	1/1,5	1/1,5	End.	-	-
Ramo C N5	0+140	0+200	60	At / Hmt	5,1	-	1/1,5	1/1,5	End.	-	-
Ramo D N5	0+000	0+275	275	At / Hmt	12,4	-	-	1/1,5	End.	-	-
Rot.2 N5	0+040	0+100	60	Hmt	6,3	-	-	1/1,5	End.	-	-
Rest. 38-01B N5	0+000	0+102	102	Hmt	6,2	-	1/1,5	1/1,5	End.	-	-
Ramo A+B N6	0+026	0+111	85	At / Pu	4,3	-	1/1,5	1/1,5	End.	-	-
Ramo B N6	0+000	0+102	102	At / Pu	3,3	-	-	1/1,5	End.	-	-
Ramo D N6	0+000	0+374	374	At / Pu	5,0	-	1/1,5	1/1,5	End.	-	-
Ramo C+D N6	0+000	0+059	59	Pu	5,4	-	1/1,5	1/1,5	End.	-	-
Rest. 43-1 N6	0+174	0+499	325	At / Pu	7,0	-	1/1,5	1/1,5	-	-	-
Lig.1 N6	0+000	0+080	80	At / Pu	5,9	-	1/1,5	1/1,5	-	-	-
Rot.2 N6	0+000	0+131	131	At / Pu	6,7	-	-	1/1,5	End.	-	-

Nota: San. - Saneamento; C. Dren. - Camada Drenante; End. - Endentamento

10.3.1 FUNDAÇÃO DOS ATERROS

Da análise efetuada durante o reconhecimento de campo, e dos resultados obtidos na prospeção executada considera-se que de um modo geral os materiais existentes permitem a correta fundação dos aterros preconizados.

Na construção de aterros, podem levantar-se questões de estabilidade global relacionadas com o aterro em si, a interface aterro-fundação e com a própria fundação. Nestas situações interessa conhecer a espessura dos depósitos superficiais e a qualidade do maciço subjacente, uma vez que a fundação dos aterros deverá ser feita em materiais com características adequadas.

Nesse sentido, em zonas de forte pendente transversal, com inclinações naturais superiores a 1/5 (V/H) ou com aterros já existentes do atual IC33, preconiza-se que se efetue um endentamento da fundação (criação de degraus), com o objetivo de melhorar as condições de fundação e de estabilidade dos aterros. A altura dos degraus não deve em geral ser inferior à espessura de duas camadas. A escavação deve ser executada com especiais cuidados de forma a perturbar ao mínimo o aterro existente. Caso, no decorrer das escavações, se detetem zonas com piores características nos aterros existentes deverá analisar-se a eventual necessidade de se proceder à remoção parcial ou total desses solos e a sua substituição por novos materiais.

Estas situações encontram-se identificadas no Quadro seguinte, assim como no “pente” das peças desenhadas.

QUADRO 27 – ZONAS DE ENDENTAMENTO

Traçado	Kmi - Kmf
Plena Via	27+154 – 27+558
Plena Via	27+793 – 28+187
Plena Via	28+613 – 28+866
Plena Via	29+191 – 29+359
Plena Via	30+300 – 30+421
Plena Via	30+616 – 30+887
Plena Via	31+786 – 31+854
Plena Via	33+400 – 33+512
Plena Via	33+563 – 33+656
Plena Via	33+732 – 33+816
Plena Via	34+339 – 34+512
Plena Via	34+713 – 35+300
Plena Via	35+563 – 35+737
Plena Via	36+061 – 36+362
Plena Via	36+612 – 36+869
Plena Via	37+133 – 37+432
Plena Via	37+687 – 37+739
Plena Via	37+800 – 37+850
Plena Via	37+983 – 38+033
Plena Via	38+154 – 38+320
Plena Via	38+415 – 38+461
Plena Via	38+736 – 39+437
Plena Via	39+763 – 39+787
Plena Via	39+854 – 39+898

Traçado	Kmi - Kmf
Plena Via	39+959 – 39+994
Plena Via	40+138 – 40+400
Plena Via	40+469 – 40+662
Plena Via	40+788 – 40+945
Plena Via	40+984 – 41+103
Plena Via	41+187 – 41+530
Plena Via	41+621 – 41+682
Plena Via	41+796 – 42+229
Plena Via	42+280 – 42+343
Plena Via	43+200 – 43+829
Plena Via	44+600 – 44+846
Plena Via	47+714 – 48+304
Rest. 38-02	0+055 – 0+239
Rest. 39-01	0+060 – 0+113
Rest. 40-01	0+040 - 0132
Rot.2 N4	0+000 – 0+030
Ramo C N5	0+000 – 0+062
	0+167 – 0+218
Ramo D N5	0+000 – 0+307
Ramo C+D N5	0+057 – 0+128
Rot.2 N5	0+042 – 0+112
Rest. 38-1B N5	0+000 – 0+102
Ramo A N6	0+167 – 0+216
Ramo A+B N6	0+020 – 0+111
Ramo B N6	0+000 – 0+104

Traçado	Kmi - Kmf
Ramo C N6	0+198 – 0+265
Ramo D N6	0+060 – 0+160
	0+210 – 0+230
Ramo C+D N6	0+000 – 0+059
Rot.2 N6	0+015 – 0+090
Ramo A N7	0+000 – 0+083
Ramo B N7	0+043 – 0+111

De acordo com o reconhecimento de campo efetuado e informação da prospeção realizada, e face aos alargamentos dos taludes de aterro, identificaram-se algumas zonas onde poderão existir materiais com características inadequadas para a fundação dos novos aterros (materiais aluvionares e/ou coluvionares) e que poderão carecer de saneamento. Estes locais encontram-se identificados no Quadro seguinte.

QUADRO 28 – ZONAS A SANEAR

Traçado	Kmi - Kmf	Espessura média a sanear (m)
Plena Via	34+790 – 34+825	2,0
Plena Via	36+690 – 36+710	1,0
Plena Via	36+800 – 36+820	1,5
Plena Via	43+385 – 43+420	1,0
Plena Via	44+705 – 44+745	1,5
Plena Via	47+040 – 47+070	1,5

Os solos saneados deverão ser levados a depósito definitivo.

Relativamente aos aterros de pequeno porte (altura inferior a 2 metros) e após a execução da decapagem, dever-se-á executar uma sobreescavação, até uma cota que permita a execução de pelo menos duas camadas de aterro subjacentes ao Leito de Pavimento.

De salientar que podem ocorrer outras situações não detetadas nesta fase de estudo, pelo que em fase de obra poderão identificar-se outras eventuais situações em função das reais condições encontradas.

10.3.2 MATERIAIS DOS ATERROS

Com base no reconhecimento geológico e geotécnico efetuado e nos resultados dos trabalhos de prospeção e ensaios laboratoriais realizados em ambas as fases, prevê-se que a quase totalidade dos materiais provenientes das escavações possam ser aplicados em aterro, nas seguintes condições:

- Os enrocamentos constituídos por rochas duras e medianamente fragmentáveis provenientes dos grauvaques e dos xistos (Formações Hmi, Hmt e CVS_{MH}), predominantes na quase totalidade do traçado, serão preferencialmente aplicados na fundação dos aterros de maior altura e nas zonas baixas onde se preveja o saneamento de depósitos aluvionares e coluvionares. Estes materiais poderão ser também aplicados como máscaras ou esporões drenantes.
- Os solos de alteração e materiais do tipo solo-enrocamento resultantes de escavações em materiais xistentos (Formações Hmi, Hmt e CVS_{MH}), com carácter evolutivo, devem apenas ser aplicados no corpo dos aterros. Para estes materiais dever-se-á seguir, para a colocação do material, a deposição “em cordão” em que o material é descarregado 5 metros antes da frente de aplicação e dever-se-á proceder a uma fragmentação complementar. O seu espalhamento deverá ser feito por camadas de espessura não superior a 0,40 m, com compactação intensa, de preferência com cilindros vibradores “pés-de-carneiro” ou “pés-de-cunha” e com rega.
- Os solos arenosos resultantes de escavações na Formação Pu podem ser aplicados no corpo de aterros, PIA e PSA. No caso de que se detetem níveis mais argilosos com espessuras significativas dever-se-á proceder à sua homogeneização prévia e/ou serem misturados com outros materiais de fração grosseira.
- Para os aterros de maior altura (>12m) e/ou em zonas de forte pendente dever-se-á recorrer aos materiais com melhor qualidade provenientes das escavações preconizadas, devendo para o efeito ser efetuada uma avaliação criteriosa dos materiais escavados e se necessário recorrer a depósitos provisórios.

10.3.3 GEOMETRIA DOS TALUDES DE ATERRO

Tendo em consideração as características dos materiais a utilizar nos aterros, suas alturas e integração paisagística, preconiza-se para os taludes de aterro uma inclinação geral de 1/1,5 (v/h). Nos aterros de maior altura preconiza-se a colocação de banquetas, que serão impermeabilizadas.

A inclinação geral de 1/1,5 (v/h) adotada representa um compromisso entre a necessidade de assegurar o bom comportamento mecânico dos aterros e o imperativo de otimizar o balanço escavação/aterro, tendo ainda em consideração condicionantes de natureza ambiental e paisagística, garantindo maior sucesso no revestimento vegetal dos taludes por espécies vegetais devido à menor inclinação e menor impacte visual no conjunto da paisagem.

10.3.4 ESTABILIDADE DOS TALUDES DE ATERRO

A estabilidade dos aterros depende principalmente de dois fatores: a estabilidade própria do aterro e a estabilidade do conjunto aterro-fundação.

A própria estabilidade do aterro depende fundamentalmente da pendente dos taludes, da sua altura e as características resistentes do material disponível para a sua construção.

Serão as condições de estabilidade as determinantes para o comportamento dos aterros, uma vez que as condições de fundação são, no geral, favoráveis.

A análise de estabilidade global foi avaliada através da possibilidade de formação de um mecanismo de rotura circular (superfície de escorregamento), recorrendo ao programa de cálculo SLIDE (v6.005) da Rocscience.

