

Aproveitamento hidroeléctrico da Fajã da Nogueira CENTRAL AMÉRICO THOMAZ

Nos números 71 e 72, referentes respectivamente a Maio/Junho e Julho/Agosto, publicámos um arranjo sobre as obras de aproveitamento hidroagrícola e hidroeléctrico das águas das ilhas da Madeira e do Porto Santo, bem como sobre a electrificação rural da primeira das duas ilhas do arquipélago.

Referimo-nos nesse trabalho ao escalão da Fajã da Nogueira, cuja central ainda não fôra oficialmente inaugurada. Para comemorar a sua inauguração solene feita em 19 de Setembro pelo Chefe do Estado, publicou o Ministério das Obras Públicas uma monografia, da cuja execução foi encarregada a EDEL.

Utilizando em parte o seu texto fazemos agora um pouco da história do aproveitamento a que já nos referimos no nosso trabalho, a cuja central foi dado o nome de Central Américo Thomaz.

Agradecemos o apoio que mais uma vez nos foi dado pela Comissão Administrativa dos Aproveitamentos Hidráulicos da Madeira.

(arranjo de Joaquim Salgado)

São aproveitadas em uma estação geradora que se localiza sobre a ribeira da Ametade, na FAJÃ DA NOGUEIRA, as águas das levadas da Serra do Faial, do Juncal e dos Accionistas e do Blandy, a que se juntam as da ribeira de São Jorge (captadas na origem, nos córregos da margem esquerda e nos córregos do Abafado e da Urze, e no Caldeirão Verde).

As primeiras daquelas águas serão conduzidas através do troço de montante (7350 m) da levada da Serra do Faial e de uma nova levada — a construir — entre a ribeira do Juncal e uma câmara de carga, que será localizada no Furado Grande da Fajã da Nogueira. Esta nova levada conduzirá para montante os caudais das levadas do Juncal, dos Accionistas e do Blandy, evitando os grandes desníveis que a levada actual apresenta nas ribeiras das Lajes e do Juncal.

As segundas daquelas águas — as da Serra do S. Jorge — serão conduzidas por um túnel de 2,4 km de desenvolvimento, perfurando a serra do Pico Ruivo da Santana, com origem no Caldeirão Verde, 80 m acima da levada actual, e com saída na origem da levada da Serra do Faial, na ribeira Seca. Esta levada conduzirá as águas à câmara de carga atrás referida.

(do Parecer n.º 3087 do Conselho Superior de Obras Públicas).

NOTA HISTÓRICA

Pode afirmar-se que o aproveitamento da água na ilha da Madeira, é tão antigo como a sua colonização, pois já antes de findar o século quinze proviões régias determinavam procedimentos tendentes à disciplina dos que a utilizavam.

O rápido desenvolvimento dos primeiros núcleos populacionais, as necessidades das gentes, a fácil entrega que a terra virgem lhes oferecia, provocaram, desde logo, o aproveitamento das águas, na utilização que a época e o meio permitiam, primeiramente, nos meios mais densos e, progressivamente nas diversas partes da ilha, à medida que as populações nelas se foram fixando.

É de supor que as primitivas «sacadas» não seriam mais que simples regos abertos na terra, aperfeiçoados à medida que as necessidades e as ambições foram aumentando.

Do mesmo modo, aos empreendimentos modestos do aproveitamento das águas mais próximas desejou-se alcançar, em feitos mais ousados, outras mais longínquas, numa indómita luta contra a natureza, que se opunha em rochas e montanhas quase inacessíveis, para transpô-las e vencer distâncias enormes.

Nas faldas das serras que dominam a Fajã da Nogueira, onde se levantam os altos picos da cordilheira central da ilha, ocorrem vários cursos de água, deles se destacando as ribeiras do Juncal, das Lajes, da Ametade e Seca.

As suas águas, como não podia deixar de ser, vinham a merecer, já de longas épocas, o interesse por parte dos habitantes da ilha.

