2097-S

REPÚBLICA POPULAR DE MOÇAMBIQUE

GABINETE DO SECRETÁRIO DE ESTADO DO CARVÃO E HIDROCARBONETOS

GSECHI

PROGRAMA MUCANHA - VUZI

ESTUDO DE PRÉ - VIABILIDADE

RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO

I96

CPRM — DIDOTE
ARQUIVO TÉCNICO
Relatorio n.º 2097-S
N.º de Volumes: 1 V: —
PHL-010967

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM
COMPANHIA BRASILEIRA DE PROJETOS INDUSTRIAIS - COBRAPI
EMPRESA BRASILEIRA DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES - GEIPOT

OUTUBRO/1982

S U M Á R I O

		Pag.
1.	Sinopse e Conclusão	01
2.	Serviços Executados	06
3.	Pesquisa Geológica - Resultados Obtidos	23
4.	Lavra - Beneficiamento do Carvão	42
5.	Estudo de Alternativa de Transporte	48
6.	Avaliação Econômica Preliminar	58

1. SINOPSE E CONCLUSÃO

A Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) fir - mou contrato em 12.01.82, com a Secretaria do Carvão e Hidrocarbo netos (GSECHI) da República Popular de Moçambique, para execução de pesquisa geológica e uma programa de 10.000 metros de sondagem na bacia carbonífera de Mucanha-Vuzi; com o objetivo de avaliar as possibilidades de exportação de carvão no futuro próximo.

O estudo, à nível de pré-viabilidade, inclui ainda a defi nição dos métodos de lavra e beneficiamento para obtenção de car vão de qualidade superior e também a análise das alternativas de transporte do carvão até o terminal oceânico no Canal de Moçambi que, levando em conta os estudos anteriores executados por várias organizações e consultores de diversos países.

O projeto está sendo executado com a co-participação de duas outras companhias estatais brasileiras: o GEIPOT, que analisa o projeto de transporte e a COBRAPI, responsável pela definição dos métodos de lavra e beneficiamento e pelos estudos de viabilidade técnica e econômica do empreendimento.

Conscientes da importância do projeto, as empresas contra tadas anteciparam o início e execução de várias atividades em rela- ção ao cronograma oficial. Em particular, esforços especiais foram mobilizados com vistas a acelerar a execução dos trabalhos de cam po, evitando-se assim a estação de chuvas que impossibilitaria as ditas operações no período entre Dezembro e Março.

Neste sentido, o projeto, que deveria se iniciar em 15. 04.82, com a duração de 14 meses, registrou avanços consideráveis em apenas cinco meses de operação, alcançando a marca de 75% dos serviços de campo concluídos em 30.09.82. Tal performance possibili tou a elaboração deste relatório de avaliação, que tem por objetivo a apresentação de um diagnóstico preliminar do projeto, dando indi cações do potencial carbonífero da área, dos métodos de lavra e be neficiamento adquados, da rota de transporte escolhida e finalmente, uma estimativa do nível de investimentos necessário para implementa ção do programa,bem como o custo por tonelada FOB no terminal de ex

portação, do carvão vendável no mercado internacional.

Uma cuidadosa análise de toda bibliografia sobre a geologia do carvão em Moçambique, em particular da área de Mucanha - Vuzi, incluindo 45 documentos, foi executada, o mesmo sendo feito para a área dos transportes, incluindo mais de 20 relatórios.

Foram mantidos frequentes contatos com as autoridades moçambicanas, especialmente nas áreas do GSECHI, CARBOMOC e do Ministério de Portos e Transportes Terrestres. Foram também visitados os terminais portuários e dos caminhos de ferro, bem como o Rio Zambeze e a Albufeira de Cahora-Bassa. Contatos informais com diversas empresas internacionais de consultoria, que estudam diversos temas incluídos no escopo deste trabalho, resultaram em proveitosa contribuição, particularmente na área dos transportes. Com todo este acervo de informações, a empresa contratante julga que já se dispõe de um volume de dados suficientes para fundamentar, a nível preliminar, as conclusões apontadas neste relatório.

Entretanto, o relatório final será oportunamente apresentado, conforme determina os termos do Contrato GSECHI/CPRM.

As reservas mínimas de carvão "in situ" foram estimadas em 385×10^6 toneladas para a porção pesquisada do Bloco Bohozi, das quais, cerca de 2/3 em condições adequadas à lavra a céu aberto. Para o campo carbonífero Bohozi-Mucanha, estimou-se um potencial da ordem de 1,2 bilhões de toneladas.

Estes números autorizam o planejamento da mineração na escala de produção adotada neste relatório. Contudo para a concepção e implantação do projeto mineiro, faz-se necessário estudos de detalhamento da jazida a níveis adequados.

Como carvão vendável, no momento foi considerada apenas a fração metalúrgica, estimada em 23% do R.O.M., com 10% de cinzas e excelentes qualidades coqueificantes. Contudo, planeja-se para a segunda-fase do projeto aprofundar as análises de beneficiamento com o objetivo de se estudar as possibilidades de produzir carvão vapor com 20% de cinzas. Os finos do carvão serão flotados e recuperados para produção local de coque exportável.

Planeja-se uma produção da ordem de 3 milhões de toneladas/ano de carvão metalúrgico para ser vendido ao preço de US$. US$ 60,000/t ano no mercado mundial. Considerando que, as minas de Moatize vão ampliar a produção ao nível de 3 milhões de toneladas, ao final da década Moçambique estará vendendo cerca de 6 milhões de toneladas de carvão , o que representa menos de 3% do mercado mundial. Considerando-se por outro lado, a boa situação geográfica, equidistante dos dois maiores mercados consumidores(Europa Ocidental e Japão) e a boa posição em relação a América do Sul, especialmente o Brasil, admite-se que não será difícil para Moçambique vender o seu carvão, especialmente se considerar-mos as possibilidades de troca por bens e equipamentos, dos quais Moçambique é carente.

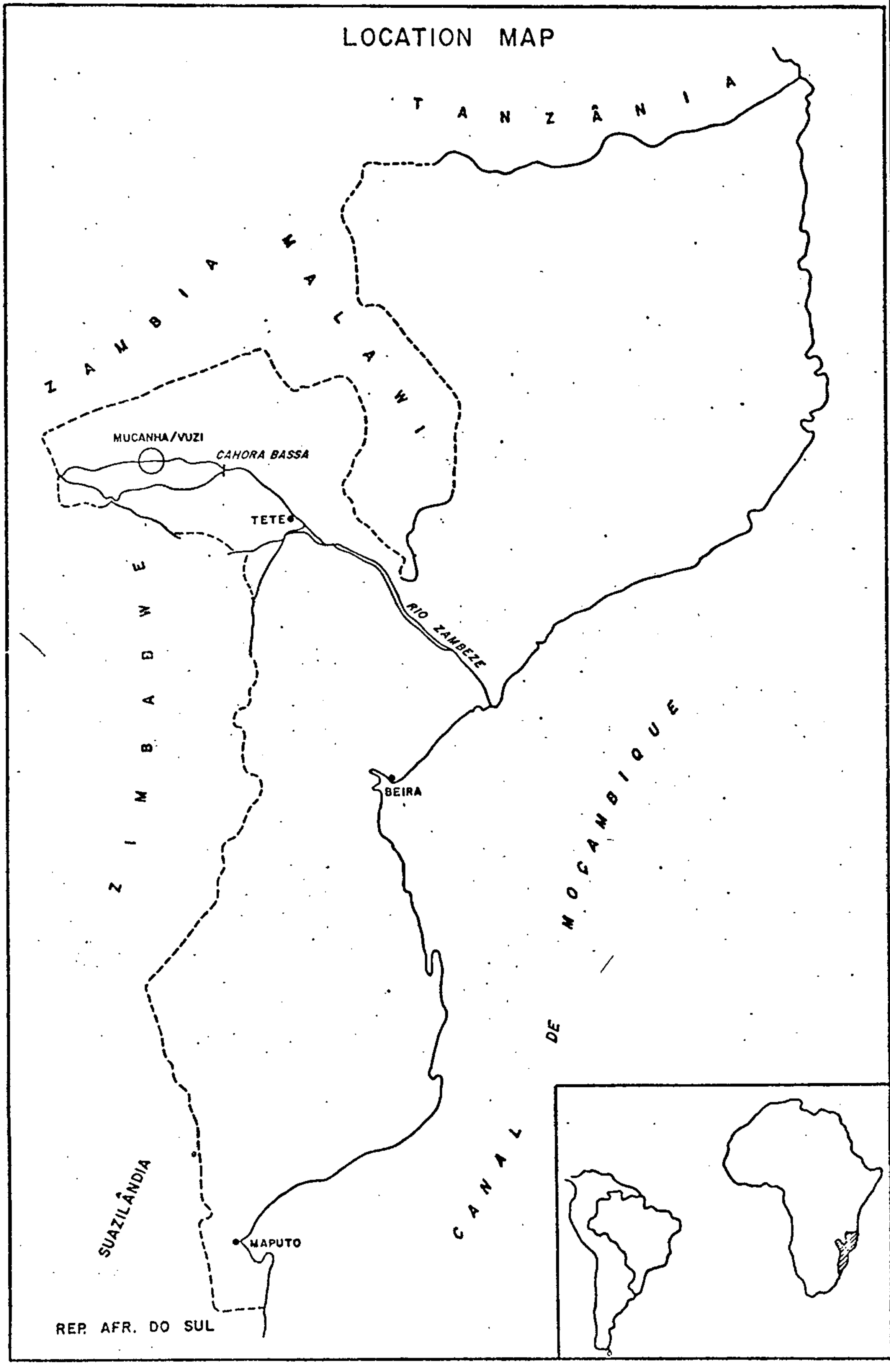
Os investimentos foram estimados em 685,5 milhões de dólares, dos quais 262,4 milhões para a mina e instalações de beneficiamento e 396,1 milhões para o sistema de transportes.

A alternativa de transporte escolhida, consiste no carregamento do carvão em chatas em um terminal próximo à boca do Rio Mucanha, nevegação lacustre na Albufeira de Cahora-Bassa até o terminal de Nhancapirire, descarga e carregamento nos trens e transporte ferroviário até o porto de Beira, via Moatize. O projeto inclue a recuperação da linha CFM-Centro que também atende a outras cargas da região central de Moçambique e o comércio internacional do Zimbabwe e do Malawi.

Os custos operacionais da mineração e beneficiamento foram estimados em US$ 6,00/t e os de transporte em US$10,87/t. Considerando-se empréstimos internacionais a uma taxa de juros de 5% (descontando a inflação) e uma amortização em prazo de 20 anos de 85 a 90% dos investimentos totais, o retorno anual será de cerca de 20 milhões de dólares. Para a balança comercial, prever-se um superavit anual da ordem de 100 milhões de dólares, o que é extremamente significativo para a economia de Moçambique.

É desejo expresso de autoridades do Governo de Moçambi que acelerar o início da segunda fase do projeto. Neste sentido e levando-se em conta a estação de chuvas do país, as empresas contratadas sugerem que sejam feitos todos os esforços com vistas a possibilitar o início dos trabalhos da segunda fase em abril de 1983, aproveitando-se integralmente a estação seca para execução dos necessários serviços de campo, que incluem, além do detalhamento da pesquisa geológica e do projeto da mina e instalações de beneficiamento, os levantamentos da ferrovia, e dos terminais lacustres e portuário.

LOCATION MAP



2 - SERVIÇOS EXECUTADOS

2.1 - Introdução

As operações da CPRM em Moçambique, ligadas à execução da pesquisa e estudo de pré-viabilidade do carvão na área de Mucanha-Vuzi, Província de Tete, iniciaram-se oficialmente em 15.04.82. Contudo, as atividades pré-operacionais de aquisição e/ou mobilização de equipamentos e pessoal, foram iniciadas em fevereiro p.p. Desde o dia 10 de março, a empresa mantém uma representação permanente em Maputo, exclusivamente vinculada ao Programa Mucanha-Vuzi.

Até esta data, já foram exportados do Brasil para Moçambique, equipamentos e materiais no valor de US$ 1,600,000, dos quais, US$ 855,000 consignados como exportação definitiva, devendo permanecer em Moçambique, após o término dos serviços.

Para implementação dos trabalhos, a CPRM mantém em Moçambique, desde o mês de maio, um grupo de cerca de 40 funcionários brasileiros, incluindo 10 a 12 geólogos e engenheiros, na maioria, especialistas de categoria senior.

Comenta-se a seguir, os progressos já alcançados na execução dos trabalhos contratados até 30.09, devendo-se destacar o cumprimento e/ou antecipação dos prazos previstos no cronograma, para todas as atividades, em que pese as enormes dificuldades logísticas, de apoio e de suprimento prevalescentes na região do projeto, para operações deste porte.

2.2 - Implantação de Acesso e do Acampamento

A área do projeto localiza-se a cerca de 100 km a sudoeste da vila de Fíngoe, na Província de Tete. Deste percurso, foi implantado pela CPRM um trecho de 70 km de estrada de acesso, entre a aldeia de Nhantaro e o rio Bohozi e foram recuperados 30 km de estradas pré-existentes, entre aquela aldeia e Fíngoe. Adi

cionalmente foram implantados na área do projeto, cerca de 40 km de estradas de serviço, abrindo acesso até a margem o este do rio Vuzi.

O acampamento, construido à margem do rio Bohozi, consta basicamente de 3 módulos pré-fabricados, de madeira e alvenaria, com cobertura em telhas de fibro-cimento, e área coberta total de cerca de 360 m^2, além de dois módulos metálicos, tipo "container", equipados com ar condicionado. Os alojamentos, com capacidade para até 50 pessoas, são providos de água corrente, eletricidade e instalações sanitárias adequadas. Um certo número de barracas de lona, com estrutura em tubos de aço, abrigam os serviços de apoio, tais como oficina, depósitos, etc. O acampamento dispõe de dois grupos geradores A.C. de 32 kwa, de facilidades de refrigeração para guarda de alimentos, de tanques para até 30.000 litros de gásoleo, e de radio comunicação em SSB com Tete e Maputo.

2.3 - Apoio Geodésico e Restituição.

Foram concluidas, em 15.07, as operações de campo desta atividade, executadas por um engenheiro cartográfico e dois topógrafos, que constaram de:

a) Transporte das coordenadas geográficas para a área do projeto, a partir dos vértices de triangulação Tchiconcué , Tumba e Marcupite, distantes cerca de 20 km, ao norte.

b) Recondicionamento nas fotografias aéreas e no terreno de 13 pontos de apoio, com coordenadas planialtimétricas calculadas, necessários aos trabalhos subsequentes de aerotriangulação e de restituição aerofotogramétrica.

c) Implantação no terreno de duas "bases" planialtimétricas , materializadas em marcos de concreto, para apoio aos trabalhos de geofísica e de locação de furos. Reambulação da toponímia local, etc.

As informações geradas pelos trabalhos de campo foram transferidas ao Centro de Cartografia da CPRM, no Rio de Janeiro.

As operações de aerotriangulação, restituição, desenho

CARVÃO DE MUCANHA-VUZI — ESTUDO DE PRÉ-VIABILIDADE

CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

IMPLEMENTATION SCHEDULE

ATIVIDADES *ACTIVITIES*	MESES *MONTHS* 01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14
Apoio Geodésio e Restituição *Geodesic Support and Restitution*														
Pesquisa Bibliográfica / Fotointerpretação *Bibliographic Research / Photo / Inter*														
Mapeamento Geológico *Geological Mapping*														
Campanha de Geofísica Terrestre *Geophysical Campaign in the Field*														
Programa de Sondagens *Drilling Program*														
Perfilagem Geofísica *Geophysical Profiling*														
Pesquisa Hidrogeológica *Hydrogeological Research*														
Análises e Ensaios de Laboratório *Laboratory Analyses and Tests*														
Estudo de Alternativas de Escoamento *Study of Out Flow Alternatives*														
Compilação de Dados *Data Compilation*														
Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica (Preliminar) *Technical and Economic Feasibility Study (Preliminary)*														
Acompanhamento e Relatório Final *Supervision and Final Report*														
Aquisição de Equipamento / Materiais *Acquisition of Equipment and Material*														

e gravação na produção das cartas planialtimétricas já foram concluídas, resultando na escala 1:20.000, com intervalos de 10 metros entre as curvas de nivel, que serão utilizadas como mapas base para as demais atividades técnicas do projeto.

2.4 - Pesquisa Bibliográfica e Fotointerpretação

Os trabalhos relativos a esta atividade foram concluídos em 10.06. Apesar de não constar das especificações técnicas do contrato CPRM/GSECHI, foi entregue às autoridades do GSECHI em 30.08, o relatório técnico final desta atividade.

Foram consultadas e analisadas 45 obras de interesse para o projeto, com ênfase aos aspectos relevantes para a pesquisa do carvão de Mucanha-Vuzi.

A interpretação fotogeológica, conduzida sobre fotografias aéreas verticais nas escalas 1:50.000 e 1:30.000, gerou um mapa fotográfico de serviço, documento importante para o planejamento das atividades subsequentes de mapeamento geológico e das sondagens pioneiras.

2.5 - Mapeamento Geológico

A fase preparatória para os trabalhos de campo consistiu da seleção de secções geológicas, locação em mapas de serviços e fotografias aéreas dos afloramentos de carvão e outros acidentes geológicos de destaque, descritos na literatura, etc. Os aspectos logísticos dos trabalhos de campo foram também considerados com vistas a assegurar condições operacionais adequadas e seguras para as equipes de campo.

Os trabalhos de mapeamento geológico sistemático estão-se desenvolvendo normalmente, tendo sido cobertos até agora cerca de 100 km^2, o que representa aproximadamente 80% da área do projeto. Já foram estudados e descritos 249 pontos de afloramentos de rochas, incluindo 30 afloramentos de carvão com descrição detalhada.

O mapa geológico final será apresentado na escala soli

citada, 1:20.000, com destaque para as linhas de afloramento das seqüências carbonosas. Os trabalhos de campo desta atividade deverão se prolongar até o final da campanha atual, detalhando progressivamente as áreas com maior interesse prospectivo.

As informações geológicas obtidas, confirmam o elevado potencial para depósitos de carvão do Bloco Bohosi, e demonstram que no Bloco Vuzi as camadas de carvão ocorrem a grande profundidade, limitando substancialmente as possibilidades desta área.

2.6 - Geofísica Terrestre

A equipe de geofísica terrestre, composta por dois geofísicos e dois topógrafos, chegou a Moçambique em 04.06, tendo iniciado as operações de campo em 10.06. Os equipamentos de medição constam de dois gravímetros marca WORDEN, modelo "Prospector" e 3 magnetômetros Geometrics, Mod. G-816, do tipo proton de precessão.

A sistemática adotada para aquisição de dados geofísicos, consiste na execução de perfis paralelos, transversais à direção geral das camadas geológicas, com espaçamento regular, densificando-se a malha em áreas de maior complexidade geológica. Ao longo dos perfis, as estações de gravimetria são espaçadas de 200m e as de magnetometria, 20 metros. Todos os perfis são previamente nivelados e amarrados topograficamente às estações-base, de coordenadas planialtimétricas conhecidas.

A campanha de geofísica terrestre foi encerrada em 14 de agosto. A produção física final foi a seguinte:

Perfis gravimétricos: 75,680 metros
Estações gravimétricas: 760
Perfis magnéticos: 72.750
Estações magnéticas: 3637

Os dados observados e registrados sofrem uma primeira interpretação no campo, permitindo a elaboração de perfis

gravimétricos de serviço de um mapa de contorno estrutural do topo do embasamento para uso imediato pela equipe de geologia. Os mesmos estão sendo processados, com vista à elaboração de perfis e mapas definitivos.

2.7 - Programa de Sondagem

Os arranjos iniciais das operações de sondagem ocorreram na primeira semana de Maio.

Em/15 de Junho a equipe de sondagem já estava na área de trabalho, constando de 1 Geólogo-Chefe, seis sondadores , seis auxiliares de sondadores além de pessoal de apoio, incluindo mecânicos , eletricistas, motoristas, etc, num total de 24 funcionários. Cerca de 6 moçambicanos também participam dos trabalhos de sondagem, em diferentes estágios de treinamento, como auxiliares de sondador e eventualmente, de sondador.

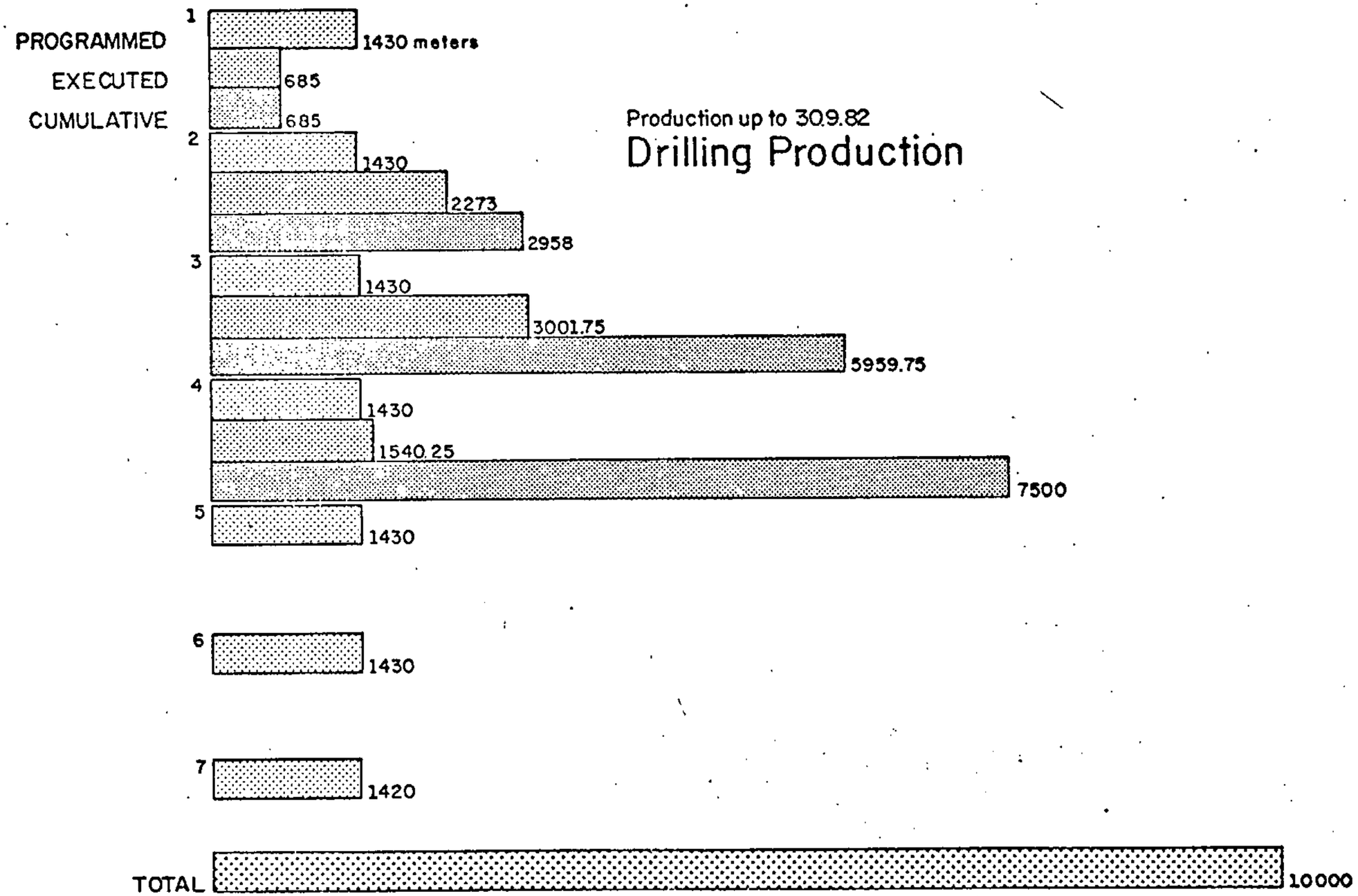
O equipamento básico de sondagem deslocado para o Programa Mucanha-Vuzi, consta de cinco sondas rotativas a diamante do tipo BBS-17A, equipadas para operação com "Wireline" e uma sonda rotary, montada em caminhão, do tipo Failling CF-15. Todas as sondas estão equipadas com hasteamento NQ e BQ para furos de até 400 metros, além dos equipamentos auxiliares de praxe.

As atividades de sondagem começaram efetivamente em 5 de julho e,até 30.09, 7.500 metros foram perfurados correspondendo a conclusão de 33 furos de sondagem. Foram locados 17 novos furos, dos quais 02 no bloco Vuzi, 04 no bloco intermediário e 11 no bloco Bohozi. O bloco Bohozi, o de maior potencial para a exploração de carvão, está praticamente coberto por uma malha quadrangular de 1 km de lado. É importante assinalar que dentre os 33 furos realizados, 31 indicaram resultados promissores para carvão.

Resumindo-se, pode-se dizer que a produção de sondagem até o momento alcançada, é maior do que a prevista no Cronograma de Execução, como demonstra a figura 1. Será também

Production up to 30.9.82

Drilling Production



enfatizada a política de treinamento de pessoal moçambicano, gradualmente substituindo pessoal brasileiro(foto 7).

2.8 - Perfilagem Geofísica

Em atenção ao que determinam as especificações técnicas do Contrato GSECHI/CPRM, em todos os furos serão corridos os perfis Gama, Resistividade e Potencial Espontâneo, nas escalas 1:100 e 1:500. O equipamento de perfilagem, consta de um perfilador do tipo MOUNT SOPRIS 3000, equipado com as sondas e os módulos de perfilagem solicitados pelo programa. A equipe executora é constituída por um engenheiro eletrônico e um auxiliar técnico.

Foram corridos perfis geofísicos em todos os furos já concluídos, com exceção das zonas revestidas, sem interesse para carvão. As dificuldades encontradas na carência de suprimento de bentônita e outros acessórios de sondagem, tornaram necessário o emprego exclusivo de água como fluido de sondagem, dificultando o acondicionamento adequado dos furos para correr a perfilagem elétrica. Em decorrência, no momento, 04 furos não foram corridos os perfis SP. Após o acondicionamento adequado dos furos, planeja-se realizar a perfilagem com potencial espontâneo. Apesar destas dificuldades, a produção de perfilagem vem sendo mantida elevada, como se deduz da tabela de produção abaixo:

Até 30.09 a produção de perfilagem geofísica era a seguinte:

Perfilagem	Produção Acumulada (m)
Gama	6.425,85
Resistência	5.876,40
SP	3.891,75

2.9 - Pesquisa Hidrogeológica

Encontra-se na área do projeto, desde o dia 20.08 o hidrogeólogo responsável pela execução desta atividade. Está programada a instalação na área de domínio da Série Karoo, de uma rêde de pontos de observação hidrogeológica, utilizando-se um certo número de furos executados para a pesquisa de carvão, como piezômetros, além da construção de dois poços com cerca de 200m de profundidade e diâmetro de 6 1/2", para testes de bombeamento dos diversos aqüíferos da bacia.

Em todos os pontos de observação hidrogeológica, serão medidos sistematicamente o nível dos aqüíferos, a temperatura, condutividade e p.H. das águas. As informações serão posteriormente processadas para obtenção do modelo hidrogeológico local e análise das prováveis influências do [illegible] sistema em uma eventual operação mineira na área.

Os seguintes trabalhos já foram executados:

- Coleta de dados hidrológicos na área de estudo, incluindo medições do nível d'água, condutividade elétrica, temperatura, p.H., etc.

- Correlação dos dados litológicas e geofísicas dos furos com dados hidrogeológicos.

- Preparação de diagramas hidrogeológicos com vistas a instalação de piezômetros e dos poços teste.

2.10 - Análises e Testes de Laboratório

Conforme a Cláusula 4.8 do Contrato GSECHI/CPRM, os se - guintes ensaios foram propostos para o Programa Mucanha/Vuzi: "Afunda-flutua em várias densidades para determinar os teores de cinza, enxofre, materias voláteis, valor calorífico, FSI umidade em cada fração. Peso específico da camada total e do flutuado em 1.85, bem como ensaios de lavabilidade". Além destes serão realizados ensaios especiais, tais como: micropetrografia do carvão e determinação da referência das vitrinitas, ensaios geomecanicos, dilatometria, elementos maiores e menores das cinzas, fusibilidade das cinzas, reatividade e moabilidade.

Após duas reuniões com o Sr. Diretor Geral da Carbomoc em Moatize e com os responsáveis pelo laboratório de análises de carvão daquela unidade de produção, teve-se informação que não há no momento qualquer possibilidade de execução em Moatize dos ensaios Afunda-Flutua, por falta de equipamento e material. Deste modo resulta temporariamente prejudicada a ideia de se executar as análises do carvão de Mucanha/Vuzi naquelas instalações. Decidiu-se portanto, se encaminhar os primeiros lotes de amostras para análise completa nos laboratórios da CPRM,no Brasil, até que haja condições de executá-las em Moçambique. Para este efeito , a CPRM já definiu com as autoridades do GSECHI, uma lista de equipamentos de laboratório no valor de US$50,000.00, a ser brevemente enviada a Moçambique o que permitirá a execução das análises preconizadas, neste país.

Os primeiros testes em amostras dos furos 10-VB e 11-VB já foram concluidos pelo LAMIN/CPRM, e consistiram das seguintes determinações: 9 testes Afunda-Flutua e respectivas análises imediatas (cinzas, humidade, voláteis, enxofre), F.S.I., e 2 testes da plastometria Gieseler e análises petrográficas, que serão discutidos no Capítulo 3.

2.11 - Estudo de Alternativas de Escoamento

A CPRM e o GEIPOT assinaram o contrato (CPRM/629/DAD/82) para execução dos serviços previstos nas cláusulas 3.2.1 item b do Contrato CPRM/GSEHI e definidos na Parte 4.9 do Apêndice I do mesmo Contrato.

À fase de levantamento e análise de dados e informações existentes foi, todavia, antecipada pelo GEIPOT, iniciando-se em dezembro de 1982, um mês antes do prazo previsto.

As análises conduzidas pelo GEIPOT, com base nas informações, plános e projetos existentes, tem por objetivo selecionar, em carater conclusivo, a alternativa mais econômica para o escoamento da produção de carvão da região de Mucanha/Vuzi. Além das alternativas anteriormente previstas no relatório apresentado pelo GSECHI ao Fundo dá OPEP em novembro de 1981, verificou-se a necessidade de inclusão da alternativa de travessia de Cahora Bassa em comboios de chatas, o que reduziria a extensão do trecho ferroviário a ser construido entre as atuais linhas existentes e a área de Mucanha/Vuzi em cerca de 220km. Dessa forma, passou-se a analisar 3 rotas e seis alternativas possíveis, quais sejam:

ROTA 1 - Porto da Beira

ALTERNATIVA 1.1 - Via ligação ferroviária Mucanha/Vuzi-Cambulatsisse e CFM-Centro (Caminhos de Ferro de Moçambique-Sistema Centro)

ALTERNATIVA 1.2 - Via Albufeira de Cahora Bassa, ligação ferroviária Nhancapirire-Moatize e CFM-Centro.

ROTA 2 - Porto de Nacala

ALTERNATIVA 2.1 - Via Albufeira de Cahora Bassa, ligação ferroviária Nhancapirire-Moatize

CFM-Centro, Malawi e CFM-Norte (Caminhos de Ferro de Moçambique-Sistema Norte).

ALTERNATIVA 2.2 - Via Albufeira de Cahora Bassa, ligação ferroviária Nhancapirire-Moatize, CFM-Centro, Zambézia e CFM-Norte)

ROTA 3 - Rio Zambeze

ALTERNATIVA 3.1 - Via Albufeira de Cahora Bassa, ligação ferroviária Nhancapirire Mepanda UNCUA e Moatize e navegação fluvial.

ALTERNATIVA 3.2 - Via ligação ferroviária Mucanha/Vuzi-Cambulatsisse - Moatize - Tete e navegação fluvial.

Os estudos compreendem, em síntese, a avaliação de cerca de 1.550km de linhas ferroviárias novas, 1.300km de linhas ferroviárias existentes a serem recuperadas e melhoradas, a navegação fluvial e lacustre em 608km, construção de dois terminais lacustres de carvão, um terminal fluvial, um terminal fluvio-marítimo na foz do Rio Zambeze e dois terminais marítimos de carvão, no porto da Beira (2 alternativas) e Nacala (1 alternativa).

Até o presente a situação dos estudos do transporte do carvão apresenta a seguinte situação:

a) Levantamento dos dados e informações existentes:
Foram realizados pela equipe de cinco técnicos Seniors, duas viagens a Moçambique, tendo sido visitados os vários órgãos de interesse de Maputo, Beira, Nacala,Tete e Mucanha/Vuzi. Foram levantados e analisados os estudos e informações disponíveis, mapas e fotografias aéreas na escala 1:50.000, além de cartas náuticas e ba-

timétricas nas áreas portuárias de intersse. Foi, ainda, realizada uma viagem a Rotherdam., a fim de obter informações atualizadas do Porto da Beira.

b) Estudo Sócio-Econômicos e dos Fluxos - foram analisadas e processadas as informações sócio-econômicas e de produção a nível de província e distrito. Foi ainda atualizada a rede rodoviária e definida a rede de "links" de Moçambique com a finalidade de determinar a área de influência e fluxos que serão captadas pelo sistema ferroviário, para permitir as análises de demanda e níveis de capacidade do sistema. Foi definida a Matriz de Origem e Destino dos fluxos de mercadorais de Moçambique e realizadas estimativas preliminares dos fluxos ferroviários futuros.

c) Estudos Ferroviários - foram realizados os estudos preliminares dos novos traçados em planta em escala 1:50.000, bem como da recuperação e melhoria das linhas ferroviárias existentes, compreendendo o projeto geométrico preliminar, estimativa de quantitativos e custos. Nesse tópico foram ainda desenvolvidas análises preliminares de simulação da operação nos trechos críticos, especificações e dimensionamento do material rodante.

d) Terminais Marítimos - foi desenvolvido a nível preliminar e discutido em Moçambique, a concepção incluindo memorial descritivo, sistema de manuseio, quantitativos e custos dos terminais portuários para carvão em Beira (duas alternativas), Nacala (1 alternativa) e foz do Rio Zambeze.

e) Transporte Fluvial - foram desenvolvidos os estudos preliminares do transporte do Rio Zambeze entre Tete e Chinde (500km), com embarcações de 1.500t a 2.000t e avaliados os custos de dragagem, proteção da via bem como dos terminais de embarque próximo a Tete e de descarga em Chindre (foz).

f) Transporte Lacustre - foram desenvolvidos os estudos preliminares de transporte na Albufeira de Cahora Bassa entre Mucanha/Vuzi e Nhancapirire (108km) utilizando chatas de 2.000t bem como dos terminais de embarque próximo ao Rio Mucanha e de desembarque de Nhancapirire.

g) Estudo de pré-viabilidade das alternativas de transporte - foi realizado, com base nos dados processados, uma avaliação preliminar de viabilidade do sistema de transporte, selecionando-se a ROTA 1 (Porto da Beira), ALTERNATIVA 1.2 (Via Albufeira de Cahora Bassa ligação ferroviária Nhancapirire-Moatize e CFM-Centro).

2.12 - Compilação de Dados

Os trabalhos pertinentes a esta atividade centralizaram-se na elaboração de perfis compostos dos furos em andamento, a partir da descrição litológica dos testemunhos de sondagem, que serão posteriormente ajustados e complementados com os "logs" geofísicos gama, resistividade e potencial espontâneo. A tarefa de descrição litológica dos testemunhos está a cargo de uma equipe de 3 geólogos, enquanto que os trabalhos de interpretação quantitativa e qualitativa dos perfís geofísicos, com vistas a estabelecer correlações seguras entre os furos bem como a integração das informações geológico-geofísicas, estão a cargo de um geólogo senior, com larga experiência neste campo.