Os cálculos de estabilidade realizados para os taludes de aterro seguiram a metodologia do Eurocódigo 7 (EC7).

Na determinação da estabilidade global, segundo as combinações do EC7, foram considerados os seguintes parâmetros geotécnicos:

Aterros existentes (At)	Parâmetros base:
Densidade (kn/m ³)	20
Ângulo de atrito (°)	35
Coesão (kPa)	0

Aterros a construir	Parâmetros base:
Densidade (kn/m ³)	20
Ângulo de atrito (°)	36
Coesão (kPa)	0

Material de fundação	Parâmetros base:
Densidade (kn/m ³)	22
Ângulo de atrito (°)	40
Coesão (kPa)	50

O coeficiente sísmico foi determinado de acordo com o EC-8, nomeadamente:

- Coeficiente sísmico horizontal (KH) = 0,09
- Coeficiente sísmico vertical (Kv) = 0,04

Para o cálculo de estabilidade escolheu-se o perfil mais condicionante, nomeadamente o que apresenta a maior altura de aterro (com 28,8m) que se desenvolve em meia encosta - perfil transversal ao km 38+958 da plena via. Os cálculos foram efetuados considerando uma sobrecarga de 10 kN/m². Os parâmetros definidos consideram que estes aterros de maior altura serão executados preferencialmente com materiais do tipo solo-

enrocamento, ou materiais que apresentem, como mínimo, características de solos pertencentes à classe A-2-4(0) (classificação AASHTO).

No Quadro seguinte apresentam-se os resultados obtidos nos cálculos de estabilidade realizados.

QUADRO 29 – FATORES DE SEGURANÇA OBTIDOS NOS CÁLCULOS DE ESTABILIDADE REALIZADOS

Situação	Combinação (EC-7)	Fator de segurança
38+958	1.1	1,4
	1.2	1,1
	"sismo"	1,1

Nas figuras seguintes apresentam-se os layouts de cálculo.

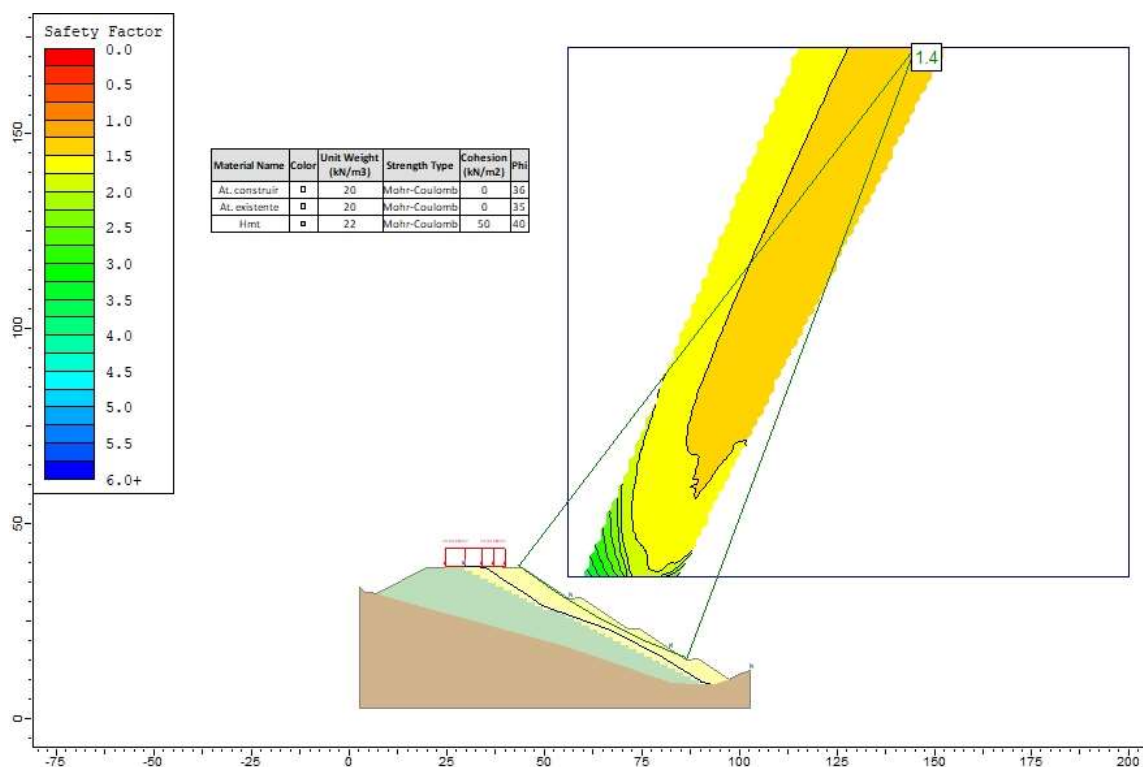


FIGURA 19 – CÁLCULO ESTABILIDADE COMBINAÇÃO 1.1 DO ATERRO AO KM 38+958

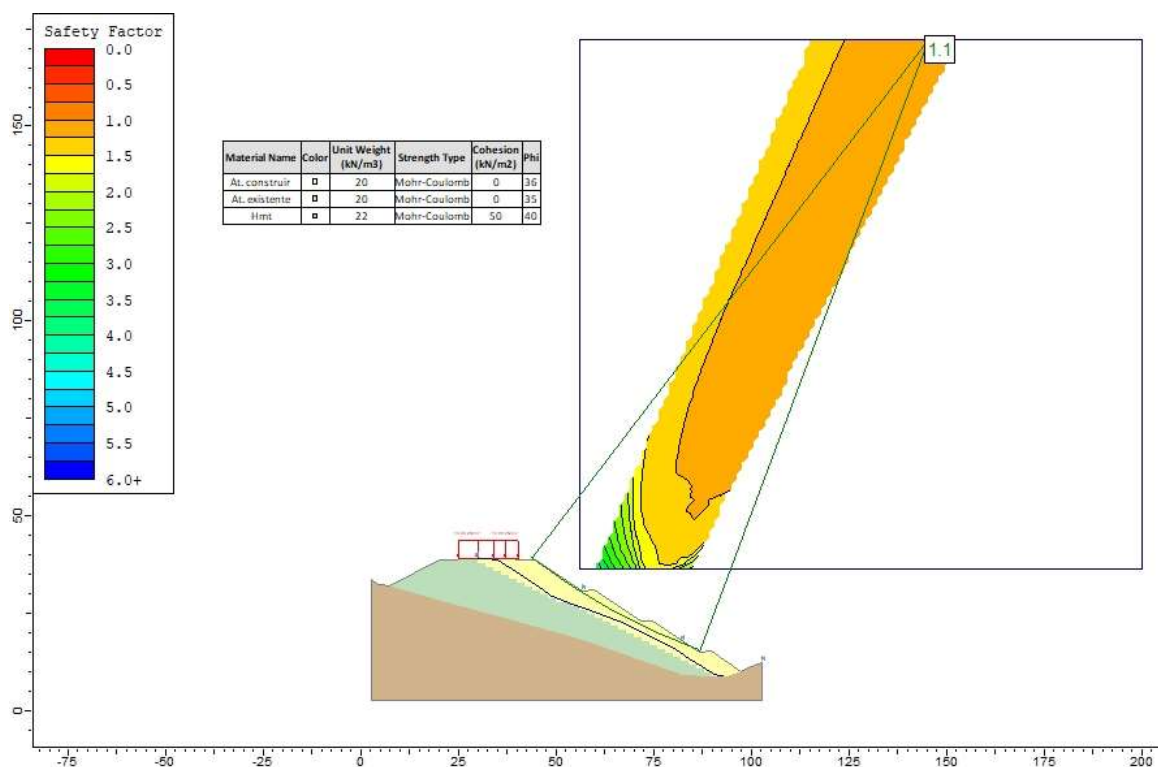


FIGURA 20 – CÁLCULO ESTABILIDADE COMBINAÇÃO 1.2 DO ATERRO AO KM 38+958

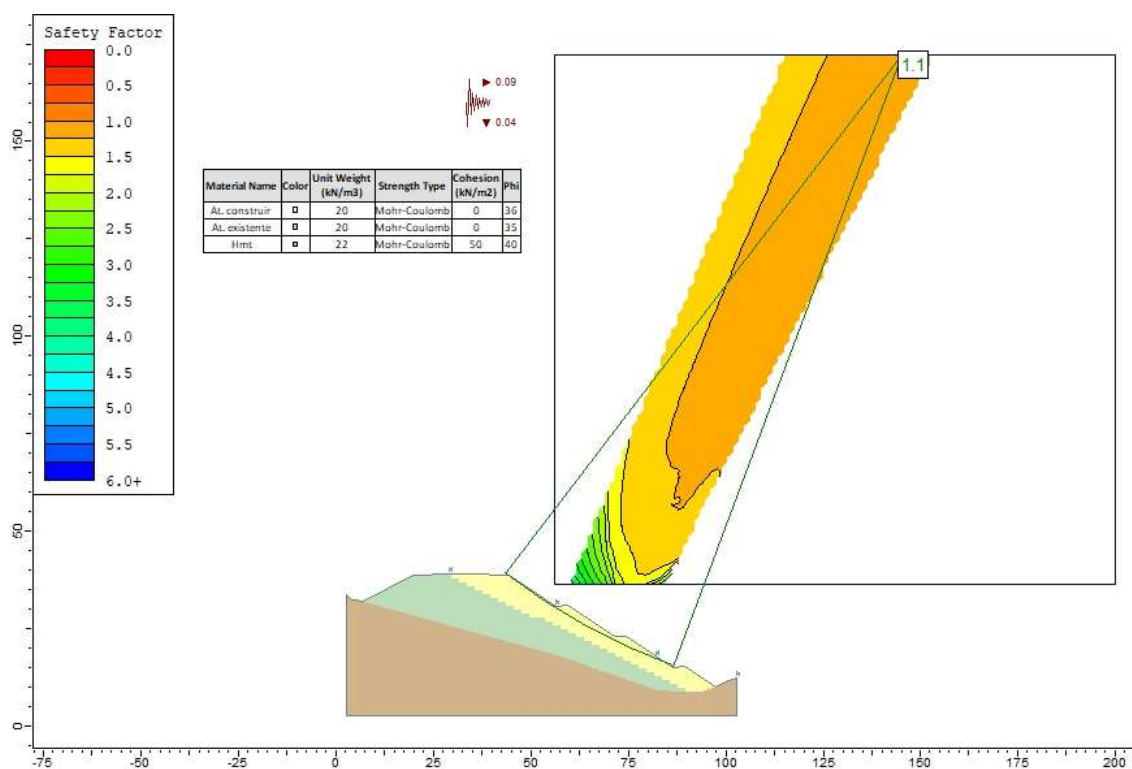


FIGURA 21 – CÁLCULO ESTABILIDADE COMBINAÇÃO SISMO DO ATERRO AO KM 38+958

Como se pode constatar para estas condições geotécnicas e com a geometria preconizada, obteve-se segundo a metodologia do EC-7 um fator de segurança superior a 1.