Sabe-se ser anterior a 1822 a sua utilização, pois, data desse ano a aquisição, por parte do Estado, ao 1.º conde de Carvalhal, de um aqueduto



Pormenor da levada de captação



Pormenor da levada de captação

cujo traçado seria, sensivelmente, o da actual levada do Furado.

Nessa época e ainda por iniciativa de um particular, a quem o Estado mais tarde veio a adquirir os respectivos direitos, começou a construção da levada do Juncal, na Fajã da Nogueira, cinco quilómetros a montante do Ribeiro Frio, para captação das suas águas, as quais se destinavam à irrigação das terras de Santa Cruz.

Para o efeito, procedeu-se ao prolongamento da levada do Furado até ao Lombo da Raíz, no Santo da Serra, e daí até Santa Cruz e Água de Pena.

Em 1830, constituiu-se a «Sociedade da Nova Levada do Furado», com o intento de canalizar as águas da ribeira das Lajes até ao Pico do Infante, a fim de as distribuir pelas freguesias do Caniço, São Gonçalo e Santa Maria, no Funchal. Para atingir os seus objectivos, a Sociedade procedeu à abertura de um aqueduto entre as ribeiras das Lajes e do Juncal e obteve autorização para utilizar o do Estado, entre esta última ribeira e o Lombo da Raíz.

As obras foram, em dada altura, totalmente abandonadas, por a Sociedade ter concluído da impossibilidade da água ter escoamento assegurado, a não ser que o canal fosse revestido, imprevisto tido como incomportável para ela.

E este facto determinou ficarem as águas a irrigar em Santa Cruz, utilizando, para isso, os aquedutos das levadas do Juncal, Nova e dos Moinhos da Serra.

Entretanto, permanecia a ideia de trazer as águas das ribeiras da Ametade e Seca para o regadio do Funchal.

E, assim, em 1875, e após estudos que vinham sendo efectuados desde 1864 foi dado por concluído o projecto que viria contribuir decisivamente para o abastecimento de água de rega às terras da parte leste do Funchal.

Nele se prescrevia, que as águas captadas pela levada da Fajã dos Vinháticos, e que inicialmente se destinavam a Santana e Faial, seriam conduzidas para o Funchal, por meio de novo aqueduto denominado da **Serra do Faial**, a construir entre as ribeiras das Lajes e Seca, e para jusante da ribeira de Santa Cruz até ao Funchal.

Em substituição da levada da Fajã dos Vinháticos, sugeria-se a construção de uma outra denominada da Serra de S. Jorge, que iria captar as águas existentes e não aproveitadas nas cabeceiras da ribeira do mesmo nome.

O projecto das novas levadas da Serra do Faial, e da Serra de S. Jorge, veio a ser aprovado em 1877, e a construção iniciada logo a seguir.

Porém, dificuldades económicas foram arrastando a sua execução, até que em 1903, como resultado de um parecer do Conselho Superior de Obras Públicas, foram executados pelo engenheiro Aníbal Augusto Trigo, os trabalhos de campo necessários para a conclusão da obra, sendo director das Obras Públicas do Funchal seu irmão, o Engenheiro Adriano Augusto Trigo.

Finalmente consegue-se chegar ao termo das obras, tendo aqueles engenheiros a satisfação de inaugurar a levada da Serra de São Jorge em 1904, e de assistir, no dia 27 de Setembro de 1905, à chegada das águas das ribeiras da Ametade e Seca ao

seu término, na Camacha, quase trinta anos depois de iniciados os trabalhos.

A iniciativa tomada em 1830 pela «Sociedade da Nova Levada do Furado» estava, assim, concretizada, passados que eram 75 anos.

A partir de 1905, data da conclusão da levada da Serra do Faial, que canalizou, para a vertente sul, as águas da levada da Fajã dos Vinháticos que irrigava as terras do Faial e Santana, passou este regadio a ser assegurado com as águas da ribeira de São Jorge, pela levada do mesmo nome.

Até aqui somente a água para fertilizar as terras.

