



TRANSPORTE INTERMODAL NO CORREDOR CENTRAL DA COLÔMBIA

JAIRO H. CABRERA MSc - Prof. Dr. R. C. BOTTER

Departamento de Engenharia Naval e Oceânica da USP - São Paulo (SP) - Brasil
e-mail: jaitovar@usp.br - rcbotter@usp.br

RESUMO

Este trabalho introduz a representação do sistema real de transporte no Corredor Central do rio Magdalena, através de um modelo de simulação, de modo a conduzir experimentos nas diferentes alternativas de transporte integrando os modais hidroviários, ferroviários e rodoviário, com o objetivo de dimensionar as frotas envolvidas, as capacidades de estocagem nos terminais e centros de transbordo e os custos decorrentes para cada uma destas opções, a fim de se chegar numa solução "otimizada" ou que minimize os custos envolvidos e apresente boa produtividade.

ABSTRACT

This work introduces a representation of a real system of transport in the *Corredor Central del Rio Magdalena*, through a simulation model to test different options of multimodal transport system using road, rail and inland water way transport modals, with the aim of quantifying the fleet, the holding capacity of terminals and cost involved in each intermodal options, in order to reach an optimized solution or minimize the including cost and which has good productivity.

1. INTRODUÇÃO

Dentro do marco da globalização do comércio internacional, a abertura econômica na Colômbia tem imposto uma estratégia de modernização do aparato produtivo. Neste contexto, a implementação de um sistema logístico de transporte mais eficiente e moderno, permitiria otimizar a velocidade, operação e confiabilidade no movimento de mercadorias, contribuindo assim para aumentar a competitividade no mercado Internacional.

Atualmente a eficiência e qualidade dos serviços, entre os diferentes modos de transporte na Colômbia, não alcançam os níveis de competitividade requeridos. O custo de transporte representa até 30% do preço final das importações e exportações, comparado com os 10% em outros países.

Isto deve-se a múltiplos fatores, entre eles a geografia do país e a baixa eficiência do sistema de transporte. Deste último, o modo fluvial sobressai como o mais sub-utilizado, em especial no rio Magdalena.

Poucos estudos tem realizados sobre o potencial do rio como via de navegação. Os que mais se destacam foram os realizados pela missão técnica colombo-holandesa (MITCH) em 1971 e o “Estudio de Transporte en el área del Río Magdalena”, preparado pelo *Netherland Economic Institute* em 1974. Estes serviram como base ao mais completo estudo realizado até o momento, “Estudio de Factibilidad para Transporte Intermodal por el Río Magdalena” em 1995, onde foram analisadas todas as variáveis e enfoques estratégico-logísticos, assim como técnico-econômicos que poderiam intervir na estruturação, implementação e desenvolvimento do transporte intermodal pelo Corredor Central, com epicentro no porto de Cartagena utilizando o rio Magdalena.

Este trabalho pretende dar mais uma contribuição ao desenvolvimento do transporte multimodal pelo corredor central, isto é, elaborando um modelo de simulação, utilizando recursos de programação e animação a fim de auxiliarmos o entendimento do comportamento global do sistema, assim como de cada uma das possíveis alternativas multimodais, com o objetivo de dimensionar as frotas envolvidas, a capacidades de estocagem nos terminais e centros de transbordo e os custos recorrentes para cada uma destas opções.

Para a caracterização do modelo proposto, serão necessários conhecer a demanda da carga, sua origem, e destino e a quantidade de TEU's movimentados; as características operacionais dos terminais e centros de transbordo, de cada modal e os parâmetros de custo envolvidos, pois, como é bem sabido que soluções operacionalmente realizáveis nem sempre poderão ser economicamente viáveis.

2. CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA

Do ponto de vista geográfico, o Corredor Central, por onde é realizado o movimento de produtos entre o litoral norte e o centro do país abrange basicamente o sistema fluvial do rio Magdalena. Ali localizam-se as cidades e regiões mais importantes do país: Santa Fé de Bogotá, Medellín, Cali, Barranquilla, Cartagena, Bucaramanga e o Eixo Cafeteiro, onde concentram-se 80% da população e mais de 90% das atividades de produção e consumo nacional.

Nesse corredor é de grande importância o porto de Cartagena de Indias, na sua condição como cidade portuária de primeira ordem e principal terminal especializado de contêineres do país. Além disso, por sua posição estratégica, constitui o epicentro do transporte intermodal de todo o país e em particular do Corredor Central, motivo do presente estudo. O sistema Corredor Central, com a infra-estrutura existente, pode-se identificar a conformação de uma rede de transporte intermodal, integrada pelos sub-sistemas modais hidroviários, ferroviários e rodoviários.

