GEOTECNIA PORTUGUESA
ENQUADRAMENTO E PERSPECTIVAS FUTURAS

Carlos J. Oliveira Baião
carlos.baiao@cenor.pt

Geotecnia - enquadramento

Engenharia Geológica →

Intervenções em formações geológicas, destinadas à obtenção de matérias primas, ou à utilização dessas formações na construção de infra-estruturas diversas, com a eventual criação de espaços sub-superficiais ou subterrâneos, e na sua conservação e valorização, no âmbito do ordenamento do território

Áreas de intervenção:

- Águas subterrâneas
- Pesquisa, lavra e tratamento de recursos minerais metálicos, não metálicos, carvões, rochas ornamentais e industriais
- Sondagens e prospecção geofísica
- Emprego de explosivos em operações de desmonte, escavações e demolições
- **Obras geotécnicas**
- Petróleo, Gás natural e Geotermia

- Cartografia geológico-geotécnica e estudos geológicos e geotécnicos de obras de engenharia, nomeadamente fundações, contenções, barragens, estradas, túneis e outras escavações subterrâneas
- Estudos de formulação de materiais de construção, compostos predominantemente por solos e agregados
- Projecto geotécnico de fundações, contenções, barragens, estradas, túneis e outras escavações subterrâneas
- Execução, fiscalização e responsabilidade técnica de obras geotécnicas

Grande parte do trabalho tem de ser realizado por **equipas multidisciplinares**, que podem ser constituídas, entre outros, por geólogos, engenheiros de várias especialidades (civis, geólogos, ambiente, mecânicos, etc.), arquitectos e economistas. Para o bom funcionamento da equipa é fundamental possuir **capacidade de relaciona-mento e de comunicação**

Aptidões e competências

A formação de nível superior dos profissionais que trabalham em geotecnia permite-lhes aplicar o conhecimento das Ciências Básicas, englobando nomeadamente a Matemática, a Física, a Química e a Geologia, no desenvolvimento de meios e soluções para utilizar, de forma eficiente, racional , económica e sustentável, as formações e os recursos geológicos

A sua formação deve assegurar as capacidades comuns a qualquer engenheiro, entre outras, prospectar, conceber, planear, controlar, projectar, executar, operar, gerir, liderar, inovar, experimentar, fiscalizar e auditar, assim como a capacidade de colaboração com outras especialidades

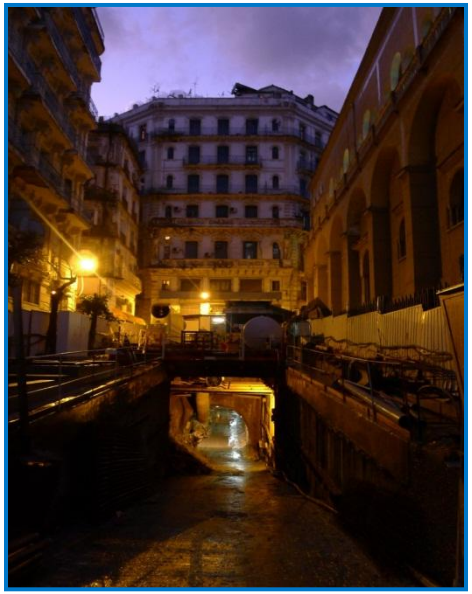
Dada a permanente evolução desta disciplina, os geotécnicos têm de participar obrigatoriamente durante a sua carreira em acções de formação, que lhes permitam obter uma **formação em contínuo e manterem-se permanentemente actualizados**

Aptidões e competências

- Normalmente, os profissionais que trabalham em geotecnia dividem o seu tempo entre o gabinete e os locais onde decorrem os trabalhos

- Nos locais dos trabalhos estão sujeitos às adversidades do clima, bem como a todas as condicionantes do local das obras/explorações mineiras

- Dada a necessidade que têm de acompanhar e coordenar os trabalhos em diferentes locais e países, estes profissionais devem ser indivíduos com **bastante disponibilidade para efectuarem deslo-cações e dominarem diversos idiomas**



Geotecnia em Portugal

O Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) foi criado em Novembro de 1946
É uma instituição de Ciência e Tecnologia do sector do Estado

Exerce a sua actividade nos múltiplos domínios da engenharia civil e áreas afins e tem como missão **empreender, coordenar e promover a investigação científica e o desenvolvimento tecnológicos necessários ao progresso, à inovação e à boa prática da engenharia civil**

Missão:
apoiar o poder executivo, com isenção e idoneidade científica e técnica, nas suas actividades de governo e regulação

556 funcionários:

- 46% possuem grau universitário
- 27% são investigadores com doutoramento ou grau equivalente
- 140 beneficiários de bolsas de investigação científica concedidas pelo próprio LNEC.

Geotecnia em Portugal

LNEC – qualidade e segurança das obras, protecção e requalificação do património natural e construído e modernização e inovação tecnológicas, nomeadamente no sector da construção

Laboratório de Geotecnia:

- Modelação do comportamento de estruturas geotécnicas
- Experimentação avançada em laboratório e in situ

- Caracterização dos materiais e das acções
- Recurso a equações constitutivas realistas
- Modelação estrutural e observação das estruturas geotécnicas.

- Estudos sobre a alteração das rochas
- Perigosidade das falhas activas em Portugal
- Utilização da geofísica na engenharia civil
- Enrocamentos compactados como novo material de construção
- Aterros sobre solos moles
- Filtros de materiais naturais
- Barragens de betão compactado

Geotecnia em Portugal

Manuel Rocha

Director do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) entre 1954 e 1974

- Professor Catedrático do Instituto Superior Técnico.
- Presidente da Sociedade Internacional de Mecânica das Rochas.
- Presidente do Conselho Superior dos Laboratórios de Engenharia Civil
- Presidente da Ordem dos Engenheiros
- Ministro da Habitação e Obras Públicas.
- Membro da Academia Nacional das Ciências dos Estados Unidos da América, Washington D.C.
- Doutor honoris causa pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, pela Universidade do Porto, pela Universidade Federal da Baía, pela Universidade de Toulouse e pela Universidade Técnica de Lisboa.

Áreas de investigação:

- Materiais de construção
- Dimensionamento experimental de estruturas
- Observação do comportamento das construções
- Mecânica dos solos
- Barragens de betão e de terra
- Mecânica das rochas

Consultor como especialista de barragens, de obras subterrâneas e de mecânica das rochas, para numerosas organizações estrangeiras

200 conferências em mais de 30 países

- Amostragem integral
- Deformabilidade e estado de tensão de maciços rochosos.

↓

Autor ou co-autor de 5 patentes nacionais, estendidas a numerosos países estrangeiros, obtidas a favor do LNEC

Geotecnia em Portugal

HIDROTÉCNICA PORTUGUESA

Primeira empresa portuguesa de engenheiros consultores, fundada em 1957

Pioneira no desenvolvimento de projectos de barragens

- Plano geral de regularização do Rio Tejo
- Planos gerais do Nordeste Transmontano e das bacias hidrográficas do rio Tâmega e da margem esquerda do rio Douro.
- Inventariação de energia hídrica

África – trabalhos hidráulicos, hidroeléctricos, de inventariação e de ocupação:

- Rio Corumana, Moçambique
- Bacia do rio Revué, Moçambique
- Rio Geba, Guiné Bissau
- Rio Catumbela, Angola
- Rio Cunene, Angola
- Rio Lúrio, Moçambique

Plano geral do Zambeze:

Região de 220 000 km^2 em território moçambicano, contemplou vários aspectos, como a hidroelectricidade, navegação fluvial, defesa contra as cheias, a agricultura e a exploração mineira; inventariação dos recursos naturais de região e a definição dos empreendimentos necessários para os utilizar, nos quais se incluiu o aproveitamento de fins múltiplos de Cahora Bassa

Geotecnia em Portugal

28 de Junho de 1962 – fundação da COBA por um grupo de especialistas portugueses de renome internacional no domínio das barragens abóbada

Empresa multidisciplinar de Consultoria de Engenharia e Ambiente:

- Estudos e projectos
- Assistência na gestão e supervisão

- Abastecimento público de água potável
- Desenvolvimento agrícola através da rega
- Sistemas de drenagem de águas pluviais
- Saneamento e tratamento das águas residuais
- Infra-estruturas de transporte rodoviárias, ferroviárias e aeroportuárias
- Cartografia e cadastro.

- Líder do mercado nacional no Sector dos Serviços de Engenharia
- Grande actividade internacional em Angola, na Argélia e em Moçambique
- Grupo Coba conta actualmente com uma dúzia de empresas em Portugal e no estrangeiro.

Alargamento da sua acção a mais países: Senegal, Guiné Equatorial, Hungria, Bulgária, República do Congo, Ghana, em alguns casos, como empresa projectista de grupos portugueses interessados em concessões de serviços.

Geotecnia em Portugal

CENOR Consulting Engineers

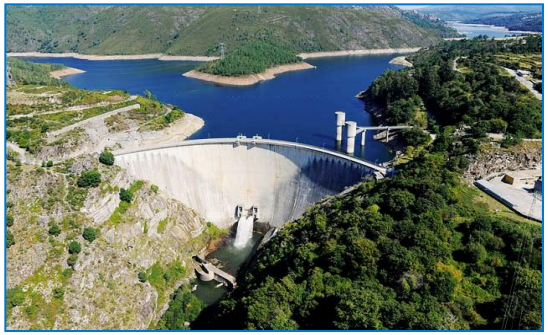
Anos de ouro das Obras Públicas

1986: Entrada CEE

Fundos estruturais (ex: FEDER)

Desenvolvimento infraestruturas

- Expo 98
- Ponte Vasco da Gama
- Metro de Lisboa
- Metro do Porto
- Auto estradas
- Barragens



Geotecnia – mercado actual

Variação homóloga do volume de construção em engenharia civil

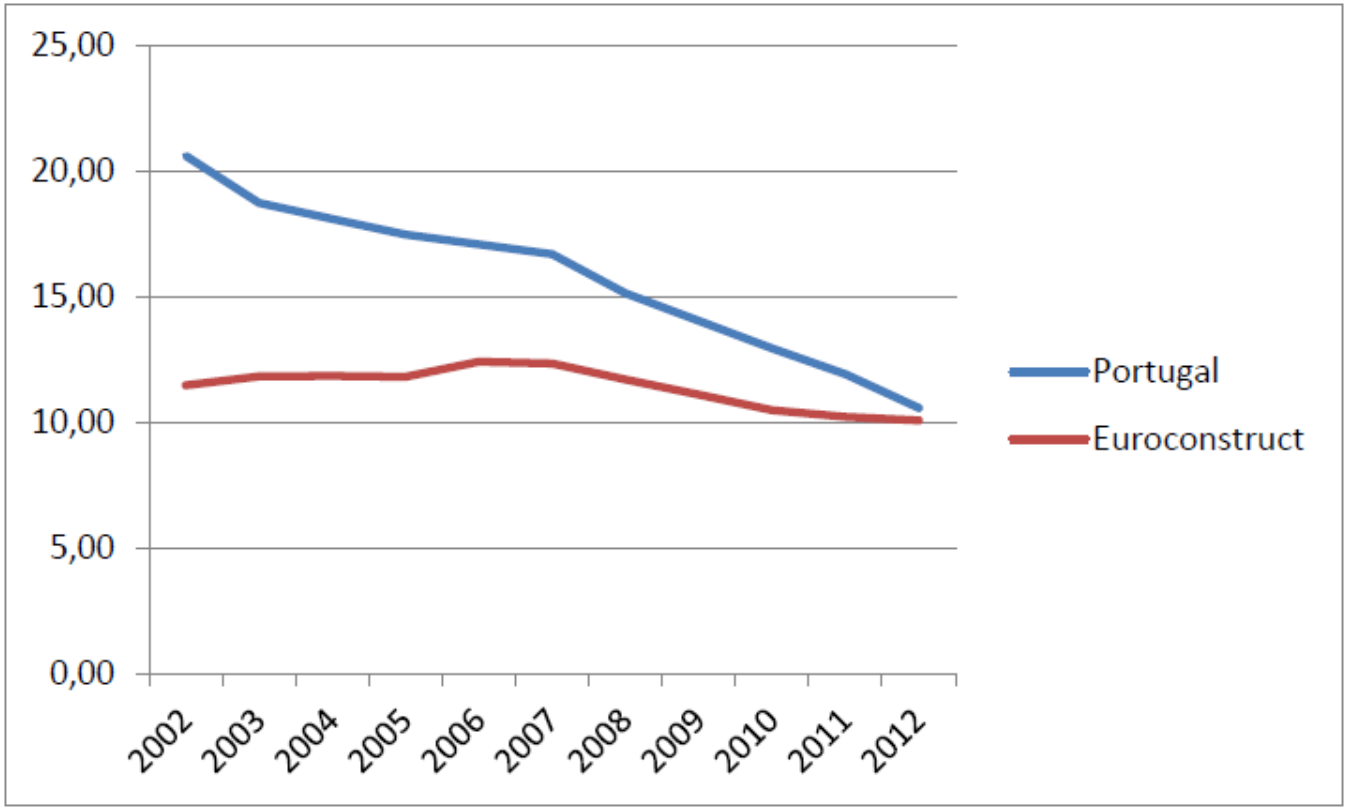
Portugal	2006	2007	2008	2009	2010 (e)	2011 (e)	2012 (p)	2013 (p)
Estradas	-10,0	1,0	0,0	3,0	-1,0	-9,0	-18,0	-11,0
C. ferro	2,0	-2,5	-1,0	1,0	-1,5	-12,5	-22,0	-5,0
Outros	1,0	-1,5	0,0	4,0	-4,0	-0,5	0,0	-5,0
Total	-7,0	0,1	-0,2	2,6	-1,3	-9,3	-17,7	-9,4
Total Eng. Civil	-5,7	0,0	-0,6	2,5	-0,8	-8,2	-13,8	-7,0
Países Euroconstruct								
Total Eng. Civil	3,1	2,1	0,4	0,8	-4,4	-3,3	-2,1	0,4