Do seu aproveitamento energético só modernamente ele se vem efectuando, conjugando tanto quanto isto seja possível, as duas finalidades.

É assim que entre os novos aproveitamentos hidráulicos da Madeira, se destaca, o aproveitamento hidroagrícola do Funchal a Santa Cruz, como obra mais vultosa que interessa ao regadio de 9900 hectares, atingindo os seus canais principais a extensão de cerca de 106 quilómetros, dezasseis dos quais em túnel.

As águas captadas na vertente norte atingem o sul, vencendo a cadeia de montanhas do maciço central do leste da ilha, através de cinco grandes túneis, com as extensões de 2500; 4300; 700; 5100 e 1500 metros.

Os objectivos principais deste aproveitamento hidroagrícola são:

- prover ao regadio das vastas zonas de sequeiro das terras ricas dos subúrbios do leste do Funchal e dos restantes concelhos por ele abrangidos — São Vicente, Santana, Machico e Santa Cruz —, e tornar completo o regadio incompleto que domina em todos eles;
- resolver, quantitativamente, o problema do abastecimento de água potável à cidade do Funchal;
- abrir caminho ao estabelecimento de novos aproveitamentos hidroeléctricos, nomeadamente as centrais da Fajã da Nogueira e do Funchal.

É, portanto, na concretização desta última finalidade que, intercalada no aproveitamento hidroagrícola do Funchal a Santa Cruz, surge a Central da Fajã da Nogueira.

1 — CONCEPÇÃO

A concepção do aproveitamento hidroeléctrico da Fajã da Nogueira, que estudos de pormenor vieram a confirmar em toda a sua extensão, é da autoria do engenheiro Manuel Rafael Amaro da Costa, quando director-delegado e presidente da Comissão Administrativa dos Aproveitamentos Hidráulicos da Madeira.

Todos os elementos topográficos e hidrológicos, a concretização do esquema, a escolha dos locais de implantação da câmara de carga, do edifício da central, dos reservatórios de descarga das turbinas e de regularização de rega, do traçado da conduta,



Topo de jusante da câmara de carga e casa da válvula de borboleta de protecção de conduta forçada

linhas de transporte de energia, assim como os projectos dos canais de derivação, são devidos aos serviços técnicos da Comissão Administrativa dos Aproveitamentos Hidráulicos da Madeira.

O projecto da câmara de carga, da conduta forçada e do equipamento da central são da autoria do engenheiro Armando da Palma Carlos, Director-Geral dos Serviços Hidráulicos, que recebeu a colaboração do arquitecto Raúl Chorão Ramalho, na parte relativa ao edifício da central, e do engenheiro electrotécnico Tiago do Nascimento de Sousa Cunha, a quem pertence a parte do projecto da sua especialidade.

Do mesmo arquitecto é a autoria do projecto das moradias do pessoal da central.

O projecto da estrada de ligação da E. N. 103 com o local da central foi estudado pelo engenheiro Abel Rodrigues da Silva Vieira.

2 — ESQUEMA GERAL

A central geradora localiza-se na margem esquerda da ribeira da Ametade, na Fajã de Nogueira, onde turbinas as águas das levadas da Serra do Faial, do Juncal, dos Accionistas, e as da ribeira de S. Jorge, captadas na origem, nas linhas de água da margem esquerda e nos córregos do Abafado e da Urze e no Caldeirão Verde.

As primeiras daquelas águas são conduzidas através do troço de montante da antiga levada da Serra do Faial, que foi beneficiada em toda a extensão e de um novo troço construído entre a ribeira do Juncal e a câmara de carga, localizada no Pico da Nogueira. Este novo troço conduz os caudais das levadas do Juncal e dos Accionistas, evitando os grandes desníveis apresentados pela antiga levada nas ribeiras das Lajes e do Juncal.

As segundas daquelas águas são conduzidas por um túnel de 2,4 km de desenvolvimento, perfurado sob as serras do Pico Ruivo de Santana, com a origem no Caldeirão Verde, 80 m acima da actual levada da Serra de São Jorge e a saída na origem da levada da Serra do Faial, na ribeira Seca.

