

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La cuenca amazónica ha sido usada desde la época de la conquista como vía de comunicación entre el Océano Pacífico y el Océano Atlántico, tal es así, que podemos citar ya en 1540 la expedición de Francisco de Orellana salió de Quito y llegó al Río Amazonas que lo conduciría al Atlántico en su Ruta a España. En 1743, el científico francés La Condamine, quien realizó trabajos de medición de un arco de meridiano en la Real Audiencia de Quito, regresó a Europa siguiendo el curso por el Río Amazonas hasta el Atlántico.

Los estudios realizados por la antigua agencia de planificación, GEIPOT del Ministerio de Transportes de Brasil y posteriormente los estudios del IIRSA, que ampliando estos proyectos a toda América del Sur, incluye los estudios de la GEIPOT. La idea de un corredor bi-oceánico ha sido considerada como una solución al viejo problema de una salida al Pacífico para Brasil, a fin de tornar sus productos de exportación más competitivos en el mercado del Pacífico Asiático.

En el 2007 se crea la comisión Brasil - Ecuador para llevar a efecto el proyecto de ruta intermodal Manta-Manaos. Esta idea asociada a la de conformación de un bloque económico de los países de América del Sur, está dirigida a una integración territorial y económica que tendería a mejorar la incipiente infraestructura de transporte en América del Sur.

Este breve análisis se refiere específicamente al corredor intermodal Manta – Manaos, constituido por un tramo de carreteras que atraviesan la región interandina hasta el puerto fluvial Francisco de Orellana siguiendo por ríos tributarios del Amazonas. Estas vías de penetración a la Amazonia establecen los elementos físicos que aún no han sido explotados en su verdadera magnitud pero que podrían ejercer una marcada influencia en el desarrollo socio económico de esta zona, cuya población requiere de alternativas ante la restricción geográfica andina, la cual encarece el costo del transporte de los productos.

1.2 Objetivo Importancia y Justificación del Trabajo

El objetivo de la investigación apunta a identificar en qué medida el corredor propuesto puede competir en re-direccionar los flujos contenedorizados del comercio brasileño con Asia como eje internacional de dicho comercio. La

importancia del proyecto por tanto, está directamente relacionada a este volumen de comercio. Brasil es uno de los más grandes importadores de productos chinos en América Latina, y responsable de casi el 40% de las exportaciones latinoamericanas hacia la China.

En una economía mundial globalizada, una condición básica para los países en desarrollo es lograr el crecimiento económico y competitividad, así como una buena infraestructura de empleo y accesibilidad.

Nuevos ejes de transporte han sido promovidos para lograr una coherencia social interna y evitar la desigualdad económica entre las poblaciones centrales y periféricas, con la idea de dirigir un desarrollo equilibrado de la sociedad. Entre estos estudios se destacan aquellos que enfocan en la práctica del transporte intermodal. Como ejemplos pueden ser citados la red de corredores y áreas de comercio en los EUA, la red PCBAL (Paris, Colonia, Bruselas, Ámsterdam, Londres), la cual es probablemente la más significativa columna vertebral del sistema de mega-corredores en el noreste de Europa, entre otros.

La construcción de nueva infraestructura principal no es sólo un medio para facilitar los flujos de mercaderías y las transacciones internacionales, sino que estas grandes inversiones deben ser también instrumentos que sirvan para revitalizar la economía, aumentando el empleo y movilizar el capital de los inversionistas privados.

La idea que el Puerto de Manta se convierta en puerto concentrador de cargas entre puertos asiáticos y del Brasil usando la cuenca amazónica podría ganar importancia, en virtud de que aparentemente acortaría sustancialmente la distancia y el tiempo de tránsito que hoy se verifica.

1.3 Estructura del Trabajo

El trabajo está estructurado en la siguiente forma. La siguiente sección presenta una descripción breve de la infraestructura del transporte en el tramo fluvial ecuatoriano, el patrón general del comercio local, y el comercio intrarregional. La sección 3 presenta las características de las rutas actuales y de la ruta propuesta. La sección 4 introduce los modelos de costos. La sección 5 presenta la aplicación del modelo estimando los costos unitarios de los sistemas envueltos. La sección 6 presenta y analiza los resultados principales, para el sistema logístico; el volumen y flujos patrones de carga; y niveles de costo. La sección 7 corresponde a las

consideraciones finales, particularmente a los asuntos respecto a los factores de viabilidad principales.

2. COMERCIO Y TRANSPORTE

La determinación de la zona de estudio es necesaria a fin de definir las características de los segmentos y puntos de interés involucrados en el análisis, tales como puntos de origen y destino, puntos de transferencias como puertos y terminales de transporte. Además, las características de los sistemas de transporte serán delineados.

Aquí se analizará, básicamente el comercio internacional del Brasil con los países del Pacífico Asiático, y otros puntos relevantes, que contribuyan al mejoramiento operacional de las rutas.

2.1 Características del Comercio

Las características del comercio entre Brasil con los principales países del pacífico asiático que son China y Japón, así como con Ecuador son analizados a fin de definir el potencial del comercio entre el punto de origen y destino principal y los posibles puntos intermedios en las rutas a ser analizadas.

Las exportaciones brasileras a China representaron en media \$19.526,5 millones en el período 2007 al 2010, representando un 11.17% de sus exportaciones totales. Con Japón el panorama es diferente con un 0.99%, y con Ecuador es menor aún, con un 0.45% de sus totales en dólares de los EUA.