Fonte: INCI, 2012

Geotecnia – mercado actual

Produção bruta do sector da construção em relação ao PIB (%) em Portugal e nos restantes países da Europa ocidental

Ano de 2011 – estimativa. Ano de 2012 – previsão



Fonte: Euroconstruct

Geotecnia – mercado actual

Índices brutos de produção na construção Variação média em 12 meses (%)			
Período	**Total**	**Construção de edifícios**	**Engenharia Civil**
Nov 2011	-10,0	-12,3	-8,1
Dez 2011	-10,7	-12,8	-8,9
Jan 2012	-10,9	-12,7	-9,3
Fev 2012	-11,7	-13,1	-10,4
Mar 2012	-12,0	-13,3	-10,9
Abr 2012	-12,4	-13,5	-11,5
Mai 2012	-13,3	-14,2	-12,6
Jun 2012	-14,2	-14,7	-13,8
Jul 2012	-14,4	-14,7	-14,1
Ago 2012	-14,9	-15,1	-14,8
Set 2012	-16,0	-15,6	-16,3
Out 2012	-16,2	-15,5	-16,8
Nov 2012	-16,6	-15,7	-17,4

Fonte: INE, 2013

Variação homóloga (%)		
	Emprego	**Remunerações**
Mai 2012	-17,8	-20,7
Jun 2012	-18,3	-22,5
Jul 2012	-18,4	-19,0
Ago 2012	-18,5	-22,7
Set 2012	-18,6	-22,3
Out 2012	-18,3	-21,7

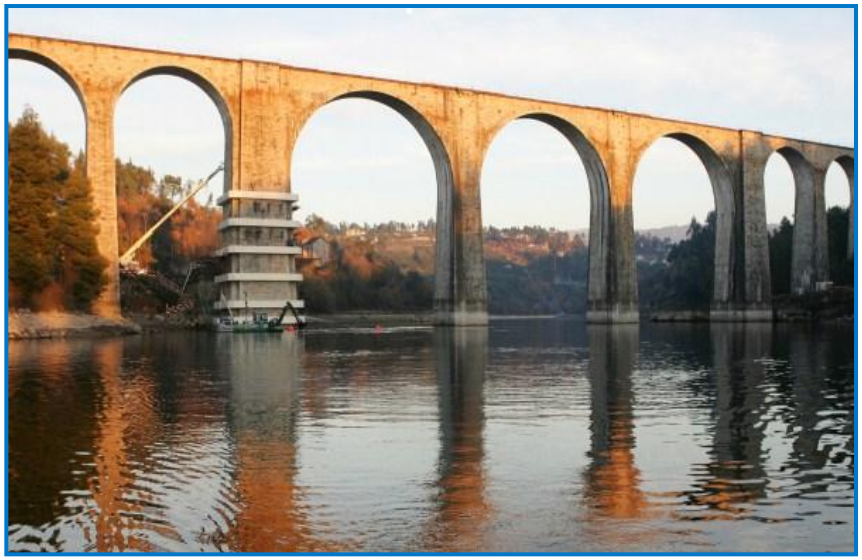
Fonte: INE, 2013

Valorização e reabilitação do património construído

A Engenharia Geotécnica portuguesa desenvolveu capacidades técnicas ao mais alto nível internacional, com um cariz fortemente inovador, criando conceitos de intervenção, caracterizados pela versatilidade e singularidade das soluções que integram, em pleno respeito pela preservação da forma arquitectónica, por um lado, e da estabilidade estrutural e da funcionalidade, por outro

- Barragens
- Túneis
- Estradas
- Pontes
- Caminhos de ferro
- Edifícios

Beneficiação de ponte sobre o rio Mondego – Penacova



Beneficiação de ponte ferroviária sobre o rio Tâmega – Marco de Canaveses

Geotecnia – perspectivas futuras

Valorização e reabilitação do património construído

Reabilitação urbana, Construção e Imobiliário	- Criação de taxa final de 28% para rendimentos prediais - Iniciativa Jessica - Constituição de 3 Fundos de Desenvolvimento Urbano, com aplicação de 165 M€ em 2013 - Libertação de cauções para construtores em obras públicas, 3.000 M€ em 2013

Fonte: Orçamento de Estado, 2013

Reconstrução de estradas e de infra-estruturas – Madeira

Reforço de potência da barragem do Picote – Miranda do Douro

Geotecnia – perspectivas futuras

CENOR Consulting Engineers

Valorização e reabilitação do património construído

Reconstrução do Baluarte do Cavaleiro – Chaves

Reconstrução do Mosteiro de Santa Clara-a-Velha – Coimbra

Reabilitação do Terreiro do Paço – Lisboa

Reabilitação do Palácio Sottomayor – Lisboa

Geotecnia – perspectivas futuras

Tendo em conta o mercado global, torna-se necessário fazer uma análise do mercado e verificar quais os factores que constituem oportunidades e os que constituem ameaças/desafios, e identificar as forças e fraquezas das empresas nacionais

Oportunidades:

- Grande capacidade de adaptação a novas realidades
- Qualidade dos produtos e serviços fornecidos

Desafios:

- Ausência de forte suporte de tesouraria
- Fraca cultura em prospecção de mercado
- Falta de agressividade de negócio/cadeias de venda pouco adequadas

Forças:

- Preços competitivos face à concorrência europeia
- Existência de mecanismos de crédito preferenciais
- Flexibilidade e adaptabilidade das empresas portuguesas possibilitando cooperações

Fraquezas:

- Falta de quadros altamente especializados em quantidade
- Preços pouco competitivos face à concorrência de países como a China, o Brasil ou a Índia
- Dimensão das empresas portuguesas
- Dificuldade de acesso ao mercado financeiro

Geotecnia – perspectivas futuras

Número de Engenheiros Civis e Geotécnicos diplomados anualmente:

- China: 400 a 650 mil
- Índia: 220 a 300 mil
- Rússia: 190 mil
- EUA: 110 mil
- Coreia do Sul: 80 mil
- Brasil: 30 a 40 mil

Fonte: Fundações & Obras Geotécnicas

EUA – criação de emprego até 2020:

- Geologia: + 21%
- Engenharia Geológica e de Minas: + 10%
- Engenharia Civil: + 19%

Fonte: US Bureau of Labor Statistiscs

Túnel Zaouiat Ait Mellal – Marrocos

- Auto-estrada Marraquexe / Agadir
- Túnel constituído por duas galerias principais, afastadas de 26 m entre eixos e com um desenvolvimento médio de 495 m em escavação
- Cada galeria tem uma secção transversal com 9,70 m de largura e de 7,50 m de altura
- Perfil transversal rodoviário constituído por uma faixa de rodagem com duas vias de tráfego e dois passeios que limitam a plataforma

Os terrenos atravessados eram constituídos por rochas sedimentares, nomeadamente calcários e margas calcárias

Vistas gerais da escavação para o emboquilhamento norte (2008)

Túnel Zaouiat Ait Mellal – Marrocos

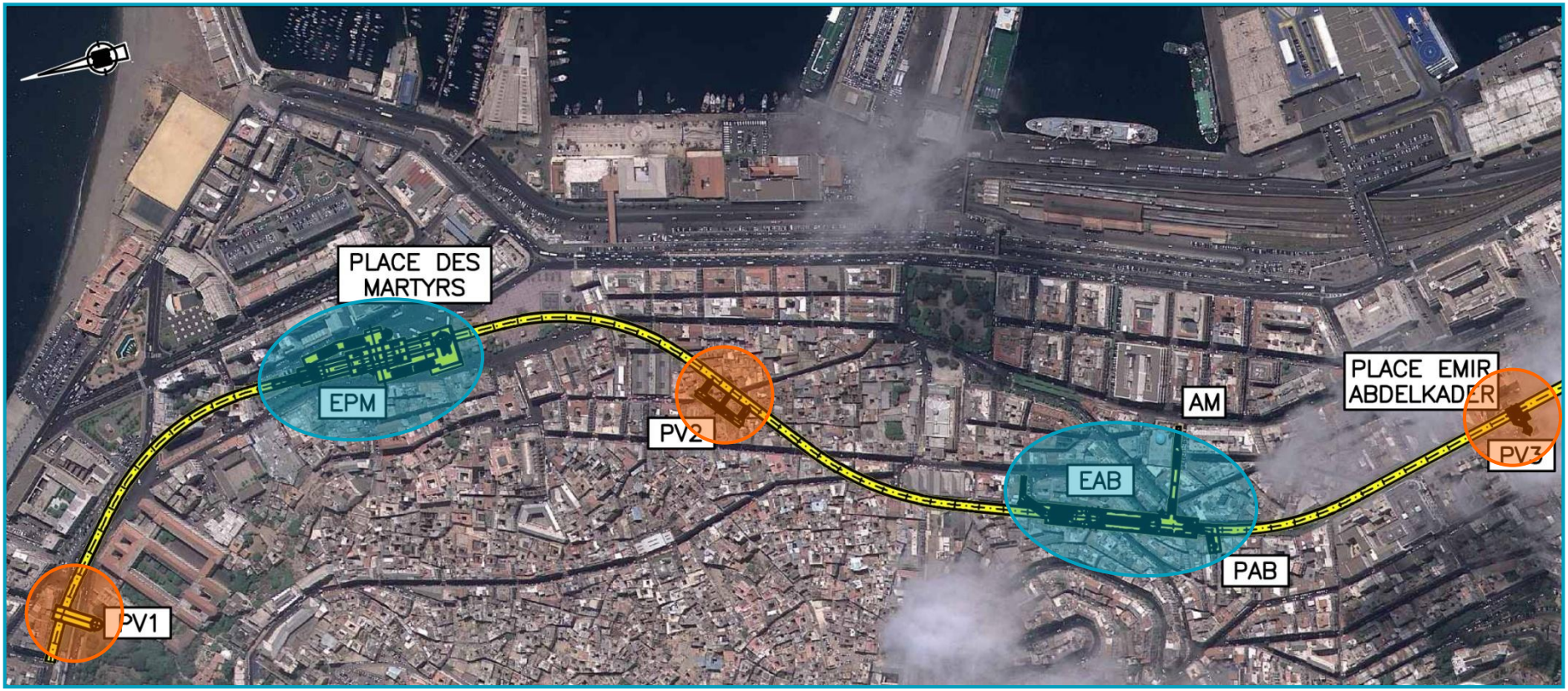
Início dos trabalhos de escavação do túnel (2008)