Da câmara de carga, subterrânea, de cerca de 9400 m³ de capacidade no nível máximo, a água

cai de 348 m de altura através de uma conduta, implantada sobre a encosta, com o desenvolvimento de 604 m e o diâmetro de 600 mm.

A central geradora é dotada de dois grupos, com turbina Pelton, de 1740 CV, cada.

A água descarregada das turbinas é recebida num reservatório de regularização de caudais, de 7900 m³ de capacidade total, construído ao longo de uma curva de nível da vertente; no extremo do reservatório faz-se a descarga para a levada dos Tornos, que conduz a água para a rega da zona do Funchal a Santa Cruz, conjuntamente com a que transporta do norte da ilha através dos grandes túneis da obra n.º 6.

Da central da Fajã da Nogueira sai uma linha de transporte de energia para a subestação do Funchal, a 30 kV, com o desenvolvimento de cerca de 12 km, e uma outra a 6,6 kV, para o posto de seccionamento do Lombo do Faial.

Com as naturais limitações impostas pelo regadio, e conseqüente regularização a efectuar na câmara de carga e no reservatório dos caudais de rega de forma a tornar mínimos, para a exploração hidroeléctrica, aqueles condicionamentos, a produção anual prevista é de 8,6 GWh, nas barras do alternador.

A potência máxima é de 2300 kW, correspondente ao caudal máximo turbinável de 860 l/s.

3 — LEVADA DE CAPTAÇÃO

A sua realização foi prevista em duas fases:

— a primeira, compreendeu a rectificação e reparação de um trecho da antiga levada da Serra do Faial, desde a sua origem, na ribeira Seca, até ao furado do Pico da Nogueira, na extensão de 7000 m, e a construção de um novo troço, com o desenvolvimento de 3640 m, sobreelevado e com inversão de sentido em relação ao existente, conduzindo, agora para montante, as águas captadas nas ribeiras do Juncal e das Lages;

— a segunda, consiste essencialmente, na perfuração de um túnel de 2400 m, ligando a ribeira Seca com o Caldeirão Verde, na ribeira de São Jorge, com rectificação do troço inicial da antiga levada da Serra de São Jorge.

4 — CÂMARA DE CARGA

A topografia local tornou impossível estabelecer uma câmara de carga a céu aberto; houve, por isso, que a fazer em galeria, cerca da cota (968), perfurada entre o túnel do Pico da Nogueira e o festo do lombo, de onde parte a conduta forçada.

Esta câmara tem de desenvolvimento total 470 m, entre a espalda da levada do túnel do Pico da Nogueira e o muro de testa da caixa de limpeza da tomada de água.

A secção normal da galeria, com a área de 22,32 m², é formada por um rectângulo de 5,00 m × 2,50 m de largura por altura, coberto por um semicírculo, de volta inteira, de 5,00 m de diâmetro.

Em virtude da constituição geológica do terreno da galeria, veio a verificar-se a necessidade do seu



Vista de conjunto da Central e da conduta forçada

revestimento, passando a sua forma geométrica a ser a de uma ferradura, com 5,00 m de altura total.

A câmara de carga foi dimensionada para dar satisfação às pontas do diagrama da rede, porque não foi possível dispor de condições topográficas que permitissem armazenar uma maior reserva de água. Tendo em atenção a evolução geral dos diagramas de carga no conjunto da rede, e presentes as necessidades de regadio bem como a conveniência de aproveitar integralmente as afluições durante a época de máxima estiagem, chegou-se à conclusão de que a capacidade de 8000 m³ era suficiente para fazer uma regularização perfeita, tanto na estiagem como no período de águas altas.

A câmara da tomada de água, de 2,00 m de largura e 7,60 m de desenvolvimento, é limitada

por um muro de betão, de perfil triangular, que a envolve.

A entrada da conduta é defendida por uma comporta de guilhotina de 1,00 m × 1,00 m de comando manual; foi instalado um tubo para arejamento, logo a jusante da comporta, para evitar a cavitação no início da conduta.

