

PLANO DE DESENVOLVIMENTO DO COMPLEXO INDUSTRIAL E PORTUÁRIO DO PECÉM NA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL



**RELATÓRIO
FINAL**

VOLUME III

MARÇO 2006

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)

AGÊNCIA BRASILEIRA DE COOPERAÇÃO (ABC), MINISTÉRIO DAS RELAÇÕES EXTERIORES.

SEPLAN – SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO DO ESTADO DO CEARÁ

SDE – SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DO ESTADO DO CEARÁ (CIPP/GTP)

SEINFRA – SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA DO ESTADO DO CEARÁ

CEARÁPORTOS – COMPANHIA DE INTEGRAÇÃO PORTUÁRIA DO CEARÁ

RELATÓRIO FINAL

DO

ESTUDO

DO

PLANO DE DESENVOLVIMENTO DO COMPLEXO INDUSTRIAL

E PORTUÁRIO DO PECÉM

NA

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

VOLUME III

Março 2006

INTERNATIONAL DEVELOPMENT SYSTEM Inc. (IDS)

NIPPON KOEI Co., Ltd. (NK)

PREFÁCIO

Em resposta a uma solicitação do Governo da República Federativa do Brasil, o Governo do Japão decidiu realizar um estudo no Plano de Desenvolvimento do Complexo Industrial e Portuário do Pecém e confiou o estudo à Agência Internacional de Cooperação do Japão (JICA).

A JICA selecionou e despachou uma equipe de estudo encabeçada pelo Sr. Kobune, da *International Development System Inc.*, entre Fevereiro de 2005 e Março de 2006, composta pelas empresas *International Development System Inc.* e *Nippon Koei Co., LTD.*

A equipe manteve discussões com os órgãos oficiais do Governo da República Federativa do Brasil e realizou levantamentos de campo na área de estudo. Ao voltar ao Japão, a equipe realizou estudos adicionais e preparou este relatório final.

Eu espero que este relatório possa contribuir para a promoção deste projeto e para o aumento da relação amigável entre nossos dois países.

Finalmente, eu desejo expressar meu sincero reconhecimento aos órgãos oficiais do Governo da República Federativa do Brasil por sua estreita cooperação estendida ao estudo.

Março de 2006

KAZUHISA MATSUOKA,
Deputado Vice-presidente
Agência Internacional de Cooperação do Japão

CARTA DE TRANSMISSÃO

Março de 2006

Sr. Kazuhisa MATSUOKA
Deputado Vice-presidente
Agência Internacional de Cooperação do Japão

Prezado Sr. MATSUOKA,

É meu grande prazer submeter o Relatório Final do "Plano de Desenvolvimento do Complexo Industrial e Portuário do Pecém na República Federativa do Brasil".

O Grupo de Estudo composto pelas empresas *International Development System Inc.* e *Nippon Koei Co., LTD.*, realizou estudos na República Federativa do Brasil entre o período de fevereiro de 2005 a março de 2006 de acordo com o contrato com a Agência Internacional de Cooperação do Japão (JICA).

O Grupo de Estudo compilou este relatório, que propõe o plano de desenvolvimento de longo-prazo para o ano de 2022, o plano de desenvolvimento de curto-prazo para o ano de 2012 e o plano estratégico de administração portuária e o plano de operação para o Porto do Pecém, através de consultas com órgãos oficiais do Governo Federal, Governo do Estado do Ceará e outras autoridades interessadas.

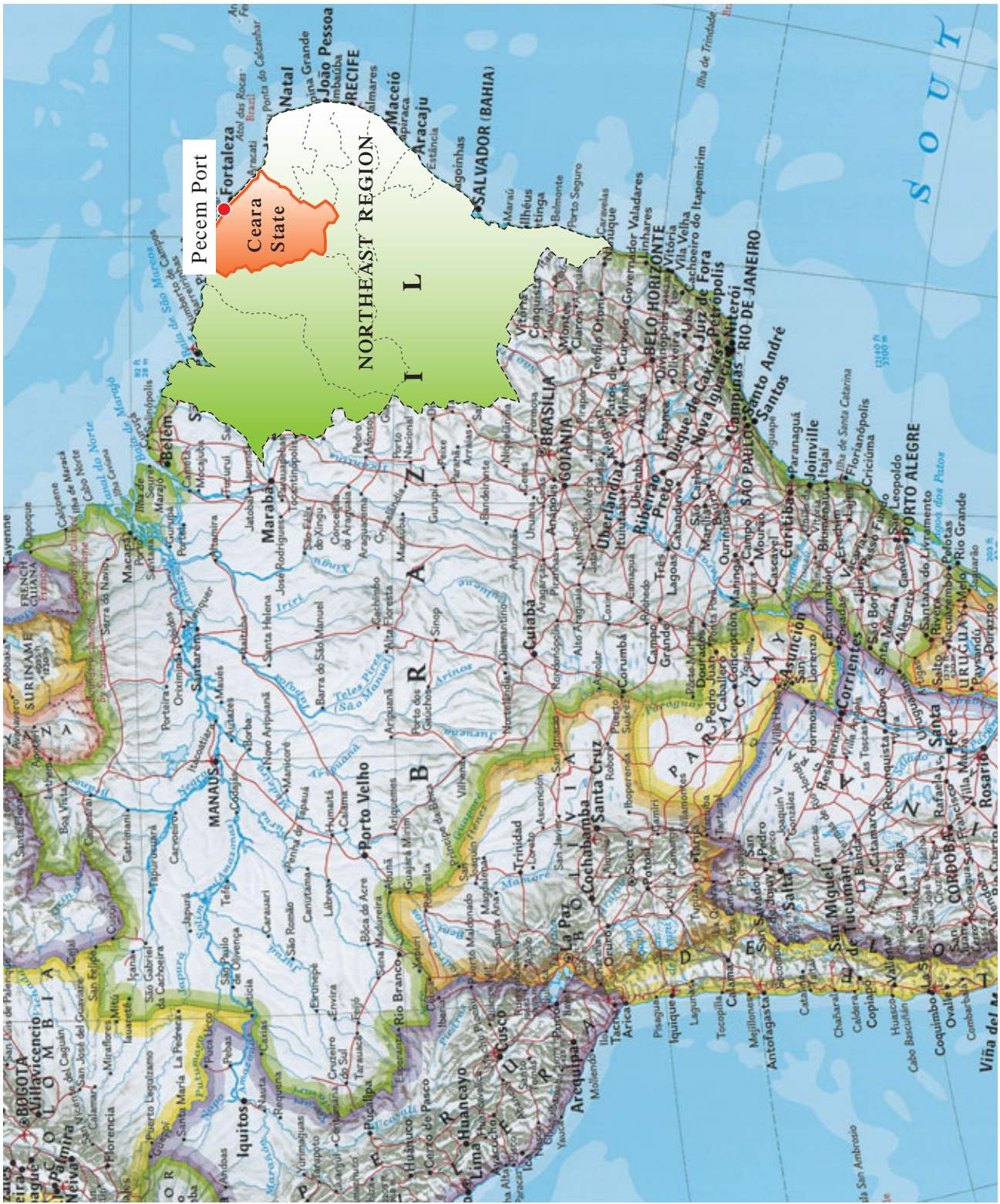
Em nome do Grupo de Estudo, eu gostaria de expressar minha estima sincera ao Governo Federal, Governo do Estado do Ceará e outras autoridades interessadas por sua cooperação, assistência, e hospitalidade sincera direcionadas ao Grupo de Estudo.

Nós também agradecemos muito à Agência Internacional de Cooperação do Japão, ao Ministério das Relações Exteriores, ao Ministério da Infra-estrutura e Transporte, e à Embaixada do Japão na República Federativa do Brasil por valiosas sugestões e assistência durante o curso do Estudo.

Sinceramente,



Koji KOBUNE,
Líder do Grupo
Plano de Desenvolvimento do Complexo Industrial e Portuário do Pecém
na República Federativa do Brasil



Mapa da localização do porto estudado



Porto d'Pecém e seus arredores

Abreviação

AAE	Avaliação Ambiental Estratégica
AAI	Avaliação Ambiental Inicial
ABC	Agência Brasileira de Cooperação
ABRATEC	Associação Brasileira dos Terminais de Contêineres de Uso Público
AL	Alagoas
AM	Amazonas
ANTAQ	Agência Nacional de Transportes Aquaviários
ANTT	Agência Nacional de Transportes Terrestres
AP	Amapá
ASEAN	Association of Southeast Asian Nations
ASSFAP	Associação das Famílias do Pecém
Av.	média
B/C	Custo/Benefício
b/d	Barris por dia
B/water	Quebra-mar
BA	Bahia
BACTSSA	buenos aires container terminal services S.A.
BEC	Banco estadual do Ceará
BNB	Banco do Nordeste do Brasil
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento
BOI	Board of Investment
BR-xxx	Designação das rodovias federais brasileiras
C.Y.	Container Yard
C/S	Central/South
c1	Tipo de produto Químico do Petróleo
c2+	Tipo de produto Químico do Petróleo
C3	Tipo de produto Químico do Petróleo
C4	Gasolina Crua
C5+	Tipo de produto Químico do Petróleo
CAGECE	Companhia de Água e Esgoto do Ceará
Cap	Capita
CCT	Colon Container Terminal
CE	Ceará
CE xxx	Designação das rodovias estaduais brasileiras
CEDIN	Conselho Estadual de Desenvolvimento Industrial
CEGAS	Companhia de Gás do Ceará
CFN	Companhia Ferroviária do Nordeste
CFS	Container Freight Station
FCTQ	Fator de Conversão para Trabalho Qualificado (FCTQ)
FCTN	Fator de Conversão para Trabalho Não-Qualificado (FCTN)
CGTF	Central Geradora Termelétrica Fortaleza
CHESF	Companhia Hidroelétrica do Rio São Francisco
CIF	Cargo, Insurance and Freight
CIPP	Complexo Industrial e Portuário do Pecém
CIS	Comunidade dos Estados Independentes
CMA CGM	Compagnie Maritime d'Affrètement & Compagnie Générale Maritime
CNT	Confederação Nacional do Transporte
COELCE	Companhia Elétrica do Ceará

COEMA	Conselho Estadual do Meio Ambiente
COGERH	Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CRAS	Coordenadoria Regional de Assistência Social
CSX-WT	CSX World terminals
CTO	Ceara Terminal Operator
CVM	Comissão de Valores Formuladatur
CVRD	Companhia Vale do Rio Doce
CVT	Centros Vocacionais Tecnológicos
DECON	Defesa do Consumidor
deg	grau
DETR	Departamento de Edificações, Rodovias e Transportes
DHN	DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO
DNER	Departamento Nacional de Estradas e Rodagem
DNIT	Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes
DRI	Direct Reduced Iron
DWT	Dead Weight Tonnage
E	Leste
EAS	Estudo Ambiental Simplificado
EDI	Electronic Data Interchange
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
EIRR	Taxa Interna de Retorno Econômico
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ENE	leste-nordeste
EPZ	Zona de Proteção
ES	Espirito Santo
ESE	leste-sudeste
EVA	Estudo de Viabilidade Ambiental
F/D	Pier flutuante
FAO	Food and Agriculture Organization
FDI	Fundo de Desenvolvimento Industrial
FIEC	Federação das Indústrias do Estado do Ceará
Fig.	Figura
FINOR	Fundo de Investimentos do Nordeste
FIRR	Taxa Interna de retorno Financeiro
FMR	Região Metropolitana de Fortaleza
FOB	Free On Board
FUNCEME	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
GASFOR	Gasoduto Fortaleza
GDP	Produto Interno Bruto
gis	Geographic Information System
GL	Nível do chão
GM	Metacentro ao centro de gravidade
GRT	Gross Registered Tonnage
GTP	Grupo de Trabalho Participativo
GW	Gigawatt
GWT	Porte bruto
H	Altura
H/Hi	Altura da onda ao ponto de interesse sobre a relação de altura da onda incidente

há	Hectare
HHWL	Mais alto nível d'água
HP	Cavalos potência
Hs	Altura da onda
HWL	Nível alto d'água
Hz	Hertz
IALA	International Association of Lighthouse Authorities
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
ICTSI	International Container Terminal Services Inc.
IDACE	Instituto de Desenvolvimento Agrário do Ceará
IDB	Inter-American Development Bank
IDM	Índice de Desenvolvimento Regional
IDS	International Development System
IMO	International Maritime Organization
INEMET	Instituto Nacional de Meteorologia
INPH	Instituto de Pesquisas Hidroviárias
IPECE	Instituto de Pesquisa e estratégia do Ceará
IR	Infra vermelha
ISPS	International Ship and Port Facility Security
J2	Jota Dois
JICA	Agência Japonesa de Cooperação Internacional
Kd	Coeficiente de estabilidade
kg	quilograma
KN	quilonewton
kV	quilovolt
KWh	Quilowatt por hora
Kxx	Raio de rotação
Lat	Latitude
LI	Licença de Instalação
LLDPE	Tipo de produto Químico do Petróleo
LLWL	Mais baixo Nível d'água
LNG	Gás Natural Liquefeito
LO	licença de Operação
LOA	Length Over All
Long	Longitude
LP	Licença Prévia
LPG	Gas de Petróleo Liquefeito
LT	Lifting Tonnage
LWL	Nível baixo d'água
m	metro
m/s	metro por segundo
m ³	metro cúbico
MA	Maranhão
Max	Máximo
MDF	Fibra de densidade Média
MG	Minas Gerais
MHWN	Mean Higher High Water Neap
MHWS	Mean Higher High Water Spring

MISC	Miscelaneo
MIT	Puerto manzanillo International Terminal
MLWN	Mean Lower Low Water Neap
MLWS	Mean Lower Low Water Springs
mm/ye	milímetro por ano
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MMBTU	Million British Thermal Units
MOL	Mitsui O.S.K. Lines, Ltd
MS	Mato Grosso do Sul
MSL	Mean Sea Level
MT	Mato Grosso
MTC	Manzanillo International Container terminal
MTI	Ministry of Trade and Industry
MW	Megawatt
N	Newton
N/A	Não disponível
NAVIS	Navy Automated Video Information System
NE	Nordeste
NGO	Organização não-governamental
NK	Nippon Koei
NNE	Norte-nordeste
NNW	Norte-nordoeste
NPV	Valor atual Net
Nqgc	Número
Nr	Número
Nrtg	Número de Transtêineres sob Pneus
Ns	Número de estabilidade
NUTEC	NÚCLEO DE TECNOLOGIA INDUSTRIAL DO CEARÁ
NVOCC	Non-Vessel Operating Common Carrier
NW	Nordoeste
O&M	Operations & Maintenance
OOCL	Orient Overseas Container Line
P&O	Peninsular & Oriental (shipping company)
PA	Pará
PAIF	Programa de Atenção Integral à Família
PB	Parnaíba
PCA	Plano de Controle Ambiental
PDR	Plano de Desflorestação Racional
PE	Pernambuco
PET	Polyethylene Terephthalate
PI	Piauí
PIANC	Permanent International Association of Navigation Congresses
PMF	Plano de Manejo Florestal
PP	Polypropileno
PPA	Plano Pluri Anual
Pqgs	Productividade do Transteiner de berço
PR	Paraná
PRAD	Plano de Recuperação de Áreas Degradadas
PROARES	Programa de Apoio às Reformas Sociais para o Desenvolvimento de
Crianças e	Adolescentes

PROVIN	Programa de Incentivo ao Desenvolvimento Industrial
Prtg	Produtividade de Transtêineres sob Pneus
PS&D	Production, Supply & Distribution
PU	Polyurethane
PVC	Polyvinyl Chloride
QSGC	Porteiner de berço
R\$	Real Brasileiro
RAA	Relatório de Auditoria Ambiental
RAS	Relatório Ambiental Simplificado
RCA	Relatório de Controle Ambiental
Re	Real Brasileiro
Rec	Recessão
REFAP	Refinaria Alberto Pasqualini
RIMA	Relatório de Impacto no Meio Ambiente
RJ	Rio de Janeiro
RLAM	Refinaria Landulpho Alves/Mataripe
RMF	Região Metropolitana de Fortaleza
RMG	Transteiner
RN	Rio Grande do Norte
RO	Roráima
RO/RO	Roll on/Roll off
RPBC	Refinaria Presidente Bernades/Cubatão
RS	Rio Grande do Sul
RTG	Transtêineres sob Pneus
S	Sul
S.B.R.	Styrene Butadiene Rubber
Samp	Amostra
SBF	Secretaria de Biodiversidade e Florestas
SC	Santa Catarina
SCA	Secretaria de Coordenação da Amazônia
SCF	Fator de Conversão Padrão
SDE	Secretaria do desenvolvimento Econômico
SE	Sergipe
SE	Sudeste
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SECULT	Secretaria da Cultura
SEINFRA	Secretaria de Infra-Estrutura
SEMACE	Superintendência Estadual do Meio Ambiente
SENAC	Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial
SEPLAN	SECRETARIA DO PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO
SESC	Serviço Social do Comércio
SINE	Sistema Nacional de Emprego
SOMA	Secretaria da Ouvidoria-Geral e do Meio Ambiente
SP	São Paulo
sq.m	Metro quadrado
SQA	Stevedore Service of America
SRH	Secretaria dos Recursos Hídricos
SSA	Stevedore Service of America
SSE	Sul-sudeste
SSW	Sul-sudoeste

SUDENE	Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste
SW	Sudeste
TECON	Terminal de Contêineres S.A.
TEP	Terminal de Embarque Temporário
TEU	Unidade de equivalência vinte pés
TOR	Termos de referência
Tp	Período de Onda
TP&E	Tarcísio Pinheiros & Economistas
TPA	Third Party Administrator
Troll	Período natural de arrebatção das ondas
TWH	Terawatt/hora
Tz	Período intermediário de onda
U	Velocidade de onda
U.S.A.	Estados Unidos da América
UFC	Universidade Federal do Ceará
ULCV	Ultra Large Container Vessel
US	United States of America
US\$	Dolar US
USBC	United States Border Control
USC	Usina Siderúrgica do Ceará
USDA	United States Department of Agriculture
UVA	Universidade do Vale do Acaraú
V	Volt
VAT	Taxa de Valor Agregado
Vb	Indefinido
Vel	Velocidade
VSL	Navio
VTMS	Serviços de Administração de Tráfego de Navio
WNW	oeste-noroeste
WSW	oeste-sudoeste
YB	Year Book
ZPMC	Shanghai Zhenhua Port Machinery Co., Ltd.