Secção plena do túnel (2008)

Colocação de explosivos (2008)

Aplicação de pregagens Swellex (2008)

Metro de Argel

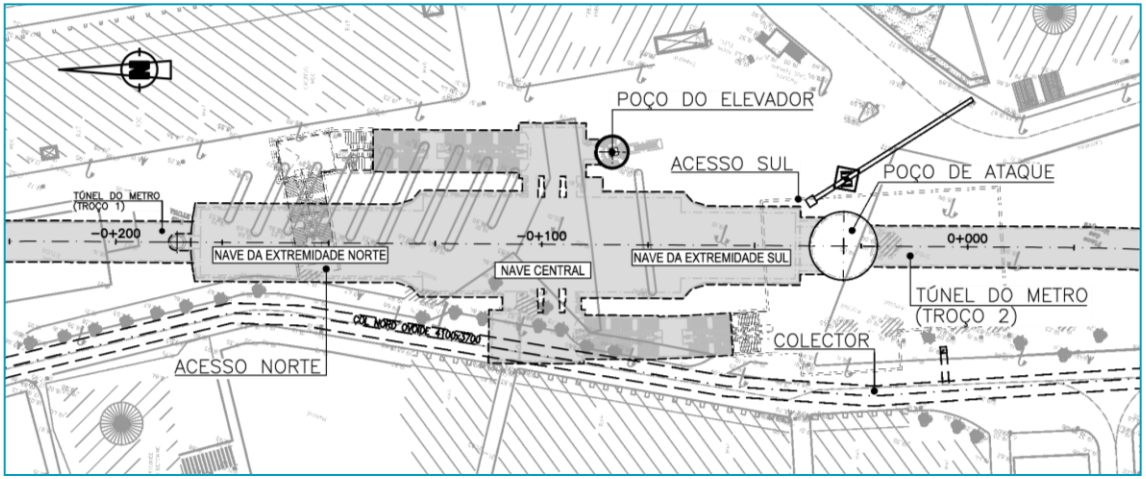


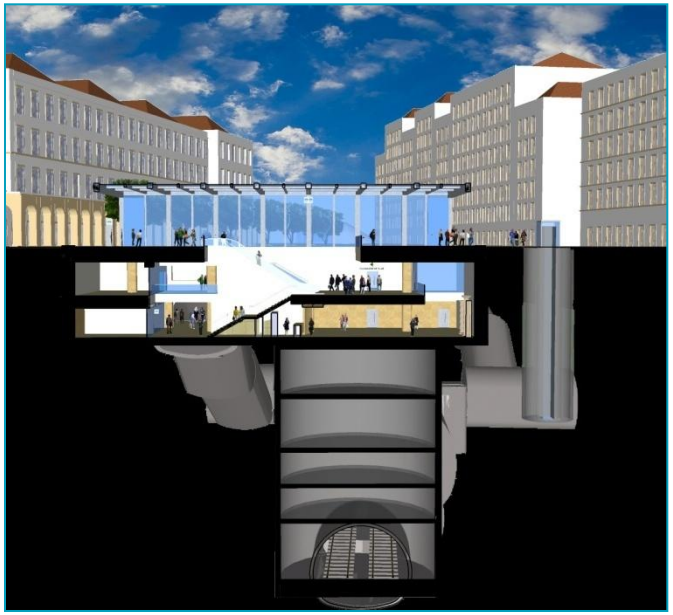
- Extensão total de 1750 m (em subterrâneo)
- 2 Estações e respectivos acessos (Place des Martyrs e Ali Boumendjel)
- 3 Poços de ventilação (PV1, PV2 e PV3)

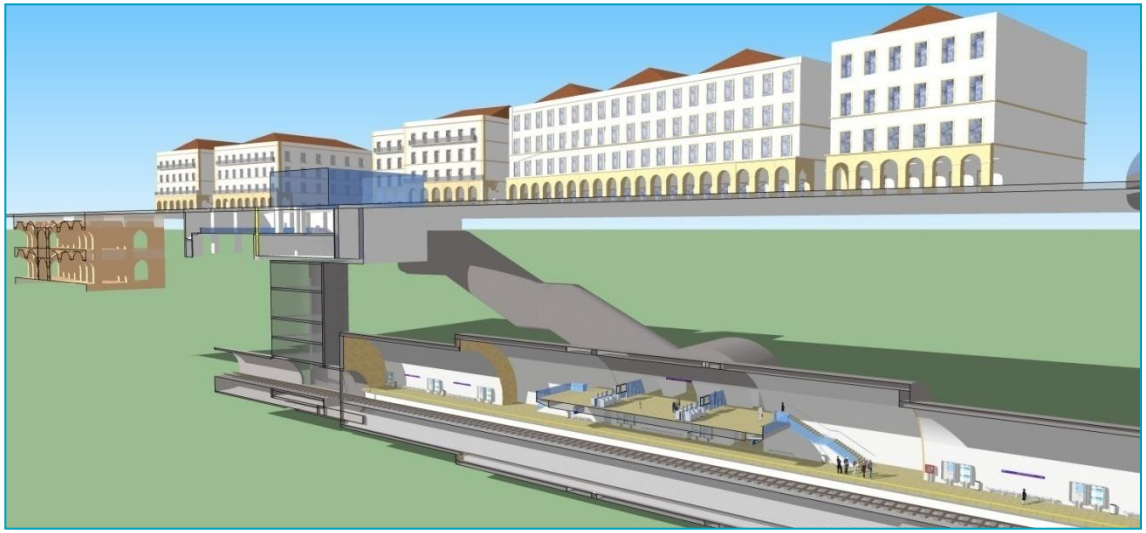
Metro de Argel – SPM

O descobrimento de importantes achados arqueológicos implicou a concepção de uma solução de escavação mineira

Metro de Argel – SPM

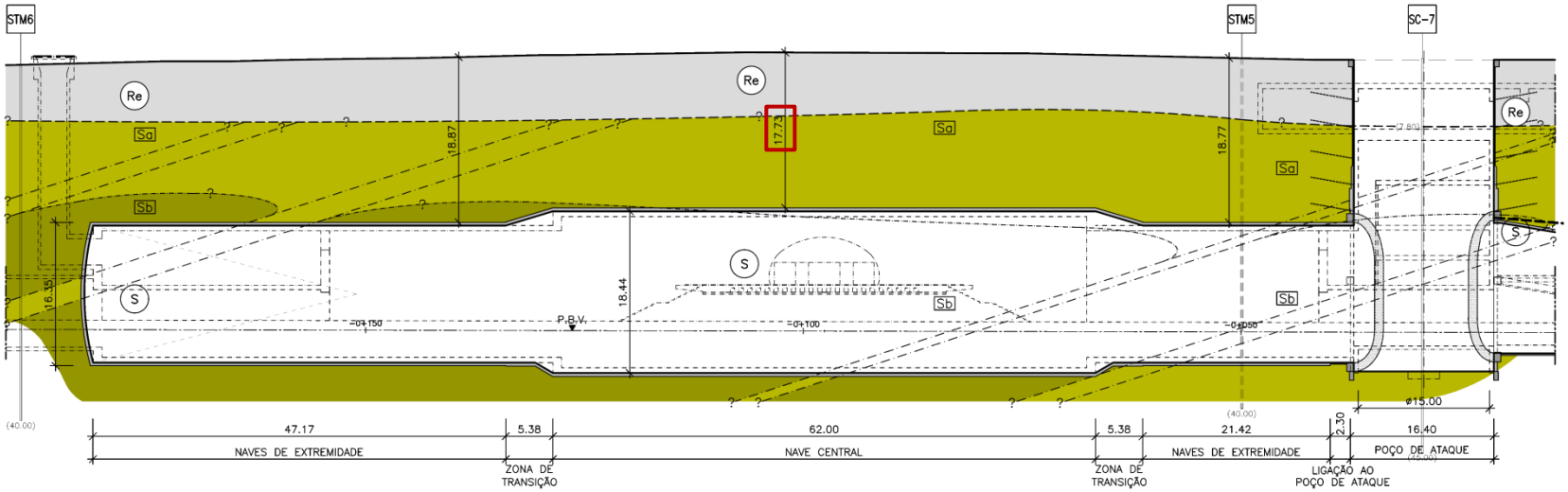


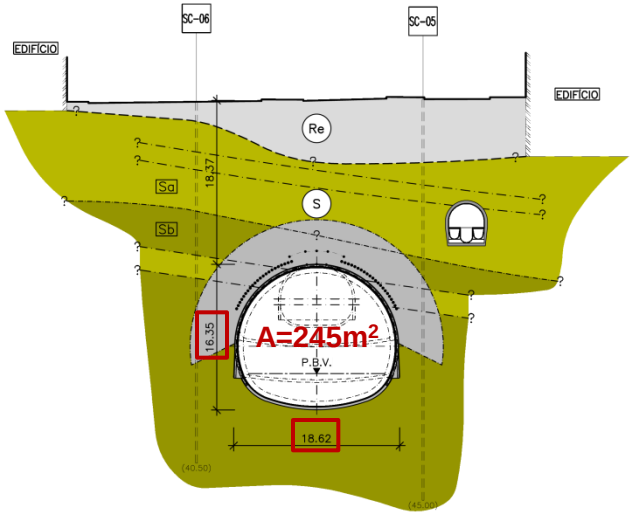


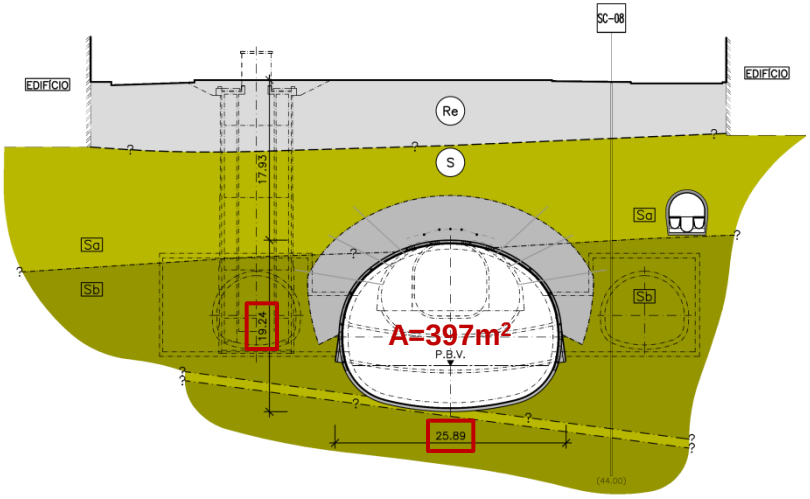


- 3 corpos com uma extensão total de 144m
- poço com ϕ=15m para ataque à estação e instalação de equipamentos
- 2 galerias para o acesso à superfície