Já foram completados os perfis litológicos de 30 furos, nas escalas 1:500, 1:100 e nos pacotes carbonosos na escala 1:20 totalizando 6.343,41 metros de testemunhos descritos. As descrições dos pacotes carbonosos na escala 1:20 são acompanhadas da avaliação visual do teor percentual em vitrênio, o que permite uma qualificação preliminar dos níveis de carvão descritos. Para este efeito, são consideradas nos perfis como camadas de carvão apenas os níveis com espessura superior a vinte centímetros.

Simultaneamente a descrição litológica dos testemunhos, procede-se à análise e ajuste dos "logs" geofísicos, que serão posteriormente integrados nos perfis compostos.

2.13 - Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica

Em que pese o início desta atividade estar previsto para o mês 10 do cronograma de execução, os trabalhos foram antecipados afim de acompanhar o avanço das demais atividades.

Durante o mês de setembro foram concluidos os trabalhos seguintes:

- Estudos bibliográficos sobre a economia de Moçambique.
- Elaboração de questionários e tabelas para a obtenção de informações atualizadas, econômicas e técnicas sobre o país.
- Elaboração de programas de testes de lavagem, análises químicas e testes metalúrgicos com amostras de testemunho de sondagem e amostra de grande volume ("bulk").
- Estudos de mercado, incluindo estudos bibliográficos assim como contatos diretos com consumidores brasileiros de carvão metalúrgico e energético.

2.14 - Aquisição de Equipamentos e Materiais

Foram adquiridos de fornecedores brasileiros e exportado para Moçambique em 19.04.82, os equipamentos, veículos e materiais necessários à execução do projeto, e relacionados na Seção 6.1 (Anexo I - Contrato GSECHI/CPRM) destinados ao GSECHI, no valor de US$410,437.37. A parcela excedente ao valor contratado de US$356,000.00, que importa em US$54,347.37, deveu-se às variações de preços observadas entre a data das cotações e data de compra dos materiais, e será absorvida pela CPRM.

2.15 - Acompanhamento e Relatório Final

A supervisão técnica, administrativa e financeira do Programa Mucanha-Vuzi é exercida por uma Coordenadoria, com sede no Rio de Janeiro, através da qual são mantidos os contatos com o órgão contratante, com os órgãos financiadores e com as empresas subcontratadas. É também função da Coordenadoria, supervisionar a execução das atividades programadas em todos os níveis, dentro dos critérios e padrões consagrados na CPRM.

3. PESQUISA GEOLÓGICA - RESULTADOS OBTIDOS

3.1 - Considerações Preliminares

A partir de um número ainda pequeno de dados, 18 furos com perfis geológicos e geofísicos em mãos, mais 8 furos com dados numéricos parciais, apresenta-se neste trabalho uma primeira idéia da ocorrência e comportamento das camadas de carvão no bloco Bohozi, dentro do Projeto Mucanha-Vúzi (ver tabela). Selecionou-se a área apresentada na fig. 1, pois concentra todos os resultados de mais importância econômica até o momento obtidos, dentro dos limites naturais que são o embasamento cristalino e/ou rochas vulcânicas ao norte e o lago da albufeira de Cahora-Bassa ao sul.

Utilizou-se uma base cartográfica com rede de coordenadas UTM e alguns cursos de drenagem, obtida da redução para 75% do mapa topográfico 1/20.000, onde foram locados os furos de sonda.

3.2 - Situação Fisiográfica

A área onde estão sendo executados os furos de sonda é relativamente plana com altitudes de 330 a 442 m, mas com a maior parte dos furos entre 330 e 380 m. Algumas elevações notáveis na região são os pitões de rochas alcalinas e o platô alongado a nordeste, onde foi executado o furo 21-VB-82. Os terraços, considerados de idade cretácea, formam tabuleiros realçados na topografia, de superfície geralmente plana, constituindo-se num bom exemplo aquele sobre o qual foi construído o acampamento da CPRM.

A norte as elevações do embasamento cristalino e da cobertura por rochas vulcânicas marcam um contraste com a região mais baixa e mais plana onde afloram as rochas sedimentares do sistema Karroo.

A mioria dos cursos d'água são intermitentes, tornando-se secos à época da estiagem (abril a novembro) e de regime torrencial à época das chuvas (dezembro a março).

O rio Bohozi, que dá nome ao bloco, permanece com alguma água superficial mesmo no período de seca.

3.3 - Camadas de Carvão

As ocorrências de carvão encontradas no Bloco Bohozi situam-se estratigraficamente na chamada Série Produtiva (Carvalho, 1977) possivelmente correlacionável à "Ecca Formation", como é conhecida unidade semelhante na África do Sul. Sotoposta e sobre o embasamento cristalino está a chamada Série Tilítica, que tem seu provável correspondente na "Dwyka Formation" do Sistema Karroo na África do Sul.

Um número muito grande de camadas e leitos de carvão ocorrem intercalados nas rochas sedimentares da Série Produtiva. No entanto, destaca-se notavelmente dos demais um conjunto carbonoso de grande espessura, grande continuidade lateral e qualidade visual do carvão contido, que se designa provisoriamente como pacote carbonoso principal, antes que uma avaliação global e mais detalhada da jazida permita dar-lhe uma denominação mais formal, provavelmente subdividindo-o em várias unidades de interesse econômico. O enfoque deste capítulo será dirigido essencialmente a este pacote carbonoso principal.

Acima do pacote principal encontram-se, nos furos mais profundos, até cinco camadas de algum significado, pelas suas espessuras. No furo 12-VB-82, tomado como exemplo, ocorrem 4 camadas no intervalo 79 a 113 m de profundidade, a mais espessa das quais alcança 2,03 m, com 1,60 m de carvão, o restante sendo intercalações de siltitos e folhelhos. A base da mais inferior destas camadas está a cerca de 23 m do topo do pacote principal. Contudo é mais importante a presença neste furo de um pacote carbonoso entre 26,4 e 39,1 m, ou seja, quase 13 m de espessura, com 9,2 m de carvão contido. A distância vertical entre a base deste pacote e o topo do principal é de cerca de 97 m, o que indica que na maior parte do Bloco Bohozi ele já foi erodido. Deve-se esperar encontrá-lo nos furos de maior profundidade, mais próximos das margens do lago da albufeira.

Abaixo do pacote principal ocorre um conjunto carbonoso muito conspícuo pelo aspecto visual que o carvão aí contido apresenta e pelas rochas da lapa e da capa, que são paraconglomerados e arenitos. Os seis furos em que até o momento este pacote carbonoso foi encontrado com desenvolvimento expressivo estão situados numa faixa alongada na metade norte do jazimento, o que leva a acreditar-se numa ocorrência deste pacote restrito a esta porção da jazida. As espessuras são muito variáveis, de 4,8 até 14,3 m, com 3,7 a 10,4 m de carvão intercalado. As relações de carvão contido para espessura total estão em média ao redor de 70%,atingindo 100% no furo 02-VB-82. Estes valores comprovam a existência de variações laterais acentuadas para este pacote.

O aspecto mais notável é a característica que apresentam os carvões sob descrição visual. Trata-se de carvões com brilho forte, em que as lâminas de vitrenio quase não se distinguem do carvão detrítico. Em algumas porções apresenta-se com aspecto do coque natural, em outros com aspecto antracítico. Pela densidade baixa de muitos intervalos dos testemunhos, percebe-se que existem zonas de alto "grade", ou seja, baixos teores de cinza. A distância vertical da base do pacote principal ao topo deste é de 60 a 80 m, nos furos em que ambos ocorrem. Somente análises físico-químicas, ainda não disponíveis, darão uma apreciação mais completa do valor comercial deste pacote, já que suas características indicam ter sido afetado por forte efeito térmico, tendo provavelmente uma posição na classificação pelo "rank" mais avançada que os estratos carbonosos superiores.

O comportamento geral do pacote carbonoso principal está expresso graficamente nos mapas das figuras (1), (2), (3) e (4).As isópacas de espessura total e espessura de carvão dentro do pacote mostram uma distribuição geral alongada na direção leste-oeste, com afinamento muito sensível no sentido oeste, e espessamento para sul e para leste, onde o furo 41-VB-82, resultou no maior valor até o momento encontrado, ou seja 41,8 m.

O pacote principal possui algumas características marcantes, que permitem uma correlação segura na maior parte dos furos.

A mais notável é a ocorrência logo abaixo de uma base, ou por vezes interpenetrando-se nela, de uma espessa sequência de paraconglomerados de grãos de areia,grânulos e até seixos e pedras, raramente matacões, imersos em matriz síltico-argilosa cinza até preta , quase sempre carbonosa. Esta é a rocha predominante, mas intercalados nela existem outros tipos litológicos, como arenitos finos até muito grossos, siltitos e argilitos não carbonosos, com laminações paralelas, onduladas e cruzadas, inúmeros leitos e pequenas camadas de carvão, e inclusive o pacote carbonoso inferior, já mencionado anteriormente. Esta sequência tem sido chamada informalmente de paraconglomerado Bohozi, e é, junto aos pacotes carbonosos , um guia estratigráfico decisivo nesta região. Além disso o próprio pacote principal possui características que permitem identificá-lo com segurança na maior parte dos casos. As suas grandes espessuras são a primeira delas, mas também a subdivisão em dois bancos, nos quais predomina o carvão sobre as rochas estereis, separados por um intervalo intermediário onde o carvão, representado por pequenos leitos, é amplamente superado pelas espessuras de rochas com baixas concentrações de matéria orgânica. Os perfis geofísicos são um bom critério de identificação, mostrando deflexões positivas para o carvão na curva de resistência em relação a encaixantes da base e do topo e ao banco intermediário predominantemente estéril. Do mesmo modo a curva de raios gama mostra deflexões negativas para o carvão, embora menos acentuadas e de limites menos definidos que a resistência.

A relação entre a espessura somada do carvão e a espessura total do pacote carbonoso está entre 50 e 70%, fato que foi utilizado para estimar a espessura de carvão em alguns furos onde este dado não é ainda disponível, aplicando-se a percentagem média obtida de furos próximos à espessura total do pacote, onde apenas este valor era disponível.

Da descrição detalhada, em escala 1/20, dos testemunhos do pacote carbonoso principal, pode-se tirar algumas conclusões importantes. Em primeiro lugar a heterogeneidade vertical da composição, com intervalos muito ricos em vitrenio, portanto com baixos teores de cinza, intercalados com porções pobres em matéria orgâni

ca, ou carvão de baixo conteúdo em vitrenio. Este fato já indica va que os rendimentos de carvão não seriam especialmente altos mas, por outro lado, permitia prever uma fácil separação entre componentes de alto e baixo teor de cinza, ou seja, uma boa lavabilidade. A pirita aparece raramente sob forma de nódulos maciços ou concentrações altas, mas ocorre principalmente sob forma de finas películas preenchendo fraturas e fissuras de carvão detrítico e do vitrenio. O brilho do vitrenio é forte, vítreo, com fissuras concentradas, num padrão a 90°, em que uma das direções é bem mais marcante que a outra. Estes caracteres, indicam carvão com posição no "rank" adequada a utilização como coque, sob este ponto-de-vista. A presença de fusenio ao longo de todo o pacote é conspícua, com concentrações maiores em alguns trechos. Aparece tanto sob a forma de lentes com até 2 ou 3 cm de espessura, puras ou cimentadas por argilas ou carbonatos, como também disseminado no carvão detrítico.

O mapa da fig. 4 , com as cotas da base do pacote carbonoso principal, dá uma idéia geral do comportamento espacial deste pacote. Assim pode-se verificar que a direção geral média desta camada é aproximadamente E-W, com mergulho regional na área de 5° para sul. A situação é bem mais complexa que isto, sabendo-se que existem inúmeros falhamentos nesta região, determinando blocos realçados e abaixados, basculamentos com mergulhos acentuados ou abrandados e até invertidos localmente. Na atual fase de conhecimento seria prematuro tentar uma interpretação estrutural com locação de falhas e cálculo de rejeitos.

Com a reunião de todos os dados ao final da campanha de sondagens e uma integração com os resultados da geofísica e da fotointerpretação, será certamente possível atingir-se uma visão bem mais satisfatória para a situação estrutural do Bloco Bohozi, nesta primeira fase de pesquisa. Apenas como um exemplo deste problema, menciona-se a situação dos furos 29-VB-82, 30-VB-82 e 31-VB-82, cujos resultados determinam modificações acentuadas no padrão geral das curvas de todos os mapas, o que certamente é consequência de uma particular situação estrutural nesta porção, controlando inclusive as espessuras do pacote principal e do carvão nele contido.

3.4 - Cobertura-Áreas a Céu Aberto e Subterrâneas

O mapa de isópacas da cobertura sobre o pacote carbonoso principal foi construído a partir dos valores de profundidade, desde a superfície, até o topo do pacote. Ele indica que a maior parte da área de ocorrência deste pacote até o momento estudada por furos de sonda está sob coberturas pequenas e médias, até 100 m, em princípio favoráveis a uma lavra a céu aberto. Uma parte considerável desta faixa encontra-se parcialmente erodida, com espessuras reduzidas do pacote carbonoso principal, como pode-se verificar nos furos 15-VB-82, 14-VB-82, 20-VB-82, 19-VB-82 e 02-VB-82 , entre outros. Outros furos como o 16-VB-82 e o 08-VB-82, já iniciaram abaixo da base do pacote carbonoso principal, sendo portanto negativos para esta unidade. A comprovação de que houve erosão posterior ao invés de não deposição, tem-se pelo resultado do furo 21-VB-82, situado topograficamente mais alto e ao norte destes mencionados, que atravessou o pacote completo com quase 30 m de espessura.

Em termos gerais as coberturas aumentam de norte para sul, uma vez que as camadas mergulham neste sentido e a topografia é pouco movimentada. Esta regra geral tem variações frequentes, causadas por ocorrências de falhamentos com blocos rebaixados ou elevados, e só o conhecimento estrutural preciso permitirá um planejamento de lavra seguro, evitando-se os problemas que descontinuidades pronunciadas não previstas causariam a uma futura mineração.

3.5 - Estimativa de Reservas

Ao apresentar os números de reservas deve-se esclarecer que o objetivo é estabelecer ordens de grandeza do carvão existente neste depósito, e não valores precisos, que só serão obtidos ao final desta fase, quando se utilizará todos os critérios de um sistema de cálculo de recursos. Portanto trata-se de uma estimativa de reservas, de utilidade temporária, para melhor raciocinar

sobre as fases subsequentes do trabalho.

Dentro desta linha de pensamento, enfocou-se unicamente o pacote carbonoso principal, pois certamente está aí a maior parte do volume de recursos de carvão neste bloco.

Como é nítida a potencialidade para lavra a céu aberto, dividiu-se a área segundo as isópacas de cobertura, ou seja, até 60 m, até 100 m, e maior do que 100 m de cobertura. Calcula-se a superfície abrangida por cada uma destas faixas, tomando-se como limite inferior a curva de 5 m de espessura somada de carvão, considerado o valor mínimo lavrável nas condições desta área.

As espessuras médias em cada uma das faixas foram obtidas pela média aritmética das espessuras dos furos aí contidos. Os resultados foram 12,1 m em 13 furos para o limite de 60 m de cobertura e 12,7 m para 17 furos até 100 m de cobertura.

Mais cinco furos, totalizando 22, estão na faixa acima de 100 m, mas de apenas um deles (12-VB-82) são disponíveis resultados definitivos, sendo os demais estimados pela relação espessura de carvão para espessura total. Este fato evidentemente introduz uma imprecisão muito maior para esta faixa, o que é necessário deixar registrado. De qualquer modo a média obtida é de 14,5m, para toda a área, incluindo os furos da faixa acima de 100m.

O peso específico estimado foi de 1,5 g/cm^3, em função da avaliação visual e dos primeiros resultados de determinações em laboratório.

Com estes valores em mãos pode-se estimar a reserva total para o pacote carbonoso principal do seguinte modo:

Reserva estimada até 60 m de cobertura:

$(8,24 \times 10^6)$ m^2 x 12,1 m x 1,5 t/m^3 = 150×10^6 t

Reserva estimada até 100 m de cobertura:

$(13,18 \times 10^6)$ m^2 x 12,7 m x 1,5 t/m^3 = 251×10^6 t

Reserva estimada em toda a área até o momento pesquisada no Bloco Bohozi:

$(17,70 \times 10^6)$ m² x 14,5 m x 1,5 t/m³ = 385×10^6 t

O total de 385×10^6 t não significa reserva máxima que se pode esperar para o Bloco Bohozi, ao contrário, a jazida está aberta para o sul e para leste, devendo-se prever incrementos muito significativos neste valor, bem como nas parcelas até 60 m e até 100 m. Da mesma maneira, deverão ser adicionados os valores correspondentes aos estratos com carvão acima e abaixo do pacote principal. /

Os resultados apontados referem-se ao carvão contido, e não ao pacote inteiro, o qual corresponderia ao "run of mine". Este deverá ser calculado posteriormente, em função do projeto de lavra, para cada setor da jazida, e em função dos métodos e processos escolhidos. Além disso os valores referem-se ao carvão "in situ" não estando previstas as perdas por lavra, beneficiamento, porções inviáveis da jazida e outras. Por considerações de ordem econômica e de mercado, pode mesmo ser necessário jogar uma parte do que foi avaliado como carvão nos rejeitos de beneficiamento ou lavra.

3.6 - Apreciação sobre a Qualidade do Carvão do Pacote Principal

As fontes de dados que são utilizadas para estas considerações sobre as características deste carvão são as seguintes:

- Artigo Lemos de Souza M.J. (1977) sobre análises e ensaios físico-químicos de amostras de três furos de sonda entre eles o C3, situado dentro da atual área de pesquisa.
- Ensaios afunda-flutua e determinações diversas sobreas várias frações de 11 amostras dos furos 10-VB e 11-VB, realizadas em outubro de 1982, nos laboratórios da CPRM no Brasil.
- Ensaios de dilatometria,plastometria e petrografia orgânica realizados sobre uma amostra do furo 10-VB e uma amostra do furo 11-VB no laboratório da coqueria

da Companhia Siderúrgica Nacional-CSN, Brasil, em outubro de 1982.

Os ensaios afunda-flutua possibilitaram algumas conclusões que serão expressas numericamente através da curva do gráfico de Mayer da amostra 48,2 do furo 10-VB-82 , mostrado na fig.5.

- Os rendimentos da fração nobre com 10% cinzas são moderadamente satisfatórios, com valores médios entre 20 e 25% para este primeiro conjunto de amostras, variando de um mínimo de 12% a um máximo de 28%.

- A distribuição dos pesos nas diversas densidades confirma a heterogeneidade vertical das camadas, verificada na descrição visual, com intervalos ricos em vitrenio intercalados com outros com pouco ou nenhum vitrenio. Isto indica que, mesmo com rendimentos relativamente baixos, o carvão será de fácil separação, podendo-se talvez empregar aparelhos de beneficiamento com imperfeição maior, mas custos de operação e investimentos mais baixos. Permite também supor que em bitolas ou britagem mais largas que a utilizada no ensaio (1/8") não haverá desvios acentuados nos rendimentos das diversas frações.

- A retirada de uma fração nobre com 10% de cinzas, ainda possibilitará a produção de uma quantidade muito importante de carvão de maior teor de cinzas. Esta fração intermediária poderá ser produzida com 25 a 35% de cinzas e rendimentos entre 20 e 45%. No exemplo da fig.(5) teria-se 28% de rendimentos para 28% cz, o que a primeira vista parece uma boa solução de compromisso para condições de mercado, preço, e o princípio de máximo aprcveitamento da matéria-prima disponível (não-renovável).

- O enxofre total para cada camada amostrada está ao redor de 1,10%, com diferenciações pouco acentuadas entre as diversas frações de flutuação. Nota-se uma concentra

ção um pouco maior na fração > 2,10, e secundàriamente na fração < 1,35. Este último é resultado da presença de finas películas de pirita associadas preferencialmente ao vitrenio. O enxofre na fração nobre, metalúrgica, deverá oscilar entre 0,8 e 1,2%, pelos resultados até agora disponíveis.

- A umidade higroscópica destes carvões é muito baixa, com valores médios ao redor de 1,3%.
- O poder calorífico para um carvão de 28% cz, seria de 5.960 cal/g, valor este obtido de uma reta de correlação entre teores de cinzas e poder calorífico, em base úmida.
- Os ensaios já realizados sobre este carvão mostram uma excelente capacidade de coqueificação. A dilatação Audibert-Arnu supera sempre os 140%, chegando aos 300% em algumas amostras do trabalho de Lemos de Souza e a 265% e 256% nos ensaios da CSN. A refletância média máxima da vitrinita e de 1,16 e 1,09 nas duas amostras analisadas, também pela CSN. A composição maceral mostra um baixo teor de componentes inertes, indicando que grande parte do fusenio verificado na avaliação visual é semi-fusinita e não fusinita.

TABELA DE DADOS DE SONDAGEM NO BLOCO BOHOZI

Nº DO FURO	PROF. FINAL (m)	COTA DA BOCA (Aproximada) (m)	PACOTE CARBONOSO PRINCIPAL (m)					OBS.
			Espessura Total	Espessura de Carvão	Cota da Lapa (Aproximado)	Recuperação de Testemunho	Cobertura	
01-VB-82	162,60	363	25,7	14,07	292	93	44,73	(3)
02-VB-82	237,70	350	10,6	7,47	333	96	6,49	(2)(3)
03-VB-82	285,90	342	20,1	13,53	318	92	3,50	(2)(3)
04-VB-82	167,00	368	27,0	15,07	267	99	69,43	
05-VB-82	199,70	362	2,67	1,94	354	90	5,70	(2)
08-VB-82	76,00	375	NEG.	NEG.	-	-	-	(3)
09-VB-82	?	352	30,9	?	196	?	125,2	?
10-VB-82	225,00	360	31,4	18,96	312	99,5	16,86	(3)
11-VB-82	254,50	345	31,6	20,21	225	97	87,8	
12-VB-82	373,55	345	33,3	22,94	176	100	135,8	(1)
14-VB-82	198,35	358	8,10	6,09	343	92,0	6,90	(2)
15-VB-82	104,70	360	9,65	8,33	343	90,0	6,90	(2)
16-VB-82	242,10	350	NEG.	NEG.	-	-	-	
17-VB-82	199,00	358	29,8	17,07	238	99,0	89,8	(1)
18-VB-82	193,00	342	32,14	19,66	283	99,0	26,83	
19-VB-82	126,00	359	2,24	0,91	348	95,0	8,90	(3)
20-VB-82	223,50	362	11,9	9,57	341	100	8,66	(2)
21-VB-82	175,5	442	28,9	?	380	?	34,2	
22-VB-82	179,20	375	EROD	EROD	-	-	-	(3)
27-VB-82	57,20	368	NEG.	NEG.	-	-	-	(4)
28-VB-82	112,10	352	28,64	?	278	?	45,4	?
29-VB-82	257,00	332	41,85	?	94	?	196,00	?
30-VB-82	251,50	341	10,68	?	266	?	64,50	?
31-VB-82	411,00	332	19,66	?	-54	?	372	?
35-VB-82	135,20	345	36,71	?	278	?	27,1	?
36-VB-82	?	330	37,40	?	187	?	105,75	?

Observações: 1) Ocorrem outras camadas acima do pacote principal.
2) Parcialmente erodido.
3) Ocorrem outras camadas abaixo do pacote principal
4) Ocorrem apenas pequenos leitos
(?) Dados ainda não disponíveis.

FOTO 1 - Acampamento da CPRM situado à margem direita do rio Bohozi. Foram construídos alojamentos, oficinas, depósitos e outras dependências para servir como apoio logístico às operações de campo.

FOTO 2 - Aspecto da horta ("Machamba") plantada no acampamento da CPRM, já em condições de produzir verduras frescas para alimentação da equipe de campo.

FOTO 3 - Instalações das oficinas e depósitos.

Foto 4 - Foi realizado levantamento geofísico terrestre(grav-mag) no Programa Mucanha-Vuzi para auxiliar as interpretações de geologia de sub-superfície e a locação dos furos de sondagem.Ao lado,realização de um perfil magnetométrico na área de investigação.

FOTO 5 - Equipamento de sondagem em operação. Uma das 5 sondas BBS-17, tipo A, equipadas com o sistema wire-line.

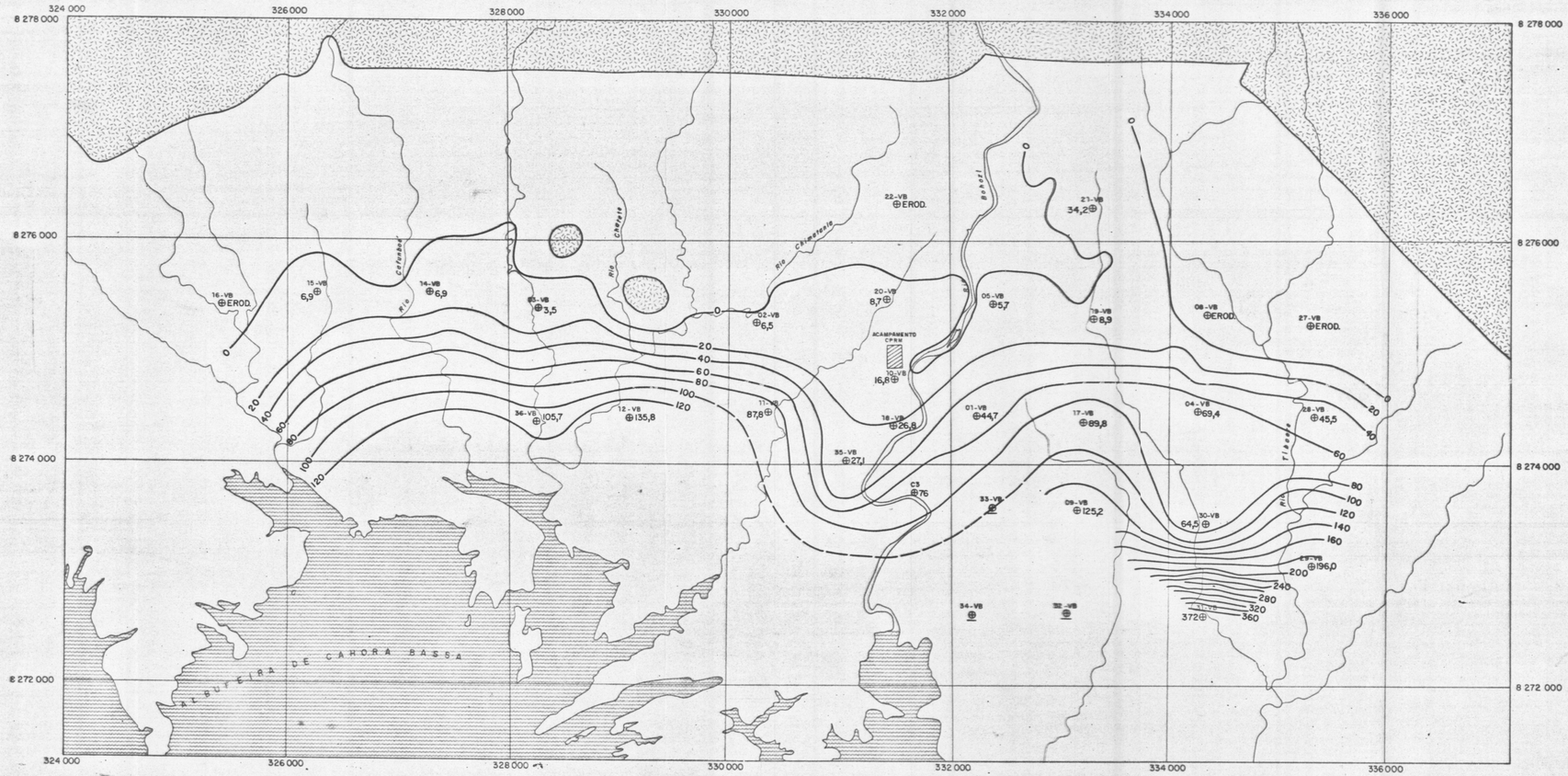
FOTO 6 - Local de sondagem em Mucanha-Vuzi; sondagem rotary , Failling CF-15, montada em caminhão. As sondas da CPRM são capazes de atingir até 400 m de profundidade.

FOTO 7 - Equipe moçambicana de sondagem operando uma sonda CF-15.A política da CPRM de substituição progressiva de pessoal brasileiro por técnicos moçambicanos será mantida até a conclusão do Projeto.

Foto 8 - Testemunhos de Sondagem em caixas exibindo uma espessa zona carbonosa.

REPÚBLICA POPULAR DE MOÇAMBIQUE

GABINETE DO SECRETÁRIO DE ESTADO
DO CARVÃO E HIDROCARBONETOS-GSECHI
PROGRAMA MUCANHA VUZI - GSECHI / CPRM



LEGENDA

- 20 — Isópacas (Isopach Lines)
- 22-VB ⊕ 6,8 — Nº do Furo de Sonda (DDH) / Espessura (Thickness)
- Embasamento e/ou Rochas Vulcânicas (Basement and/or Volcanic Rocks)
- Albufeira de Cahora Bassa (Cahora Bassa Reservoir)
- Acampamento (Camp)
- Drenagem (Drainage)
- 320 000 — Coordenadas U.T.M - Metros (U.T.M Coordinates - Meters)

NM NV
10°15'W
DECLINAÇÃO 1982 (DECLINATION)

LOCALIZAÇÃO DO MAPA (MAP LOCATION)
Beira
Maputo

ESCALA (SCALE)
0 1 2 3 km

CPRM

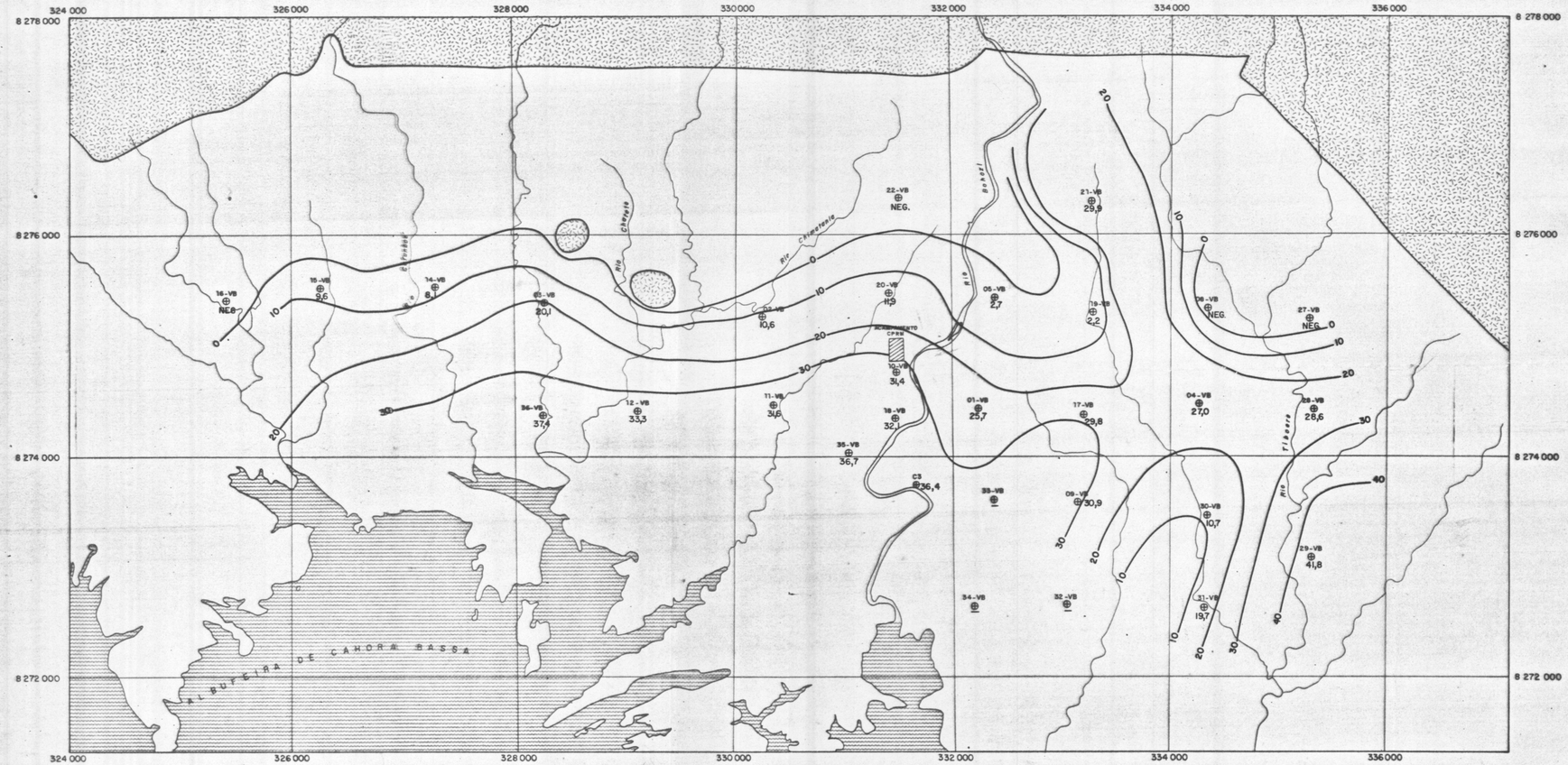
ISÓPACAS DA COBERTURA DO PACOTE CARBONOSO PRINCIPAL - BLOCO BOHOZI

ISOPACH LINES OF OVERBURDEN OF THE MAIN COAL ZONE - BOHOZI AREA

FIG. 1

REPÚBLICA POPULAR DE MOÇAMBIQUE

GABINETE DO SECRETÁRIO DE ESTADO
DO CARVÃO E HIDROCARBONETOS-GSECHI
PROGRAMA MUCANHA VUZI - GSECHI /CPRM



LOCALIZAÇÃO DO MAPA
(MAP LOCATION)

ESCALA
(SCALE)
0 1 2 3 km.