Índice (VOLUME III)

CAPÍTULO 9 PLANO DE DESENVOLVIMENTO DE CURTO PRAZO DO TERMINAL PORTUÁRIO DO PECÉM

9.1	Conceito Básico de Desenvolvimento do Terminal Portuário do Pecém	9 - 1
9.2	Análise da Capacidade do Porto	9 - 1
9.2.1	Propósito da Análise	9 - 1
9.2.2	Número Necessário de Berços	9 - 4
9.2.3	Capacidade de Armazenamento Necessária	9 - 5
9.2.4	Necessidade de um Pátio Ferroviário de Contêineres Dedicado.....	9 - 8
9.3	Plano de Melhoramento das Instalações Existentes	9 - 8
9.3.1	Extensão do Quebra-mar Existente	9 - 8
9.4	Plano de Expansão do Porto	9 - 8
9.4.1	Necessidade de Expansão do Porto	9 - 8
9.4.2	Terminais Marítimos	9 - 8
9.4.3	Dimensões Necessárias do Novo Canal de Acesso Marítimo e Bacias	9 - 11
9.4.4	Quebra-mares Necessários	9 - 12
9.4.5	Projeto de Layout da Instalação	9 - 12
9.4.6	Sistema de Movimentação de Carga	9 - 17
9.4.7	Novo Portão (<i>Gate</i>) e suas Operações.....	9 - 24
9.4.8	Projeto do Pátio Ferroviário de Contêineres	9 - 26
9.5	Estudo Hidráulico e Costeiro.....	9 - 27
9.5.1	Índice de Calmaria para o Plano de Desenvolvimento de Curto-prazo	9 - 27
9.5.2	Estudo do Impacto Costeiro	9 - 34
9.6	Projeto.....	9 - 37
9.6.1	Manual de Projeto, Normas e Códigos.....	9 - 37
9.6.2	Critério do Projeto	9 - 37
9.6.3	Projeto dos Quebra-mares	9 - 37
9.6.4	Projeto das Estruturas dos Berços	9 - 40
9.6.5	Projeto do Muro de Contenção Temporário	9 - 42
9.6.6	Projeto da Estrada Portuária Temporária na Fase I	9 - 44
9.6.7	Junção entre a Ponte de Acesso Existente e a Estrada Portuária.....	9 - 45
9.7	Estimativa de Custos	9 - 47
9.7.1	Estimativa de Custos	9 - 47
9.7.2	Cronograma de Construção	9 - 56
9.8	Plano de Implementação em Fases do Projeto de Curto Prazo	9 - 61
9.8.1	Extração de um Projeto	9 - 61
9.8.2	Componentes do Projeto de Curto Prazo	9 - 61
9.8.3	Definição do Investimento de Capital	9 - 62
9.8.4	Recursos Financeiros.....	9 - 62
9.8.5	Fases do Projeto de Curto Prazo	9 - 63
9.8.6	Projeto Urgente.....	9 - 63
9.8.7	Programação de Implementação do Projeto de Curto Prazo.....	9 - 68
9.8.8	Considerações Necessárias na Implementação do Projeto.....	9 - 68
9.8.9	Possibilidade de Movimentação de Grãos e GNL na Fase do Plano de Curto Prazo.....	9 - 69
9.9	Análise Econômica	9 - 70
9.9.1	Propósito e Metodologia da Análise Econômica.....	9 - 70

9.9.2	Pré-requisitos para a Análise Econômica	9 - 70
9.9.3	Preços econômicos	9 - 71
9.9.4	Benefício do Projeto.....	9 - 72
9.9.5	Custos do Projeto	9 - 73
9.9.6	Avaliação do Projeto	9 - 74
9.10	Análise Financeira	9 - 78
9.10.1	Propósitos e Metodologia da Análise Financeira.....	9 - 78
9.10.2	Pré-requisitos para a Análise Financeira	9 - 78
9.10.3	Rendas	9 - 79
9.10.4	Despesas	9 - 79
9.10.5	Avaliação dos Projetos	9 - 81

CÁPITULO 10 CONSIDERAÇÕES SOCIAIS E AMBIENTAIS PARA O PLANO DE DESENVOLVIMENTO A CURTO PRAZO

10.1	Generalidades	10 - 1
10.2	Autorização Ambiental	10 - 1
10.2.1	Processo de Licenciamento do Plano de Desenvolvimento a Curto Prazo.....	10 - 1
10.2.2	Expectativa do Conteúdo do Estudo Ambiental.....	10 - 4
10.3	Análise dos Itens de Impactos Significantes	10 - 11
10.3.1	Seleção de Itens Significantes	10 - 11
10.3.2	Linha Costeira	10 - 12
10.3.3	Qualidade da Água Marinha	10 - 17
10.3.4	Life Quality	10 - 24
10.4	Consultas e Participação Pública.....	10 - 36
10.4.1	Divulgação das Informações	10 - 36
10.4.2	Consulta das Partes Interessadas	10 - 36

Apêndice

Apêndice 2.1	ESTATÍSTICAS DAS ATIVIDADES SOCIO-ECONÔMICAS	A2 - 1
Apêndice 2.2	Situação atual de porto de Pecem e outros portos em região nordeste	A2 - 27
Apêndice 3.2	Distribuição Mensal da Frequência de Altura e Período de Ondas, e Altura de Ondas e Direção.....	A3 - 1
Apêndice 6.5.1	Índice de Calmaria para o Plano de Desenvolvimento a Oeste.....	A6 - 1
Apêndice 6.5.2	Índice de Calmaria no Pier No.0	A6 - 3
Apêndice 8.1	Avaliação das Condições Sociais	A8 - 1
Apêndice 8.2	Ata da Consulta às Partes Interessadas	A8 - 9
Apêndice 10.1	Ata da Consulta às Partes Interessadas	A10 - 1

Lista de Tabela (VOLUME III)

**CAPÍTULO 9 PLANO DE DESENVOLVIMENTO DE CURTO PRAZO DO
TERMINAL PORTUÁRIO DO PECÉM**

Tabela 9.2.1	Tamanhos de Navio e Alocação dos Berços.....	9 - 3
Tabela 9.2.2	Resumo das Capacidades de Estocagem Necessárias em 2012 no Terminal Portuário do Pecém.....	9 - 8
Tabela 9.4.1	Instalações Componentes do Projeto de <i>Layout</i> do Plano de Curto Prazo.....	9 - 13
Tabela 9.4.2	Previsão de Movimentação Anual de Contêineres em termos de TEU (Plano de Curto Prazo).....	9 - 18
Tabela 9.4.3	Unidades de Portêineres Necessárias.....	9 - 19
Tabela 9.4.4	Número Necessário de RTGs.....	9 - 22
Tabela 9.4.5	Número Estimado de Caminhões/Reboques Necessários.....	9 - 22
Tabela 9.4.6	Resumo do Número de Equipamentos de Movimentação de Contêineres no Curto Prazo.....	9 - 22
Tabela 9.4.7	Produtividade Bruta Média de Contêineres Cheios e Vazios.....	9 - 23
Tabela 9.4.8	Movimentação de Contêineres no Portão.....	9 - 24
Tabela 9.5.1	Dados de Entrada para Ondas Incidentes.....	9 - 28
Tabela 9.5.2	Dados de Entrada para Ondas Incidentes.....	9 - 28
Tabela 9.5.3	Índice de Calmaria para o <i>Layout</i> Proposto.....	9 - 34
Tabela 9.5.4	Equilíbrio de Sedimento para o Plano de Desenvolvimento de Curto-Prazo.....	9 - 36
Tabela 9.6.1	Altura de Ondas de Projeto (<i>Off-shore</i> e -18 m de profundidade).....	9 - 37
Tabela 9.6.2	Parâmetros de Solo de Projeto Preliminares.....	9 - 37
Tabela 9.6.3	Dimensões Representativas dos Quebra-mares de Berma.....	9 - 38
Tabela 9.7.1	Rocha a ser usada por tamanho e fase.....	9 - 48
Tabela 9.7.2	Uso do Concreto no Plano de Desenvolvimento de Curto-prazo.....	9 - 49
Tabela 9.7.3	O Detalhamento do Custo da Fundação de Estaca no Píer N.º 3.....	9 - 50
Tabela 9.7.4	Custo Preliminar do Projeto para o Plano de Desenvolvimento de Curto-prazo (1).....	9 - 52
Tabela 9.7.5	Custo Preliminar do Projeto para o Plano de Desenvolvimento de Curto-prazo (2).....	9 - 53
Tabela 9.7.6	Custo Preliminar do Projeto para o Curto-Prazo (1).....	9 - 54
Tabela 9.7.7	Custo Preliminar do Projeto para o Curto-Prazo (2).....	9 - 55
Tabela 9.7.8	Cronograma de Construção para o Plano de Curto-prazo.....	9 - 56
Tabela 9.7.9	Utilização das Rochas Durante a Fase II.....	9 - 57
Tabela 9.7.10	Projeção da Construção para o Plano de Curto-prazo.....	9 - 58
Tabela 9.8.1	Movimentações Anuais e Instalações Necessárias no Terminal Portuário do Pecém através dos Anos de 2012 e 2022.....	9 - 65
Tabela 9.9.1	Volume de Carga Convencional (000 t) como de 2012.....	9 - 70
Tabela 9.9.2	Volume de Carga de Contêiner como de 2012.....	9 - 71
Tabela 9.9.3	Fator de Conversão Padrão (FCP) do Brasil (2000 – 2004).....	9 - 71
Tabela 9.9.4	Diferença de Tarifa Estimada (por 1000 t) de Graneleiro de 15,000 DWT.....	9 - 73
Tabela 9.9.5	Saving in Sea Transportation Costs of Year 2012.....	9 - 73
Tabela 9.9.6	Investment Costs for Economic Analysis.....	9 - 73
Tabela 9.9.7	Estimated Personnel Cost.....	9 - 76

Tabela 9.9.8	Economic Internal Rate of Return (EIRR) of Short Term Plan	9 - 77
Tabela 9.10.1	Port Revenue Estimates of Year 2012	9 - 79
Tabela 9.10.2	Investment Costs for Financial Analysis	9 - 80
Tabela 9.10.3	Financial Internal Rate of Return (FIRR) of Short Term Plan	9 - 82

CÁPITULO 10 CONSIDERAÇÕES SOCIAIS E AMBIENTAIS PARA O PLANO DE DESENVOLVIMENTO A CURTO PRAZO

Tabela 10.3.1	Seleção dos Itens Significantes	10 - 12
Tabela 10.3.2	Comparação de Medidas	10 - 14
Tabela 10.3.3	Posição das Amostras	10 - 18
Tabela 10.3.4	Resultados de Temperatura, Salinidade, pH e DO	10 - 19
Tabela 10.3.5	Conteúdo de matéria orgânica, BOD, COD e óleo e graxa.....	10 - 20
Tabela 10.3.6	Concentrações de Traços de Metais	10 - 21
Tabela 10.3.7	Comparação entre concentrações de elementos nos sedimentos da área de influência do Porto do Pecém e nos sedimentos de outras regiões da plataforma continental brasileira.....	10 - 22
Tabela 10.4.1	Consulta das Partes Interessadas	10 - 37

Lista de Figura (VOLUME III)

**CAPÍTULO 9 PLANO DE DESENVOLVIMENTO DE CURTO PRAZO DO
TERMINAL PORTUÁRIO DO PECÉM**

Figura 9.2.1	Número de Navios na Espera para Atracação no Terminal Portuário do Pecem	9 - 4
Figura 9.2.2	Número de Contêineres Estocados no Pátio	9 - 5
Figura 9.2.3	Áreas de Pátios Abertos e Estocagem de Trânsito Cobertas Necessárias	9 - 7
Figura 9.4.1	Projeto de <i>Layout</i> da Instalação no Plano de Desenvolvimento de Curto Prazo.....	9 - 14
Figura 9.4.2	Projeto de <i>Layout</i> do Terminal de Contêineres (Escala 1:2.500)	9 - 15
Figura 9.4.3	Projeto de <i>Layout</i> do Terminal de Múltiplo-Uso (Escala 1:3.500)	9 - 16
Figura 9.4.4	Planta de <i>Layout</i> das Instalações de um Novo Portão(Escala 1:500)	9 - 25
Figura 9.4.5	Planta <i>Layout</i> do Plano das Instalações dum Novo Portão.....	9 - 26
Figura 9.4.6	Planta de <i>Layout</i> das Instalações do Pátio Ferroviário de Contêineres.....	9 - 27
Figura 9.5.1	Estudo do <i>Layout</i> dos Quebra-mares e Pontos de Estimativa.....	9 - 28
Figura 9.5.2	Diferença no Comprimento do Quebra-mar Leste.....	9 - 30
Figura 9.5.3	Diferença no Comprimento do Quebra-mar Norte	9 - 31
Figura 9.5.4	Índice de Calmaria no Berço de Contêiner	9 - 32
Figura 9.5.5	Índice de Calmaria nos Píeres N. ° 1 a N. ° 3	9 - 33
Figura 9.5.6	Linha da Costa Prevista para o Plano de Desenvolvimento de Curto-Prazo	9 - 35
Figura 9.5.7	Comparação Mudança da Linha da Costa para cada <i>Layout</i>	9 - 36
Figura 9.6.1	Quebra-mares Oeste e Sul (Tipo de Berma)	9 - 39
Figura 9.6.2	Trecho do <i>Seawall</i> (Tipo de Berma)	9 - 39
Figura 9.6.3	Quebra-mar Principal (Tipo Convencional).....	9 - 39
Figura 9.6.4	Berço de Múltiplo-uso e Frutas (- 16 m) (píer N. ° 3) (Píer de Estacas Verticais)	9 - 41
Figura 9.6.5	Berço de Contêiner (-16 m) (Tipo Caixaõ)	9 - 42
Figura 9.6.6	Localização do Muro de Contenção Temporário	9 - 43
Figura 9.6.7	Seção Transversal Típica do Muro de Contenção	9 - 43
Figura 9.6.8	Localização da Estrada Portuária Temporária (Tipo de Enrocamento).....	9 - 44
Figura 9.6.9	Seção Transversal Típica da Estrada Portuária Temporária.....	9 - 44
Figura 9.6.10	Localização da Junção.....	9 - 45
Figura 9.6.11	Representação da Junção.....	9 - 45
Figura 9.6.12	Traçado para o Semi-Reboque	9 - 46
Figura 9.6.13	Junção.....	9 - 46
Figura 9.7.1	Progresso no Trabalho de Implementação (Fase I)	9 - 59
Figura 9.7.2	Progresso no Trabalho de Implementação (Fase II).....	9 - 60
Figura 9.8.1	Projeto de <i>Layout</i> das Instalações do Píer 3 para Movimentação de Contêineres.....	9 - 65
Figura 9.8.2	Projeto de <i>Layout</i> das Instalações do Projeto Urgente.....	9 - 67
Figura 9.8.3	Possíveis Locais para o Berço de GNL (A e B)	9 - 69

CÁPITULO 10 CONSIDERAÇÕES SOCIAIS E AMBIENTAIS PARA O PLANO DE DESENVOLVIMENTO A CURTO PRAZO

Figura 10.3.1	Impacto Causado pelo Porto Atual.....	10 - 12
Figura 10.3.2	Impacto Causado pelo Projeto de Expansão	10 - 13
Figura 10.3.3	Imagem do Transporte de Sedimentos	10 - 15
Figura 10.3.4	Modelo do Sistema de Monitoramento Revisado	10 - 16
Figura 10.3.5	Pontos de Amostragem.....	10 - 18
Figura 10.3.6	Rota Turística da Costa Oeste, Estado do Ceará	10 - 28
Figura 10.3.7	Atrações turísticas na Área de Influência.....	10 - 29

CAPÍTULO 9 PLANO DE DESENVOLVIMENTO DE CURTO PRAZO DO TERMINAL PORTUÁRIO DO PECÉM

9.1 Conceito Básico de Desenvolvimento do Terminal Portuário do Pecém

O Plano de Desenvolvimento de Curto Prazo foi elaborado como a primeira fase dentro da estrutura do Plano de Desenvolvimento de Longo Prazo proposto como o alvo e diretriz para as fases de desenvolvimento (ver Seção 6.8 do Capítulo 6). O Plano de Curto Prazo inclui o projeto proposto (ver Seção 9.8) para o qual a viabilidade foi avaliada dos pontos de vista da economia nacional e viabilidade financeira (ver Seções 9.9 e 9.10).

O Plano de Desenvolvimento de Curto Prazo pressupõe o ano alvo de 2012 como uma condição determinada. Nesta condição, o Plano de Desenvolvimento de Longo Prazo foi dividido em duas fases levando em consideração vários aspectos como: o tamanho e configuração de todo o plano e a melhor alocação dos recursos financeiros durante o período analisado para os trabalhos de construção. A primeira fase corresponde ao que foi nomeado como Plano de Desenvolvimento de Curto Prazo e a segunda fase corresponde a porção restante do Plano de Desenvolvimento de Longo Prazo. O ano alvo da segunda fase do Plano deve ser 2022, ou antes.

A partir do exposto acima, foi proposto o seguinte conceito de desenvolvimento do Terminal Portuário do Pecém:

A partir do exposto anteriormente, foi proposto o seguinte conceito de desenvolvimento do Terminal Portuário do Pecém:

Plano de expansão

- Estabelecimento de novos terminais marítimos;
- Construção de novos quebra-mares;
- Criação de um novo canal de acesso e bacias;
- Instalação de novos ramais ferroviários;

Plano de Desenvolvimento dentro da Área Atual do Porto

- Extensão dos quebra-mares existentes (quebra-mar localizado a oeste e quebra-mar localizado ao sul);

9.2 Análise da Capacidade do Porto

9.2.1 Propósito da Análise

A análise da capacidade do porto foi feita assumindo-se que sua expansão e o desenvolvimento das instalações existentes propostas no Plano de Curto Prazo serão completados até o ano alvo de 2012. O mesmo modelo de simulação computacional usado na elaboração do Plano de Longo Prazo foi aplicado (recorrer a Seção 6.1 do Capítulo 6).

A análise de capacidade foi feita de acordo com os dois propósitos principais seguintes:

- Avaliar o número necessário de berços;
- Avaliar as áreas de armazenamento necessárias;

As condições de alocação de berços, por tipo de navio, usadas na simulação são apresentadas na Tabela 9.2.1.

9.2.2 Número Necessário de Berços

(1) Berços de Múltiplo-Uso

Os três berços seguintes foram planejados como “berços de múltiplo-uso” para a movimentação de carga geral incluindo produtos de aço e cimento em sacos; e granéis sólidos, com exceção das pelotas de ferro. De acordo com o planejado, as frutas frescas serão movimentadas no Berço N° 3 do Píer 3 com um armazém refrigerado atrás do berço.

- Berço N° 2 no Pier 1 (berço existente)
- Berços N° 1 e N° 2 no Pier 3 (novos berços planejados)

De acordo com os resultados da simulação, o nível de serviço das instalações *off-shore* em 2012 será de 4,4%, com as condições de alocação de berços demonstradas na Tabela 9.2.1 para uma movimentação anual de 2 milhões de toneladas das cargas mencionadas acima, o que satisfaz o critério adotado de 10% de nível de serviço.

Por outro lado, se o número de novos berços planejados como berços de múltiplo-uso é reduzido de dois para um, o nível de serviço das instalações *off-shore* salta para 13,6%, excedendo o nível de serviço aceitável de 10%. E se o número dos novos berços planejados for reduzido mais adiante de um para zero, o nível de serviço das instalações *off-shore* atinge 324,8%, excedendo amplamente o nível de serviço aceitável de 10%, observando-se um número considerável de navios esperando para atracar devido à saturação em termos de capacidade do berço (ver Figura 9.2.1). Assim, o número ótimo de novos berços foi determinado como dois.

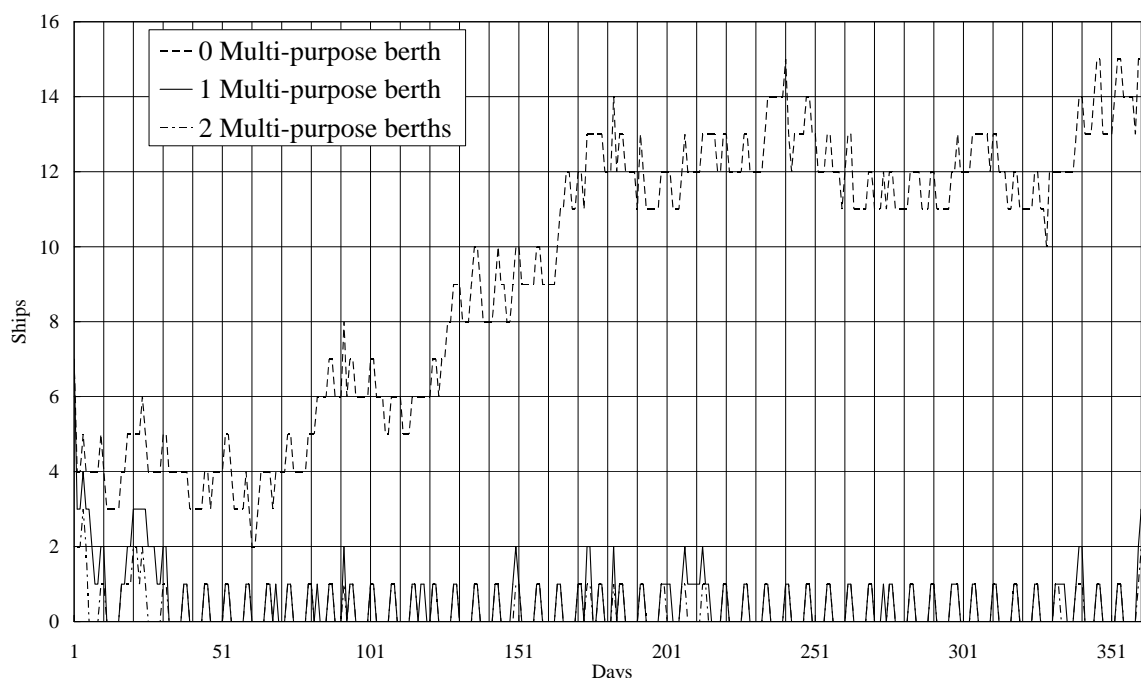


Figura 9.2.1 Número de Navios na Espera para Atracação no Terminal Portuário do Pecem

(2) Berço de Contêineres

Na fase do Plano de Curto Prazo, foi planejado um berço de contêineres com um comprimento de 540m que deverá receber 447.000 TEUs no ano alvo de 2012. Os tamanhos representativos dos navios de projeto estão na faixa de 170m - 347m em LOA (Comprimento Total) e 25m - 43m de largura (recorrer a Tabela 9.2.1). Conseqüentemente, um berço com este comprimento poderia receber um navio de linha-principal e um navio de cabotagem simultaneamente. Na simulação assumiu-se que a programação de chegada dos navios de contêiner seria na base de serviços semanais por rota de navegação e que seriam instalados portêineres para as operações, assim, foi verificado que o comprimento do berço é adequado para atender a movimentação de contêineres supracitada no ano alvo sem a ocorrência de espera de navios.