Metro de Argel – SPM



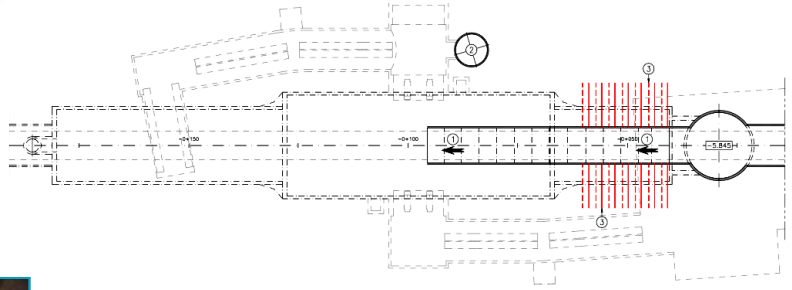


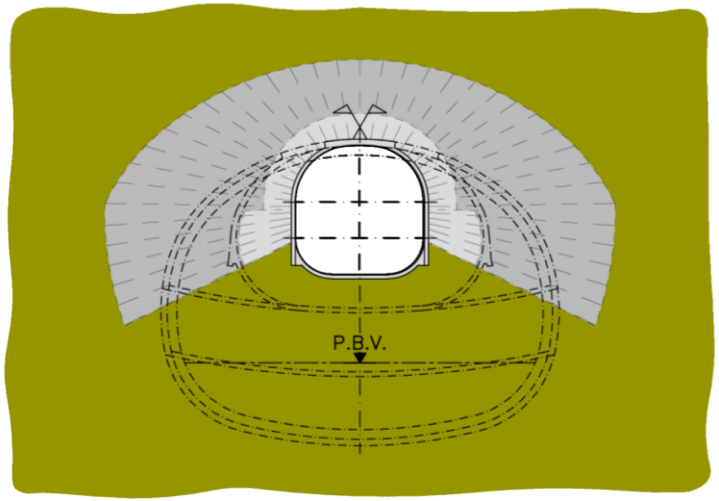


Metro de Argel – SPM

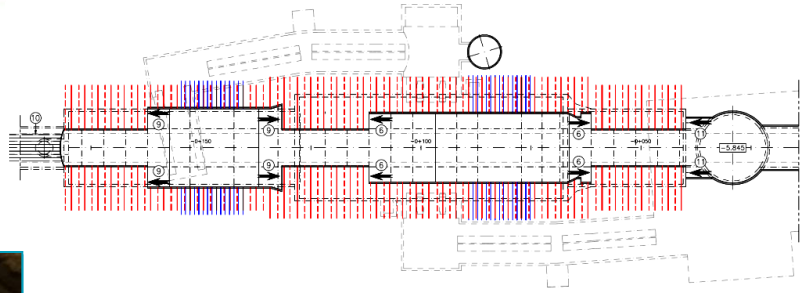
Poço de ataque à estação e ao túnel

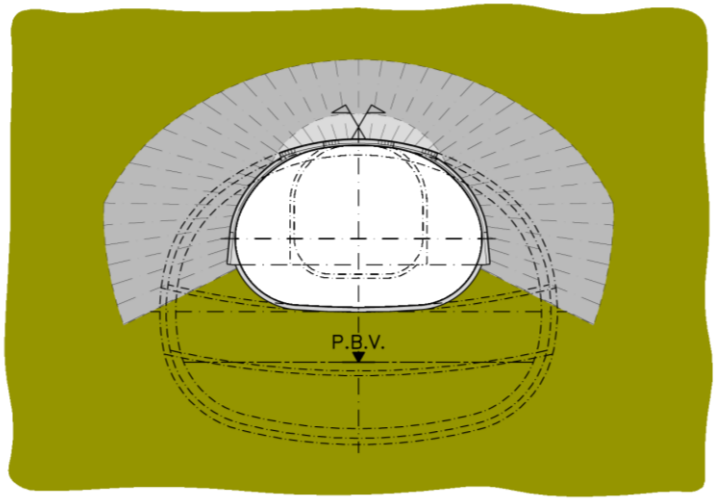
Metro de Argel – SPM



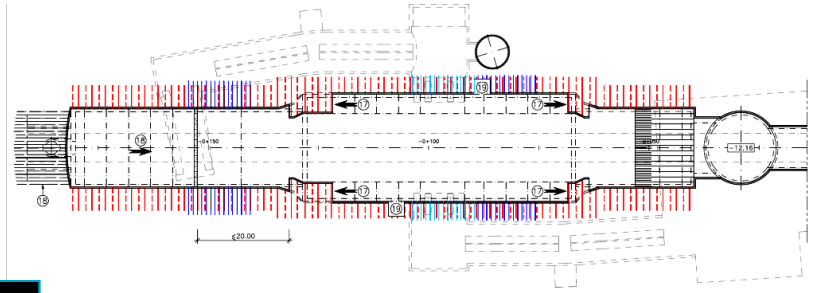


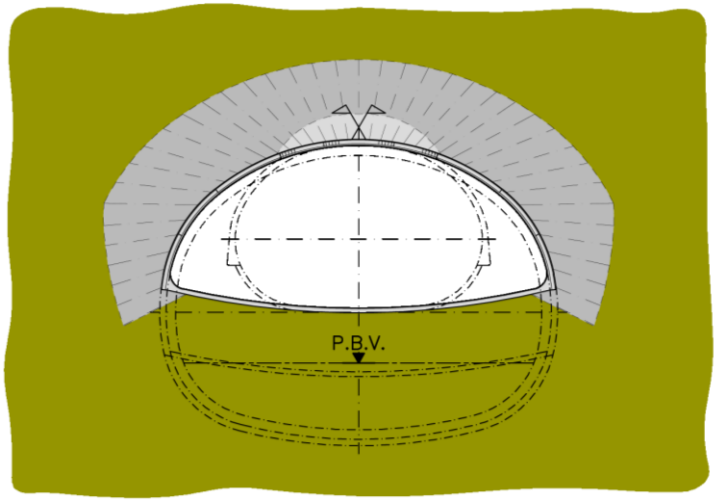
Metro de Argel – SPM



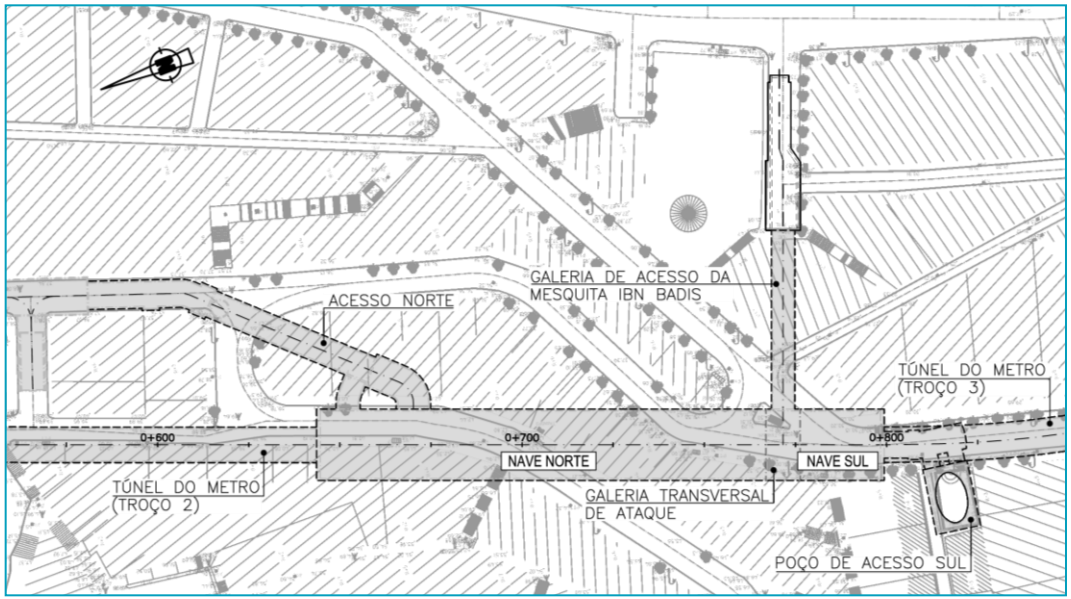


Metro de Argel – SPM



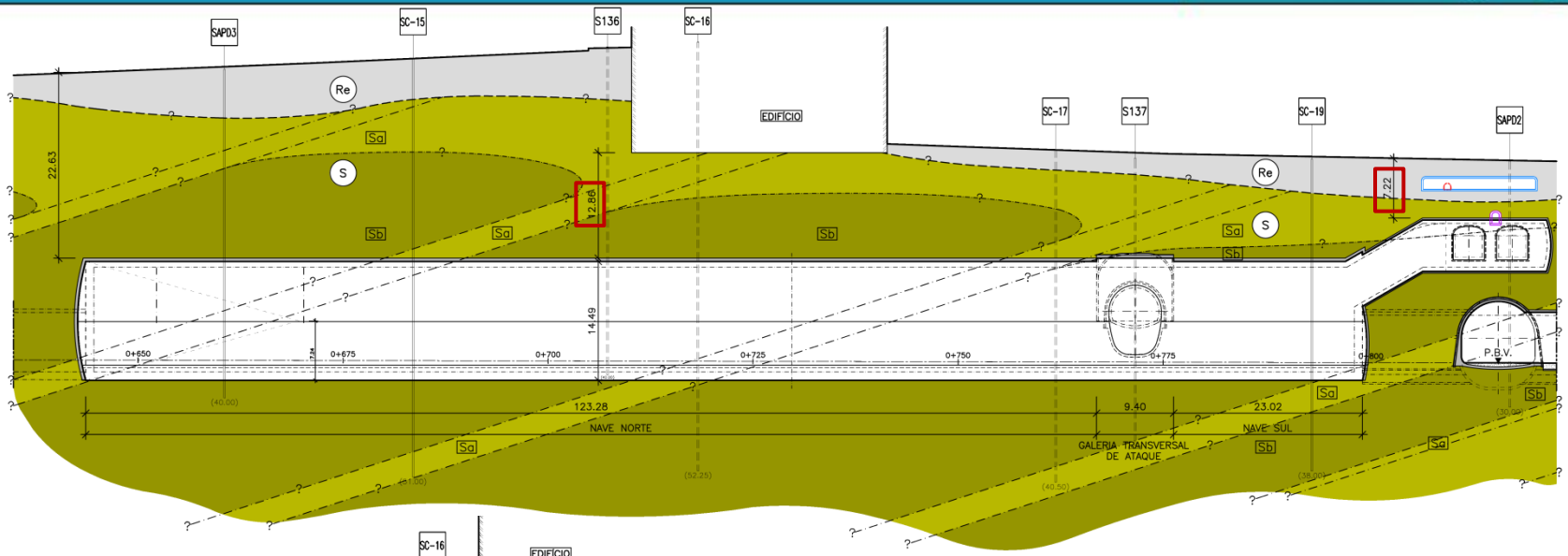


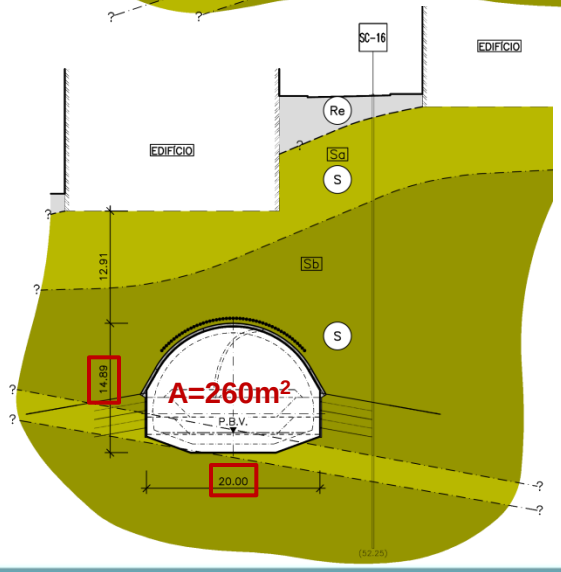
Metro de Argel – SAB

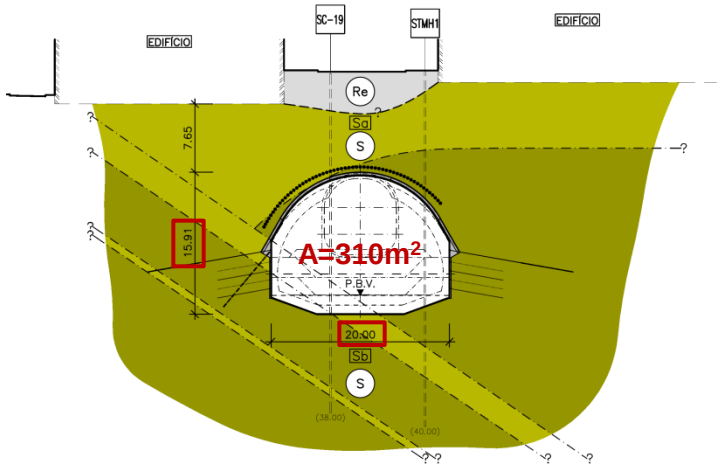


- um só corpo com uma extensão total de 155m
- 3 acessos à superfície
- fortes restrições à superfície
- dificuldades no ataque da estação

