

**UN ANALISIS COMPRATIVO DE IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE
TRANSPORTE MULTIMODAL COMO ALTERNATIVA PARA EL
ABASTECIMIENTO DE CARBÓN EN LA PLANTA ARGOS CARTAGENA**

**ROMAN YESID LOPEZ BERNAL
OMAR CASTILLO BARRIO**

**TRABAJO INTEGRADOR PARA OPTAR POR EL TITULO DE ESPECIALISTA
EN LOGISTICA DEL TRANSPORTE INTERNACIONAL DE MERCANCIAS**

**UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE BOLIVAR
ESPECIALIZACIÓN EN LOGÍSTICA DEL TRANSPORTE INTERNACIONAL DE
MERCANCÍAS CARTAGENA
MARZO DE 2012**

**UN ANALISIS COMPRATIVO DE IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE
TRANSPORTE MULTIMODAL COMO ALTERNATIVA PARA EL
ABASTECIMIENTO DE CARBÓN EN LA PLANTA ARGOS CARTAGENA**

**ROMAN YESID LOPEZ BERNAL
OMAR CASTILLO BARRIO**

**DIRECTOR
JESUS ORLANDO BENAVIDES DE LA CRUZ**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLIVAR
ESPECIALIZACIÓN EN LOGÍSTICA DEL TRANSPORTE INTERNACIONAL DE
MERCANCÍAS CARTAGENA
MARZO DE 2012**

CONTENIDO

LISTA DE TABLAS	5
LISTA DE FIGURAS	6
LISTA DE ANEXOS	7
GLOSARIO.....	8
INTRODUCCION	11
OBJETIVOS	14
OBJETIVO GENERAL	14
OBJETIVOS ESPECIFICOS	14
1. MARCO TEORICO	15
1.1 El Transporte Multimodal	15
1.2 Beneficios Del Transporte Multimodal	17
1.3 Centro De Integración Multimodal	18
1.4 Transporte Por Carretera	20
1.5 Transporte Fluvial	25
1.6 Red Fluvial En Colombia	27
1.7 Alternativas Multimodalidades Con La Oferta De Transporte Actual	30
1.8 Puertos De Cementos Argos	39
2. CARTACTERIZACION DE LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE TERRESTRE DE ABASTECIMIENTO DE CARBÓN DE CEMENTOS ARGOS ACTUAL QUE PERMITA IDENTIFICAR LOS COSTOS Y DEFICIENCIAS DE LA OPERACIÓN. ...	41

3. INFRAESTRUCTURA DE TRASPORTE TERRESTRE REQUERIDO PARA ATENDER LA DEMANDA DE CARBÓN PROYECTADA POR LAS NUEVAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE ARGOS PLANTA CARTAGENA.....	45
3.1 Infraestructura de transporte terrestre requerido	45
3.2 Estructura de Transporte Fluvial Requerida	49
4. ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE TRANSPORTE MULTIMODAL PROPUESTO QUE PERMITA ATENDER LA DEMANDA DE TRANSPORTE DE CARBÓN PROYECTADA.	53
4.1 Esquema de Transporte Multimodal Propuesto	54
5. ANALISIS COMPARATIVO DE LAS ALTERNATIVAS DE TRANSPORTE MULTIMODAL PROPUESTA FRENTE AL SISTEMA DEL TRANSPORTE ACTUAL REFERENTE A LA DEMANDA DE TRASPORTE DE CARBÓN PROYECTADA.	59
5.1 Modo de Transporte Fluvial	59
5.2 Modo de Transporte Terrestre	61
5.3 Modo de Transporte Multimodal	62
6. CONCLUSIONES	65
REFERENCIAS BIBLIOGRAFIAS.....	69

LISTA DE TABLAS

	pág.
1 . Costos operativos del transporte de Carbón de cementos Argos por Viaje de 35 toneladas	36
2 . Costos del transporte de Carbón de cementos Argos por Viaje de 35 toneladas	37
3 . Capacidad transportadora del equipo utilizado	37
4 . Tiempo de duración del ciclo del transporte	38
5 . Número de vehículos requeridos para la movilización terrestre de Carbón para la planta Argos Cartagena	40
6 . Inversiones Ejecutadas en el rio Magdalena	41
7 . Flota necesaria para el transporte de minerales por el río Magdalena	42
8 . Estadística Proyectada del requerimiento de Carbón por Proyecto en Cementos Argos planta Cartagena de 2012 a 2018	44
9 . Variables Consideradas En Ciclos Y Costos Fluvial	46
10 . Variables Consideradas En Ciclos Y Costos Terrestre	50

LISTA DE FIGURAS

	pág.
1 . Mapa de Red Vial en Colombia.	24
2 . Mapa de Redes Primaria, Secundaria y Terciaria en Colombia	28
3 . Localización de Puertos Fluviales rio magdalena	34
4 . Mapa Rio Magdalena	42
5 . Localización de Puertos Fluviales rio magdalena	45
6 . Vista Puerto Salgar	49
7 . Puerto Wilches	51
8 . Puerto Capulco	51
9 . Puerto Carbonero Tamalameque	52
10 . Banda transportadora de Carbón L4 - Cartagena	52
11 . Canal del Dique	
12 . Mapa de esquema de transporte	53
13 . Esquema de Multimodalidad propuesto	54
14 . Localización del Puerto Carbonero de Argos	55
15 . Puerto Carbonero Tamalameque	56

LISTA DE ANEXOS

	pág.
1. Tabla de Fletes De Transporte De Carga Por Carretera	24

GLOSARIO

- **TRANSPORTE:** Movilización o traslado de mercaderías desde un lugar a otro. Actividad por la que un proveedor, llamado porteador, operador, o transportista, se obliga a trasladar mercaderías ajenas desde un lugar a otro, a cambio del pago de un precio. Contrato generador de derechos y obligaciones que implica una responsabilidad ante la constatación de un incumplimiento. Operación por la que se trasladan productos (carga) por un precio denominado flete, desde el lugar de producción (vendedor), pasando por los lugares de embarque, almacenaje y desembarque, y hasta el lugar de consumo (comprador).¹
- **TRANSPORTE MULTIMODAL:** Transporte por el que, utilizándose más de un modo, se trasladan mercaderías desde un punto de origen a un punto de destino, bajo dos formas bien definidas: el transporte Multimodalidad segmentado y el transporte Multimodalidad combinado. El transporte Multimodalidad segmentado se desarrolla cuando el dueño de una carga, personalmente o a través de un intermediario (comisionista), contrata separadamente los servicios de transporte que requiere; y el transporte Multimodalidad combinado se desarrolla cuando el dueño de una carga, contrata los servicios de transporte que requiere con un solo operador o transportista, el cual, en ese caso, actúa como agente de carga. Transporte por el que se llevan mercaderías por dos modos diferentes, por lo menos, en virtud de un contrato de transporte multimodal (DTM), desde un lugar situado en un país en que el Operador de Transporte Multimodal (OTM)

¹ ASOCIACION LATINOAMERICANA DE LOGISTICA. Glosario. [en línea]
<http://www.aladi.org/nsfaladi/arquitec.nsf/Vsitioweb/Transporte_y_otros_servicios> [citado 10 de septiembre de 2009]

toma las mercaderías bajo su custodia, hasta otro lugar designado para su entrega en otro país.

- **CONTRATO DE TRANSPORTE MULTIMODAL:** Acuerdo de voluntades en virtud del cual un operador de transporte multimodal se compromete, contra el pago de un precio previamente acordado y bajo su responsabilidad exclusiva, a ejecutar o hacer ejecutar una operación de transporte desde un punto de origen a un punto de destino.
- **TRANSPORTE TERRESTRE:** Es el movimiento de mercancías desde un origen a un destino.
- **TRANSPORTE FLUVIAL:** Es el traslado que se le da a la mercancía de origen a destino por medio de un río que cumpla con una profundidad adecuada.
- **COSTOS OPERATIVOS:** Son los gastos generados del personal a utilizar en cualquier operación o gastos que se les asocian a terceros.
- **TRANSPORTADORAS:** Son empresas especializadas en el transporte de mercancías ofreciendo tarifas acordes al mercado.
- **VÍAS:** Es el espacio donde circulan toda clase de transporte. Por intermedio de esta se pueden llevar los productos de un origen a destino
- **FLETES:** Es la tarifa básica que se pacta entre el transportador y el usuario.
- **PLANILLA:** Documento exigido por las autoridades nacionales de tránsito para el movimiento de mercancías.
- **TRAZABILIDAD:** Es el conocimiento preestablecido que se tiene para realizar la ubicación de la carga, generando diferentes opciones como Históricas o Trayectoria.

- **CARGUE:** Embarcar, llenar un medio de transporte con el cual se llevara la mercancía.
- **DESCARGUE:** Desembarcar el producto a un lugar establecido.
- **ACOPIO:** Es un deposito o acumulación de mercancías, realizando un apilamiento de materiales en un lugar especifico que generalmente se hace al aire libre.
- **LLENADO:** Es la forma de ocupar por completo un espacio.
- **VACIADO:** Forma por la cual ese espacio queda libre.
- **TRACTO MULAS 35 TM:** Es un vehículo de motor con una especificación especial logrando el transporte de cualquier tipo de producto de alta capacidad en peso.
- **BARCAZA:** Es un artefacto sin propulsión propia y descubierta, utilizada para el cargue y descargue de todo tipo de mercancías.

INTRODUCCION

El Transporte Multimodal se está imponiendo en el mundo como la modalidad más adecuada de contratación del Transporte Internacional de Mercancías en un ambiente altamente competitivo. Siendo una de las más avanzadas concepciones modernas en materia de transporte. Su organización, evolución, gerencia, marco legal, comercialización, tecnología y su infraestructura, son determinantes para identificarlo como un eslabón de capital importante en la cadena del comercio internacional actual.²

El Transporte Multimodal se ha convertido en una compleja maquinaria de servicios, aportado a la comunidad internacional instrumentos operativos cada vez más eficientes, donde se busca: la disminución de los costos de transporte, el cuidado de la mercancía, la rapidez en la entrega y que los productos puedan acceder a los diferentes destinos donde son comercializados.³

En Colombia sin embargo, y en general en todos los países en vías de desarrollo, aún existe resistencia a contar con el Transporte Multimodal como alternativa viable; en parte por deficiencias estructurales para el desarrollo adecuado de esta modalidad de transporte y por el desconocimiento sobre sus beneficios.⁴

El Transporte Multimodal, no sólo es una expresión moderna del transporte, sino que es principalmente una forma eficiente y adecuada, a los nuevos

² INDUSTRIA NAVAL DE VENEZUELA. Transporte Multimodal. 10ma. Edición, 2000.