2.1 Sub-sistema Hidroviário

O subsistema hidroviário constitui a coluna vertebral da rede intermodal do Corredor Central e conformado pelo rio Magdalena, por onde escoam mais do 80% da carga fluvial do país. Este rio corre de sul ao norte, pelo centro do território nacional, comunicando-o com os portos marítimos de Barranquilla e Cartagena de Indias, este último por intermédio do *Canal del Dique*.

A perda da importância do rio como via de transporte, através das últimas décadas, deve-se em grande parte à falta de confiabilidade, que não garante uma navegação contínua por limitações de profundidade e pelo estado atual do canal navegável, produto da falta de dragagem e manutenção. Refletindo isto numa perda gradual da carga transportada pelo rio, passando do 6% da carga total em 1970 ao 1.3% em 1990.

A falta de canalização e a baixas profundidades afetam significativamente as operações das frotas. A principal atividade fluvial e a maior frequência de viagens realiza-se no período de chuvas. O rio Magdalena foi dividido em quatro trechos diferentes, cada um destes com características específicas. Estes são de norte ao sul, os compreendidos entre os portos de Cartagena, Capulco, Barrancabermeja, Puerto Berrio e Puerto Salgar. Para sua caracterização foram necessárias as distâncias e os calados permitidos para os períodos de chuvas e de secas para os diferentes trechos do rio.

Atualmente o transporte de carga efetua-se em comboios compostos por um rebocador e várias chatas. A idade média da frota é superior a 41 anos e considerando a vida útil destas embarcações em 25 anos, conclui-se a necessária renovação das embarcações.

O estudo de viabilidade para o transporte intermodal pelo rio Magdalena de 1995 desenvolveu um critério de viabilidade, que permitiu escolher 5 tipos de embarcações fluviais porta-contêineres, em correlação com as condições do sistema fluvial do rio Magdalena e que de acordo com as características, possam oferecer a maior capacidade e eficiência para o transporte multimodal pelo Corredor Central. O estudo estruturou conceitos que facilitaram a determinação da melhor

solução entre embarcações fluviais porta-containêres, desde o ponto de vista de adaptabilidade ao rio Magdalena e de competitividade frente aos outros meios de transporte de carga.

Como já foi indicado a profundidade da água disponível é a maior limitação que se apresenta. Esta falta de profundidade afeta diretamente a eficiência das embarcações. A máxima Carga em TEU's que pode ser transportada pelo tipo de embarcação para as condições restritas de navegação do sistema fluvial do rio Magdalena é mostradas na tabela 1.

Para o cálculo do tempo de navegação consideraram-se as diferentes condições que apresenta o rio Magdalena, tanto para jusante como para montante. Se tem previsto que as embarcações indicadas aqui, possam navegar a montante a uma velocidade média não inferior a 12 Km/h. A velocidade da navegação a jusante, considera-se para este estudo de 16 Km/h.

Quanto aos custos envolvidos, os parâmetros necessários para a análise da viabilidade econômica para implementar o transporte fluvial de containers pelo Corredor Central, nas diferentes possibilidades de redes intermodais e levando-se em consideração os diferentes tipos de embarcações propostas no item anterior, são:

Custos Fixos e Variáveis:

- Aquisição da Embarcação;
- Depreciação anual;
- Manutenção;
- Seguro;
- Tripulação;
- Alimentação.

Custos Operacionais:

- Combustível;
- Lubrificante;
- Pedágio;
- Segurança .

2.2 Sub-sistema Rodoviário

Os trechos das estradas indicados na figura 1, que conformam a Rede Intermodal do Corredor Central, apresentam características com grandes variações, em especial devido as zonas montanhosas, onde aparecem inclinações de até 12%. De acordo a estudos, considera-se que esta rede será suficiente para atender a demanda terrestre pelo Corredor e não prevê-se, no medio prazo, perdas da capacidade. As características físicas e operacionais como a distância entre as conexões com a hidrovia e a ferrovia e a velocidade média dos veículos de cada um dos trechos são listadas na tabela 2. Outros dados necessários para a completa caracterização, são a capacidade dos veículos, assumindo-se a um TEU por caminhão, e as taxas respectivas de carregamento e descarregamento, decorrentes das capacidades operacionais nos terminais.

2.3 Sub-sistema Ferroviário

Em relação as ferrovias de interesse para a conformação do Sistema Intermodal do Corredor Central, junto à rede rodoviária e fluvial do rio Magdalena, identificam-se trechos que comunicam diretamente os portos de Capulco e La Dorada com Medellín e Bogotá, estabeleceu-se as características operacionais do sistema, as distâncias e em especial as velocidades, mostradas na tabela 3, que provavelmente será aumentada de acordo com o previsto pela S.T.F. (Sociedad de Transporte Ferroviário) em razão de trabalhos de recuperação nos trechos referidos. Dados sobre as taxas de carregamento e descarregamento deverão ser estabelecidas assim como a capacidade do veículo, fixado para o presente estudo a ser de 15

vagões, transportando 30 TEU's por composição.