CPRM

LEGENDA

- 20 — Isópacas (Isopach Line)
- 22-VB ⊕ 6,8 — Nº do Furo / Furo de Sonda (DDH) / Espessura (Thickness)
- Embasamento e/ou Rochas Vulcânicas (Basement and/or Volcanic Rocks)
- Albufeira de Cahora Bassa (Cahora Bassa Reservoir)
- Acampamento (Camp)
- Drenagem (Drainage)
- 320 000 — Coordenadas U.T.M - Metros (U.T.M Coordinates - Meters)

NM NV
10° 15'W
DECLINAÇÃO 1982
(DECLINATION)

MAPA DE ISÓPACAS DA ESPESSURA TOTAL DO PACOTE CARBONOSO PRINCIPAL - BLOCO **BOHOZI**

ISOPACH LINES OF THE MAIN COAL ZONE - BOHOZI AREA

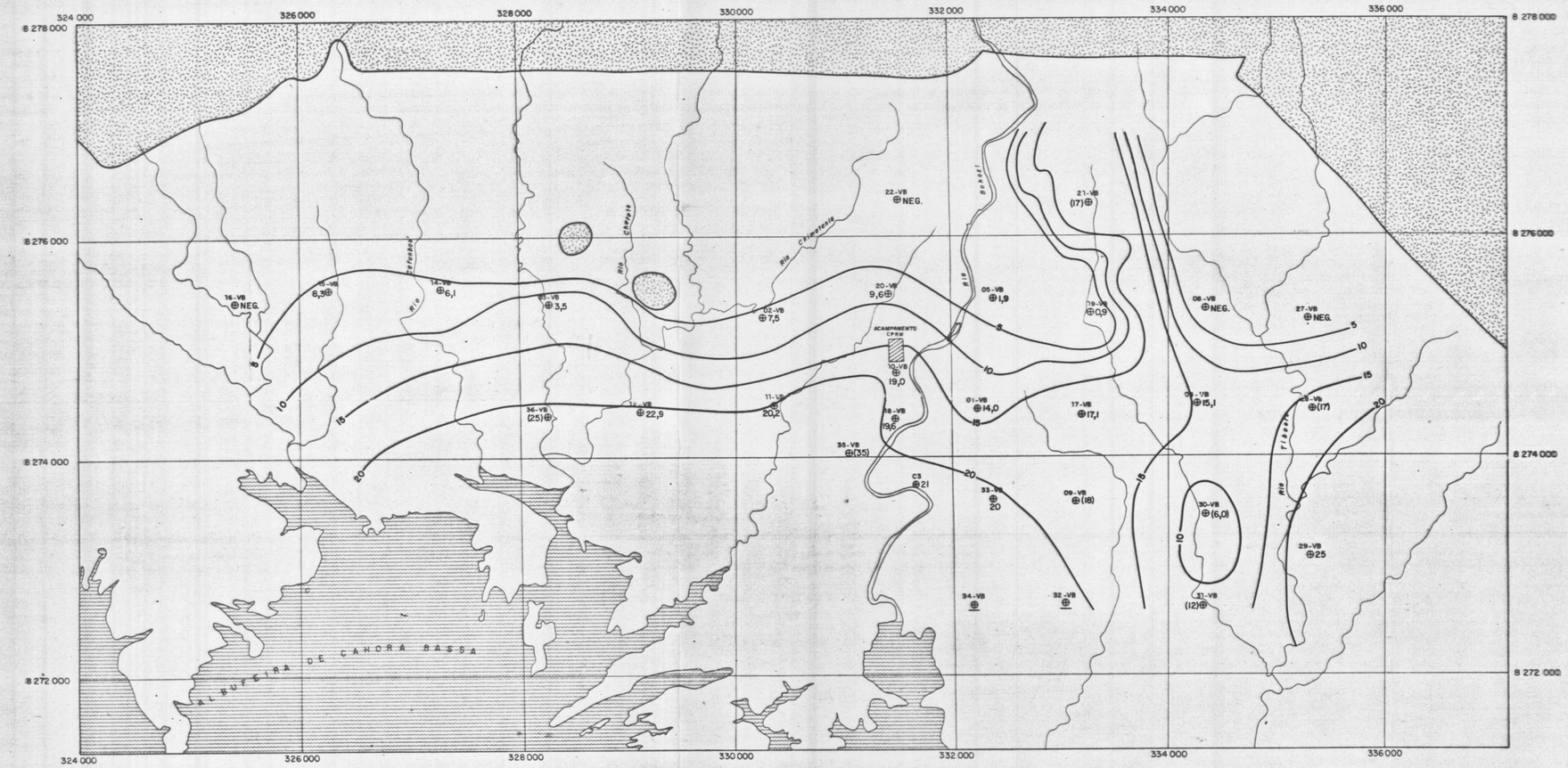
FIG. 2

REPÚBLICA POPULAR DE MOÇAMBIQUE

GABINETE DO SECRETÁRIO DE ESTADO

DO CARVÃO E HIDROCARBONETOS-GSECHI

PROGRAMA MUCANHA VUZI - GSECHI /CPRM



LEGENDA

- 20 — Isópacas *(Isopach Line)*
- 22-VB ⊕ 6,8 (7) — Nº do Furo; Furo de Sondo *(DDH)*; Espessura *(Thickness)*; Valor Aproximado
- Embasamento e/ou Rochas Vulcânicas *(Basement and/or Volcanic Rocks)*
- Albufeira de Cahora Bassa *(Cahora Bassa Reservoir)*
- Acampamento *(Camp)*
- Dreragem *(Drainage)*
- 320 000 — Coordenadas U.T.M - Metros *(U.T.M Coordinates - Meters)*

ESCALA (SCALE)

0 1 2 3 km.

CPRM

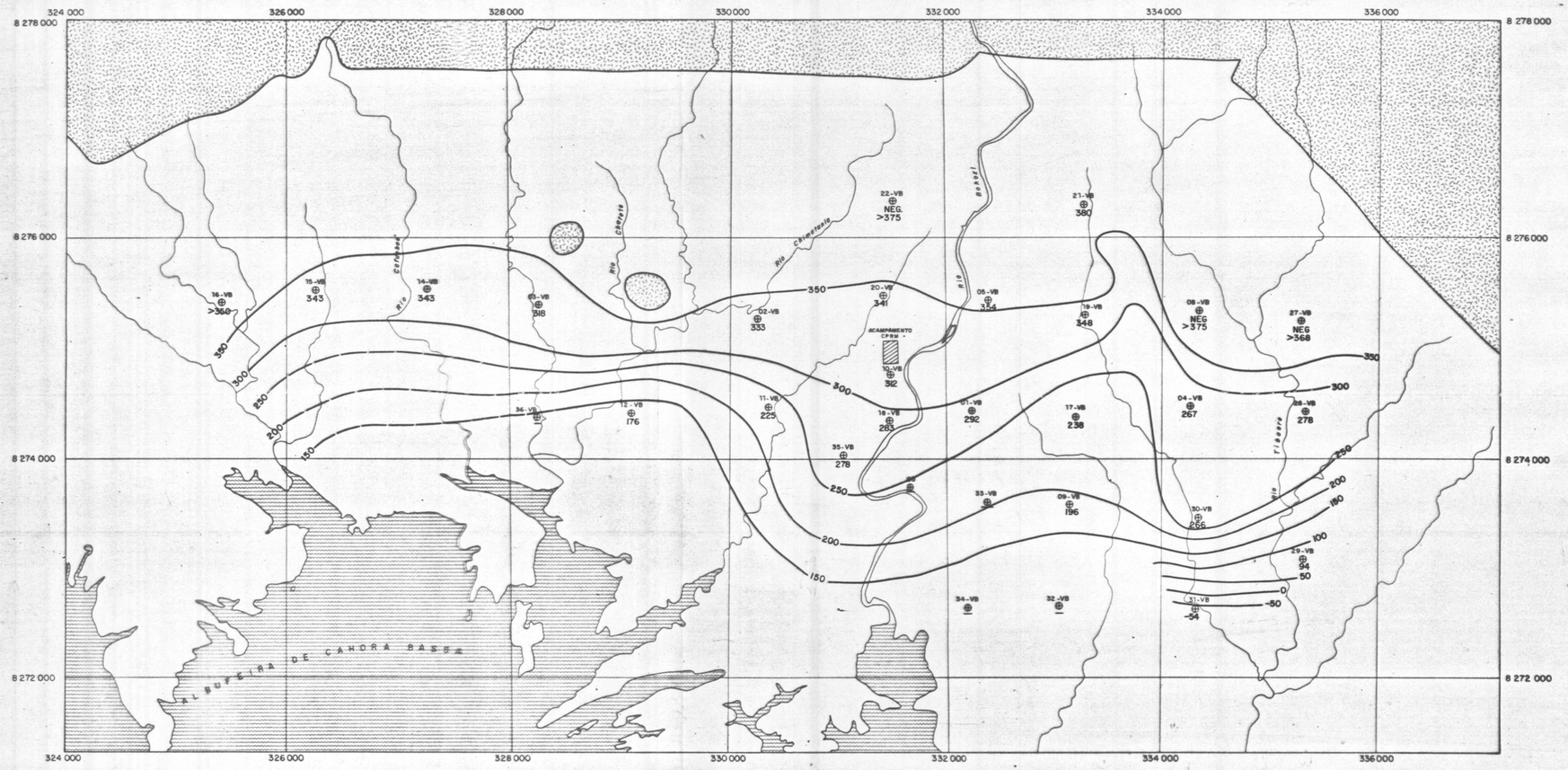
MAPA DE ISÓPACAS DAS ESPESSURAS SOMADAS DO CARVÃO DENTRO DO PACOTE CARBONOSO PRINCIPAL – BLOCO BOHOZI

- ISOPACH LINES OF TOTAL COAL THICKNESS IN THE MAIN COAL ZONE - BOHOZI AREA

FIG. 3

REPÚBLICA POPULAR DE MOÇAMBIQUE

GABINETE DO SECRETÁRIO DE ESTADO
DO CARVÃO E HIDROCARBONETOS-GSECHI
PROGRAMA MUCANHA VUZI - GSECHI /CPRM



LEGENDA

- 200 — Curva de Nível *(Elevation Line)*
- 22-VB ⊕ 238 — Nº do Furo / Furo de Sonda *(DDH)* / Altitude *(Elevation)*
- Embasamento e/ou Rochas Vulcânicas *(Basement and/or Volcanic Rocks)*
- Albufeira de Cahora Bassa *(Cahora Bassa Reservoir)*
- Acampamento *(Camp)*
- Drenagem *(Drainage)*
- 320 000 — Coordenadas U.T.M - Metros *(U.T.M Coordinates - Meters)*

NW NW
10º 15'W
DECLINAÇÃO 1982 *(DECLINATION)*

LOCALIZAÇÃO DO MAPA *(MAP LOCATION)*

ESCALA *(SCALE)*
0 1 2 3 km.

CPRM

ALTITUDES DA LAPA DO PACOTE CARBONOSO PRINCIPAL - BLOCO BOHOZI

ELEVATION OF THE BASE OF THE MAIN COAL ZONE - BOHOZI AREA

FIG. 4

Curva do Gráfico de Mayer

Furo 10-VB-82

Amostra 48,2

Teor de Cinza		Rendimento %
10 %	→	20 %
35 %	→	41 %
10 %	→	20 %
28 %	→	28 %

RENDIMENTO %

CINZAS %

Figura 5

4. LAVRA BENEFICIAMENTO DO CARVÃO

4.1 - LAVRA

As informações fornecidas pelos trabalhos de pesquisa indicam a existência de condições geológicas favoráveis para a implantação de uma mina a céu aberto na área central - Bloco Bohozi - da Região de Mucanha-Vuzi.

Para a produção requerida de"Run-of-Mine"e uma vida útil das instalações e equipamentos principais de 25 anos, as características da mina deverão ser:

. 10 m de espessura média da camada total;
. 1 km de largura na maior parte da área, podendo aumentar para cerca de 2 km junto ao Rio Bohozi;
. 6 a 7 km de extensão;
. Cobertura máxima em torno de 40 m;
. Cota mais baixa próxima de 300 m, isto é, da ordem de 30 m abaixo da cota máxima da albufeira.

4.1.1 - Método de Lavra

Enquanto se processar a lavra de carvão com cobertura até cerca de 10 m será feito o rebaixamento das coberturas de mais de 30 m de forma a permitir que"draglines" com alcance para 30 m removam o restante da cobertura, obedecendo ao processo de"strip mining"

Tratores de pneus farão a limpeza do topo da camada de carvão, que será lavrada por escavadeiras e transportada por caminhões fora-de-estrada.

As intercalações estéreis de pequena espessura serão removidas com tratores de esteiras e as mais espessas serão lavradas com carregadeiras frontais sobre pneus e transportadas por caminhões fora-de-estrada. Admitiu-se a necessidade de perfuração, para afrouxamento com explosivos, tanto da cobertura como do carvão.

4.2 - BENEFICIAMENTO

Até a elaboração do presente relatório, ainda não estavam disponíveis informações de qualidade e lavabilidade do carvão de Mucanha-Vuzi suficientes para uma decisão tenicamente segura quanto à definição do processo de beneficiamento e rendimento de produtos.

O furo da sonda C-3 realizado na Área de Mucanha-Vuzi,em campanhas anteriores no Bloco Bohozi, fornece uma indicação da qualidade do carvão na área. O rendimento de lavabilidade em 1,50, referente ao carvão contido na camada, apresenta variações de 17 a 57% no flutuado, e o teor de cinzas varia de 9 a 16%. Em média, pode-se esperar 35% de rendimento, com 12% de cinzas. Este valor é similar ao verificado na Bacia de Moatize, caso sejam consideradas as diluições com estéreis na lavra.

	Flutuado 1,50 (%)	Cinza (%)
Mucanha-Vuzi (Furo C-3) (Carvão na Camada).....	35	12
Moatize (Carvão na Camada)..	66,5	13,8
Moatize (R.O.M).....	36,3	11,9

A ocorrência de camadas espessas na área de Mucanha-Vuzi favorece a lavra, tornando-a praticamente sem diluições, o que permite, em uma primeira aproximação, uma comparação com o"Run-of-Mine"de Moatize.

Desta maneira, pode-se esperar um rendimento de carvão metalúrgico com 10% de cinzas da ordem de 23% em peso, obtendo-se ainda aproximadamente 28% de carvão vapor com 35% de cinzas, como subproduto.

4.2.1 - Unidades da Planta de Beneficiamento

O beneficiamento do carvão deverá constituir- se

- Britagem

O carvão ROM deverá ser britado para uma granulometria compatível com processos de homogeneização e beneficiamento. Estima-se que a britagem seja feita a - 3".

- Homogeneização

O carvão britado deverá ser homogeneizado de maneira a minimizar as variações de qualidade das diversas camadas, garantindo uma melhor operação do lavrador.

- Jigagem

O carvão será submetido inicialmente à lavagem em jigues, visando-se a obtenção de um carvão pré-lavado, a ser submetido a processos de meio denso para a obtenção de carvão metalúrgico.

Para melhor rendimento orgânico da lavagem, poderão ser adotados circuitos separados para a jigagem das frações grossas e finas.

- Rebritagem

O carvão pré-lavado no jigue deverá ser britado para aumentar a liberação de sua fração leve. Estima-se que esta rebritagem seja feita na faixa de 12mm a 6mm.

- Circuito de Meio denso

O carvão pré-lavado britado será submetido a um circuito tradicional de ciclones de meio denso, para corte em aproximadamente 1,35, obtendo-se uma fração leve de carvão metalúrgico com 10% de cinza e uma fração afundada de carvão vapor com 35% de cinzas.

- Circuito de Flotação

A fração fina - 0,5mm deverá ser deslamada em, 200 mesh e flotada para a recuperação de carvão metalúrgico. O circuito de flotação inclui a operação de filtragem do carvão flotado, sendo o rejeito de flotação enviado ao espessador de rejeitos.

- Sistema de Rejeito

O Sistema de Rejeito deverá constar do desaguamento do rejeito grosso e filtragem do rejeito fino, que serão enviados para o "pit" da mina, através de caminhões.

- Sistema de Produtos

Os produtos, carvão metalúrgico e vapor, desaguado e filtrado, serão enviados às suas respectivas pilhas.

/

4.2.2 - Estimativa de Produtos

Em face da necessidade de se estudar a Viabilidade do Empreendimento, deve-se considerar a influência da variação dos rendimentos de produtos em relação ao carvão bruto alimentado, principalmente devido serem as informações disponíveis preliminares.

Desta maneira, pode-se esperar as seguintes variações de rendimento:

	Rendimento (% Peso)		
	mínimo	médio	máximo
Carvão Metalúrgico CM-10	10	23	25
Carvão Vapor CV-35	15	28	35

4.3 - INSTALAÇÕES AUXILIARES DE APOIO E UTILIDADES

Para o Projeto Carvão de Mucanha-Vuzi será considerado adequar as instalações mineiras de todas as condições de apoio para manutenção dos equipamentos, assim como o equipamento urbano necessário à população operária com vinculação direta ao empreendimento.

Esta providência se fundamenta no fato de estar a cidade mais próxima (Tete) a 350 km da Mina, não sendo possível desta forma, ser usado de forma imediata o equipamento urbano aí disponível.

4.3.1 - Intalações Auxiliares

São consideradas auxiliares as instalações indus

triais não envolvidas diretamente com o processo produtivo do carvão.

Desta forma, são previstas para a Minas as seguintes instalações auxiliares:

- oficina de manutenção
- oficina de veículos
- carpintaria
- almoxarifado
- equipamentos diversos
- laboratório

4.3.2 - Instalações de Apoio

- restaurante
- ambulatório
- vila mineira

4.3.3 - Utilidades

a) Eletricidade

Considera-se que a Hidrelétrica de Cahora- Bassa disporá de energia suficiente para o atendimento das instalações.

Deverá ser construída uma linha de transmissão em alta tensão, desde os geradores até a subestação principal da Mina, com extensão aproximada de 130 km.

Deste ponto, a energia, após medição, será abaixada para que seja distribuida em média tensão às subestações da cada unidade de consumo, seja industrial, de apoio ou urbana.

Destas últimas subestações a energia será distribuída em baixa tensão (440 ou 220 V) aos pontos de consumo.

b) Água Industrial

Água Industrial necessária às instalações será captada na albufeira, face à precariedade dos cursos d'água da região na época da seca. Desta forma, será instalada uma estalação de bombeamento flutuante visando compensar a diferença de nível entre a estação seca e chuvosa.

A água será aduzida às instalações por tubulação' de aço enterrada.

c) Água Potável

Água Potável poderá ser captada tanto na albufeira, quanto nos cursos d'água existentes, desde que sofra tratamento para o uso doméstico.

Será prevista uma estação de tratamento d'água.

d) Estada de Rodagem

Será necessário para acesso ao Complexo Mineiro uma Estrada de Rodagem da localidade de Nhataro até a Mina.

A estrada será pavimentada com revestimento em cascalho com extensão de aproximadamente 70 km.

A travessia dos rios deverá ser através de pontes de concreto e, onde necessário, serão previstas obras que permitam o escoamento de águas pluviais, tornando a estrada transitável durante todo o ano.

5. ESTUDO DE ALTERNATIVAS DE TRANSPORTE

5.1 - Alternativas consideradas

As análises conduzidas pelo GEIPOT, com base nas informações, planos e projetos existentes, têm por objetivo selecionar em caráter conclusivo, a alternativa mais econômica para o futuro escoamento da produção de carvão da Região de Mucanha/Vuzi, complementada pela produção de Moatize.

Foram consideradas as seguintes rotas e alternativas: (Ver mapa anexo)

. ROTA 1: PORTO DE BEIRA

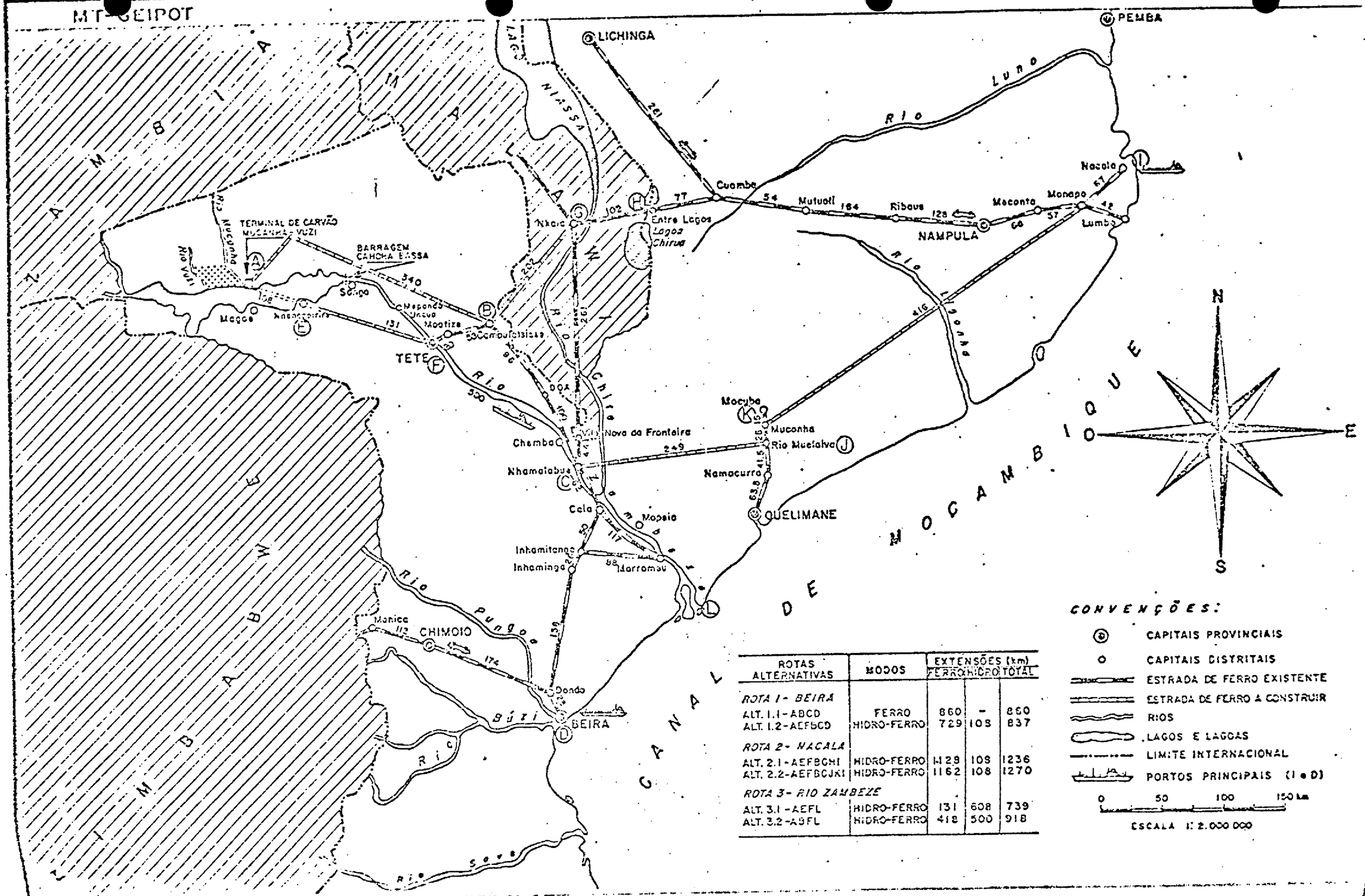
- ALTERNATIVA 1.1 - VIA CFM - CENTRO

  - Construção do trecho ferroviário ligando Mucanha/Vuzi a Cambulatsisse (340 km), recuperação e melhoria da linha ferroviária existente entre Cambulatsisse e o Porto da Beira (516 km), complementado pela recuperação e melhoria do trecho ferroviário Moatize-Cambolatsisse (58km) inclusive variante do Cateme (32 km) e construção do novo terminal de carvão no Porto de Beira (Franquia) e acessos.

- ALTERNATIVA 1.2 - VIA NAVEGAÇÃO NA ALBUFEIRA DE CAHORA-BASSA E CFM - CENTRO

  - Navegação na albufeira de Cahora-Bassa (108 km) com a construção de um terminal de embarque próximo ao Rio Mucanha e de desembarque em Nhancapirire, construção do trecho ferroviário entre Nhancapirire e Moatize (151 km), recuperação e melhoria do trecho ferroviário Moatize-Cambulatsisse-Porto da Beira (574 km) inclusive variante do Cateme e construção do novo terminal no Porto na região de Franquia.

MT-GEIPOT



ROTAS ALTERNATIVAS	MODOS	EXTENSÕES (km) FERRO	HIDRO	TOTAL
ROTA 1 - BEIRA				
ALT. 1.1 - ABCD	FERRO	860	-	860
ALT. 1.2 - AEFGCD	HIDRO-FERRO	729	108	837
ROTA 2 - NACALA				
ALT. 2.1 - AEFBGHI	HIDRO-FERRO	1129	108	1236
ALT. 2.2 - AEFBGJKI	HIDRO-FERRO	1162	108	1270
ROTA 3 - RIO ZAMBEZE				
ALT. 3.1 - AEFL	HIDRO-FERRO	131	608	739
ALT. 3.2 - AGFL	HIDRO-FERRO	418	500	918

CONVENÇÕES:

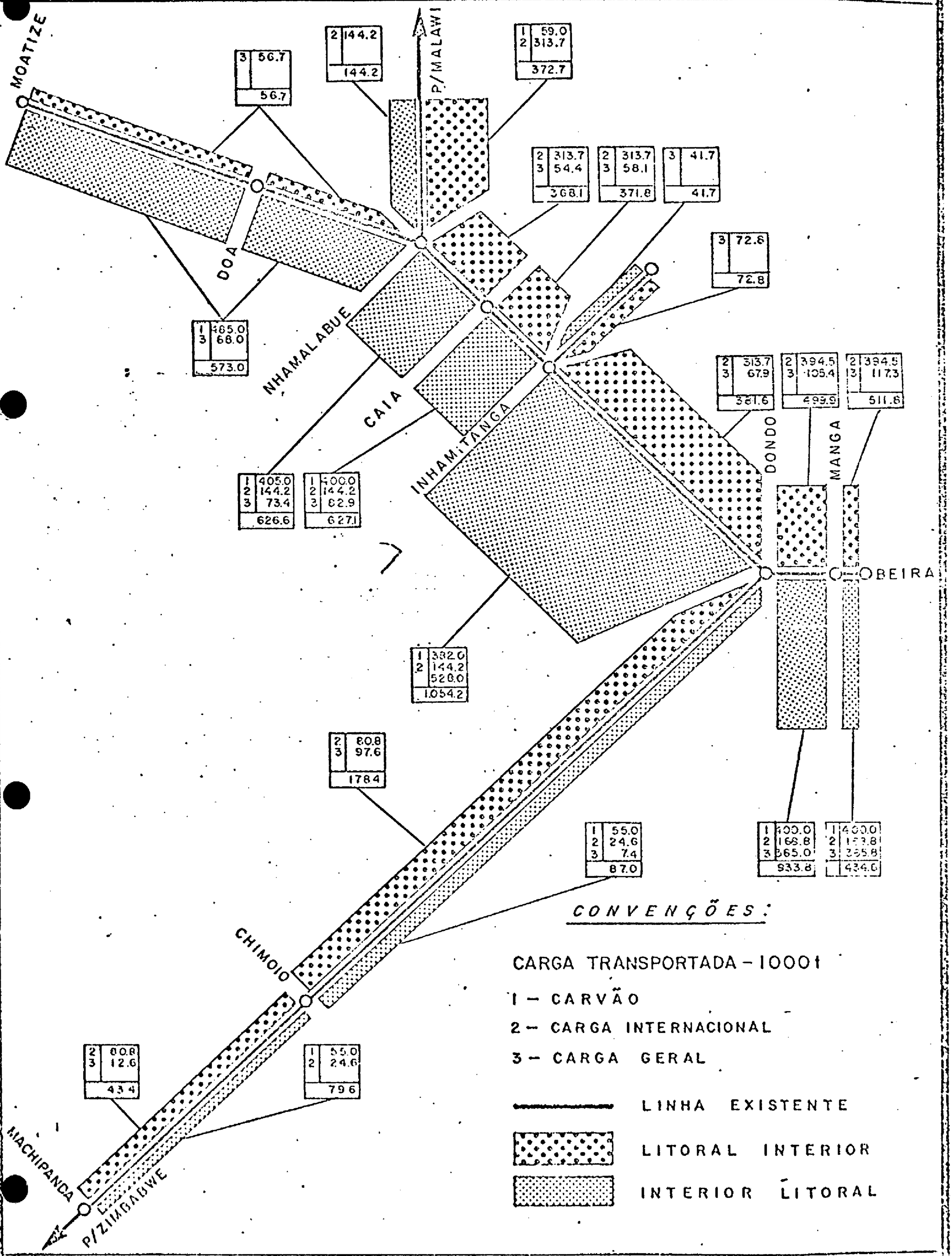
- CAPITAIS PROVINCIAIS
- CAPITAIS DISTRITAIS
- ESTRADA DE FERRO EXISTENTE
- ESTRADA DE FERRO A CONSTRUIR
- RIOS
- LAGOS E LAGOAS
- LIMITE INTERNACIONAL
- PORTOS PRINCIPAIS (I e D)

0 50 100 150 km

ESCALA 1: 2.000 000

[illegible] DE APROVEITAMENTO DA PRODUÇÃO DE CARVÃO DE MUCANHA/VUZI

MT-GEIPOT



CONVENÇÕES:

CARGA TRANSPORTADA - 10001

1 - CARVÃO

2 - CARGA INTERNACIONAL

3 - CARGA GERAL

LINHA EXISTENTE

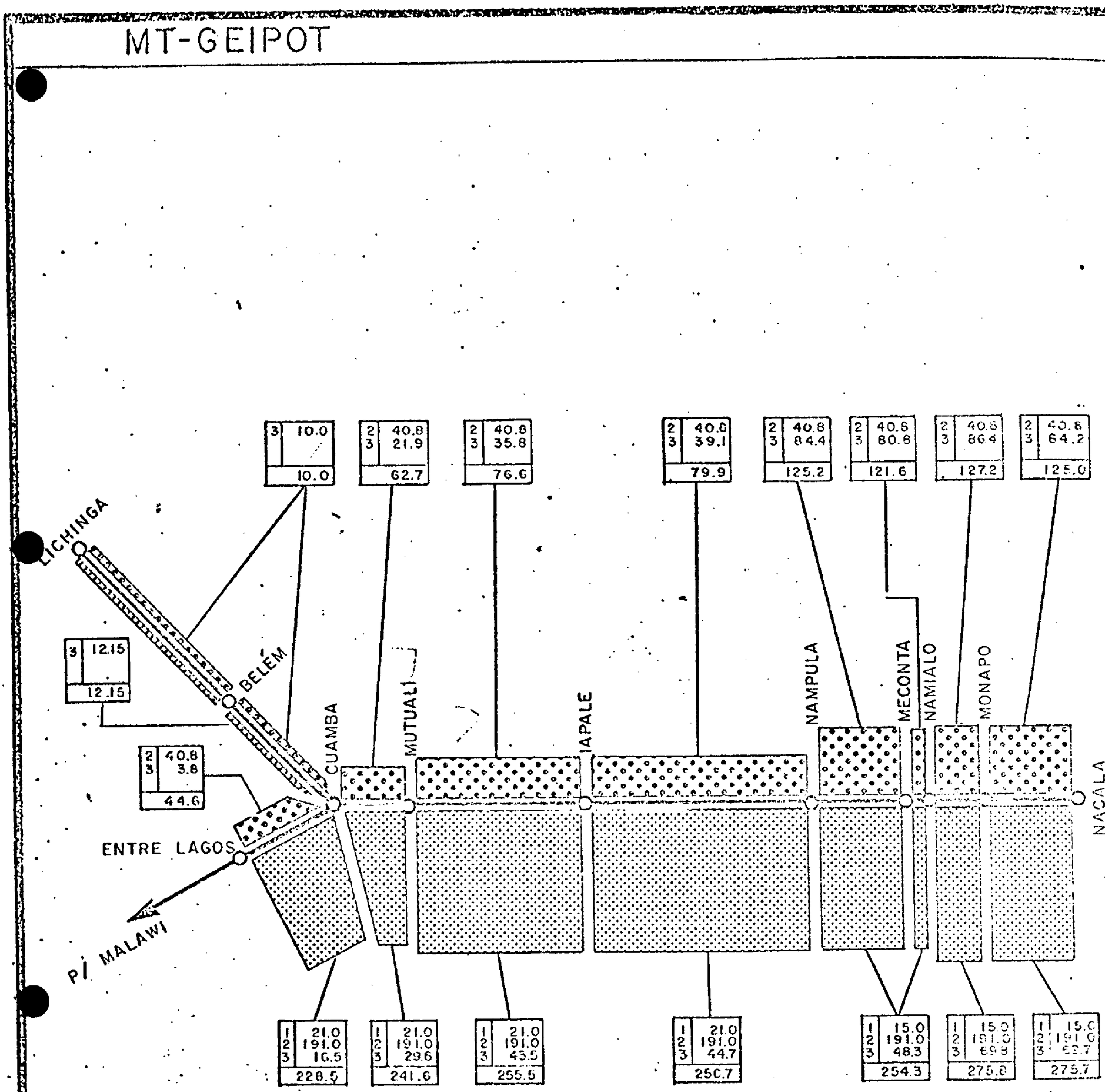
LITORAL INTERIOR

INTERIOR LITORAL

MOCAMBIQUE C.F.M. CENTRO

Fluxos Alocados -1981-

MT-GEIPOT



CONVENÇÕES:

CARGA TRANSPORTADA - 10001

1 – CARVÃO

2 – CARGA INTERNACIONAL

3 – CARGA GERAL

LINHA EXISTENTE

LITORAL INTERIOR

INTERIOR LITORAL

MOÇAMBIQUE C.F.M. NORTE

Fluxos Alocados -1981-

. ROTA 2: PORTO DE NACALA

- ALTERNATIVA 2.1 - VIA MALAWI E CFM-NORTE

- Navegação na albufeira de Cahora-Bassa (108 km) com a construção do terminal de embarque próximo ao Rio Mucanha e desembarque em Nhancapirire, construção do trecho ferroviário entre Nhancapirire e Moatize (151 km), recuperação e melhoria da linha ferroviária existente - entre Moatize e Cambulatsisse (58 km) inclusive construção do trecho ferroviário entre Cambulatsisse e Utale/ Nkaia (202 km) no Malawi, utilização da linha ferroviária do Malawi entre Nkaia e Entre Lagos (102 km), recuperação e melhoria da linha ferroviária existente do CFM-Norte de Entre Lagos a Nacala (615 km) e construção do terminal de carvão no Porto de Nacala.

- ALTERNATIVA 2.2 - VIA ZAMBEZE

- Navegação na albufeira de Cahora-Bassa (108 km), com a construção do terminal de embarque próximo ao Rio Mucanha e desembarque em Nhancapirire, construção do trecho ferroviário entre Nhancapirire e Moatize (151 km); recuperação e melhoria da linha existente entre Moatize e Nhamalábuè (254 km), inclusive variante do Cateme(32km) construção da ligação ferroviária através da Província da Zambézia entre Nhamalabue e Rio Muelaiva (249 km),melhoria do trecho-Muelaiva-Muconha (25 km), construção da ligação ferroviária Muconho-Monapo (416 km), recuperação e melhoria da linha ferroviária existente entre Monapo e o porto de Nacala (67 km), construção do terminal de carvão no Porto de Nacala e acessos.

. ROTA 3: RIO ZAMBEZE

ALTERNATIVA 3.1 - VIA ALBUFEIRA DE CAHORA-BASSA

- Navegação na albufeira de Cahora-Bassa (108 km) com a construção de terminal de embarque próximo ao Rio Mucanha e de desembarque em Nhancapirire, construção dos

trechos ferroviários entre Nhancapirire e Tete (131 km) e entre Moatize e Tete (20 km), navegação pelo rio Zambeze (500 km) e construção de terminal "off-shore" de carvão na foz do rio Zambeze.

ALTERNATIVA 3.2 -VIA CAMBULATSISSE

- Construção do trecho ferroviário ligando Mucanha/Vuzi a Cambolatsisse (340 km), recuperação e melhoria do trecho ferroviário existente entre Cambulatsisse e Moatize (58 km), inclusive variante do Cateme (32km) construção de novo trecho ferroviário entre Moatize e Tete (20 km) construção de um terminal de transbordo em Tete, navegação no Rio Zambeze (500 km) e construção do terminal de carvão "off-shore" na foz do Rio Zambeze.

Ainda foram analisadas as rotas para Nacala Via Malawi e via Zambeze partindo de Mucanha-Vuzi por ferrovia até Cambalatsisse e depois seguindo os trechos descritos nas Alternativas 3.1 e 3.2.

O Quadro 5.2/1 mostra uma síntese das várias alternativas consideradas.

QUADRO 5.2/1

SÍNTESE DAS ALTERNATIVAS DO ESTUDO

ROTAS ALTERNATIVAS	NOVAS LIGAÇÕES FERROV. (km)	RECUP. E MELHORIA DE FERROV (km)	NAVEGAÇÃO FLUVIAL E LACUSTRE (km)	CONSTRUÇÃO DE TERMINAIS (Nº)		
				FERROV.	FLUVIAL OU LACUSTRE	MARÍTIMO
ROTA 1						
ALT. 1.1	372**	574	-	1 (*)	- (*)	1
ALT. 1.2	182**	574	108	1	2	1
ROTA 2						
ALT. 2.1	385**	775	108	1 (*)	2 (*)	1
ALT. 2.2	848**	346	108	1 (*)	2 (*)	1
ROTA 3						
ALT. 3.1	151	-	608	2 (*)	4 (*)	1
ALT. 3.2	392**	58	500	1	1	1

(*) Considerando o terminal de embarque ferroviário separado do terminal fluvial ou lacustre de desembarque.
(**) inclusive variante Moatize-Cateme (32 km)

5.2 - AVALIAÇÃO ECONÔMICA DAS ALTERNATIVAS DE TRANSPORTE

Com o objetivo de selecionar a alternativa mais econômica para o transporte de carvão de Mucanha-Vuzi para um terminal oceânico na costa de Moçambique, as alternativas indicadas foram comparadas, bem como calculados os custos totais por tonelada, incluindo a recuperação do capital investido,os custos operacionais e de manutenção das diferentes modalidades de transporte (ferroviário, lacustre, fluvial e terminais), e também o diferencial de frete oceânico entre os três terminais de exportação.