10.3.5 REVESTIMENTO DOS TALUDES DE ATERRO

À semelhança do que se definiu para os taludes de escavação e com o objetivo de evitar o ravinamento provocado pela escorrência das águas superficiais, preconiza-se o revestimento dos taludes de aterro com terra vegetal, a qual deverá ser recoberta com espécies vegetais adequadas. Pretende-se ainda com esta medida favorecer a integração paisagística dos taludes de aterro.

Recomenda-se que essa proteção seja realizada o mais cedo possível após a conclusão dos trabalhos, a fim de evitar a degradação e erosão da superfície dos taludes com as primeiras chuvas.

10.3.6 DRENAGEM LONGITUDINAL

As características hidrológicas da região levam a considerar necessárias a adoção de uma série de medidas, nomeadamente:

- Construção de valas de pé de talude, sempre que o estudo hidráulico o justifique, de modo a evitar a acumulação das águas da chuva no pé dos taludes.

10.3.7 ATERROS TÉCNICOS

Designam-se por “aterros técnicos” os aterros a realizar em zonas de difícil acesso, e onde não é possível que o equipamento correntemente utilizado no espalhamento e compactação dos materiais de aterro opere normalmente. Entre outros, são igualmente considerados aterros técnicos, aqueles situados junto a encontros de obras de arte ou a outro tipo de estruturas enterradas, aterros junto a muros de suporte e passagens hidráulicas de pequeno ou de grande diâmetro, passagens agrícolas.

Os aterros técnicos terão as seguintes geometrias, em função das estruturas adoptadas:

- Estruturas enterradas de pequena dimensão (diâmetro ou lado “D” $\leq 2.50\text{m}$) – Nestas situações o aterro técnico será constituído por um prisma de secção trapezoidal que envolverá a estrutura e cuja secção terá a seguinte geometria:
 - Base maior 5d
 - Base menor 2d
 - Altura 1,5d
- Estruturas enterradas de média a grande dimensão (altura “H” $\leq 2.50\text{m}$) – No caso em que estas estruturas tiverem curvaturas junto à fundação proceder-se-á ao seu enchimento prévio. Seguidamente será construída uma cunha de cada lado da estrutura que terá a seguinte geometria:
 - Base 3m
 - Altura h+1m
 - Lado superior $2xh + 3\text{m}$
- Encontros, montantes de obras de arte e muros de suporte – Nestas situações será construído por um prisma de secção trapezoidal com a seguinte geometria:
 - Base maior h+10m
 - Base menor 10m

- Altura h igual à altura da estrutura

Estes aterros devem ser cuidadosamente construídos. As camadas devem ser executadas simetricamente em relação à estrutura, e a sua espessura deve ser ajustada às características do aterro, da estrutura a envolver, das condições de execução e do material do aterro utilizado.

Estes materiais a aplicar nos aterros técnicos deverão cumprir com as exigências especificadas no Caderno de Encargo. A extensão do aterro técnico deverá ser definida em função das obras de arte preconizadas.

A ligação entre os aterros técnicos e os aterros confinantes deve ser feita através do endentamento das camadas que constituem o segundo aterro, no primeiro através de degraus recortados no primeiro aterro com espessura igual à espessura das camadas.

10.4 CONDIÇÕES DE FUNDAÇÃO DO PAVIMENTO

O estudo da pavimentação foi elaborado tendo em consideração uma fundação com um módulo de deformabilidade de 60 MPa – Classe de Fundação F2. Face aos tipos de materiais que serão utilizados em PSA (numa espessura de 0,85m, com solos no mínimo pertencentes à classe S2), é possível prever que se poderá alcançar o módulo de deformabilidade considerado construindo a camada de Leito de Pavimento (LP) em ABGE numa espessura de 0,15 m.

Nos trechos em escavação em rocha utilizar-se-á a mesma espessura (0,15m) de Leito de Pavimento em ABGE para regularização da superfície.

11 CONDIÇÕES DE FUNDAÇÃO DAS OBRAS DE ARTE

No que se refere às obras de arte preconizadas, e com base na prospeção realizadas, foram definidas as seguintes condições de fundação (ver Quadro seguinte).

QUADRO 30 – CONDIÇÕES DE FUNDAÇÃO DAS OBRAS DE ARTE PRECONIZADAS

Obra de Arte	Prospeção realizada	Formação Geológica	Condições de Fundação
PS29	S12, S13 e S15	At/Hmt	Fundação Direta
PA30.01	S18	At/Hmt	Fundação Direta
PA31.01	S21	Hmt	Fundação Direta
PA33.01	S22	At/Hmt	Fundação Direta
PA33.02	S23	At/Hmt	Fundação Direta
PA34.01	S27	At/Hmt	F. Direta, substituição de solos numa espessura de 0,5m

Obra de Arte	Prospecção realizada	Formação Geológica	Condições de Fundação
PA35.01	S28	At/Hmt	Fundação Direta
PA36.01	S31	At/Hmt	F. Direta, substituição de solos numa espessura de 1,5m
PA37.01	S34	At/Hmt	Fundação Direta
PI38	-	At/Hmt	Fundação Indireta (por método construtivo)
PA38.02	S43	At/Hmt	F. Direta, substituição de solos numa espessura de 1,0m
PA39.01	S44	At/Hmt	F. Direta, substituição de solos numa espessura de 1,0m
PA40.01	S46	At/Hmt	Fundação Direta
PA42.01	S50	At/Hmt	Fundação Direta
PA42.02	S53	At/Hmt	F. Direta, substituição de solos numa espessura de 1,0m
PA44.02	-	Pu	Fundação Direta
PS43	-	At/Pu	Fundação Indireta

Para uma análise mais detalhada ver os Estudo Geológicos e Geotécnicos apresentados em Volume específico nos projetos das obras de arte.

12 PROGRAMA DE PROSPECÇÃO GEOLÓGICO/GEOTÉCNICA EM FASE DE OBRA

O presente plano de prospeção visa colmatar as lacunas de prospeção existentes no presente Projeto de Execução derivadas da não autorização de execução por parte dos proprietários dos terrenos que são atravessados pelo traçado em estudo, nomeadamente no que se refere às condições de fundação de algumas obras de arte.

Nos parágrafos seguintes apresenta-se a definição do tipo e quantidade de trabalhos que deverão ser considerados em obra.

12.1 SONDAGENS MECÂNICAS

Preconiza-se a realização de 8 sondagens mecânicas, sempre que possível, acompanhadas de ensaios SPT.

As sondagens serão executadas nos locais assinalados nas peças desenhadas em planta (prospecção assinalada como “RFO” – prospecção a realizar em fase de obra que corresponde à prospecção não realizada na fase de projeto) e serão realizadas nos locais onde não se pôde realizar antes e se pretende obter informação que possibilite definir critérios geológico-geotécnicos para a aferição da qualidade do maciço para avaliação das condições de fundação de obras de arte.

No Quadro seguinte apresenta-se um resumo das sondagens a realizar. Estes trabalhos encontram-se quantificados em Volume específico nos projetos das obras de arte.

Sondagem	Localização	Comprimento estimado (m)	Objetivo
S-13	29+893	7,5	Condições de fundação - PS29
S-38	00+150 (Rest. 38-1)	10,0	Condições de fundação PI38
S-39	00+200 (Rest. 38-1)	10,0	Condições de fundação PI38
S-58	44+660 (Rest. 44-02)	10,5	Condições de fundação da PA44.02
SOB-1	0+350 (Rest. 43-1)	15,0	Condições de fundação PS43-01
SOB-2	0+350 (Rest. 43-1)	15,0	Condições de fundação PS43-01
SOB-3	0+350 (Rest. 43-1)	15,0	Condições de fundação PS43-01
SOB-4	0+350 (Rest. 43-1)	15,0	Condições de fundação PS43-01

Como critério de paragem, as sondagens a realizar progredirão até que se cumpra: obtenção de três negas ($N_{SPT} > 60$) consecutivas em ensaios SPT espaçados de 1,5 metros, ou atravessamento do maciço rochoso em 3 metros de furação à rotação com amostragem contínua. Nas zonas em escavação, assegurar-se-á que a sondagem atinge uma cota de 2 metros abaixo da cota da rasante.

Nos furos de sondagem deverá ser efetuada a leitura dos níveis de água e verificada a sua eventual evolução.

12.2 ENSAIOS DE PENETRAÇÃO DINÂMICA NORMALIZADA (SPT)

No decurso da furação com sonda, a ser efetuada em maciços terrosos e/ou rochosos muito degradados deverão ser executados, com carácter sistemático, ensaios SPT («Standard Penetration Test») com espaçamento de 1,5 metros e sempre que se verifique uma variação substancial na natureza dos terrenos, de forma a avaliar o comportamento mecânico do material em termos de compacidade relativa e/ou consistência.

O ensaio SPT é um ensaio de penetração dinâmica normalizado, que consiste em cravar no terreno um amostrador, à custa de pancadas de um pilão que cai de uma determinada altura, contando-se o número de pancadas necessárias à cravação de 30 cm.