Tabla 1. Exportaciones Brasileras

Montos expresados en miles de dólares FOB				
PAIS	2007	2008	2009	2010
CHINA	10,736,330	16,395,800	20,182,021	30,791,782
ECUADOR	654,848	875,825	636,992	985,063
JAPON	1,443,086	2,020,753	1,466,295	2,017,285
MUNDO	157,265,789	193,121,040	150,198,697	198,863,646

Fuente: <http://nt5000.aladi.org/siicomercioesp/>, ingresado en mayo/ 2011.

2.1.1 Análisis del comercio Ecuador - Brasil

Este análisis es requerido para definir el potencial comercial de este segmento del corredor, lo que potenciaría el desarrollo de la ruta bi-oceánica.

Ecuador tiene previsto instalar en territorio peruano dos “Centros de Comercio y Navegación (CCN)”, uno en Pebas, en la confluencia del Napo con el Amazonas, y otro en Sarameriza, en el río Marañón, ruta peruana a Manaos,

Un breve análisis del comercio ecuatoriano en el pasado período 2001- 2009, es presentado, de donde podemos deducir que la balanza comercial del Ecuador con Brasil presentó un fuerte déficit a lo largo de toda la década estudiada, pero a partir del año 2002 esta tendencia se acentuó debido al importante crecimiento que presentaron las importaciones ecuatorianas desde este mercado. Datos extraídos Índice del Boletín Anuario #32, 2010 del Banco Central del Ecuador.

Las importaciones ecuatorianas desde el Brasil promediaron, para el periodo US \$ 547.781.490 representando 5,49% del total general de las importaciones, muy por debajo de las importaciones de los países de la Comunidad Andina de Naciones (CAN), que promedió \$2´334,8 millones representando el 23,38% del total, y en particular Colombia con el 12.59% del total general.

Por otro lado, las exportaciones ecuatorianas promediaron para el mismo periodo US \$40.913.947 hacia ese mercado, representando apenas un 0.4% del total general de las exportaciones, muy por debajo de las exportaciones a los países de la Comunidad Andina de Naciones (CAN), que promedió \$1´734.114 representando el 16,79% del total.

Para el año 2010 las importaciones desde Brasil totalizaron US \$ 853.814.820, superando en 55.87% el promedio del periodo Entre los productos importados resaltan como principales los teléfonos celulares y otros de redes inalámbricas con un 4.56% del total de las importaciones desde ese mercado.

Para el año 2010, las exportaciones hacia Brasil totalizaron US \$ 51.406.700, figurando los atunes como el principal producto con el 22.99% de las exportaciones totales hacia ese mercado. Sigue de cerca en importancia los bombones, caramelos, confites, con 18,22%.

2.1.2 Análisis del Comercio Exterior Ecuador - Manaos

Manaos es la ciudad capital del Estado de Amazonas, el cual está ubicado en el lado noroeste brasilero y es el centro consumidor más importante de la Amazonía Occidental.

Los resultados del estudio realizado por ALADI incluyen los montos de las importaciones realizadas por el estado de Amazonas en el periodo 1997 – 2001, en miles de dólares. Los datos presentaron una gran variabilidad en los valores, que no permiten definir un posible comportamiento del comercio futuro.

Aladi analizó e Identificó las empresas importadoras y distribuidoras para los productos ecuatorianos relacionados a la oferta exportable seleccionados por la Corporación de Promoción de Exportaciones e Inversión - CORPEI de Ecuador. Analizó los niveles de precios, prácticas comerciales, plazos de entrega, y medios de Transporte. El estudio presenta los precios de productos ecuatorianos que algunos fabricantes informaron y establece la no competitividad de los productos ecuatorianos en Manaos, basado en la competitividad brasilera por la devaluación de su moneda, ciclo económico invertido actualmente por el fortalecimiento del real.

El estudio concluye con un análisis comparativo de los precios de las sardinas ecuatorianas con los precios locales, venta al público en Manaos, expresado en dólares de los EUA al consumidor. El resultado del estudio en esa época no era conveniente, ya que el precio por kilo del producto ecuatoriano fue de US\$5.91, en tanto que el producto brasilero era de US\$4.09.

2.2 Características del Tramo Fluvial Ecuatoriano

La autoridad portuaria del puerto de Manta elaboró un informe técnico de la Ruta Manta - Manaos que contiene la inspección del tramo terrestre Manta / Francisco de Orellana y del tramo fluvial Francisco de Orellana / Nuevo Rocafuerte por el río Napo, con el objeto de acceder al puerto de Manaos.

El informe determina que tanto el río Napo en sus tramos ecuatoriano y peruano, y el río Marañón, totalmente en territorio peruano, son de navegabilidad inestable y de poco calado, y por tanto podrían necesitar obras de corrección con un sistema de esclusas para ser navegables todo el año. Además, el río Napo tiene solo puede ser navegado de día. Sus aguas comienzan a bajar de nivel a fines de julio hasta la primera mitad de octubre, formando muchos bancos de arena. Vuelve a subir el nivel a partir de la segunda mitad de octubre hasta julio y alcanzan un calado máximo, que se sitúa entre los 4 y 5 metros, dependiendo de las lluvias. El terminal fluvial Francisco de Orellana está situado en el punto en

que el río Napo recibe el río Coca y es el único punto en que existe estructura urbana, inclusive acceso a INTERNET. El trayecto entre Francisco de Orellana a Pompeya presenta siempre bajo calado, inclusive en la crecida. El calado entre Francisco de Orellana y Pompeya alcanza un máximo de 2 metros.