2.4 Rede Intermodal

Assim, os modos hidroviários, rodoviários e ferroviários acima descritos e ilustrados na figura 1, se interligam entre si para conformar a rede de transporte intermodal do Corredor Central. Vale a pena afirmar que, atualmente o Corredor não conta com a infra-estrutura adequada de modo a poder ser utilizada eficientemente como uma rede multimodal de transporte, mesmo que para lograr este fim dever-se completar e reabilitar algumas rodovias e ferrovias, recuperar a navegação pelo rio Magdalena e adequar os portos de transferência.

O estudo de viabilidade para o transporte intermodal pelo rio Magdalena de 1995, chegou à conclusão que levando em consideração a situação atual e as melhoria que se estão implementando à infra-estrutura, há condições de integrar a rede intermodal hidro-ferro-rodoviária, em duas alternativas, mostradas a seguir.

- Rede Primária: Integração Hidro-Ferro-Rodoviária, utilizando o porto de Capulco como porto de transbordo e a cidade de La Dorada como centro de transferência, apontada na tabela 4.
- Rede Secundaria: Integração Hidro-Rodoviária, com porto de transbordo em Barrancabermeja, mostrada na tabela 5.

2.5 Demanda

A demanda de transporte intermodal de containêres no Corredor Central, que potencialmente podem ser mobilizados pela via intermodal fluvial-

terrestre, apresentaram cifras de 65000 TEU's no ano de 1995 e de 150000 TEU's para o ano 2000, como mostra a figura 2. É claro que uma previsão ao respeito depende de múltiplos fatores, mais sem dúvida esta cifra poderia aumentar significativamente na medida que se estimule o uso do contêiner, diminuindo assim os preços do transporte, a eficiência na sua entrega, etc., como pode suceder com a implementação e desenvolvimento do transporte multimodal pelo rio Magdalena.

3. METODOLOGIA

Feita a caracterização do sistema, isto é, a definição dos parâmetros e variáveis que intervêm, bem como as restrições ou limitações para a situação em estudo, assim como também foi necessário levantar informações sobre a demanda, corresponde agora escolher a técnica para a simulação do sistema de transporte intermodal pelo corredor central.

Simulação de sistemas é uma técnica que pode ser definida como o processo de projetar um modelo a partir de um sistema real e conduzir experimentos com este modelo com o propósito do entendimento do comportamento do sistema e/ou avaliar varias estratégias para a operação do sistema. É uma ferramenta que permitirá ao analista tirar conclusões sobre novos sistemas sem precisar construí-los, ou fazer alterações em sistemas já existentes sem perturbá-los.

Ao longo do tempo, muitas foram as técnicas desenvolvidas para a simulação de sistemas discretos e contínuos. A simulação de sistemas contínuos permite fazer avaliações de sistemas econômicos, mercadológicos e etc., mais informação em Gordon, G., em *Systems Simulation*. 1978.

As técnicas de modelagem e simulação de sistemas discretos, utiliza os conceitos de probabilidades envolvidos na simulação, tais como a geração de números aleatórios, as principais distribuições de intervalos entre chegadas e tempos de atendimento, a geração de valores dessas funções e a análise das respostas obtidas pela aplicação da técnica de simulação. Para um sistema de transporte intermodal, emprega-se a simulação de eventos discretos.

A literatura mostra varias linguagens criadas para programar a simulação de diversos tipos de sistemas. Para os sistemas discretos, a que mais se destacou no passado foi a linguagem GPSS - "General Purpose System Simulation". No entanto, algumas linguagens de última geração como o SIMAN, base do *software* ARENA, escolhido para o presente estudo, desenvolvido por Zeigler em 1976, para sistemas contínuos e discretos, facilitou o trabalho da construção do modelo e de seu uso experimental para o estudo do problema.

A metodologia a ser empregada neste estudo tem como base o processo de simulação, descrito a seguir:

- Definição do problema;
- Definição do sistema e formulação do modelo;
- Especificação das condições de contorno;
- Dados de entrada;
- Tradução do modelo em linguagem SIMAN (programa ARENA);
- Experimentação, verificação e validação do modelo simulado;
- Animação do modelo;
- Análise das saídas da simulação;
- Documentação e implementação dos resultados.

Após a definição e compreensão completa do problema a ser estudado,

deve-se planejar o projeto verificando a existência de recursos físicos, humanos e técnicos para a execução do projeto.

Em seguida, define-se o sistema a ser modelado através de técnicas de simulação, montando-se um primeiro esboço conceitual do modelo, apontando-se todas as hipóteses e simplificações assumidas, bem como especificando-se as medidas e os resultados que se deseja obter do processamento do modelo, através de uma projeto preliminar do experimento.