9.2.3 Capacidade de Armazenamento Necessária

Usando o modelo de simulação, as capacidades de armazenamento necessárias em 2012 foram estimadas por tipo de carga, com as mesmas condições mencionadas na Seção 6.1.3 do Capítulo 6, e foram comparadas com as capacidades de armazenamento existentes.

Contêineres

A flutuação resultante do número de contêineres estocados no pátio é mostrada na Figura 9.2.2.

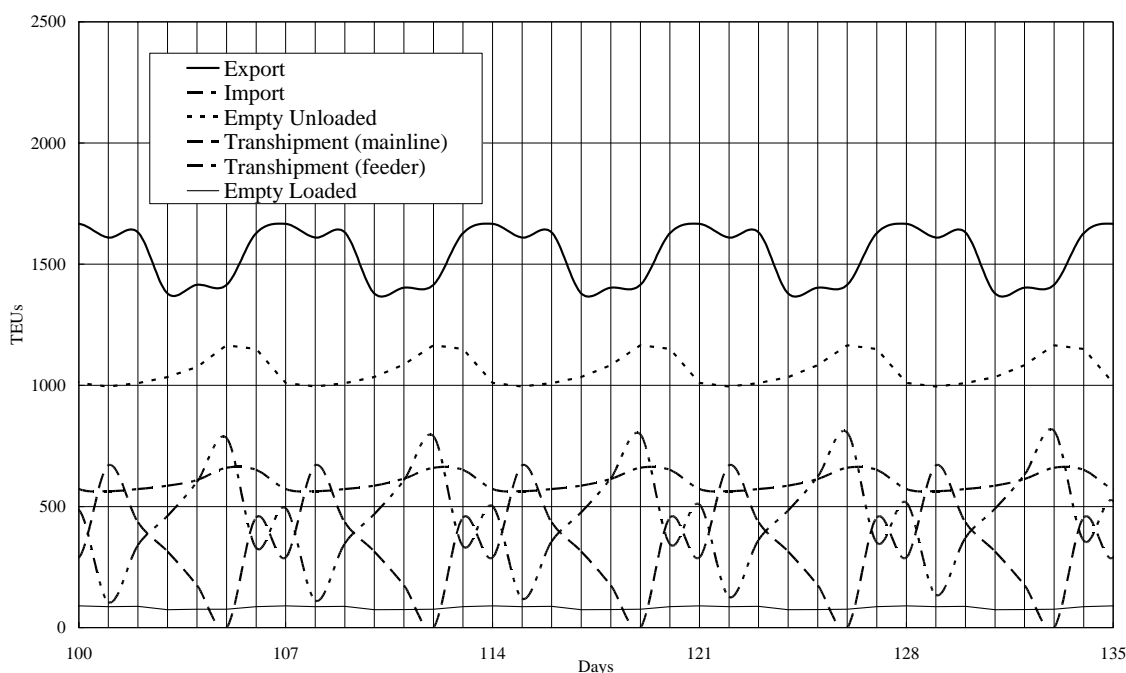


Figura 9.2.2 Número de Contêineres Estocados no Pátio

De acordo com o resultado da simulação, foram computadas as capacidades necessárias de estocagem de contêineres e o número de células (*ground slots*) correspondentes (parâmetro de perda: 1,25), na condição de utilização do sistema de transtêineres sob pneus (RTG), como segue:

Categoria de Contêiner	Capacidade Necessária (TEUs)	Altura	Células Exigidas
Exportação (Cheio)	1.666	3.8	548
Importação (Cheio)	660	3.5	236
Transbordo (Linha principal)	670	3.8	220
Transbordo (Alimentadora)	812	3.8	267
Vazio (Desembarcado)	1.165	4.0	388
Vazio (Embarcado)	90	4.0	30
	5.063		1.663

Conforme mostrado acima, em 2012, a capacidade de estocagem de contêineres necessária e o número de células (*ground slots*) são estimados em 5.100 e 1.700, em termos de TEUs, respectivamente.

Por outro lado, a capacidade atual de estocagem de contêineres do Terminal Portuário do Pecém é de aproximadamente 8.900 TEUs. Considerando-se o "Parâmetro de Perda" mencionado acima, para estimar a capacidade atual necessária que atende diferentes serviços das linhas de navegação, tem-se que o valor desta capacidade é de aproximadamente 7.100 TEUs na condição atual de sistema de Movimentação utilizando reach-stackers. Entretanto, em 2012, o pátio aberto destinado ao armazenamento de carga geral, temporariamente usado para estocagem de contêineres como mostrado na tabela abaixo, blocos A-F e R-U, precisa ser destinado à armazenagem de produtos de aço (principalmente chapas grossas). Reduzindo-se este espaço da capacidade atual, tem-se que a capacidade estimada de estocagem de contêineres é de, aproximadamente, 4.500 TEUs (5.643 TEUs/1.25) (ver Tabela 5.2.2 na Seção 6.1.3 do Capítulo 6).

Assim, comparando-se com a capacidade exigida de, aproximadamente, 5.100 TEUs em 2012, como mencionado acima, a capacidade de estocagem de contêineres precisa ser ampliada através da preparação de novo pátio de estocagem ou a introdução de um novo sistema de empilhamento de contêineres, nominalmente o sistema de transtêineres sob pneus (RTG).

Carga Geral

A flutuação resultante das áreas necessárias de pátios abertos e armazéns de trânsito em 2012 é mostrada na Figura 9.2.3.

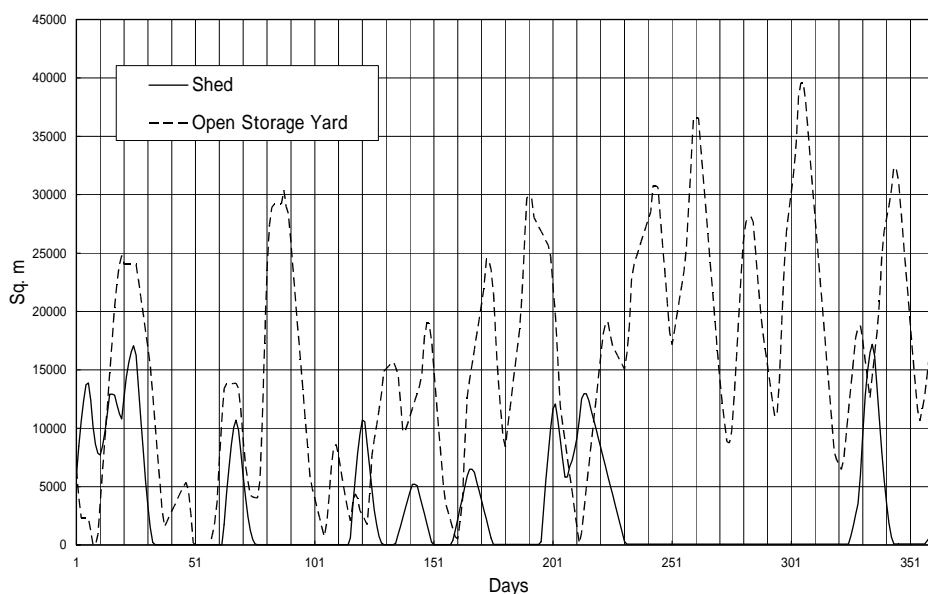


Figura 9.2.3 Áreas de Pátios Abertos e Estocagem de Trânsito Cobertas Necessárias

De acordo com o resultado da simulação mostrado na figura anterior, as áreas de armazenamento necessárias levando em consideração o parâmetro de perda (1.25) são as seguintes:

<u>Tipo de Armazenagem</u>	<u>Área (m²)</u>
Pátio Aberto	49.500
Armazém de Trânsito	21.500

Para a armazenagem aberta, 100.000m² do pátio existente serão suficientes para a necessidade indicada em 2012. Por outro lado, sobre a armazenagem de trânsito, 15.000m² do espaço existente serão insuficientes em 2012, tanto para carga convencional como para a carga tipo CFS. Considerando-se que 2.000m² da área de piso existente são alocados para CFS, novos espaços de armazenagem de trânsito com um total de 8.500m² de área deverão estar preparados em 2012.

A partir do exposto acima, as capacidades de armazenamento adicionalmente necessárias em 2012 estão resumidas na Tabela 9.2.2.

Tabela 9.2.2 Resumo das Capacidades de Estocagem Necessárias em 2012 no Terminal Portuário do Pecém

Carga Armazenada		Capacidade de Armazenamento				Área de Armazenamento Adicionalmente Necessária (m ²)
Categoria	Movimentação Anual ('000 t/TEUs)	Unidade	Existente	Necessário	Saldo	
Coque	120	t	0	33.885	-33.885	16.100
Carga Geral	1842	m ² (pátio aberto)	100.000	49.485	50.516	-
		m ² (armazenagem de trânsito)	13.000	21.489	-8.489	8.489
Frutas Frescas	227	t	0	5.044	-5.044	5.521
Contêineres (Pátio)	447	TEUs (Pátio)	4.200	5.100	-900	-
		m ² (CFS)	2.000	1.844	156	-

Fonte: Estimado pela Equipe de Estudo JICA

9.2.4 Necessidade de um Pátio Ferroviário de Contêineres Dedicado

Os ramais ferroviários existentes estão localizados em frente aos armazéns existentes No.1 e No. 2. Estes ramais foram originalmente projetados para o transporte de carga geral trazida de/para os armazéns. Desta forma, ramais com acesso ao pátio de contêineres devem ser instalados a partir da linha ferroviária de acesso existente.

9.3 Plano de Melhoramento das Instalações Existentes

9.3.1 Extensão do Quebra-mar Existente

Foi proposta a extensão do quebra-mar ocidental existente por 300 m para reduzir a agitação causada pelas ondas, especialmente as do tipo *swell*, em frente aos Píeres N^{os}.1 e 3. Pela extensão, a probabilidade de ocorrência da penetração de ondas que não excedem 50 cm crescerá do nível atual de 89,7% para 95,8% na extremidade do píer N^o 1 (ver Seção 6.5 do Capítulo 6). A probabilidade em frente ao Pier N^o 3 foi estimada em 95,9%.

9.4 Plano de Expansão do Porto

9.4.1 Necessidade de Expansão do Porto

Para atender a demanda prevista de aumento na capacidade de movimentação de carga na fase do Plano de Curto Prazo, é necessário ampliar a capacidade do porto. A nova área off-shore do porto precisa ser localizada ao leste da área existente dentro da estrutura do Plano de Desenvolvimento de Longo Prazo.

9.4.2 Terminais Marítimos

O número, tamanho e tipo de terminais marítimos necessários na área de expansão do porto foram determinados através de simulação computacional. No primeiro passo, foi adotado um número, tamanho e tipo de terminais qualquer e então foi verificado se o nível de serviço exigido era satisfeito. Se não satisfizessem, diferentes valores eram determinados para ensaios de simulação adicional. Após um processo de tentativa e

erro, eventualmente, foram determinados o número, escala e tipo de terminais marítimos ótimos, como mostrado a seguir.

(1) Terminal de Contêineres *Off-Shore*

Foi planejada a instalação de um terminal de contêineres off-shore. As dimensões principais do navio de contêineres de projeto, do tipo Post-Panamax, são:

- Capacidade de 9.200 TEUs;
- Comprimento: 347 m;
- Calado Máximo: 14,5 m;
- Boca: 46 m

Existem duas razões principais na preparação de um terminal de contêineres off-shore completo. Uma é destinar o Pier 1 à movimentação de pelotas de minério de ferro e produtos de aço após o início das operações da siderúrgica. A outra é aumentar a eficiência na movimentação de contêineres pela instalação de portêineres e diminuição da distância percorrida entre o cais e o pátio de contêineres, e pelo aumento do nível de serviço operacional na movimentação de contêineres refrigerados através da instalação de tomadas *reefer* perto do cais de embarque.

As principais instalações e equipamentos (ver Seção 6.4.6) são:

- Berço
Comprimento: 540 m;
Profundidade: 16 m;
- Portêineres no Cais
Número de unidades: 2;
Alcance Frontal: 50 m (18 filas);
Alcance Anterior: 16m;
Distância entre trilhos: 30 m;
- Transtêineres sob pneus (RTG)
Número de unidades: 4;
Especificação: 4 de altura com o quinto espaço liberado para movimentação;
Distância entre rodas: 23,47 m;
- Área do Terminal
Comprimento: 540 m;
Largura: 300 m;
Área: 16,2 ha;
- Faixa de Cais:

Comprimento: 540 m;

Largura: 57 m;

Área: 3,1 ha;

- Pátio de Estocagem de Contêineres

Comprimento: 450 m;

Largura: 243 m;

Área: 10,9 ha;

Células (*Ground slots*): 2.472 TEUs

Contêineres Secos: 2.340 TEUs

Contêineres Refrigerados: 432 TEUs

Capacidade de Estocagem: 10.656 TEUs

Contêineres Secos: 9.360 TEUs

Contêineres Refrigerados: 1.296 TEUs

Tomadas para Contêineres Refrigerados: 648 Unidades

(2) Terminal de Múltiplo-Usos *Off-shore*

Foi planejada a instalação de um terminal de múltiplo-uso *off-shore* equipado com armazéns de trânsito bem atrás de seus berços no Pier N° 3 (com um comprimento de 680m e uma largura de 100m). As dimensões principais do navio cargueiro de projeto, do tipo Handy-size, para produtos de aço, etc. são:

- 45.000 DWT;
- Comprimento: 186 m;
- Calado Máximo: 11 m;
- Boca: 30,4m;

Existem duas razões principais para instalação de um Terminal de Múltiplo-uso *Off-shore*. Uma é receber a carga geral, tal como os produtos do aço, excedentes do Píer 1. A outra é aumentar a eficiência da movimentação de carga geral através da instalação de armazéns de trânsito atrás dos berços, dentro da distância de manobra das empilhadeiras tipo garfo (15 m da face do berço), conseqüentemente reduzindo a atual movimentação dobrada observada nas operações tanto do Píer 1 como do armazém existente em terra.

As instalações principais são:

- Berço
Comprimento: 520 m;
Profundidade: 16 m
- Armazéns de trânsito

Número de instalações: 1;
Comprimento: 150 m por unidade;
Largura: 50 m;
Área Construída: 7.500 m²;

(3) Terminal de Frutas *Off-shore*

A única maneira de se receber navios refrigerados é através da preparação de um terminal equipado com armazenamento refrigerado atrás do berço. Desta forma, foi planejado a instalação de um terminal de frutas *off-shore*. As dimensões principais do navio refrigerado de projeto são:

- 6.100 DWT
- Comprimento: 134 m;
- Calado Máximo: 7,6 m;
- Boca: 15,8 m;

As instalações principais são:

- Berço
Comprimento: 160 m;
Profundidade: 16 m;
- Armazenamento refrigerado
Comprimento: 110 m;
Largura: 50 m;
Área Construída: 5.500m²;

9.4.3 Dimensões Necessárias do Novo Canal de Acesso Marítimo e Bacias

(1) Necessidade de um Novo Canal de Acesso Marítimo

Para se ter acesso à nova área *off-shore* do porto a ser expandida na direção leste, é necessário criar um novo canal de acesso. Verificou-se pela simulação computacional que um canal de acesso de mão única é suficiente.

(2) Alinhamento

Considerando-se a distribuição estatística das direções de onda fora do porto, a direção do canal de N 0° foi julgada adequada.

(3) Largura

A largura do fundo do canal de acesso de mão única planejado foi projetada a partir da aplicação das normas predominantes, incluindo o Manual PIANC, para as principais dimensões representativas dos navios de projeto. Para projetar o canal de acesso, foi considerado o navio porta-contêiner do tipo ULCV (*Ultra Large Container Vessel*) com uma boca de 57 m (22 filas) e comprimento de 381 m. De acordo com o Manual

PIANC, a largura necessária do canal foi estimada em 210 m. (ver Seção 6.3.3 (3) do Capítulo 6).

Por outro lado, de acordo com o método do ângulo de desvio ($\text{ângulo} = 15^\circ$, $L = 381$ m, $B = 57$ m) a largura necessária do canal de acesso é de 211 m, praticamente o mesmo valor do Manual PIANC. Assim, neste estudo, foi adotado o valor de 210 m para a largura de fundo planejada do canal de acesso marítimo.

(4) Profundidade da água

As profundidades da água do canal de acesso de mão única e das bacias, dentro da área do porto expandida protegida pelos quebra-mares, foram projetadas pela aplicação das normas predominantes, incluindo PIANC, para as principais dimensões representativas dos navios de projeto. De acordo com o Manual PIANC, a profundidade da água de 16 m é necessária pela aplicação de um fator multiplicador de 1.1 para o calado de projeto de 14,5 m nas bacias internas. Por outro lado, são necessárias profundidades da água de 16,5 m no mar aberto, de acordo com o método recentemente desenvolvido no Japão que considera movimentos do navio (ver Seção 6.3.3 (4) do Capítulo 6).

(5) Bacia de Evolução

A bacia de evolução dentro da área expandida do porto protegida pelos quebra-mares foi projetada para proporcionar um círculo de manobra com um diâmetro duas vezes maior do que o comprimento do navio de projeto. O comprimento máximo entre os navios de projeto é de 381 m. Assim, um diâmetro de 760 m para o círculo de manobra foi considerado no projeto da bacia de evolução.

(6) Bacia para Barcos de Serviço do Porto

A bacia para os barcos de serviço do porto, incluindo rebocadores, lancha da praticagem e barcos de pesquisa, foi planejada para manter o índice de calmaria necessário para estes barcos menores, através da construção de quebra-mares secundários. As dimensões principais do barco de projeto são:

- Comprimento: 33 m
- Calado (a partir do final do propulsor): 3,6 m
- Boca: 10 m
- Motores principais: 4.200 HP no total

9.4.4 Quebra-mares Necessários

São necessários quebra-mares para a nova área *off-shore* do porto, protegendo o canal interno, as bacias de evolução e os berços. Os novos quebra-mares devem ser localizados de forma a impedir as ondas do mar aberto de penetrarem às águas do porto vindas da direção ENE como as ondas do tipo *wind (sea)* e do NE como as ondas *swell* (ver Seção 9.5.1 (4)).

9.4.5 Projeto de Layout da Instalação

A área de expansão do porto *off-shore* no Plano de Curto Prazo foi planejada para ser localizada ao leste da área do porto *off-shore* existente, dentro da estrutura do Plano

de Desenvolvimento de Longo Prazo (ver Figura 9.4.1). Os componentes principais do Plano estão apresentados na Tabela 9.4.1.