³ Ibid.

⁴ OPERACIÓN LOGISTICA. Transporte Multimodal en Colombia. Versión 04 de 2011.

requerimientos del mercado, de trasladar las mercancías entre un origen y un destino.⁵

En la actualidad Cementos Argos planta Cartagena se encuentra posiciona favorablemente ya que cuenta con un muelle propio,⁶ situación que le permite apropiarse de los recursos con que cuenta actualmente para la implementación de un sistema de transporte Multimodal que permita realizar el abastecimiento de carbón que integre los mecanismo movilización del mineral desde las Canteras (Hatillo, Francia y Calenturitas) hacia el Puerto Argos en Tamalameque, el carbón vía terrestre y vía fluvial desde Puerto Argos en Tamalameque hasta Puerto Argos Golfo de Morrosquillos Bahía Cartagena.

De esta forma, el presente estudio consiste fundamentalmente en comparar viabilidad Económica de implementar este sistema de transporte multimodal como alternativa para el abastecimiento de carbón en la planta argos Cartagena.

El proyecto se desarrolla en síes capítulos en los cuales se exponen en primera instancia las generalidades del Transporte Multimodal, sus ventajas, beneficios y alternativas multimodales con la oferta de transporte en el país. Igualmente se presentan las características y fortalezas de los puertos de cementos Argos.

En el segundo capítulo se presentan las características de la operación del sistema de transporte terrestre de abastecimiento de carbón de cementos argos actual que permita identificar los costos y deficiencias de la operación, sus fortalezas y deficiencias.

⁵ Ibid.

⁶ Ibid.

Los capítulos tres y cuatro muestran respectivamente la estructura de transporte terrestre requerido para atender la demanda de carbón proyectada por las nuevas líneas de producción de Argos planta Cartagena y la estructura del sistema de transporte multimodal propuesto que permita atender la demanda de transporte de carbón proyectada.

Los capítulos cinco presentan un análisis comparativo del transporte multimodal referente a la demanda de transporte de carbón proyectada y una evaluación del impacto del sistema de transporte multimodal en la reducción de costos del producto terminado y cumplimiento de los tiempos de entrega para cementos Argos planta Cartagena.

Y por último se encuentran las conclusiones obtenidas del desarrollo de este estudio.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Realizar un análisis comparativo de un sistema transporte Multimodal como alternativa de abastecimiento del carbón para Cementos Argos S.A. planta Cartagena partiendo desde las Minas en Cesar hasta Puerto Cartagena, utilizando los nodos de transporte carretero y fluvial, mediante un comparativo del transporte actual con relación a la implementación del nuevo sistema Multimodal.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Caracterizar la operación del sistema de transporte terrestre de abastecimiento de carbón actual que permita identificar los costos y deficiencias de la operación.
- Proyectar la infraestructura de transporte terrestre requerido para atender la demanda de carbón proyecta por las nuevas líneas de producción de Argos planta Cartagena, para poder calcular los costos de implementación de esta modalidad de transporte.
- Estructurar el sistema de transporte Multimodal propuesto que permita atender la demanda de transporte de Carbón proyectada.
- Comparar las alternativas de transporte Multimodal propuesta frente al sistema del transporte actual referente a la demanda de transporte de carbón proyectada.

1. MARCO TEORICO

1.1 El Transporte Multimodal

De acuerdo con el código de comercio y el decreto 2685 de 1.999, el transporte multimodal nacional se define como el porte de mercancías por dos modos diferentes de transporte por lo menos y en virtud de un único contrato de transporte multimodal, desde un lugar en que el OTM toma las mercancías bajo su custodia hasta otro lugar designado para su entrega, ubicados ambos dentro del territorio nacional colombiano.

A su vez, define el transporte multimodal internacional como aquel que se encuentra dentro del ámbito de la aplicación de las decisiones 331 expedida en 1.993 y 339 expedida en 1.996, del la comisión del acuerdo de Cartagena.

“El Transporte Multimodal permite a los industriales trasladar sus mercancías, desde el origen hasta el destino final con un solo contrato de transporte, con menos atención técnica de la carga, menores costos de transporte, en la cantidad adecuada y con la frecuencia requerida”⁷

El transporte multimodal surge como iniciativa de Naciones Unidas con un convenio, suscrito en Ginebra en 1980, que lo define como: "El transporte de mercancía utilizando, al menos dos modos de transporte diferentes, cubierto por

⁷ AGAMEZ, Victor y MERCADO, Jaison. El transporte Multimodal de Mercancia.2001 P. 20-45

un contrato de transporte multimodal, desde un sitio en un país donde el operador de transporte multimodal se encarga de ellas, hasta un sitio designado para entrega, situado en un país diferente"⁸

La legislación Colombiana con base en este convenio, define el alcance del transporte multimodal, con carácter nacional e internacional, a través de Operadores de Transporte Multimodal registrados en Colombia y amparados bajo un solo contrato de transporte. La multimodalidad al amparo del convenio y las normas nacionales y subregionales, tiene aplicación limitada, apareciendo otras figuras operativas y contractuales que aplican a las necesidades de los despachos a nivel nacional e internacional.

La utilización de más de una modalidad de transporte para un solo despacho tiene un fundamento contractual, que unifica los ámbitos de responsabilidad, documental y de seguros, bajo la figura del OTM (Operador de Transporte Multimodal) que reúne tales condiciones⁹; no obstante asumir responsabilidades en tales condiciones, requiere de un ordenamiento normativo facilitador, la infraestructura de transporte que permita el uso intensivo del contenedor, un equipamiento adecuado para el manejo de las cargas y unidades de carga y la voluntad de los usuarios a romper con dependencia de los despachos unimodales, entre otros condicionantes.

Las ventajas competitivas que se logran con el uso racional de las modalidades de transporte, han derivado en opciones operativas, que sin el acatamiento total de

⁸ Convención de las Naciones Unidas sobre Transporte Internacional Multimodal de Mercancías

⁹ Se pueden emitir "Documentos de Transporte Intermodal" o "Conocimientos de Transporte **Combinado**" Manual de Transporte Multimodal de las Naciones Unidas / UNCTAD. (Multimodal Transport Handbook)

las directrices del transporte multimodal al amparo del convenio y las normas nacionales y subregionales sobre la materia y dadas las limitaciones prácticas que dichas normativas implican, se realizan operaciones con carácter Multimodalidad o multimodal como comúnmente se han denominado, buscando optimizar los costos, capacidades de transporte y alternativas de embarque que arrojen beneficios al usuario.¹⁰

1.2 Beneficios Del Transporte Multimodal

Las ventajas del Transporte Multimodal se han puesto de manifiesto con la globalización de las economías. Dada la intensificación de la competencia internacional, los servicios integrados pueden reducir el tiempo de tránsito e incrementar la puntualidad, con efectos directos en la reducción de inventarios. Brinda comodidad al usuario el tratar con un sólo prestador de servicios, estrechando relaciones comerciales, reduce costos administrativos y de logística, para lograr la sincronía y enlaces internacionales, ofrece mayor seguridad, especialmente en los puntos intermedios, reduce los gastos de transporte y de otros costos conexos.”¹¹

“La Multimodalidad es un elemento clave en cualquier sistema de transporte moderno. Apunta al comercio internacional y al crecimiento económico y al mismo tiempo, satisface los requisitos de desarrollo sostenible. Se ha reconocido que el enfoque multimodal es una herramienta importante para armonizar los aspectos económicos, sociales y ambientales de la sostenibilidad.

¹⁰ Ibid.

¹¹ Araujo Ibarra. Características del Transporte Multimodal. Tomado el 10 de Septiembre de 2009 de <http://portal.araujoibarra.com/biblioteca-y-articulos/logistica-global/caracteristicas-del-transporte-multimodal>

Igualmente, el Transporte Multimodal permite ahorros sustanciales en los procesos de distribución física de las mercancías de importación y exportación haciendo posible que los empresarios mejoren la competitividad de sus productos en el mercado externo.

La integración de todas las modalidades de transporte, mediante un solo contrato, generaría mayores beneficios al comercio internacional y nacional, generando mayores ingresos para el país, lo que evidentemente estimularía cada día más el comercio internacional.”¹²

1.3 Centro De Integración Multimodal

Los centros de integración multimodal son escenarios en los cuales se realizan los intercambios modales para los productos del sector minero, bajo los criterios de multimodalidad en sus diversas formas operativas y contractuales.

Cada uno de los centros identificados y priorizados, responden a una característica funcional y operativa, de acuerdo con la estructura de integración modal, servicios y actividades ofertables, infraestructuras de las actividades conexas al transporte y dimensionamiento de las instalaciones y operaciones.

Por esta razón se dan las siguientes alternativas posibles de integración modal, cada una de las cuales luego se conecta a un puerto marítimo para la exportación:

1. Carretera – Río
2. Carretera – Ferrocarril
3. Ferrocarril – Río

¹² BATISTA, Lucía y FRANCO, Liliana. Op. Cit

4. Carretera – Río –Ferrocarril

Al tenerse esta gama de interfases y transferencias modales, la estructura de los centros de integración responderá de manera diferente según la combinación modal del flujo de llegada y de salida.

Carretera – Río: Esta cadena es típica de la mayoría de los nodos identificados, en la cual el transporte de larga distancia es el fluvial, complementado como tráfico de alimentación por el transporte carretero y su estructura física y funcional, será la de un puerto fluvial. En consecuencia su estructura será la siguiente:

Carretera – Ferrocarril: Cuando la interfase es camión – tren, el centro de integración se comporta como un Terminal férreo, en el cual se organiza un centro de acopio en los lineamientos estructurales y funcionales que se concibieron para los centros de acopio del ferrocarril del Carare La carga llega en camión o en vehículos terrestres tipo volqueta, de acuerdo con la distancia entre el Terminal férreo y los centros de acopio primarios o la boca de mina, según el caso.