A próxima fase é a identificação dos dados necessários para o processamento do modelo, dados estes extraídos da caracterização do sistema e submetidos a análises estatísticas para que o modelo represente bem a realidade. É comum após a coleta, o tratamento e a análise dos dados de entrada, ocorrer a modificação conceptual do modelo do sistema a ser simulado, isto se deve ao fato de os dados de entrada revelarem novas características do sistema que não estavam sendo abordadas ou novas hipóteses/simplificações a serem assumidas.

Na Tradução do modelo em linguagem SIMAN utiliza-se o *software* ARENA de simulação no qual o modelo será formulado, realizando-se a codificação do mesmo, seguindo uma lógica de controle. Elaborada a estruturação do modelo na linguagem de simulação parte-se então para a verificação, onde se assegura que o modelo proceda da maneira como foi projetado, e sua validação, onde se garante que o modelo se comporte do mesmo modo que o sistema real. Como pre-requisitos para a verificação e validação temos o uso da animação e os mesmos dados do modelo.

A experimentação e análise de sensibilidade e a análise e interpretação das

saídas são as fases de efetiva aplicação do modelo de simulação como ferramenta de análise e dimensionamento de sistemas logísticos. A fase final é muito importante pois permite o entendimento da modelagem que foi utilizada (documentação), bem como a melhoria de desempenho do sistema com a implementação dos resultados obtidos.

4. O MODELO DE SIMULAÇÃO

O modelo operacional, conforme mencionado, foi desenvolvido em linguagem SIMAN utilizando o *software* ARENA. Será mostrado a continuação as considerações relevantes na construção do modelo.

O modal rodoviário foi simulado supondo uma serie de viagens para o transporte de contêineres até o terminal rodo-ferroviário. Neste caso o interesse não é mostrar o dimensionamento da frota, considerando uma alta demanda de veículos na região, e sim a dificuldade no balanceamento de fluxo de carga entre os modais, o modelo estará assumindo uma taxa de chegada dos caminhões ao terminal segundo uma distribuição exponencial, ao invés de estar controlando o ciclo de viagem completo por caminhão. A distribuição utilizada é representativa de um processo de chegada de eventos independentes. Já para os modais ferroviários e hidroviário, as viagens estarão sendo simuladas por completo (ida, volta e transbordo), pois o número de composições e embarcações é fixo, e o desempenho operacional das mesmas influenciarão no atendimento ou não da demanda prevista de transporte.

Gerados os veículos, estes são enviados para os terminais de destino utilizando as distâncias e velocidades médias reais do sistema. Chegando aos

terminais os veículos entram em fila para seu atendimento, medindo-se os tempos entre a chegada ao terminal e a efetiva alocação dos mesmos. O tempo de fila de espera vai depender da capacidade operacional do terminal e do número de veículos chegando ao terminal para serem atendidos. Os tempos de carregamento e descarregamento nos terminais, são calculados levando-se em consideração a taxa média de operação de transbordo de cada terminal (TEU's/hora) e a capacidade de cada veículo, seja caminhão, trem ou embarcação.

Para a exemplificação da metodologia desenvolvida, foi simulada a Alternativa 1, tabela 4, Integração Hidro-Ferro-Rodoviária, utilizando o porto de Capulco como porto de transbordo e a cidade de La Dorada como centro de transferência. A codificação do modelo para o transporte intermodal desta opção pode ser vista na figura 3. O ARENA possui também uma interface gráfica de animação que permite o acompanhamento de cada seqüência lógica da operação do modelo em tempo real, auxiliando a sua compreensão e sua verificação. A figura 4 ilustra a animação do sistema Hidro-Ferro-Rodoviária entre a cidade de Bogotá e o porto de Cartagena.

Alguns dados de entrada devem ser fornecidos ao modelo, para garantir a reprodução real do mesmo. Esses dados estão listados a seguir:

Modal Rodoviário:

- Intervalo de chegada dos caminhões ao terminal: distribuição exponencial, com média 17 min;
- Distância entre Bogotá e terminal rodo-ferroviário: 173 Km - Tabela 4;
- Velocidade média: 27,9 Km/h - Tabela 2;
- Capacidade de cada caminhão: 1 TEU.

Terminal Rodo-Ferroviário

(La Dorada):

- Capacidade máxima de estocagem: 200 TEU's;
- Estoque no início da simulação: 30 TEU's;
- Taxa de operação de transbordo: 4 TEU's/Hora.
- Horário de operação: 24 horas.

Modal Ferroviário:

- Distância entre Barranca e terminal ferro-hidroviário: 403 Km - Tabela 4;
- Velocidade média: 17 Km/h - Tabela 3;
- Capacidade de cada composição: 30 TEU's.

Terminal Ferro-Hidroviário (Capulco):

- Capacidade máxima de estocagem: 300 TEU's;
- Estoque no início da simulação: 50 TEU's;
- Taxa de operação de transbordo: 4,17 TEU's/Hora.
- Horário de operação: 24 horas.