Vários níveis de produção foram simulados considerando os fluxos de carvão de Moatize e Mucanha-Vuzi e também os fluxos de tráfego de outros produtos que se utilizam da mesma linha ferroviária.

Uma análise dos custos de investimento necessários para aumentar a capacidade existente das ferrovias e novas linhas ferroviárias necessárias para interligar as futuras minas de Mucanha-Vuzi ao sistema ferroviário existente, complementado pela construção dos terminais de carvão e serviços de navegação, deram uma adequada indicação do montante de capital a ser investido em cada alternativa.

Um sumário dos custos totais de investimento e a percentagem dos investimentos ferroviários alocados ao carvão,é mostrado na tabela 8.8/1. Considerando apenas os custos do investimento alocados ao tráfego de carvão, a Rota 1 - Beira, Alternativa 1.2 (Sul): Mucanha-Nhancapirire-Moatize-Terminal da Beira é, claramente, aquela que requer o menor montante de investimentos, seguida pela Rota 3 - Rio Zambeze (Sul); Mucanha - Nhancapirire-Tete (Terminal Fluvial)-Moatize-Tete-Terminal"off-shore"de Chinde (na foz do Rio Zambeze).

Por outro lado, a análise dos custos, que inclui a amortização do capital investido e juros e ainda os custos operacionais e de manutenção, também indicam a Rota 1, alternativa

1.2 (Sul) como a mais econômica para os serviços de transporte de carvão (Tabela 8.8/2). Esta conclusão surgiu após uma análise de sensibilidade das variações no custo total por tonelada de carvão transportado, utilizando as taxas de desconto de 5%, 10% e 15%, sem modificações substanciais na posição relativa da Rota 1 - Alternativa 1.2.

Apenas para uma taxa de desconto de 5%, a primeira posição da alternativa 1.2 modifica-se para segundo lugar enquanto a Rota 2: Nacala, Alternativa 2.1 - Via Mucanha, Nhancapirire, Moatize, Nkaia (Malawi), Nacala, apresenta custos ligeiramente inferiores por tonelada.

O pequeno diferencial de custos entre as duas alternativas à taxa de 5%, todavia, não altera a indicação da Rota 1, - Alternativa 1.2, devido às seguintes desvantagens da Rota 2, Alternativa 2.1:

a) à taxa de 5%, o peso do maior montante de investimento necessário na alternativa 2.1 é menor em relação ao custo total por tonelada de carvão transportado, enquanto o investimento inicial é 147 milhões de US dólares, mais elevado que na Alternativa 1.2;

b) Na Alternativa 2.1 a ferrovia desenvolve-se por 304 km em outro país (Malawi), o que introduz um risco mais elevado na operação, uma vez que Moçambique perderia o controle sobre a manutenção do trecho além de poder ocorrer atrasos nos procedimentos alfandegários;

c) Moçambique terá que pagar pelos serviços ferroviários do Malawi, em divisas.

A tabela 8.8/3 e 8.8/4 mostra o investimento total, os custos anuais e os custos ferroviários por tonelada de carvão transportado na Rota 1, Alternativa 1.2, selecionada.

5.3 - AVALIAÇÃO PRELIMINAR DA PROJEÇÃO DE TRAFEGO

Apesar do objetivo do estudo ser o transporte de carvão para exportação, é necessário levar em consideração as necessidades de transporte para outros produtos, a fim de determinar a capacidade total necessária nas diferentes rotas, bem como ratear os custos de capital exigidos para permitir tanto o transporte de carvão quanto de outros produtos.

Três tipos de fluxos de transporte foram considerados neste relatório preliminar:

a) carvão para exportação das minas de Mucanha/Vuzi e Moatize;

b) tráfrego ferroviário de outros produtos para exportação, importação e consumo interno de Moçambique;

c) tráfego ferroviário de passagem com origem ou destino nos países vizinhos.

As informações relativas ao tráfego de outros produtos bem como as suas projeções foram processadas de forma agregada neste relatório preliminar.

A metodologia para previsão dos fluxos envolveram os seguintes procedimentos:

- Foram propostas três níveis alternativos para exportação de carvão, totalizando 3, 6 e 10 milhões de toneladas por ano, considerando as minas de Mucanha/Vuzi é Moatize.

  O tráfego de carvão em 1981, é o tráfego real observado no sistema ferroviário de Moçambique, fornecido pelas estatísticas de Direção Nacional de Portos e Caminhos de Ferro.

  As projeções são valores arredondados,considerando as metas da Secretaria de Estado do Carvão e Hidrocarbonetos, ajustadas para o período mínimo de tempo necessário para a construção, recuperação e melhoramento da

ferrovia e transporte hidroviário e terminais.

- O tráfego de outros produtos em 1981 foi alocado por produto e por trecho de linha, de acordo com as estatísticas disponíveis em Moçambique, que possibilitaram a construção de uma matriz, agregada de O/D ferroviário para 1981. Os desenhos,a seguir mostram esquematicamente o tráfego ferroviário de carvão e de outros produtos, por trecho de linha.

  As taxas de crescimento usadas nas projeções do tráfego ferroviário futuro para outros produtos agregados, foram baseados em estudos anteriores e em informações obtidas em entrevistas com autoridades oficiais em Moçambique.

- As projeções anteriores foram ajustadas de acordo com o tráfego observado em 1981, em Moçambique.

- Para o rateio dos custos de capital de ferroviá entre o tráfego de carvão, transportado de Mucanha/Vuzi-Moçambique, e outros produtos, foi calculada a participação de cada fluxo em relação ao total, para cada trecho de linha da rota, de acordo com a ton x km bruta produzida e o número de trens.

5.4 - DESCRIÇÃO SUMÁRIA DAS VIAS DE TRANSPORTE

a) Navegação lacustre na albufeira de Cahora-Bassa

O terminal de embarque em Mucanha e desembarque em Nhancapirire terão os equipamentos normais de manuseio de carvão , sendo os dois cais do tipo flutuante para atender a grande variação do nível d'água que pode variar entre 306,4 m e 329 m, conforme demonstram os cálculos baseados na série histórica dos últimos 50 anos. A velocidade nominal de manuseio foi fixada em 600 t/h por barcaça na albufeira . O transporte será feito por comboio composto de um empurrador e 4 chatas de 2200 t cada um, distância de 108 km.

b) Transportes Ferroviários

Tanto nos trechos novos,quanto nos existentes que terão que ser recuperados e melhorados, irão operar trens unitários a velocidade média de 35 km/hora, com locomotivas de 3000/3300 HP de potência e 120 t de peso aderente, puxando 19 vagões , com lotação bruta de 1537 t e útil de 1083 t, em tração simples, dupla e tripla. Os vagões foram considerados com 57 t de capacidade útil e tara de 23 t. Uma reserva de 15% foi considerada para as locomotivas e vagões.

c) Terminais de Beira e Nacala

Em Beira, foi escolhido o local de Franquia situado a 1 km a jusante do atual porto para a localização do pier, última área ainda abrigada das ondas evitando-se a dragagem de aprofundamento do trecho em frente ao atual cais. O pátio de estocagem ficará a montante das instalações existentes numa área completamente livre e próximo a linha férrea de entrada ao porto.

A fim de minimizar os custos de dragagem para $3x10^6$ t/ano o terminal atende a navios até 70.000 TDW, para $6x10^6$ t/ano até 100.000 TDW e para $10x10^6$ t/ano até 125.000 TDW. O sistema de manuseio será o convencional para instalações de médio a grande porte,ou seja,descarga dos vagões com virador, um sistema de transportadores de correia até o pátio, empilhadores com lança giratória e recuperação com pás carregadeiras no 1º patamar e posteriormente com recuperadores de caçamba e um sistema de correias até o carregador móvel da lança telescópica. Todo o sistema foi dimensionado para uma capacidade máxima de 3200 t/h e nominal de 2600 t/h. No 3º patamar será construído mais um berço e duplicado o sistema de recuperação. As pilhas foram dimensionadas para um mês de estocagem. Foi estudado um terminal "off-shore", para reduzir o volume de dragagem, porém os custos de implantação são muito mais elevados e o mesmo não poderá operar cerca de 16 a 20% do ano devido a agitação do mar.

Em Nacala foi escolhido a ponta de Namuaxi, em frente ao atual porto, próximo a Vila de Nacala Velha. O projeto é similar ao de Beira, com a diferença que não haverá dragagem de vez que o pier será implantado numa área abrigada na cota natural de 20,0 m suficiente para navios de até 150.000 TDW. Será necessário a construção de um acesso ferroviário especial , pois a linha férrea existente atende ao porto comercial situado na outra margem da baía.

5.5 - NAVEGAÇÃO DO RIO ZAMBEZE

O rio Zambeze,que nasce em Angola, atravessa a Zambia, o Zimbabwe e Moçambique, indo desaguar no Oceano Índico, tendo uma bacia hidrográfica total de 1.200.000 km².

Para o aproveitamento hidro-elétrico foram construídas - duas represas, a do Cariba na Zambia/Zimbabwe e a de Cahora-Bassa em Moçambique (inaugurada em 1974). Apesar das duas barragens, não foi possível um controle completo da vazão do rio devido às grandes oscilações decorrentes do intenso período de chuvas (janeiro a abril) e de seca (maio a novembro). Foi aplicado um modelo matemático utilizando os dados disponíveis para os últimos 50 anos (1930-1979) e verificou-se que mesmo utilizando-se todos os controles de abertura e fechamento das comportas das duas barragens e considerando-se as necessidades mínimas de geração de energia elétrica, a vazão do rio a jusante de Cahora-Bassa variaria entre um máximo de 7.000 a 8.000 m³ / seg e um mínimo de 300 a 400 m³/seg.

Além disso o rio Zambeze no trecho que é navegável a jusante de Mepanda-Uncua até próximo da foz, apresenta um leito extremamente instável e móvel cheio de bancos de areia com profundidades inferiores a 1 m e mesmo próximo a zero, com largura variando entre 500 m e 5.000 m.formando, nos últimos 90 km a jusante de Marromeu, um delta com vários braços entre os quais os rios Cuema e Chinde são os mais importantes. Dadas estas características, será muito difícil implantar uma nave-

gação regular para grandes volumes de carga como é o caso de carvão. Para efeito de quantificação estimou-se os custos de implantação e de manutenção de uma via navegável com 3 metros de profundidade e 80 m de largura entre Tete e Chinde numa extensão de 500 km, afim de compará-lo com os custos do transporte ferroviário para Beira e Nacala. É necessário destacar a falta de garantia para uma navegação contínua vinculada aos contratos mensais e anuais de fornecimento, pois o aproveitamento de rios de regimes de vazão muito mais regulares como o Rodano e Reno na Europa e do Mississipi nos Estados Unidos levaram várias décadas de implantação e até hoje vem sofrendo melhoramentos.

O carvão seria embarcado num terminal próximo a Tete transportado até Chinde onde seria descarregado e embarcado num terminal "off-shore" situado a cerca de 16 km da costa em águas profundas para evitar o assoreamento na foz do Chinde, cuja barra é também bastante instável.

Como alternativa foi verificado a possibilidade de reembarcar o carvão junto a Chinde em embarcações marítimas de 3500 t de capacidade e 3,5m de calado, aproveitando a maré cheia e transportar o mesmo para Nacala ou Beira. Ambas as alternativas apresentaram custos mais elevados de que o embarque no terminal "off-shore".

TABLE 5.8/1 - Summary of Total Investments Costs Alocated to Coal by Alternative

Sumário do Custo Total de Investimentos Alocados ao Carvão por Alternativa

US$ 10^3

MUCANHA/VUZI	1.000.000 tons		3.000.000 tons		6.000.000 tons	
MOATIZE	2.000.000 tons		3.000.000 tons		4.000.000 tons	
TOTAL	3.000.000 tons		6.000.000 tons		10.000.000 tons	
a) Route 1 - Beira						
- Alternative 1.1: North	688.609	(587.803)	779.221	(678.415)	942.611	(840.503)
. Railway Investments	477.755	(78.9%)	477.755	(78.9%)	481.642	(78.8%)
. Rolling Stocks	45.307	(100%)	135.919		226.452	(100%)
. Terminals	165.547	(100%)	165.547		234.517	(100%)
- Alternative 1.2: South	534.104	(433.327)	677.652	(576.875)	820.799	(718.773)
. Railway Investments	329.337	(69.4%)	329.337	(69.4%)	332.333	(69.3%)
. Rolling Stocks	41.085	(100%)	123.254	(100%)	202.344	
. Terminals	153.452	(100%)	197.671	(100%)	286.122	
. Tugs, Barges and Buoys	10.230	(100%)	27.390	(100%)	35.970	
b) Route 2 - Nacala						
- Alternative 2.1 - Malawi (South)	656.315	(586.132)	824.770	(754.587)	1.011.683	(940.743)
. Railway investment	474.209	(85.2%)	474.209	(85.2%)	476.109	(85.1%)
. Rolling Stocks	65.638	(100%)	196.913	(100%)	320.623	(100%)
. Terminals	106.238	(100%)	126.258	(100%)	178.981	(100%)
. Tugs, Barges and Buoys	10.230	(100%)	27.390	(100%)	35.970	(100%)
- Alternative 2.2 - Zambezia (South)	817.969	(715.595)	986.424	(884.050)	1.176.540	(1.072.704)
. Railway Investment	635.863	(83.9%)	635.863	(83.9%)	640.966	(83.8%)
. Rolling Stocks	65.638	(100%)	196.913	(100%)	320.623	(100%)
. Terminals	74.114	(100%)	94.134	(100%)	127.376	(100%)
. Tugs, Barges and Buoys	10.230	(100%)	27.390	(100%)	35.970	(100%)
- Alternative 2.3 - Malawi (Through North Acess	766.512	(696.155)	926.073	(855.716)	1.097.017	(1.025.719)
. Railway Investment	622.627	(88.7%)	622.627	(88.7%)	625.417	(88.6%)
. Rolling Stocks	69.771	(100%)	209.312	(100%)	344.224	(100%)
. Terminals (Rail/Nacala)	74.114	(100%)	94.134	(100%)	127.376	(100%)
c) Route 3 - Zambeze River						
- Alternative 3.1 - North Acess	651.261	(645.274)	777.928	(771.941)	960.913	(954.572)
. Railway Investment	315.100	(98.1%)	315.100	(98.1%)	317.023	(98.0%)
. Rolling Stocks	13.421	(100%)	40.263	(100%)	57.479	(100%)
. Terminals	210.540	(100%)	254.265	(100%)	357.940	(100%)
. Tugs and Barges	56.100	(100%)	112.200	(100%)	158.950	(100%)
. River Navigation Costs	56.100	(100%)	56.100	(100%)	69.521	(100%)
- Alternative 3.2 - South Acess	521.558	(521.558)	660.097	(660.097)	862.731	(862.731)
. Railway Investment	137.904	(100%)	137.904	(100%)	138.581	(100%)
. Rolling Stocks	10.776	(100%)	32.330	(100%)	55.801	(100%)
. Terminals	250.448	(100%)	294.173	(100%)	417.329	(100%)
. Tugs, Barges and Buoys for Cahora Bassa Lake	10.230	(100%)	27.390	(100%)	35.970	(100%)
. Tugs and Borges for the River	56.100	(100%)	112.200	(100%)	158.950	(100%)
. River Navigation Costs	56.100	(100%)	56.100	(100%)	56.100	(100%)

(%) % of rail investment allocated to Mucanha/Vuzi and Moatize Coal outflow

TABLE 5.8/2.A - Total Cost (FOB) per Ton of Coal Transported
- Custo Total (FOB) por tonelada de Carvão Transportado

DISCOUNT RATE = 15%

US$

	Lake Costs	Railway Costs	River Costs	Ocean Terminal	Sub Total	Freight Diferential	TOTAL
1) MUCANHA/VUZI COAL (3×10^6 ton); MOATIZE COAL (3×10^6 ton)							
A - Route 1 - Beira							
a.1 - Alt. 1.1: Mucanha-Cambulat	-	26.25	-	8.38	34.63	2.00	36.63
a.2 - Alt. 1.2: Mucanha-Nhanc.Camb.	5.90	16.47	-	8.38	30.75	2.00	32.72
B - Route 2 - Nacala							
b.1 - Alt. 2.1: Muc.-Nhanc.-Malawi	5.90	24.77	-	3.55	34.22	-	34.22
b.2 - Alt. 2.2: Muc.-Nhanc.-Zambezia	5.90	28.64	-	3.55	38.09	-	38.09
C - Route 3 - Zambeze River							
c.1 - Alt. 3.1: Muc.-Camb.-Tete	-	19.47	13.64	6.25	39.36	1.00	40.36
c.2 - Alt. 3.2: Muc.-Nhanc.-Tete	5.90	9.00	13.64	6.25	34.79	1.00	35.75
D - Other Alternatives							
d.1 - Muc.-Camb.-Malawi-Nac.	-	34.51	-	3.55	38.06	-	38.06
d.2 - Muc.-Camb.-Zambezia-Nac.	-	38.07	-	3.55	41.62	-	41.62
2) MUCANHA/VUZI COAL (6×10^6); MOATIZE COAL (4×10^6);							
A - Route 1 - Beira							
a.1 - Alt. 1.1: Muc.-Camb.	-	17.35	-	6.70	24.05	1.00	25.05
a.2 - Alt. 1.2: Muc.-Nhanc.-Camb.	4.43	11.76	-	6.70	22.89	1.00	23.89
B - Route 2 - Nacala							
b.1 - Alt. 2.1: Muc.-Nhanc.-Malawi	4.43	18.10	-	2.94	25.47	-	25.47
b.2 - Alt. 2.2: Muc.-Nhanc.-Zambez.	4.43	20.67	-	2.94	28.04	-	28.04
C - Route 3 - Zambeze River							
c.1 - Alt. 3.1: Muc.-Camb.-Tete	-	11.52	10.68	5.56	27.76	1.00	28.76
c.2 - Alt. 3.2: Muc.-Nhanc.-Tete	4.43	5.48	10.68	5.56	26.15	1.00	27.15
D - Other Alternatives							
d.1 - Muc.-Cam.-Malawi-Nac.	-	23.68	-	2.94	26.62	-	26.62
d.2 - Muc.-Camb.-Zambezia-Nac.	-	25.96	-	2.94	28.90	-	28.90

TABLE 5.8/2.B - Total Cost (FOB) per Ton of Coal Transported
- Custo Total (FOB) por tonelada de Carvão Transportado

DISCOUNT RATE = 10%

US$

	Lake Costs	Railway Costs	River Costs	Ocean Terminal	Sub Total	Freight Diferential	TOTAL
1) MUCANHA/VUZI COAL (3×10^6 ton); MOATIZE COAL (3×10^6 ton)							
A - Route 1 - Beira							
a.1 - Alt. 1.1: Mucanha-Cambulat	-	19.75	-	7.13	26.88	2.00	28.88
a.2 - Alt. 1.2: Mucanha-Nhanc.Camb.	4.95	12.69	-	7.13	24.77	2.00	26.77
B - Route 2 - Nacala							
b.1 - Alt. 2.1: Muc.-Nhanc.-Malawi	4.95	19.13	-	2.94	27.02	-	27.02
b.2 - Alt. 2.2: Muc.-Nhanc.-Zambezia	4.95	21.95	-	2.94	29.84	-	29.84
C - Route 3 - Zambeze River							
c.1 - Alt. 3.1: Muc.-Camb.-Tete	-	14.12	11.84	4.95	30.91	1.00	31.91
c.2 - Alt. 3.2: Muc.-Nhanc.-Tete	4.95	6.49	11.84	4.95	28.23	1.00	29.23
D - Other Alternatives							
d.1 - Muc.-Camb.-Malawi-Nac.	-	26.17	-	2.94	29.11	-	29.11
d.2 - Muc.-Camb.-Zambezia-Nac.	-	28.68	-	2.94	31.62	-	31.62
2) MUCANHA/VUZI COAL (6×10^6); MOATIZE COAL (4×10^6);							
A - Route 1 - Beira							
a.1 - Alt. 1.1: Muc.-Camb.	-	13.59	-	5.62	19.21	1.00	20.21
a.2 - Alt. 1.2: Muc.-Nhanc.-Camb.	3.73	9.43	-	5.62	18.78	1.00	19.78
B - Route 2 - Nacala							
b.1 - Alt. 2.1: Muc.-Nhanc.-Malawi	3.73	14.51	-	2.44	20.68	-	20.68
b.2 - Alt. 2.2: Muc.-Nhanc.-Zambez.	3.73	16.44	-	2.44	22.61	-	22.61
C - Route 3 - Zambeze River							
c.1 - Alt. 3.1: Muc.-Camb.-Tete	-	8.64	9.31	4.42	22.37	1.00	23.37
c.2 - Alt. 3.2: Muc.-Nhanc.-Tete	3.73	4.09	9.31	4.42	21.55	1.00	22.55
D - Other Alternatives							
d.1 - Muc.-Cam.-Malawi-Nac.	-	18.66	-	2.44	21.10	-	21.10
d.2 - Muc.-Camb.-Zambezia-Nac.	-	20.30	-	2.44	22.74	-	22.74

TABLE 5.8/2.C - Total Cost (FOB) per Ton of Coal Transported froom Mucanha/Vuzi
- Custo Total (FOB) por tonelada de Carvão Transportado de Mucanha/Vuzi

DISCOUNT RATE = 5%

US$

	Lake Costs	Railway Costs	River Costs	Ocean Terminal	Sub Total	Freight Diferen-tial	TOTAL
1) MUCANHA/VUZI COAL (3 x 10^6 ton); MOATIZE COAL (3 x 10^6 ton)							
A - Route 1 - Beira							
a.1 - Alt. 1.1: Mucanha-Cambulat	-	13.93	-	5.94	19.90	2.00	21.90
a.2 - Alt. 1.2: Mucanha-Nhanc.Camb.	4.09	9.30	-	5.97	19.36	2.00	21.36
B - Route 2 - Nacala							
b.1 - Alt. 2.1: Muc.-Nhanc.-Malawi	4.09	14.09	-	2.37	20.55	-	20.55
b.2 - Alt. 2.2: Muc.-Nhanc.-Zambezia	4.09	14.96	-	2.37	22.42	-	22.42
C - Route 3 - Zambeze River							
c.1 - Alt. 3.1: Muc.-Camb.-Tete	-	9.31	10.30	4.22	23.83	1.00	24.83
c.2 - Alt. 3.2: Muc.-Nhanc.-Tete	4.09	4.11	10.30	4.22	22.72	1.00	23.72
D - Other Alternatives							
d.1 - Muc.-Camb.-Malawi-Nac.	-	18.69	-	2.37	21.06	-	21.06
d.2 - Muc.-Camb.-Zambezia-Nac.	-	19.95	-	2.37	22.32	-	22.32
2) MUCANHA/VUZI COAL (6 x 10^6); MOATIZE COAL (4 x 10^6);							
A - Route 1 - Beira							
a.1 - Alt. 1.1: Muc.-Camb.	-	10.21	-	4.63	14.84	1.00	15.87
a.2 - Alt. 1.2: Muc.-Nhanc.-Camb.	3.12	7.33	-	4.63	15.08	1.00	16.08
B - Route 2 - Nacala							
b.1 - Alt. 2.1: Muc.-Nhanc.-Malawi	3.12	11.29	-	1.97	16.38	-	16.38
b.2 - Alt. 2.2: Muc.-Nhanc.-Zambez.	3.12	12.64	-	1.97	17.73	-	17.73
C - Route 3 - Zambeze River							
c.1 - Alt. 3.1: Muc.-Camb.-Tete	-	6.07	8.12	3.84	18.03	1.00	19.03
c.2 - Alt. 3.2: Muc.-Nhanc.-Tete	3.12	2.75	8.12	3.84	17.83	1.00	17.83
D - Other Alternatives							
d.1 - Muc.-Cam.-Malawi-Nac.	-	14.16	-	1.97	16.13	-	16.13
d.2 - Muc.-Camb.-Zambezia-Nac.	-	14.93	-	1.97	16.90	-	16.90

TABLE 5.8/3 - Custos Anuais dos Terminais de Mucanha, Nhancapirire e Beira
- Annual Costs of Mucanha, Nhancapirire and Beira Coal Terminals

US$

Coal Production / Costs				
	Mucanha	1.000.000	3.000.000	6.000.000
	Moatize	2.000.000	3.000.000	4.000.000
	Total	3.000.000	6.000.000	10.000.000
A - CUSTOS OPERACIONAIS				
a.1 - Terminal Mucanha		920	1.170	1.860
a.2 - Transporte no Lago de Cahora Bassa		1.100	3.300	5.100
a.3 - Terminal Nhancapirire		1.370	1.710	3.060
a.4 - Terminal de Beira		5.620	11.730	17.400
SUB-TOTAL OPERACIONAL		9.010	17.910	27.420
Eventuais (10%)		901	1.791	2.742
TOTAL OPERACIONAL		9.911	19.701	30.162
B - CUSTOS DE INVESTIMENTOS				
b.1 - Terminal Mucanha		1.050	1.050	1.320
b.2 - Transporte no Lago de Cahora Bassa		890	2.400	3.180
b.3 - Terminal Nhancapirire		1.491	1.500	2.460
b.4 - Terminal de Beira		2.280	4.560	7.860
SUB-TOTAL INVESTIMENTOS		5.711	9.510	14.820
Eventuais		571	951	1.482
TOTAL INVESTIMENTOS		6.282	10.461	16.302
C - CUSTOS/TONELADA				
c.1 - Operacional		9.91	6.57	5.03
c.2 - Investimento		6.28	3.49	2.72
TOTAL GERAL		16.19	10.06	7.75

TABLE 5.8/4 - Railway Costs per Ton in Selected Route 1 - Alternative 1.2 for Several Levels of Coal Production in Mucanha/Vuzi and Moatize

	Muc./Vuzi	1 x 10^6 t	3 x 10^6 t	6 x 10^6 t
	Moatize	2 x 10^6 t	3 x 10^6 t	4 x 10^6 t
	Total	3 x 10^6 t	6 x 10^6 t	10 x 10^6 t
A) PRODUÇÃO DE TRANSPORTE	txKmx10^6	726	2.178	4.356
B) CUSTOS OPERACIONAIS (EXCLUSIVE CUSTO DE CAPITAL				
b.1 - Locomotivas (Locos)				
b.1.1 - Tripulação de Trens	US$ 10^3	228	633	1.189
b.1.2 - Combust. e Lubrif.	US$ 10^3	1.570	5.625	11.434
b.1.3 - Manutenção	US$ 10^3	630	1.750	3.290
b.2 - Vagões (Cars)				
b.2.1 - Manutenção	US$ 10^3	443	1.280	2.478
b.3 - Via Permanente				
Permanent Way				
b.3.1 - Manutenção	US$ 10^3	238	343	402
b.3.2 - Renovação	US$ 10^3	455	1.314	2.566
b.4 - Instalações Fixas e Pessoal das Estações	US$ 10^3	536	773	906
SUB-TOTAL OPERACIONAL	US$ 10^3	4.100	11.718	22.265
EVENTUAIS (10%)	US$ 10^3	410	1.172	2.226
TOTAL OPERACIONAL	US$ 10^3	4.510	12.890	24.491
C) CUSTOS DE CAPITAL (5%)				
c.1 - Locomotivas (Locos)	US$ 10^3	842	2.338	4.395
c.2 - Vagões (Cars)	US$ 10^3	549	1.589	3.076
c.3 - Via Permanente	US$ 10^3	8.909	9.709	10.261
EVENTUAIS (10%)	US$ 10^3	1.030	1.363	1.773
SUB-TOTAL CUSTOS DE CAPITAL (5%)	US$ 10^3	11.330	14.999	19.505
CUSTO ANUAL TOTAL FERROVIAS	US$ 10^3	15.840	27.889	43.996
D) CUSTO/T - OPERACIONAL	US$	4,51	4,30	4,08
E) CUSTO/T - INVESTIMENTO	US$	11,33	5,00	3,25
F) CUSTO/T - TOTAL	US$	15,84	9,30	7,33
G) CUSTO/T x KM - TOTAL	US$			

6 - AVALIAÇÃO ECONÔMICA PRELIMINAR

Nesta seção do Relatório faz-se uma abordagem preliminar, relativa aos aspectos de mercado e econômico-financeiros da implantação do complexo mineiro para explotação de carvão em Mucanha-Vuzi.

O relatório, dado o seu caráter preliminar, procura basicamente explicitar num primeiro momento, qual seria a performance que poder-se-ia estimar de sua implantação.

Para isso,e de forma ainda inicial,face o atual nível das informações técnicas, econômicas e financeiras disponíveis, estimou-se os investimentos, a quantidade de carvão destinada a venda, o faturamento , os custos operacionais e outras despesas, necessárias à efetivação do faturamento.

Estimou-se também, qual será o impacto que o projeto proporcionará, em termos de geração de divisas para Moçambique, dado o caráter de que se reveste, já que se trata de um projeto voltado basicamente para a exportação de carvão.

6.1 - Mercado

Espera-se, preliminarmente, que a jazida de Mucanha-Vuzi comece a operar em 1988/1989 colocando no mercado, juntamente com as de Moatize, inicialmente,3 milhões de toneladas anuais, crescendo a seguir para 6 milhões atingindo no final a meta de 10 milhões de toneladas.

As quantidades envolvidas representando menos de 3% do comércio mundial(Ver Tabelas 6.1, 6.2 e 6.3), não deverão desiquilibrar o jogo de oferta e demanda, ainda mais tendo em vista a estratégia dos países consumidores em diversificar suas compras de vários países, conforme mostra a procedência do carvão adquirido pelo Japão(Tabela 6.4). Por sua localização geográfica, o carvão moçambicano poderá atingir quaisquer dos grandes centros importadores (Japão, Europa Ocidental e Brasil), devendo seu preço FOB ser capaz de torná-lo competi

TABELA 6.1

COMÉRCIO INTERNACIONAL DE CARVÃO

EM MIL TONELADAS

	1960	1975	1976	1977	1978	1979
EXPORTAÇÕES						
Estados Unidos	34.456	60.238	54.535	49.318	36.969	59.904
Canada	774	11.695	11.762	12.069	13.658	13.853
R.Federal Alemã	17.974	14.709	13.019	14.554	19.033	15.616
França	1.419	553	594	587	507	527
Belgica - Luxemburgo	2.238	357	363	329	267	309
Holanda	2.165	237	337	476	429	954
Reino Unido	5.547	2.182	1.436	1.941	2.266	2.339
União Soviética	12.300	26.143	26.896	25.800	24.800	23.900
Polonia	17.497	38.479	38.944	39.317	39.999	41.334
Checoslovaquia	2.195	3.666	3.759	3.308	3.745	3.700
Australia	1.584	30.428	31.158	38.395	38.680	40.306
Africa do Sul	950	2.687	5.961	12.702	15.389	23.365
Outros	3.664	1.381	1.939	2.676	2.144	2.856
Total	102.763	192.755	190.703	201.472	197.891	228.963
IMPORTAÇÕES						
Argentina	1.465	1.287	833	1.097	814	930
Canada	12.299	15.256	14.589	15.323	13.236	17.587
Brasil	928	2.830	3.169	3.550	3.422	4.453
Chile	351	164	144	196	200	228
Estados Unidos	126	853	1.091	1.514	2.753	1.892
Mexico	53	397	315	625	567	661
Subtotal	15.222	20.787	20.141	22.305	20.992	25.751
Belgica - Luxemburgo	4.148	6.752	7.366	6.593	7.776	9.958
França	10.112	17.293	18.755	21.570	23.667	27.404
R.Federal Alemã	6.705	6.244	5.970	6.353	6.565	7.773
Italia	9.739	12.852	12.424	12.444	11.736	13.866
Holanda	6.868	4.104	4.855	5.899	5.031	6.211
Reino Unido	-	5.083	2.836	2.414	2.352	4.375
Eire	1.676	690	606	868	838	955
Dinamarca	3.954	4.132	4.205	5.564	6.079	7.498
Subtotal	43.202	57.150	57.017	61.705	65.044	78.040
Austria	3.720	2.583	2.643	2.362	2.315	2.824
Finlandia	2.937	3.845	2.782	4.287	4.789	4.771
Grecia	209	781	568	483	349	460
Noruega	315	456	464	420	447	672
Portugal	350	434	364	407	516	365
Espanha	307	3.974	4.549	4.319	3.377	4.200
Suecia	1.929	1.632	2.018	1.405	1.549	2.122
Suiça	1.952	123	130	157	153	334
Iugoslavia	1.383	2.310	2.446	2.354	2.994	3.206
Subtotal	13.102	16.138	15.964	16.194	16.489	18.954
Bulgaria	-	6.273	6.185	6.251	6.385	6.300
Checoslovaquia	2.402	5.188	5.209	5.619	5.591	5.300
R.Dem.Alema	8.135	6.440	6.096	6.059	5.936	6.000
Hungria	1.431	1.438	1.514	1.838	1.595	1.750
Polonia	796	1.096	1.080	1.080	1.044	949
Romenia	416	1.581	1.691	2.297	2.500	2.700
União Soviética	4.776	9.818	9.376	9.120	9.100	9.500
Subtotal	17.956	31.834	31.151	32.264	32.151	32.499
Japão	8.292	62.107	60.759	60.841	52.177	58.554
Coreia do Sul	43	671	1.494	2.007	2.403	6.337
Subtotal	8.524	62.891	62.603	64.456	57.313	70.245
Outros	4.946	4.068	4.177	6.156	8.641	8.828
TOTAL	102.763	192.755	190.703	201.472	197.891	228.963

FONTE: World Coal - Nov/1980

TABELA 6.2 - COMÉRCIO INTERNACIONAL DO CARVÃO : 1970-1980 (10^6 t)

COMÉRCIO	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
TOTAL	168	161	164	175	192	194(*)	195(*)	201	194(*)	225(*)	256
VIA MARÍTIMA	104	95	96	106	124	126	127	132	125	157	187
% DA VIA MARÍTIMA	62	59	59	61	65	65	65	66	64	70	73

(*) Diferença das quantidades indicadas na Tabela 7.2 anterior, resultam da divergência nas fontes consultadas.

Fonte : HPD Shipping Consultants Ltda. in "IISI - Coal Trade and Transport to 1985".

TABELA 6.3 - COMÉRCIO INTERNACIONAL DO CARVÃO POR VIA MARÍTIMA : 1970-1980 (10^6 t)

TIPO	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
CARVÃO METALÚRGICO	84	77	79	87	96	94	94	95	85	104	116
CARVÃO ENERGÉTICO	20	18	17	19	28	32	33	37	40	53	71
% ENERGÉTICO	19	19	18	18	23	25	26	28	32	34	38

Fonte : HPD Shipping Consultants Ltda. in "IISI - Coal Trade and Transport to 1985".

TABELA 6.4 - PROCEDÊNCIA DO CARVÃO CONSUMIDO NO JAPÃO EM 1980 (10^6 t)

PROCEDÊNCIA	QUANTIDADE	%
- Carvão Importado		
Estados Unidos	19,943	29,8
Austrália	24,477	36,6
URSS	1,734	2,6
Canadá	10,415	15,6
Polônia	387	0,6
América do Sul	2,757	4,1
China	739	1,1
Outros	-	-
SUBTOTAL	60,452	90,4
- Produção Interna	6,420	9,6
TOTAL	66,872	100,0

Fonte : 1982 - Coal Manual - The Tex Report Ltd.

TABELA 6.5 - PREÇOS DO CARVÃO METALÚRGICO - US$/t

PROCEDÊNCIA/TIPO	BAIXO VOLÁTIL (16 - 22%)	MÉDIO VOLÁTIL (23 a 30%)	ALTO VOLÁTIL (+ 31%)
EUA - Costa do Atlântico	65,00 - 70,00	60,00 - 70,00	60,00 - 69,50
Canadá - Costa do Pacífico	53,75 - 68,50	51,50 - 68,50	57,00 - 60,00
Austrália	55,00 - 67,00	47,00 - 58,25	42,50 - 67,00
Polônia	-	66,00 - 68,00	-
África do Sul	-	-	57,00
União Soviética - Costa do Pacífico	66,00	52,00 - 55,00	40,00 - 47,00

Fonte : Coal Week International - Sept 1982.