Ferrocarril – Río: En esta interfase, en la cual se conectan los ejes fluvial y férreo, y de acuerdo con las alternativas identificadas, la posibilidad de esta integración se daría teniendo el tramo férreo como alimentador del nodo y el fluvial como transporte de larga distancia. Dada esta condición, el nodo se comporta como un puerto fluvial al cual es alimentado por vía carretera y férrea. No se han identificado casos en los cuales el sistema de alimentación del nodo sea fluvial y la salida férrea.

Carretera – Río –Ferrocarril: Las interfases Río – Tren tendrán el eje carretero como sistemas de alimentación, pero su funcionamiento de embarque o flujo de salida será por vía fluvial o por vía férrea, según la estructura de flujos de los

nodos de integración identificados. El transporte carretero será otra modalidad de alimentación del nodo de integración multimodal, sin opciones de ser la modalidad de salida, por lo menos en los nodos identificados; estos nodos no encuentran el transporte carretero una modalidad de transporte de salida hacia los puertos marítimos.

1.4 Transporte Por Carretera

Uno de los principales actores que aporta a la economía nacional es el sub – sector de transporte terrestre de carga. Su trascendencia cobra importancia cuando cualquier cantidad de artículos llegan a lugares apartados del país, generando, de esta manera, utilidades tanto en el campo empresarial como en la parte gubernamental. Sin embargo, viéndolo desde otra perspectiva, la satisfacción de necesidades y el reconocimiento a nivel nacional e internacional, proporciona mayor confianza para invertir y trabajar en el mismo.

Adicional a ello, la economía se ve favorecida por el incremento en el porcentaje del Producto Interno Bruto (PIB), llevando a la consolidación y estabilidad financiera del país, fomentando mayores oportunidades de empleo y por ende, mejor calidad de vida en la población.¹³

El costo del transporte se constituye en una variable importante de análisis, por esta razón se pone a disposición del sector exportador, el nivel de los fletes hacia los mercados de interés de los exportadores colombianos. Actualmente los fletes de transporte terrestre obedecen a la oferta y la demanda, son objeto de las condiciones del mercado y producto de la negociación entre las partes. Los fletes

¹³ COGOLLO Susana, HERNANDEZ Lucia. Estudio Sistémico Del Sector De Transporte Terrestre Decarga En Colombia – Caso Servientrega. Tesis de Grado. Universidad del rosario 2012.P 23-101

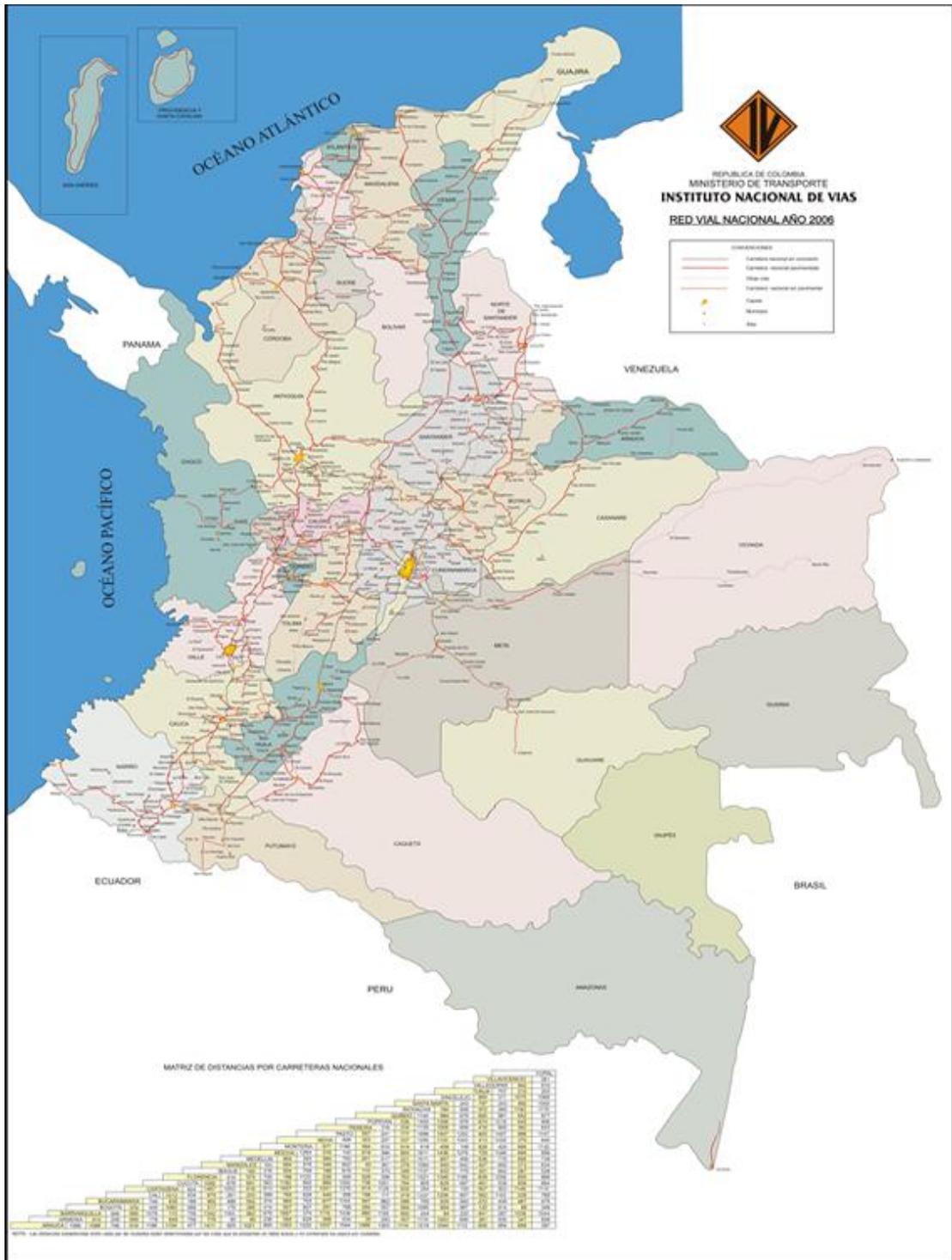
que se relacionan son referenciales, y servirán al exportador como base en el momento de negociar una tarifa. Se pueden encontrar diferencias sustanciales en los fletes de las diferentes empresas prestatarias por cuanto difieren en los servicios ofrecidos, cobertura, equipos, trazabilidad y demás factores que pueden ser de gran relevancia ante eventualidades que surjan durante el transporte. ¹⁴

1.4.1 Red de Carreteras

En el análisis de la red vial se identificaron las vías que comunican los centros de producción o acopio, con las diferentes zonas portuarias existentes en el país, para lo cual se elaboró un mapa con base en una cartografía a escala 1:500.000 y complementada con la información disponible en el Instituto Nacional de Vías y el Ministerio de Transporte. (Figura 1)

¹⁴ NUÑEZ Karen. Logística y Transporte SENA 2011.

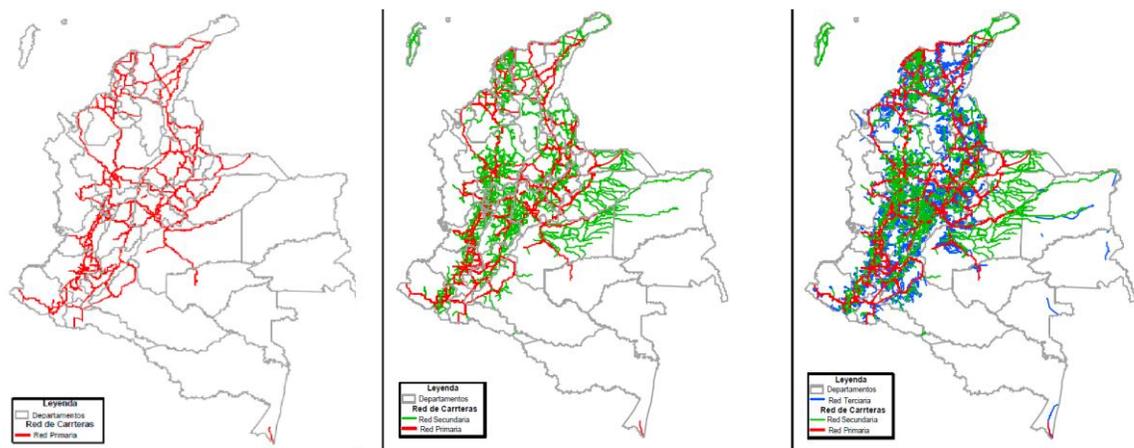
Figura 1. Mapa de Red Vial en Colombia.



Fuente: Invias

La red de carreteras de Colombia consta de 129.796 km, compuestos por las redes primarias (troncales y transversales), la red secundaria (vías departamentales), la red terciaria y la red municipal. (Figura 2) ¹⁵ La denominada red primaria o de carreteras nacionales, a cargo del Instituto Nacional de Vías, tiene una longitud de 13.697 km (año 2009) de los cuales el 76% se encuentran pavimentados; el 50% de los kilómetros de estas carreteras se desarrollan sobre terreno montañoso, el 26% sobre ondulado y tan solo un 24% sobre terreno plano, lo que genera tiempos de recorridos altos, agravados con las bajas especificaciones geométricas y el efecto de las condiciones naturales (geología y clima).