Modal Hidroviário:

- Distância entre os terminais de Capulco e Cartagena: 510 Km - Tabela 4;
- Velocidade média das embarcações: 12 Km/h a montante e 16 Km/h a jusante;
- Capacidade de carga por embarcação: Tabela 1.

Terminal de Cartagena:

- Taxa de operação de Descarregamento: 8 TEU's/Hora.
- Horário de operação: 24 horas.

Assumindo-se os parâmetros acima, buscou-se através da variação entre os diferentes tipos de embarcações, a frota de trens e a taxa de chegada dos caminhões, saber a influência no fluxo/balanceamento dos modais. A tabela

6 indica os experimentos realizados e os resultados obtidos simulando a Alternativa intermodal 1, entre a cidade de Bogotá e o porto de Cartagena.

Os dados de saída do modelo são o total de veículos por modal que passaram pelos terminais, total de TEU's transportados, capacidade média dos terminais, tempos médios de fila, e tempo médio de viagem redonda.

Tendo em mãos os dados de tamanho de frota, distâncias percorridas e tempos de viagem redonda, pode-se calcular através de planilhas apropriadas, os custos de transporte. Para isso, adotou-se também uma exemplificação da metodologia apresentada para a hidrovia, seguindo os valores comerciais dos fretes por cada TEU transportado para cada modal e em cada trecho já referido, incluindo-se os valores de transbordo, seguro e a taxa da utilização dos cais. Com estes dados foi calculado para cada cenário simulado a conta total do frete, que é produto do total de TEU's transportado por cada modal num período inicial de 30 dias. A tabela 7 mostra o custo do transporte intermodal para cada uma das opções simuladas.

5. CONCLUSÕES E EXTENSÕES

As atividades desenvolvidas até agora demonstram a potencialidade de utilizar uma linguagem de simulação probabilística como uma ferramenta de auxílio no dimensionamento de frotas e capacidades de terminais, tendo como meta a minimização dos custos envolvidos.

O modelo de simulação desenvolvido permitiu integrar e interrelacionar os modais hidroviário, ferroviário e rodoviário num só sistema de transporte de containers pelo Corredor

Central utilizando o rio Magdalena como eixo principal.

Analisando-se os resultados das tabelas vemos que as linhas indicadas em "negrito" correspondem as melhores combinações, para cada tipo de embarcação, entre a faixa restrita de testes realizados e que atingiu satisfatoriamente a demanda (2416,67 TEU's/mês) entre os três modais. Em relação ao análise de custos observa-se que a embarcação tipo BR-90 (88 TEU's) ofereceu o menor custo de transporte, \$564.000 por TEU transportado, o que reafirma a tese que quanto maior seja a quantidade de carga transportada pela embarcação, menor será o custo por TEU/Km.

Vale a pena enfatizar que o modelo permite dimensionar de forma realista e estratégica um sistema intermodal de transportes, levando em consideração aspectos operacionais relevantes. Mas, contudo para um dimensionamento "ótimo" da frota dever-se estudar um número muito maior de cenários ou alternativas. Portanto os experimentos representados aqui como resultados tem como objetivo ilustrar o potencial da metodologia, sem querer estabelecer regras ou parâmetros para o dimensionamento "otimizado" do sistema em estudo.

O desenvolvimento deste trabalho continua com a incorporação no modelo de simulação da Alternativa 2, integração hidro-rodoviária, com porto de transbordo em Barrancabermeja, a fim de entender o comportamento operacional completo do sistema Corredor Central e estabelecer comparativos entre estas duas opções intermodais, visando sempre o custo mínimo de transporte e o atendimento da demanda.

000000

6. BIBLIOGRAFIA

- Estudio MITCH sobre el Río Magdalena, NEDECO e MOPT, 1973
- Estudio de Transporte en el área del Río Magdalena, *Netherland Economic Institute*. Volume 1 e 2, 1974
- MATAALLANA R, Agosto; Estudio de Factibilidad para Transporte Intermodal por el Río Magdalena, 1995
- Estudio Plan Maestro de Transporte. Ministerio de Transporte. Tomo III, Modo Férreo, 1994
- Gordon, G.; *Systems Simulation*, 1978
- Pedgen, C. D. et alii ; *Introduction to Simulation Using SIMAN*, McGraw-Hill, 1995

ANEXOS: TABELAS E FIGURAS

Tabela 1 - Carga Máxima de TEU's por Tipo de Embarcação e Trecho do Rio

Trecho	Quantidade de TEU's				
	BR-40*	BR-50**	BR-70**	BR-80*	BR-90**
Cartagena - Capulco	39	44	70	80	88
Cartagena - Barranca	39	44	70	80	88
Cartagena - Puerto Berrío	23	26	38	44	48
Cartagena - Puerto Salgar	16	19	27	32	34