Tabela 9.4.1 Instalações Componentes do Projeto de *Layout* do Plano de Curto Prazo

Componentes		Dimensões	
Canal de Acesso	Largura do Fundo (m)	210	
	Profundidade da Água (m)	16,5	
Bacias	Profundidade da Água (m)	16	
Quebra-Mares	Quebra-Mar principal trecho norte (m)	1.220	
	Quebra-Mar principal trecho leste (m)	570	
	Quebra-Mar secundário (m)	620	
	Quebra-Mar oeste (extensão) (m)	300	
	Total (m)	2.710	
Muro de Contenção	Comprimento (m)	270	
Terminais Marítimos	Terminal de Contêineres	Comprimento do Berço (m)	540
		Profundidade da Água (m)	16
	Terminal de Múltiplo-Uso	Comprimento do Berço (m)	520
		Profundidade da Água (m)	16
		Armazéns de Trânsito (1.000 m ²)	7,5
	Terminal de Frutas	Comprimento do Berço (m)	160
		Profundidade da Água (m)	16
		Armazenagem refrigerada (1.000 m ²)	5,5
	Uso de terra para expansão (ha)	Área do Terminal (<i>off-shore</i>)	25,0
Área do Terminal (terra)		11,1	
Total		36,1	

Fonte: Equipe de Estudo JICA

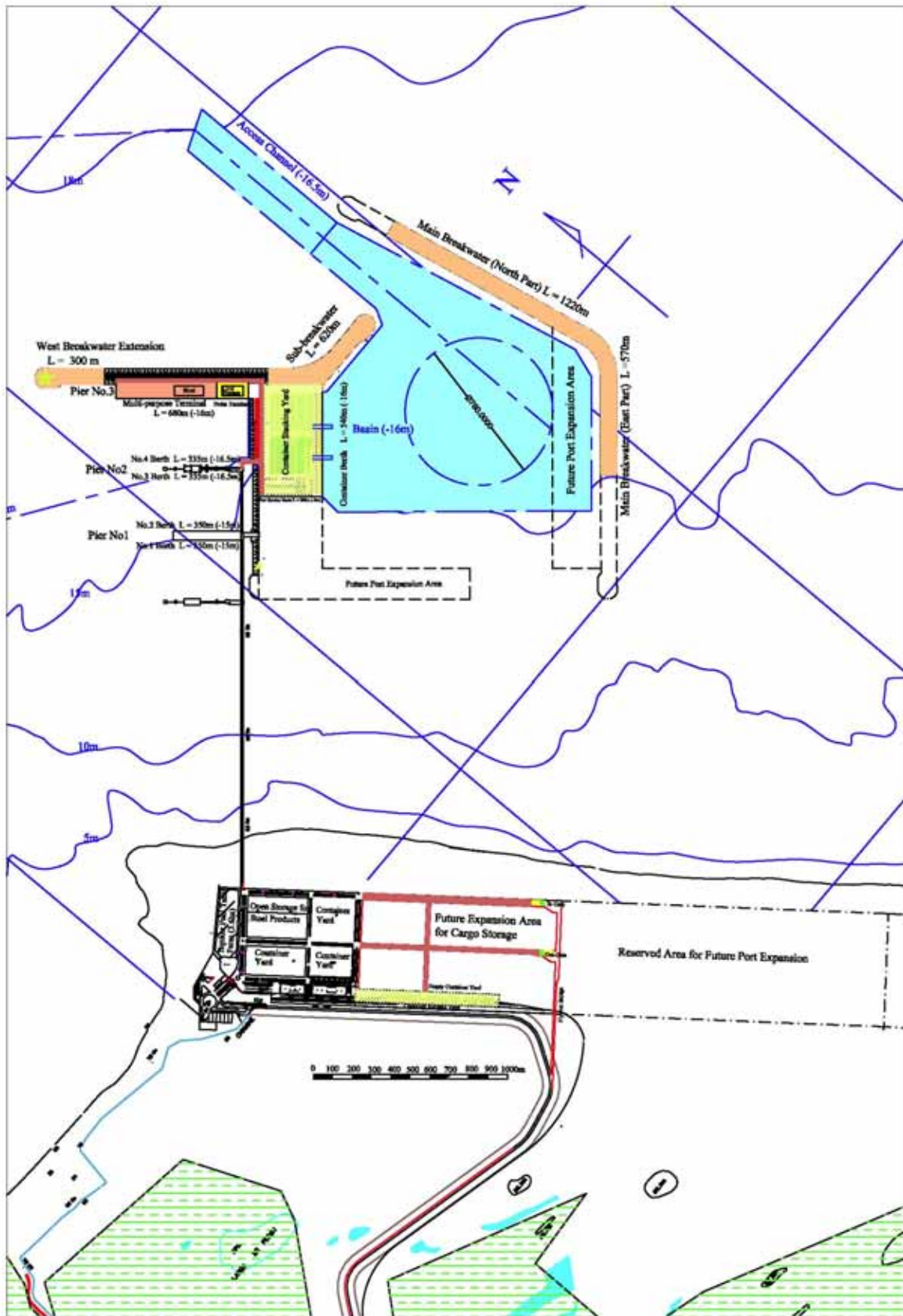


Figura 9.4.1 Projeto de *Layout* da Instalação no Plano de Desenvolvimento de Curto Prazo

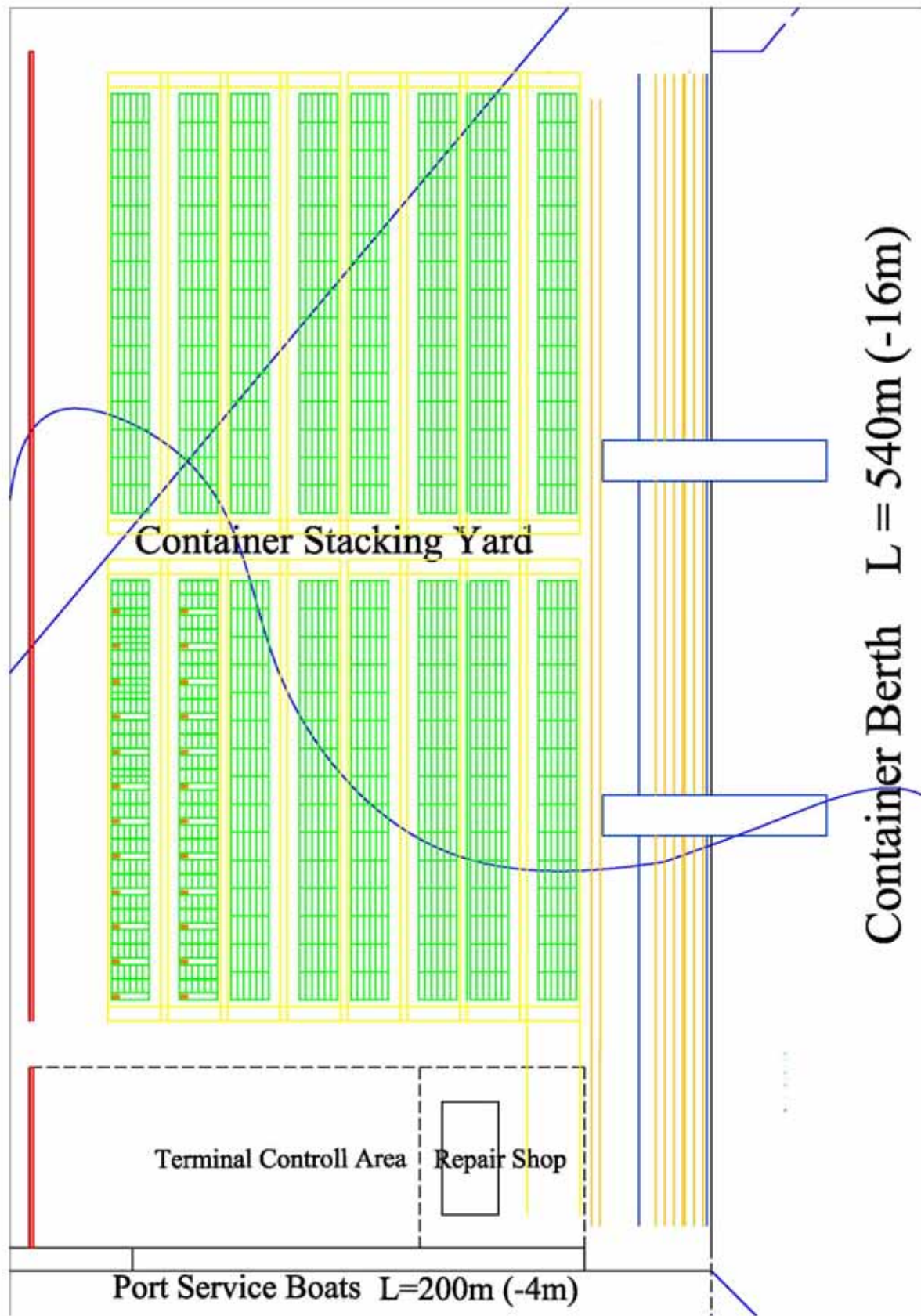


Figura 9.4.2 Projeto de *Layout* do Terminal de Contêineres (Escala 1:2.500)

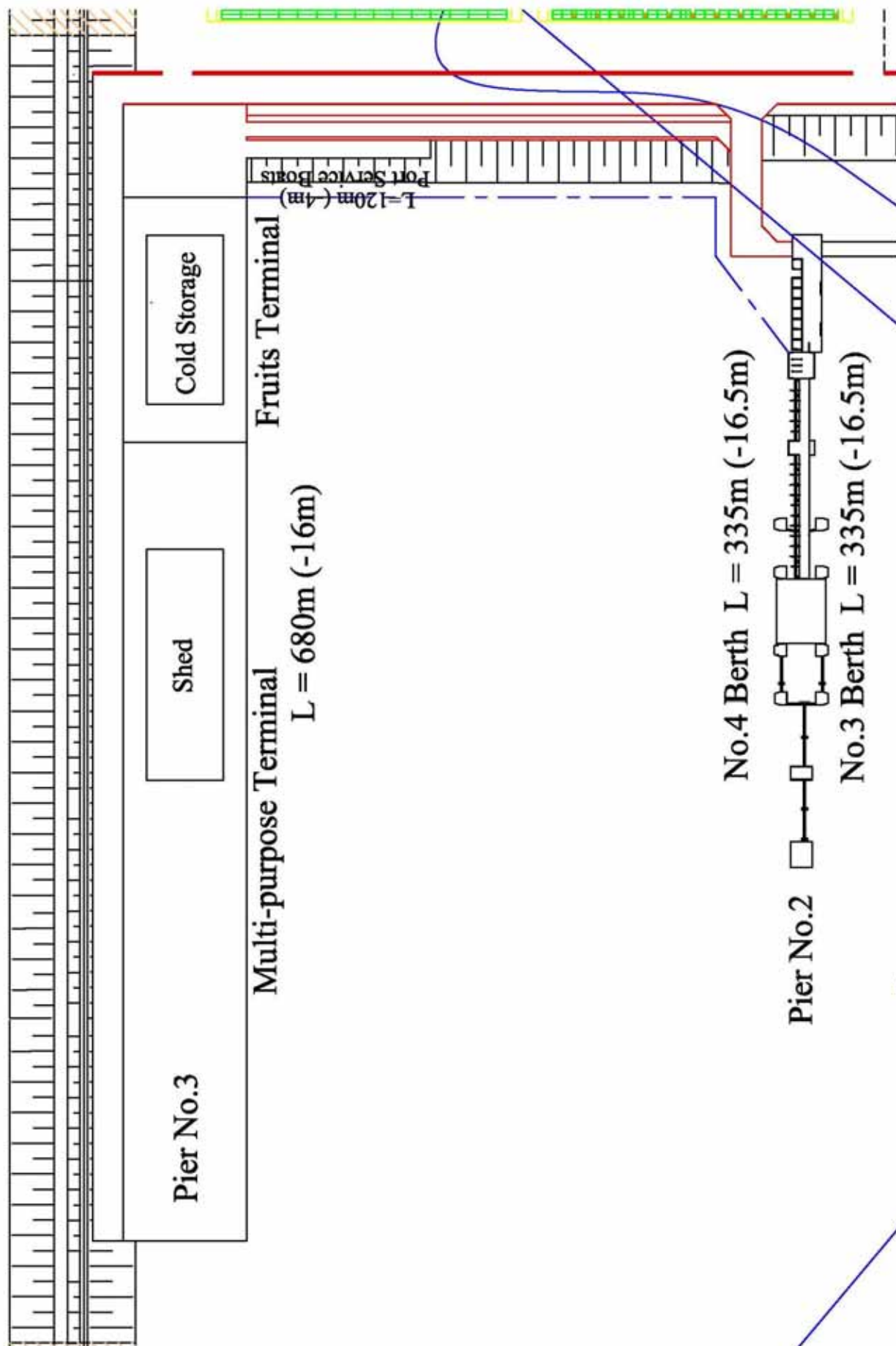


Figura 9.4.3 Projeto de *Layout* do Terminal de Múltiplo-Uso (Escala 1:3.500)

9.4.6 Sistema de Movimentação de Carga

O sistema operacional de movimentação de carga no projeto de curto prazo é somente ponto de passagem para que se alcance o sistema operacional de longo prazo no plano master.

Para este fim é necessário melhorar a eficiência de todo o sistema de operação atual e implementar um sistema eficiente para movimentação de contêineres e carga geral.

(1) Condição Presente do Terminal Portuário do Pecém

Atualmente, 9 navios porta-contêiner realizam escalas no Pecém por semana. O número médio de contêineres movimentados por navio é de 250 a 300 unidades. O tempo atracado de tais navios varia ao redor de 8 a 10 horas. As operações com contêineres são conduzidas utilizando-se Mobile Harbour Cranes (MHC) e a média da produtividade bruta atual é aproximadamente 15 unidades por hora.

De forma a se adaptar adequadamente aos grandes navios porta-contêiner e ao aumento no número de contêineres a serem movimentados no futuro próximo, é importante incrementar a habilidade dos operadores de guindaste e de mais trabalhadores, melhorando, desta forma a eficiência global das operações de contêiner e carga-geral.

(2) Estabelecimento de Área de Separação nos Pieres

No caso de operações realizadas de ambos os lados do Pier 1, nos berços N° 1 e N°2, que possui uma largura total de 45m, a eficiência operacional não é tão alta devido ao uso de uma área estreita tanto para a operação dos mobile harbour crane (MHC) como para o tráfego de caminhões.

Para solucionar este problema, recomenda-se que a área de operação e a área de tráfego sejam separadas e que seja especificada uma área de espera para os caminhões.

(3) Aperfeiçoamento dos Novos Equipamentos de Manuseio de Contêineres

Considerando que o Terminal Portuário do Pecém tem suas operações com contêineres afetadas por ventos fortes em comparação com outros portos, os seguintes dispositivos também deveriam ser introduzidos aos novos equipamentos de manuseio de contêineres:

1. Para manter a alta eficiência em operações com contêineres, um dispositivo de alto desempenho que evite o balanço do contêiner (“*anti-sway-stop*”) deveria ser instalado nos portêineres e transtêineres sob pneus (RTGs).
2. Para garantir operações de contêineres seguras com alto desempenho, um dispositivo de tipo “*rail-cramp*” deve ser instalado nos portêineres para resistir aos fortes ventos.
3. Com respeito aos portêineres e equipamentos de pátio, uma estrutura “*anti-tremor*” (“*anti-shudder*”) deveria ser aplicada para resistir ao vento forte, levando-se em conta o ambiente de operação.
4. Os dispositivos de parada (“*breaking devices*”) de cada equipamento de manuseio de contêineres devem ser potencializados, como de costume.

(4) Equipamentos de Manuseio de Carga Necessários para o Plano de Curto Prazo

Nesta seção, serão estimados o número necessário de portêineres para movimentação de contêineres (“*quay side gantry cranes – QSGCs*”), equipamentos de manuseio de contêineres em pátio (RTGs) e tratores e reboques.

1) Portêineres

O número disponível de guindaste de pier para movimentação de contêineres em um porto é um fator preponderante na determinação do tempo de ciclo de navios porta-contêineres. Conseqüentemente, é necessário prover um número ótimo de equipamentos de movimentação de contêineres para assegurar a realização das operações de embarque e desembarque de contêineres dentro do menor tempo possível de atracação no porto.

Tabela 9.4.2 Previsão de Movimentação Anual de Contêineres em termos de TEU (Plano de Curto Prazo)

Ano de Projeto	2012
Longo Curso	317.000TEU
Transbordo & Cabotagem	129.000TEU
Movimentação Total em TEUs	447.000TEU

Fonte: Equipe de Estudo JICA

O número necessário de portêineres (QSGC) para movimentação anual de 447.000 TEU, conforme mostrado na tabela 9.4.2 acima, foi estimado em três (3) utilizando a seguinte fórmula:

$$N_{qgc} = A / (T \times \mu_1 \times \rho \times P_{qgc} \times \mu_2 \times E)$$

Onde,

Número requerido de QSGCs (Unidades)

N_{qgc}: Número Necessário de Portêineres (Unidades);

A: Movimentação Anual: 447.000 TEUs;

T: Número Máximo de Horas de Trabalho Disponíveis por Ano

Considerando-se o número de dias disponíveis por ano e o número de horas em um dia (365 x 24 = 8.760 horas)

: Taxa de Ocupação do Berço (0,55);

P_{qgc}: Produtividade dos Portêineres (27 unidades / hora / equipamento)

μ₁: Percentual de Fator de Pico (= 0,8)

μ₂: Eficiência na Movimentação de Contêineres (= 0,8), e;

E: Fator de Conversão de 20' / 40' (aplicado sobre o resultado de 2004, 20' x 30% e 40' x 70%) = 1,72 TEU / Box

Cálculos para o Curto Prazo (2012)

$$N_{qgc} = (8.760 \text{hrs} \times 0,8 \times 0,55 \times 27 \times 0,8 \times 1,72) = 143.199$$

$$= 447.000 \text{TEUs} / 143.199 = 3,12 = 3 \text{ Unidades}$$

O número de unidades de portêineres (QSGCs) necessárias no ano alvo de 2012 foi reduzido de três (3), como indicado na fórmula anterior, para dois (2), com a condição de serem utilizadas nas operações as duas unidades de mobile harbour cranes (MHCs) existentes atualmente (ver Tabela 9.4.3.).

Tabela 9.4.3 Unidades de Portêineres Necessárias

Ano de Projeto	2012
Movimentação Anual Prevista de Contêineres (em TEU)	447.000 TEUs
Necessidade de Novos Portêineres	2 Unidades
Mobile Harbour Cranes Existentes	2 Unidades

Fonte: Calculado pela Equipe de Estudo JICA

2) Equipamentos de Pátio (Transtêineres sob Pneus (RTGs))

Os transtêineres (RTGs) instalados no pátio de contêineres, logo atrás do cais, devem ser operados juntamente com os portêineres, em uma perfeita sintonia.

Sua tarefa é movimentar os contêineres transportados pelos caminhões entre a faixa de cais e o pátio de contêineres, assim como entre o pátio de contêineres e os pátios de pré-estocagem, CFS, área de reparo de contêineres, área de inspeção alfandegária, etc.

Para a operação de cais, uma (1) ou duas (2) unidades de transtêineres (RTGs) serão adequadas para trabalhar em conjunto com um portêiner.

Em geral a eficiência operacional dos transtêineres (RTGs) é reduzida para aproximadamente 18 unidades por hora por transtêiner para o re-manuseio de contêineres empilhados em três ou quatro de altura, e nas operações de içamento ou abaixamento entre pilhas, e ainda no movimento unicamente dentro de cada bloco, etc.

O número exigido de transtêineres sob pneus no pátio de estocagem de contêineres é dimensionado utilizando a fórmula seguinte, assumindo-se que todos os contêineres são estocados uma única vez, no novo pátio de estocagem.

$$N_{rtg} = N_{rtg1} + N_{rtg2} + N_{rtg3}$$

$$= 2 \times N_{qgc} + (\quad \times A) / (T \times \mu 1 \times P_{rtg} \times \mu 2 \times E) + 1$$

Onde,

N_{rtg} : Número Necessário de Transtêineres sob Pneus (RTGs) (Unidades);

N_{rtg1} : Número Necessário de Transtêineres sob Pneus (RTGs),

principalmente para operações no píer (unidades);

Nrtg 2: Número Necessário de Transtêineres sob Pneus (RTGs), principalmente para operações no pátio (unidades) (Basicamente 1 unidade de Transtêiner x 1 unidade de Portêiner) ;

Nrtg 3: Número Necessário de Transtêineres sob Pneus (RTGs) de reserva para serem utilizados na operação de pré-arrumação, imobilização devido a reparos, manutenção ou outras circunstâncias inesperadas (admitido como 1 unidade);

A: Movimentação Anual: 447.000TEUs;

T: Número Máximo de Horas de Trabalho Disponíveis por Ano (8.760 horas);

: Fator de Pico para a média diária de movimentação demandada;

$$=(N^{\circ} \text{ Max de Unid Estocadas} + \text{Atividade Max no Gate}) / (N^{\circ} \text{ Min de Unid Estocadas} + \text{Atividade Min no Gate}) = 1,913;$$

Prtg: Produtividade dos Transtêineres sob Pneus = (18 boxes/hr/unid);

μ 1: Percentual de Disponibilidade = (0,8);

μ 2: Eficiência na Movimentação de Contêineres = (0,8);

E: Fator de Conversão de 20' / 40' = (1,72/TEU/box)

Cálculo para o curto prazo (2012)

$$= 447.000 / 1.72 = 259.000 \text{ Boxes}$$

$$259,000/52/7\text{dias} = 714 \text{ boxes / dia}$$

Excluindo-se os contêineres de transbordo (29%):

Movimentação média no Gate: 714 x 0.71 = 507 boxes / dia

Nº Max de Unidades Estocadas (714 boxes x 1.3) x 0.7 = 660 boxes / dia

Nº Min de Unidades Estocadas (714 boxes x 0.7) x 0.7 = 355 boxes / dia

$$(929 + 660) / (500 + 355) = 1.86$$

$$\text{Nrtg} = 2 \times \text{Nrtg} + (1,86 \times 447.000\text{TEU}) / (8.760 \times 0,8 \times 18 \text{ boxes} \times 1,72)$$

$$= (2 \times 3) + (829.500) / (216.967.7) = 9,82 = 10 \text{ unidades}$$

Assumindo-se que em 2012 um total de 446.000 TEUs serão movimentados nos novos berços e pátio de contêineres propostos para o novo terminal de contêineres *off-shore*, foi realizado o seguinte cálculo para o número necessário de transtêineres sob pneus (RTGs) (ver Tabela 9.4.4).