Figura 2. Mapa de Redes Primaria, Secundaria y Terciaria en Colombia



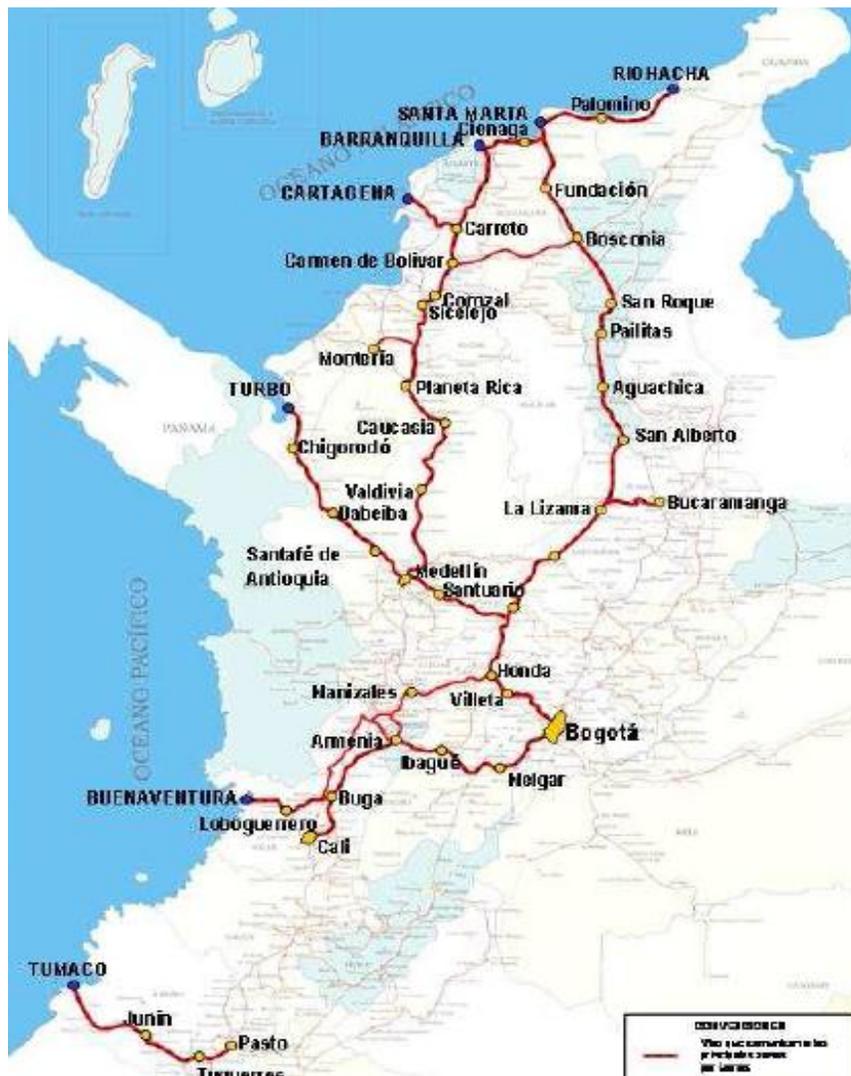
Fuente: Ministerio de Transporte 2010

En la Figura 3 se muestra el mapa correspondiente a la red vial nacional y las principales vías que comunican a las diferentes zonas portuarias del país con los principales centros de consumo.

¹⁵ CARDONA GUTIERREZ German. Transporte en cifras. Bogotá, 2010, Ministerio de transporte Colombia.

- Bogotá – Costa Atlántica (Barranquilla y Santa Marta)
- Bogotá – Buenaventura
- Medellín – Costa Atlántica (Cartagena y Barranquilla)
- Medellín – Urabá
- Pasto - Tumaco

Figura 3. Principales vías que comunican a las diferentes zonas portuarias.



Fuente: red vial Nacional 2011

Actualmente la red vial tiene definidos claramente los corredores desde centros de consumo a los puertos marítimos. La red vial se viene modernizando y ampliando a través de varios mega o macro-proyectos, lo que permitirá a mediano y largo plazo mejorar la capacidad y nivel de servicio vial.

Los corredores viales Chiriguaná – Ciénaga y La Paila - Buenaventura, son los que mayor demanda de carga terrestre de larga distancia movilizan, hacia o desde puertos marítimos.¹⁶

Existen proyectos viales potenciales, en proceso o en planeación, que de alguna manera corresponden o involucran los corredores logísticos que se identifiquen para la minería actual y potencial, como Animas - Nuquí, Mocoa - Pasto - Tumaco, los proyectos asociados a la región y/o tren del Carare y la transversal Norte de Santander - Troncal del Magdalena, entre otras.

1.5 Transporte Fluvial

Dentro de las opciones más rentables de transporte, se encuentra el fluvial, que después del marítimo, es el modo que mayores economías de escala produce. No obstante, esas ventajas se pierden cuando la vía navegable interior no reúne las condiciones necesarias para su total aprovechamiento. De tal manera, el modo y las condiciones de la ruta, en este caso los ríos, deben desarrollarse en forma armónica, como un todo.¹⁷

¹⁶ Ministerio de Minas, Elaboración del estudio técnico sectorial “Infraestructura de transporte multimodal y de logísticas integradas para el desarrollo de la industria minera en Colombia, con énfasis en puertos.2009.

¹⁷ Revista Marítima. Transporte Fluvial e hidroviás. Tomado el 27 de Abril de 2009 de: <http://www.revistamaritima.com.ar/Transporte-fluvial-e-hidroviás>

El transporte fluvial es apto para trasladar mercancías pesadas de bajo precio, en especial carga contenedorizada, gráneles, sólidos y líquidos y en general, es recomendable para productos de gran volumen con relación a su valor, es por eso que debe considerarse como primera opción dentro del contrato multimodal en el transporte de mercancías dentro del país.

Podría afirmarse que con adecuada infraestructura y vehículos fluviales, el modo fluvial es el más económico de los modos interiores de transporte de mercaderías (comparativamente con el ferroviario y con el carretero).¹⁸ Otras ventajas que tiene el modo fluvial son sus bajos niveles de accidentalidad y de impacto ambiental por emisión de gases o ruidos, especialmente con relación al transporte carretero.

Desde el punto de vista ecológico, resulta fundamental entender el sentido de los distintos sistemas de transporte, la utilidad y el rango de prioridad que hay que darle a cada uno. Si se toma un HP de potencia, si es por camiones sobre pavimentos, se pueden transportar escasos 150 kilos. El rodamiento sobre el acero del ferrocarril permite, transportar 500 kilos. Sobre el modo fluvial o marítimo el rendimiento de transporte alcanza los 4.000 kilos. Está claro que para producir este HP hay que consumir recursos no renovables derivados del petróleo. También se puede decir que con un litro de combustible se puede transportar una tonelada durante 23 kilómetros en un camión. Si se hiciese por tren el rendimiento sería de 90 kilómetros. Y si fuera por barcasas fluviales, ese rendimiento ascendería a 250 kilómetros. Comparando los distintos sistemas de transporte y en función del consumo de combustible el ferrocarril es 3 veces más eficiente que el camión y el transporte por agua es entre 8 a 10 veces más eficiente que el transporte por carretera.¹⁹

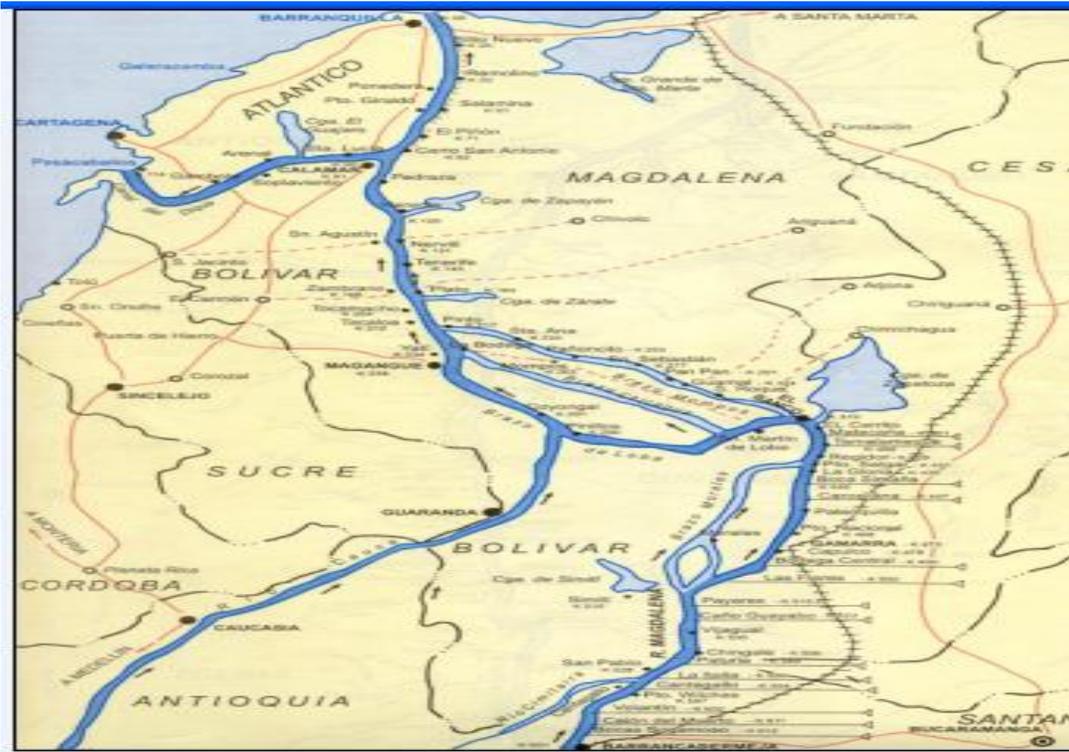
¹⁸ Ibid.