3 CARACTERISTICAS DE LAS RUTAS

El problema central es determinar si el tramo Manta – Manaos puede ser usado como ruta alternativa del sistema de transporte de contenedores en el comercio Brasil con países del pacífico asiático. La zona de análisis y sus puntos importantes que definirán la red de transporte incluye los puntos de origen y destino principales, así como los puntos intermedios que serán definidos basados en las rutas existentes e incluyendo aquellos puertos que mejoren la viabilidad de las rutas.

Las rutas marítimas actuales son básicamente dos, una hacia el norte, determinada por el cruce por el Canal de Panamá. La otra hacia el sur, caracterizada por ser la ruta que prevalece actualmente y que bordea Sudáfrica. Aquí se incrementa la ruta propuesta usando el tramo Manta Manaos como parte de un corredor bioceánico.

3.1 Ruta 1 - Vía Sud África

Esta ruta es directa usada por los varios transportadores que operan en los puertos principales de la costa este sudamericana y de aquí a los puertos en el pacífico asiático. Aquí será usada esta misma ruta marítima ajustada en su destino a Yokohama, operando con una ruta alimentadora definida con origen en Manaos, pasando por Belem, Suape, Salvador, Vitoria, Rio de Janeiro y Santos y de Rio Grande do Sul a Santos, desde ahí vía Sudáfrica al Japón. Como puertos intermedios y de destino fueron seleccionados Durban, Singapur, Hong Kong, Shanghái y Yokohama.

Los transportadores usando esta ruta, como puede ser apreciado en los sitios web, presentan una distribución de la flota operando en la ruta Costa Este de Sudamérica con Asia, esta dado principalmente por las alianzas de las grandes operadoras como Evergreen/Cosco, Hamburg Sud/NYK, CSVA/CGM y P&O Nedlloyd/MOL.

3.2 Ruta 2 - Vía Canal de Panamá

Esta ruta usa el Canal de Panamá usada por la CSVA. En este trabajo, se compone por el tramo alimentador Manaos - Belem, y desde Rio Grande do Sul a Santos, Rio, Vitoria, Salvador, Suape y Belem, de aquí hacia el norte haciendo escala en La Guaira en Venezuela, Cartagena en Colombia y Colon en Panamá, cruza el Canal hasta Balboa, sigue a Manzanillo en México, luego a Los Ángeles en los EUA y de aquí hasta Yokohama en Japón, continuando a Shanghai, Hong Kong y Singapur.

Las compañías no brindan servicios fijos de transporte usando esta ruta en toda su extensión como aquí definida. La ruta existente es directo a la costa oeste de Sudamérica con CSAV Lines con su servicio Cono Sur. NYK Lines opera 2 rutas hacia el norte. Las rutas uniendo Asia con Latino América son el Servicio Express 1 y Servicio Express 2, recalando en los puertos del Pacifico sudamericano.

3.3 Ruta 3 - Vía Corredor Manta – Manaos

Para definir la red completa de transporte, definiremos, ahora, la ruta propuesta. Esta ruta propuesta intenta acortar distancia, lo que asume menor tiempo y costos de transporte en la ruta desde Brasil a Yokohama. Para esto el corredor Belem - Manaos - Manta ha sido propuesto, usando al puerto de Manta, en Ecuador, como Gate en el Pacifico Sur. La figura 2, ilustra el corredor propuesto como corredor bioceánico.

Figura 2 Propuesta del Corredor Bioceánico



La figura muestra el tramo de carretera entre Manta y Francisco de Orellana, Coca en la figura. Luego el tramo fluvial a Iquitos, y a Manaos, finalizando el corredor bioceánico en Belem. Esta ruta intermodal que está compuesta por el tramo fluvial Manaos (Brasil) – Puerto Francisco de Orellana (Ecuador), el tramo

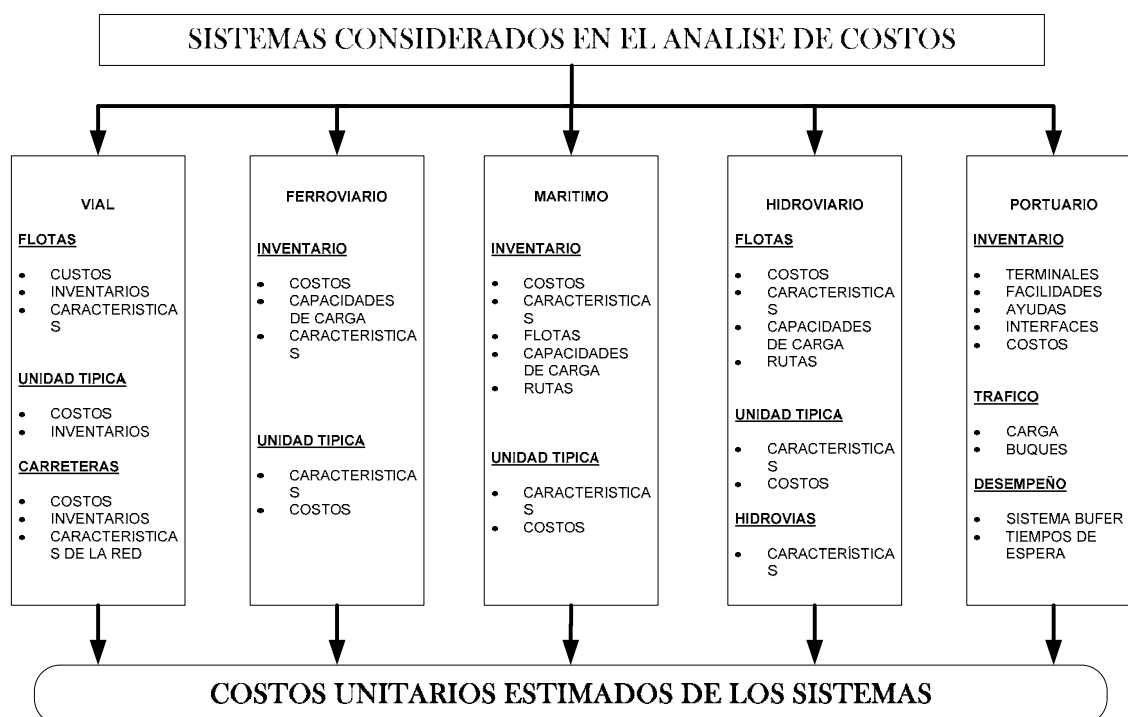
carretero Puerto Francisco de Orellana - Manta y el tramo marítimo Manta – Yokohama (Japón), usando como puertos intermedios de Manzanillo en México y los Ángeles en la costa oeste de los EUA, continuando hasta Yokohama.