A câmara da tomada de água é dotada de adufas de descarga dos materiais sedimentados, uma a montante da grelha e outra na caixa de limpeza.

5 — CONDOTA FORÇADA

A conduta forçada tem cerca de 604 m de desenvolvimento; o seu eixo tem na origem a cota (962,50) e termo à cota (624,0).

Em planta a conduta apresenta três alinhamentos rectos, sendo o intermédio o de maior desenvolvimento, ao longo da encosta, até junto da margem direita da Ametade; após transpor esta linha de água, inflecte para a direita, até atingir o alinhamento do colector para as turbinas.

A conduta foi dimensionada para o caudal máximo de 860 l/s, a distribuir por duas turbinas capazes de admitir 430 l/s sob a queda máxima prevista.

Em relação ao nível normal (N. N.) na câmara de carga, a queda geométrica é de 348,0 m, a que correspondem as quedas úteis de 338,6 m, respectivamente, para a hipótese de dois grupos trabalhando a plena carga, ou de um só grupo a plena carga.

6 — EDIFÍCIO DA CENTRAL

O edifício da central localiza-se à cota (624,60), no fundo do vale da ribeira da Ametade, à vista do miradouro dos Balcões, circunstância esta de que resultou ter-se como obrigação construir um edifício do volume discreto, para não quebrar a grandiosidade da paisagem.

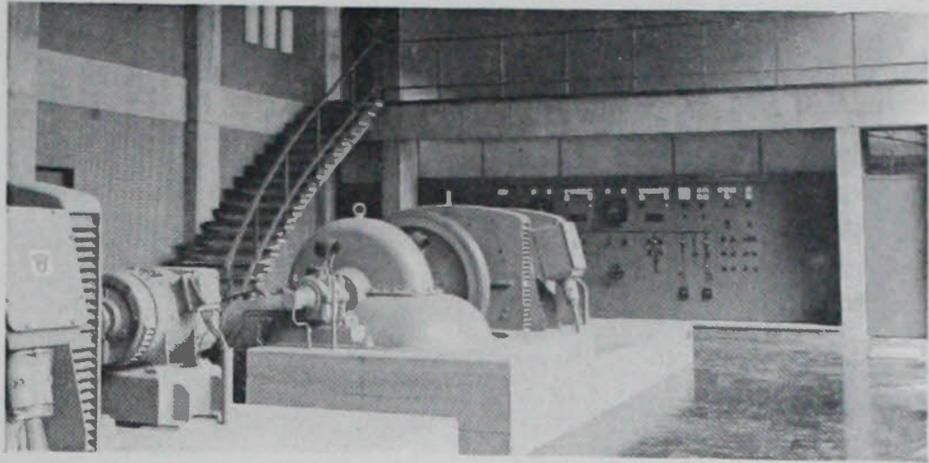
A planta é dominada pela sala das máquinas tendo do lado NE um compartimento em que está instalado o quadro de comando. No topo do mesmo lado, além da sala dos transformadores no rés-do-chão, fica um espaço que serve para deslocações dos transformadores e mais aparelhagem eléctrica.

No andar superior, sobre a sala dos transformadores, localiza-se a sala da aparelhagem de alta tensão.

7 — EQUIPAMENTO DA CENTRAL

Esta central trabalhará em especial para cobrir as pontas do diagrama da rede.

Está dotada com dois grupos iguais, de eixo horizontal, sendo a turbina directamente acoplada ao alternador. Os dois grupos, dispostos segundo



Interior da sala das máquinas

o eixo maior do edifício da central, têm as seguintes características:

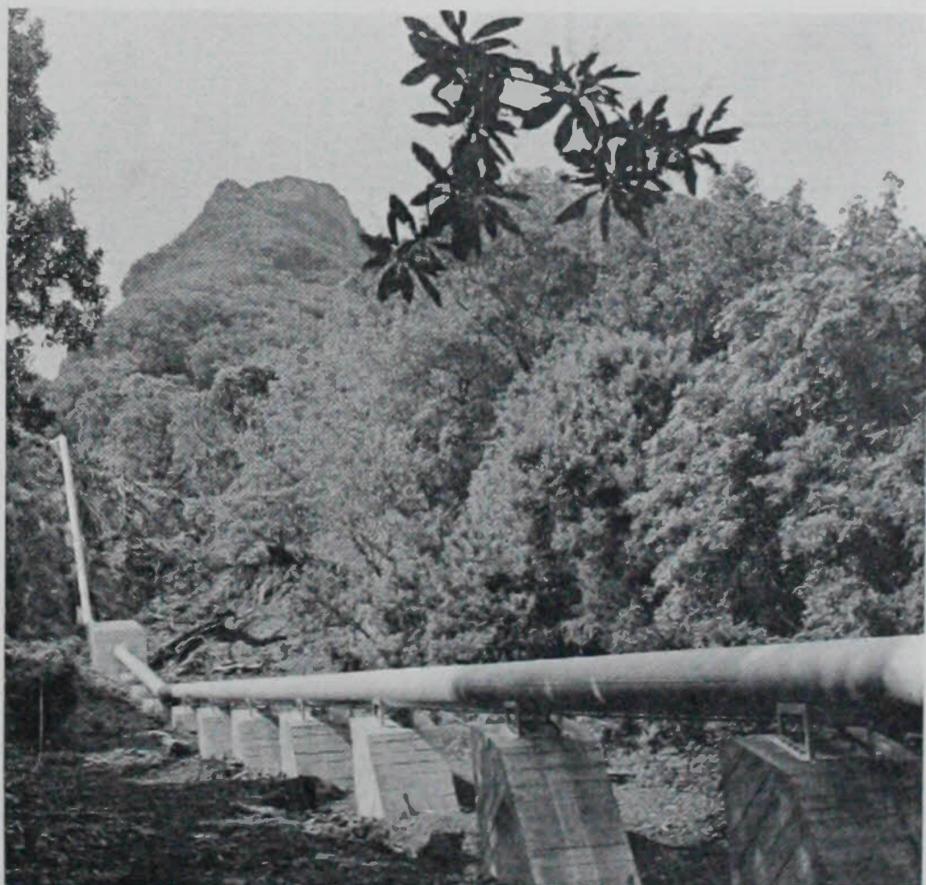
- turbina Pelton, de um só jacto, de 1740 CV a 1000 rot/min.
- alternador de 1440kVA, $\cos \varphi = 0,8$ — 6,6 kV
- transformador trifásico de 1440 kVA, 6,6 kV / 300 kV

A montante de cada turbina a conduta é dotada de uma válvula de segurança — de 340 mm — do tipo guilhotina, com desvio lateral; é comandada por um servo-motor hidráulico, dispondo de comando manual de recurso.

A turbina é provida de regulador automático de velocidade.

Os transformadores — dois de 1440 kVA e um de 500 kVA — estão instalados em sala própria, com uma galeria inferior comum, para ventilação e escoamento do óleo, em caso de derramamento. Os dois primeiros transformadores transmitem a energia pela linha de 30 kV; o terceiro, destina-se à linha de transporte para abastecimento rural, de 6,6 kV.

Um quarto transformador de 50 kVA, 30 kV / 400 V / 231 V, fornece energia para os serviços auxiliares e iluminação.



Pormenor da conduta forçada



Moradias do pessoal condutor da central

8 — RESERVATÓRIO DE REGULARIZAÇÃO DOS CAUDAIS DE REGA

A descarga das turbinas faz-se para um espelho de água à cota (619,90), ligado por um curto canal, em degraus, a um reservatório à cota 614 m, onde se faz a regularização dos caudais destinados à rega.

O desenvolvimento total do reservatório, medido segundo o seu eixo, ao nível da boca, é de 200 m.

A secção transversal é trapezoidal, de 10,00 m de rastro, 13,50 m de boca e 4,10 m de altura total.