¹⁹El transporte fluvial aumenta los beneficios económicos. Tomado de la web de la Fundación Nuestro Mar el 3 de Mayo de 2009 en:

1.6 Red Fluvial En Colombia

La red fluvial de Colombia tiene una longitud total de 24.725 km, de los cuales 18.225 km (74%) permiten navegación menor permanente durante todo el año. De éstos, 7.063 km (39%) admiten, además, navegación mayor y permanente; y 4.210 km (23%), navegación transitoria de embarcaciones mayores. Los restantes 6.500 km (36%) no son navegables.²⁰ (Ver Figura 4)

Figura 4. Mapa Rio Magdalena



Fuente: Ministerio de transporte.

http://www.nuestromar.org/noticias/transporte_maritimo_y_fluvial_012009_21521_el_transporte_fluvial_aumenta_los_bene

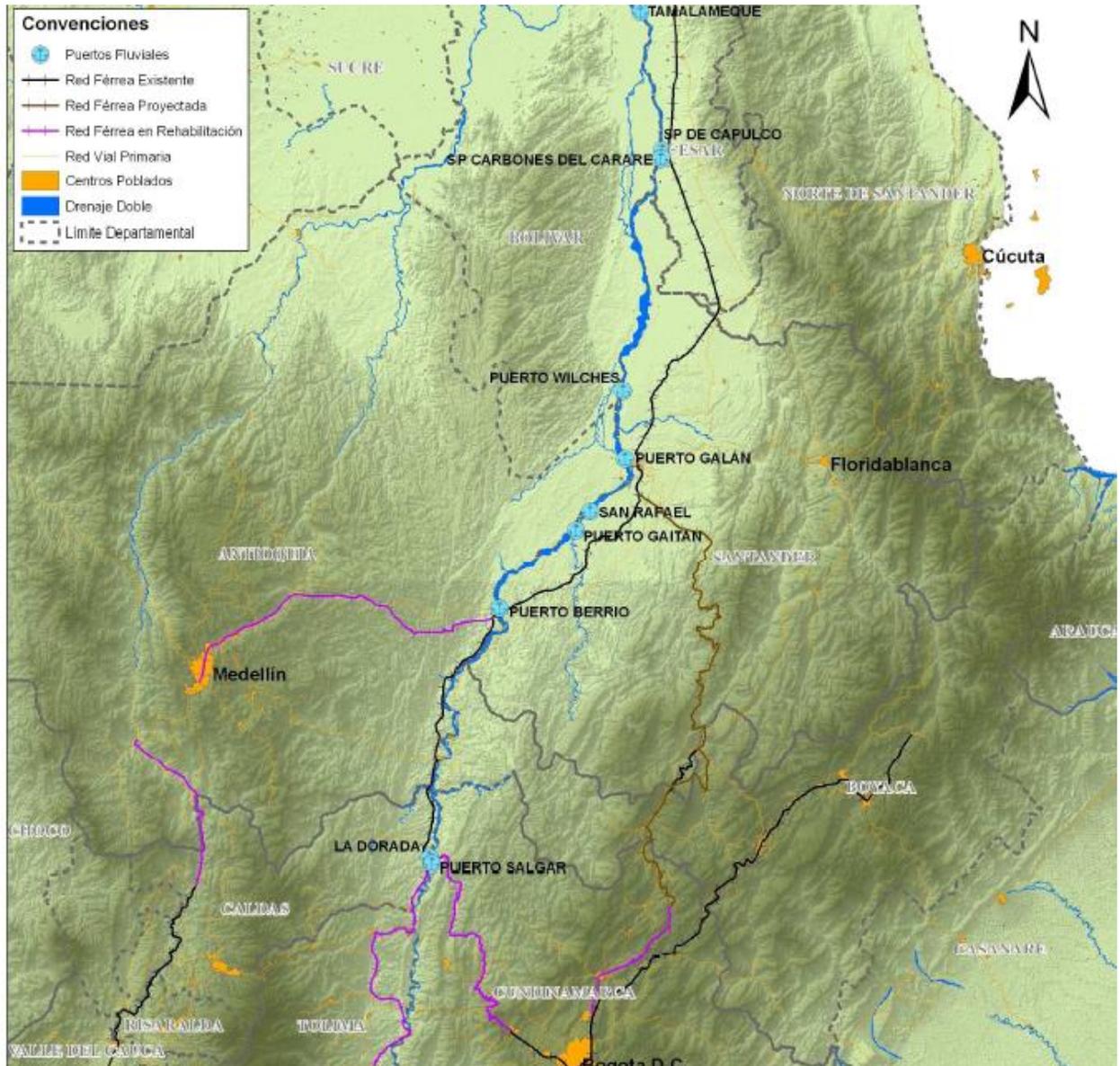
²⁰ Visión Colombiana II Centenario. Departamento Nacional de Planeación (de 2010). Consultado el 30 de septiembre de 2010.

Los ríos Magdalena y Cauca fueron los principales medios de comunicación entre el interior del país y España durante la época colonial. Actualmente siguen siendo importantes vías de comercio, especialmente para carga, pero en mucha menor cuantía que el transporte por carretera.

La comunicación fluvial sigue siendo importante en la Amazonía y la Orinoquía colombianas y en el Chocó donde las condiciones selváticas no han permitido un gran desarrollo de la malla vial.

Leticia, sobre el río Amazonas es un importante puerto colombiano. Se encuentra relativamente aislada del resto del país porque no existen carreteras y todo su transporte es aéreo desde el interior del país, o fluvial desde y hacia Perú y Brasil.

Figura 5 Localización de Puertos Fluviales río magdalena



Fuente; INCOPLAN S.A 2010.

1.7 Alternativas Multimodalidades Con La Oferta De Transporte Actual

Los antecedentes de manejo del transporte Multimodalidad han sido limitados a pocos eventos, dentro de los cuales se pueden destacar:

- Transporte de carbón de la Jagua de Ibirico hasta Cartagena y Barranquilla a través de un puerto fluvial en Tamalameque.
- Despachos de productos derivados de la arcilla desde Bogotá a través de Puerto Berrío y el transporte fluvial por el Río Magdalena hasta Barranquilla.
- Ensayo de despachos de Multimodalidad Camión – Río por Puerto Berrío para carbón de Boyacá y Cundinamarca hasta el puerto de Mamonal.
- Ensayos e intenciones de transporte Multimodalidad para carbones del interior por el puerto fluvial de Capulco.

Existen varias consideraciones de la baja utilización de las alternativas multimodalidades para la exportación de productos del sector minero, dentro de las cuales se destacan:

Vía Fluvial:

- Río Magdalena: Para la Multimodalidad, el río además de complementarse con el transporte carretero para los tramos de recogida y entrega, debe tener asegurado el puerto marítimo de embarque para los productos de exportación; la disponibilidad actual solo es posible por los terminales portuarios de Sociedad Portuaria Regional de Barranquilla, Muelle Michelmar y Sociedad Portuaria del

Norte en Barranquilla con grandes restricciones para la demanda actual por limitaciones en almacenamiento y muelle; la demanda futura puede tener grandes limitaciones por disponibilidad de puerto de embarque. Por estos terminales portuarios, solo se dispone de un puesto de atraque²¹.

Por Cartagena solo es posible por el Muelle de Mamonal Sociedad Portuaria, con mayores disponibilidades de almacenamiento y tamaño de buque, pero igualmente restringido para nuevos clientes.

· Otros Ríos: El Río Atrato, Cauca y el Meta no son solución actual para proyectos mineros, pero podrían ofrecer opciones multimodalidades para la minería del Chocó, Córdoba y el altiplano Cundiboyacense en su orden.

Puertos Fluviales:

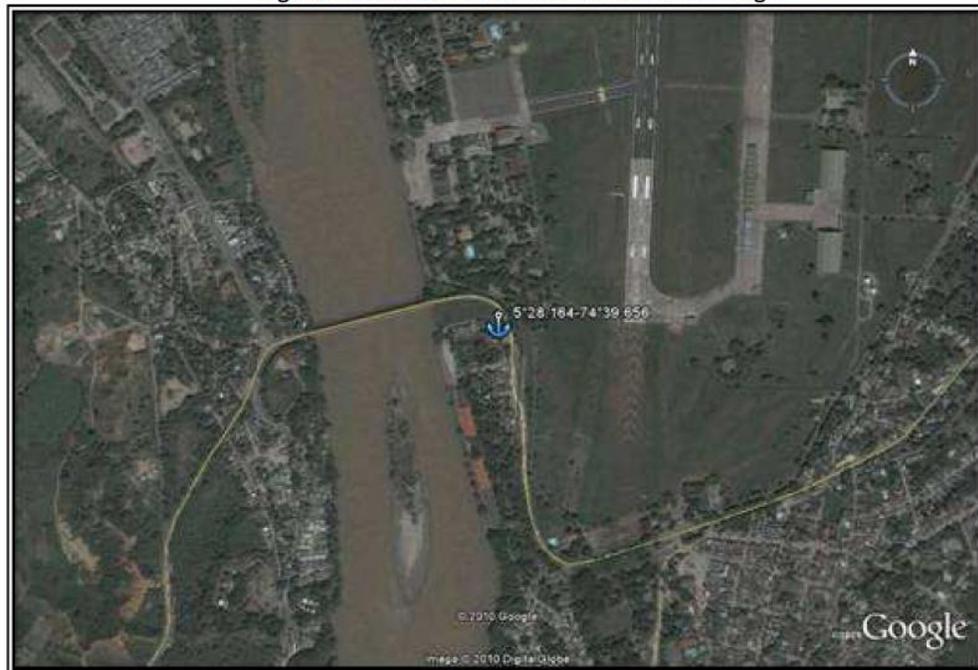
Dentro de la cadena logística asociada al río como eje Multimodalidad, los terminales portuarios son infraestructuras sin las cuales el transporte fluvial no se ejecuta. Los puertos en servicio han tenido limitadas utilizaciones y su potencial mercado depende fundamentalmente de la disponibilidad de la flota fluvial, así:

· **Puerto Salgar:** Infraestructura orientada a la carga general, actualmente los esfuerzos apuntan a habilitar un terminal fluvial de servicio público, donde se entregó un terreno mediante concesión por un periodo de 25 años a la Sociedad Portuaria Multimodal del Río Magdalena S.A., empresa que dispondrá de más de 30 mil metros cuadrados en los que se encuentran seis bodegas que se adecuarán debidamente para mejorar las condiciones de transporte.

²¹ GORDON Wilmsmeier. Infraestructura y servicios de transporte ferroviario vinculados a las vías de navegación fluvial en América del sur. División de recursos Humanos e Infraestructura. Santiago de Chile. 2007.

El proyecto estima una inversión de \$600 mil millones por parte del Gobierno Nacional, los gobernadores de los departamentos involucrados asignarán recursos por \$120 mil millones y Cormagdalena \$80 mil millones.