TABELA 6.6 - CARVÃO ENERGÉTICO, PREÇOS "FOB PIER" MERCADO SPOT

PORTO	PODER CALORÍFICO (Btu/lb)	ENXOFRE (%)	US$/t
USA - Costa Leste	11.500 a 12.000	1 a 1,5	46,00 a 50,00
Polônia	11.200	1,0	56,00
África do Sul	10.800	1,0	41,00
Austrália	12.000	1,0	53,00

Fonte : Coal Week International, August 1982.

TABELA 6.7

INVESTIMENTOS NA EXPLORAÇÃO E BENEFICIAMENTO DO CARVÃO NA MINA

CAPACIDADE DA PLANTA $13,3 \times 10^6$ t/ANO DE R.O.M.

Discriminação	US$ 1,000,000
. COMPLEXO MINEIRO	262,4
Lavra	115,0
Beneficiamento	80,0
Instalações Auxiliares e de Apoio	12,0
Estrada de Rodagem	7,4
Linha de Transmissão	13,0
Vila Mineira	35,0

A preços de outubro de 1982

TABELA 6.8

INVESTIMENTOS DO TRANSPORTE DAS MINAS DE CARVÃO ATÉ O TERMINAL DE EMBARQUE

(em US$ 1,000,000.00)

Discriminação	Totais	Carvão (Moatize e Mucanha-Vuzi)	Carvão de Mucanha-Vuzi
1- Reabilitaçaõ da linha férrea Moatize-Beira	191,4	90,6	45,3
2- Construção da nova linha férrea de Nhancapirire a Moatize	137,9	137,9	137,9
3- Material Rodante	123,3	123,3	66,7
4- Terminais na albufeira da Cahora Bassa	39,8	39,8	39,8
5- Embarcações	27,4	27,4	27,4
TOTAIS	683,7	576,9	396,1

A preços de outubro de 1982

tivo com o carvão procedente da África do Sul.

No que tange ao carvão metalúrgico, a característica de regularidade no fornecimento deverá ter um peso acentuado nos futuros fornecimentos, com previsões de congestionamento de algumas procedências tradicionais (por exemplo, Austrália). O Brasil poderá, se o carvão Moçambicano tiver competitividade de preço, boa qualidade e regularidade no fornecimento, consumir boa parte do carvão metalúrgico, daquela procedência, consoante uma política de diversificação de procedência e estreitamento de relações comerciais.

Quanto ao carvão energético, no caso de Mucanha - Vuzi, deverá ser analisada a perspectiva de uso doméstico do mesmo, bem como a eventual exportação para os países circunvizinhos.

Os preços de venda dos carvões metalúrgicos e energéticos, são apresentados nas Tabelas 6.5 e 6.6. Conforme se verifica, existem grandes variações em função da posição geográfica, das condições de embarque e das características qualitativas do carvão(capacidade de coqueificação, teor de cinzas e enxofre e poder calorífico).

6.2 - Investimentos e Custos Operacionais

Os investimentos a serem demandados para a efetiva exploração do carvão de Mucanha-Vuzi, seu escoamento e comercialização consistem basicamente em:

- exploração e beneficiamento do carvão na mina(Tabela 6.7)
- transporte até o terminal de exportação(Tabela 6.8)

Dos investimentos em sistema de transporte, foram alocados ao carvão de Mucanha-Vuzi 396,1 milhões de dólares para um fluxo anual de 3 milhões de toneladas, enquanto ao carvão de Moatize couberam 180,8 milhões de dólares para cada fluxo anual de 3 milhões de toneladas, cabendo 106,8 milhões de dólares para as demais cargas que utilizam a linha dos CFM-Centro. Os critérios de alocação foram apresentados no capítulo 5 do estudo de transporte.

O montante total para o carvão de Mucanha-Vuzi, incluindo a lavra e o beneficiamento na mina e o transporte até o porto, será de 658,5 milhões de dólares.

6.3 - Custos Operacionais e Avaliação Econômica

O carvão a ser explotado anualmente, numa primeira fase atinge o montante de 13.332.000 toneladas.

Entretanto, face ao rendimento do carvão, que foi estimado em 23% para o carvão metalúrgico, com 10% de cinzas, e , de 28% de carvão energético com 35 % de cinzas, prevê-se que a produção anual situar-se-á em 3.067.000 toneladas de carvão metalúrgico e em 3.733.000 toneladas de carvão energético.

Verifica-se , então, que a quantidade que poderá ser produzida anualmente e disponível para comercialização tem o seguinte perfil:

Carvão	Quantidade/ano
Metalúrgico	3.067.000
Energético	3.733.000

Em função do que foi dito no item 6.1, o carvão metalúrgico com 10% de cinzas, tem o mercado assegurado , a um preço que oscila entre US$57.00 e US$63.00 ,

FOB Pier porto da Beira, enquanto que o carvão energético com teor de cinzas de 35%, terá dificuldades em sua venda, devendo o preço situar-se em patamar baixo.

Assim, definiu-se que o carvão metalúrgico poderá ser comercializado ao preço de US$ 60.00 por tonelada.

Quanto a demanda do carvão energético na segunda fase serão realizados estudos e análises para verificar a possibilidade de produzir um carvão com um teor de cinzas em torno de 20% o que permitiria a sua venda no mercado externo.

No que tange aos custos operacionais, estimou-se que os custos de lavra e de beneficiamento deverão situar-se nos seguintes patamares:

Custos Operacionais	US$/t
Lavra	4.00
Beneficiamento	2.00
Total	6.00

O custo operacional para transportar o carvão da jazida de Mucanha-Vuzi até o porto da Beira, admitindo-se a escala de transporte de 3.000.000 de toneladas de carvão metalúrgico por ano, conjugado com escala de transporte de 3.000.000 de toneladas de carvão das minas de Moatize até o porto, foi estimado em US$ 10.87 (dez dólares e oitenta e sete centavos) por toneladas de carvão.

Assim, dado o fluxo de transporte anual o custo com transportes, para a expedição de 3.067.000 toneladas de carvão, atinge o montante de US$ 33,338,290.00(trinta e três milhões, trezentos e trinta e oito mil, duzentos e noventa dólares norte-americanos).

No custo operacional de transportes não estão incluídos os custos de investimentos. Com a inclusão destes que

foram estimados em Us$ 8.49 por tonelada transportada o custo total por tonelada, situar-se-á em US$ 19.36.

Os custos de investimentos, serão contudo, focalizados no tópico referente à amortização dos investimentos.

Considerou-se, também que as despesas de vendas, administrativas e gerais alcançarão o montante anual de US$... 5,000,000.00(cinco milhões de dólares norte-americanos).

O perfil do projeto em termos de faturamento, custos e despesas operacionais para um ano específico, de plena produção e vendas é o que se apresenta a seguir:

DEMONSTRAÇÃO DE RESULTADOS
CARVÃO DE MUCANHA-VUZI

DESCRIÇÃO	VALOR US$ 1,000	%
1. Receita de vendas 3.067.000 t/ano a US$ 60.00/t	184,020	100
2. Custo Operacional Lavra e beneficiamento	79,992	43
3. Fretes(Mucanha-Vuzi até o porto) 3.067.000 t/ano x US$ 10.87	33,338	18
4. Margem de Contribuição 1-(2+3)	70,690	39
5. Despesas de Vendas e Adm,	5,000	3
6. Resultado Operacional *	65,690	36

* o resultado operacional não inclui as despesas financeiras sobre o financiamento dos investimentos, a depreciação e a exaustão da mina.

Verifica-se do perfil do projeto, que o resultado operacional, antes de incluir-se as despesas financeiras dos financiamentos, a depreciação e a exaustão da mina, a exploração do carvão de Mucanha-Vuzi é atrativo do ponto de vista financeiro, gerando fluxo de fundos suficiente para amortizar os financiamentos e pagar os juros dos empréstimos.

Quanto aos investimentos a serem realizados, orçados em US$ 658,5 milhões, estimou-se que US$ 86,2 milhões serão realizados em bens e serviços oriundos de Moçambique, enquanto que US$ 572,3 milhões serão provenientes de importações, esperando-se que estas sejam financiadas por organismos de fomento internacionais e por fornecedores de bens de capital.

Considerou-se, outrossim que o prazo para amortizar os financiamentos será de 20 anos, admitindo-se carência até o início da operação.

No que tange aos juros pode-se considerar faixas que irão desde 5% a 15% ao ano. Descontada a inflação contida, a taxa de juros real se situaria em torno de 5% ao ano.

Se se considerar que os recursos a serem amortizados anualmente situar-se-ão em US$ 28,6 milhões e de que os juros a serem pagos anualmente, em termos médios, no decorrer do prazo de amortização do projeto situar-se-ão em US$ 17,3 milhões, pode-se, então, ver a magnitude do projeto em termos financeiros.

Assim, considerando-se o resultado operacional positivo de US$ 65,960 mil, menos a amortização do principal e dos juros, no montante de US$ 45,900 mil, verifica-se que o saldo financeiro do projeto situar-se-á anualmente ao redor de US$ 20 milhões, bastante atraente para remunerar amplamente a parte de serviços próprios. Esta cifra no estágio em que se encontram os estudos é positiva, mostrando que o projeto deverá ser atrativo, justificando o aprofundamento dos estudos.

É preciso destacar, que não foi incluído receita proveniente da venda de carvão energético, que em função dos custos de transportes de US$ 19,36/t permitirá um lucro, se for vendido a um preço acima de US$ 20,00 /t. Além disso será verificada na segunda fase a possibilidade de se reduzir o seu teor de cinzas para cerca de 20% o que possibilitaria a sua venda no mercado mundial a preços mais elevados.

Cabe finalmente lembrar que, com o crescimento posterior da produção de carvão, através da abertura de novas minas em Mucanha e Moatize até atingir a meta de 10 milhões de toneladas /ano(das quais 6 milhões de Mucanha), o custo do transporte se reduzirá para US$ 15,08/t ampliando a margem de retorno do empreendimento.

6.4 - Impacto no Balanço de Pagamento

O projeto de Mucanha-Vuzi deverá constituir-se num dos principais vetores do desenvolvimento econômico e social de Moçambique.

Gerará novos e significativos fluxos de intercâmbio, aumentando deste modo as possibilidades de cooperação entre os países, demandantes de seu carvão.

A esse respeito faz-se necessário consignar que as exportações a serem realizadas alcançarão cifras bastantes volumosas, no contexto moçambicano, devendo atingir anualmente cerca de US$ 184,000,000.00(cento e oitenta e quatro milhões de dólares) em divisas. Os desembolsos anuais em divisas estão estimados em cerca de US$ 84,000,000.00(oitenta e quatro milhões de dólares), basicamente em remessas com pagamentos de amortizações e juros de financiamentos, e, com despesas com insumos e materiais usados na exploração das minas.

O impacto positivo em divisas sobre o balanço de pagamento do país, deverá alcançar, então, US$ 100,000.00(cem milhões de dólares) anuais o que será relevante socialmente para Moçambique, face ao efeito multiplicador da geração de renda

das divisas. Evidentemente, quando for alcançada a meta de 6 milhões de toneladas, este impacto será ampliado substancialmente.

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM
Av. Pasteur, 404 - Urca - Rio de Janeiro - RJ - Brasil
Telefone: DDD (021) 295.0032 - Telex: (021) 226685
CEP. 22.292

SERIO/DISERV/SEGRAF

2097-S
I

REPÚBLICA POPULAR DE MOÇAMBIQUE

GABINTE DO SECRETÁRIO DE ESTADO DO CARVÃO E HIDROCABONETOS
GSECHI

MUCANHA-VUZI COAL DEVELOPMENT PROGRAM
ASSESSMENT REPORT

196

CPRM -- DIDOTE
ARQUIVO TÉCNICO
Relatorio n.º 2097-S
I
N.º de Volumes: 1 V: ___
PHL - 010966

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS-CPRM
COMPANHIA BRASILEIRA DE PROJETOS INDUSTRIAIS-COBRAPI
EMPRESA BRASILEIRA DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES-GEIPOT

OUTUBRO/1982

SUMMARY

	Pag.
1. SYNOPSIS AND CONCLUSION	01
2. SERVICES PERFORMED	04
3. PARTIAL RESULTS OF THE COAL EXPLORATION PROGRAM	19
4. MINING AND WASHING PLANT	28
5. TRANSPORTATION STUDY	34
6. PRELIMINARY ECONOMIC EVALUATION	45

1. SYNOPSIS AND CONCLUSION

CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais) signed the contract with the Secretary of Coal and Hydrocarbon (GSECHI) of the People Republic of Mozambique 12.01.82, to undertake a geological survey and drilling program of 10.000 m (DDH) in the area of Mucanha-Vuzi, in order do evaluate the possibilities of coal mining in the near future.

The study, at a pre-feasibility level, includes definition of the mining and preparation methods to obtain higher quality grades of coal, the analyses of the transportation routes of the coal to an ocean terminal at the Mozambique Channel, considering the studies realized in the past by several organizations and consultants from different countries.

The project is being conducted with the assistance of two other Brazilian Government companies. The GEIPOT,in charge of the transportation studies, and COBRAPI (Companhia Brasileira de Projetos Industriais) responsible for the definition of the mining and preparation methods and the thecnical and economical feasibility of the future enterprise.

Fully conscious of the importance of the project, several activities were started well in advance of the dates foreseen in the official schedule. Particularly, special efforts were made in order to speed up the execution of the field work, trying to avoid the rain season which turn up work almost impossible between Dezember and March.

In this way, the project, which should start in April,15 1982 with a duration of 14 months, in September 30, that is after 5 month was so advanced, with about 75% of the field services concluded, that it became possible to produce this Assessment Report. This document, intends to present as preliminary draft, an appraisal of the whole project, give indications of the coal potential expected in the area, the mining and preparation methods to be used, the transport route chosen and finally,an estimate of the level of the investments necessary to implement the program as well

as the cost FOB/ton at the export terminal, of the saleable coal at the international market.

A throughfull examination of all the bibliography of the geology of coal in Mozambique, specially about the Mucanha-Vuzi area, was performed,including 45 documents. The same was done in the transport field including more than 20 different reports.

Many contacts with the Mozambican authorities, at different ocasions were held, specially at the GSECHI, CARBOMOC and the Ministry of Ports and Land Transportation. Also visits to the railways and port terminals as well as to the Zambeze river and Cahora-Bassa lake were performed. Informal contacts were made with some consultants companies which had been studying some of the itens included in the scope of work. Based on all this information the consultants feel that enough data was gathered to support the conclusions of this report, even in a preliminary way. However a fully comprehensive report will be produce in due time, accordingly as defined in the contract GSECHI/CPRM.

The reserves at the investigated portion of the Bohozi area, were estimated at least at 385 million tons of coal "in situ", of which, about 2/3 suitable to open-pit mining. For the whole Bohozi-Mucanha coal field a potential of about 1,2 billion tons of coal was estimated. Such figures already allows to plan the mining production at the scale envisaged in this report. Nevertheless delailed investigations of the deposit are still needed.

As commercial coal, at present, was considered only the metallurgical fraction estimatated at 23% of the R.O.M., with 10% of ash content and excelent coking qualites. However, the consultant intends to deepen the investigations during the second phase, to verify the possibility of also producing steam coal with 20% of ash content. The coal fines will be floted and recovered in order to produce saleable coke locally.

The mine is expected to produce 3 million t/y of metallurgical coal to be sold at US$ 60,00/t to the world market. Considering that the Moatize mines will also increase the production to 3 million t/y, by the end of this decade, Mozambique

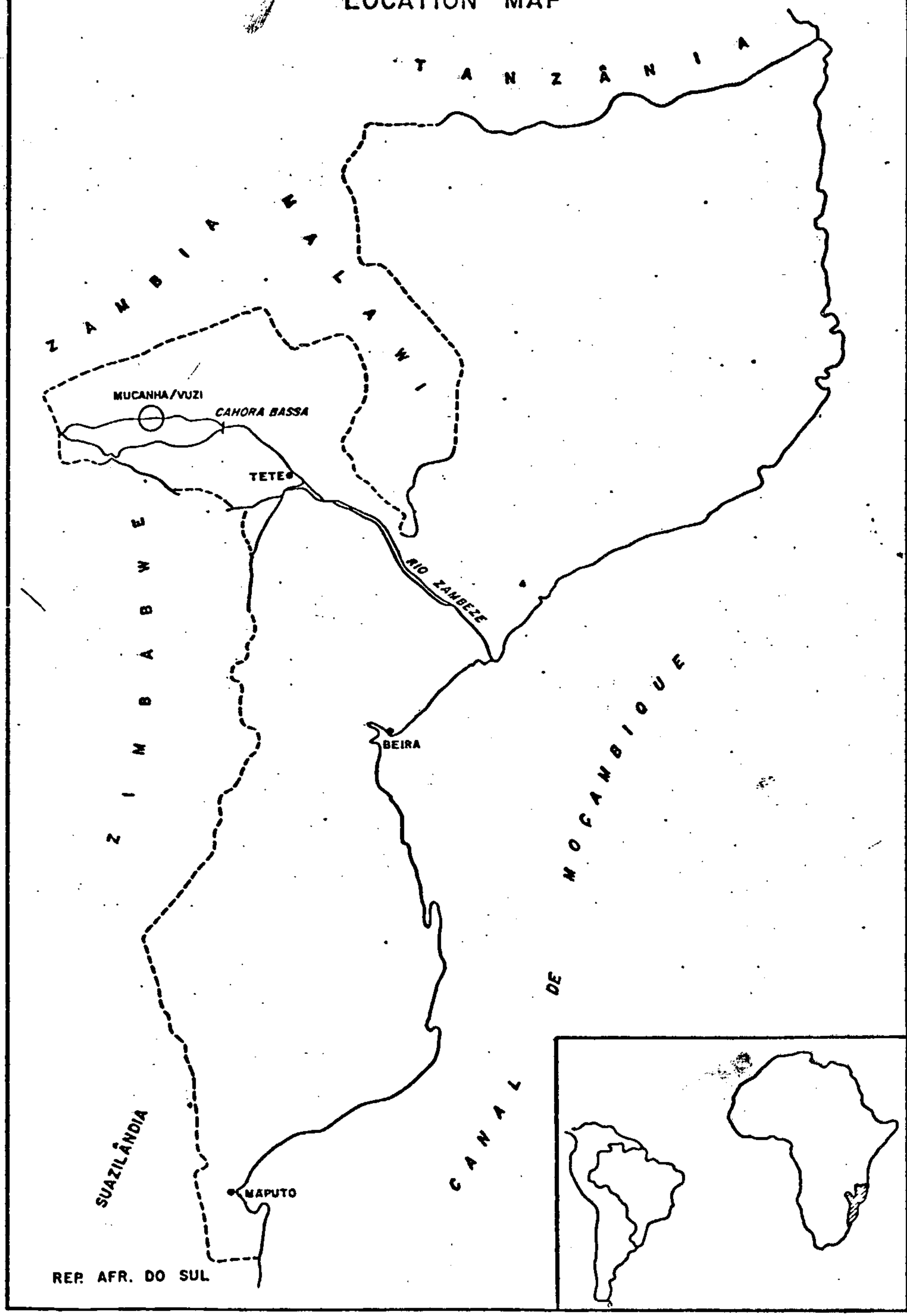
would be selling about 6 million t/y of coal, representing less than 3% of the world market. Mozambican ports are in a fair geographical situation being equidistant to the two great consumer markets (Western Europe and Japan)and also are in good position in relation to South America, particularly Brazil. Therefore it should not be difficult to sell the coal, specially if one consider the possibility of exchanges for goods and equipments badly needed by Mozambique.

The transportation route chosen, consider the coal loading near to the Mucanha River month on barges, shipping on the Cahora-Bassa lake to the Nhancapirire river, loading on the trains and transportation by railway to the port of Beira via Moatize. The system indudes the renewel of the existing CFM-Central line which also attends other cargoes of the central region of Mozambique and the international trafic from Zimbabwe and Malawi.

The operational costs of the mining and preparation were estimated at US$ 6,00/t and the transportation at US$ 10,87/t. Considering an international loan at an interest rate of 5% (disconting inflation) and a disbursement over a 20 years period of 85 to 90% of the total investment, the net yearly income would be around 20 million dollars. Also the balance of payment is expected to give an yearly surplus of 100 million dollars which is extremely significant in terms of Mozambique economy.

Mozambique Government Authorities are extemely interested in speeding up the beginning of the second phase of the project in order to save time. Considering the rain period of the country, the consultant suggest that all the efforts should be made in order to start the second phase around April/83,taking full advantage of the dry season to implement the necessary field works, which also includes,beside the detailled geological exploration program and the mine and preparation plant projects, the survey of the railway line and the lake and port terminals.

LOCATION MAP



2. SERVICES PERFORMED

2.1 - Introduction

CPRM's operation related to the exploration and feasibility study for coal in the Mucanha-Vuzi area, Province of Tete, Mozambique, started officially in April 4,1982. However, pre-operational activities such as acquisition and mobilization of equipment and personnel mobilization began last February. As a matter of fact, since March 10, CPRM has maintained a permanent mission in Maputo specifically involved in the Mucanha-Vuzi Program.

Up to this moment, equipments and materials amounting to US$ 1,600,000 have been exported from Brazil to Mozambique, of which a total of US$ 855,000 was exported in a permanent basis to remain in Maputo after the completion of the services.

To implement the works, CPRM has maintained a technical team of about 40 Brazilian people, including 10 to 12 geologists and engineers, most of them senior expertees.

The following comments refer to the progress achieved in each activity of the whole operation.

Finally, it is worthwhile to point out that CPRM made a tremendous effort to fulfil its contractual duties, even antecipating some activities programmed in the Implementation Schedule, despite the logistic and support difficulties prevailing in the Project area for operation of such magnitude.

2.2 - Access and camp installation

The study area is located about 100 km southwest of Fingoé village, Province of Tete. To reach the survey area, CPRM not only built 70 km of service roads, between the Nhantaro hamlet and the Bohozi river, but also repaired 30 km of the existing road between that hamlet and Fingoé. In addition, 40 km of service roads were opened within the area surveyed to guarantee the access to the west margin of the Vuzi river.

The camp, set up at the right margin of the Bohozi river, consist of three pre-fabricated modules, made of masonry and wood, fiber cement tile roofed and with a constructed area of about 360 sq meters, as well as two other metalic modules (containers) equipped with air conditioning (photo 1,2). Lodgings able to dwell 50 people were provided with potable water, electricity and adequate sanitary installations. A few tents supported by steel tube structures protect facilities such as workshops, storehouse, etc (photo 3). Other facilities include: 2 AC 32 KWA electric generator groups, refrigerators , 30.000 liters tank to store gasoil and a SSB radio communication system to connect the camp with Tete and Maputo.

2.3 - Geodesic Support and Restitution

The field works performed by one cartographic engineer and two surveyors started in June 6 and were concluded in July 15. In the course of the activity, the following works were carried out:

a) Transfer of the geographic coordinates to the survey area from the three triangulation vertices Tchiconcué, Tumba and Mancupite located 20 km north from the survey area.

b) Reconnaissance and measure reading of all elements (angles and distances) necessary to obtain the planialtimetric coordinates of the 13 "support points" which will give the necessary control to aerial triangulation and restitution.

c) Inventory of geographic names to be added to the final cartographic chart.

d) Building of 04 concrete marks within the Project area, each one bearing an identification plate on the top engraved with the planialtimetric coordinates of the place. Two points were used as "auxiliary points" of the triangulation and restitution, whereas the other points will give support to the ground geophysical survey.

After completion of the field survey the data collected were sent to CPRM's Cartografic Center in order to be processed and used in the aerial triangulation and restitution.

The triangulation, restitution and final art work were also concluded and two topographic sheets with 10 meter contour intervals were produced on the scale of 1:20,000.

CARVÃO DE MUCANHA-VUZI — ESTUDO DE PRÉ-VIABILIDADE

CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

IMPLEMENTATION SCHEDULE

ATIVIDADES *ACTIVITIES*	MESES *MONTHS* 01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14
Apoio Geodésio e Restituição *Geodesic Support and Restitution*														
Pesquisa Bibliográfica / Fotointerpretação *Bibliographic Research / Photo / Inter*														
Mapeamento Geológico *Geological Mapping*														
Campanha de Geofísica Terrestre *Geophysical Campaign in the Field*														
Programa de Sondagens *Drilling Program*														
Perfilagem Geofísica *Geophysical Profiling*														
Pesquisa Hidrogeológica *Hydrogeological Research*														
Análises e Ensaios de Laboratório *Laboratory Analyses and Tests*														
Estudo de Alternativas de Escoamento *Study of Out Flow Alternatives*														
Compilação de Dados *Data Compilation*														
Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica (Preliminar) *Technical and Economic Feasibility Study (Preliminary)*														
Acompanhamento e Relatório Final *Supervision and Final Report*														
Aquisição de Equipamento / Materiais *Acquisition of Equipment and Material*														

2.4 - Bibliographic Research and Photointerpretation

The work concerning this activity ended June 10, when the first draft of the report and the photogeological maps were prepared. Although it was not programmed in the Technical Specifications of the contract CPRM/GSECHI, a final report on this activity was presented to GSECHI.

It includes 45 geological papers, that were analysed and summarized, enhancing the relevant aspects for coal exploration of the area being investigated.

The photogeological maps were made through the interpretation of available vertical aerial photographs in the scales of 1:50,000 and 1:30,000. The maps thus produced were used as service maps and will be progressively up-dated with respect to the subsequent events; namely the geological mapping and exploratory drilling program.

From the photointerpretation point of view, the areas were classified into three priorities to be checked during subsequent stages of the exploration: priority 1 - shallow coal seams; priority 2 - deeper coal seams priority 3 - areas of geological complexity.

2.5 - Geological Mapping

The preparatory stage for field work consisted of the selection of geological sections the location on the service maps and aerial photographs of coal outcrops and other outstanding geological features referred to in the literature, etc. Logistics aspects of the field work were also considered with the purpose of assuring adequate and safe operational conditions to the field crews, in view of the peculiarities of the survey area.

The geological mapping is being normally developed and about 100 sq kilometers of the area have been already surveyed representing approximately 80% of the entire area. The geological mapping will be extended until the completion of the drilling campaign and the idea is to map in more detail areas prospectable for coal, such as the so called Bohozi block.

At the moment, 249 rock outcrops were studied including 30 coal occurrences.

The geological data obtained confirm the coal potential of the Bohozi block, while in the Vũzi block the coal layers seem to be at deeper places, somewhat limiting the coal potential of that area.

The final geological map will be presented in the scale of 1:20,000 and emphasis will be given on coal outcropping lines.

The geological mapping is being carried out by three senior geologists, all of them with large experience in coal exploration.

2.6 - Ground Geophysics

The ground geophysics crew composed of two geophysicists and their technical assistants began the field operation in June 10. The geophysical equipments used consist of two Worden gravimeters, model Prospector and three G-816 proton precession magnetometers made by Geometrics.

The geophysical readings were taken in a regularly spaced grid, with transverses perpendicular to the strike of beds, densified in places of complex geology. Along each line, the gravimetric stations were spaced 100 meters each other, whereas the magnetometric stations are 20 meters far apart (photo 4). All transverse lines had been previously leveled and topographycally related to the base station with known coordinates.

The ground geophysical campaing ended August 14. Its final cumulative physical production was as follows:

- gravimetric lines: 75,680 meters
- gravimetric stations: 760
- magnetometric lines: 72,750 meters
- magnetometric stations: 3637

A preliminary structural contour map of the top of the basement was prepared and together with the DDH logs interpretation will give support to the geological mapping and the drilling program.

The grav-mag data will be computer processed later on and the final geophysical maps will be then prepared.

2.7 - Drilling Program

The initial arrangements to start the drilling program begun by the first week of May. In June 15, the drilling crew was already in the survey area, consisting of one geologist (group leader), six technicians, six technicians assistants, beside other auxiliary personnel such as mechanics, eletricians, car/truck and tractor drivers, totalling 24 people. Six Mozambican trainees appointed by GSECHI were also engaged in the drilling operation.

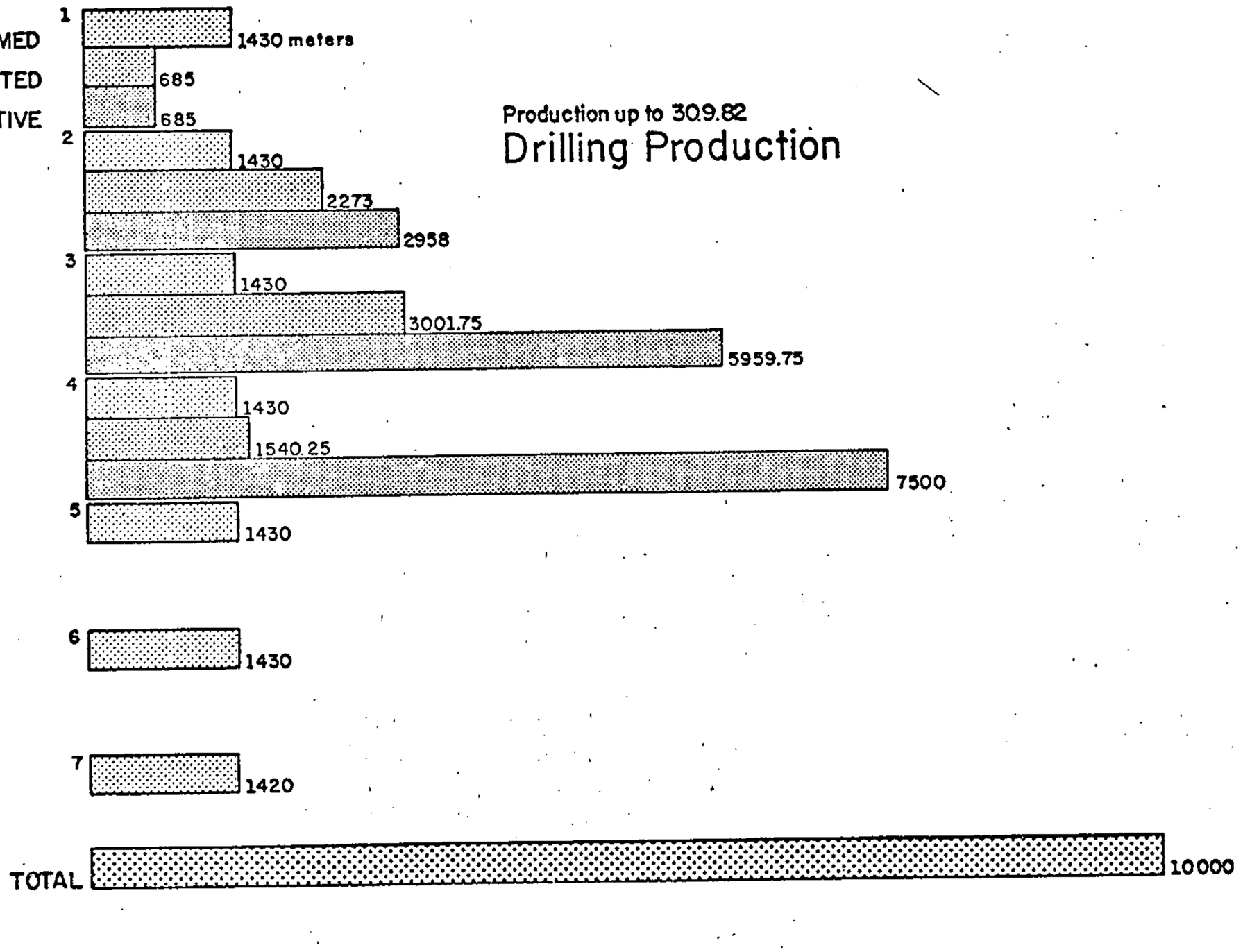
The drilling equipment used in the Mucanha - Vuzi Program consists of 5 -DDH rigs, BBS-17 A type, wire-line equipped and 1 truck-mounted rotary drill rig, Failling CF-15 (photo 5,6). All drill rigs are equipped to drill holes up to 400 meters deep.

The drilling activities effectively started in July 5 and through September 30, 7,500 meters were drilled representing the completion of 33 drill holes. 17 new drills location were made thus distributed: 02 in the Vuzi block, 04 in the intermediate block and 11 in the Bohozi block. The last ~~one~~, the most favorable for coal exploration, is being covered by a drilling grid of 1 km x 1 km. It is important to point out that from the 33 drill holes already concluded, 31 indicate excellent results for coal.

In short, the drilling production obtained by CPRM is well ahead of what was proposed in the implementation Schedule approved, as demonstrated in the figure 1. Emphasis will be continually given to the "on the job training", by progressive replacement of the Brazilian personnel by Mozambican technicians (photo 7).

Production up to 30.9.82

Drilling Production



2.8 - Geophysical logging

According to the Technical Specifications of the CPRM/GSECHI contract, after the conclusion of drill ... holes, geophysical logging will be undertaken utilizing gamma-rays, self potential(SP) and resistance at scales of 1:500 and 1:100.

/ The logging equipment is a Mount Sopris 3000 unit equipped with adequate probes. The crew is composed by one electronic engineer and one technician.

All drill holes concluded were logged,except the cased intervals generally without any interest for coal exploration. Difficulties arisen from the lack of bentonite supply and other drill mud acessories, made it necessary to use water as the main drilling fluid what became a problem to the drill holes conditioning for electrical logging. As a consequence, for the time being the self potential loggings were not run in four holes. It's planned, however, to run these loggings after the drill hole preparation with a suitable drill mud. Despite of such problems, geophysical logging production is being kept at top levels, as can be observed in the table below.

Through Setember 30, the geophysical logging production was the following:

logging	CUMULATIVE PRODUCTION (m)
Gamma	6.425,85
Resistance	5.876,40
SP	3.891,75

2.9 - Hydrogeological Research

The team in chargé of the Hidrogeological Research consists of one hydrogeologist and one technician. Both are in the survey area since August 27.

The following works have already been undertaken:

- gathering of hydrogeological data on the study area, including watertable, electric conductivity, temperature, pH, water sampling, etc.;
- correlation of lithological and geophysical logs with hydrogeological data;
- preparation of hydrogeological sketches in view of the installation of piezometers and probe-holes tests.

It has also started the installation of hydrogeological observation points, especially in the Karroo system terrains, using some drill holes for coal exploration as piezometers, beside the construction of 2 wells, about 200m depth and diameters of 6 1/2", for pumping tests in the diverse aquifers of the basin.

In all hydrogeological observation points, it will be systematically measured the level of aquifers, temperature, conductivity and pH of the waters, Information thus collected will be utterly processed to obtain a local hydrogeological model, and to analyse the possible influence of that system in the mining operation.

2.10 - Laboratory Analyses and Tests

In accordance with Clause 4.8 of the contract GSECHI/CPRM, several tests and analyses will be carried out for the purpose of obtaining petrographic, physical, chemical and metallurgical information as regards the coal.

After two meetings held in Moatize, in which the General Director and technical staff of the CARBOMOC's Laboratory for coal Analyses have participated, CPRM has been informed that at the moment, there is no chance to perform the sink-float tests in CARBOMOC's laboratory as originally planned due to the lack of equipment and materials. Therefore it has been decided to analyse the coal samples in CPRM laboratories until the CARBOMOC laboratories conditions change. In this respect CPRM and GSECHI authorities have defined a cooperation scheme in order to provide suplementary to CARBOMOC, allowing it to perform the tests and the analyses in Mozambique as mentioned above.

To have a preliminary idea of the physical-chemical properties and technological tests of the Mucanha-Vuzi coal, a few analyses and tests were undertaken: 9 sink-float tests and related determinations (ash content, moisture, volatile, matter, sulfur, FSI, etc), 2 Audibert: Arnu dilatometric tests and 2 Gieseler plastometric tests,petrographic analyses, which will be discussed in detail in chapter 3, further on.