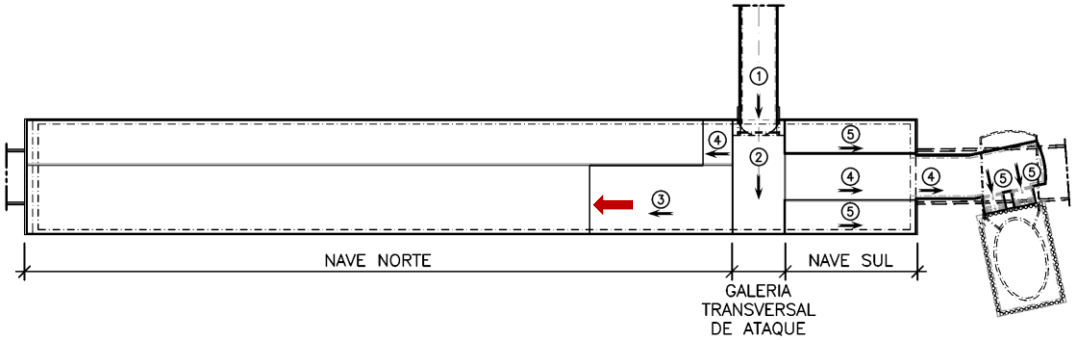
Metro de Argel – SAB

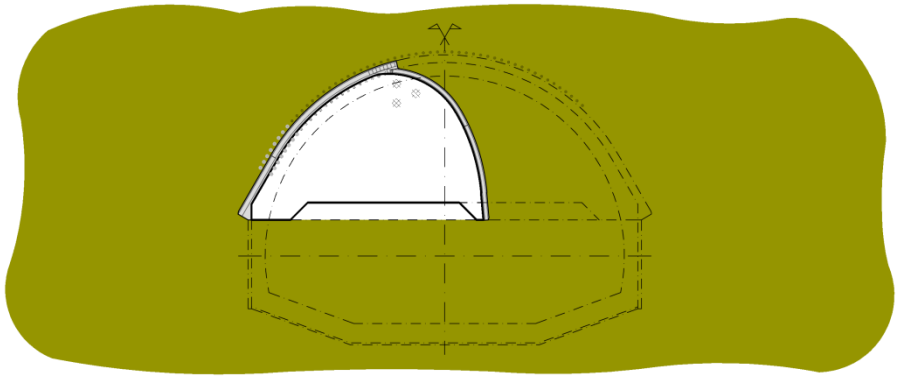




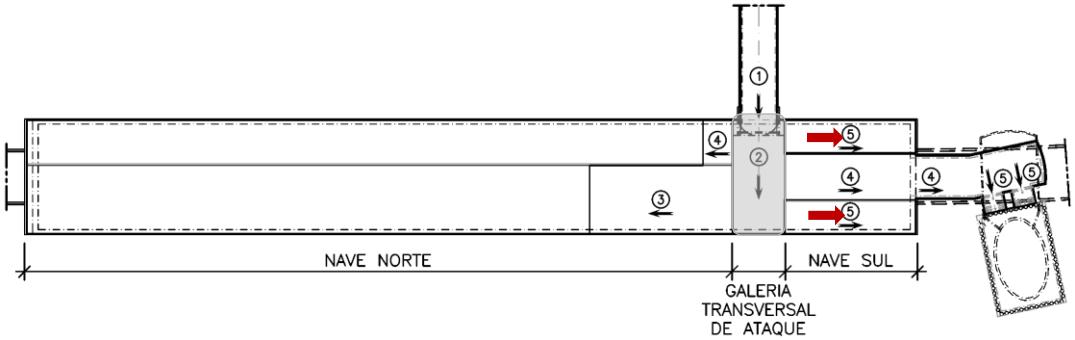


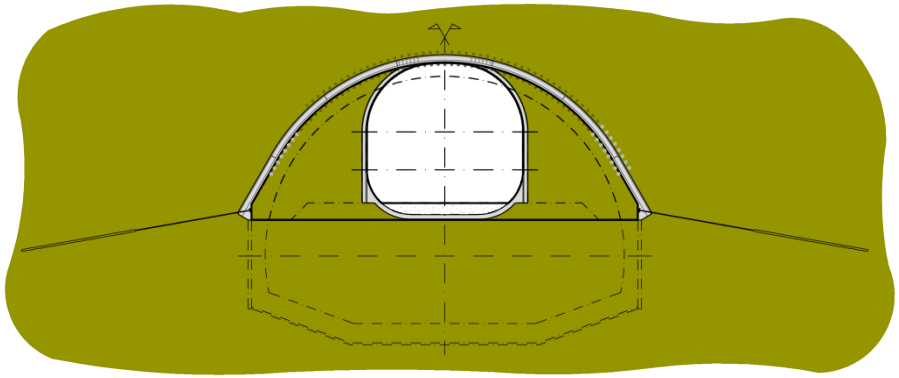
Metro de Argel – SAB





Metro de Argel – SAB





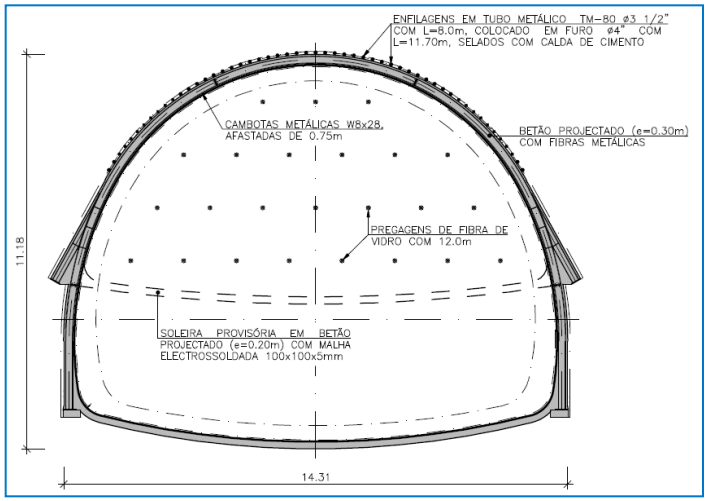
Túnel Baralt – Venezuela

Lligação da Avenida Boyacá à Autopista Caracas - La Guaira

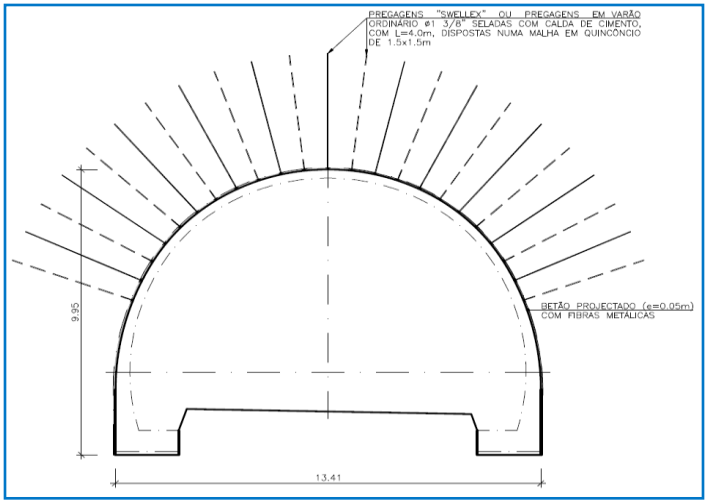
- Extensão: 2870 m, dos quais 100 m a céu aberto
- Duas galerias paralelas, cada uma com uma área de escavação de 132 m^2
- Perfil transversal rodoviário constituído por uma plataforma de rodagem com duas vias de tráfego e dois passeios laterais

- Maciço metassedimentar, constituído por alternâncias de xistos e gnaisses da sequência Ávila e por xistos e filádios da sequência Caracas
- Falha activa Tacagua – El Ávila: acidente tectónico que gera eventos de magnitude superior a 6,5 e que induziu no maciço uma tectonização generalizada na intersecção com o túnel
- Recobrimento varia entre 20 m e 350 m

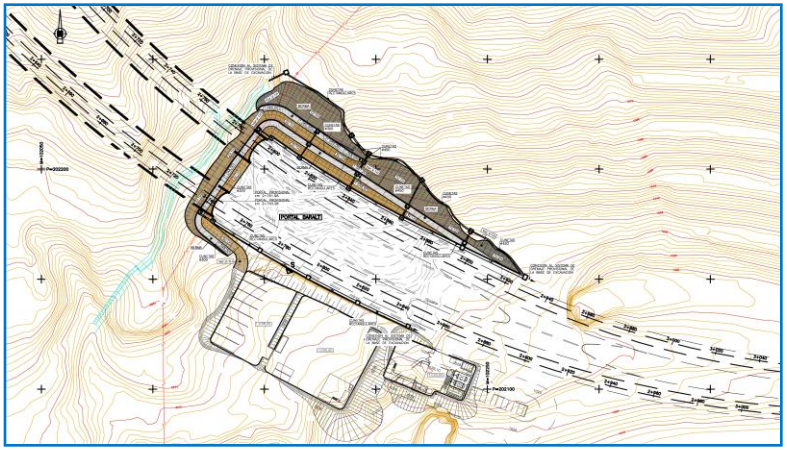
Túnel Baralt – Venezuela



Sustimento para a zona de piores características



Sustimento para a zona de melhores características



Planta do Emboquilhamento Este – Fase provisória

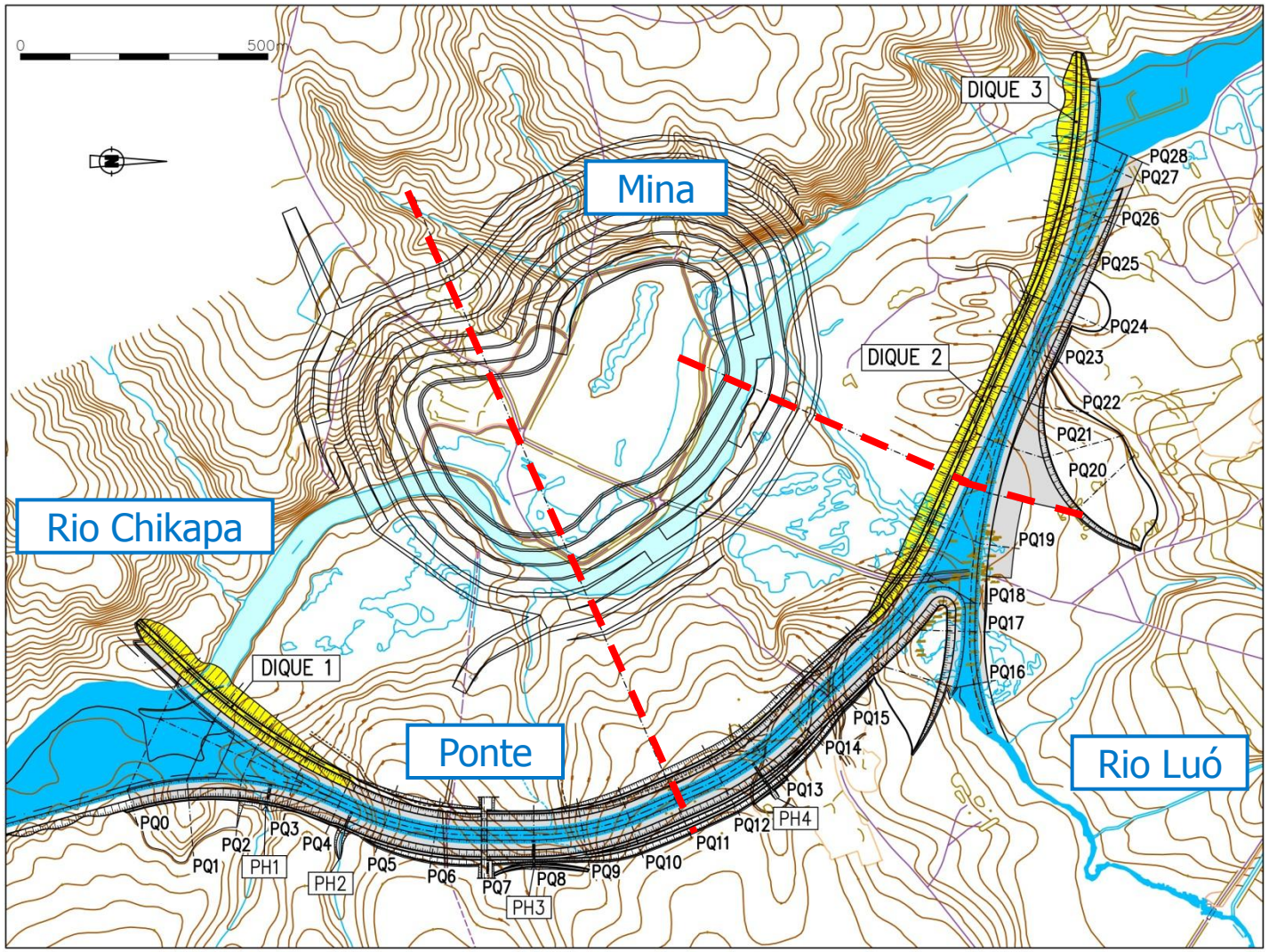
Desvio dos rios Chikapa e Luó – Angola

- A área de intervenção situa-se na região NE de Angola, na província de Lunda Norte, a 40 km de Lucapa