Figura 6. Vista del puerto fluvial de Salgar



Fuente: Google Earth. Modificado por INCOPLAN S.A., 2010

Actualmente la prioridad de la Sociedad, tiene relación con la adecuación de la estructura concesionada en Puerto Salgar y su habilitación como terminal fluvial para desarrollar actividades de cargue, descargue y almacenamiento de toda clase de mercancías mediante el uso de cargadores automáticos, bandas transportadoras encapsuladas, grúas y otros equipos de manipulación de carga al igual que equipo portuario para realizar las maniobras de atraque, desatraque, servicio a los buques, remolcadores y barcazas fluviales.

- **Puerto Berrío:** Este Terminal portuario tiene conectividad con el tren, el río y el camión; ha sido el puerto más activo de los puertos en operación. Tiene

instalaciones para todo tipo de carga y el manejo de minerales de salida como el carbón, se ha realizado a manera de ensayo, sin que cuente con instalaciones definitivas para este tipo de carga. Sus concesionarios conceptúan que la baja utilización es por falta de flota fluvial.

En Puerto Berrio, se cuenta con 180 metros de muelle, la construcción de patios para carga general y contenedores, la construcción de 3 silos para carga a granel agrícola de maíz, sorgo, soya y trigo con capacidad de 3.000 toneladas, con una inversión de \$ 8.500 millones de pesos.

La zona de influencia de Berrio ha sido identificada por el Departamento de Planeación Nacional como uno de los sitios posibles para localizar la plataforma logística multimodal.

El puerto multimodal de Puerto Berrio, concesionado por 15 años a la Sociedad Administradora Portuaria de Puerto Berrio S.A., es la confluencia de tres modalidades y soluciones viales importantes. El ferrocarril con dos tramos une a La Dorada – Caldas y el tramo desde Cabañas – Envigado en Antioquia. El río Magdalena, tiene en este punto el Terminal portuario activo, localizado más al sur de su recorrido; la Ruta del Sol se aproxima en su paso hacia la costa Atlántica a 16 kilómetros del puerto.

Dentro de los atributos que puedan derivarse de esta alternativa se destacan:

- Infraestructura portuaria en buenas condiciones de capacidad y operatividad.
- Terminal férreo conectado con el Terminal portuario.
- Amplia zona de influencia de la región de Antioquia, Eje Cafetero, Santander, Boyacá y Cundinamarca para carbones y contenedores.

Interés del concesionario del puerto en acondicionar los espacios necesarios para el manejo de minerales y solucionar el equipamiento de manejo y cargue para escalas importantes.

- Programas de mejoramiento de la navegabilidad en ejecución, por parte de CORMAGDALENA.

A partir de este punto, la intermodalidad permite los despachos por vía fluvial hasta Cartagena y Barranquilla y por vía férrea hasta la zona portuaria de Santa Marta. La continuidad por la concesión FENOCO, será un aspecto a solucionar para escalas de despachos de tercero, que se afecten los intereses de los socios de dicha concesión

- **Puerto Galán:** Este Terminal entregado en concesión a la Sociedad Portuaria de Barrancabermeja, recibe carga general, contenedores y gráneles secos. La operación es limitada por recientes sedimentaciones de la zona de maniobras y de la línea de atraque; en el corto plazo no tendría capacidad para minerales a la escala que el potencial del sector minero requeriría.

El Puerto de Galán en Barrancabermeja fue adecuado y se adquirieron equipos para el manejo de carga general y de contenedores, desarrollando infraestructura necesaria para su operación. En el 2009 se recuperó la zona del pozo Galán 18, se reemplazaron los tensores del tablestacado sur y se construyeron dos piñas adicionales para atraque de embarcaciones. En este puerto la Corporación ha invertido \$ 11.900 millones de peso.

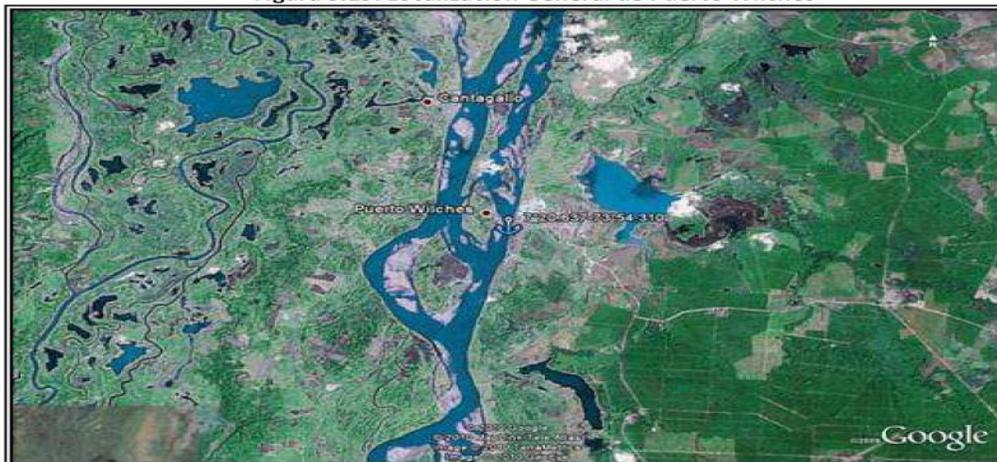
La intermodalidad que podría ofrecer la región, está favorecida por el transporte fluvial de la industria petrolera que aporta capacidad de transporte y regularidad a partir de Barrancabermeja, además del paso del Ferrocarril de la Concesión Central a una distancia mínima de 5,9 kilómetros y el paso de la Ruta del Sol; en

el sitio de Galán se localiza igualmente un Terminal carbonero que complementa la capacidad de carga general y contenedores del puerto multimodal.

· **Puerto Wilches:** Este puerto público está ubicado sobre la margen derecha del río en el km 597 y llegó a ser muy importante como centro de conexión férrea para el área de Bucaramanga. Está conectado además, por la vía férrea de la Concesión Central, con Puerto Salgar (a 286 km) y Santa Marta (a 625 km) y por carretera, a 52 km, con la troncal del Magdalena. Su administración está bajo contrato con la Sociedad Portuaria de Puerto Wilches S.A.

El muelle es marginal, en pantalla de tablestaca metálica, longitud 250 m y anchura 12 m. Los patios tienen 300 m² y bodegas (en mal estado) 2.700 m². No hay servicios públicos en servicio ni tiene equipos para manejo de cargas mineras. Cuenta con instalaciones para el manejo de cargas en gráneles líquidos (aceite de palma).

Imagen 7. Puerto Wilches



Fuente: Google Earth. Modificado por INCOPLAN S.A., 2010.

El canal de navegación es muy divagante en la zona, debido a las altas tasas de sedimentación aportadas por el río Sogamoso, que varían la situación del thalweg entre las orillas del cauce principal.

De esta manera, no se cuenta con un calado garantizado y depende de la estacionalidad hidrográfica. El puerto fluvial de Wilches, no presenta buenas condiciones de infraestructura de atraque y manejo para minerales, y para volúmenes importantes de carbón y otros minerales tendrán que resolver las limitaciones para la movilización de estos productos en zona urbana. Para pequeños volúmenes, existen áreas disponibles para adecuarse.

Adicionalmente, es necesario tener un proceso de concesión en marcha, que permita programar los despachos de manera regular, por cuanto su concesión no se ha gestionado.

. **Capulco:** Es el puerto de transferencia por excelencia y a partir del cual la navegabilidad se reporta con mayor regularidad y especificaciones. Su condición de puerto privado de servicio público, siendo el concesionario el principal usuario, podría ser limitante en la disponibilidad de almacenamiento y muelle para los carbones de terceros.

Figura 8. Puerto Capulco



Fuente: Google Earth. Modificado por INCOPLAN S.A., 2010.

Está situado a 5 km al sur de la ciudad de Gamarra (Figura 8), en el km 477 del río, margen derecha. Este puerto fue construido por los Ferrocarriles Nacionales, y

ha sido otorgado en concesión a la Sociedad Portuaria Carbones del Carare S.A. Tiene conexión férrea con la Concesión FENOCO y hay una vía de acceso carretable, de reciente construcción, pues la entidad ferroviaria anterior nunca permitió la conexión carretera para proteger su monopolio modal en la zona.

El muelle es en placa de concreto sobre pilotes, de 200 m de longitud por 40,50 m de anchura. Tiene patios de 2.500 m² y una bodega de 2.000 m², oficinas de 150 m².

Se han elaborado proyectos para su recuperación. Se considera que puede llegar a movilizar 5 MTA, siempre y cuando se puedan incorporar como patios de acopio las zonas traseras, que hoy se encuentran invadidas por colonos. En la zona se presentan áreas de inundación y ciénagas.

El carácter de servicio público de este Terminal otorgado en concesión para manejo de carbón, puede ser una solución al corto plazo para los carbones de Santander y Norte de Santander.

Los intereses particulares del concesionario, al ser un exportador de carbón, deberán permitir sin restricciones el acceso a terceros, para mantener su carácter de servicio público

• **Tamalameque:** Es una instalación de carácter privado de la cual los nuevos propietarios (Grupo Argos), no han manifestado la posibilidad de ofrecer servicio al público, quedando en consecuencia para sus necesidades en el caso de reactivarse.

Cementos Argos:

Cementos Argos S.A. es una compañía que trae consigo más de 70 años de experiencia en el negocio de la producción y distribución de cemento, concreto y agregados a nivel nacional e internacional. Actualmente cuenta con presencia en Colombia, Panamá, Venezuela, Haití, República Dominicana y Estados Unidos. Cementos Argos se dedica a la producción y comercialización de cemento, concreto y agregados tanto a nivel nacional como internacional.

Actualmente, es la compañía líder en la industria cementera colombiana con el 51% de participación en el mercado. La consolidación de sus operaciones se ha realizado paulatinamente desde los años 30 gracias a un crecimiento orgánico y a la realización de varias adquisiciones estratégicas por parte de la entidad.

Dentro de los accionistas de la compañía, se encuentra la holding Inversiones Argos con el 70,5%, otros inversionistas con el 20,6%, inversionistas extranjeros con el 2,4% y fondos de pensiones con el 5,8%. Inversiones Argos, junto con el Grupo Suramericana de Inversiones y el Grupo Nacional de Chocolates, hacen parte del Grupo Empresarial Antioqueño, compuesto por empresas de diferentes Perfiles, incluyendo servicios financieros, comidas, seguros, entre otros, las cuales obedecen a estrategias de retorno definidas.