4 MODELO DE COSTOS

Esta sección introduce el modelo usado basado en SIG, el cual usa el algoritmo de distribución de costo mínimo y presenta la metodología de estimación de los costos unitarios que sirven de datos de entrada al modelo.

La figura 3 presenta los sistemas de transporte y los elementos de costo a ser considerados en cada modal.

Figura 3 Sistemas que Componen un Transporte Intermodal



4.2 El Modelo Logístico

$$CLT = CTT + CMI$$

Donde:

- CLT = Costo Logístico Total;
- CTT = Costo Total del Transporte;
- CMI = costo de Mantenimiento del Inventario;

$$CTT = CTRO + CTFE + CTFL + CTMA + COT$$

Donde:

- CTRO = Costo del transporte por carretera;
- CTFE = Costo del transporte ferroviario;
- CTFL = Costo del transporte fluvial;
- CTMA = Costo del transporte marítimo.
- COT = Costo de las operaciones de transbordo en puertos y terminales.

4.3 Cálculo de los Costos Unitarios

Este incluye la estimación de los costos unitarios de cada modal de transporte como definido en la figura 1.

4.3.1 Transporte por Carretera

Determina el costo unitario del transporte por carreteras.

$$\text{CUTRO} = \text{CUVRO} / \text{CUV}$$

Donde:

CUTRO = Costo Unitario (US\$/TEU) del transporte por carretera

CUVRO = Costo Unitario por vehículo del Transporte por carretera

CUV = Coeficiente de Utilización del Vehículo

Costo Unitario por vehículo de Transporte por carretera

$$\text{CUVRO} = \text{CCV} + \text{CP} + \text{CMV} + \text{COM} + \text{GG} + \text{CLU} + \text{CPN} + \text{CIF}$$

Donde:

CCV = Costo de Capital del Vehículo

CP = Costo del Personal

CMV = Costo de Mantenimiento del vehículo

COM = Costo de Combustible

GG = Gastos Generales

CLU = Costo de Lubrificantes

CPN = Costo de las llantas

CIF = Costo de las Instalaciones Fijas

4.3.2 Transporte Marítimo

$$CTM_k = (CC_k + CO_k) / (S_k * F)$$

Donde:

CTM_k = Costo Unitario del Transporte Marítimo para el buque tipo **k**,

CC_k = Costo de capital del Buque tipo **k**,

CO_k = Costo Operacional del Buque tipo **k**,

S_k = Capacidad en TEUs del Buque tipo **k**,

F = Factor de Carga del Buque.

4.3.3 Transporte Fluvial

$$CTFki = (COF * Ti) / (24 * w_i)$$

Donde:

CTFLki = Costo unitario de Transporte para la unidad **k** en el tramo **i** (\$/ día)

COF_k = Costos operacional de la unidad típica **k** (\$/ día)

T_i = Tiempo de viaje en el tramo **i** (horas)

W_i = Capacidad de carga de la unidad (TEUs)

Donde: T_i = D_i / VF_k, y

D_i = Longitud del tramo fluvial **i** (Kilómetros).

VF_k = Velocidad de servicio del Transporte Fluvial para la unidad **k**

4.3.4 Mantenimiento del Inventario

$$CMI = CCI + CSI + CAI + CRI$$

Donde:

CMI = Costos de Mantenimiento del Inventario, en USD \$/TEU.

CCI = Costos de capital o costo de la carga en tránsito, en un contenedor,

CSI = Costos de servicio al Inventario,

CAI = Costos de espacios de almacenamiento; y

CRI = Costos de riesgo del Inventario.