- O desvio do rio Chikapa e do seu afluente na margem direita, o rio Luó, teve como objectivo tornar acessível e pôr a seco a chaminé kimberlítica Camatchia, de modo a tornar viável a sua exploração

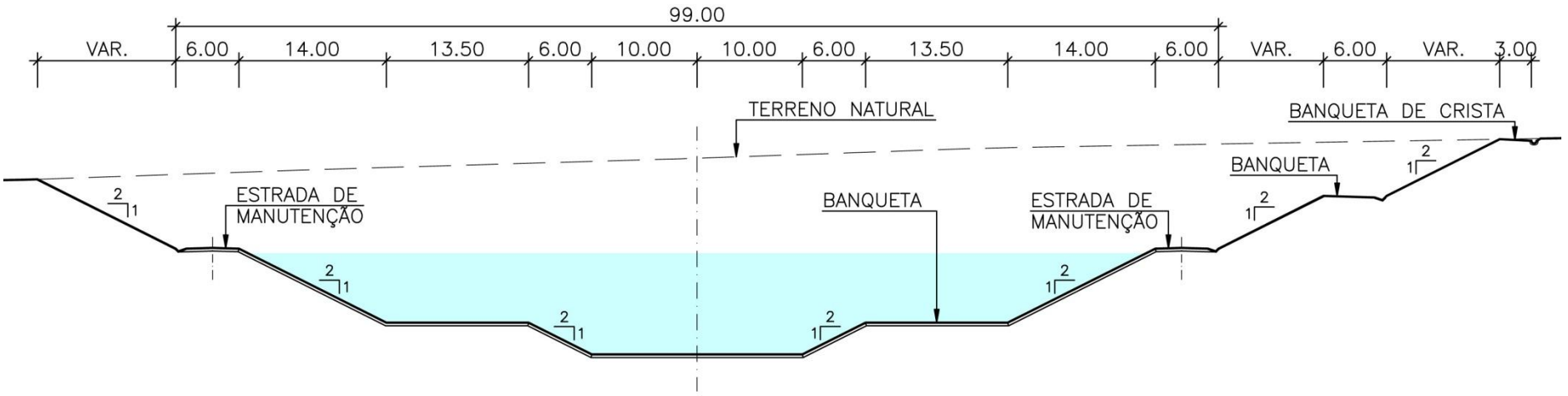
- Consistiu na abertura de um canal trapezoidal de grandes dimensões na margem direita do rio com 2700 m de desenvolvimento

Desvio dos rios Chikapa e Luó – Angola



Desvio dos rios Chikapa e Luó – Angola

- Desenvolvimento: 2 700 m
- Altura: 10 m
- Leito menor: 3 m de altura
- Inclinação de taludes: 1V/2H
- Revestimento: enrocamento
- Declive longitudinal: 0,00152
- Largura de rasto: 20 m
- 2 banquetas: 13,5 m de largura
- Volume de escavação: 2 x 10^6 m^3



Perfil tipo do canal (PQ11)

Desvio dos rios Chikapa e Luó – Angola

Vista aérea geral do rio Chikapa e do canal de desvio, de montante para jusante

Desvio dos rios Chikapa e Luó – Angola

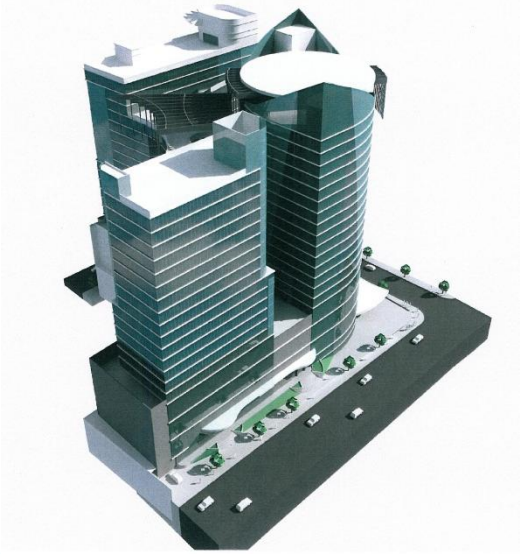
Vista aérea do desvio do rio Luó, de montante para jusante

Luanda Towers – Angola

- Empreendimento constituído por 3 torres com altura de cerca de 100 m
- Área de implantação ronda os 7000 m^2
- 3 a 5 pisos enterrados com uma altura de escavação entre 9 m e 16 m

Luanda Towers – Angola

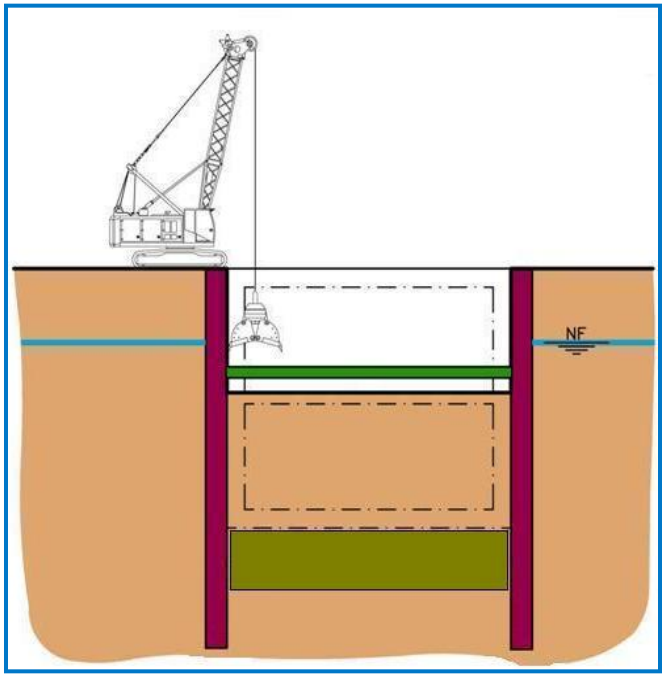
- No local ocorrem areias médias a grossas da formação Luanda, com compacidade geralmente crescente em profundidade e com permeabilidade da ordem de 10^{-5} m/s
- O nível freático situa-se muito próximo da superfície na zona mais baixa do terreno, ou seja, cerca de 6 m acima da cota da laje de fundo
- Necessidade de evitar o rebaixamento do nível da água e os consequentes assentamentos nas edificações circundantes

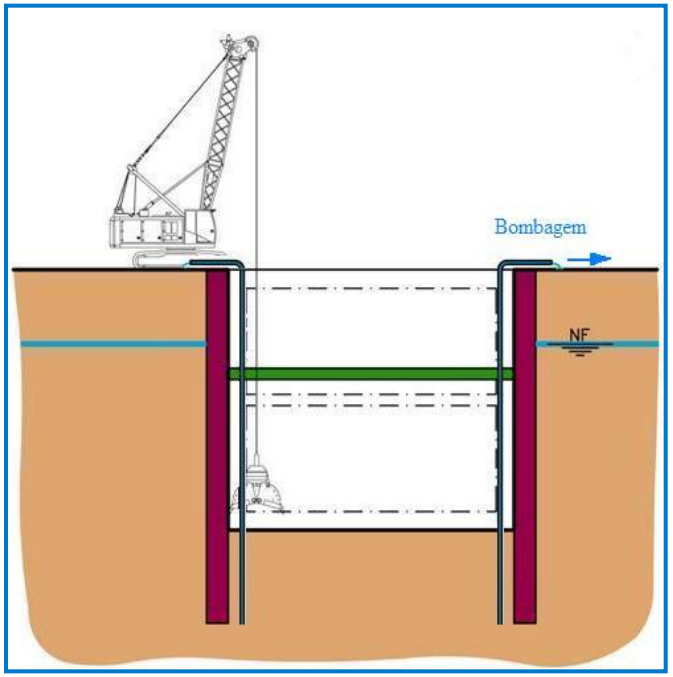


Luanda Towers – Angola

Problemática das formações geológicas de Luanda:

- Terrenos heterogéneos areno-siltosos, silto-arenosos e silto-argilosos
- Permeabilidade média a alta
- Compacidade baixa a média
- Nível freático instalado, por vezes, próximo da superfície

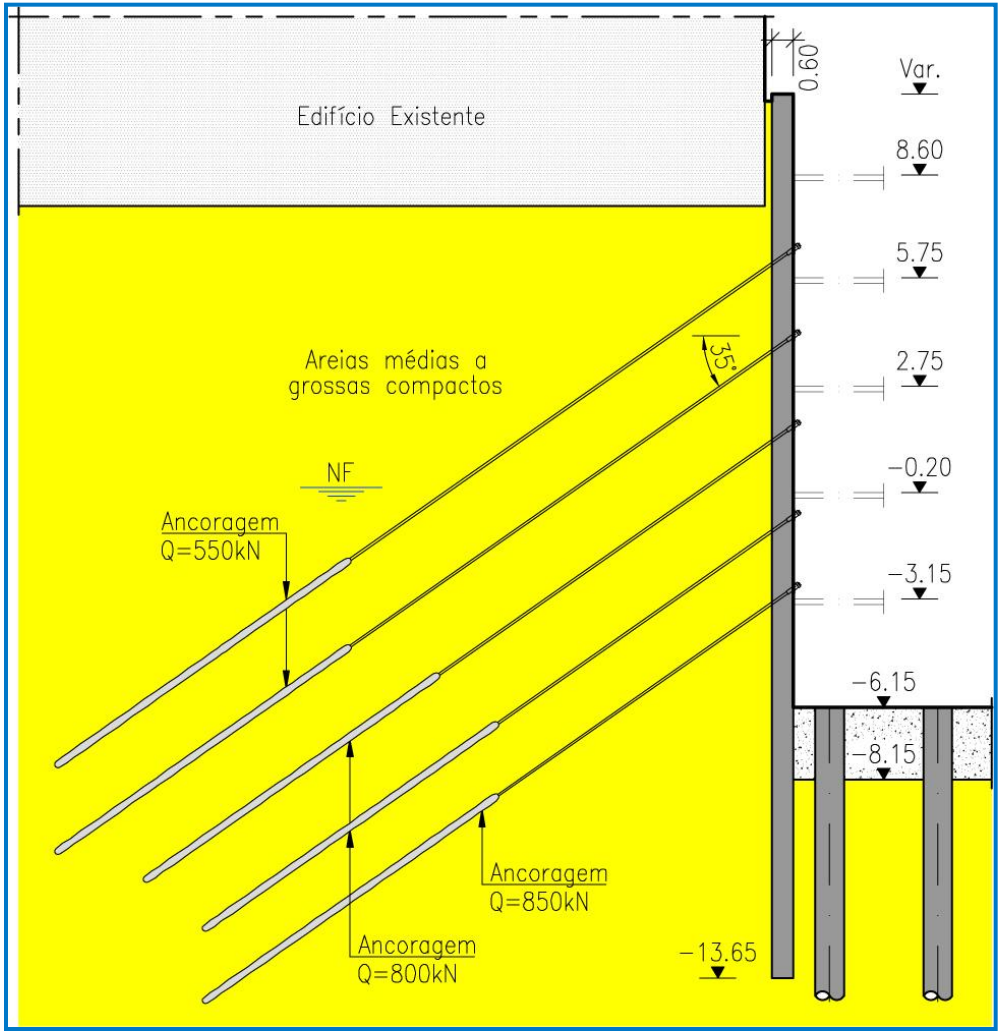




Ponderação dos condicionamentos associados à concepção das soluções de contenção e de fundação e dos riscos inerentes ao modo executivo das obras