Recientemente, Cementos Argos llevó a cabo un proceso de unificación de marcas que involucró las cinco marcas existentes (Nare, Caribe, Cairo, Valle y Argos) convirtiéndolas en Argos. La adopción de una única marca es de gran importancia para la compañía ya que le permitirá fortalecer la marca Argos y generar importantes sinergias. Bajo la nueva marca, la compañía comercializa el cemento gris de uso general, el cemento blanco y el cemento gris de uso

estructural. Sus estrategias están enfocadas en lograr una completa integración vertical de la compañía e incrementar su presencia en mercados clave como el estadounidense. Adicionalmente, ha buscado vender activos que no hacen parte del negocio principal de la cementera.²²

1.8 Puertos De Cementos Argos

Tamalameque:

Este puerto es el único carbonero de servicio privado que ha operado en el sector del Magdalena Medio. Ubicado sobre la margen derecha en el km 402 del río (Figura 6), en la vereda de Campoalegre. Funcionó hasta hace cuatro años, bajo administración de Carbones del Caribe, para manejar carbones procedentes de La Jagua de Ibirico y embarcarlos en barcazas de propiedad de la Flota Fluvial Carbonera. Hoy pertenece al Grupo Argos.²³

Tiene conexión vial con la Ruta 25 (Bogotá a 662 km, Barranquilla a 365 km) y empalmes con el sur del Cesar y Norte de Santander. El empalme con la vía férrea se hace en las estaciones de Palestina y Mata de Barrios. El calado garantizado en el río es de 2,70 m (9 pies), pero requiere dragados de mantenimiento, por la sedimentación inducida por el Brazo Morales. El muelle consiste en pantallas de concreto sobre pilotes, con 250 metros de longitud. Sus patios en afirmado tienen 6,25 ha (donde se pueden mover 2,5 millones de toneladas de carbón por año).

²² Cementos Argos. Manual de contrataciones.2010.Documento Interno.

²³ Plan De Desarrollo Del Subsector Carbón. 1999-2010. ECOCARBÓN. Santafé de Bogotá. Diciembre de 199

Tiene edificación para oficinas. Está equipado con bandas alimentadoras 54"X 10 m, 36"X 100 m y 30" X 50 m; banda receptora de 30" X 50 m, balde (almeja) de 4 m³ y equipo de patio (cargadores, motoniveladora). Dispone de posibilidades de ampliación en patios para manejar hasta 6 millones de toneladas de carbón por año.

Figura 9. Puerto Carbonero Tamalameque



Fuente: INCOPLAN S.A., 2010.

2. CARTACTERIZACION DE LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE TERRESTRE DE ABASTECIMIENTO DE CARBÓN DE CEMENTOS ARGOS ACTUAL QUE PERMITA IDENTIFICAR LOS COSTOS Y DEFICIENCIAS DE LA OPERACIÓN.

Siguiendo la tendencia de movilización de productos mineros²⁴, el sistema actual de transporte de carbón utilizado por cementos argos es por carretera. El crecimiento de la carga movilizada por carretera ha venido dándose los últimos años en forma apreciable, especialmente por el aumento en la exportación de carbón por puertos de la Costa Atlántica y por las buenas condiciones de seguridad en la red vial nacional.

La operación del sistema de movilización muestra las siguientes características:

- **Operación:** Los equipos utilizados son tipo tracto camión, en la ruta Calenturitas - el Hatillo – Cartagena. La capacidad de dichos equipos permite el movimiento de 35 toneladas realizando en promedio 904,7 recorridos al mes para atender la demanda actual de carbón de la Planta Argos Cartagena.

El carbón se despacha de 6:00 am a 6:00 pm, generando un ciclo completo en tiempo de retorno al punto de partida Minas Calenturitas - el Hatillo de 72 horas en promedio.

²⁴ Informe de INCOPLAST

La actual zona de descargue de carbón "Muelle Argos Golfo de Morrosquillos-Cartagena permite el descargue de 2 Tractocamiones en simultaneo. Debido a que el tráiler es tipo minero el descargue de carbón transportado en tracto camión se realiza por medio manual.

Tiempo dispuesto para el descargue de cada equipo sin generar tiempos de espera 95 min.²⁵

- **Costos de la Operación:**

Para conocer el costo real del transporte de carbón de Cementos Argos, se realizó entrevista directa con el proveedor actual empresa Sanchez Polo, Logitrans y Cementos Argos quienes entregaron las tarifas para cada caso. Esta fuente permitió realizar un análisis de los costos anuales de la operación permite, disgregar los costos en operativos, de mantenimiento y administrativos.

Tabla 1. Costos del transporte de Carbón de cementos Argos por Viaje de 35 toneladas.

COSTOS														\$ GATOS x VJS	\$ VIAJE	SALDO x VJS
TON VJ	35			ACPM		MANTENIMIENTO		ADMINISTRACION								
ORIGEN DE LA CARGA	PEAJES	KLM	GLN	\$ GALON	COMBU.	COSTO * KM	COSTO TOTAL	CONDUC.	DESCAR.	ENTURNE	PAPELERIA	ASIS. RUTA				
CALENTURITA-CGENA	\$ 126.400	\$ 570	81,4	\$ 3.000	\$ 244.286	\$ 300	\$ 171.000	\$ 100.000	\$ 5.800	\$ 6.000	\$ 1.000	\$ 1.000	\$ 655.486	\$ 1.401.000	\$ 745.514	
HATILLO-CGENA	\$ 102.400	\$ 520	74,3	\$ 3.000	\$ 222.857	\$ 300	\$ 156.000	\$ 100.000	\$ 5.800	\$ 6.000	\$ 1.000	\$ 1.000	\$ 595.057	\$ 1.401.000	\$ 805.943	

Fuente: Logitrans - Cementos Argos (2012)

²⁵ Argos. Informe de Gestión (2012). Gestión Administrativa. Pp 5

Se reflejan de igual forma costos de mantenimiento por viaje de \$327.000 para las dos rutas y un total de \$ 227.600 por viaje en costos administrativos.

Tabla 2. Costos de transporte operación Cementos Argos para todos los recorridos del mes

Total Costos Del Transporte (Mes)	
Equipo Tractocamion. Capacidad (Ton)	\$ 35,00
Demanda De Carbón (Ton)	\$ 35.952,38
Viajes Requeridos (Demanda de Carbón Tn ÷ 35 Tn)	1027,210884
Valor del Flete Cal. Hat. –Ctg (Cop)	\$ 1.401.000,00
COSTO TOTAL (Flete x Vía. Req)	\$ 1.439.122.448,88

Fuente: Logitrans - Cementos Argos

Los costos totales de la operación de transporte de carbón para cementos Argos son de \$ 1.439.122.448.

- **Deficiencias de la Operación:**
 - Para poder tener el actual bajo costo en flete se utiliza un gran número de proveedores, debido a que cada equipo debe obtener carga de compensación por medio de otro cliente, lo que significa que la operación es dependiente de la oferta de transporte existente.

 - Es muy vulnerable a la volatilidad de los costos del flete del mercado al no poder exigir un contrato con un costo fijo anual, dado la carga de compensación no la suministra Argos.

3. INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE TERRESTRE REQUERIDO PARA ATENDER LA DEMANDA DE CARBÓN PROYECTADA POR LAS NUEVAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE ARGOS PLANTA CARTAGENA

Para la aplicación de un sistema de transporte multimodal para atender la demanda de carbón proyectada por las nuevas líneas de producción de Argos planta Cartagena, es importante contar con un adecuado y eficiente sistema de transporte entre las minas y los puertos Tamalameque – Golfo de Morrosquillos Cartagena, los cuales deben ser apropiados a la capacidad de cargue. Para el transporte de grandes volúmenes de carbón es conveniente contar con una infraestructura especializada, ligada directamente a los proyectos de producción.

3.1 Infraestructura de transporte terrestre requerido

3.1.1 Red Vial: El crecimiento de la carga movilizada por la red de transporte pasó de 95 a 241,4 millones de toneladas al año (MTA), siendo la carretera de los 241,4 millones de toneladas (MT) movilizadas por la red de transporte, el 73,3% se movilizó por carretera.²⁶ A partir de los volúmenes de carga movilizadas, se obtienen las rutas principales, por las cuales se moviliza el 54% del total de carga por carretera, se destacan las rutas a zonas portuarias que pasan por La Loma (Chiriguaná - Cesar), Río Frío (Magdalena) y Loboguerrero (Valle del Cauca).

La calidad de las obras viales contribuye a disminuir los costos de transporte, mejorar la competitividad del mineral y facilitar la operación misma de transporte, acopio y manejo de inventarios. La pavimentación de la carretera El Burro -

²⁶ INCOMPLAN

Tamalameque para conducir los carbones de consumo interno de La Jagua por vía fluvial a Cartagena.

El ministerio aprobó el proyecto de la pavimentación de la distancia total entre La Jagua de Ibérico y Tamalameque es de 117 km de los cuales 21 km, entre El Burro y Tamalameque, se encuentran en afirmado. El proyecto consiste, precisamente, en pavimentar este sector. La vía consta de una calzada con dos carriles. El Costo del Proyecto se ha estimado un costo de US\$4.4 millones²⁷.

3.1.2 Vehículos: El número de vehículos requeridos se determina mediante la evolución de las variables:

Capacidad transportadora del equipo utilizado, de acuerdo a la Resolución 4100 del 28 de diciembre del 2004 se tiene:

Tabla3. Capacidad transportadora del equipo utilizado

TIPO DE VEHICULO	DESIGNACION	MAXIMO PBV, "TON"	Tolerancia positiva de Medición "TON"
TRACTO CAMION CON SEMIREMOLQUE	3S2	48	1,2
	3S3	52	1,3

Fuente: Investigadores

²⁷ IRSA. Ejes y Corredores Viales de Integración.