13 BIBLIOGRAFIA

Para a realização do presente documento consultou-se a seguinte bibliografia:

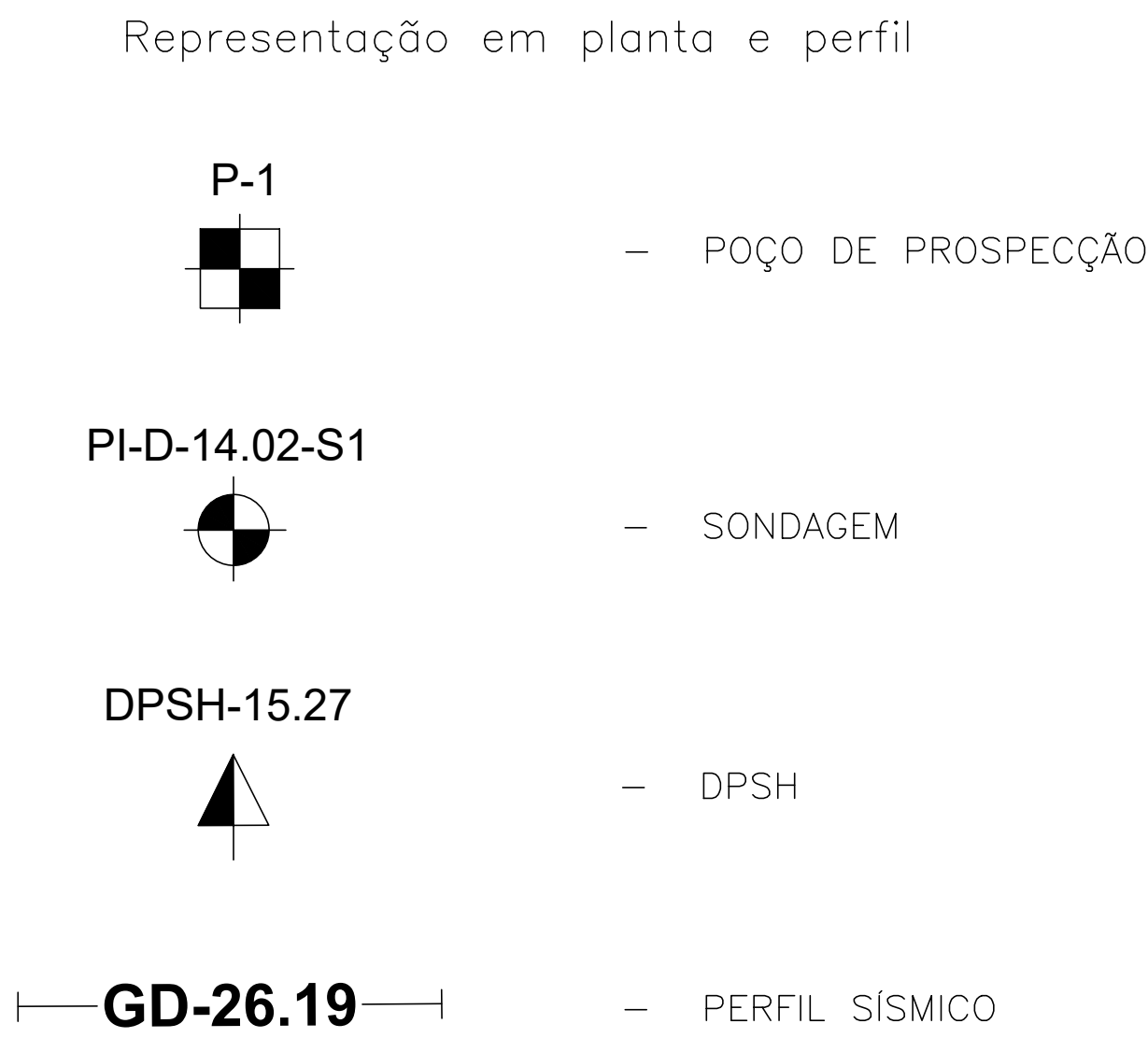
- Serviços Geológicos de Portugal (1993) - Carta Geológica de Portugal (1/50.000), Folha 42-C Santiago do Cacém, e respetiva Notícia Explicativa.
- Laboratório Nacional de Energia e Geologia (2016) – Carta Geológica de Portugal (1/50.000), Folha 42-A de Grândola, e respetiva Notícia explicativa.
- Serviços Geológicos de Portugal (1984) - Carta Geológica de Portugal (1/200.000), Folha 7, e respetiva Notícia Explicativa.
- Almeida, C; Mendonça, J; Jesus, M. e Gomes, A. (2000) – “Sistemas Aquíferos de Portugal Continental”. Centro de Geologia e Instituto da Água.
- Projeto de Execução Subconcessão da Auto-Estrada do Baixo Alentejo, Lanço D2: IP8 - Nó de Relvas Verdes / Nó do Roncão (IC33) – Volume P1.3 Geologia e Geotecnia.

LITOSTRATIGRAFIA

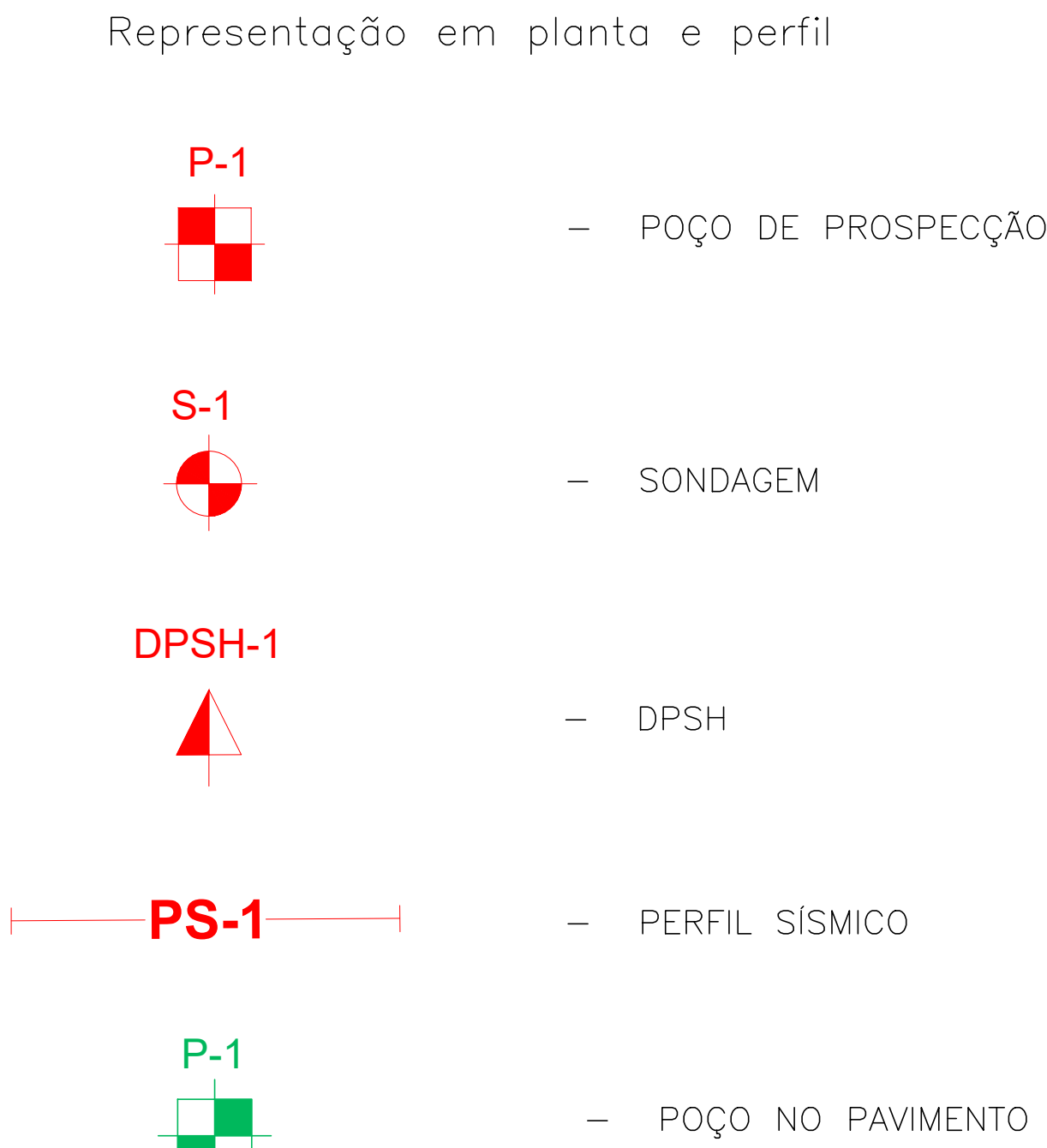
Cenozóico	Quaternário	Recente	Atnc	Depósitos de aterro não controlado
			Atc	Depósitos de aterro controlado
			a/Co	Depósitos aluvionares e coluvionares
	Neogénico	Pliocénico	PU	Formação de Ulme: arenitos, por vezes com seixos dispersos
	Paleogénico	Eocénico - Oligocénico	Φ_{vg}	Formação de Vale do Guizo: argilitos, arenitos finos argilosos, arenitos e conglomerados
Paleozóico	Carbónico	Serpukoviano	Hmi	Formação de Mira: xistos e grauvaques (turbiditos)
			Hmt	Formação de Mértola: xistos e grauvaques
	Viseano		CVS_{MH}	Sequência de Monte das Hortas: xistos e siltitos, xistos siliciosose tufitos

SIMBOLOGIA

Prospeção Geológico-Geotécnica existente (2009):



Prospeção Geológico-Geotécnica realizada (2023):