4.4 El Modelo de Flujo de Costo Mínimo

FUNCIÓN OBJETIVO:

$$\text{MIN } Z = C_{ij} * X_{ij}$$

Donde $Z = \text{Costo Total del Transporte}$

Las variables $X_{ij} = \text{Número de TEUs a través del arco } (i, j)$

Los datos de entrada $C_{ij} = \text{Costo unitario del flujo a través del arco } (i, j)$

RESTRICCIONES:

$$X_{ij} - X_{ji} = Q_i \quad \text{para todo } i \in N \quad \text{conservación de flujo}$$

$$L_{ij} \leq X_{ij} \leq U_{ij} \quad \text{para todo } (i,j) \in A \quad \text{capacidad de los arcos}$$

Datos de entrada:

$$L_{ij} = \text{Limite inferior da capacidad del arco } (i, j) = 0.$$

$$U_{ij} = \text{Limite superior da capacidad del arco } (i, j) = \infty$$

$$Q_i = \text{Flujo neto generado en el nodo } i. \text{ (Salida – entrada)}$$

Donde o valor de Q_i depende de la naturaleza del nodo i :

$$Q_i > 0 \quad \text{Si } i \text{ es un nodo de origen (oferta),}$$

$$Q_i < 0 \quad \text{Si } i \text{ es un nodo de destino (demanda),}$$

$$Q_i = 0 \quad \text{Si } i \text{ es un nodo de transferencia o paso.}$$

5 APLICACIÓN Y CÁLCULO DE COSTOS UNITARIOS

Esta sección presenta las características de los sistemas que componen el sistema a ser analizado y los resultados encontrados resumidos. Se describe las mayores características físicas de los sistemas incluidos en el análisis. Por tanto, algunas premisas serán establecidas que definen las condiciones de trabajo de los sistemas bajo estudio. Aquí, las unidades típicas, cuando aplicable, representan las flotas de transporte a ser usadas en el modelo.

Las características de los Sistemas esta dado básicamente por las redes de transporte, las unidades de transporte por modal, distancias de viaje y costos. Aquí no fueron consideradas las condiciones de los tramos en la redes de

transporte. Se realiza el cálculo de los costos unitarios por modal y la entrada de datos al SIG-T.

La matriz de carga a ser considerada está incluida en la tabla 2, la cual contiene los valores de carga por origen y destino.

Tabla 2 Matriz Origen / Destino de los Contenedores

DESTINO ---> ORIGEN T	PACIFICO ASIATICO	LOS ANGELES EUA	CARTAGENA COLOMBIA	LA GUAIRA VENEZUELA	MANZANILLO MEXICO	FCO ORELLANA ECUADOR
MANAUS	9740	879	1222	2132	2107	543
BELEM	16084	1451	2018	3520	3479	896
SUAPE	27655	2496	3471	6055	5984	1541
SALVADOR	16427	1482	2061	3595	3553	915
VITORIA	3524	769	1069	1867	1844	475
RIO	79392	7165	9962	17381	17175	4425
SANTOS	154195	13915	19349	33758	33359	8594
RIO GRANDE SUL	41478	3743	5205	9081	8973	2312
TOTALES	348495	31900	44357	77389	76474	19701

Fuente: Elaborado por el Autor

5.1 Sistema de Transporte Marítimo

En esta parte del análisis fueron considerados los puntos de origen, destino y transferencia o paso, y los inventarios respectivos de cada sistema y definiendo las unidades típicas. Los puntos de origen son los puertos manejando la oferta de la región. El inventario del sistema fue definido de una base de datos de buques portacontenedores y sus características obtenido de diversas fuentes, estos datos sirven para determinar la capacidad de carga de las unidades típicas, en TEUs.

Las características de las unidades típicas fueron seleccionadas de la base de datos en función de las características de los puertos seleccionados. Aquí se determinaron 2 tipos de unidades de transporte, de 1600 y 4000 TEUs de capacidad, cuyos elementos de costos, características, y costos unitarios estimados están dados en la tabla 3. Como puntos de destino fueron seleccionados los puertos manejando la demanda de la región.

Tabla 3 Características y Costos Unitarios de los Buques

	VARIABLES	UNIDAD	UNIDADES TÍPICAS	
E D N A T R O A S D A	Capacidad	TEUs	1600	4000
	Eslora	Pés	611	951
	Manga	Pés	89	106
	Calado	Pés	32	42
	Velocidad de servicio	Nós	19	24
	Precio de un Buque Nuevo	USD x 1000	37,981	74,725
	Fator de recuperación del capital a 20 años	Unidades	0.1019	0.1019
	Consumo de combustible de maquinaria principal ¹	Ton/Día	50.8	128
	Precio del combustible	USD/Ton	350	350
	Consumo de combustible de maquinaria auxiliar ¹	Ton/Día	4.5	13
C A L C U L A D O S	Costo de capital	USD/Día	11058	21756
	Costo de combustible en mar	USD/Día	17780	44800
	Costo de combustible en Puerto	USD/Día	1575	4550
	Costos de la tripulación	USD/Día	10894	14585
	Costos administrativos	USD/Día	804	925
	Costos de provisiones	USD/Día	747	1127
	Costos de mantenimiento y reparos	USD/Día	3011	3821
	Costos de seguros	USD/Día	1500	2029
	Costos totales por día	USD/Día	47369	93592
	Recorrido diario a la velocidad de servicio	MN	456	576
	Coefficiente de utilización de capacidad del buque ¹	%	85	85
Costos Unitarios por Unidad Típica		US\$/TEU-MN	0.05659	0.03356

5.2 Sistema de Transporte Fluvial

Este sistema fue incluido a fin de analizar la ruta propuesta que considera el tramo fluvial de Manaos a Francisco de Orellana. Fueron considerados dos tipos de unidades típicas, la primera consta de un convoy en el tramo Manaos – Iquitos, conformado por 6 barcazas auto-propulsadas, las cuales son desamarradas para navegar independientemente en el tramo Iquitos a puerto Francisco de Orellana en Ecuador. La tabla 4 incluye las características de las unidades y los costos unitarios estimados para cada alternativa de unidad de transporte.