Luanda Towers – Angola

- Foi adoptada uma solução de paredes moldadas, com 0,6 m de espessura, associadas a 2 a 5 níveis de ancoragens provisórias e a um rolhão de fundo constituído por colunas de “jet grout” secantes com 2,0 m de altura e diâmetro Ø=1,8 m
- O rolhão, executado antes do início dos trabalhos de escavação, garante simultaneamente um nível de travamento da contenção e a estanqueidade do fundo do recinto
- Para garantir a estabilidade ao levantamento do rolhão foram adoptadas estacas de ancoragem em betão armado com Ø=0,8 m



Luanda Towers – Angola

Luanda Towers – Angola

Luanda Towers – Angola

Projecto Salobo – Pará, Brasil

Produção de concentrado através do beneficiamento de minério, com teor médio de cobre de 1,02% e de ouro de 0,50 g/ton

O complexo situa-se numa região onde afloram formações arqueanas de natureza metamórfica:

- Unidades Metavulcano-sedimentares constituídas essencialmente por xisto com actinolita, anfibolito e biotitito
- Gnaisses tonalíticos e granodioríticos e granitóides indiferenciados

Projecto Salobo – Pará, Brasil

Problemática:

- Existência de depósitos coluvionares e solos saprolíticos com permeabilidade média a elevada e alta erodibilidade
- Inexistência de sistemas de drenagem superficial capazes de escoar eficientemente as águas da chuva
- Má compactação dos aterros lançados para aumento da área da plataforma
- Zona com níveis de precipitação extremamente elevados

→ Ocorrência de importantes instabilidades e de profundos fenómenos erosivos que provocaram enormes patologias nos equipamentos e nos taludes da instalação mineira

↓

Necessidade de definir e executar um conjunto importante de obras de terraplenagem, de drenagem superficial, de contenção de taludes e de reforço de fundações

Projecto Salobo – Pará, Brasil

CENOR Consulting Engineers

Sistemas de drenagem

Projecto Salobo – Pará, Brasil

CENOR Consulting Engineers

Fenómenos erosivos e instabilização de taludes

Barragens no Rio Tatama – Colômbia

4 aproveitamentos hidroeléctricos dispostos em cascata ao longo do rio Tatama, no departamento de Risaralda, na Colômbia

Aproveitamentos constituídos por açudes de pequena altura, tomadas de água, circuitos hidráulicos com comprimentos da ordem de 3 km e por centrais hidroeléctricas equipadas com turbinas Francis

Barragens no Rio Tatama – Colômbia

Barragens no Rio Tatama – Colômbia

Barragens no Rio Tatama – Colômbia

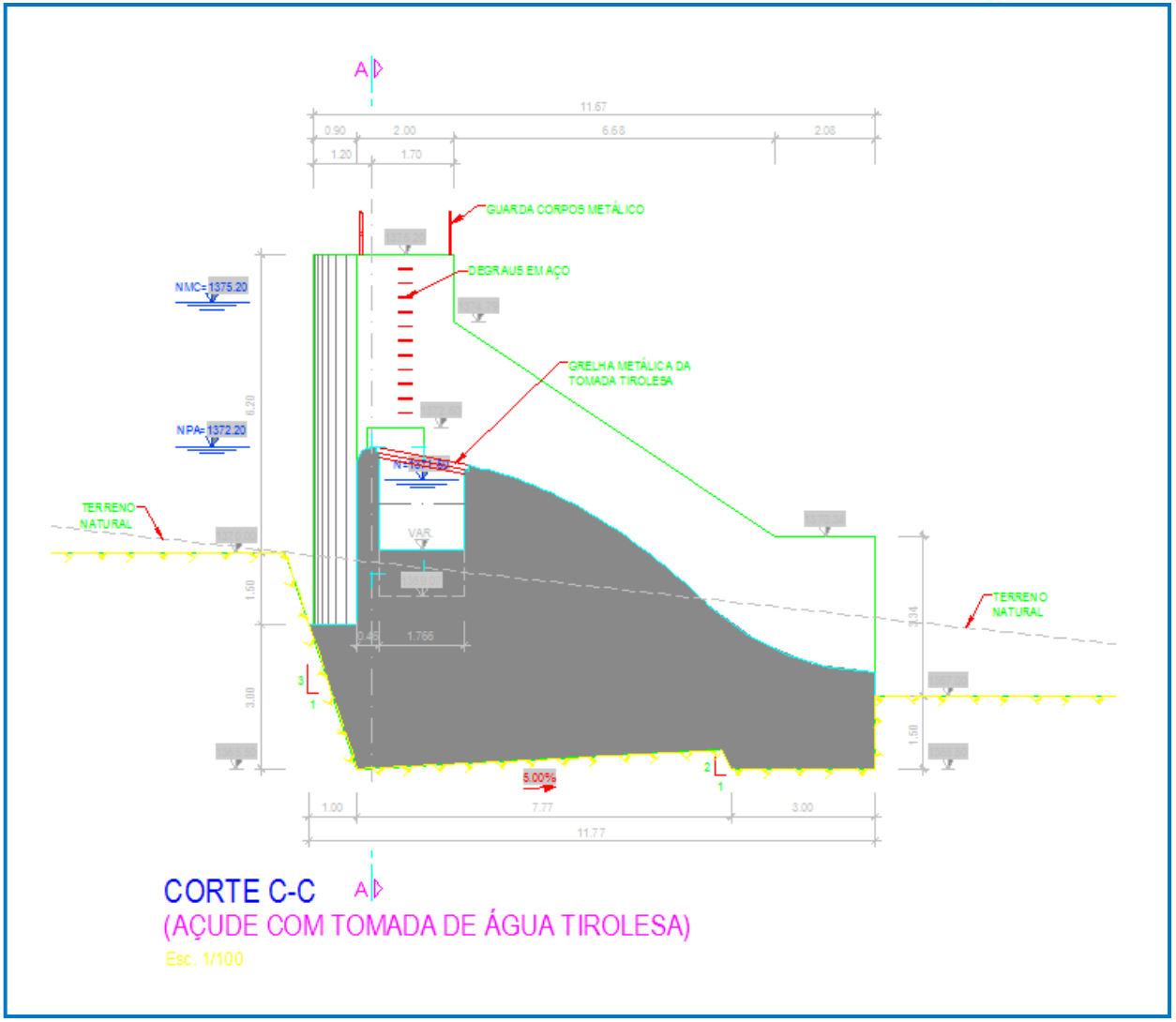
- Declives das encostas muito acentuados obrigam a escavações com taludes muito elevados para inserir as obras

- Existem em praticamente todos os locais depósitos de vertente espessos e instáveis que provocam derrocadas e deslizamentos frequentes

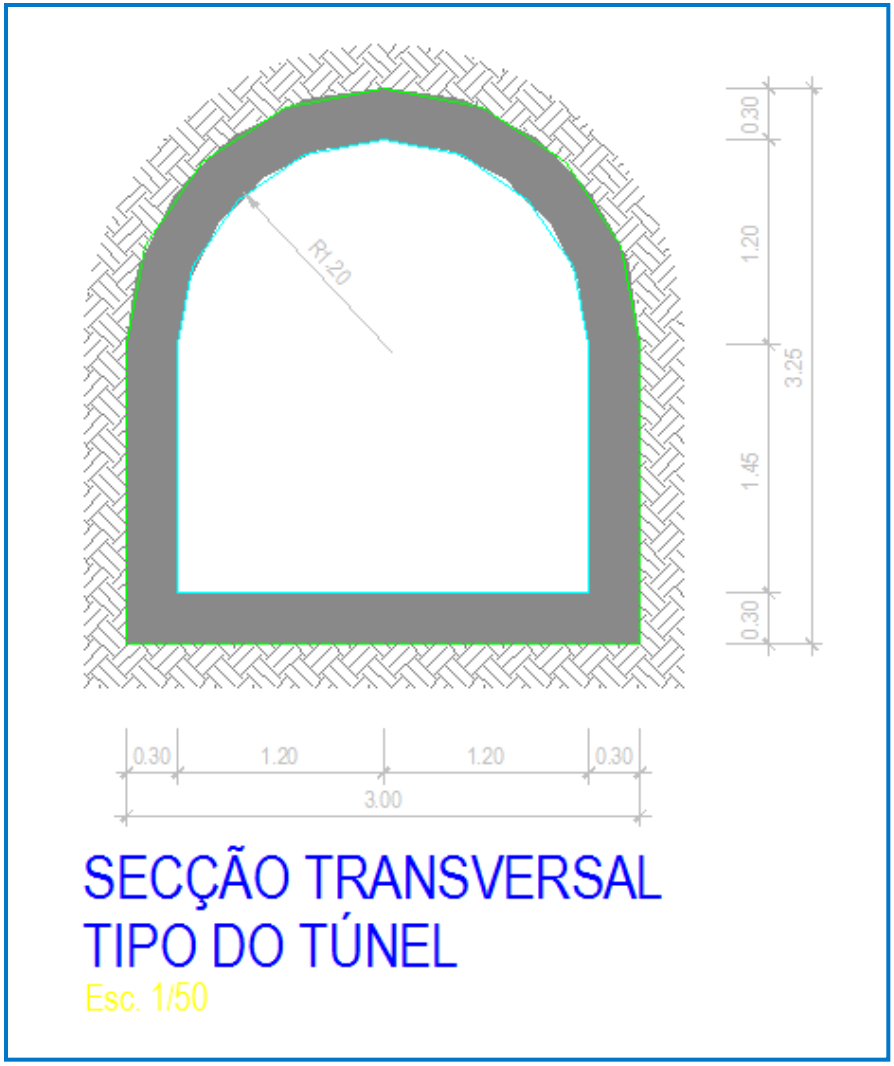
Decidiu-se optar por circuitos hidráulicos constituídos por condutas implantadas ao longo das margens do rio, tirando partido dos diversos terraços fluviais existentes na base das vertentes

Em algumas circunstâncias, pelos vales serem demasiado encaixados, optou-se pela execução de túneis