Tabela 9.4.4 Número Necessário de RTGs

Ano de Projeto	2012
Movimentação Anual Prevista de Contêineres (em TEU)	447.000 TEUs
Total de Movimentos de Contêineres Estimados (2,7 vezes a movimentação básica)	1.120.500 Movimentos
Horas de Trabalho Disponíveis por Ano	8.760 horas
Unidades Necessárias para Operações no Cais (Nrtg1)	4 Unidades
Nrtg1 + Nrtg2	10 Unidades
Nrtg 3 (Nrtg 1 + Nrtg 2) x 10%	1 Unidade
Número Necessário de Novos Transtêineres	4 Unidades
Equipamento Existente (<i>ReachStacker/Top-Lift</i>)	7 Unidades

Fonte: Equipe de Estudo JICA

3) Unidade Principal de Transporte no Pátio (Caminhões com reboque)

As principais unidades de transporte no terminal são os caminhões com reboque usados para transportar contêineres, que são embarcados ou desembarcados dos navios, entre o cais e o pátio. Eles também são usados para transportar contêineres dentro do pátio.

O tempo de ciclo de uma unidade de caminhão depende da distância entre o portêiner e o pátio. O número necessário de caminhões e reboques para as operações no terminal proposto foi avaliado como segue:

Velocidade do caminhão-reboque:	Média de 20 km / h
Tempo de ciclo do portêiner:	1,5~2,0 minutos / contêiner
Tempo de ciclo do transtêiner:	2,0minutos / contêiner
Produtividade do portêiner (2012):	27 unidades / hora
Comprimento e largura do berço de contêineres (2012):	540 m / 300 m

Para os reboques, o número mínimo exigido deverá ser igual ao das unidades principais (caminhões). Além do número mínimo, um número adicional de unidades deve estar preparado para a estocagem temporária de contêineres; é freqüentemente necessário manter um contêiner sobre um reboque no pátio de forma a satisfazer necessidades operacionais ou acelerar as operações com contêineres. O número exigido de reboques para cada operação foi estimado como mostra a Tabela 9.4.5, considerando inclusive o auxílio citado acima, que foi assumido em 20%. Não somente a operação sistemática, mas também o gerenciamento dos caminhões/reboques é de grande importância nas operações em um terminal de contêineres.

Tabela 9.4.5 Número Estimado de Caminhões/Reboques Necessários

Ano Alvo		2012
Para operações de embarque/desembarque de contêineres	de de	15 Unidades
Para a movimentação de contêineres no pátio, CFS e área de reparo		Caminhão = +3 Unidades Reboque = +5 Unidades
Total	Caminhões	18 Unidades
	Reboque	20 Unidades

Fonte: Equipe de Estudo JICA

4) Utilização dos Equipamentos Existentes

O número estimado de equipamentos de movimentação de contêineres necessários na fase do Plano de Curto Prazo está resumido na Tabela 9.4.6. Na estimativa, considerou-se que dois (2) navios podem atracar simultaneamente ao longo do berço com um total de 540m. Também foi considerado que os equipamentos de movimentação de contêineres existentes, incluindo-se os *mobile harbour cranes* e as *reach stackers*, seriam usados em conjunto com os novos equipamentos obtidos.

Table 9.4.6 Resumo do Número de Equipamentos de Movimentação de Contêineres no Curto Prazo

Ano de Projeto		2012
Novos Portêineres		2 Unidades
<i>Mobile Harbour Crane</i> Existentes		2 Unidades
Novos Transtêineres sob Pneus (RTGs)		4 Unidades
Reach-Stacker Existentes		5 Unidades
Movimentação Primária	Cavalo Mecânico	18 Unidades
	Reboque (<i>Chassis</i>)	20 Unidades

Fonte: Equipe de Estudo JICA

(5) Produtividade de Movimentação de Contêineres

A produtividade média de movimentação de contêineres nos berços N°1 e N°2, observada durante levantamento de campo feito pela equipe de estudo JICA de abril a maio de 2005, esta apresentada na Tabela 9.4.7. Atualmente a eficiência das operações de contêineres é altamente influenciada pelo descaimento do navio causado pelas ondas, especialmente as do tipo *swell*.

Tabela 9.4.7 Produtividade Bruta Média de Contêineres Cheios e Vazios

Tipo de Operação	Utilizando Guindaste de Bordo	Utilizando Mobile Harbour Carne
Desembarque	8 ~ 9 Unidades	15 ~ 16 Unidades
Embarque	7 ~ 8 Unidades	14 ~ 15 Unidades

Fonte: Equipe de Estudo JICA

*Produtividade bruta: número total de contêineres / total de horas de operação / equipamento.

As produtividades observadas dos *mobile harbour cranes* usados no Terminal Portuário do Pecém são baixas quando comparadas com outros portos, como, por exemplo, portos europeus e o porto de Pusan na Coreia do Sul, que atingem aproximadamente 23 a 25 unidades por hora. É necessário melhorar a produtividade destes equipamentos através do aumento da habilidade dos operadores para atender um maior número de navios no futuro próximo.

(6) Sistema de Movimentação de Carga Geral Convencional

1) Evitando carregamento/descarregamento direto a partir de/para o caminhão

A movimentação atual de carga geral na faixa do cais no Terminal Portuário do Pecém é geralmente executada com os guindastes de bordo, que descarregam principalmente bobinas de aço sobre os reboques dos caminhões ou embarcam vergalhões diretamente dos reboques dos caminhões, na operação chamada embarque/desembarque direto. Embora estas operações diretas reduzam a possibilidade de danos às cargas e aos reboques, a produtividade é mais baixa do que quando a carga é posicionada em primeiro lugar na faixa de cais. As cargas desembarcadas (bobinas) sobre a pequena plataforma dos reboques fazem o tempo de ciclo das operações se tornar mais longo e perigoso.

2) Uso apropriado de equipamento de movimentação de carga e ferramentas

É mais provável que danos na carga aconteçam durante a operação de embarque/desembarque do que durante o transporte marítimo. A falta de equipamentos de manuseio de carga e ferramentas adequadas, tais como *sling spreads* e acessórios adequados para empilhadeira tipo garfo, é um fator principal.

3) Instrução oportuna para o motorista de caminhão (distância da posição de espera)

Observou-se que o motorista de caminhão espera em uma posição distante mesmo quando a carga geral é desembarcada, devido à falta de instruções apropriadas do supervisor de operações do navio. Para prevenir tal perda de tempo de espera, é necessário que instruções oportunas e apropriadas sejam fornecidas pelo supervisor ou pelo líder dos trabalhadores do cais.

4) Treinamento de operador de equipamento e sinaleiro

Para melhorar a habilidade dos operadores de equipamento, é necessária a realização de treinamento para respostas precisas aos sinais manuais. Para enviar um sinal corretamente ao operador de equipamento, é necessário localizar de forma correta o sinaleiro. O sinal manual deve ser padronizado de forma a evitar engano entre os portos.

9.4.7 Novo Portão (*Gate*) e suas Operações

Planeja-se a instalação de correias transportadoras, próximas ao portão existente, para transportar pelotas de minério de ferro à siderúrgica no CIPP. Foi dito que isto pode causar um impacto negativo nas atuais operações do portão. Para resolver este possível problema, foi proposto um novo portão (*Gate*) ao leste do pátio de contêineres existente baseado na estimativa de tráfego no portão nos níveis máximo e mínimo no futuro (ver Tabela 9.4.8 e Figura 9.4.4).

Tabela 9.4.8 Movimentação de Contêineres no Portão (*Gate*)

Movimentação Total (TEU / 1,72)	Transbordo (30%)	Entrega Local (70%)	Movimentação Diária		Movimentação Anual
			Maxima	Mínima	
260.000 unidades	78.000 unidades	182.000 unidades	650 unidades	350 unidades	447.000 TEU

Fonte: Equipe de Estudo JICA

Média de contêineres locais recebidos e entregues:

$$182.000 \text{ unidades} / 52 \text{ semanas} / 6,5 \text{ dias} = 538,5 = 500 \text{ unidades} / \text{dia}$$

O fator de pico de entrega e recebimento aumenta 30% por dia

$$\text{Máximo (dia de pico): } 500 \text{ unidades} \times 1,3 = 650 \text{ unidades} / \text{dia}$$

$$\text{Mínimo (dia sem pico): } 500 \text{ unidades} \times 0,7 = 350 \text{ unidades} / \text{dia}$$

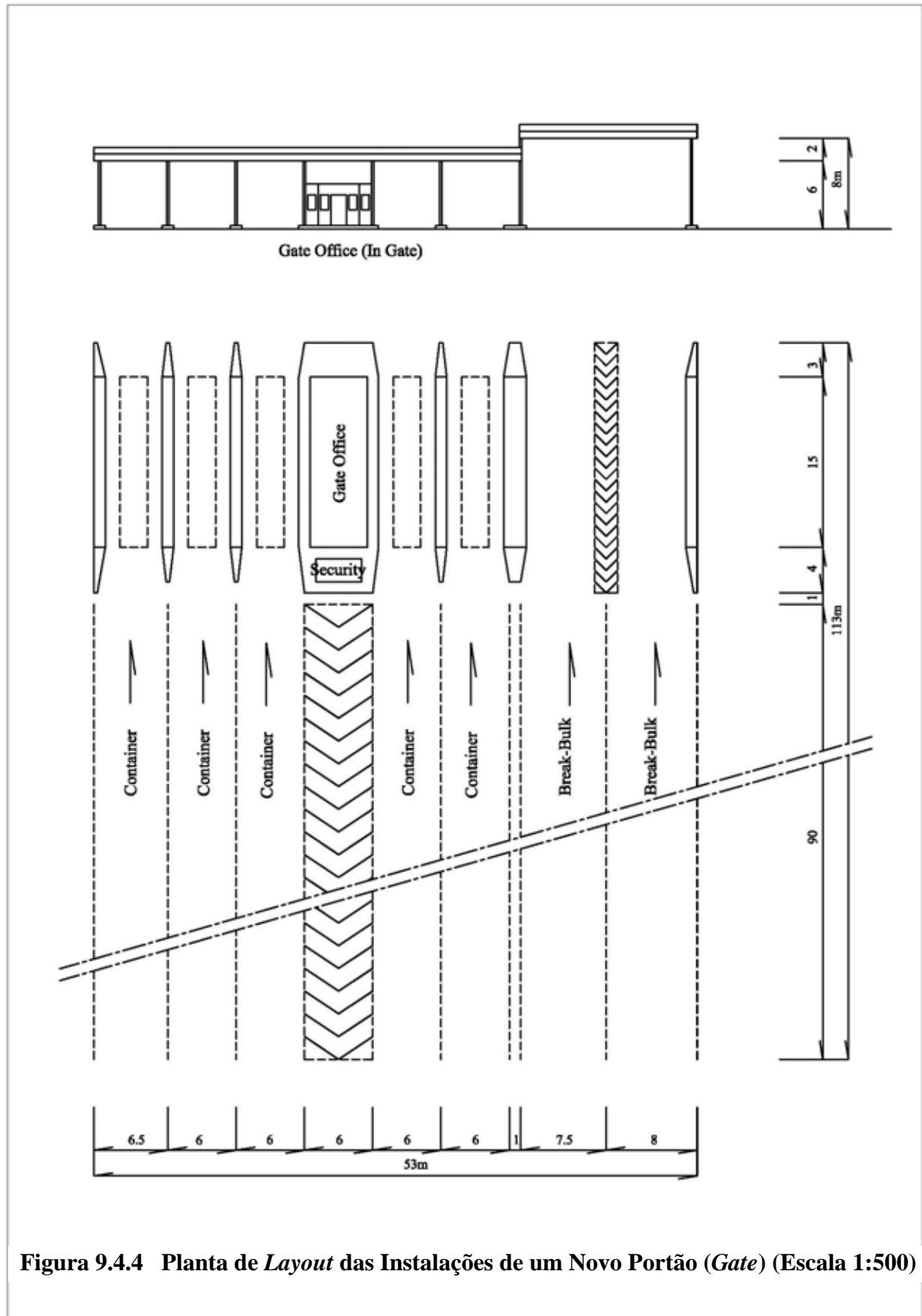


Figura 9.4.4 Planta de *Layout* das Instalações de um Novo Portão (*Gate*) (Escala 1:500)

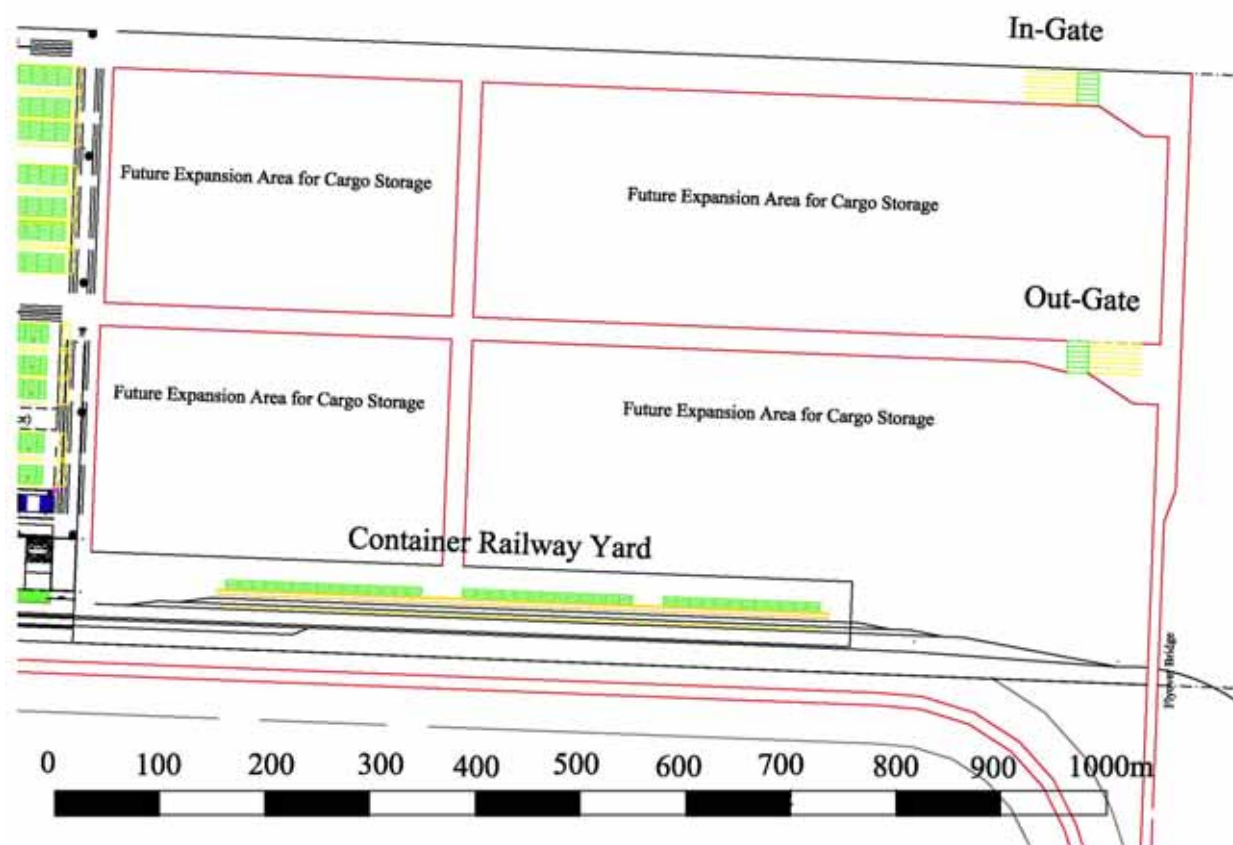


Figura 9.4.5 Layout do Plano das Instalações dum Novo Portão

9.4.8 Projeto do Pátio Ferroviário de Contêineres

Foi proposto um pátio ferroviário de contêineres dedicado para atender um aumento antecipado na demanda por transporte ferroviário de contêineres de/para o Terminal Portuário do Pecém (ver Figura 9.4.5 e 9.4.6). Foi incluído no *Plano Master* um transtêiner sob trilhos (Rail-Mounted Gantry Crane – RMG) e sua instalação foi proposta para a segunda fase do projeto após o Plano de Curto-Prazo.

Transtêiner sob trilhos de bitola larga:	1 unidade
Especificações: Distância entre trilhos:	16,7 m
Alcance Frontal:	9 m
Altura de Içamento:	8 m
Capacidade Içamento:	40 toneladas
Fonte de Energia:	Eletricidade de Alta Voltagem

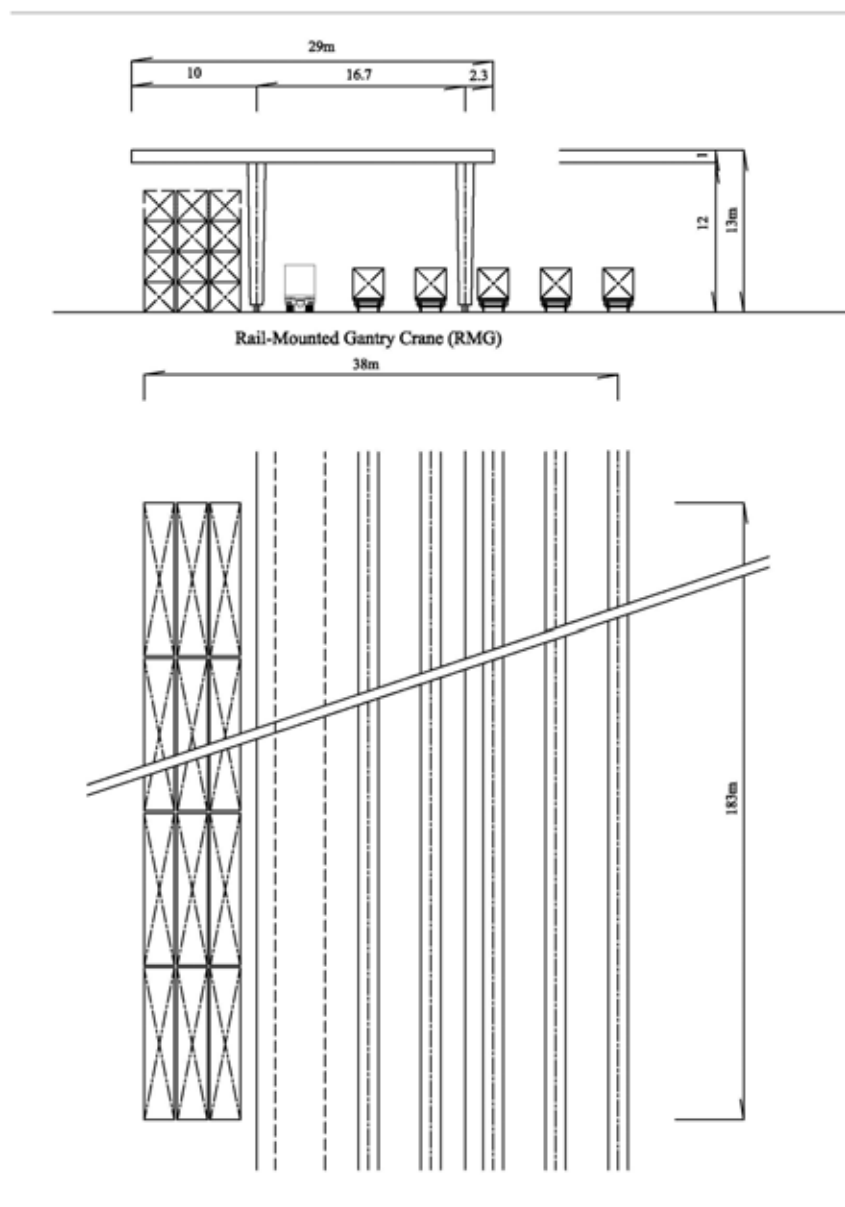


Figura 9.4.6 Planta de *Layout* das Instalações do Pátio Ferroviário de Contêineres

9.5 Estudo Hidrológico e Costeiro

9.5.1 Índice de Calmaria para o Plano de Desenvolvimento de Curto-prazo

As projeções para o índice de calmaria para o plano de desenvolvimento de curto-prazo foram feitas usando o mesmo programa computacional do estudo do plano de desenvolvimento de longo-prazo. A metodologia detalhada foi apresentada Seção 6.5.1 do Capítulo 6.

Os pontos a serem considerados são os seguintes.

Determinar o comprimento necessário para o Quebra-mar Oeste a fim de assegurar um índice de calmaria suficiente no Píer N.º 1, especialmente para as ondas *swell*.