2.11 - Study of outflow alternatives

CPRM and GEIPOT signed the contract(CPRM/629/DAD/ /82) to execute the services mentioned in the Clauses 3.2.1 item b of the contract CPRM/GSECHI and defined in Part 4.9 of the Appendix I of the last referred contract.

The stage of gathering and analysing all data and existing information was, however, antecipated by GEIPOT and started in May to assure the conclusion of the service in December, one month before it had been scheduled.

The analyses conducted by GEIPOT, based on existing information, plans and projects, aim at to choose the most feasible routes to outflow the coal from the Mucanha-Vuzi area. In addition to the alternatives foreseen in the report presented by GSECHI to OPEC Fund in November of 1981, another

one was included , i.e., to cross the Cahora Bassa reservoir through vessel convoys so reducing in about 220 km the length of the railroad section to be built between the lines now existing and Mucanha-Vuzi. As a consequence, three main routes and six alternatives are being studied, as follows:

- Route 1- Beira port

  Alternative 1.1 - railroad Mucanha-Vuzi, Cambulatsisse and CFM -CENTRO

  Alternative 1.2 - navigation through the Cahora Bassa reservoir(lake); railways Nhancapirire-Moatize and CFM- CENTRO

- Route 2- Nacala port

  Alternative 2.1 - Cahora Bassa lake; railways Nahancapirire-Moatize,CFM-CENTRO, Malawi and CFM - NORTE.

  Alternative 2.2 - Cahora Bassa lake; railroads Nhancapirire-Moatize-CFM-CENTRO-Zambezia and CFM - NORTE.

- Route 3- Zambeze river

  Alternative 3.1 - Cahora Bassa lake; railroads Nhancapirire, Mepanda, UNCUA and Moatize; fluvial navigation.

  Alternative 3.2 - railroads Mucanha-Vuzi-Cambulatsisse -Moatize - Tete; fluvial navigation.

In short, the studies consisted of an evaluation of about 1550 km of new railways,1300 km of existing railroads to be repaired and improved, fluvial and lake navigation of aproximately 608 km, construction of two coal lake terminals, one fluvial terminal, one fluvial-marine terminal at the mouth of Zambeze river and two coal maritime terminals

in the Beira port (2 alternatives) and Nacala(1 alternative).

Up to the moment, transport studies show the following situation:

a) Inventory of data and existing information:a team of 5 senior engineers made two trips to Mozambique and visited Mozambican institutions and areas of interest in Maputo, Beira,Nacala, Tete and Mucanha-Vuzi. Studies and availabe information were consulted and analysed, maps and aerial photographs in the scale of 1:50,000 and,moreover, nautical and bathimetric charts in the harbors of interest. A trip to Rotherdam was also accomplished in order to obtain up-to-date information concerning the Beira port.

b) Social -economic and flow studies

Information on social-economic and productions issues, both at province and district levels, were analized and processed. The railway network was updated and the links-network of Mozambique defined, with the purpose of determining the areas of influence and flow which will be caught by the railway system. A matrix of origin and destination of goods from Mozambique has been defined and preliminary estimates for rairoad flows in the future were undertaken.

c) Railroads studies

Preliminary drafts of new lines in the scale of 1:50,000 were performed, as well as repairing and improvement of the existing railways including the preliminary geometric Project and quantitative and cost estimates. On this subject, preliminary analyses on operation simulation of the critical railroad

sections, specifications and rolling sctock dimensions have been also made.

d) Maritime terminals

It has been developed and discussed in Mozambique, in a preliminary basis, the conception,including descriptive memorial, handling system, quantitatives and costs of port terminals for coal in Beira (two alternatives), Nacala(one alternative) and Zambeze river mouth.

e) Fluvial transport

Preliminary studies on transport via Zambeze river between Tete and Chinde (500 km) were developed considering ships of 500-2000 tons and evaluated the costs of dradgings, canal protection as well as terminals for shippment near Tete and discharge in Chinde (mouth).

f) lake transport

Preliminary transport studies made in the Cahora Bassa lake, between Mucanha-Vuzi and Nhancapirire (108 km) using barges of 2,000 tons and shippment terminals near the Mucanha river and discharge in Nhancapirire.

g) Pre-feasibility studies of transport alternatives

A preliminary evaluation of the transport system feasibility wasmade, being choser Route 1 (Beira port), alternative 1,2(via Cahora Bassa lake anda rairoad lines Nhancapirire-Moatize and CFM - CENTRO).

2.12 - Data Compilation

The works related to this activity consist of the lithological description of drill cores which will be adjusted and complemented with the geophysical logs resulting from gamma-ray, resistance and self-potential to elaborate the composite logs. The lithological descriptions of the drill cores are being conducted by 3 geologists, whereas the interpretation of geophysical logs is in charge of a senior geologist with large experience in such a field.

Lithological logs of 30 drill holes were completed on the scales of 1:500 and 1:100, and in the case of coal layers at the scale of 1:20, totalling 6,343, 41 meters of drill cores studied.

The description of the coal seams are accompanied with a visual estimate of the per cent content in vitrain allowing a preliminary qualification of the coal seams described. The coal layers less than 20 cm thick were not considered for this effect.

Simultaneously to the drill core lithological descriptions an analysis and adjustment of the geophysical logs are made to be afterwards integrated into the composite logs.

2.13 - Technical and Economic Feasibility Study

This activity foreseen in the original schedule to start in January, had its beginning antecipated because of the advancement of other activities as previously mentioned.

It is expected for October a trip of COBRAPI's staff to Mozambique to search technical, economic and social information to this study.

Through September 30, the following services were performed:

- Bibliographic Studies about Mozambique's Economics;
- Elaboration of questionaires and tables to obtain up-to-date economic and technical information about the country;
- Elaboration of the washing tests program, chemical analysis and metallurgical tests by drill core and bulk sample;
- Marketing studies, including bibliographic studies and direct contract with Brazilian consumers of metallurgical and energetic coal.

2.14 - Aquisition of Equipment and Material

The equipment, materials and vehicles listed on the section 6.1(Annex I - Contract GSECHI/CPRM), acquired to the Project, and which will remain in Mozambique after the conclusion of the services, amounted to US$ 410,347.37 exceeding therefore US$ 54,347.37 of the value of US$ 356,000.00 fixed for that purpose in section 6.2 of the same contract. This difference was due to variation in prices of the goods from the date of bid to the date of acquisition and will be paid by CPRM.

2.15 - Supervision and Final Report

The coordination of the Project, whose headquarter is located in Rio de Janeiro, Brazil, carries on the technical, administrative and financial supervision of the Mucanha Vuzi Program. An important role played by the coordination is to facilitate the contacts among the contracting organization, the financing agencies and the subcontractors.

It is also a function of the coordination to supervise and execute the programmed activities in all levels, within criteria and stadards normally used by CPRM.

3 - PARTIAL RESULTS OF THE COAL EXPLORATION PROGRAM

3.1 - Introduction

This chapter deals with the occurrance and geological behaviour of the coal seams in the Bohozi area based upon 18 drill holes with complete lithological and geophysical data plus 8 DDH with partial numerical information (see table). The area showed in fig. 1 summarizes the most significant economicalresults now obtained , within the boundaries of Basement and/or volcanites to the north and the Cahora-Bassa reservoir to the south.

The DDH were plotted on a cartographic base containing an UTM grid coordinates and a few streams, which has been prepared by 75% xerox reduction from a topographic map in the scale of 1:20,000.

3.2 - Physiographic Aspects

The area being drilled is fairly plain, with elevations from 330 to 442m and the majority of drill holes were located in the interval from 330 to 380 meters. The elongated plateau at the northeastern part of the area, where the 21-VB-82 DDH is situated, and the alkaline pipes constitute remarkable elevations in the survey area. Topflat terraces, supposedly from Cretaceous age, form elevated areas which a good example is the one where CPRM installed its camp.

To the north the mountainous terrains where Basement and the volcanic rocks cover are cropping out contrast with the lower and flatter region of occurance of the Karroo system sedimentary rocks.

Most streams are intermittent without any water flow in the dry season (April to November), becoming torrential during the rain season (December to March). The Bohozi river has superficial run-off during the dry season.

3.3 - Coal Seams

The coal seams found in the Bohozi area are stratigraphycally included in the Serie Produtiva (Cárvalho, 1977), which is currently correlated to the Ecca Formation of South Africa. Overlying the Basement and covered by the Serie Produtiva, occur the rocks belonging to the Serie Tilítica Similar to the Dwyka Formation defined in the Karroo Basin.

Many coal seams are enclosed in the Serie Produtiva. However a thick carbonaceous sequence outstands due to its lateral persistency and visual aspect of the coal in it. This sequence is provisionally considered the main coal zone, until a comprehensive evaluation of this coal field is accomplished, thus allowing to choose a formal and adequate name for it. It is also possible to divide this mains coal zone into several units of economic interest. This chapter will be focused essencially on the main coal zone.

The deepest drill holes revealed up to 5 coal seams above the main zone. DDH-12-VB-82, taken as an example, cut 4 coal seams within the 79-113m interval,the one reaches 2,03m with 1.60m of coal and 0,43m siltstones (and shales) partings. The interval between the base of the lowest of these coal seams and the top of the main coal zone, measures 23m. However, the most important aspect of this DDH is a 13m thick coal zone, 9.2m of coal, that show up in between 26.4-39.1m. The vertical distance between the base of that sequence and the top of the main coal zone is 97m, indicating that in the Bohozi area, the referred sequence is mostly eroded and may be found in deeper DDHS near the margin of the Cahora-Bassa reservoir. This particular sequence deserves to be carefully studied in the future by its potencial as a source of coal, though now no further detail can be given.

Below the main coal zone, there are other very conspicuos carbonaceous sequence due to the visual appearance of the coal

seam and the paraconglomerates and sandstones which constitute the hangingwall and footwall. The 6 DDH that intersected such sequence with significant thickness, are situated in an elongated strip in the northern portion of the coal deposit, assuming it occurs restrictly to that place. Thickness often varies from values of 4.8m up to 14.3m, with coal interbedded ranging from 3.7m to 10.4m.

The relationships between the coal seams and total thickness are around 70%, as an average, reaching 100% in the DDH-02-VB-82. These figures prove marked lateral changes of the coal seam.

A noticeable aspect to be pointed out is the characteristic showed by coal seams with respect to visual description . In fact, coals show a strong brightness, in which vitrain bands are not distinguished from attrital coal. Some portions show a natural coke aspects, whereas other are antracitic. The low density of some intervals of the drill cores seems to indicate high grade zones , i.e., with low ash contents. 60 to 80m is the vertical distance between the base of the main coal zone and the top of the referred sequence. A complete evaluation of the comercial value of this coal sequence will depend upon physical-chemical analyses of coal, because of its characteristics show strong thermal effects and is in a higher rank position than that of the upper coal seams.

The general behaviour of the main coal zone is graphically showed in the maps of figures (1), (2), (3) and (4).

Total thickness isopach lines and coal thickness of the main coal zone show an east-west elongated distribution, a sensitive thinning westward and thickning south and eastward, where 41,8m of coal were found in the DDH 41-VB-82.

The main coal zone show some remarkable characteristics allowing to correlate it throughout the area surveyed. The most noticeable characteristic is an underlied or interbedded thick paraconglomeratic sequence made up with sand-grains, granules , cobbles and rarely boudler embeded in a siltic argillaceous matrix, graysh black, often carbonaceous. There are other subordinate

TABELA DE DADOS DE SONDAGEM NO BLOCO BOHOZI

Nº DO FURO	PROF. FINAL (m)	COTA DA BOCA (Aproximada) (m)	PACOTE CARBONOSO PRINCIPAL (m)					OBS.
			Espessura Total	Espessura de Carvão	Cota da Lapa (Aproximado)	Recuperação de Testemunho	Cobertura	
01-VB-82	162,60	363	25,7	14,07	292	93	44,73	(3)
02-VB-82	237,70	350	10,6	7,47	333	96	6,49	(2)(3)
03-VB-82	285,90	342	20,1	13,53	318	92	3,50	(2)(3)
04-VB-82	167,00	368	27,0	15,07	267	99	69,43	
05-VB-82	199,70	362	2,67	1,94	354	90	5,70	(2)
08-VB-82	76,00	375	NEG.	NEG.	-	-	-	(3)
09-VB-82	?	352	30,9	?	196	?	125,2	?
10-VB-82	225,00	360	31,4	18,96	312	99,5	16,86	(3)
11-VB-82	254,50	345	31,6	20,21	225	97	87,8	
12-VB-82	373,55	345	33,3	22,94	176	100	135,8	(1)
14-VB-82	198,35	358	8,10	6,09	343	92,0	6,90	(2)
15-VB-82	104,70	360	9,65	8,33	343	90,0	6,90	(2)
16-VB-82	242,10	350	NEG.	NEG.	-	-	-	
17-VB-82	199,00	358	29,8	17,07	238	99,0	89,8	(1)
18-VB-82	193,00	342	32,14	19,66	283	99,0	26,83	
19-VB-82	126,00	359	2,24	0,91	348	95,0	8,90	(3)
20-VB-82	223,50	362	11,9	9,57	341	100	8,66	(2)
21-VB-82	175,5	442	28,9	?	380	?	34,2	
22-VB-82	179,20	375	EROD	EROD	-	-	-	(3)
27-VB-82	57,20	368	NEG.	NEG.	-	-	-	(4)
28-VB-82	112,10	352	28,64	?	278	?	45,4	?
29-VB-82	257,00	332	41,85	?	94	?	196,00	?
30-VB-82	251,50	341	10,68	?	266	?	64,50	?
31-VB-82	411,00	332	19,66	?	-54	?	372	?
35-VB-82	135,20	345	36,71	?	278	?	27,1	?
36-VB-82	?	330	37,40	?	187	?	105,75	?

Observações: 1) Ocorrem outras camadas acima do pacote principal.
2) Parcialmente erodido.
3) Ocorrem outras camadas abaixo do pacote principal
4) Ocorrem apenas pequenos leitos
(?) Dados ainda não disponíveis.

rock types, such as fine-to-coarse-grained sandstones, siltstones, mudstones, showing cross waved and parallel laminations, several coal beds and layers, among which is included the lower coal zone mentioned before. This sequence is being informally called Bohozi paraconglomerate which constitute a stratigraphic marker in this region. Moreover, the main coal zone has particular characteristics which permit to identify it easily. Beside its large thickness , it is composed of two units, in which coal is dominant, separated by an intermediate interval where thin coal beds are surpassed by thick rocks with low concentration of organic matter.

The geophysical logs are good identification criteria , showing positive deflections for coal in the resistance curve . In contrast, on the other hand, with the top and base of the enclosing rocks and the intermediate unit,all predominantly made up with parting material. Similarly , gamma ray curves indicate negative deflections for coal, less proeminent and with limits not well defined as those of the resistance curves.

The ratio between the total coal thickness, within the main coal zone and the total thickness of main coal zone is 50%-70% and was used to estimate the coal thickness in DDHs where such data were not available by applying the average per cent of DDHs close to each other to the total tickness of the sequence the only value available.

Some important conclusions come up from the detailed description, 1:20, of the main coal zone. Firstly the vertical heterogeneity of the composition, with horizons rich in vitrain, and as a consequence with low ash contents, interbedded with high ash coals and/or partings. This fact is indicative that yieldings of coal washing might not be especially high but, on the other hand, it may foresee an easy separation between high and low ash content particulas, i.e., a good washability. Pyrite rarely occurs as Py-concentration or massive nodules but as films filling up fractures and vitrain cleats The vitrain shows an expressive

glassy brightness, with cleats at 90° angles. Such properties indicate a proper position in the rank to be used as a coking coal. Fusian is conspicuous in the main coal zone but in some sites is locally concentrated. Fusain occurs as lenses 2-3cm thick, pure or cemented by clay or carbonates, as well as disseminated into attrital coal.

On the map Fig. 4 , it can be seen that regional strike is approxiamately E-W dipping 5° southward. Actually, the structural framework is more complex indeed: many down and up faulted blocks are present locally modifying the strike and dip of beds. Based on information now available, a detailed structural analyses would be merely tentative. Gathering all data obtained from photointerpretation, geological mapping, geophysical surveys and, especially, subsurface geological interpretation, it will be possible to get a comprehensive structural picture on the Bohozi area. As a single example, results of DDHs 29-VB-82, 30-VB-82 and 31-VB-82 have determined huge modifications on the expected configuration of the contour lines of all maps, meaning that there are structural features controlling the spatial position and thickness of the main coal zone in that place.

3.4 - Overburden - Opencast and underground areas. The isopach map was prepared from depths figures of the surface to the top of the main coal zone. It indicates an overburden not exceeding 100m what may permit and open pit mining. A considerable portion of the main coal zone seems to have been partially eroded, reducing the main coal zone thickness as verified, for instance, in the DDHs 15-VB-82, 14-VB-82, 20-VB-82, 19-VB-82 and 02-VB-82. DDHs 16-VB-82 and 08-VB-82 cut through an stratigraphical interval beneath the main coal zone and therefore have not reached the main coal zone. In the DDH- 21-VB-82, located to the north of the mentioned DDHs in a topographically higher level, the main coal zone of 30m thick was found.

In short, there is a thicking of the overburden from north to south because the dip of strata is southward and the topography remains fairly flat. That general rule shows frequent exceptions caused by the existence of up and down faluted-blocks and a refine structural analyses will be needed to avoid problems to the mine planning.

3.5 - Reserve Estimative

The goal is only to provide a gross estimative of coal reserves in the Bohozi area. Final calculations will be presented at the time of completion of this phase. In fact, it is useful to forecast the possibilities of the subsequent phases of the program.

The estimative has been led to the main coal zone which contains the gross amount of coal in the Bohozi area.

As the chief interest is to develop a strip mining, the area has been divided into ranges of maximum overburden, that is, up to 60m, 100m and over 100m. The 5 meter line was taken as the minimum exploitable coal thickness in that area and based on it the areas for each range were estimated.

The coal thickness of each range was calculated using the arithmetical average of the coal thikness found in the DDHs present in each range. The results are as follows : 12.1m in 13 drill holes for the range of 60m; 12.7m in 17 drill holes for the range up to 100m; 14.5 m in 5 drill holes for the range over 100m. The calculations for the latter range were based on conclusive data of one DDH whereas the others were estimated according to the ratio total coal/ total thickness.

The specific weight was fixed as 1.5g/cm^3 based upon the first analytical results and visual evaluation of the coal.

So, the reserve estimative is the following:

up to 60m of overburden

$(8.24 \times 10^6)m^2 \times 12.1m \times 1.5\ t/m^3 = 150 \times 10^6$ t.

up to 100m of overburden:

$(13.18 \times 10^6)m^2 \times 12.7m \times 1.5\ t/m^3 = 251 \times 10^6$ t

Total reserve estimative of the Bohozi area, up to the moment known:

$(17.70 \times 10^6)m^2 \times 14.5m \times 1.5\ t/m^3 = 385 \times 10^6$ t

The total of 385×10^6 ton does not mean maximum resources to be expected in the Bohozi area. On the opposite, the coal deposit is opened south and eastward, reason why significant amounts of hypothetical resources might be foreseen in these portions. In the same way, the sequence under and above the main coal zone was not considered yet in the estimative calculations.

The figures pointed out refers to the coal only and not to the total thikness of the main coal zone which will correspond to the "run of mine". The "run of mine" will be an important figure to be calculated later on in each planned sector to be mined.

The figures presented refer to the coal "in situ"

(reserve base), not considering losses due to mining and preparation operations and not mineable portion of .... the deposit. Price and market considerations may ... determine losses of part of the coal in the tailings of mining and preparation.

3.6 - Appraisal on the quality of the main coal zone

The sources of data utilized to establish the characteristics of the coal are the following:

- Physical - chemical analyses and tests of three drill hole ::core samples among them DDH C3 located inside the area surveyed (Lemos de Souza, M.J., 1977).
- sink-float tests and related determinations of several fractions of 11 coal samples of DDH 10-VB-82 and 11-VB-82, executed in October 1982, in CPRM's laboratory,Brazil.
- Dilatometric and plastometric tests and organic petrography of one sample of the DDH 10-VB-82 and one sample of the DDH 11-VB-82 undertaken in the coking Plant Laboratory of the Companhia Siderurgica Nacional, Brazil,October 1982.

From the sink-float tests results, some conclusions were arisen and numerically expressed through the Mayer curve of the sample 48.2 DDH 10-VB-82, showed in figure 5.

- yieldings of the low ash content fraction (less than 10% asch content) are fairly satisfactory, with average values from 20% to 25% for the first group of samples analyses, ranging, however, from a minimum of 12% to a maximum of 28%
- weghts distribution in the used densities confirms the vertical heterogeneity of the beds, as verified in the horizons where vitrain is scarce or absent. In other words, this means that, even considering yieldings relatively low, coal will be easily separated, and perhaps, ...simpler preparation equipments shoud be used, reducing the investments and operational costs. The results also suggest that in larger crushing than those used in the tests,

there will not be remarkable deviations of the yieldings of the diverse fractions.

Even mining the law ash content fraction, it will be produced a very important amount of higher ash content coals. That intermediate fraction will be able to produce coal with ash contents of 25% to 35% and yieldings of about 20% to 45%. In the case of fig. (5), a yielding of 28% is expected with 28% ash content and, at a first glance, seem to be an adequate solution to fulfil market requirements, prices, and the principle of conservation of non renewal materials.

- Sulphur total value for each coal seam sampled is around 1.10% without any considerable variation in the several float-fractions. A little bit higher concentration is observed in fraction $\geq$ 2.10 and, secondarily in fraction $\leq$ 1.35. This latter results from pyrite films preferably associated with vitrain. Considering the data now available sulphur value within the metallurgical fraction, will vary between 0.8 and 1.2%.
- Moisture is very low, around 1.3%, in average
- The calorific value for a coal 28% ash content would be 5,960 cal/g, value obtained through the linear correlation of ash content and calorific value, in moist bases.
- The tests already undertaken indicate an excellent coking capacity. The Audibert-Arnu dilatation always overpasses 140%, reaching 300% in some samples analysed by Lemos de Souza, and 265% e 256% in the tests-made by Companhia Siderúrgica Nacional - CSN. The maximum average reflectance of vitrinite is 1.16 and 1.09 and two samples analysed by CSN. The maceral composition shows a low content of inert components, indicating that most fusain found by visual evaluation is semi-fusinite and not fusinite.

Curva do Gráfico de Mayer

Furo 10-VB-82

Amostra 48,2

Teor de Cinza	Rendimento
10%	20%
35%	41%
10%	20%
28%	28%

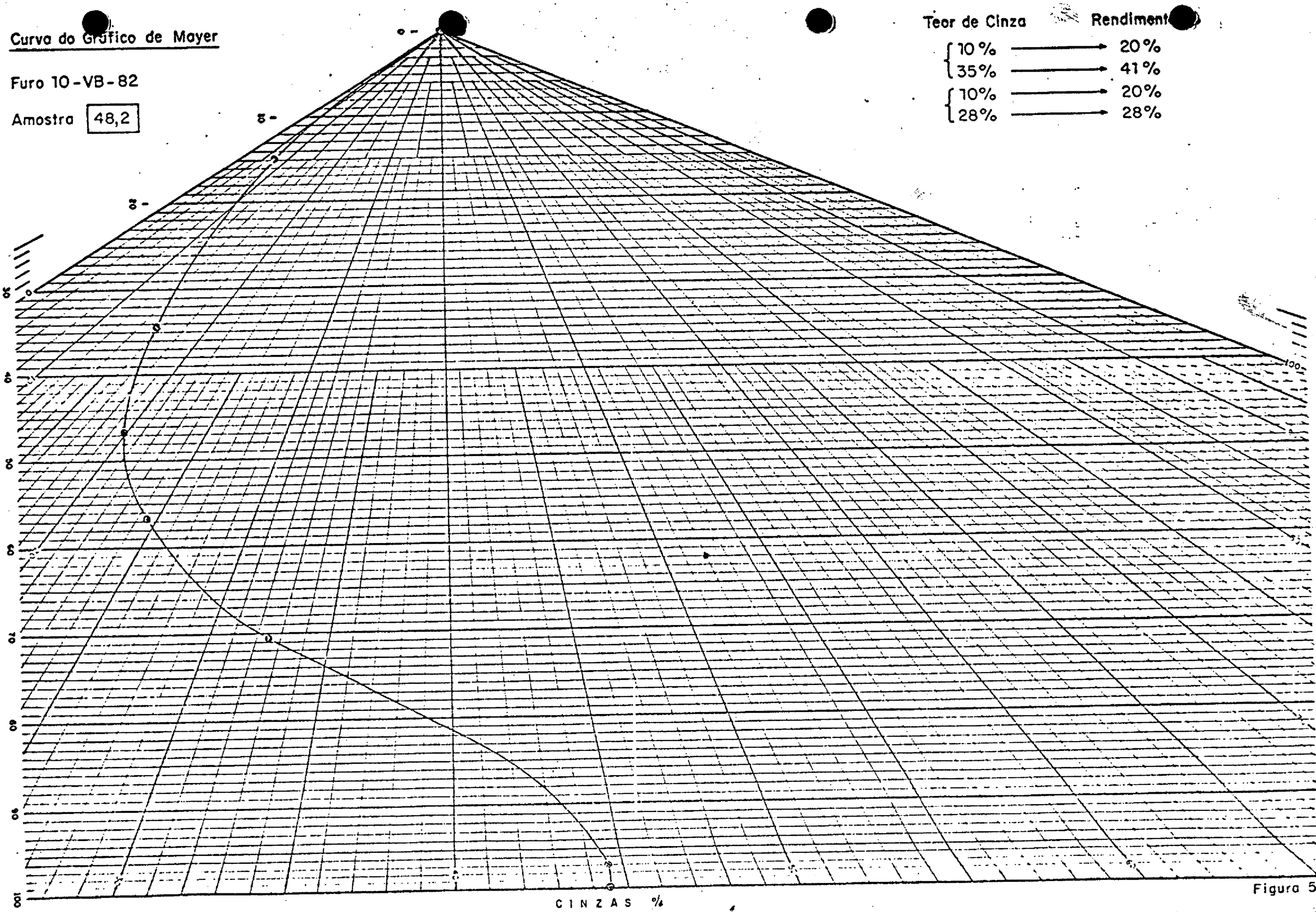


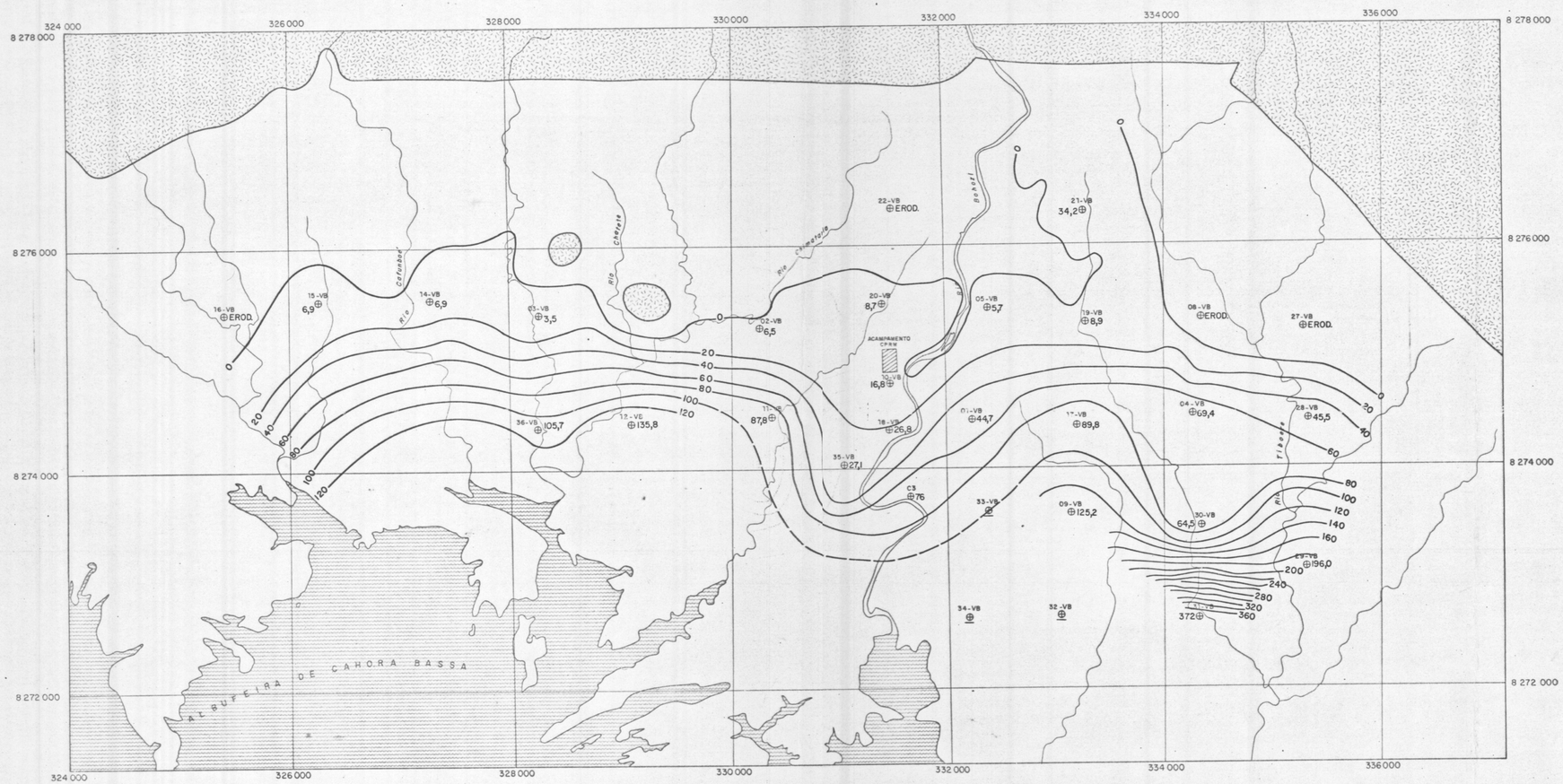
Figura 5

REPÚBLICA POPULAR DE MOÇAMBIQUE

GABINETE DO SECRETÁRIO DE ESTADO

DO CARVÃO E HIDROCARBONETOS-GSECHI

PROGRAMA MUCANHA VUZI - GSECHI /CPRM



LEGENDA

- 20 — Isópacas *(Isopach Line)*
- 22-VB ⊕ 6,8 — Nº do Furo / Furo de Sonda *(DDH)* / Espessura *(Thickness)*
- Embasamento e/ou Rochas Vulcânicas *(Basement and/or Volcanic Rocks)*
- Albufeira de Cahora Bassa *(Cahora Bassa Reservoir)*
- Acampamento *(Camp)*
- Drenagem *(Drainage)*
- 320 000 — Coordenadas J.T.M - Metros *(U.T.M Coordinates - Meters)*

NM NV

10° 15' W

DECLINAÇÃO 1982 *(DECLINATION)*

LOCALIZAÇÃO DO MAPA *(MAP LOCATION)*

ESCALA *(SCALE)*

0 1 2 3 km.

CPRM

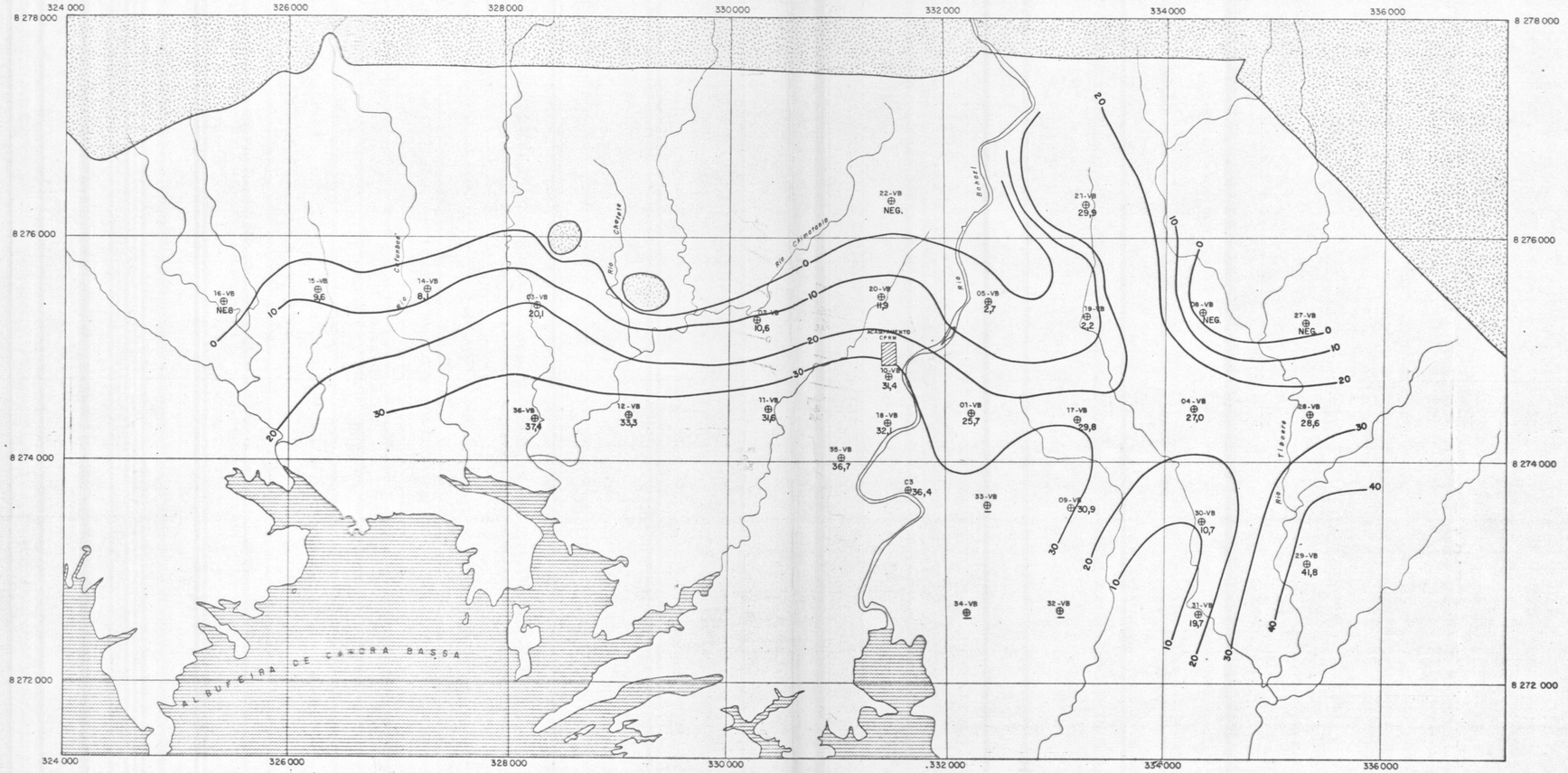
ISÓPACAS DA COBERTURA DO PACOTE CARBONOSO PRINCIPAL - BLOCO BOHOZI

ISOPACH LINES OF OVERBURDEN OF THE MAIN COAL ZONE:- BOHOZI AREA

FIG. 1

REPÚBLICA POPULAR DE MOÇAMBIQUE

GABINETE DO SECRETÁRIO DE ESTADO
DO CARVÃO E HIDROCARBONETOS-GSECHI
PROGRAMA MUCANHA VUZI - GSECHI /CPRM



LEGENDA

- 20 — Isópacas *(Isopach Line)*
- 22-VB ⊕ 6,8 — Nº do Furo / Furo de Sonda *(DDH)* / Espessura *(Thickness)*
- Embasamento e/ou Rochas Vulcânicas *(Basement and/or Volcanic Rocks)*
- Albufeira de Cahora Bassa *(Cahora Bassa Reservoir)*
- Acampamento *(Camp)*
- Drenagem *(Drainage)*
- 320 000 — Coordenadas U.T.M - Metros *(U.T.M Coordinates - Meters)*

NM NV
10° 15' W
DECLINAÇÃO 1982 *(DECLINATION)*

LOCALIZAÇÃO DO MAPA *(MAP LOCATION)*

ESCALA *(SCALE)*
0 1 2 3 km.