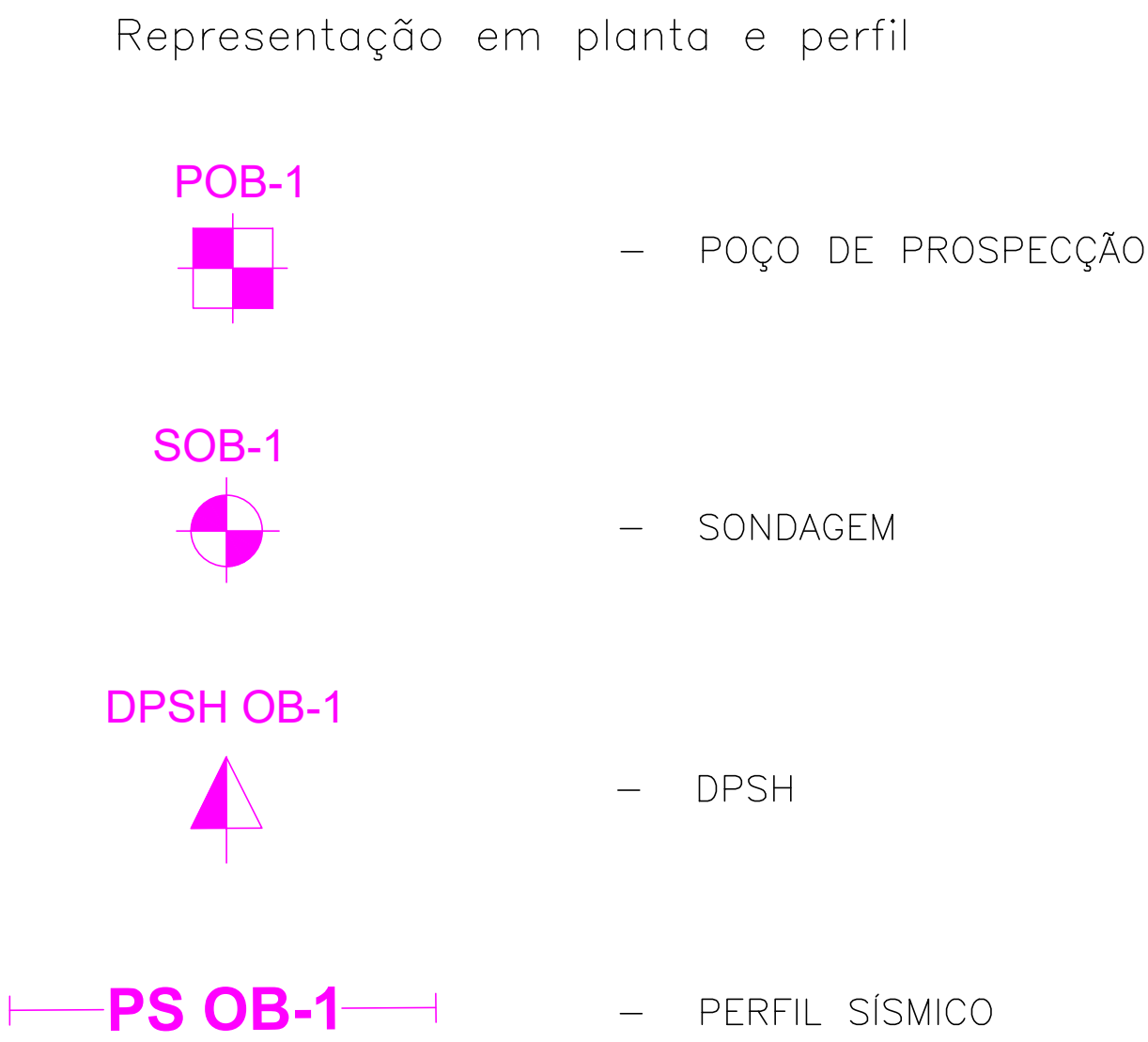


(NR) – PROSPECÇÃO NÃO REALIZADA – A REALIZAR EM FASE DE OBRA

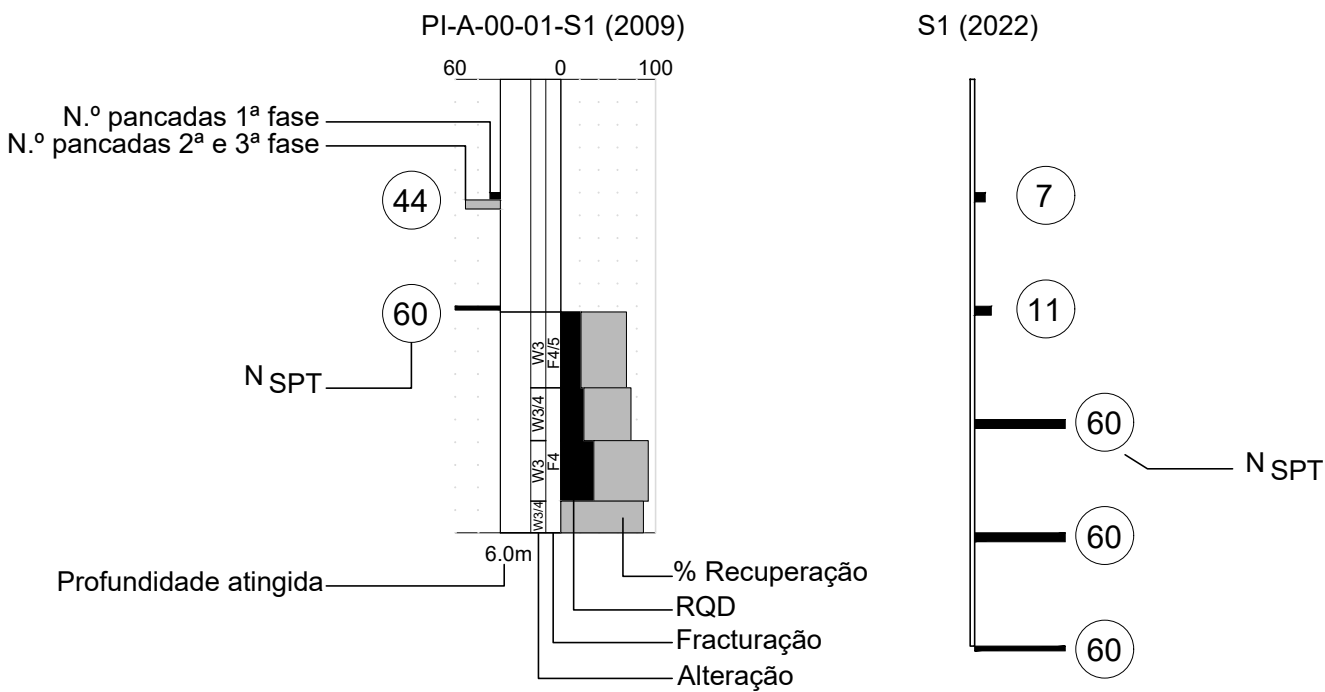
ENSAIOS DE LABORATÓRIO SOBRE AMOSTRAS REMEXIDAS

Poço nº (profundidade da amostra)	PD-24.29	Am. de 0,50 a 1,40	
Limite de liquidez	LL(%): 31	IP(%): 11	Índice de plasticidade
Teor de água natural	Wnat(%): 8,8	(%)#200: 65	% que passa no peneiro # 200 ASTM (finos)
	E.A. (%): 3	Az.Met(g/100g): 1,6	Valor de Azul de Metileno
Equivalente de Areia		Proctor Modificado	
Baridade seca máxima no ensaio Proctor modificado	γ_m^3 (kN/m ³): 17,9	Wopt(%): 17,2	Teor de água ótimo no ensaio Proctor modificado
California Bearing Ratio	CBR(%): 9	Exp. Rel.(%): 2	
	Classificação Rodoviária: A-6(5)		Classificações rodoviária (AASHTO) e Unificada, GTR e MCPRRN
GTR:	MCPRRN:		

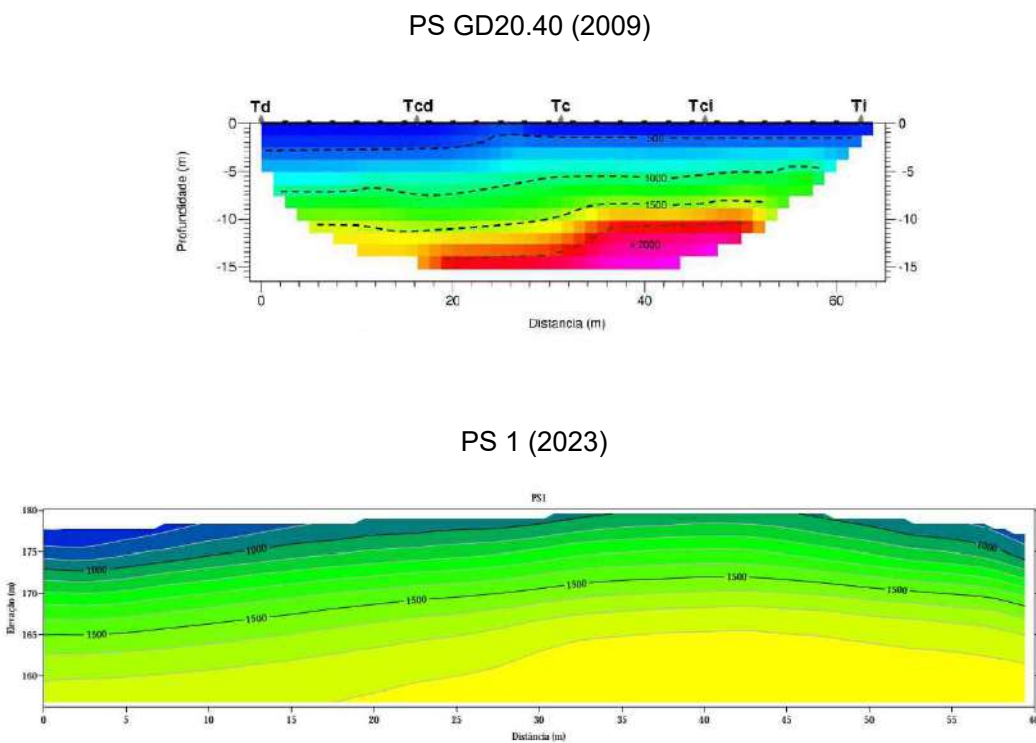
Prospeção Geológico-Geotécnica adicional a realizar em obra:



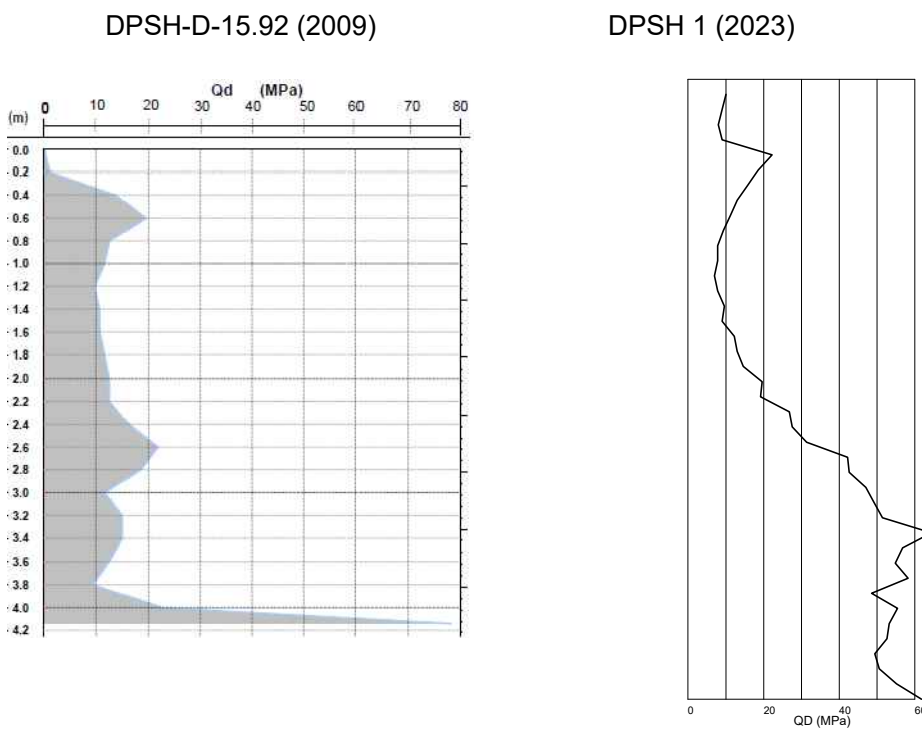
SONDAGENS

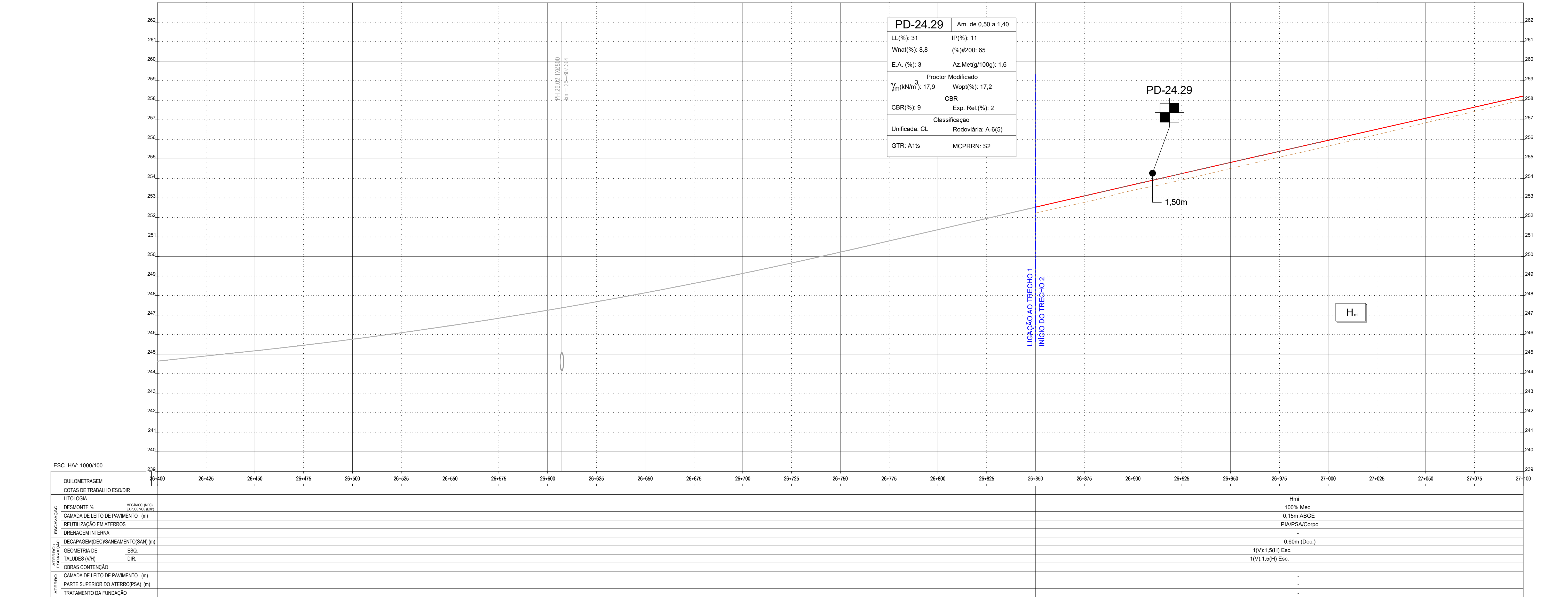
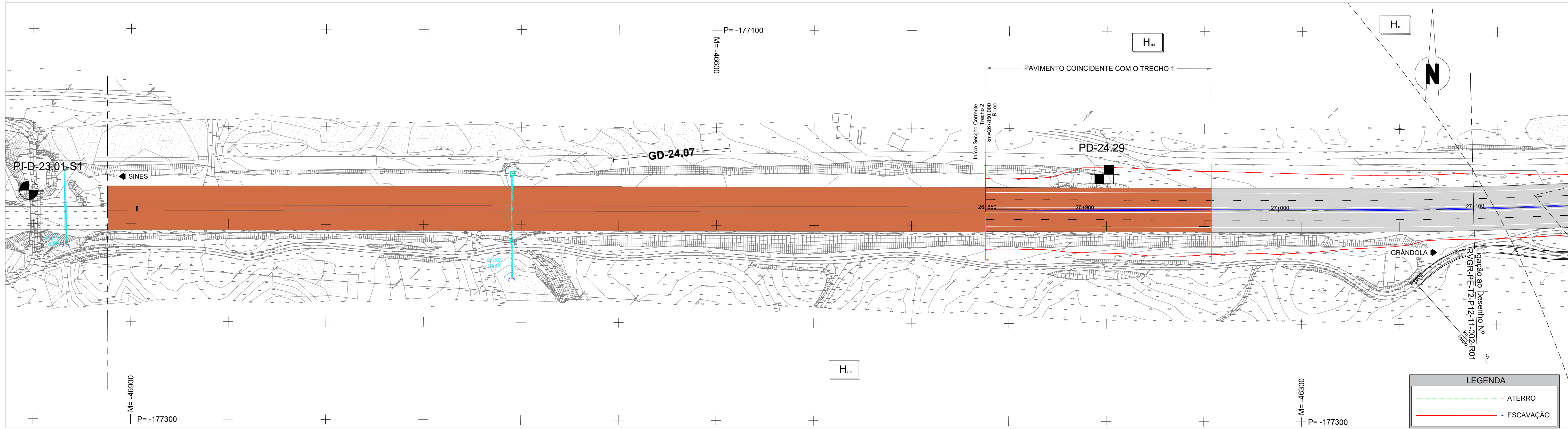


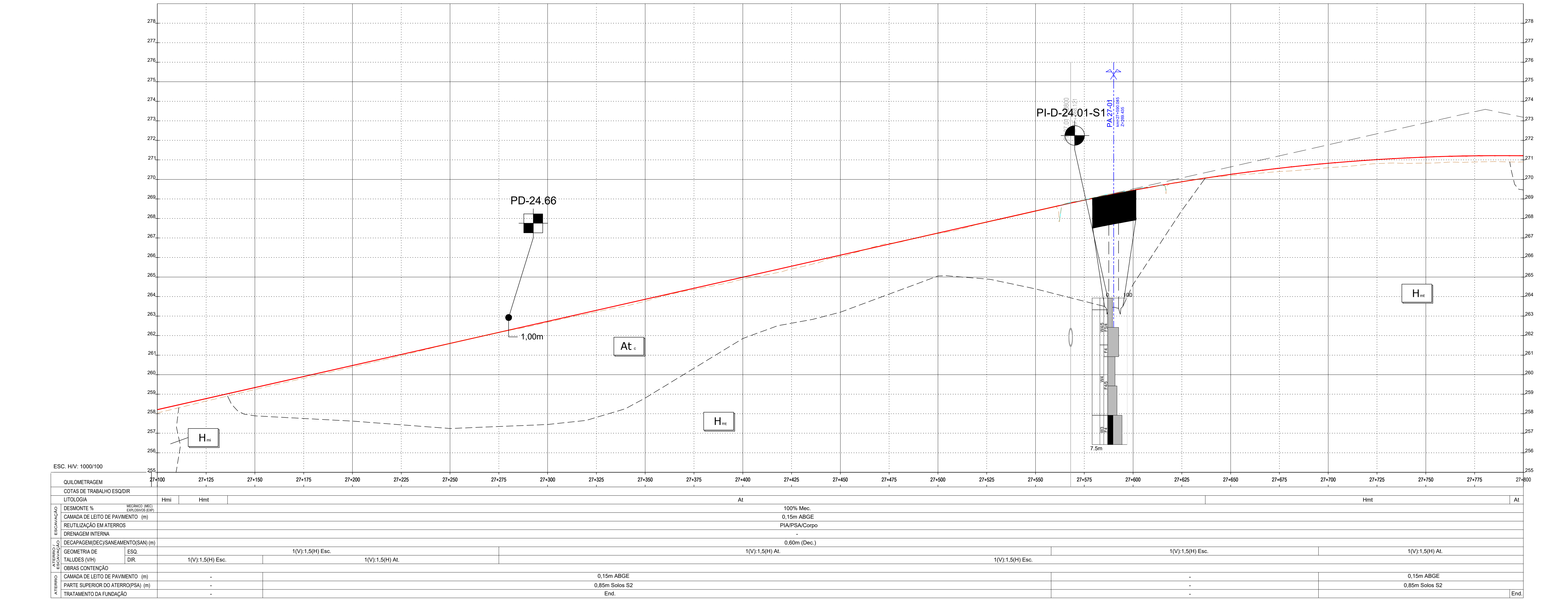
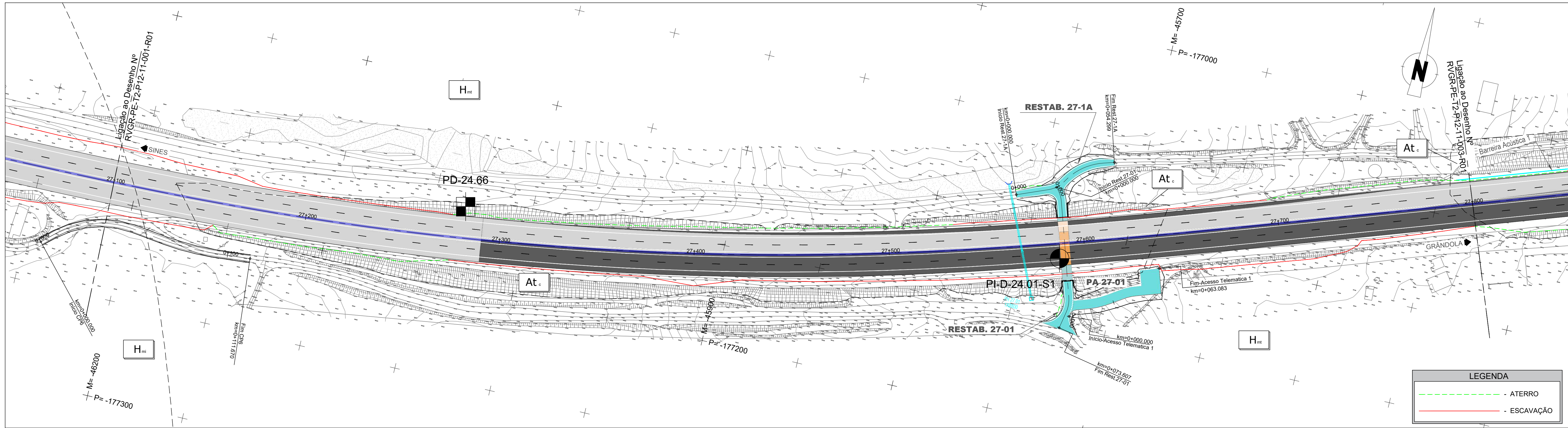
PERFIS SÍSMICOS