Determinar o comprimento necessário para o Quebra-mar Principal a fim de assegurar o berço de contêiner.

Vários diferentes comprimentos de quebra-mar foram investigados nesse estudo. Os dados de entrada para ondas incidentes mostrados na Tabela 9.5.1, e o *layout* dos quebra-mares e pontos de estimativa para o índice de calmaria são mostrados na Figura 9.5.1.

Tabela 9.5.1 Dados de Entrada para Ondas Incidentes

Direção de Onda	T1/3(s)	Smax	Nível de Água	Observação
NNE	10	30	MSL	Ondas <i>Swell</i>
NE	10	30	MSL	Ondas <i>Swell</i>
ENE	8	20	MSL	Ondas <i>Sea</i>
ESE	7	10	MSL	Ondas <i>Sea</i>

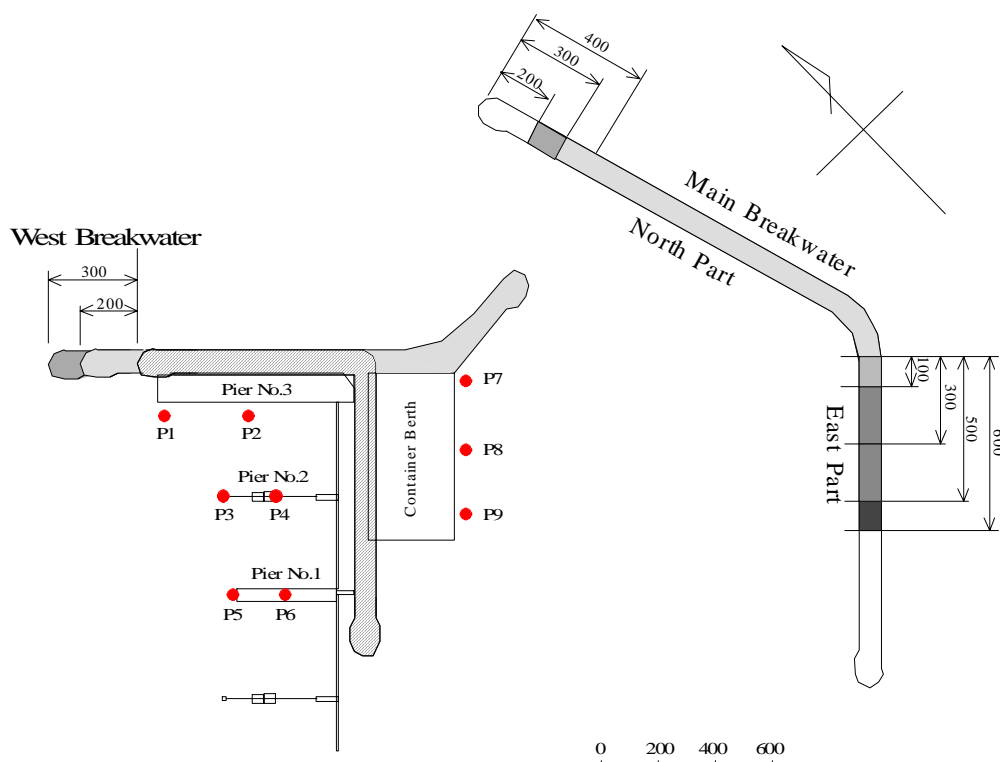


Figura 9.5.1 Estudo do *Layout* dos Quebra-mares e Pontos de Estimativa

A altura limiar de onda e a frequência alvo do índice de calmaria são utilizados de acordo com as normas de projetos portuários do Japão (ver Seção 6.5.2 do Capítulo 6).

Tabela 9.5.2 Dados de Entrada para Ondas Incidentes

Berço	Altura Limiar de Onda Hcr (cm)	Frequência Alvo (%)	Observação
Pier N.º1	50	Mais que 97,5	Para Manuseio de Carga Geral
Pier N.º 2	50		Para Descarregamento de Óleo
Pier N.º3	30		Para Manuseio de Contêiner
Berço de Contêiner	30		Para Manuseio de Contêiner

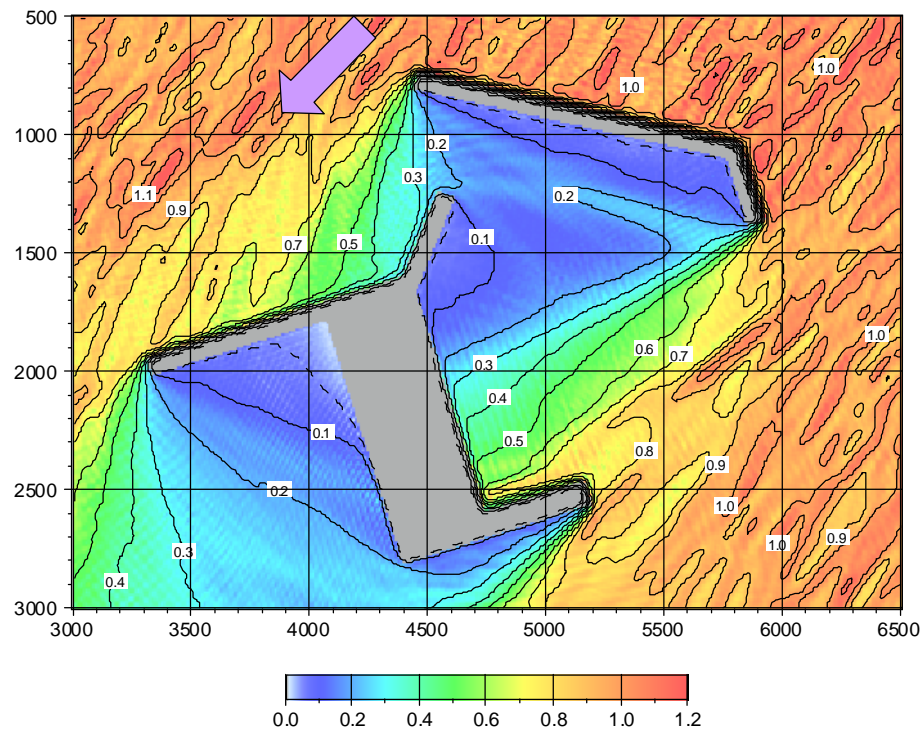
A Figura 9.5.2 mostra a comparação dos campos de onda para ondas *sea* que são incidentes da direção ESE com comprimentos diferentes do Quebra-mar Leste. A Figura 9.5.3 mostra a comparação dos campos de onda para ondas *swell* que são incidentes da direção NE com comprimentos diferentes do Quebra-mar Norte. Esses resultados mostram que comprimentos diferentes para cada quebra-mar, influenciam o índice de calmaria no berço de contêiner.

A Figura 9.5.4 mostra os resultados das projeções do índice de calmaria em frente berço de contêiner para cada comprimento diferente do Quebra-mar Principal. A Figura 9.5.5 mostra a mesma informação para os Píeres N.º 1 a N.º 3.

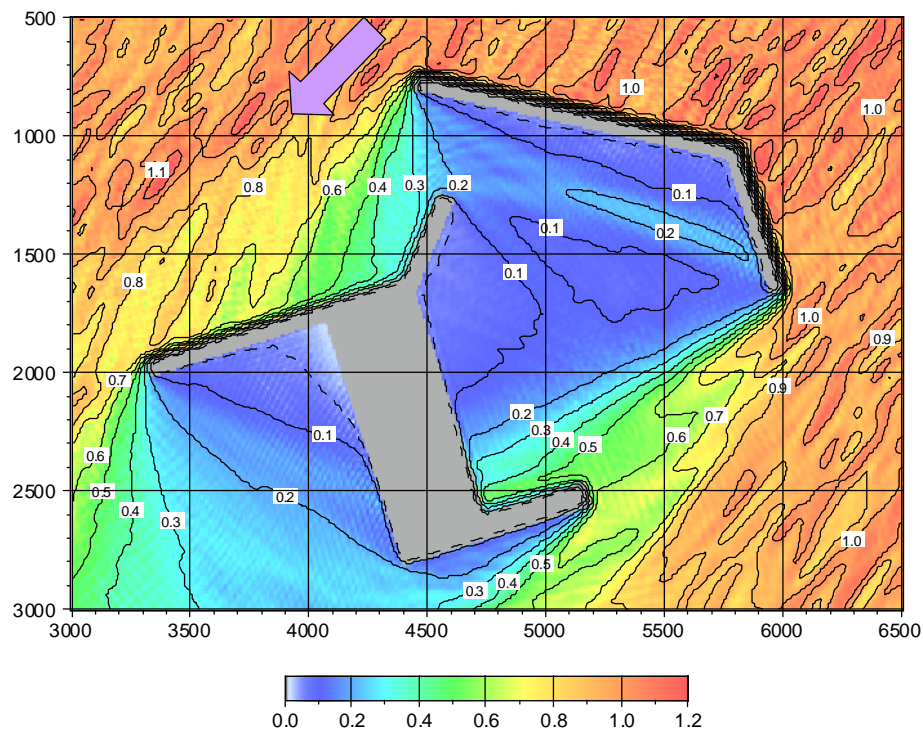
O índice de calmaria no berço de contêiner diminui do lado *off-shore* (P7) em direção ao lado *on-shore* (P9). Quando a redução do quebra-mar norte não exceder 300 m, um índice de calmaria suficiente será assegurado. A partir disto, a redução do Quebra-mar Norte foi proposta em 300 m no plano de desenvolvimento a curto-prazo. Quando o comprimento do Quebra-mar Leste for maior que 600 m, um índice de calmaria suficiente será assegurado. A partir disto, o comprimento do Quebra-mar Leste foi proposto em 600 m.

Apesar do índice de calmaria nos Píeres N.º 2 e N.º 3 ser assegurado se a extensão do Quebra-mar Oeste for 200 m, o índice de calmaria no Píer N.º 1 ainda é insuficiente. Quando a extensão do Quebra-mar Oeste for 300 m, o índice de calmaria no Píer N.º 1 também se torna suficiente. A partir disto, a extensão do Quebra-mar Oeste foi proposta em 300 m.

O índice de calmaria para o *layout* final proposto é sumarizado na Tabela 9.5.3.

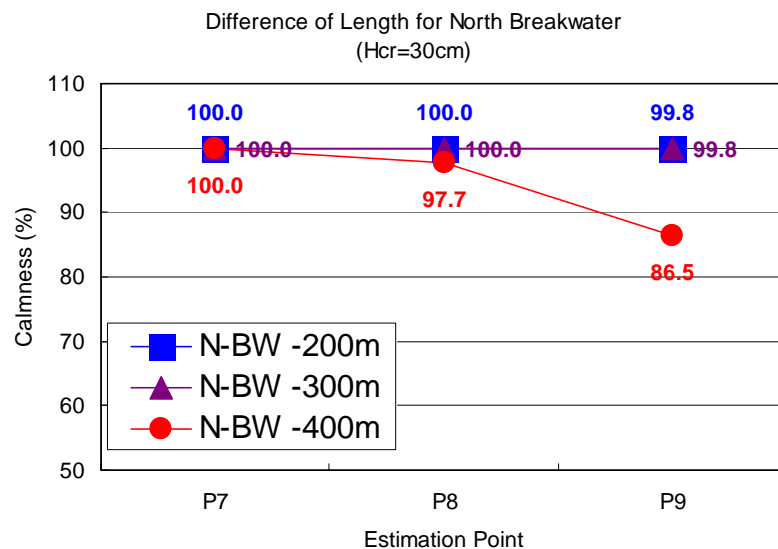


(1) 300 m do Quebra-mar Leste (ESE para ondas Sea)

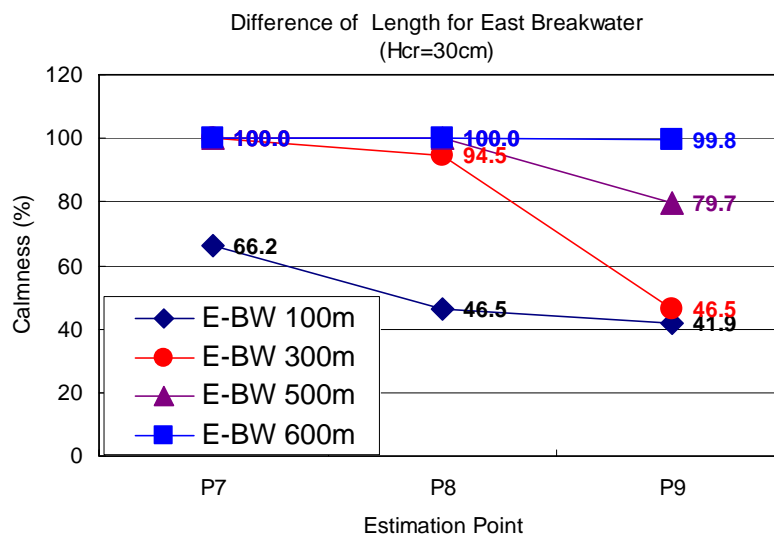


(2) 600 m do Quebra-mar Leste (ESE para ondas Sea)

Figura 9.5.2 Diferença no Comprimento do Quebra-mar Leste

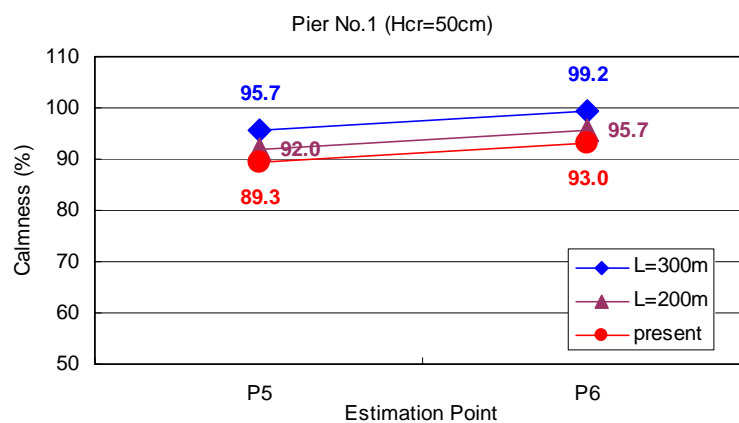


(1) Diferença para o Quebra-mar Norte

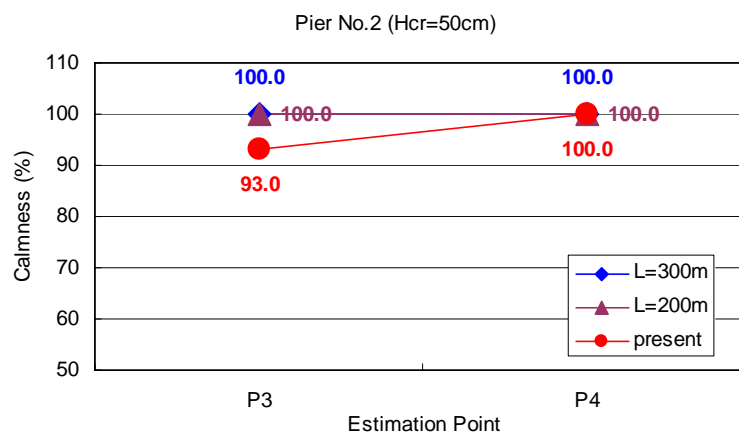


(2) Diferença para o Quebra-mar Leste

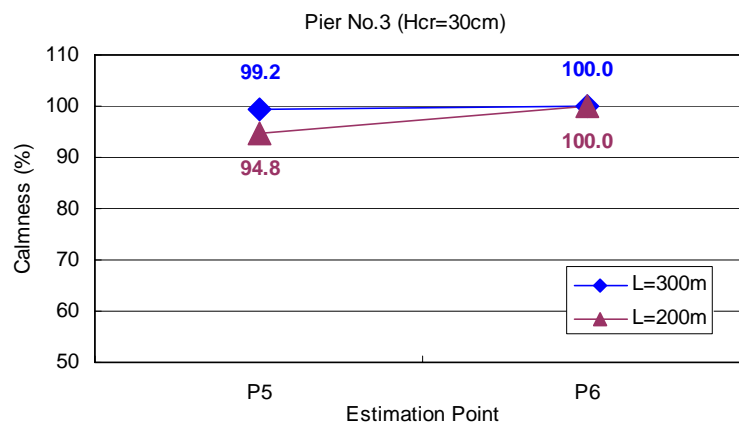
Figura 9.5.4 Índice de Calmaria no Berço de Contêiner



(1) Píer N.º 1



(2) Píer N.º 2



(3) Píer N.º 3

Figura 9.5.5 Índice de Calmaria nos Píeres N.º 1 a N.º 3

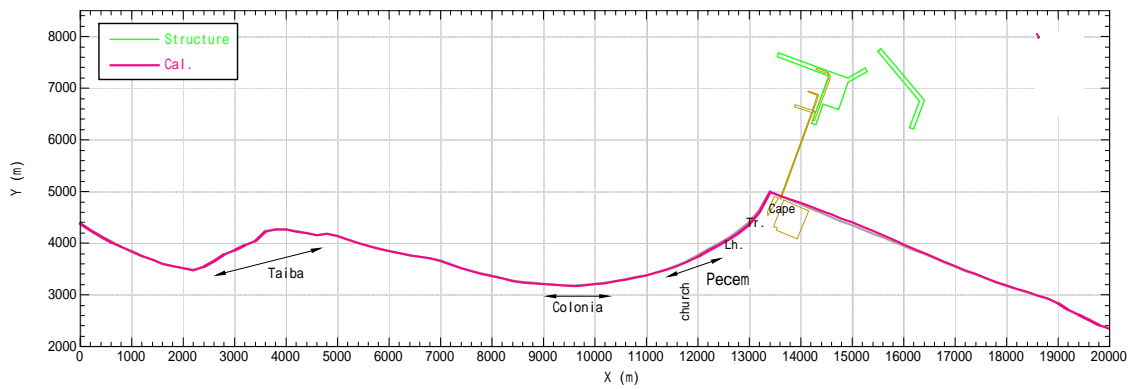
Tabela 9.5.3 Índice de Calmaria para o *Layout* Proposto

Berço	Posição	Ponto N.º	Hcr(cm)	Plano de Curto-prazo	Atual
Pier N.º3	Ponta	1	30	100%	-
	Centro	2		100%	-
Pier N.º 2	Ponta	3	50	100%	93,0%
	Centro	4		100%	100%
Pier N.º1	Ponta	5	50	95,7%	89,3%
	Centro	6		99,2%	93,0%
Berço de Contêiner	<i>Off-shore</i>	7	30	100%	-
	250m	8		100%	-
	450m	9		99,8%	-

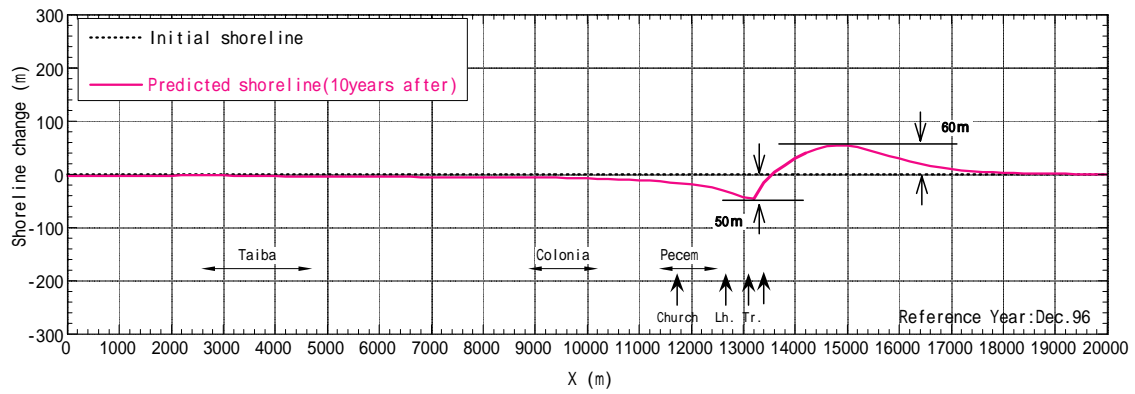
9.5.2 Estudo do Impacto Costeiro

As características do transporte litorâneo e o processo de mudança da linha da costa até agora foram apresentadas na Seção 6.5.3 do Capítulo 6. O impacto costeiro para o plano de desenvolvimento de curto-prazo é apresentado nessa seção. O método de predição é o mesmo usado no plano de desenvolvimento de longo-prazo, utilizando o mesmo modelo de programação computacional. A Figura 9.5.6 mostra a linha da costa prevista daqui a 10 anos para o *layout* do plano de desenvolvimento de curto-prazo, e A Figura 9.5.7 mostra a comparação da mudança da linha da costa para o *layout* do porto existente, planos de desenvolvimento de curto-prazo e de longo-prazo daqui a 20 anos. O padrão da mudança da linha da costa é quase o mesmo que o do plano de desenvolvimento de longo-prazo; no entanto, o grau de mudança diminui consideravelmente numa redução de aproximadamente 70%. Essa mudança de tendência é causada pela redução da área de sombra devido ao encurtamento do comprimento do quebra-mar.