O fundo fica isolado das espaldas por uma junta perimetral, e, ele próprio, é dividido em quarteladas por juntas transversais espaçadas de distâncias da ordem dos 15 m, preenchidas por vedante adequado.

O muro do lado do vale tem perfil triangular com o paramento de montante vertical, e o de jusante inclinado de 0,6/1 de base por altura. O coroamento do muro é mais largo do que o necessário às condições de estabilidade, com vista a constituir um caminho de serviço de 1,50 m de largura, que continua a plataforma de igual dimensão, na berma do lado da vertente.

O muro é de betão simples de 200 kg/m^3 , e está dividido em onze troços por juntas, com dispositivo de estanquidade constituído por uma lâmina de cobre de 1 mm de espessura e vedante de borracha, de $3/8''$.

Do lado da encosta, a espalda do reservatório é constituída por um revestimento de betão de 250 kg/m^3 , de 0,15 m de espessura, dispondo de uma armadura electrosoldada.

O reservatório é dotado de um descarregador de superfície, capaz de dar vazão a um caudal de 860 l/s.

A tomada de água para o caudal de rega faz-se por um sistema de válvulas e por comportas comandadas por módulos.

A descarga de fundo é comandada por uma adufa de $\varnothing 0,50 \text{ m}$.

9 — LINHA DE TRANSPORTE

O desenvolvimento da linha de transporte de energia a 30 kV, entre a central e a subestação do Funchal, é de cerca de 12 km, sendo 10,3 km

de linha aérea até ao posto de seccionamento do Bom Sucesso.

Do posto de seccionamento até à subestação do Funchal, a linha é subterrânea, com o desenvolvimento de 1630 m.

Os condutores são de cabo nu de cobre electrolítico duro, de 25 mm^2 de secção, cada um deles, sendo o cabo armado subterrâneo do tipo NHKBA, de $3 \times 35 \text{ mm}^2$, neutro isolado. Para fio de guarda utiliza-se um cabo de aço galvanizado de 25 mm^2 de secção.

No troço subterrâneo previram-se dois cabos armados iguais, sendo um de reserva.

O desenvolvimento da linha de transporte rural a 6,6 kV, entre a central e o posto de seccionamento do Lombo do Faial, é de cerca de 6,2 km.

Os condutores são também de cabo de cobre electrolítico de 25 mm^2 de secção, cada um deles, tendo o fio de guarda a secção de 25 mm^2 .

Os apoios destas duas linhas são de betão armado, com travessas do mesmo material, do tipo canadiano.

10 — POSTO DE SECCIONAMENTO DO BOM SUCESSO

Nele é feita a ligação da linha aérea ao cabo subterrâneo.

É constituído por um edifício de planta rectangular, com dimensões de $15,00 \text{ m} \times 5,70 \text{ m}$, elevando-se, no topo norte, uma torre a 1250 m de altura, com as dimensões de $6,90 \text{ m} \times 5,70 \text{ m}$.

A essa altura ficam as cadeias de isoladores a que a linha vai amarrar. Os condutores passam para o interior do edifício por intermédio de isoladores de passagem.

Nessa torre amarra também a linha aérea a 30 kV que irá estabelecer a ligação com a futura subestação do Caniço.

11 — MORADIAS PARA OS FUNCIONÁRIOS DA CENTRAL

As moradias para o pessoal condutor da central são constituídas por uma banda contínua de seis residências unifamiliares e uma isolada para o chefe da central.

Localizam-se na encosta sobranceira ao local da central, dispondo do indispensável conforto.

12 — ESTRADA DE LIGAÇÃO DA E. N. 103 COM O LOCAL DA CENTRAL

Esta estrada, com a extensão de 4,4 km, tem início junto à ponte das Cruzinhas, sobre a ribeira da Ametade, cerca do km 23,3 da E. N. 103.

A sua directriz segue ao longo da margem direita desta linha de água.

A partir do atravessamento da ribeira do Juncal e até ao final, a plataforma da estrada segue paralela ao lanço sul da levada dos Tornos. ■