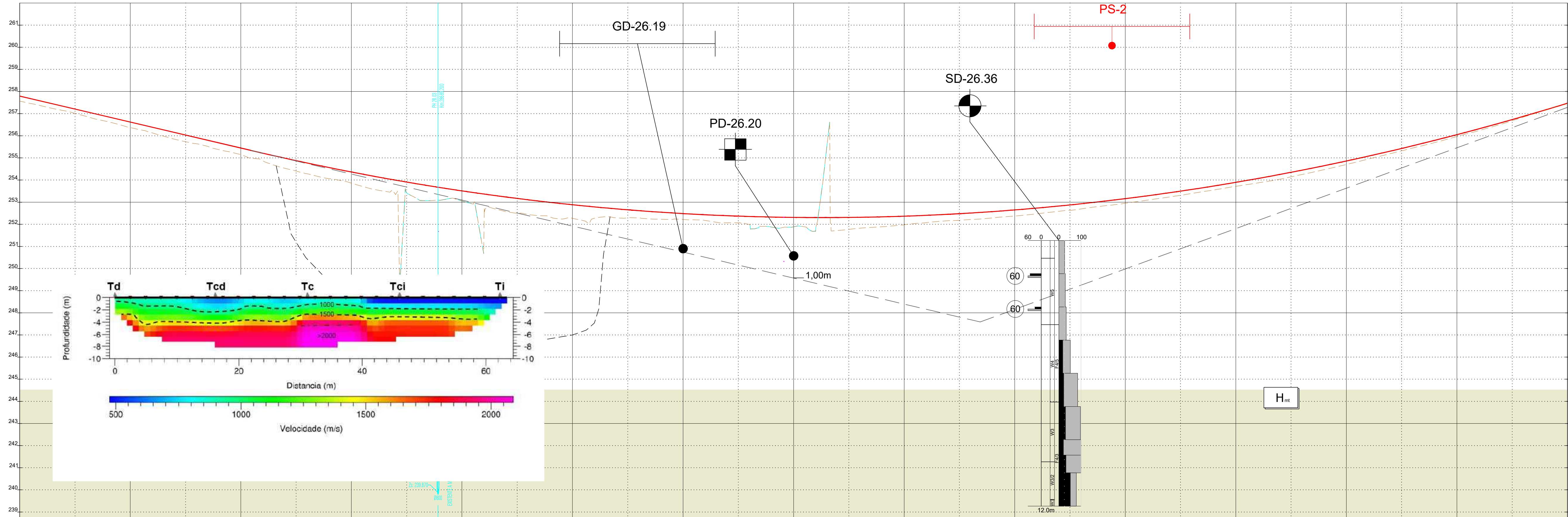
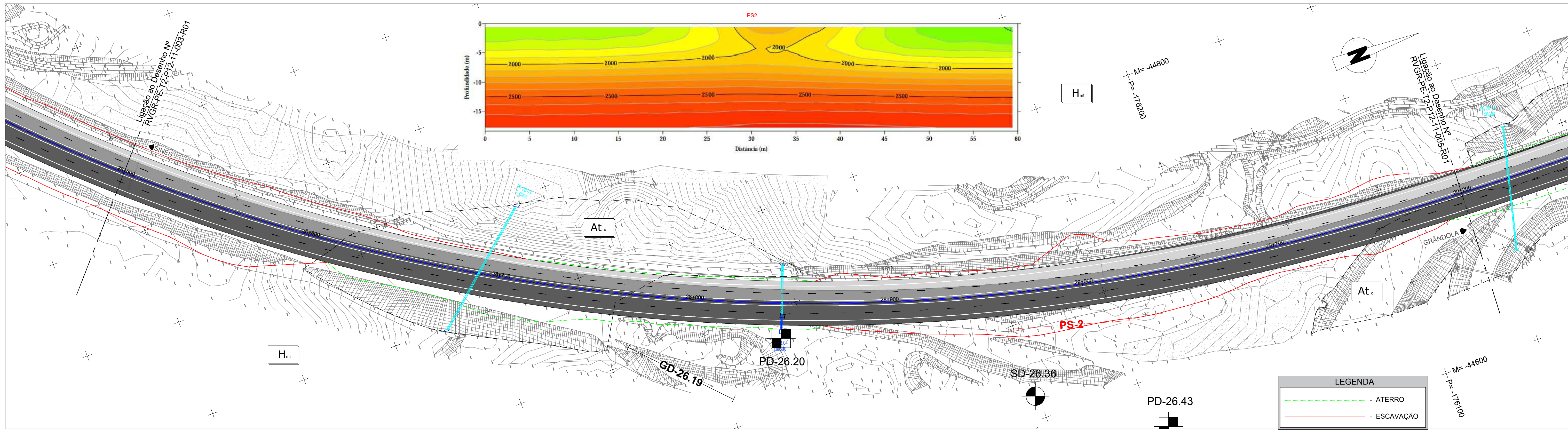


DPSH

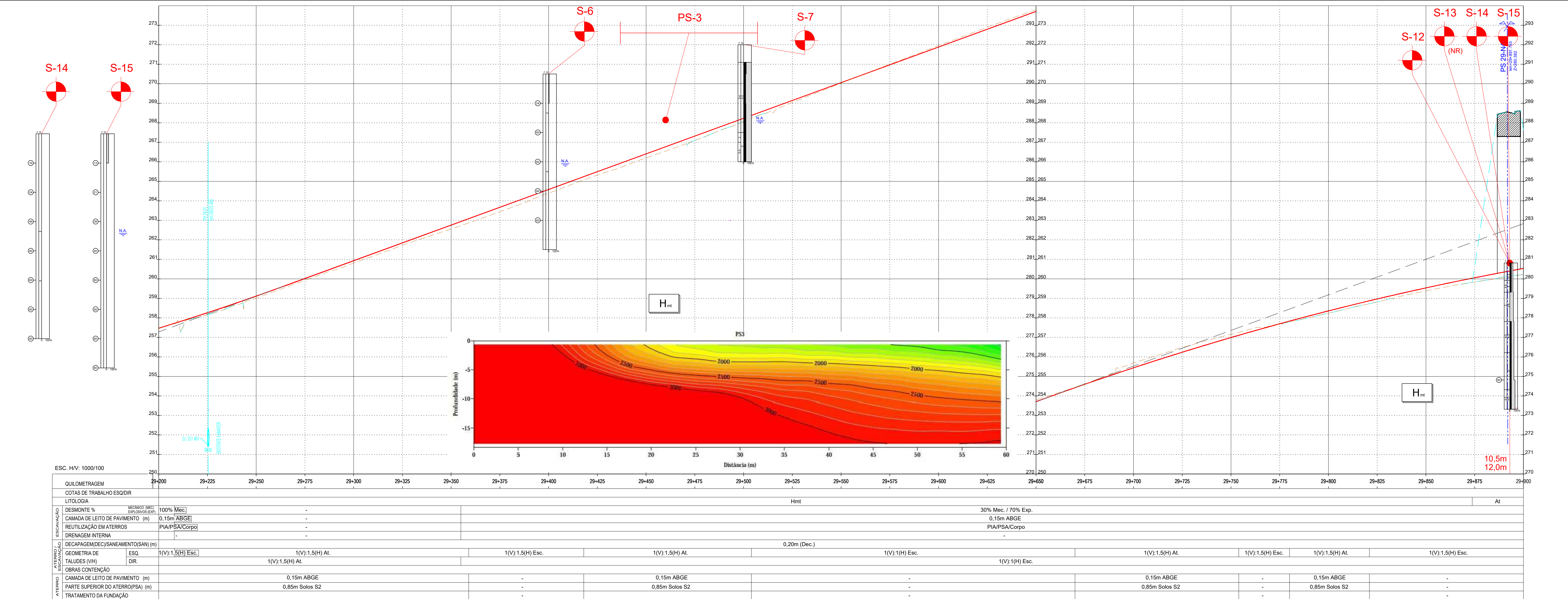
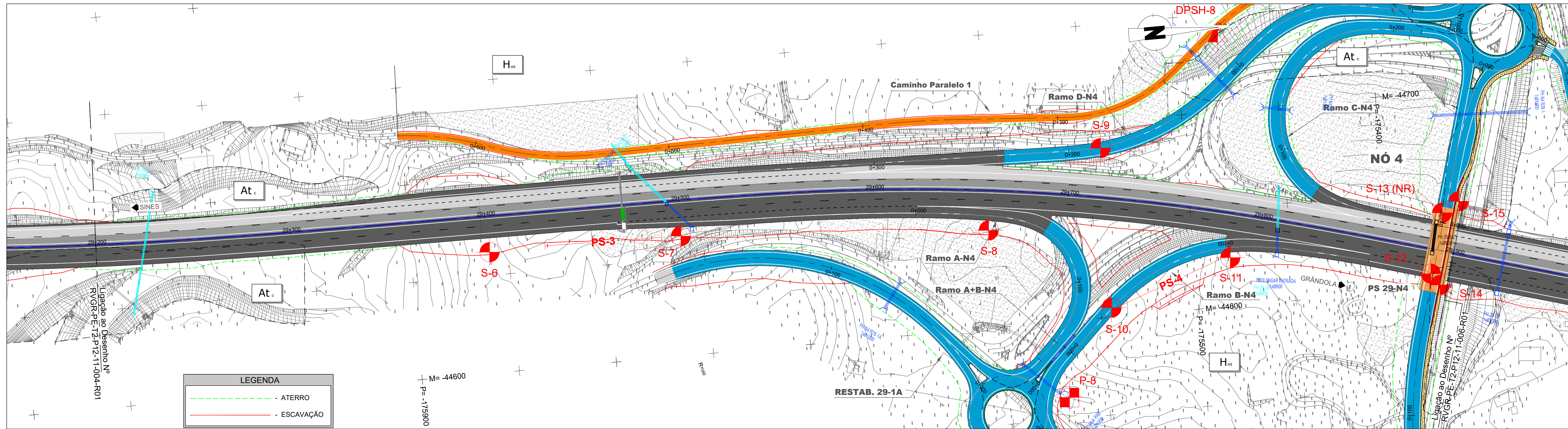