Tabla 4. Características y Costos de las Unidades Fluviales

ITEM	UNIDAD	BARCAZA	CONVOY
UNIDADES	Unidad	1	6
ESLORA	Metros	35.1	168
MANGA	Metros	11	22
CALADO	Metros	1.2	1.2
DESPLAZAMIENTO	Ton	417	2640
CAPACIDAD	TEUs	21	126
VELOCIDAD	Nudos	8	12
TRIPULANTES	Unidad	2	6
COSTO UNITARIO	\$/TEU-MN	0.27048	0.37597

5.3 Sistema de Transporte por Carreteras

Fueron analizados dos tipos de unidades de transporte con costos similares, de los cuales se determinaron las características con capacidad para transportar dos TEUs. El costo unitario determinado en base a los elementos de costos incluidos en la tabla 5, resultó en 0.69701 US\$/Vehículo-Km.

Tabla 5 Elementos de Costo del Transporte por Carreteras

ELEMENTO DE COSTO	UNIDAD	VALOR
Precio de mercado de un vehículo	US\$	120000
Vida económica del vehículo	km	500000
Personal viajero calificado por vehículo por día	# de personas	2
Personal viajero no calificado por vehículo por día	# de personas	0
Personal no viajero calificado por vehículo por día	# de personas	0.1
Costo unitario anual de personal calificado	Miles de US\$	18
Costo unitario anual de personal no calificado	Miles de US\$	8
Consumo de combustibles	Galon/vehículo - km	0.1
Precio de mercado de combustibles	US\$ /galon	2
Consumo de lubricantes	Litro/vehículo - km	0.005
Precio de mercado de lubricantes	US\$/Litro	4
Número de llantas por vehículo	#	12
Precio unitario de mercado de las llantas	US\$/llanta	400
Recorrido máximo de las llantas	km	50000
Recorrido anual del vehículo	km	240000
Gastos generales	% de gastos totales	6
Costo anual mantenimiento de vehículo	% Precio del vehículo	7
Costo anual mantenimiento instalaciones fijas	% Precio instalaciones	3
Horas de trabajo del vehículo por día	# de horas	16
Horas de trabajo por empleado por día	# de horas	8
Número de días de trabajo por año	# de días	312
Velocidad comercial medio del vehículo	km/hora	50
Capacidad del vehículo	# puestos (TEUs)	2
Coefficiente de ocupación del vehículo	%	75
Costo de oportunidad del capital	%	15
Precio Unitario de Mercado de Instalaciones Fijas	US\$/m ²	50
Vida Económica das Instalaciones Fijas	Años	30
Área requerida del terreno de las Instalaciones Fijas	m ²	3000
Número de vehículos en la flota	número	20

5.4 Sistema Portuario

Los costos portuarios fueron estimados analizando las estadísticas existentes en las publicaciones de ANTAQ y de los puertos. Las características físicas y los costos y tarifas de cada puerto fueron obtenidos a fin de definir los que formarían parte del estudio. Los elementos de costo y los costos unitarios para cada puerto están dados en la tabla 6 a continuación.

Tabla 6 Elementos de Costo y Costos Portuarios

PUERTOS DE CARGA PARABUQUES DE 1600 TEUs	COSTOS UNITARIOS EN PUERTO (US\$/TEU)			
	POR TIEMPO EN PUERTO	MANEJO DE LA CARGA	TARIFAS DEL PUERTO	COSTO TOTAL EN PUERTO
RIO DE JANEIRO	28.6	86.2	43.2	158
VITORIA	25.5	83.5	42.8	152
SANTOS	31.8	100.0	50.0	182
SUAPE	28.2	79.9	39.9	148
RIO GRANDE	22.9	88.1	44.0	155
SALVADOR	22.9	88.8	44.3	156
BELEM	24.4	95.8	47.8	168
MANAOS	22.8	94.8	47.4	165
MANTA	13.8	60.5	25.7	100
FCO ORELLANA	9.5	35.5	15	60.0
PUERTO PARABUQUES DE 4000 TEUs				
SANTOS	20.6	155.6	77.8	254
CANAL DE PANAMA	-	-	-	159

5.5 Datos de Entrada al Modelo

La tabla 7 a continuación resume los principales datos de entrada al modelo.

Tabla 7. Resumen de Datos de Entrada al Modelo

MODAL	UNIDAD TIPICA	CAPACIDAD	VELOCIDAD	COSTO UNITARIO
CARRETERO	CAMION	2 TEUs	80 KPH	0,697 US \$/TEU-KM
FLUVIAL 1	BARCAZA	21 TEUs	8 MN/HR	0,27048US \$/TEU-MN
FLUVIAL 2	CONVOY	126 TEUs	12 MN/HR	0,37597 US \$/TEU-MN
CABOTAJE	BUQUE	1600 TEUs	19 MN/H	0,05659 US \$/TEU-MN
MARITIMO	BUQUE	4000 TEUs	24 MN/H	0,03356 US \$/TEU-MN

6 PRESENTACION Y ANALISIS DE RESULTADOS

Esta sección presenta los resultados obtenidos de las corridas del programa SIG-T a las rutas objeto de análisis.