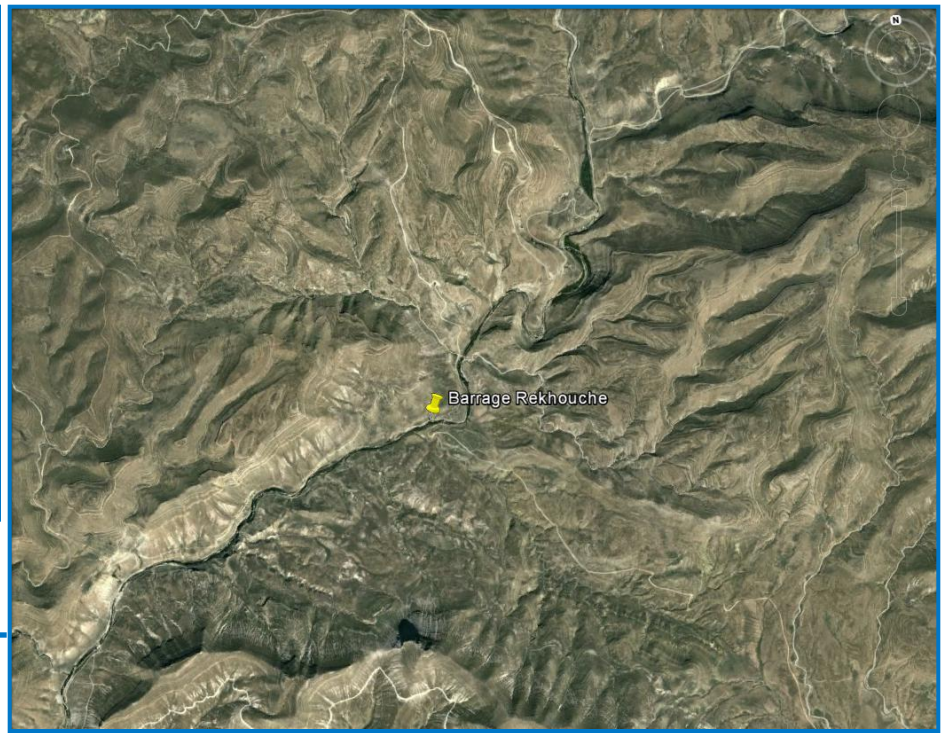
Barragens no Rio Tatama – Colômbia



Barragens no Rio Tatama – Colômbia

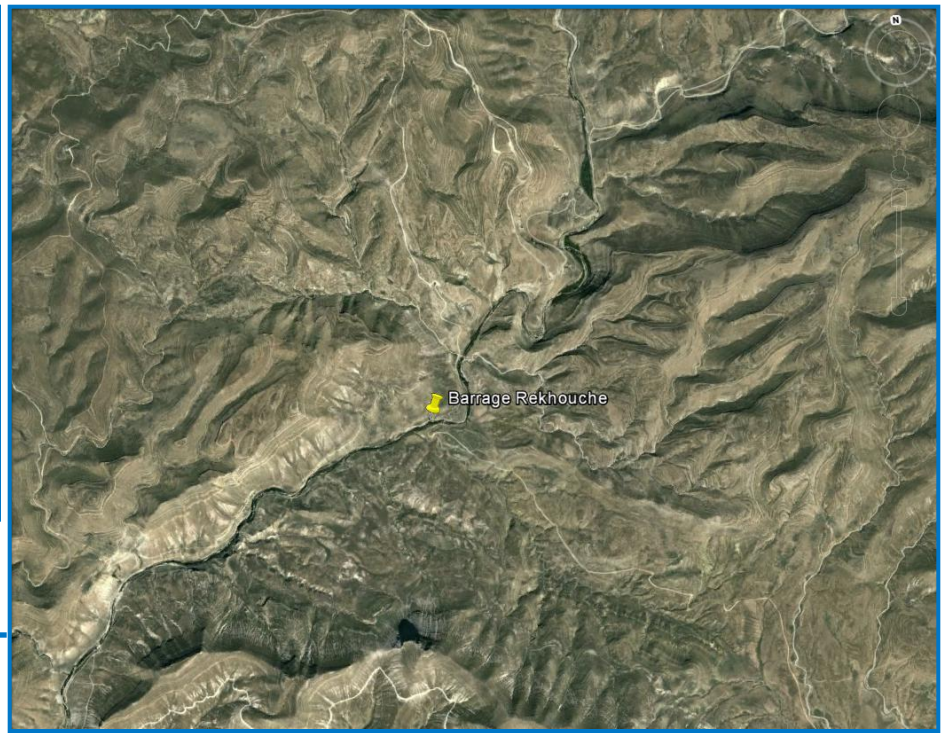


Barragem de Rekhouche – Argélia



O local da barragem situa-se a Este do maciço de Aurés, na região de Nemenchas, na extremidade Este do Atlas Sahariano

Barragem de Rekhouche – Argélia



O local da barragem situa-se a Este do maciço de Aurés, na região de Nemenchas, na extremidade Este do Atlas Sahariano

Barragem de Rekhouche – Argélia

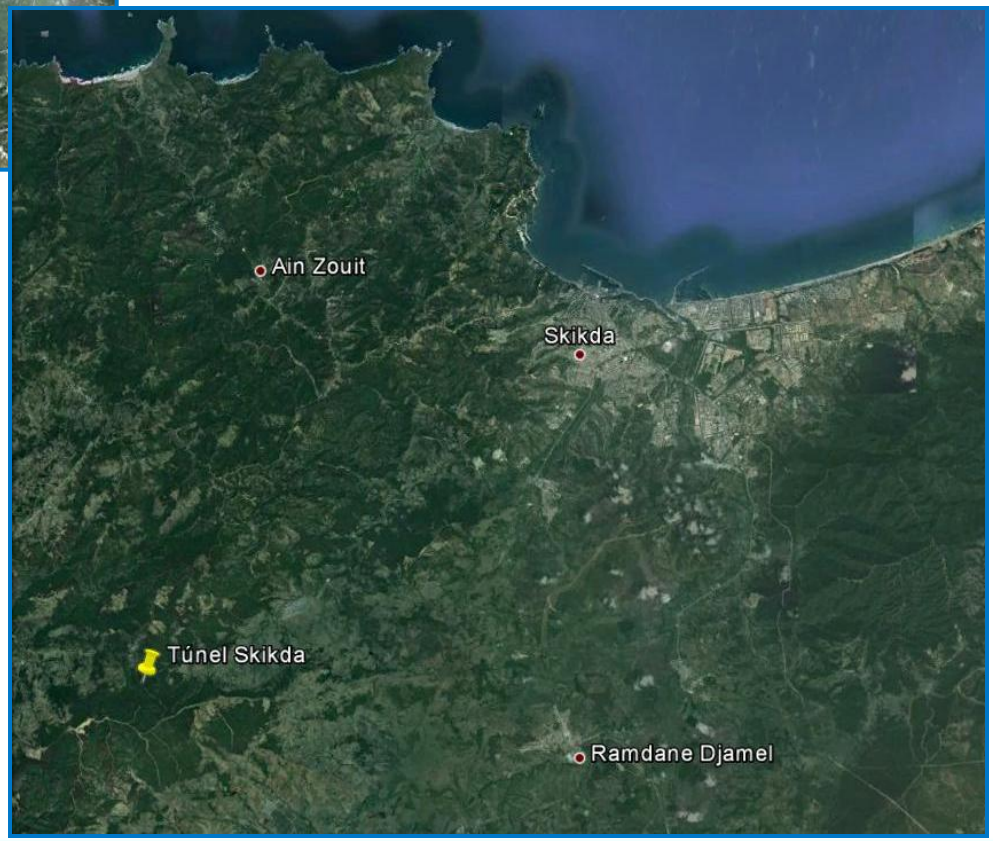
O substrato rochoso do local da barragem e da albufeira compreende uma série espessa margo-calcária constituída por margas com intercalações de bancadas calcárias duras e fracturadas. A estrutura do maciço rochoso, dada pela estratificação, é sub-horizontal e ligeiramente inclinada para NW

Vista das formações margo-calcárias ao nível do leito do rio, no local da barragem.

Vista do leito do rio a montante do local da barragem. Aspecto dos aluviões grosseiros que forram do fundo do rio e do terraço inferior na margem direita.

Túnel de Skikda – Argélia

O local da obra situa-se na zona norte do Atlas Teliano, que se estende desde o Mar Mediterrâneo até aos planaltos do Sul



Do ponto de vista geológico o túnel insere-se no domínio interno da Cadeia Magrebina, caracterizado pela existência de um soco metamórfico do pré-Câmbrico no qual estão sobrepostos terrenos sedimentares paleozóicos e uma dorsal calcária de idade meso-cenozóica

Emboquilhamento Este

Afloramento de xistos

Afloramento de rocha quarzto-feldspática

Túnel de Skikda – Argélia

Emboquilhamento Oeste

Quartzitos

Estrutura deformada dos quartzitos

Futuro da geotecnia

Em 2025 prevê-se que existam cerca de 100 metrópoles com população entre 5 e 30 milhões de habitantes, aspecto que requererá todo o engenho geotécnico

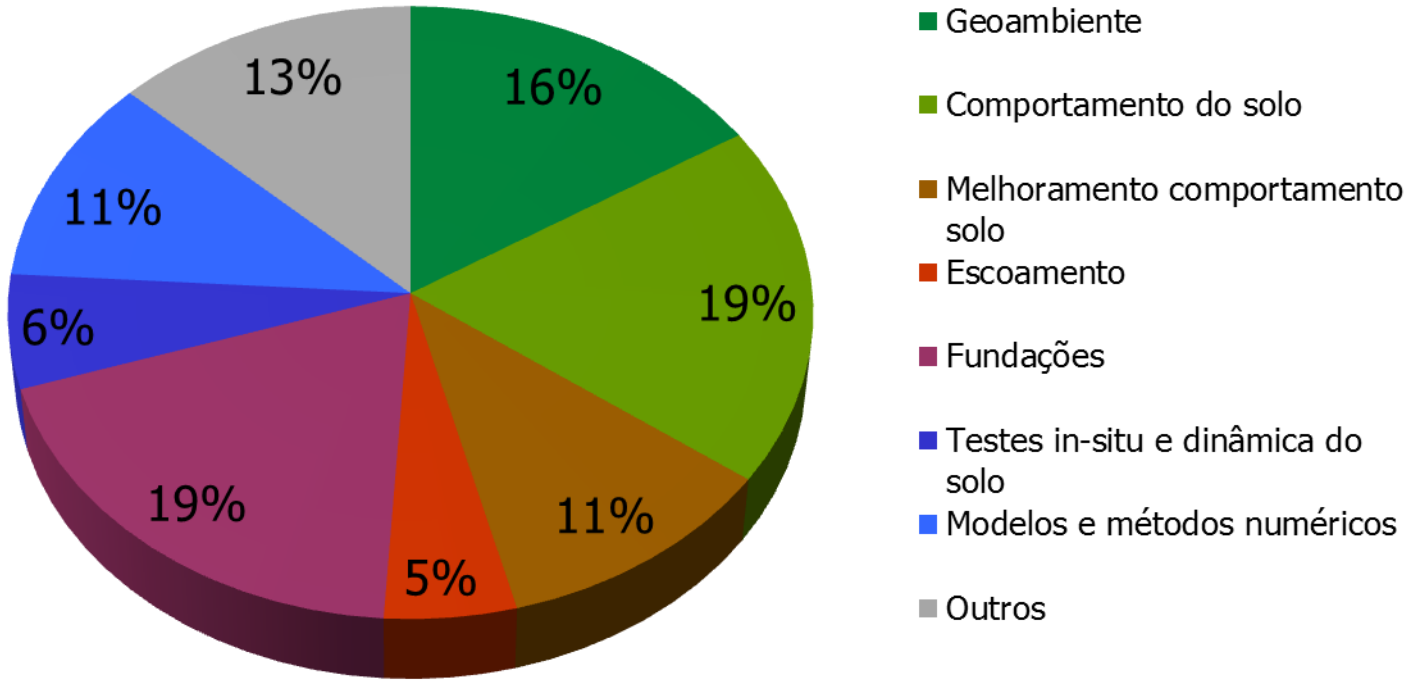
- Grande quantidade de estruturas subterrâneas (construção e manutenção)
- Infra-estruturas de tráfego e transporte
- Sistemas de abastecimento público de água
- Cidades-oásis
- Reclamação de terras
- Gestão de desperdícios (sólidos e líquidos)
- Engenharia marítima, envolvendo engenharias portuária, estuarina e costeira

Futuro da geotecnia

Outros desafios futuros da geotecnia prendem-se com:

- Gestão de água
- Gestão de recursos
- Prevenção e mitigação de riscos
- Geração de energia
- Sistemas de irrigação
- Ecologia urbana e industrial
- Remediação de áreas abandonadas e contaminadas
- Recuperação de áreas mineiras

Áreas de investigação em Geotecnia:



Fonte: Francisca, F. M., 2011

Bibliografia e outras fontes

- Brandl, H (2011) – Importance of geotechnics in today's and future civil engineering – Public image, risks and responsabilities and future aspects of civil/geotechnical engineering. Stranice, pp. 120-136
- Chowdhury, R. & Flentje, P. (2007) – Perspectives for the future of Geotechnical Engineering. Proceedings of the International Conference on Civil Engineering for the new millennium: oportunities and challenges, 20p.
- Diário da República (2013) – Orçamento de Estado para 2013. Diário da República, 1ª Série – nº 252, pp. 7424-(42)-7424-(240)
- Niyama S. (2010) – Reflexões sobre a Geotecnia no actual mercado da construção civil. Palestra Técnica. Fundações & Obras Geotécnicas, nº 5, pp. 57-61

- Euroconstruct – www.euroconstruct.org
- Instituto Nacional da Construção e do Imobiliário – www.inci.pt
- Instituto Nacional de Estatística – www.ine.pt
- Laboratório Nacional de Engenharia Civil – www.lnec.pt
- U.S. Bureau of Labor Statistics – http://www.bls.gov/

CENOR®
Consulting Engineers

MUITO OBRIGADO!