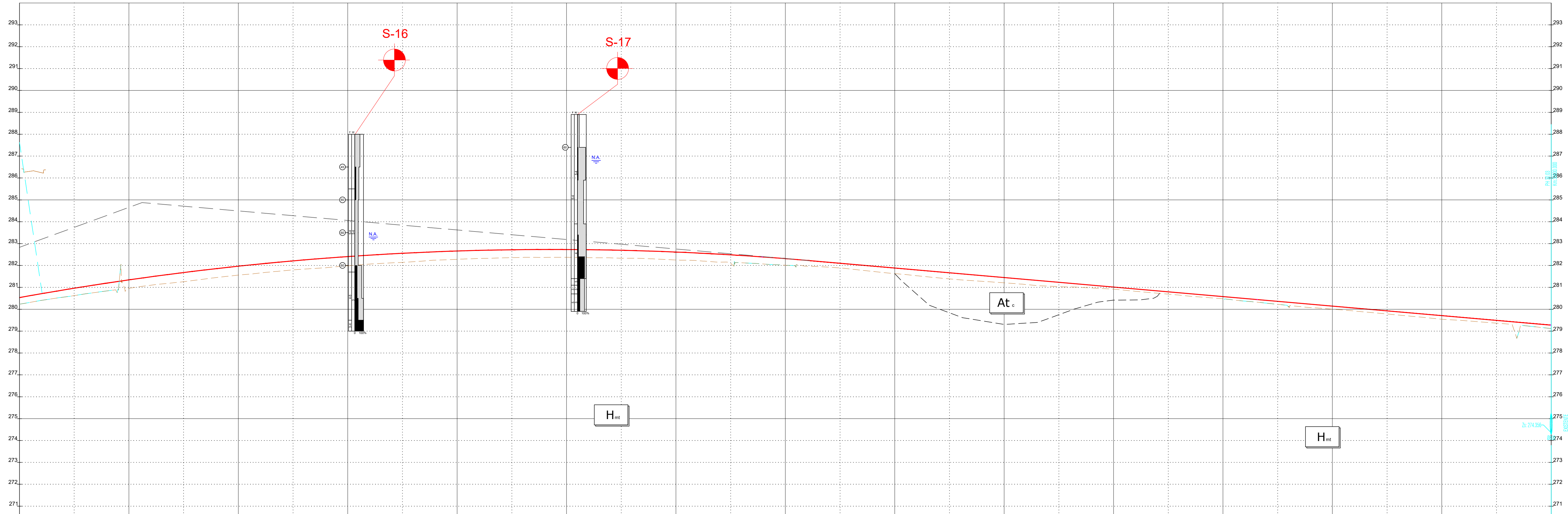
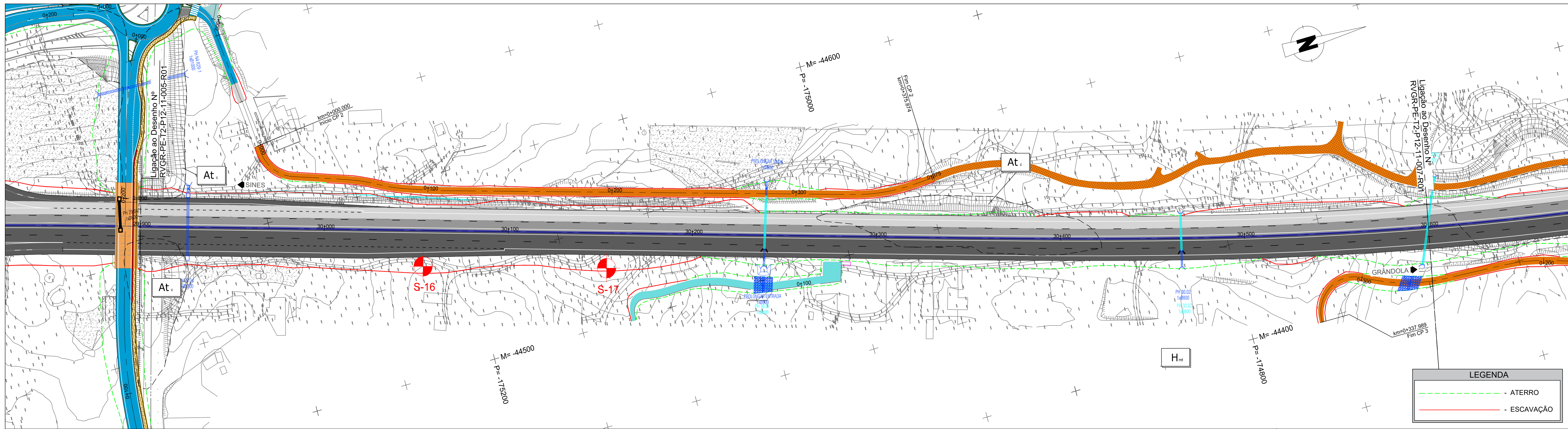






ESC. H/V: 1000/100		238																											
QUILOMETRAGEM		28+50028+52528+55028+57528+60028+62528+65028+67528+70028+72528+75028+77528+80028+82528+85028+87528+90028+92528+95028+97529+00029+02529+05029+07529+10029+12529+15029+17529+200																											
COTAS DE TRABALHO ESO/DIR																													
LITOLOGIA		Hmt														At													
DESMONTE %		70% Mec. / 30% Exp.														-													
CAMADA DE LEITO DE PAVIMENTO (m)		0,15m ABGE														-													
REUTILIZAÇÃO EM ATERROS		PIA/PSA/Corpo														-													
DRENAGEM INTERNA		-														-													
DECAPAGEM(DEC)/SANEAMENTO(SAN) (m)																0,60m (Dec.)													
GEOMETRIA DE TALUDES (V/H)		1(V):1,5(H) Esc.														1(V):1,5(H) At.													
ESQ. DIR.		1(V):1,5(H) Esc.														1(V):1(H) Esc.													
OBRAS CONTENÇÃO																													
CAMADA DE LEITO DE PAVIMENTO (m)		-														0,15m ABGE													
PARTE SUPERIOR DO ATERRO(PSA) (m)		-														0,85m Solos S2													
TRATAMENTO DA FUNDAÇÃO		-														End.													





ESC. HV: 1000/100		29+000	29+025	29+050	29+075	30+000	30+025	30+050	30+075	30+100	30+125	30+150	30+175	30+200	30+225	30+250	30+275	30+300	30+325	30+350	30+375	30+400	30+425	30+450	30+475	30+500	30+525	30+550	30+575	30+600	
QUILOMETRAGEM																															
COTAS DE TRABALHO ESQ/DIR																															
LITOLOGIA		At	Hmt																												
CAMADA DE LEITO DE PAVIMENTO (m)	DESMONTE %	30% Mec. / 70% Exp.																													
	CAMADA DE LEITO DE PAVIMENTO (m)	0,15m ABGE																													
	REUTILIZAÇÃO EM ATERROS	PIA/PSA/Corpo																													
	DRENAGEM INTERNA	-																													
	DECAPAGEM(DEC)/SANEAMENTO(SAN) (m)	0,20m (Dec.)																													
GEOMETRIA DE TALUDES (V/H)	ESQ.	1(V):1,5(H) Esc.																													
	DIR.	1(V):1(H) Esc.																													
OBRAS CONTENÇÃO																															
CAMADA DE LEITO DE PAVIMENTO (m)		0,15m ABGE																													
PARTE SUPERIOR DO ATERRO(PSA) (m)		0,85m Solos S2																													
TRATAMENTO DA FUNDAÇÃO		End.																													