* Embarcações do tipo Chata

** Embarcações de Porão Aberto (hooper)

Tabela 2 - Subsistema Rodoviário, Características Físicas

Trecho	Distância	Velocidade
	Km	Km/h
La Dorada-Bogota	173	27,9
La Dorada-Armenia	246	31,66
La Dorada-Cali	433	34,64
Barranca-Bogota	448	23,03
Barranca-Medellin	300	?
Barranca-Bucaramanga	110	28,57
Barranca-Armenia	521	26,4

Tabela 3 - Subsistema Ferroviário, Características Físicas

Trecho	Distância	Velocidade
	Km	Km/h
Capulco-Pto Berrío	259	17
Capulco-La Dorada	403	17
Capulco-Medellin	441	16
PtoBerrío-Medellin	182	15

Tabela 4 - Alternativa 1 : Conexão Intermodal com o Porto de Capulco

Origem/ Destino	Modo						Total Km
	HIDROVIÁRIO		FERROVIÁRIO		RODOVIÁRIO		
	Tramo	Km	Tramo	Km	Tramo	Km	
Bogotá	Cartagena - Capulco	510	Capulco - La Dorada	403	La Dorada - Bogotá	173	1086
Armenia					La Dorada - Armenia	246	1159
Cali					La Dorada - Cali	433	1346
Medellín					Capulco - Medellín	460	970

Tabela 5 - Alternativa 2 :Conexão Intermodal com o Porto de Barrancabermeja

Origem/ Destino	Modo				Total Km
	HIDROVIÁRIO		RODOVIÁRIO		
	Tramo	Km	Tramo	Km	
Bogotá	Cartagena - Barranca	654	Barranca - Bogotá	448	1102
Medellín			Barranca - Medellín	300	954
B/manga			Barranca - B/manga	115	769
Armenia			Barranca - Armenia	521	1175

00010

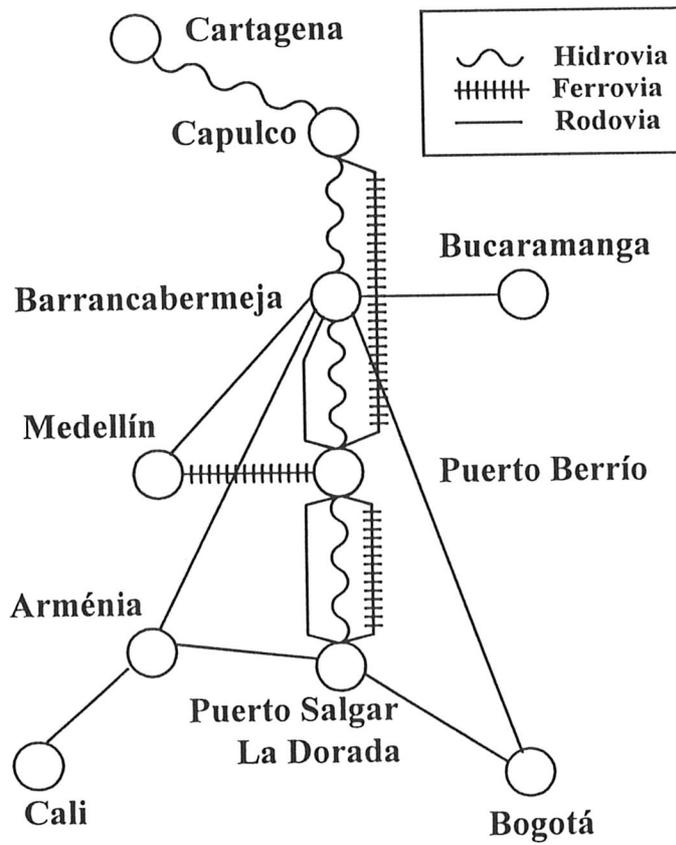


Figura 1 - Rede Intermodal do Corredor Central

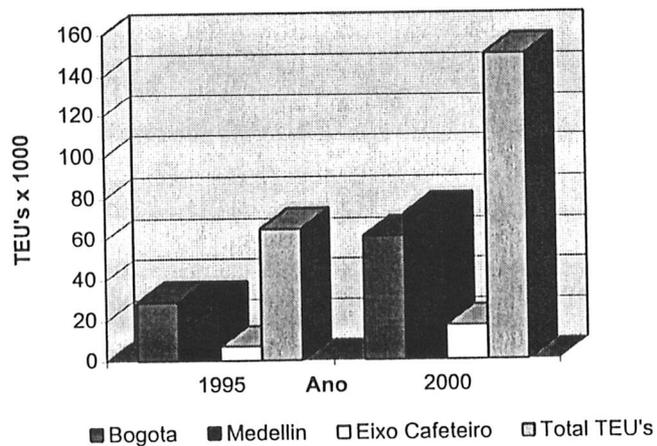


Figura 2 - Movimento Estimado de TEU's no Corredor Central

00011

Tabela 6- Resultados do Modelo de Simulação - Alternativa 1: Bogotá-La Dorada-Capulco-Cartagena