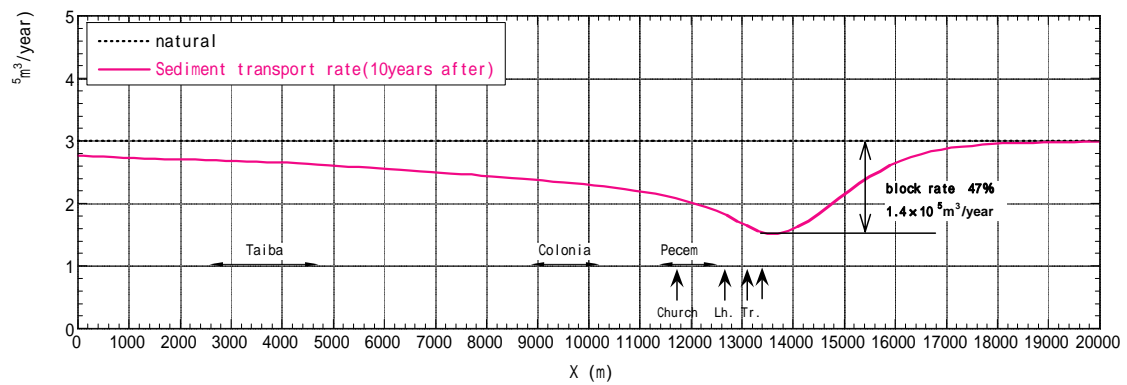
A tabela 9.5.4 mostra o equilíbrio do sedimento para cada plano de desenvolvimento. A deposição de areia devido à instalação portuária *off-shore* é de aproximadamente 100.000 a 130.000m³/ano. Esse volume estimado para o plano de desenvolvimento de curto-prazo é de aproximadamente 80% do volume do plano de desenvolvimento de longo-prazo. O resultado do programa computacional mostra que o recuo ocorre da área norte da vila do Pecém até a vila de Colônia em 10 anos. No entanto, é difícil prever a área de recuo sob a condição de equilíbrio dinâmico do transporte litorâneo considerando a influência da Ponta do Pecém. Isso explica porque é muito importante fazer o monitoramento para determinar a influência do porto existente.



(1) Contorno da Linha da Costa Prevista



(2) Mudança da Linha da Costa Baseada na Linha da Costa Inicial (Atual)



(3) Mudança da Taxa do Transporte Litorâneo

Figura 9.5.6 Linha da Costa Prevista para o Plano de Desenvolvimento de Curto-Prazo (Daqui a 10 Anos)

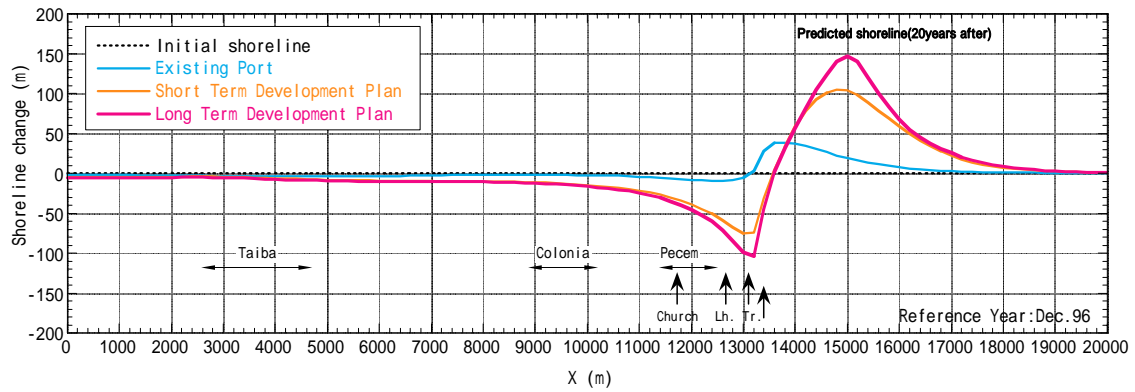


Figura 9.5.7 Comparação Mudança da Linha da Costa para cada *Layout*

Tabela 9.5.4 Equilíbrio de Sedimento para o Plano de Desenvolvimento de Curto-Prazo

<i>Layout</i>	Transporte Litorâneo Anual Líquido (m ³ /ano)		Perda de sedimentos devido a condições naturais (m ³ /ano)	Acumulação devido a Existência do Porto (m ³ /ano)
	Barlamar (Lado Leste)	Sotamar (Lado Oeste)		
Porto Existente	280.000 - 360.000	210.000 - 280.000	40,000	30.000 - 40.000
Plano de Desenvolvimento de Curto-prazo	280.000 - 360.000	140.000 - 190.000	40,000	100.000 - 130.000
Plano de Desenvolvimento de Longo-prazo	280.000 - 360.000	120.000 - 160.000	40,000	120.000 - 160.000

9.6 Projeto

9.6.1 Manual de Projeto, Normas e Códigos

Como apresentado na Seção 6.6.1 do Capítulo 6 para o estudo do projeto de desenvolvimento a longo-prazo, foram adotados para o projeto das instalações portuárias o Manual de Projeto Japonês (Normas Técnicas e Comentários das Instalações Portuárias no Japão, 1999) e algumas partes específicas do projeto das instalações portuárias e o Manual de Proteção da Costa (1977, 1984).

9.6.2 Critério do Projeto

Como a discussão detalhada para os critérios de projeto, foi apresentada na Seção 6.6.2 no Capítulo 6, apenas os resultados serão apresentados abaixo.

(1) Condição de Maré

Nível Máximo de Preamar +3,20 m, Nível Mínimo de Baixa-mar (=DHN) 0,00 m

Nível de Preamar +2,70 m, Nível de Baixa-mar +0,30 m

(2) Estimativa das Ondas de Projeto

Tabela 9.6.1 Altura de Ondas de Projeto (Off-shore e -18 m de profundidade)

Período de Retorno	N	NNE	NE	ENE	E	ESE
H_0 (m)	2.1	2.4	2.8	2.3	3.2	2.9
$H_{1/3}$ (=H _s) (m) (a -18m)	2.1	2.4	2.9	2.1	2.9	2.7
T_p (s)	13.7	14.2	15.9	7.7	7.7	7.7
$T_{1/3}$ (= $T_p/1.05$) (s)	13.0	13.5	15.1	7.3	7.3	7.3

(3) Carga Sísmica

0,05 (kh).

(4) Condições de Subsolo

Tabela 9.6.2 Parâmetros de Solo de Projeto Preliminares

Estrato	Composição	N-Valor	Peso Unitário (kN/m ³)	Int Ângulo Fricção	Comp. Resistência (N/mm ²)
Estrato Superior	Areia	10 a 50	18	30 °	-
Estrato Inferior	Gnaiss	Acima de 50	18	35 °	>100

9.6.3 Projeto dos Quebra-mares

Como mencionado na Seção 6.6.3 do Capítulo 6, dois tipos de quebra-mares foram propostos, o de berma e o de enrocamento tradicional. Para os quebra-mares Oeste e Secundário, que estão continuamente conectados ao quebra-mar existente, os quebra-mares tipo berma com as mesmas dimensões dos quebra-mares existentes foram

propostos para minimizar o impacto do *overtopping* de onda para o berço recém construído. Para os quebra-mares principais, o tipo convencional de quebra-mares foi proposto para reduzir o volume de pedras comparado aos quebra-mares existentes. As dimensões representativas e o tamanho das pedras de enrocamento são mostrados na tabela 9.6.3, e a seção transversal típica de cada quebra-mar no trecho do tronco é mostrada nas figuras 9.6.1 a 9.6.3.

O conceito do projeto e a explicação detalhada foram apresentados na Seção 6.6.3 do Capítulo 6.

Tabela 9.6.3 Dimensões Representativas dos Quebra-mares de Berma

Item	Plano de Desenvolvimento de Curto-prazo			
	Quebra-mar Oeste e Secundário		Quebra-mar Principal	
Tipo	Tipo de Berma		Tipo Convencional	
Comprimento	Extensão do Quebra-mar Oeste	300m	Parte Norte	1220m
	Quebra-mar Secundário (inc. Parte <i>Seawall</i>)	620m	Parte Leste	570m
	Total	920m	Total	1790m
Cota do Crista	Coroamento	+8,00	Coroamento	+6,00
	Berma	+6,00		
Largura do Coroamento	Coroamento	10m	Coroamento	5m
	Berma	5m		
	Declive	8m		
	Total	23m		
Gradiente de Declive	1:1.25		1:1.5 (exterior) 1:1.25 (interno)	
Tamanho da Pedra de Enrocamento	1-6 t		4-6 t	

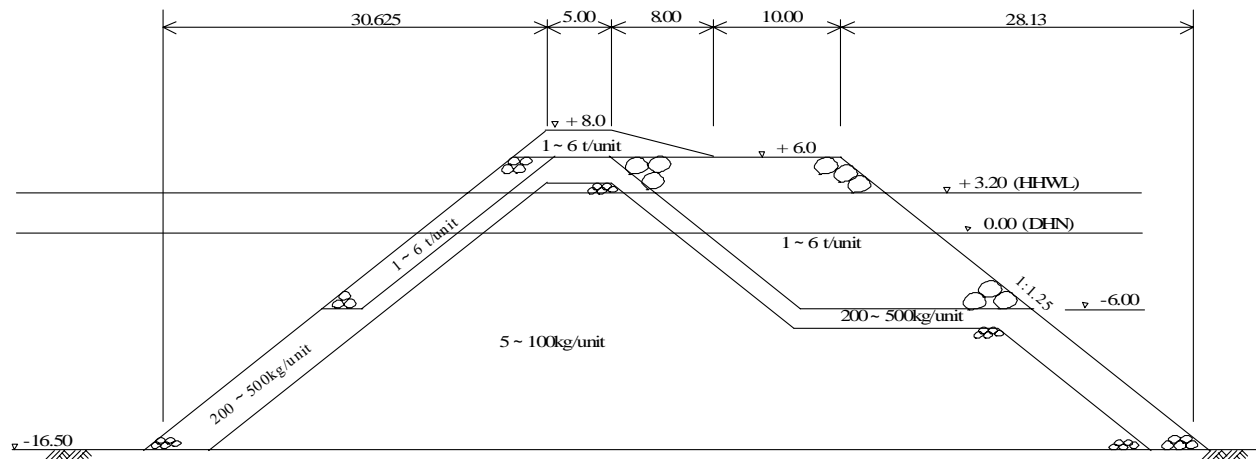


Figura 9.6.1 Quebra-mares Oeste e Sul (Tipo de Berma)

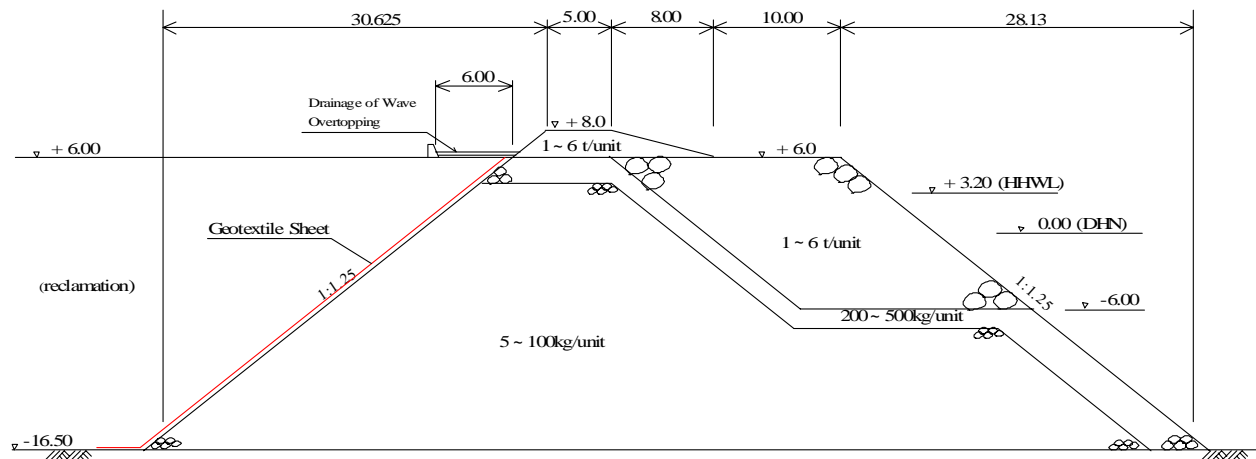


Figura 9.6.2 Trecho do Seawall (Tipo de Berma)

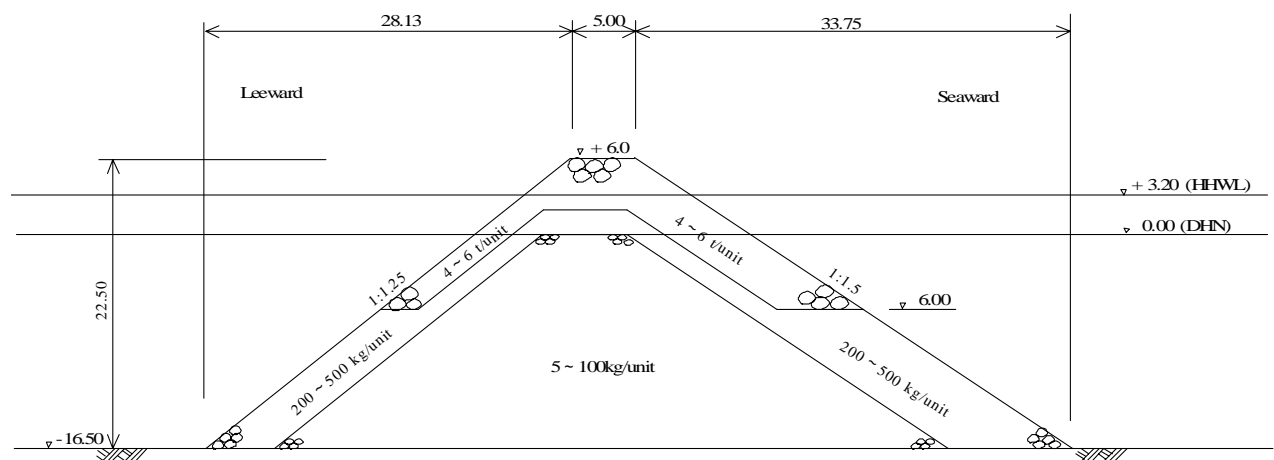
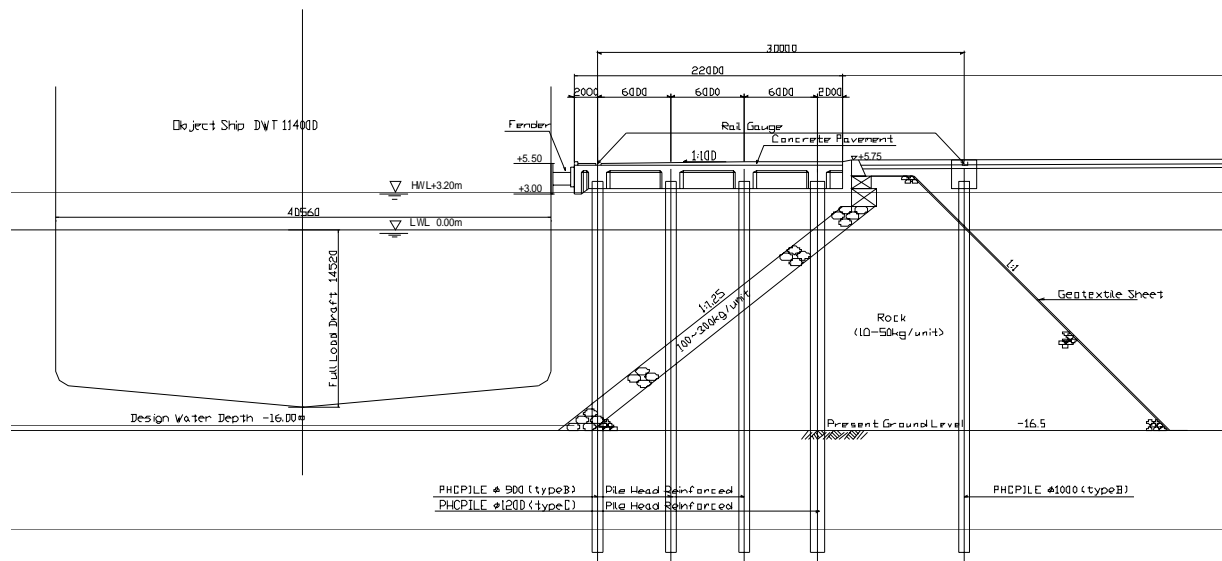


Figura 9.6.3 Quebra-mar Principal (Tipo Convencional)

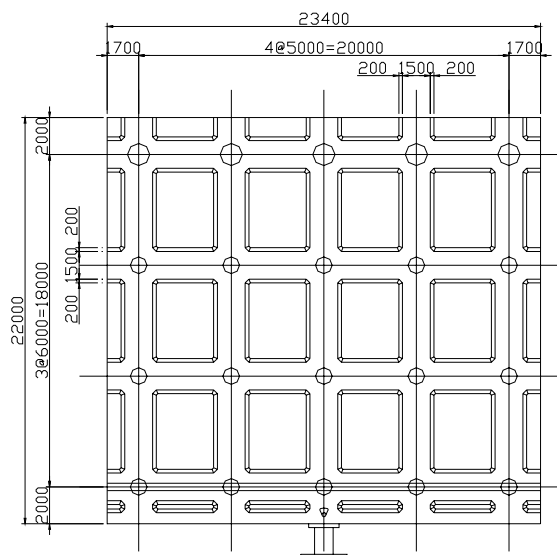
9.6.4 Projeto das Estruturas dos Berços

Como mencionado na Seção 6.6.4 do Capítulo 6, O píer de estacas verticais, o mesmo tipo do Píer N. °1 existente foi proposto para o berço de múltiplo-uso e frutas (Píer N. ° 3) considerando o período da implementação urgente (fase I). Aqui, a estaca de concreto protendido de alto desempenho (*pre-tensioned spun high strength concrete pile* - PHC) foi proposta para ser aplicada seguindo o mesmo método dos píeres existentes. Do resultado do cálculo estrutural, os diâmetros das estacas de 900 mm a 1.200mm foram exigidos quando adotaram o mesmo material para a fabricação de estacas de antes, por causa da pesada sobrecarga (ver Tabela 6.6.11). Um adiantado estudo detalhado de projeto deve ser necessário para decidir a dimensão das estacas. Para o Berço de Contêiner, que será construído na fase II, as estruturas de concreto tipo caixão foram propostas de acordo com a condição do subsolo e o resultado da estimativa de custos. Os tipos de estruturas propostos para os Berços de Múltiplo-uso e Frutas (Píer N. ° 3) e Berço de Contêiner são mostrados nas figuras 9.6.4 to 9.6.5.

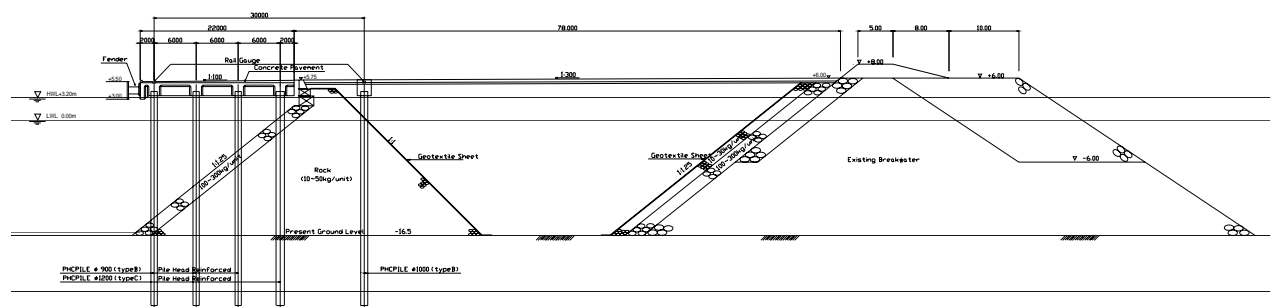
A explicação detalhada foi apresentada na Seção 6.6.4 do Capítulo 6.