6.1 Ruta 1 – Vía Sudáfrica

Los resultados de la corrida para esta ruta establecen que los costos de transporte son responsables por el 55.9% de los costos logísticos, que sumaron \$952.6/TEU, correspondiendo la diferencia, 44.1%, al mantenimiento de inventario, de estos el 46.2% pertenecen al capital. El tiempo medio en tránsito fue de 29.5 días. La tabla 8 presenta estos valores. Cabe manifestar, que para

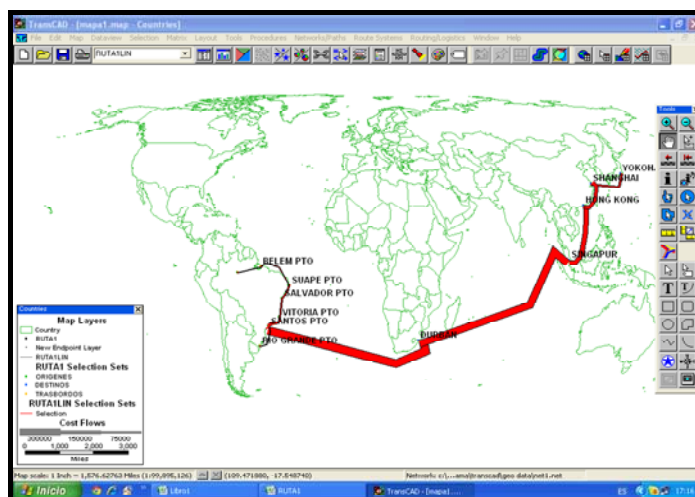
esta ruta, se considera al puerto de Santos como Gate del comercio marítimo brasileiro.

Tabla 8 Resultados de la Corrida de la Ruta 1

COSTO TOTAL DEL TRANSPORTE (USD \$/TEU)	CTT (do programa)	532.5
Participación en el Costo Logístico Total	CTT em %	0.559
Tempo Medio en Transito (Dias/TEU)	Tt (do programa)	29.5
Valor de la carga en el Contenedor (USD \$ / TEU)	Vc (assumido)	20000.0
Costo de Oportunidad del Capital (%)	i (assumido)	0.12
Costos de capital del inventário (USD \$/TEU)	$CCI = Tt * Vc * i / 365$	194.1
Costos de servicio al inventário (USD \$/TEU)	$CSI = 0,025 * Vc * Tt / 365$	40.4
Costos de espacio almacenamiento (USD \$/TEU)	$CAI = 3 * Tt$	88.6
Costos de riesgo del inventário.	$CRI = 0,06 * Vc * Tt / 365$	97.0
COSTOS MANTENIMIENTO INVENTARIO (USD	$CMI = CCI + CSI + CAI +$	420.1
Participação no Total do Custo Logístico	CMI em %	0.441
CUSTO LOGISTICO (USD \$/TEU)	CL = CTT + CMI	952.6

La figura 3 ilustra los resultados del transporte de contenedores en la ruta.

Figura 3 Resultados del Programa SIG-T - Ruta Vía Sudáfrica



6.2 Ruta 2 - Vía Canal de Panamá

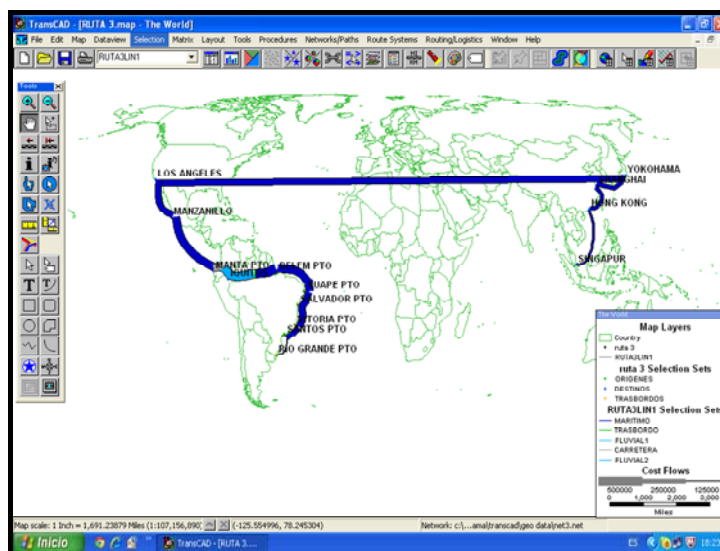
Para esta ruta se usó el buque de 1600 TEUs de capacidad, en virtud de que los puertos del noreste brasileiro no tienen capacidad para recibir buques más grandes y el buque debía ir recalando en los puertos seleccionados. Además, la carga de Manaus debe salir a Belem para transferirse al buque que va al norte. De los resultados de la corrida para esta ruta se establece que los costos de transporte participaron con el 55.2% de los costos logísticos, que sumaron \$1108.6 /TEU, y la diferencia, 44.8%, al mantenimiento de inventario, de los cuales, el 46.2% correspondieron al costo del capital. El tiempo medio en tránsito

Tabla 10 Resultados de la Corrida de la Ruta 3

COSTO TOTAL DEL TRANSPORTE (USD \$/TEU)	CTT (do programa)	1841.5
Participación en el Costo Logístico Total	CTT em %	0.773
Tempo Medio en Transito (Dias/TEU)	Tt (do programa)	37.9
Valor de la carga en el Contenedor (USD \$ / TEU)	Vc (assumido)	20000
Costo de Oportunidad del Capital (%)	i (assumido)	0.12
Costos de capital del inventário (USD \$/TEU)	$CCI = Tt * Vc * i / 365$	249.3
Costos de servicio al inventário (USD \$/TEU)	$CSI = 0,025 * Vc * Tt / 365$	51.9
Costos de espacio almacenamiento (USD \$/TEU)	$CAI = 3 * Tt$	113.7
Costos de riesgo del inventário.	$CRI = 0,06 * Vc * Tt / 365$	124.6
COSTOS MANTENIMIENTO INVENTARIO (USD \$/TEU)	$CMI = CCI + CSI + CAI + CRI$	539.6
Participação no Total do Custo Logístico	CMI en %	0.227
CUSTO LOGISTICO (USD \$/TEU)	CL = CTT + CMI	2381.1

La figura 5 ilustra los resultados del transporte de contenedores en la ruta.