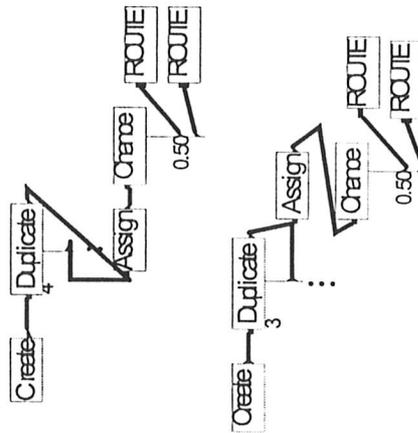
Modal Rodoviário		Terminal		Modal Ferroviário		Terminal		Modal Hidrovairio			Total TEU's
Intervalo	Número	Rodo-Ferroviário	Frota	Número	Ferro-hidroviário	Capacidade	Frota	Número	Viagens	Número	Transportados
Chegada(min)	Viagens	Estoque Médio		Viagens	Estoque Médio	Embarcação		Viagens			
17	2462	17	9	82	25	39	8	66			2574
17	2462	14	10	82	25	39	8	66			2574
17	2463	83	7	77	97	39	8	62			2418
17	2462	19	10	83	25	44	7	56			2464
17	2462	19	9	83	25	44	7	56			2464
17	2427	74	8	74	79	44	6	48			2112
17	2427	74	9	74	78	44	6	48			2112
17	2427	18	8	82	25	44	7	56			2464
17	2463	83	7	77	97	44	7	55			2420
17	2490	15	8	83	25	70	5	36			2520
17	2340	84	7	78	97	70	5	34			2380
17	2360	108	7	72	118	70	4	29			2030
17	2464	86	7	79	96	80	4	28			2240
17	2464	34	8	79	39	80	4	28			2240
17	2464	84	7	78	97	80	5	30			2400
17	2464	84	7	78	97	88	5	28			2464
17	2464	84	7	79	96	88	4	27			2376
17	2464	18	8	83	25	88	4	27			2376

00012

Tabela 7 - Custo Total do Transporte Intermodal no Período Simulado

Modal Rodoviário			Term.Rodo-Ferro.		Modal Ferroviário		Term.Ferro-Hidro.		Modal Hidroviário				Custo Total	Custo/TEU Transp.		
Número	Custo	Frete	Custo	Transbordo	Número	Custo	Custo	Transbordo	Capac.	Número	Custo	Sub-Total			Total TEU's	Custo Seguro
Viagens			Frete		Viagens	Frete	Frete		Embarc.	Viagens	Frete					
2463	387.922,5		387.922,5	98.520,0	77	277.200,0	277.200,0	92.400,0	39 TEU's	2418	677.040,0	1.434.562,5	2418	84.630,0	1.519.192,5	628,3
2463	387.922,5		387.922,5	98.520,0	77	277.200,0	277.200,0	92.400,0	44 TEU's	2420	665.500,0	1.423.022,5	2420	84.700,0	1.507.722,5	623,0
2340	368.550,0		368.550,0	93.600,0	78	280.800,0	280.800,0	92.400,0	70 TEU's	2380	606.900,0	1.348.650,0	2380	83.300,0	1.431.950,0	601,7
2464	388.080,0		388.080,0	98.560,0	78	280.800,0	280.800,0	92.400,0	80 TEU's	2400	571.200,0	1.332.480,0	2400	84.000,0	1.416.480,0	590,2
2464	388.080,0		388.080,0	98.560,0	78	280.800,0	280.800,0	92.400,0	88 TEU's	2464	542.080,0	1.303.360,0	2464	86.240,0	1.389.600,0	564,0