(1) Seção Transversal Típica

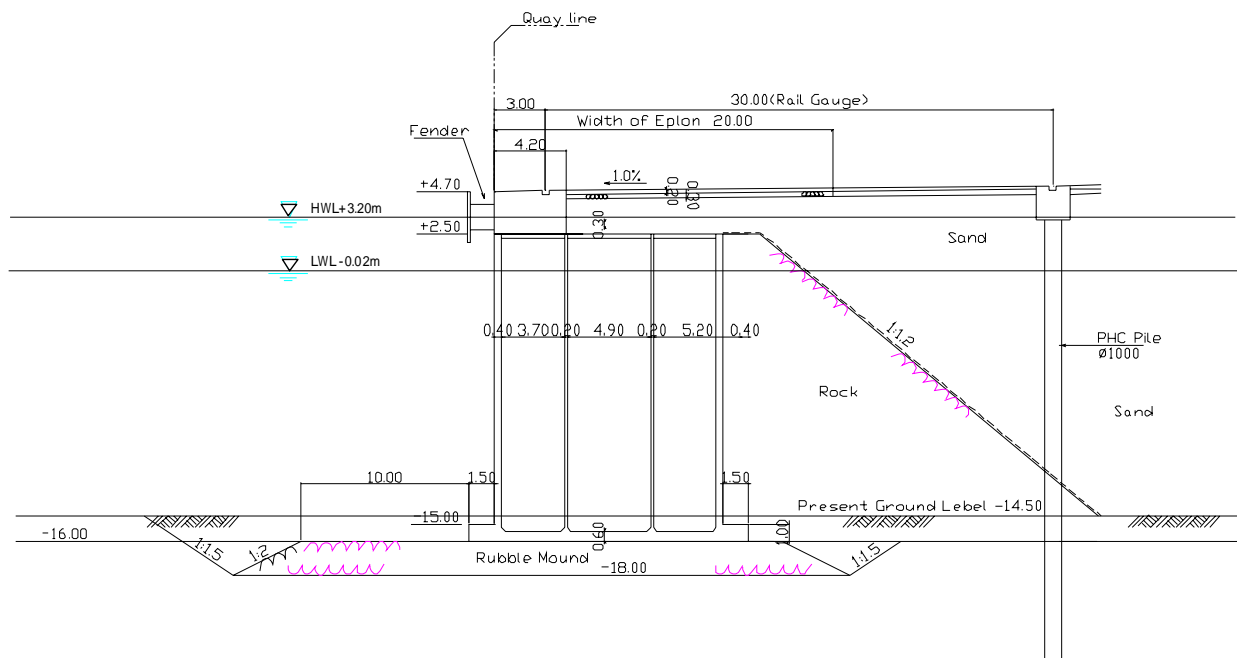


(2) Planta Baixa do Cais do Píer

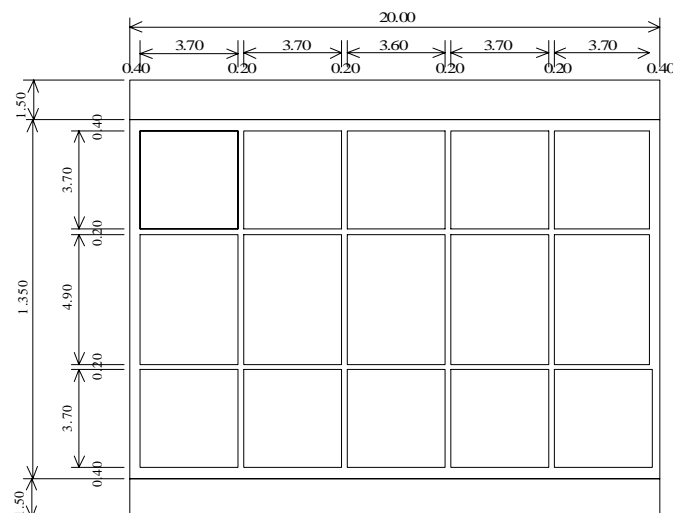


(3) Seção Transversal Típica Píer N.º 3

Figura 9.6.4 Berço de Múltiplo-uso e Frutas (- 16 m) (píer N.º 3) (Píer de Estacas Verticais)



(1) Seção Transversal Típica



(2) Planta Baixa

Figura 9.6.5 Berço de Contêiner (-16 m) (Tipo Caixão)

9.6.5 Projeto do Muro de Contenção Temporário

Como o terminal de contêiner, será construído com dois berços, que estará localizado no lado *off-shore* no plano de desenvolvimento de curto-prazo (Projeto Restante), o muro de contenção temporário mostrado na Figura 9.6.6 será necessário. Essa área está planejada para ser utilizada como uma bacia temporária para barcos de serviço do porto e para os barcos utilizados na construção para o plano de desenvolvimento de longo-prazo. Por isto, alguma distância da borda deve ser mantida através do uso da parede vertical. A Figura 9.6.7 mostra a seção transversal típica proposta para o muro de contenção com e sem a parede vertical.

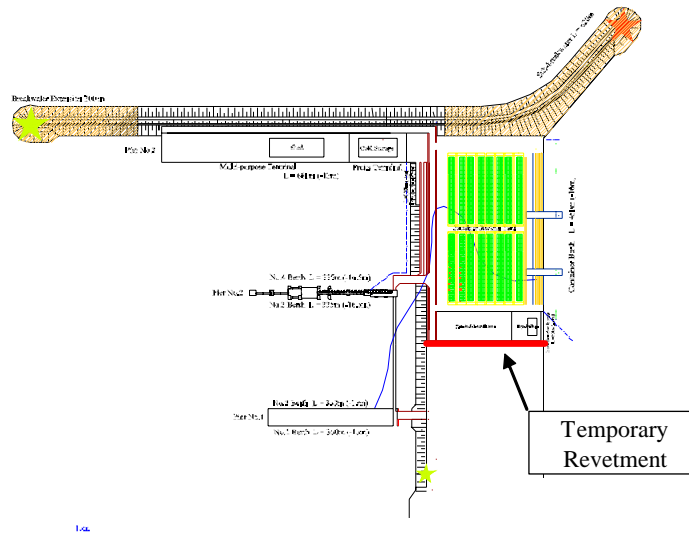
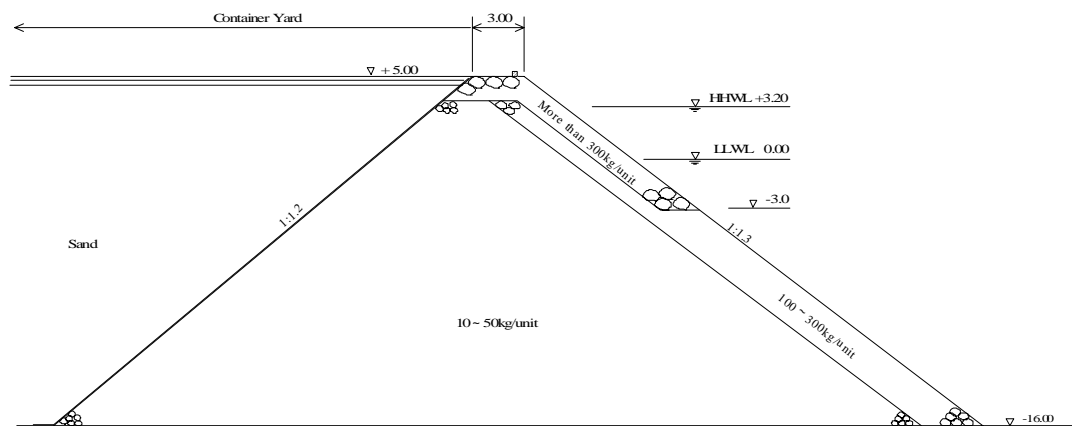
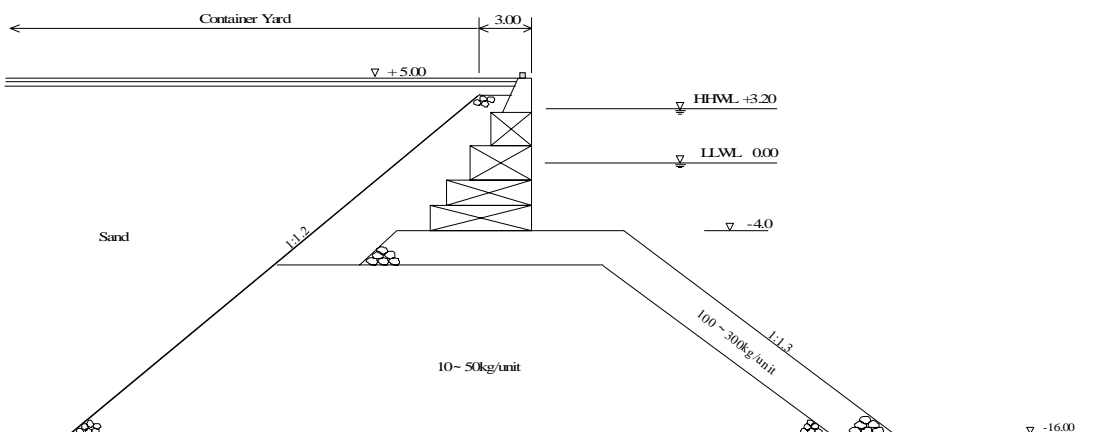


Figura 9.6.6 Localização do Muro de Contenção Temporário



(1) Sem a Parede Vertical



(2) Com a Parede Vertical Bacia para Barcos de Serviço do Porto

Figura 9.6.7 Seção Transversal Típica do Muro de Contenção

9.6.6 Projeto da Estrada Portuária Temporária na Projeto Urgente

No Projeto Restante da Primeira Fase, a estrada portuária será construída no quebra-mar existente. Essa estrada com quatro pistas está planejada para ser utilizada para o acesso do pátio de contêineres e Píer N.º 3 (ver Seção 6.6.7 do Capítulo 6). No entanto, o Píer N.º 3 deve ser construído no Projeto Urgente, e portanto é necessário preparar outra estrada portuária para o acesso do Píer N.º 3 no Projeto Urgente. Como mencionado acima, essa estrada portuária será usada temporariamente até a conclusão da estrada portuária permanente no quebra-mar existente no Projeto Restante. Foi planejada originalmente a utilização do tipo de ponte de estacas verticais a mesma que a ponte de acesso existente. No entanto, considerando o resultado da comparação de custos e da utilização do espaço entre o Píer N.º 2 e N.º 3 como uma bacia para barcos de serviço do porto, propõe-se utilizar o tipo de estrutura de enrocamento. Isso é construído dentro do quebra-mar existente para alargar a parte do coroamento do quebra-mar como mostrado na Figura 9.6.8. A seção transversal típica da Estrada portuária temporária é mostrada na Figura 9.6.9.

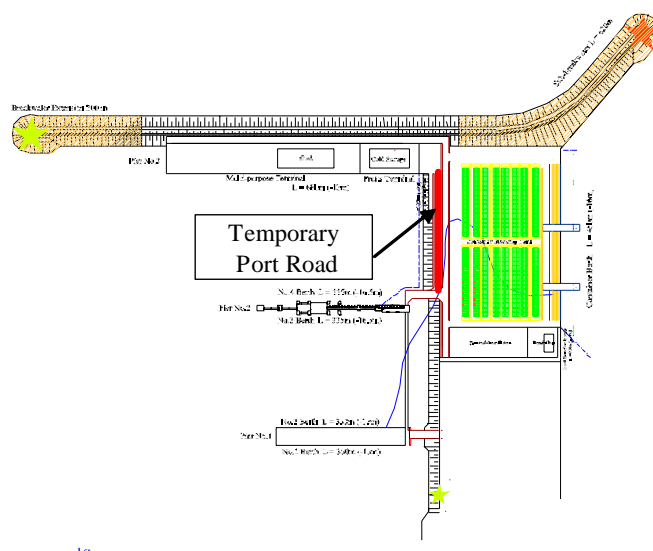


Figura 9.6.8 Localização da Estrada Portuária Temporária (Tipo de Enrocamento)

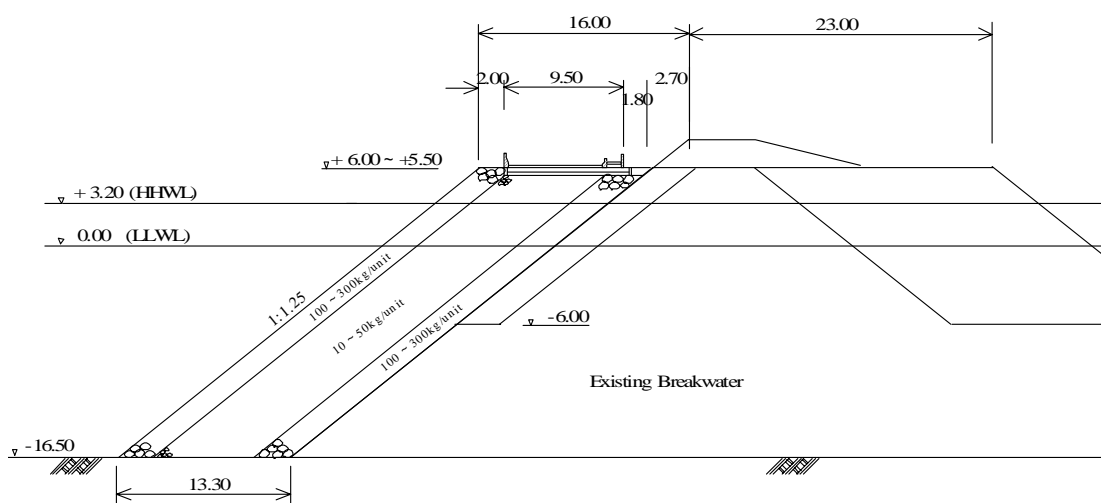


Figura 9.6.9 Seção Transversal Típica da Estrada Portuária Temporária

9.6.7 Junção entre a Ponte de Acesso Existente e a Estrada Portuária Temporária

Um trecho de aproximadamente 80 m é necessário para atuar como junção para conectar a ponte de acesso existente e a estrada portuária temporária como mostra a Figura 9.6.10. Esse trecho foi proposto para ser construído combinando a estrutura de estacas verticais e de enrocamento. A Figura 9.6.11 mostra a representação desta parte antes (Fase I) e depois (Fase II) da construção da estrada portuária. Para especificar a dimensão para essa junção, é necessário checar o traçado para o caminhão sob a condição de giro. A Figura 9.6.12 mostra o traçado previsto para o semi-reboque com o comprimento de 19 m e largura de 2,5m. A junção proposta é mostrada na Figura 9.6.13. Um adiantado estudo detalhado de projeto deve ser necessário para decidir a dimensão das estacas.

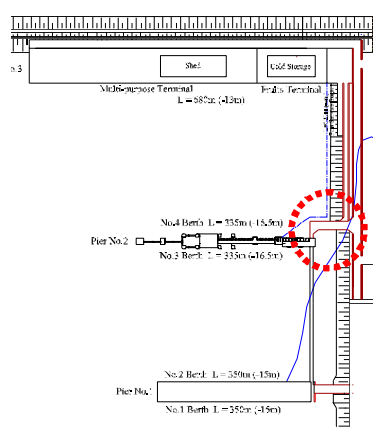


Figura 9.6.10 Localização da Junção

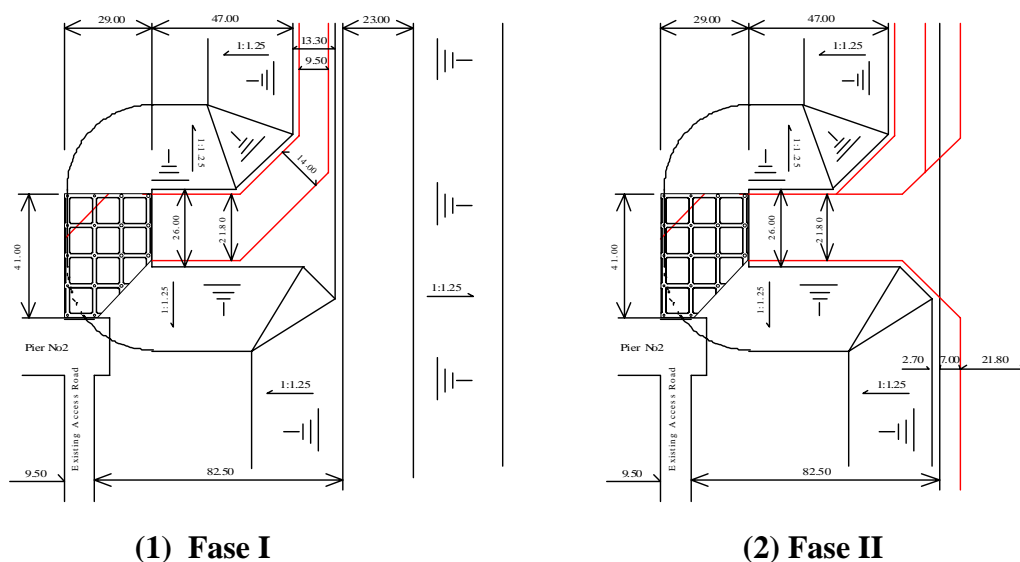


Figura 9.6.11 Representação da Junção

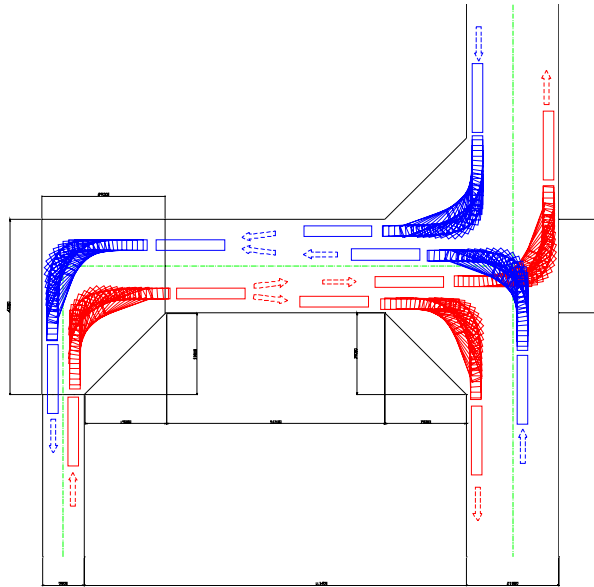
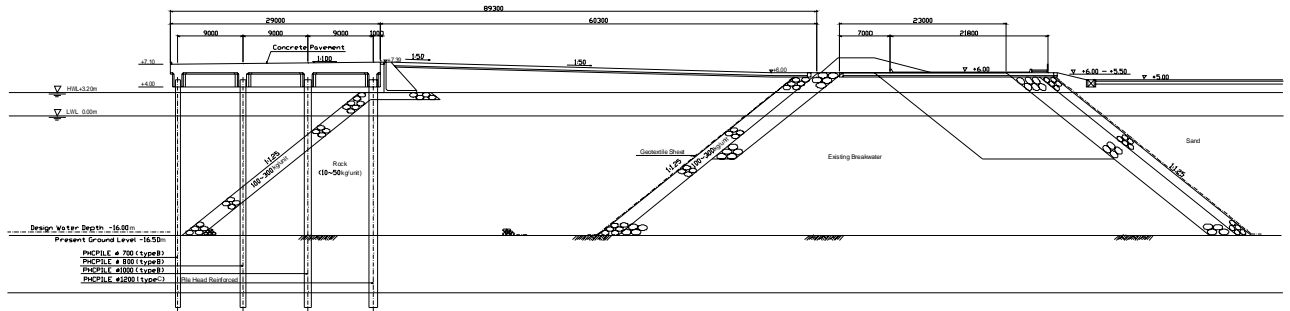
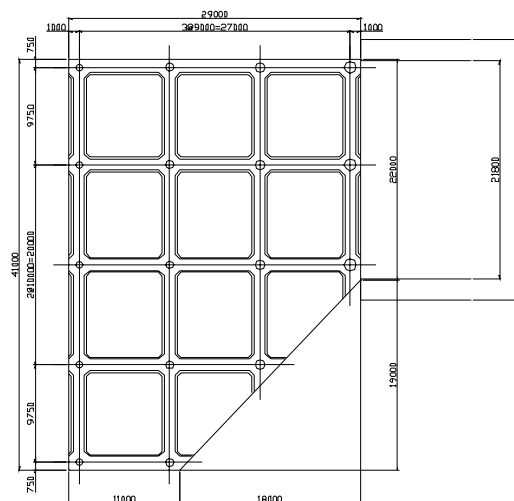


Figura 9.6.12 Traçado para o Semi-Reboque



(1) Seção Transversal Típica da Junção



(2) Planta Baixa da Parte do Píer

Figura 9.6.13 Junção