Figura 5 Resultados del Programa SIG-T - Ruta Vía Corredor Manaos – Manta



De los resultados obtenidos extraemos que el tramo fluvial que corresponde al 8.36% de la distancia total del recorrido, usa el 23.35% de los costos de transporte y el 15.04% del tiempo de viaje. Por otro lado el transporte en camiones utiliza el 20.93% de los costos con una distancia de recorrido del 1.86% del total. En tanto, el transporte marítimo con el 89.7% del recorrido es responsable por el 31.9% de los costos de transporte.

6.4 Análisis de Resultados

A fin de determinar la viabilidad económica del corredor propuesto, un análisis comparativo de los resultados de costos es realizado. La tabla 11 presenta los resultados resumidos de las tres corridas, en la que se puede apreciar que la ruta vía Sudáfrica (ruta 1) es la conveniente económicamente, así como en el tiempo de viaje.

Tabla 11 Resumen de los Resultados de las Corridas de las Rutas

ELEMENTOS DE COSTO	RUTA 1	RUTA 2	RUTA 3
COSTO TOTAL DE TRANSPORTE	532.5	611.8	1841.5
TEMPO MEDIO EN TRÂNSITO (Días)	29.5	34.9	37.9
Costos de capital del inventário	194.1	229.5	249.3
Costos de serviço al inventário	40.4	47.8	51.9
Costos de espacios de almacenamiento	88.6	104.7	113.7
Costos de riesgo del inventário.	97.0	114.8	124.6
COSTO MANTENIMIENTO INVENTARIO	420.1	496.8	539.6
COSTO LOGISTICO TOTAL	952.6	1108.6	2381.1

En la tabla podemos observar que el costo logístico de la ruta vía Sudáfrica es la más conveniente, en que la diferencia esta dada radicalmente por los costos de transporte, en comparación con la ruta propuesta. Como visto anteriormente, en la ruta 3, los costos de transporte en camiones y el transporte fluvial incrementan el costo total del transporte en la ruta 3, de forma que los costos de transporte de la ruta 1 son apenas el 28.92% de los costos de transporte de la ruta 3.

7 CONCLUSIONES

Considerando los resultados de las simulaciones realizadas a las rutas analizadas, las siguientes conclusiones básicas son presentadas:

Analizando los resultados obtenidos, podemos instituir que o corredor propuesto, resulta en la opción menos conveniente. Esto es debido a un mayor costo logístico, \$2381.1/TEU versus \$952.6/TEU, y mayor costo de transporte que la ruta vía Sudáfrica que es la ruta competitiva, como resumido en la tabla 11. No obstante, la ruta vía Canal de Panamá resulta competitiva comparada con el corredor con un costo logístico de \$1108.6/TEU, y un tiempo en tránsito de 3 días menos que la ruta del corredor propuesto.

Esto es debido a las características del tramo fluvial desde la terminal Francisco de Orellana hasta cerca de Iquitos, que no permite el aprovechamiento de la economía de escala que requieren los sistemas de transporte, en este caso limitado por la pequeña profundidad del río que impide el uso de embarcaciones de gran capacidad.

Hay que resaltar que en esta ruta propuesta existen dos transbordos adicionales, uno en el terminal fluvial de Francisco de Orellana, cambiando de modal fluvial a terrestre y en el puerto de Manta, cambiando otra vez de modal terrestre al modal marítimo, lo cual encarece notablemente los costos e incrementa los tiempos de viaje. Consecuentemente, incrementa además los costos de mantenimiento del inventario.

Adicional a los resultados presentados se corrió el tramo Manaos al terminal Francisco de Orellana, y se lo comparó con la alternativa del Canal de Panamá, lo cual, como era de esperar, resultó ser adecuado apenas para el comercio entre Manaos y Ecuador.

BIBLIOGRAFIA

1. Martinez Washington, "Improving Port Performance Through Service Demand Reallocation". Master Thesis. University of Miami, USA, 1987.
2. UNCTAD Port development: A handbook for planners in developing countries. Report TD/BIC.-II, 175, New York. (1977).
3. Woxenius, J., "Conceptual Modelling of an Intermodal Express Transport System". International Congress on Freight Transport Automation and Multimodality, Delft, The Netherlands, 2002.
4. Martinez Washington, Impacto de um Corredor Intermodal em America do Sul no Transporte de Contêineres. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Janeiro - Brasil. 2009.
5. Marchal, J.L.J., Analyse Technico-Economique dès Systemes de Transport. Universite de Liege. Edition L.H.C.N, 1991.
6. ALADI, Identificación de oportunidades comerciales para productos ecuatorianos en Manaos. Montevideo, Diciembre 2002.