Modal Hidroviário



Terminal ferro-hidroviário

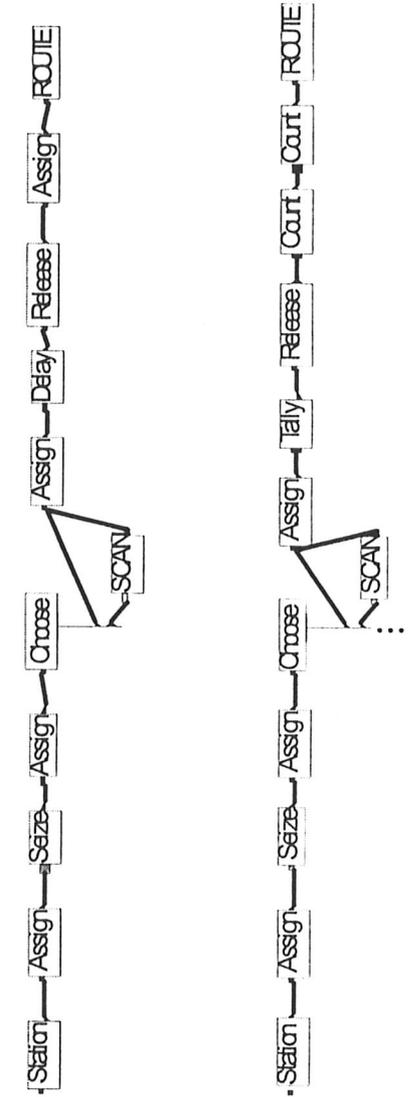


Figura 3 - Codificação Modal hidroviário e Terminal Ferro-hidroviário

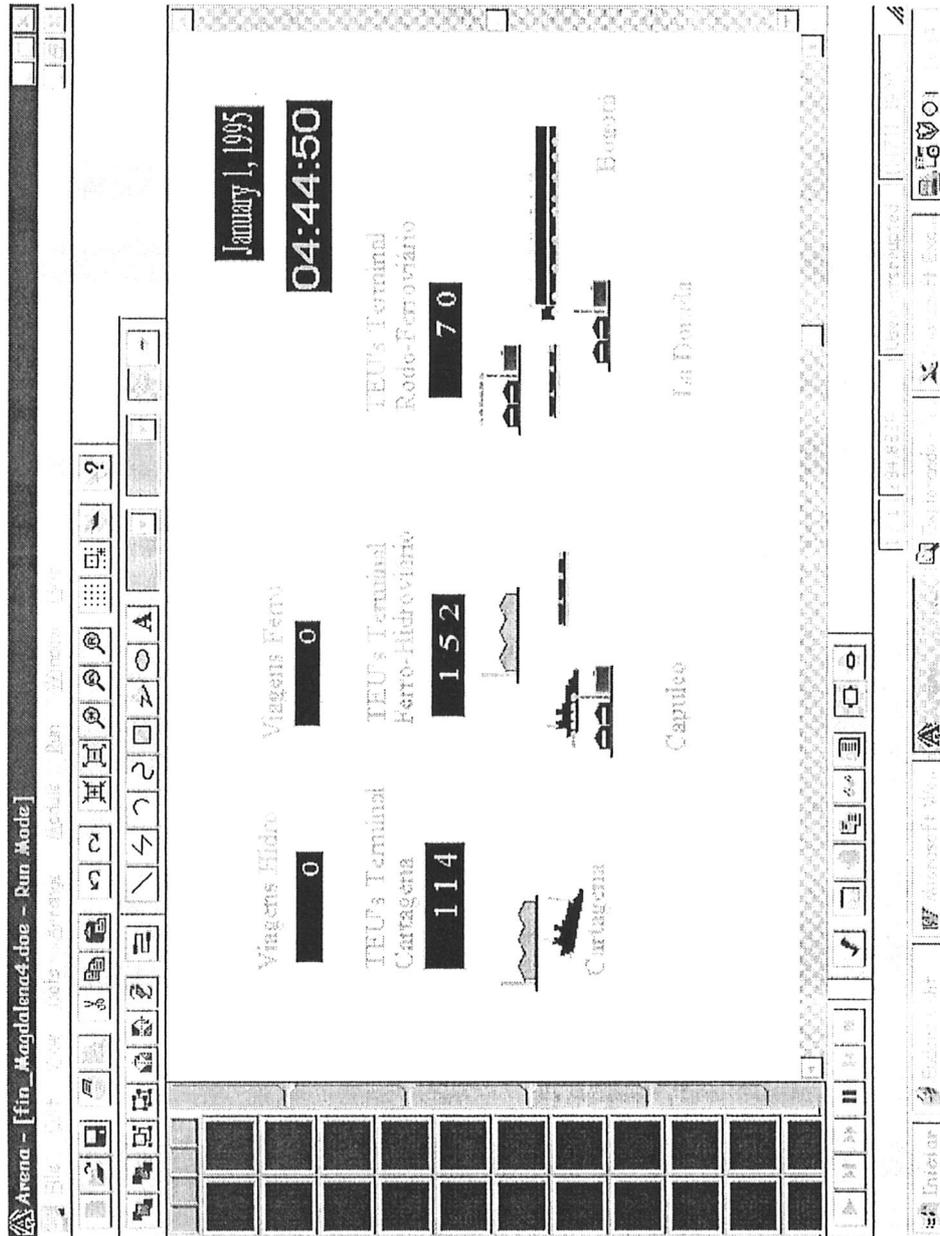


Figura 4 - Tela de Animação sistema Hidro-Ferro-Rodoviária (Bogota-La Dorada-Capulco-Cartagena)