CPRM

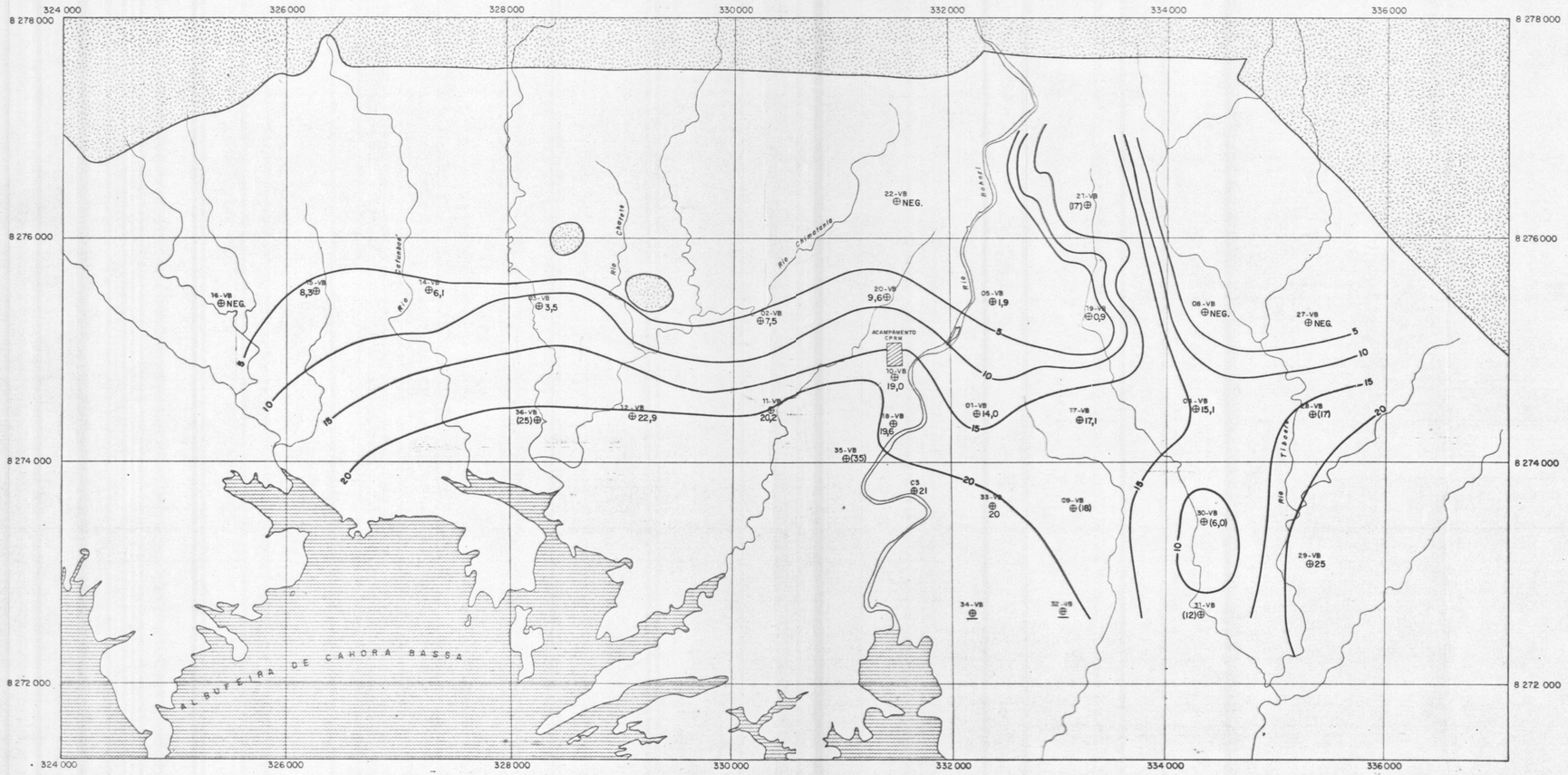
MAPA DE ISÓPACAS DA ESPESSURA TOTAL DO PACOTE CARBONOSO PRINCIPAL - BLOCO BOHOZI

ISOPACH LINES OF THE MAIN COAL ZONE - BOHOZI AREA

FIG. 2

REPÚBLICA POPULAR DE MOÇAMBIQUE

GABINETE DO SECRETÁRIO DE ESTADO
DO CARVÃO E HIDROCARBONETOS-GSECHI
PROGRAMA MUCANHA VUZI - GSECHI /CPRM



LOCALIZAÇÃO DO MAPA
(MAP LOCATION)

ESCALA
(SCALE)
0 1 2 3 km.

CPRM

LEGENDA

- 20 — Isópacas (Isopach Line)
- 22-VB — Nº do Furo
- ⊕ — Furo de Sonda (DDH)
- 6,8 — Espessura (Thickness)
- (7) — Valor Aproximado
- Embasamento e/ou Rochas Vulcânicas (Basement and/or Volcanic Rocks)
- Albufeira de Cahora Bassa (Cahora Bassa Reservoir)
- Acampamento (Camp)
- Drenagem (Drainage)
- 320 000 — Coordenadas U.T.M - Metros (U.T.M Coordinates - Meters)

NM NV
10°15'W
DECLINAÇÃO 1982
(DECLINATION)

MAPA DE ISÓPACAS DAS ESPESSURAS SOMADAS DO CARVÃO DENTRO DO PACOTE CARBONOSO PRINCIPAL – BLOCO BOHOZI

ISOPACH LINES OF TOTAL COAL THICKNESS IN THE MAIN COAL ZONE – BOHOZI AREA

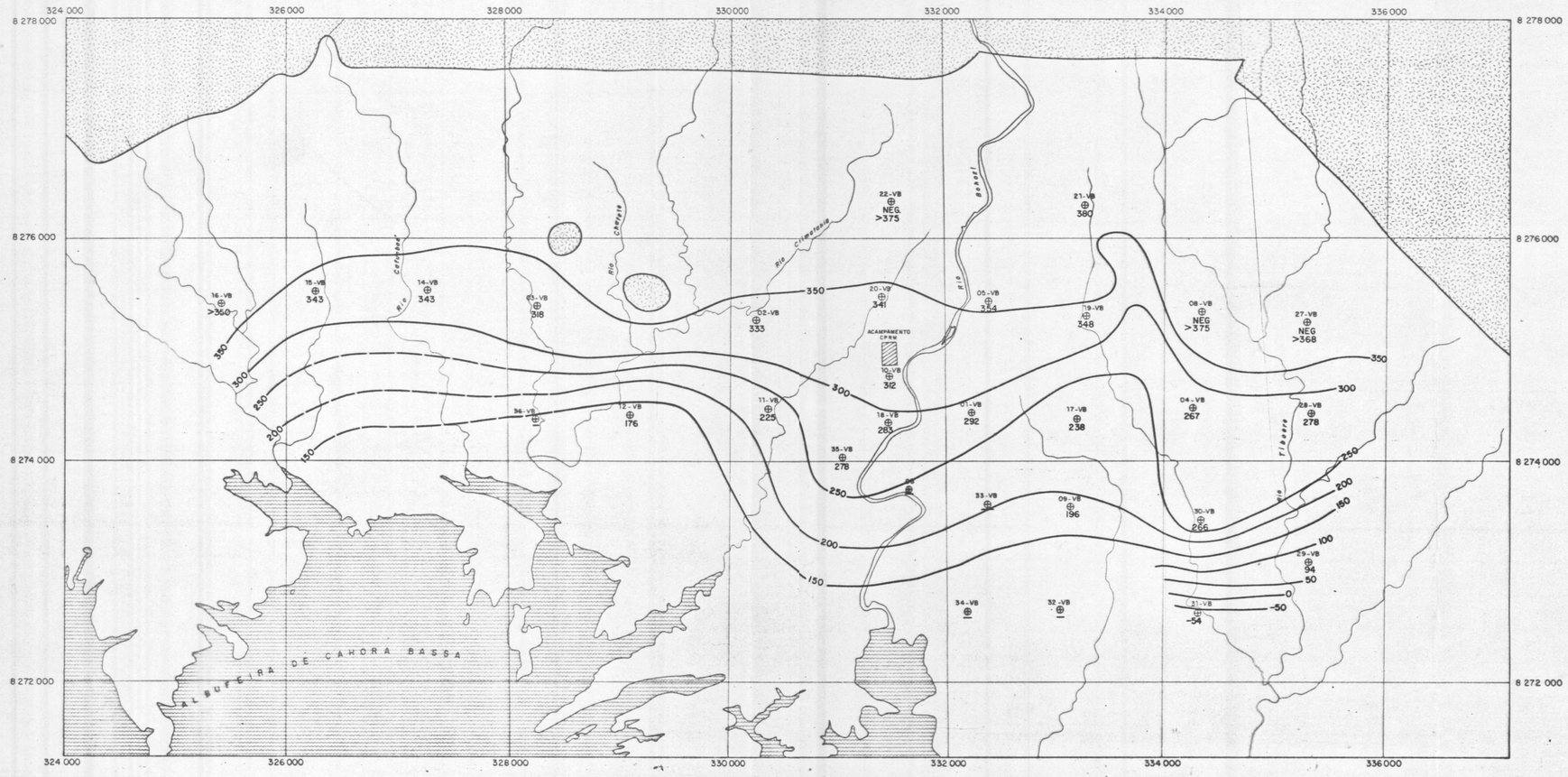
FIG. 3

REPÚBLICA POPULAR DE MOÇAMBIQUE

GABINETE DO SECRETÁRIO DE ESTADO

DO CARVÃO E HIDRCCARBONETOS-GSECHI

PROGRAMA MUCANHA VUZI - GSECHI /CPRM



LEGENDA

- 200 — Curva de Nível *(Elevation Line)*
- 22-VB ⊕ 238 — Nº do Furo / Furo de Sonda *(DDH)* / Altitude *(Elevation)*
- Embasamento e/ou Rochas Vulcânicas *(Basement and/or Volcanic Rocks)*
- Albufeira de Cahora Bassa *(Cahora Bassa Reservoir)*
- Acampamento *(Camp)*
- Drenagem *(Drainage)*
- 320 000 — Coordenadas U.T.M - Metros *(U.T.M Coordinates - Meters)*

NM NV

10° 15' W

DECLINAÇÃO 1982 *(DECLINATION)*

LOCALIZAÇÃO DO MAPA *(MAP LOCATION)*

ESCALA *(SCALE)* 0 1 2 3 km.

CPRM

ALTITUDES DA LAPA DO PACOTE CARBONOSO PRINCIPAL - BLOCO BOHOZI

ELEVATION OF THE BASE OF THE MAIN COAL ZONE - BOHOZI AREA

FIG. 4

4 - MINING AND WASHING PLANT

4.1 - MINING

Exploration data indicates suitable geological conditions for an open-pit-mine, in the - Bohosi Area - of Mucanha-Vuzi Region. For the required production of R.O.M. and a 25 years useful life of the main equipments, the mine's characteristics should be:

- 10m average thickness of total coal;
- 1 km width most of the area, enlarging to 2 km around Bohosi River and 6 to 7 km long;
- Maximum overburden, around 40m;
- Lower elevation approximately 300m, it means 30m below the maximum dam level.

4.1.1 - MINING METHOD

The mining process will be the traditional strip mining, using draglines reaching distances up to 30m, and removing an average thickness of 30m.Overburden in excess of 30m will be removed by motos-craper and dozzers.

Wheel tractors will clean the top of the coal seam which will be mined by shovels and haulaged by out-of-road trucks.

The thin waste intercalations will be removed by crawler tractors and the thicker will be mined by front-end-loaders and transported by out-of-road trucks. Is was assumed the need of drilling and blasting for the overburden and the coal seam.

4.2 - WASHING PLANT

Up to the elaboration of this report, it was not yet available enough information on quality and whashability of Mucanha-Vuzi coal, for a secure technical decision about a suitable flow-sheet of beneficiation and its final products.

The C-3 bore hole in the Bohosi Area gives an indication of the coal quality. The analysis of this hole shows a variation from 17 to 57% on the quantity of the coal floated on 1,5 density and an ash content variation from 9% to 16%.

The average yielding that could be expected is 35% with 12% ash. These values look similar to Moatize coal, if we consider the mining dilution of the overburden.

	Floated 1,5(%)	Ash (%)
Mucanha-Vuzi (borehole C-3)		
(coal in the seam)	35	12
Moatize (coal in the seam)	66,5	13,8
Moatize (R.O.M.)	36,3	11,9

The ocurrence of thick beds in Mucanha-Vuzi brings advantages to the mining process eliminating the need of dilution.

This fact permits for a first aproximation a comparison with case the R.O.M. of Moatize.

In this case, it could be expected a coking coal with 10% ash representing 23% of weight, obtaining also approximately 28% of steam coal with 35% ash, as by-product.

4.2.1 - WASHING PLANT UNITIES

The coal preparation plant will be composed of the following unities:

. Crushing

The R.O.M. coal should be crushed down to a better size required for the blending and preparation process. It is estimated that 3" will be the top size to be certified by the bulk sample analysis.

. Blending

The crushed coal should be blended in order to minimize the variations on the quality due to the different coal beds, assuring a better operation of the washing.

. Jigging

The coal crushed and blended will be sent to the jigging circuit in order to produce a pre-washed coal to be submitted to a heavy medium proccess in order to obtain coking coal.

For a better coal recovery can be considered two separated jigging circuits: one for coarses and other for fines.

. Recrushing

The pre-washed coal should be crushed to increase the liberation of its light portions. It's estimated to recrush pieces from 3" to 6 or 12 mm.

. Heavy medium circuit

The pre-washed crushed coal will be submited to a traditional heavy medium cyclone circuit for cutting at aproximately 1,35 obtaining a light portion of coking coal with 10% ash and a heavy portion of steam coal with 35% ash.

. Floatation circuit

The fine portion (under 0,5 mm) will be deslimed at 200 mesh and floated to recover coking coal.

The floatation circuit includes filtration of float coal and the floating tailing will go to a thickener.

. Tailing System

The tailing system includes coarse dewatering and fine filtering that will be sent to the mine pit by trucks.

. Products

The products-coking and steam coal, dewatered and filtered will be sent to their respective piles.

4.2.2 - PRODUCTS APPRAISAL

Because of the necessity of studying the enterprise feasibility, there should be considered the influence of the products recovery variation in relation to R.O.M fed coal, mainly because the available information is preliminary.

So, the following yielding variation can be expec ted:

	Yielding (% weight)		
	Minimum	Medium	Maximum
coking coal 10% ash	10	23	25
steam coal 35% ash	15	28	35

4.3 - AUXILIARY, SUPPORT INSTALLATION AND UTILITIES

For the Mucanha-Vuzi Coal Project it will be considered that the mining installations will have all the support for the equipments, maintenance, as well as the urban facilities ne cessary to the people working directly or not in the Pro ject.

The precaution is because the closest city (Tete) is 350 km far from the mine, so it is imposible to use the urban faci lities there.

4.3.1 - AUXILIARY INSTALLATIONS

- Maintenance Shop
- Vehicle Repair Shop
- Carpenter Shop
- Weare House
- Miscellaneous Equipments and Vehicle
- Laboratory

4.3.2 - SUPPORT INSTALLATIONS

- Main office
- Restroom
- Restaurant
- Ambulatory
- Village

4.3.3 - UTILITIES

a) Electricity

It is considered that the Hydroelectric Power Plant of Cahora-Bassa has enough power to supply the installations.

There should be built a high voltage line from the generators untill the mine main substation, approximately 130 km long.

From that point, the power, after measurement, will be lowered to be distributed in median voltage to the substation of every consumption unit, whether it's industrial, supporting or urban.

From the last substations, the power will be distributed as low-voltage (440 or 220 V) to the consumption points.

b) Industrial Water

The industrial water necessary to the installations will be intaked from the dam, because of the precariousness of the rivers at the dry season. So, it will be constructed a floating pump station in order to balance the difference of the levels between dry and raining seasons. The water be piped to the installations by a buried steel pipe line.

c) Road

It will be necessary to build a service road from Nhataro to the mine site. The road will be gravel paved, with 70 km long.

5 - TRANSPORTATION STUDY

5.1 - Alternatives Considered

The analysis based on existing information, plans, and designs, aims at selecting conclusively the most economic alternatives for the future coal production flow in the Mucanha/Vuzi Region, as complemented by Moatize's production.

In the study are considered the following routes and alternatives showed in the figure that follows.

ROUTE 1: PORT OF BEIRA

ALTERNATIVE 1.1 - VIA CFM - CENTRO

- Construction of a railway line connecting Mucanha/Vuzi to Cambulatsisse (340 km); rehabilitation and upgrading work on existing railway line between Cambulatsisse and Port of Beira (516 km), complemented by rehabilitation and upgrading of the railway section Moatize-Cambulatsisse (58 km) including alternative Moatize-Cateme (32 km) and the construction of the new coal terminal of the Port of Beira and accesses.

ALTERNATIVE 1.2 - VIA NAVIGATION IN ALBUFEIRA OF CAHORA-BASSA AND CFM-CENTRO

- Navigation in Albufeira of Cahora-Bassa (108 km) with the construction of a loading terminal close to Mucanha river and of a unloading terminal in Nhancapirire; construction of railway line between Nhancapirire and Moatize (151 km), restoration and improvement of the railway Moatize-Cambulatsisse-Porto da Beira (574 km) including alternative Moatize-Catemi (32 km) and construction of the new coal terminal of the

Port of Beira and accesses.

ROUTE 2: PORT OF NACALA

ALTERNATIVE 2.1 - VIA MALAWI AND CFM-NORTE

- Navigation in Albufeira of Cahora-Bassa (108 km) with the construction of a embarking terminal close to Mucanha river and of a unloading terminal in Nhancapirire; construction of a railway line between Nhancapirire and Moatize (151 km); rehabilitation and upgrading of the existing railway line between Moatize and Cambulatsisse (58 km), including alternative Moatize Cateme (32 km) construction of the railway line between Cambulatsisse and Utale/Nkaia (202 km) in Malawi, utilization of the railway line of Malawi between Nkaia and Lagos (102 km); rehabilitation and upgrading of the railway CFM-Norte, between Lagos and Nacala (615 km), construction of a new coal terminal and accesses the Port of Nacala.

ALTERNATIVE 2.2 - VIA ZAMBEZIA

- Navigation in Albufeira Cahora-Bassa (108 km); construction of a loading terminal close to Mucanha river and of a unloading terminal in Nhancapirire; construction of a railway line Nhancapirire-Moatize (151 km); rehabilitation and upgrading of existing line Meatize-Nhamalabue (254 km), including alternative line Moatize-Cateme (32 km); construction of the railway section crossing the Zambízia country between Nhanmalâbuê and Muelaiva river (249 km);rehabilitation and

upgrading of the railway section Muelaiva River-Muconha (25 km); construction of Railway section Muconha-Monapo (416 km), rehabilitation and upgrading of railway section Monapo-Nacala(67 km), construction of a coal terminal and access in Nacala's Port.

ROUTE 3: ZAMBEZE RIVER

ALTERNATIVE 3.1 - VIA ALBUFEIRA OF CAHORA-BASSA

- Navigation in Albufeira of Cahora-Bassa (108 km) with the construction of a loading terminal close to Mucanha river and of an unloading terminal in Nhancapirire; construction of the railway line between Nhancapirire and Tete (131km) and between Moatize and Tete (20 km);navigation in the Zambeze river (500 km) and construction of a coal terminal at the mouth of the river (Chinde) - off - shore terminal.

ALTERNATIVE 3.2 - VIA CAMBULATSISSE

- Construction of the railway line Mucanha/Vuzi to Cambulatsisse (340 km), including alternative Moatize-Cateme restoration and improvement of the railway Cambulatsisse-Moatize (58 km); construction of a new railway line between Moatize and Tete (20 km); construction of a transhipment terminal in Tete; navigation on the Zambeze River (500 km), and construction of an off-shore coal terminal at the mouth of the Zambeze river.

It has also being analysed the routes to Nacala through Malawi using de Mucanha/Vuzi - Cambulatsisse railway section and through Zambezia County using the same section.

A synthesis of various alternatives considered are presented in Table 5.1/1.

TABLE 5.1/1

SYNTHESIS OF STUDY ALTERNATIVES

ROUTE AKTERBAT.	NEW RAIL. LINES (km)	REST.& IMPROV. OF RAIL.	RIVER NAV. (km)	TERMINAL CONSTRUC.(no.)		
				RAIL	RIVER	SEA
ROUTE 1						
alt. 1.1	372**	574	-	1	-	1
alt. 1.2	183**	574	108	1*	2*	1
ROUTE 2						
alt. 2.1	385**	775	108	1*	2*	1
alt. 2.2	848**	346	108	1*	1*	1
ROUTE 3						
alt. 3.1	151	-	608	2*	4*	1
alt. 3.2	392**	58	500	1	1	1

(*) Considering the railway loading terminal separated from the river unloading terminal.

(**) Inclusive alternative Moatize-Cateme (32 km)

5.2 - ECONOMIC EVALUATION OF THE TRANSPORT ALTERNATIVES

In order to select the most economic alternative of transportation the Mucanha-Vuzi coal to an ocean terminal at the Mozambique coast, the Alternatives indicated were compared and calculated the total cost per ton, including repayment of capital investment, operational and maintenance costs of the different modes of transportation (Railway, lake, river and terminals), as well as the ocean joint freight differences among the three export terminals.

Several levels of production have been simulated considering the Mucanha-Vuzi and Moatize coal outflow and also the level of non-coal traffic flows using the same railway lines.

An analysis of the investment costs required to increase the existing railway capacity and the new railway lines necessary for conecting Mucanha-Vuzi future mines to the existing railway system, complemented by the construction of coal terminals and shipping services, gave a fair indication of the amount of capital required for each alternative.

A summary of total investment costs and the percentage of railway investment which is allocated to the coal traffic is shown in table 5.8/1. Considering only the costs of investments allocated to coal traffic, the Route 1-Beira, Alternative 1.2 (South): Mucanha-Nhancapirire-Moatize-Beira terminal is clearly the one which demands the smaller amount of capital investment, followed by Route 3 - Zambeze River (South) Mucanha-Nhancapirire-Tete (River Terminal)-Moatize-Tete-Chinde off-shore terminal (mouth of Zambeze river).

Otherwise, the cost analysis, which includes the repayment of the capital invested and interests and also the operational and maintenance costs, also indicates Route 1 - Alternative 1.2 (South) as the most economical for the coal transport service. (see table 5.8/2). The conclusion came up

MT - GEIPOT

ESTUDO DE ALTERNATIVAS DE ESCOAMENTO DA PRODUÇÃO DE CARVÃO DE MUCANHA / VUZI

Rotas e Alternativas Estudadas

ROTAS ALTERNATIVAS	MODOS	EXTENSÕES (km) FERRO	HIDRO	TOTAL
ROTA 1 - BEIRA				
ALT. 1.1 - ABCD	FERRO	860	-	860
ALT. 1.2 - AEFBCD	HIDRO-FERRO	729	108	837
ROTA 2 - NACALA				
ALT. 2.1 - AEFBGHI	HIDRO-FERRO	1128	108	1236
ALT. 2.2 - AEFBCJKI	HIDRO-FERRO	1162	108	1270
ROTA 3 - RIO ZAMBEZE				
ALT. 3.1 - AEFL	HIDRO-FERRO	131	608	739
ALT. 3.2 - ABFL	HIDRO-FERRO	418	500	918

CONVENÇÕES:

- CAPITAIS PROVINCIAIS
- CAPITAIS DISTRITAIS
- ESTRADA DE FERRO EXISTENTE
- ESTRADA DE FERRO A CONSTRUIR
- RIOS
- LAGOS E LAGOAS
- LIMITE INTERNACIONAL
- PORTOS PRINCIPAIS (I e D)

0 50 100 150 km

ESCALA 1: 2.000 000

after a sensitivity analysis of variation in the total cost per ton of coal transported, using 5%, 10% and 15% discount rates, without substantial changes in the relative position of Route 1, Alternative 1.2.

Only for a 5% discount rate, the first position of the the Alternative 1.2 changes to the second place while the Route 2: Nacala, Alternative 2.1: through Mucanha-Nhancapirire-Moatize-Nkaia-Malawi- Nacala presents slightly smaller costs per ton.

The small difference of cost between the two alternatives at a 5% discount rate however does not change the indication of Route 1, Alternative 1.2, due to the following disavantages of Route 2 - Alternative 2.1:

a) At a 5% discount rate, the weight of the higher investment required to alternative 2.1 is smaller in relation to total cost per ton of coal transported, while the initial investment is 147 millions dollars higher than for Alternative 1.2;

b) In alternative 2.1 the railway runs for 304 km in an other country (Malawi) which introduces a certain level of risks on operation since Mozambique will lose control over the maintenance of the section and there may provoke delays because of customs procedures.

c) Mozambique will have to pay for Malawi's railway services in foreign exchange..

Tables 5.8/3 and 5.8/4 show the total investment cost, annual costs and railway costs per ton of coal transported in selected Route 1 alternative 1.2.

5.3 - PRELIMINARY EVALUATION OF TRAFFIC FORECASTS

While the focus of the study is on the transport of coal for export, it is necessary to take into account of the needs of other traffic in order to determine the total capacity requirements on the different routes, as well as to allocate the capital costs required to provide transport for both the coal and other traffics.

Three types of traffic flows were considered in this preliminary report:

a. coal for export from Mucanha/Vuzi and Moatize mines;

b. non-coal rail traffic for import, export and Mozambique internal traffic;

c. Through rail traffic from neighboring countries.

The information of non-coal traffic flows in this preliminary report and the forecasts, has been processed in an aggregated form.

The method of approach to forecast the traffic flows involved the following procedures:

- Three alternative levels of coal exports were proposed, amounting to 3, 6 and 10 million tons per year, considering the Mucanha/Vuzi and Moatize mines coal.

  The 1981 coal traffic is the real traffic observed on the Mozambique rail system furnished by the statistics of Direção Nacional de Portos e Caminhos de Ferro.

  Forecasts are round values considering the goals of the Secretaria de Estado do Carvão e Hidrocarbonetos, adjusted for the minimum period of time required for the construction, rehabilitation and upgrading of the rail and water transport and terminals.

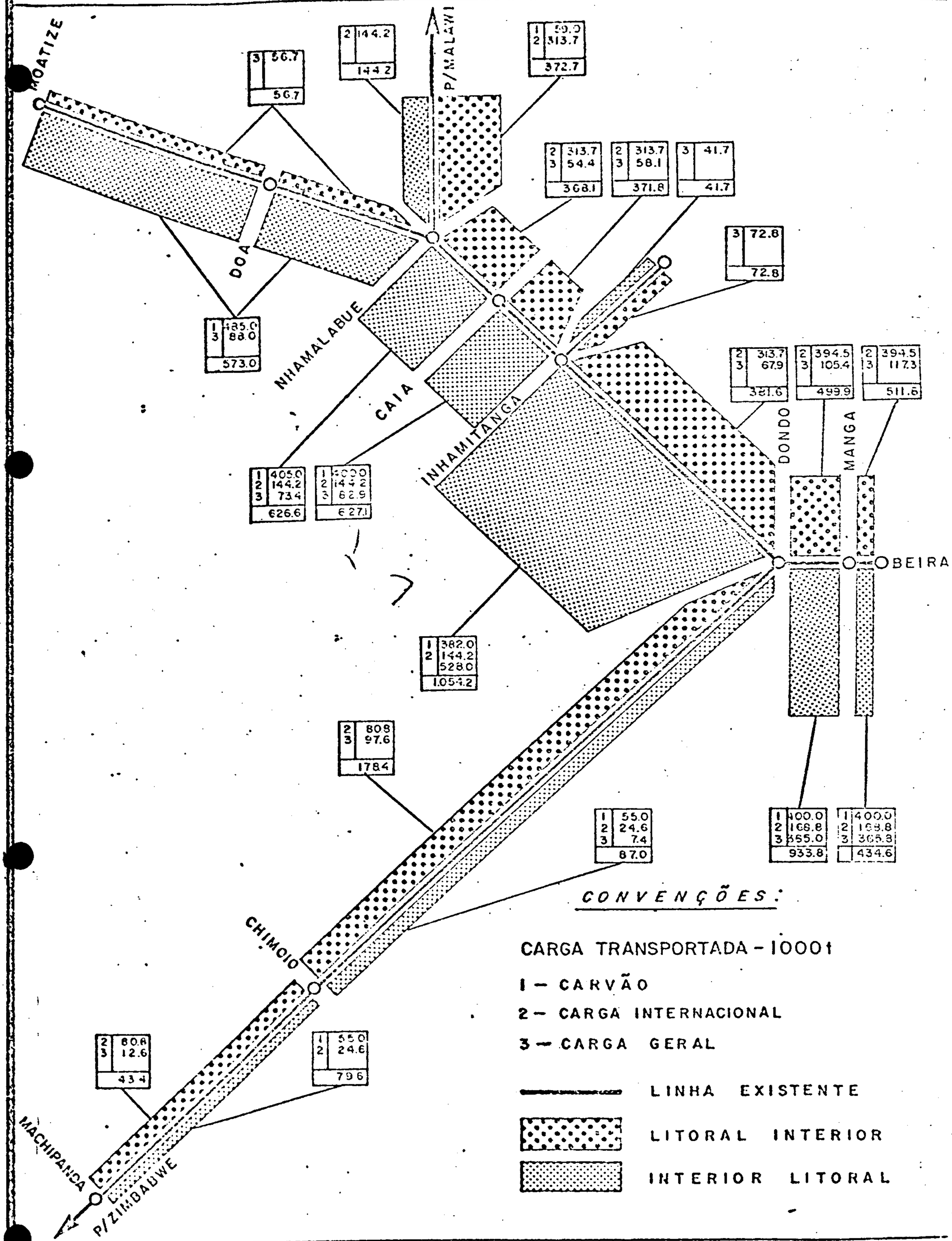
- Non-coal rail traffic for 1981, has been allocated by product and line section according to the statístics available.in Mozambique, which enable the construction of the aggregated origin / destination rail matrix for 1981. Figures show the schematic rail traffic for coal and non-coal products by line section, and shipping flows.

  The rate of increase used in the forecast of future non-coal aggregated rail traffic by route was based on earlier studies and on information gathered in interviews with officials in Mozambique.

  Earlier traffic forecasts were adjusted accordingly to the observed traffic in Mozambique for the year of 1981.

- To allocate the capital costs of the railway line between the coal transported from Mucanha/Vuzi and Moatize and other non-coal traffic flows, the participation of each traffic has been calculated on the total, for each line section of the route according the gross ton x km produced and the number of trains.

MT-GEIPOT



CONVENÇÕES:

CARGA TRANSPORTADA - 10001

1 — CARVÃO

2 — CARGA INTERNACIONAL

3 — CARGA GERAL

LINHA EXISTENTE

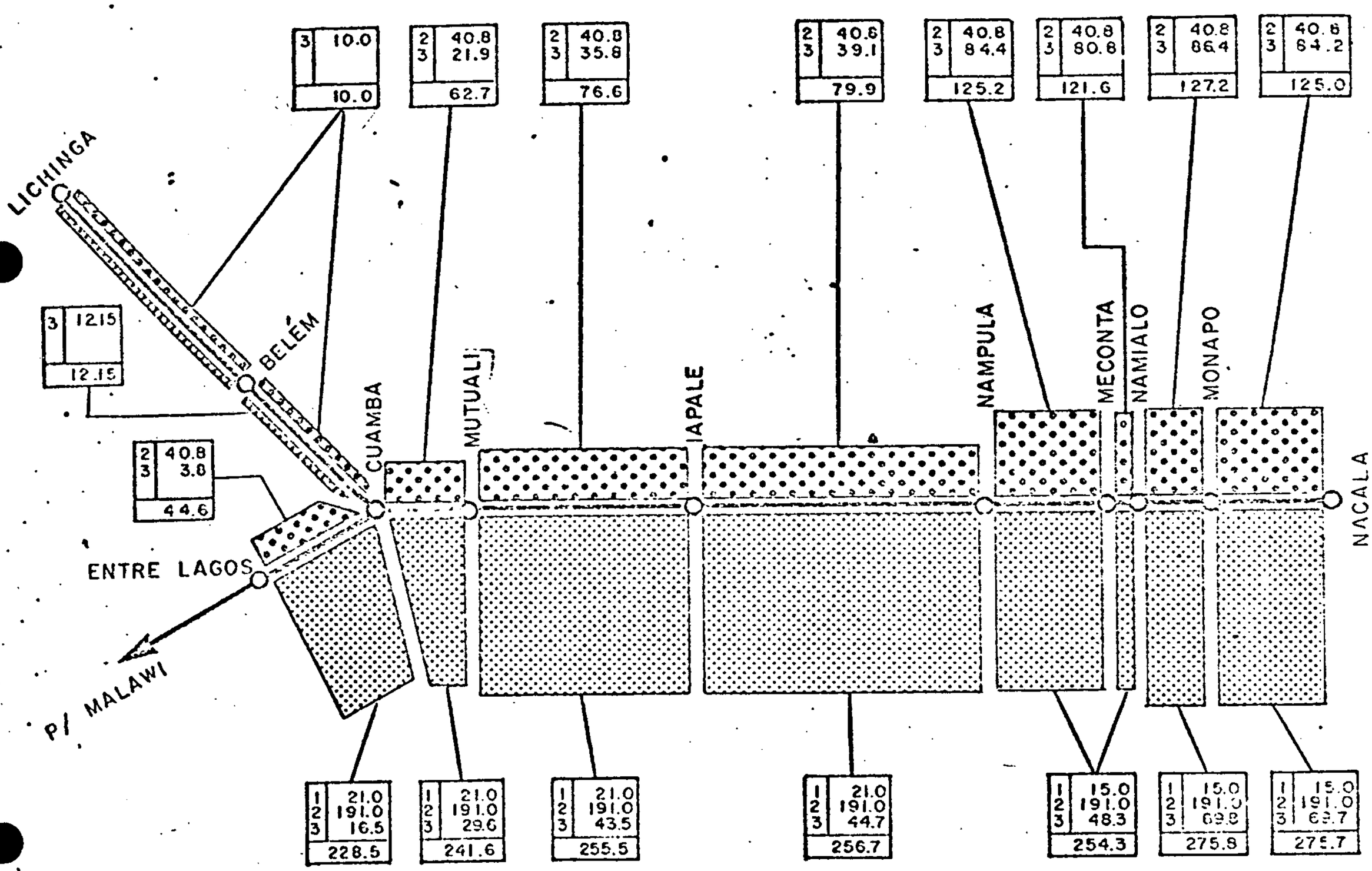
LITORAL INTERIOR

INTERIOR LITORAL

MOCAMBIQUE C.F.M. CENTRO

Fluxos Alocados -1981-

MT-GEIPOT



CONVENÇÕES:

CARGA TRANSPORTADA - 1000 t

1 – CARVÃO

2 – CARGA INTERNACIONAL

3 – CARGA GERAL

LINHA EXISTENTE

LITORAL INTERIOR

INTERIOR LITORAL

MOÇAMBIQUE C.F.M. NORTE

Fluxos Alocados -1981-

5.4 - Summary of Transportation Links

a. Cahora-Barra Lake Navigation.

The loading terminal at Mucanha and the unloading terminal at Nhanhapirire will use the normal equipment for coal handling. As the water level of the reservoir can range from 306.4, to 329.0, information based on the last 50 years historical serial, the loading pier will be floating-type. The nominal load for the terminal will be 600 t/h per barge (loading of two barges simultaneously in the first phase).

The coal will be transported by a convoy consisting of a pusher with 2.000 HP and 4 barges with 2.200t capacity each one to a distance of 108 km.

b. Railway Transport

For both, the new and existing sections that will have been rehabilitated and upgraded, will opperate unit trains at an average speed of 35 km/h, with 3.000/3.300 HP locos and 120 ton adherent weight and 19 cars, with 1537 tons gross weight and net weight of 1083 tons in single, double and triple traction. The cars were considered with 57 tons net capacity and 80 tons gross weight. A 15% extra cars and locos were also considered.

LOADING TERMINAL AT BEIRA AND NACALA

For the Beira terminal was chosen the place named Franquia located 1 km downstream of the actual port, for the localization of the pier, the last space still sheltered from waves avoiding the deepning dredging of the space in front of the actual quay. The storage-yard will stay upstream of the existent installations, in a place completely free and near the entrance port railway.

The channel will be dredged in the 1st phase (3.000.000 t/ year) for ships till 70.000 TDW, in the 2nd phase for 100.000 TDW and in the 3rd phase for 125.000 TDW, using the advantage of flood for departure of the loaded ships which permit addition of 4 m in relation to hydrografic zero, The handling system will be the conventional for medium and large kind of installations that is, wagons unloading with dumper, a belt-conveyor system till the yard, stackers with giratory booms and reclamations with frontend loaders in the 1st phase and posteriorly with bucket wheel reclaimers and a belt conveyor system till the telescopic boom mobile ship loader. All the system was dimensioned to a maximum capacity of 3.200 t/h and nominal of 2.600 t/h. In the 3rd phase then will be built one more berth and duplicated the reclamation system. The piles were dimensioned for a one month storage. It was studied an offshore terminal, to minimize the dredging quantity, but the implantation costs are much more expensive and it will not be able to operate close to 16 till 20% of the year because of ocean wave agitation.

At Nacala it was chosen the extremity of Namuaxi, in front of the existing port, near to Vila de Nacala Velha. The project is similar to the Beira,the difference is that it will be no dredging because the pier

will be established in a place sheltered in natural quota of - 20,0m sufficient for ships till 150.000 TDW. It will be necessary the cons truction of a special railway acess as the existing railway serve the commercial port placed in the other border of the bay.

RIO ZAMBEZE NAVIGATION

Zambeze river begins in Angola, crosses Zambia, Zimbabwe and Mozambique, discharging in Indian Ocean. It has a total hydrographic basin of 1.200.000 km^2.

For its hydro-electrical utilization two dams were built: Cariba in Zambia/Zimbabwe and Cahora Bassa in Moçambique (inaugurated in 1974). In spite of the two dams,a complete control of the river flow, was not possible, because of the large oscillations resulting from the intensive period of rains (January to April) and of dryness (May to November). A mathemathical model was applied using the disponible data for the last 50 years (1930-1979) and it was verified that although using all the openning and closing float-gate controls of the two dams and considering the minimum necessity of electrical energy generation, the river flow downstream of Cahora Bassa will be changing between the maximum of 7.000 to 8.000 m^3/seg and the minimum of 300 a 400 m^3/seg.

Even so the Zambeze river in its navigable place, downstream of Mepanda-Uncua till near the estuary, presents a extremely incons tant and movable bed, full of sand-bars with depths below to 1m and even near zero, with width changing from 500 m to 5.000m, consti tuting in the last 90km dewnstream of Marromeu a delta with various branches as Cuema and Chinde rivers which are the most important. Be cause of these characteristics it will very difficult to implement a regular navigation to a bulk cargo as the coal. In order to determine costs there was considered the implantation and maintenance costs of a waterway with depht of 3m and width of 80m between Tete and Chinde in a extension of 500km, with the intention of comparing it with the railway

transport costs to Beira and Nacala. It is necessary to emphasize the lack of guarantee for a continuous navigation based on monthly and annualy supplying contracts, since the rivers improvement which rate of flow are much more regular as the Rodano e Reno in Europe and the Mississipi in the United States, have spent many decades to be implanted, beside the permanent needs of maintenance.

The coal would be loaded in a terminal next to Tete, transported till Chinde where it would be unloaded and loaded on an offshore terminal placed approximately 16 km from coast, in deep water to avoid a silting up in the Chinde estuary, which bar is very inconstant too.

As alternative was verified the possibility of re-embark the coal near Chinde in maritime ships of 35000 t capacity and 3,5 m draft, using the high tide and transport it to Nacala or Beira. Both alternatives have presented higher costs than the loading at the offshore terminal.

The terminal installations are similar to the Mucanha, Nhancapirire and Beira the sole difference is that in Tete the coal would be unloaded first from the railway cars coming from Moatize and Nhancapirire.

TABLE 5.8/1 - Summary of Total Investments Costs Alocated to Coal by Alternative
Sumário do Custo Total de Investimentos Alocados ao Carvão por Alternativa

US$ 10^3

MUCANHA/VUZI	1.000.000 tons	3.000.000 tons	6.000.000 tons
MOATIZE	2.000.000 tons	3.000.000 tons	4.000.000 tons
TOTAL	3.000.000 tons	6.000.000 tons	10.000.000 tons
a) Route 1 - Beira			
- Alternative 1.1: North	688.609 (587.803)	779.221 (678.415)	942.611 (840.503)
. Railway Investments	477.755 (78.9%)	477.755 (78.9%)	481.642 (78.8%)
. Rolling Stocks	45.307 (100%)	135.919	226.452 (100%)
. Terminals	165.547 (100%)	165.547	234.517 (100%)
- Alternative 1.2: South	534.104 (433.327)	677.652 (576.875)	820.799 (718.773)
. Railway Investments	329.337 (69.4%)	329.337 (69.4%)	332.333 (69.3%)
. Rolling Stocks	41.085 (100%)	123.254 (100%)	202.344
. Terminals	153.452 (100%)	197.671 (100%)	286.122
. Tugs, Barges and Buoys	10.230 (100%)	27.390 (100%)	35.970
b) Route 2 - Nacala			
- Alternative 2.1 - Malawi (South)	656.315 (586.132)	824.770 (754.587)	1.011.683 (940.743)
. Railway investment	474.209 (85.2%)	474.209 (85.2%)	476.109 (85.1%)
. Rolling Stocks	65.638 (100%)	196.913 (100%)	320.623 (100%)
. Terminals	106.238 (100%)	126.258 (100%)	178.981 (100%)
. Tugs, Barges and Buoys	10.230 (100%)	27.390 (100%)	35.970 (100%)
- Alternative 2.2 - Zambezia (South)	817.969 (715.595)	986.424 (884.050)	1.176.540 (1.072.704)
. Railway Investment	635.863 (83.9%)	635.863 (83.9%)	640.966 (83.8%)
. Rolling Stocks	65.638 (100%)	196.913 (100%)	320.623 (100%)
. Terminals	74.114 (100%)	94.134 (100%)	127.376 (100%)
. Tugs, Barges and Buoys	10.230 (100%)	27.390 (100%)	35.970 (100%)
- Alternative 2.3 - Malawi (Through North Acess	766.512 (696.155)	926.073 (855.716)	1.097.017 (1.025.719)
. Railway Investment	622.627 (88.7%)	622.627 (88.7%)	625.417 (88.6%)
. Rolling Stocks	69.771 (100%)	209.312 (100%)	344.224 (100%)
. Terminals (Rail/Nacala)	74.114 (100%)	94.134 (100%)	127.376 (100%)
c) Route 3 - Zambeze River			
- Alternative 3.1 -North Acess	651.261 (645.274)	777.928 (771.941)	960.913 (954.572)
. Railway Investment	315.100 (98.1%)	315.100 (98.1%)	317.023 (98.0%)
. Rolling Stocks	13.421 (100%)	40.263 (100%)	57.479 (100%)
. Terminals	210.540 (100%)	254.265 (100%)	357.940 (100%)
. Tugs and Barges	56.100 (100%)	112.200 (100%)	158.950 (100%)
. River Navigation Costs	56.100 (100%)	56.100 (100%)	69.521 (100%)
- Alternative 3.2 - South Acess	521.558 (521.558)	660.097 (660.097)	862.731 (862.731)
. Railway Investment	137.904 (100%)	137.904 (100%)	138.581 (100%)
. Rolling Stocks	10.776 (100%)	32.330 (100%)	55.801 (100%)
. Terminals	250.448 (100%)	294.173 (100%)	417.329 (100%)
. Tugs, Barges and Buoys for Cahora Bassa Lake	10.230 (100%)	27.390 (100%)	35.970 (100%)
. Tugs and Borges for the River	56.100 (100%)	112.200 (100%)	158.950 (100%)
. River Navigation Costs	56.100 (100%)	56.100 (100%)	56.100 (100%)

(%) % of rail investment allocated to Mucanha/Vuzi and Moatize Coal outflow

TABLE 5.8/2.A - Total Cost (FOB) per Ton of Coal Transported
- Custo Total (FOB) por tonelada de Carvão Transportado

DISCOUNT RATE = 15%

US$

	Lake Costs	Railway Costs	River Costs	Ocean Terminal	Sub Total	Freight Diferential	TOTAL
1) MUCANHA/VUZI COAL (3×10^6 ton); MOATIZE COAL (3×10^6 ton)							
A - Route 1 - Beira							
a.1 - Alt. 1.1: Mucanha-Cambulat	-	26.25	-	8.38	34.63	2.00	36.63
a.2 - Alt. 1.2: Mucanha-Nhanc.Camb.	5.90	16.47	-	8.38	30.75	2.00	32.72
B - Route 2 - Nacala							
b.1 - Alt. 2.1: Muc.-Nhanc.-Malawi	5.90	24.77	-	3.55	34.22	-	34.22
b.2 - Alt. 2.2: Muc.-Nhanc.-Zambezia	5.90	28.64	-	3.55	38.09	-	38.09
C - Route 3 - Zambeze River							
c.1 - Alt. 3.1: Muc.-Camb.-Tete	-	19.47	13.64	6.25	39.36	1.00	40.36
c.2 - Alt. 3.2: Muc.-Nhanc.-Tete	5.90	9.00	13.64	6.25	34.79	1.00	35.75
D - Other Alternatives							
d.1 - Muc.-Camb.-Malawi-Nac.	-	34.51	-	3.55	38.06	-	38.06
d.2 - Muc.-Camb.-Zambezia-Nac.	-	38.07	-	3.55	41.62	-	41.62
2) MUCANHA/VUZI COAL (6×10^6); MOATIZE COAL (4×10^6);							
A - Route 1 - Beira							
a.1 - Alt. 1.1: Muc.-Camb.	-	17.35	-	6.70	24.05	1.00	25.05
a.2 - Alt. 1.2: Muc.-Nhanc.-Camb.	4.43	11.76	-	6.70	22.89	1.00	23.89
B - Route 2 - Nacala							
b.1 - Alt. 2.1: Muc.-Nhanc.-Malawi	4.43	18.10	-	2.94	25.47	-	25.47
b.2 - Alt. 2.2: Muc.-Nhanc.-Zambez.	4.43	20.67	-	2.94	28.04	-	28.04
C - Route 3 - Zambeze River							
c.1 - Alt. 3.1: Muc.-Camb.-Tete	-	11.52	10.68	5.56	27.76	1.00	28.76
c.2 - Alt. 3.2: Muc.-Nhanc.-Tete	4.43	5.48	10.68	5.56	26.15	1.00	27.15
D - Other Alternatives							
d.1 - Muc.-Cam.-Malawi-Nac.	-	23.68	-	2.94	26.62	-	26.62
d.2 - Muc.-Camb.-Zambezia-Nac.	-	25.96	-	2.94	28.90	-	28.90

TABLE 5.8/2.B - Total Cost (FOB) per Ton of Coal Transported
- Custo Total (FOB) por tonelada de Carvão Transportado

DISCOUNT RATE = 10%

US$

	Lake Costs	Railway Costs	River Costs	Ocean Terminal	Sub Total	Freight Diferential	TOTAL
1) MUCANHA/VUZI COAL (3×10^6 ton); MOATIZE COAL (3×10^6 ton)							
A - Route 1 - Beira							
a.1 - Alt. 1.1: Mucanha-Cambulat	-	19.75	-	7.13	26.88	2.00	28.88
a.2 - Alt. 1.2: Mucanha-Nhanc.Camb.	4.95	12.69	-	7.13	24.77	2.00	26.77
B - Route 2 - Nacala							
b.1 - Alt. 2.1: Muc.-Nhanc.-Malawi	4.95	19.13	-	2.94	27.02	-	27.02
b.2 - Alt. 2.2: Muc.-Nhanc.-Zambezia	4.95	21.95	-	2.94	29.84	-	29.84
C - Route 3 - Zambeze River							
c.1 - Alt. 3.1: Muc.-Camb.-Tete	-	14.12	11.84	4.95	30.91	1.00	31.91
c.2 - Alt. 3.2: Muc.-Nhanc.-Tete	4.95	6.49	11.84	4.95	28.23	1.00	29.23
D - Other Alternatives							
d.1 - Muc.-Camb.-Malawi-Nac.	-	26.17	-	2.94	29.11	-	29.11
d.2 - Muc.-Camb.-Zambezia-Nac.	-	28.68	-	2.94	31.62	-	31.62
2) MUCANHA/VUZI COAL (6×10^6); MOATIZE COAL (4×10^6);							
A - Route 1 - Beira							
a.1 - Alt. 1.1: Muc.-Camb.	-	13.59	-	5.62	19.21	1.00	20.21
a.2 - Alt. 1.2: Muc.-Nhanc.-Camb.	3.73	9.43	-	5.62	18.78	1.00	19.78
B - Route 2 - Nacala							
b.1 - Alt. 2.1: Muc.-Nhanc.-Malawi	3.73	14.51	-	2.44	20.68	-	20.68
b.2 - Alt. 2.2: Muc.-Nhanc.-Zambez.	3.73	16.44	-	2.44	22.61	-	22.61
C - Route 3 - Zambeze River							
c.1 - Alt. 3.1: Muc.-Camb.-Tete	-	8.64	9.31	4.42	22.37	1.00	23.37
c.2 - Alt. 3.2: Muc.-Nhanc.-Tete	3.73	4.09	9.31	4.42	21.55	1.00	22.55
D - Other Alternatives							
d.1 - Muc.-Cam.-Malawi-Nac.	-	18.66	-	2.44	21.10	-	21.10
d.2 - Muc.-Camb.-Zambezia-Nac.	-	20.30	-	2.44	22.74	-	22.74

C

TABLE 5.8/2.C - Total Cost (FOB) per Ton of Coal Transported froom Mucanha/Vuzi
- Custo Total (FOB) por tonelada de Carvão Transportado de Mucanha/Vuzi

DISCOUNT RATE = 5%

US$

	Lake Costs	Railway Costs	River Costs	Ocean Terminal	Sub Total	Freight Diferential	TOTAL
1) MUCANHA/VUZI COAL (3×10^6 ton); MOATIZE COAL (3×10^6 ton)							
A - Route 1 - Beira							
a.1 - Alt. 1.1: Mucanha-Cambulat	-	13.93	-	5.94	19.90	2.00	21.90
a.2 - Alt. 1.2: Mucanha-Nhanc.Camb.	4.09	9.30	-	5.97	19.36	2.00	21.36
B - Route 2 - Nacala							
b.1 - Alt. 2.1: Muc.-Nhanc.-Malawi	4.09	14.09	-	2.37	20.55	-	20.55
b.2 - Alt. 2.2: Muc.-Nhanc.-Zambezia	4.09	14.96	-	2.37	22.42	-	22.42
C - Route 3 - Zambeze River							
c.1 - Alt. 3.1: Muc.-Camb.-Tete	-	9.31	10.30	4.22	23.83	1.00	24.83
c.2 - Alt. 3.2: Muc.-Nhanc.-Tete	4.09	4.11	10.30	4.22	22.72	1.00	23.72
D - Other Alternatives							
d.1 - Muc.-Camb.-Malawi-Nac.	-	18.69	-	2.37	21.06	-	21.06
d.2 - Muc.-Camb.-Zambezia-Nac.	-	19.95	-	2.37	22.32	-	22.32
2) MUCANHA/VUZI COAL (6×10^6); MOATIZE COAL (4×10^6);							
A - Route 1 - Beira							
a.1 - Alt. 1.1: Muc.-Camb.	-	10.21	-	4.63	14.84	1.00	15.87
a.2 - Alt. 1.2: Muc.-Nhanc.-Camb.	3.12	7.33	-	4.63	15.08	1.00	16.08
B - Route 2 - Nacala							
b.1 - Alt. 2.1: Muc.-Nhanc.-Malawi	3.12	11.29	-	1.97	16.38	-	16.38
b.2 - Alt. 2.2: Muc.-Nhanc.-Zambez.	3.12	12.64	-	1.97	17.73	-	17.73
C - Route 3 - Zambeze River							
c.1 - Alt. 3.1: Muc.-Camb.-Tete	-	6.07	8.12	3.84	18.03	1.00	19.03
c.2 - Alt. 3.2: Muc.-Nhanc.-Tete	3.12	2.75	8.12	3.84	17.83	1.00	17.83
D - Other Alternatives							
d.1 - Muc.-Cam.-Malawi-Nac.	-	14.16	-	1.97	16.13	-	16.13
d.2 - Muc.-Camb.-Zambezia-Nac.	-	14.93	-	1.97	16.90	-	16.90

d

TABLE 5.8/3 - Custos Anuais dos Terminais de Mucanha, Nhancapirire e Beira
- Annual Costs of Mucanha, Nhancapirire and Beira Coal Terminals

US$

Coal Production / Costs				
	Mucanha	1.000.000	3.000.000	6.000.000
	Moatize	2.000.000	3.000.000	4.000.000
	Total	3.000.000	6.000.000	10.000.000
A - CUSTOS OPERACIONAIS				
a.1 - Terminal Mucanha		920	1.170	1.860
a.2 - Transporte no Lago de Cahora Bassa		1.100	3.300	5.100
a.3 - Terminal Nhancapirire		1.370	1.710	3.060
a.4 - Terminal de Beira		5.620	11.730	17.400
SUB-TOTAL OPERACIONAL		9.010	17.910	27.420
Eventuais (10%)		901	1.791	2.742
TOTAL OPERACIONAL		9.911	19.701	30.162
B - CUSTOS DE INVESTIMENTOS				
b.1 - Terminal Mucanha		1.050	1.050	1.320
b.2 - Transporte no Lago de Cahora Bassa		890	2.400	3.180
b.3 - Terminal Nhancapirire		1.491	1.500	2.460
b.4 - Terminal de Beira		2.280	4.560	7.860
SUB-TOTAL INVESTIMENTOS		5.711	9.510	14.820
Eventuais		571	951	1.482
TOTAL INVESTIMENTOS		6.282	10.461	16.302
C - CUSTOS/TONELADA				
c.1 - Operacional		9.91	6.57	5.03
c.2 - Investimento		6.28	3.49	2.72
TOTAL GERAL		16.19	10.06	7.75

TABLE 5.8/4 - Railway Costs per Ton in Selected Route 1 - Alternative 1.2 for Several Levels of Coal Production in Mucanha/Vuzi and Moatize

	Muc./Vuzi	1 x 10^6 t	3 x 10^6 t	6 x 10^6 t
	Moatize	2 x 10^6 t	3 x 10^6 t	4 x 10^6 t
	Total	3 x 10^6 t	6 x 10^6 t	10 x 10^6 t
A) PRODUÇÃO DE TRANSPORTE	txKmx10^6	726	2.178	4.356
B) CUSTOS OPERACIONAIS (EXCLUSIVE CUSTO DE CAPITAL				
b.1 - Locomotivas (Locos)				
b.1.1 - Tripulação de Trens	US$ 10^3	228	633	1.189
b.1.2 - Combust. e Lubrif.	US$ 10^3	1.570	5.625	11.434
b.1.3 - Manutenção	US$ 10^3	630	1.750	3.290
b.2 - Vagões (Cars)				
b.2.1 - Manutenção	US$ 10^3	443	1.280	2.478
b.3 - Via Permanente Permanent Way				
b.3.1 - Manutenção	US$ 10^3	238	343	402
b.3.2 - Renovação	US$ 10^3	455	1.314	2.566
b.4 - Instalações Fixas e Pessoal das Estações	US$ 10^3	536	773	906
SUB-TOTAL OPERACIONAL	US$ 10^3	4.100	11.718	22.265
EVENTUAIS (10%)	US$ 10^3	410	1.172	2.226
TOTAL OPERACIONAL	US$ 10^3	4.510	12.890	24.491
C) CUSTOS DE CAPITAL (5%)				
c.1 - Locomotivas (Locos)	US$ 10^3	842	2.338	4.395
c.2 - Vagões (Cars)	US$ 10^3	549	1.589	3.076
c.3 - Via Permanente	US$ 10^3	8.909	9.709	10.261
EVENTUAIS (10%)	US$ 10^3	1.030	1.363	1.773
SUB-TOTAL CUSTOS DE CAPITAL (5%)	US$ 10^3	11.330	14.999	19.505
CUSTO ANUAL TOTAL FERROVIAS	US$ 10^3	15.840	27.889	43.996
D) CUSTO/T - OPERACIONAL	US$	4,51	4,30	4,08
E) CUSTO/T - INVESTIMENTO	US$	11,33	5,00	3,25
F) CUSTO/T - TOTAL	US$	15,84	9,30	7,33
G) CUSTO/T x KM - TOTAL	US$			

6 - PRELIMINARY ECONOMIC EVALUATION

In this section of the report a preliminary approach is made concerning the economic and financial aspects of the mining implantation for coal explotation in Mucanha-Vuzi, Peoples' Republic of Mozambique.

The report, using preliminary data, aims at basically to explain, at first, the performance that could be expected for its implantation.

Therefore and considering its initial aspect, due to the level of the technical, economic and financial information available, the investments, the quantity of coal for sale, the invoicing, the operational costs and other expenses necessary to the invoicing's effectivation were estimated.

It was also considered the fruitful results of the project to generate currency to Mozambique, considering the fact it will be basically directed to export the coal production.

6.1 - Market

It's preliminary expected that Mucanha Vuzi coal mine start to be operated in 1988/89 producing, in the beginning, 3 m.m.t. per year, increasing to 6 m.m.t. and finally, reaching the production of 10 m.m.t. per year.

The quantities from Mucanha-Vizi represent less than 3% of the world market (see table 6.1, 6.2, 6.3) so, should not alter the offer and demand for coal in the world, considering yet the strategy of the consumer countries to diversity its supplying countries, as shown in table 6.1 for Japan.

Due to its geographical position, the Mozambican coal can reach any important importer (Japan, West Europe and Brazil) and its FOB price should make it competitive to the coal from South Africa.

TABLE 6.1 - INTERNATIONAL COAL TRADE

In thousands of tons

	1960	1975	1976	1977	1978	1979
EXPORTS						
United States	34,456	60,238	54,535	49,318	36,969	59,994
Canada	774	11,695	11,762	12,069	13,658	13,253
Fed. Rep. of Germany	17,974	14,709	13,019	14,554	19,038	15,615
France	1,419	553	594	587	507	527
Belgium-Luxembourg	2,238	357	363	329	267	309
Holland	2,165	237	337	476	429	954
United Kingdom	5,547	2,182	1,436	1,941	2,266	2,339
Soviet Union	12,300	26,143	26,896	25,800	24,800	23,900
Poland	17,497	38,479	38,944	39,317	39,999	41,334
Czechoslovakia	2,195	3,666	3,759	3,308	3,745	3,700
Australia	1,584	30,428	31,158	38,395	38,680	40,305
South Africa	950	2,687	5,961	12,702	15,339	23,365
Other	3,664	1,381	1,939	2,676	2,144	2,855
Total	102,763	192,755	190,703	201,472	197,691	228,963
IMPORTS						
Argentina	1,465	1,287	833	1,097	814	930
Canada	12,239	15,236	14,589	15,323	13,236	17,587
Brazil	928	2,230	3,169	3,550	3,422	4,453
Chile	351	164	144	196	200	228
United States	126	853	1,091	1,514	2,753	1,892
Mexico	53	337	315	625	567	661
Subtotal	15,222	20,787	20,141	22,305	20,992	25,751
Belgium-Luxembourg	4,148	6,752	7,366	6,593	7,776	9,958
France	10,112	17,293	18,755	21,570	23,657	27,404
Fed. Rep. of Germany	6,705	6,244	5,970	6,353	5,565	7,773
Italy	9,739	12,852	12,424	12,444	11,736	13,855
Holland	6,868	4,104	4,855	5,899	5,031	6,211
United Kingdom	-	5,083	2,836	2,414	2,352	4,375
Eire	1,676	690	606	868	838	955
Denmark	3,954	4,132	4,205	5,564	6,079	7,493
Subtotal	43,202	57,150	57,017	61,705	63,044	78,040
Austria	3,720	2,583	2,643	1,362	2,315	2,824
Finland	2,937	3,645	2,782	1,287	4,789	4,771
Greece	209	781	568	483	349	460
Norway	315	456	464	420	447	672
Portugal	350	434	364	407	516	365
Spain	307	3,974	4,549	4,319	3,377	4,200
Sweden	1,929	1,632	2,018	1,405	1,549	2,122
Switzerland	1,952	123	130	157	153	334
Yugoslavia	1,383	2,310	2,446	2,354	2,994	3,206
Subtotal	13,102	16,138	15,964	16,194	16,489	18,954
Bulgaria	-	6,273	6,185	6,251	6,385	6,300
Czechoslovakia	2,402	5,188	5,209	5,619	5,591	5,300
German Dem. Rep.	8,135	6,440	6,096	6,059	5,936	6,000
Hungary	1,431	1,438	1,514	1,838	1,595	1,750
Poland	796	1,096	1,020	1,080	1,044	949
Romenia	416	1,581	1,691	2,297	2,500	2,700
Soviet Union	4,776	9,818	9,376	9,120	9,100	9,500
Subtotal	17,956	31,834	31,151	32,264	32,151	32,499
Japan	8,292	62,107	60,759	60,841	52,177	58,554
South Korea	43	671	1,494	2,007	2,403	6,357
Subtotal	8,524	62,691	62,603	64,456	57,313	70,245
Other	4,946	4,068	4,177	6,156	8,641	8,938
TOTAL	102,763	192,755	190,703	201,472	197,691	228,963

SOURCE: World Coal - Nov/1980

TABLE 6.2 - INTERNATIONAL COAL MARKET : 1970-1980 (1) (millions metric tons)

MARKET	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
TOTAL	168	161	164	175	192	194	195	201	194	225	256
BY SEA	104	95	96	106	124	126	127	132	125	157	187
% BY SEA	62	59	59	61	65	65	65	66	64	70	73

(1) There are smaller diferences in the total informations, compared to table 7.2, because of different sources.

Source : HPD Shipping Consultants Ltd. in "1151 - Coal Trade and Transport to 1985"

TABLE 6.3 - SEABORNE COAL TRADE : 1970-1980 (10^6 tons)

KIND	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
COKING COAL	84	77	79	87	96	94	94	95	85	104	116
STEAM COAL	20	18	17	19	28	32	33	37	40	53	71
% STEAM	19	19	18	18	23	25	26	28	32	34	38

SOURCE: HPD Shipping Consultants Ltda. in "IISI - Coal Trade and Transport to 1985".

TABLE 6.4 - ORIGIN OF COAL CONSUMED IN JAPAN IN 1980 (10^6 mt h)

ORIGIN	QUANTITY	%
U.S.A.	19.943	29.8
AUSTRALIA	24.477	36.6
U.S.S.R.	1.734	2.6
CANADA	10.415	15.6
POLAND	387	0.6
SOUTH AMERICA	2.757	4.1
CHINA	739	1.1
OTHERS	-	-
SUBTOTAL	60.452	90.4
DOMESTIC COAL	6.420	9.6
TOTAL	66.872	100.0

Source : 1982 - Coal Manual - The Tex Report Ltd.

In regard to the coking coal, the regular supplying will be a very important characteristic in the future because problems might occur in some traditional. suppliers as Australia, for example. Brasil should buy an expressive amount of coking coal from Mucanha-Vuzi since the price, is competitive, has a good quality and be regular supplied, according to Brazilian policy of diversifying its suppliers and improve its commercial relationships.

Concerning the steam coal, it should be studied its domestic use as well as the possibility of export it to neighbour countries.

The selling price of metallurgical and steam coal are showed in tables 6.5 and 6.6. As can be observed, there are significant variations depending upon the geographical situation, shipment conditions, and qualitative characteristies of the coal (coking properties, ash content, sulphur value and calorific value)

TABLE 6.5 - COKING COAL'S PRICES - US$/t

ORIGIN/KIND	LOW-VOLATIL (16 - 22%)	MEDIUM-VOLATIL (23 a 30%)	HIGH-VOLATIL (+ 31%)
USA - Atlantic Coast	65,00 - 70,00	60,00 - 70,00	60,00 - 69,50
Canada - Pacific Coast	53,75 - 68,50	51,50 - 68,50	57,00 - 60,00
Australia	55,00 - 67,00	47,00 - 58,25	42,50 - 67,00
Poland	-	66,00 - 68,00	-
South Africa	-	-	57,00
USSR - Pacific Coast	60,00	52,00 - 55,00	40,00 - 47,00

Source : Coal Week International - sept 1982

TABLE 6.6 - STEAM COAL, PRICES, "FOB PIER" SPOT MARKET

PORT	HEATING VALUE (Btu/lb)	SULFUR (%)	US$/t
USA - East Coast	11.500 a 12.000	1 a 1,5	46,00 a 50,00
Poland	11.200	1,0	56,00
South Africa	10.800	1,0	41,00
Australia	12.000	1,0	53,00

Source: Coal Week International, August 1982.

6.2 - INVESTMENTS AND OPERATIONAL COSTS

The investments necessary to the effective exploration outflow and comercialization of the Mucanha Vuzi coal consist basically of:

- Coal exploitation and preparation in the mine (Table 6.7)
- Transport to the export terminal (Table 6.8)

From the total investment to implement the transport system, US 396,1 million were alocated to the Mucanha Vuzi coal outflow of 3 million tons per year, whereas US$ 180,8 million correspond to the Moatize Coal outflow of 3 million tons per year. The remaining value of US$ 106,8 million to transport other cargo which should use the CFM - Centro railways. The alocation criteria are presented in chapter 5 of the transport study.

The total amount for the Mucanha-Vuzi coal, including coal mining and preparation, and the transportation to the port, will be US$ 658.5 million.

6.3 - Operacional Costs and Economic Evaluation

The coal to be mined in a first stage, will reach the amount of 13,332,000 m.t. per year.

However, due to the estimated yielding of 23% for coking coal, 10% ash content, and 28% for steam coal, 35% ash content; it is expected a production of 3,067,000 m.t. of coking coal and 3,733,000 m.t. of steam coal, per year.

It is concluded, so, that the quantity that should be expected and available for comercialization, per year, is:

COAL	QUANTITY/YEAR
Metallurgical	3,067,000
Steam	3,733,000

As said in item 6.1, the metallurgical coal 10% ash content has assured market, at a selling price from US$ 57.00 to US$ 63.00 FOB Pier Beira Port; while steam coal 35% ash content will have problem for sale and the price will be certainly lower.

So, it was defined that metallurgical coal could be could be sold at US$ 60.00/m.t.

In regard to the demand of steam coal, analyses and studies will be performed to verity the possibility to produce coal around 25% ash content, allowing its selling to foreign markets.

Concerning the operational costs of coal mining and preparation the values were estimated as follows:

Operational Costs	US$/t
Preparation	4.00
	2.00
TOTAL	6.00

The operational cost to transport 3 m.m.t. of metallurgical coal from Mucanha-Vuzi and 3 m.m.t. of coal from Moatize to Beira port is estimated in US$ 10.87/t.

So considering the transport outflow per year, the transport cost for 3,067,000 m.t. of coal amounts to US$ 33,338,290.00

TABLE 6.7

INVESTMENTS IN MINING AND PREPARATION OF THE MUCANHA-VUZI COAL

COAL PREPARATION PLANT OF 13.3 x 10^6 m.t/per year R.O.M.

DISCRIMINATION	US$ 1, million
. MINING INSTALLATION	262.4
Mining	115.0
Preparation Plant	80.0
Auxiliary an Support Installations	12.0
Road	7.4
Transmission line	13.0
Mining village	35.0

Price of October 1982.

TABLE 6.8

TRANSPORT INVESTMENTS FROM THE COAL MINE TO THE SHIPMENT TERMINAL

(in US$ 1,000,000.00)

DISCRIMINATION	TOTAL	COAL (MOATIZE MUCANHA - VUZI)	MUCANHA VUZI COAL
1. Rehabilitation of Moatize-Beira railways	191,4	90.6	45.3
2. Construction of the new Nhancapirire - Moatize railway Connection	137.9	137.9	137.9
3. Rolling Stock	123.3	123.3	66.7
4. Cahora Bassa lake terminals	39.8	39.8	39.8
5. Vessels	27.4	27.4	27.4
T O T A L	683.7	576.9	396.1

Price October 1982

In the operational cost of transport investment costs were not included. Including them, estimated in US$ 8.49 ton, the total will be US$ 19,36/t.

These investment costs will be studied in section about amortization of investments.

It was also considered that the administrative and selling costs will be in a total of US$ 5,000,000/year. The invoicing, costs and operational expenses for specific year, of full-capacity of production and sellings are as follows:

FINANCIAL ASPECTS OF THE
MUCANHA-VUZI COAL

DESCRIPTION	US$ 1,000	%
1. Sale net Incomme 3,067,000 m.t/year at US$60.00/t	184,020	100
2. Operational Costs Mining an Preparation	79,992	43
3. Freight (Mucanha-Vuzi - Beira port) 3,067,000 m.t./year x US$ 10,87	33,338	18
4. Net increase 1-(2+3)	70,690	39
5. Administrative and Selling Expenses	5,000	3
6. Operational Income	65,690	36

* Expenses with financings, depreciation and exhaustion of the mine, not included.

The project outline indicates that the operational result, before including the expenses with financing, depreciation and

exhaustion of the mine, is attractive in a financial point of view, producing enough currency to amortize financings and pay loan interests.

About the investments to be done, estimated in US$ 632,800,000,00, it was foreseen that US$ 82,800,000.00 will cover goods and services provided by Mozambique, while US$ 550,000,000.00 correspond to imports which are expected be financed by international development agencies and by capital suppliers.

It was considered, likewise the amortization term will be 20 years, assuming a grace period till the begining of the operation. It has been assumed interests tax from 5% to 10% a year. Deducing the inflation rates, the actual interests tax will be 5% a year.

If one considers the financing resources to be amortized each year around US$ 28,6 million, and that US$ 17,3 million will be the interests rates to be annually paid in the course of project amortization term, it can be seen the magnitude of the project as regard its financial aspects.

However, considering the positive operational income of US$ 65,960,000.00, less principal and interests amortization of US$ 45,000 million, the project financial income will come up around US$ 20,000,000.00 per year, very altractive to pay, by large, the Mozambican investiment costs shows present stage that the Project is interesting to continue the studies.

9.4 - Positive Influence on the Balance of Payment

The Mucanha-Vuzi project should constitute on of the most important support for the economic and social development of Mozambique.

It will created a new important interchange flow, increasing, this way the possibilities of cooperation among the countries demanding its coal.

With this respect, it is necessary to say the exports will be very significant for Mozambique, reaching an amount of US$ 184,000,000.00 of currency credits. The currency annual disbursements estimated in are US$ 84,000,000.00 a year, basically corresponding to payments of amortizations and loan interests, as well as with expenses on equipments and materials to be used in the exploitation of the mines. The positive influence of currency on the balance of payment should be, about US$ 100,000,000.00, what is socially relevant for Mozambique because of the generation of currency. Obviously when the production reach 6 million tons, this effect will substantiolly increased.

It is necessary to point out that the income resulting from the selling of steam coal has not been considered but in view of the transport costs of US$ 19.36/t, its sale will provide additional incomes wether the price per ton exceedes US$ 20.00. In addition, during the phase II it will be studied the possibility of reducing ash content to 20%, thus facilitating its selling in world market by higher prices.

Finally, it is also important to consider that an increase of coal production in the future, through the installation of new mines in Mucanha and Moatize aiming to reach 10 million tons of coal, annually(from which 6 million of the Mucanha region), the transport cost will be reduced to US$ 15.08/t, enlarging the income margin of the enterprise.