De acuerdo al promedio del tipo de vehículos ofertados en Colombia y al tipo de tráiler a utilizar "Minero y/o granel" la máxima capacidad neta de carga es de 35 TON.²⁸

Y Tiempo de duración del ciclo del transporte:

Tabla 4. Tiempo de duración del ciclo del transporte

Criterios	Cantidad	Horas
La distancia Promedio "KM" de Calenturitas y la Hatillo	545	
Velocidad Km/h	30	
Tiempo en desplazamiento		18,17
Tiempo de Cargue		3
Tiempo de Descargue		2
Retorno al punto de inicio del ciclo (Vel 60 KM/h)		9,1
Imprevisto y pernoctación:		24 ²⁹
TOTAL:		56,25

Fuente: Investigadores

Teniendo en cuenta la tabla 4, el número de equipos mínimos requeridos de acuerdo al tiempo de Duración del ciclo C/ristas - C/gena - C/ristas y capacidad de carga del equipo es el siguiente por año y por requerimiento de carbón de:

²⁸ Norma Técnica Colombiana NTC 4788. Para la aplicación de la presente resolución, los vehículos de carga se designan de acuerdo a la configuración de sus ejes, de la siguiente manera: A. Con el primer dígito se designa el número de ejes del camión o del tractocamiión (Cabezote) B. La letra S significa semirremolque y el dígito inmediato indica el número de sus ejes. C. La letra R significa remolque y el dígito inmediato indica el número de sus ejes. La letra B significa remolque balanceado y el dígito inmediato indica el número de sus ejes.

²⁹ Autores basados en datos obtenidos de Logitrans - Cementos Argos

Tabla 5. Número de vehículos requeridos para la movilización terrestre de Carbón para la planta Argos Cartagena

PERIODO	Ton. de Carbón Anual	PROMEDIO MES	CAPACIDAD DE CARGA POR EQUIPO Ton.	No. EQUIPOS MIN. REQ.
FY 2012	380000	31667	35	71
FY 2013	380000	31667	35	71
FY 2014	490000	40833	35	91
FY 2015	490000	40833	35	91
FY 2016	490000	40833	35	91
FY 2017	490000	40833	35	91
FY 2018	300000	25000	35	56

Fuente: Investigadores

Al tratarse de minas con sistema de cargue la infraestructura por parte de estas ya se encuentra en sitio, por medio de bandas transportadoras.

En el puerto de Cementos Argos de Cartagena "Sociedad Portuaria Golfo de Morrosquillo", el descargue se realiza en los patios de acopio de carbón por medio de la apertura de las puertas del tráiler minero apoyados por personal operativo.

Figura 10. Banda transportadora de Carbón L4 - Cartagena



3.2 Estructura de Transporte Fluvial Requerida

3.2.1 Río Magdalena: El río Magdalena es navegable comercialmente desde su desembocadura en Bocas de Ceniza y Pasacaballos (Canal del Dique) hasta Barrancabermeja, en una longitud aproximada de 728 kilómetros, y en menor escala hasta Puerto Berrío y Puerto Salgar (156 Kilómetros).

Según CORMAGDALENA, El tonelaje transportado oscila entre 2 a 2.5 Millones de Toneladas, compuesto principalmente por hidrocarburos y transporte de carbón, el Sistema de Asistencia Satelital para la Navegación (SNS) desarrollado, garantiza condiciones optimas de navegación en el total del recorrido desde la costa Caribe hasta Puerto Salgar³⁰.

Dentro de las inversiones Ejecutadas de mejoramiento se encuentra:

Tabla 6. Inversiones Ejecutadas en el río Magdalena

PROYECTO	ESTADO	INVERSION
Mantenimiento del Canal Navegable a través de un plan de Dragados en sitios críticos incluyendo el Canal del Acceso a Puerto de Barranquilla y el Canal del Dique.	En Junio de 2005 se dio inicio al contrato de dragado del canal de Acceso al Puerto de Barranquilla y en Julio de 2005 al Canal de Acceso del Canal del Dique.	\$ 61.325.376.227
	En Diciembre de 2007 se declara desierta la licitación para mantenimiento y dragado del Río Magdalena entre Barrancabermeja y Calamar	
Ayudas a la Navegación: Sistema de Posicionamiento por satélite y red de mediciones de niveles del río en época de estiaje	Contrato con la UNINORTE para hacer Monitoreo Diario en Barranquilla, Sistema de Navegación Satelital y estudio de Obras de Encauzamiento del Río Magdalena	\$ 1.838.000.000

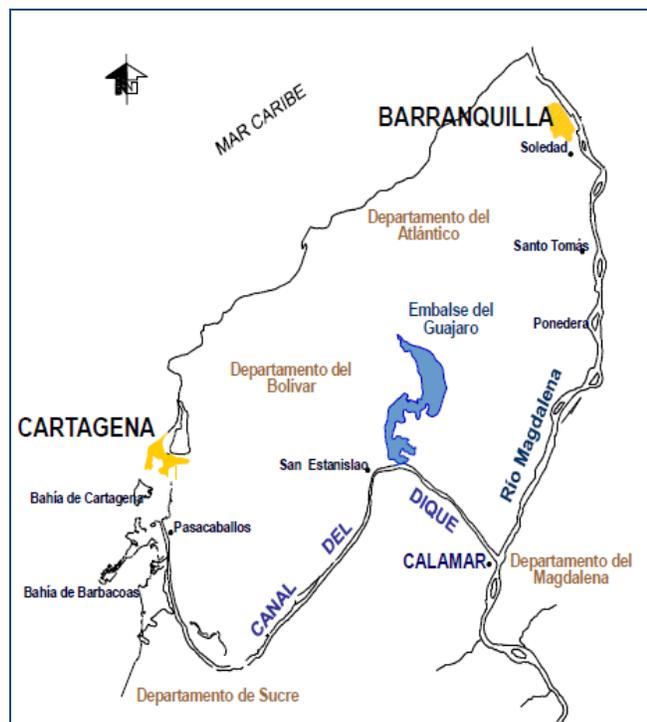
Fuente: Cámara Colombiana de la Infraestructura

³⁰ Cámara Colombiana de la Infraestructura. Seguimiento A Proyectos De Infraestructura De

Transporte. <http://www.infraestructura.org.co/seguiamientoproyectos/CCI-SEGUIMIENTOFLUVIAL-MAYO08.pdf>

3.2.2 Canal del Dique: El Canal del Dique es la segunda vía fluvial de transporte en Colombia, después del Río Magdalena. Entre 2000 y 2004, el 67% de la carga movilizada por el canal, fue de derivados del petróleo, especialmente combustóleo y nafta virgen, que va desde el interior del país hacia las industrias petroquímicas de la zona industrial del Mamonal en Cartagena. ³¹

Figura 11. Canal del Dique



Fuente: Cámara Colombiana de la Infraestructura

³¹ Ibid.

La solución de los problemas técnicos del dragado, apertura, mantenimiento y sedimentación del Canal del Dique están contempladas dentro de las obras que el Gobierno Nacional tiene proyectado impulsar en el período 2005-2014, para el fomento de la actividad portuaria, correspondiendo a las obras del Canal del Dique 33,28 millones de dólares³².

3.2.3 Flota necesaria para el transporte de minerales por el río Magdalena

De acuerdo con los parámetros del ministerio de transporte, se han calculado preliminarmente los requerimientos de flota para el transporte de minerales, de acuerdo con los volúmenes y sitios de origen / destino proyectados por el siguiente estudio, como se muestra a continuación:

La flota fluvial existente para cargas mayores ha sido adaptada para la anchura de canal disponible y la profundidad confiable durante la mayor parte del año, para los diversos tramos del río. Hasta la fecha, el mayor tráfico se desarrolla en el tramo entre Barrancabermeja y Cartagena. Las dimensiones típicas de las barcazas utilizadas con mayor frecuencia (95%) en dicho tramo, son las siguientes:

Calado	1,80 m (6 pies)
Manga	10 m a 13 m
Eslora	45 m a 60 m

La profundidad mínima necesaria para que las barcazas puedan navegar a carga plena es de 2,10 m (7 pies) que incluyen los 1,8 m (6 pies) del calado más 0,3 m (1 pie) de profundidad como margen de navegación.

³² AGUILERA D, Maria M. El Canal Del Dique Y Su Subregión: Una Economía Basada En La Riqueza Hídrica. Documento de trabajo sobre la economía Regional. 72. 2006.

Tabla 7. Flota necesaria para el transporte de minerales por el río Magdalena

Configuración	Nombre)
Remolcador + una barcaza	R-B
Remolcador + dos barcasas en paralelo (pacha)	R-2B
Remolcador + dos barcasas en serie (puya)	R-B-B
Remolcador + cuatro barcasas en dos hileras de a dos	R-2B-2B
Remolcador + seis barcasas en tres hileras de a dos	R-2B-2B-2B
Remolcador + seis barcasas en dos hileras de a tres	R-3B-3B

Fuente: Investigadores

El convoy más largo (R-2B-2B-2B), alcanza una longitud total del orden de 254 m, con una anchura total de 26 m. Con los sobre anchos necesarios para la seguridad de la operación, la anchura total mínima del canal navegable para una sola vía de este convoy debe ser de 40 m.

Por su parte el convoy más ancho (R-3B-3B) exige una anchura en la solera del canal del orden de 60 m para su navegación segura.

4. ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE TRANSPORTE MULTIMODAL PROPUESTO QUE PERMITA ATENDER LA DEMANDA DE TRANSPORTE DE CARBÓN PROYECTADA.

Con la inclusión de nuevos tramos viales que complementan los transportes de larga distancia, el escenario de posibilidades de transporte multimodal en la ruta sur - norte; estos tramos o arcos de transporte deben complementarse con nodos o puntos de transferencia modal, que localizados estratégicamente, conforman un sistema de cadenas logísticas y alternativas de transporte, que podrían brindar condiciones de mayor competitividad para el carbón hacia los mercados externos.

La red de transporte que facilita la operación de transporte multimodal, se ha estructurado con base en centros de interfase o transferencia modal, que permite el enlace de tramos de transporte utilizando los ejes terrestres y fluviales para acceder a los puertos de exportación.

Para identificar las redes multimodalidades se utilizó la siguiente metodología:

- Aprovechamiento de la máxima longitud de los ejes claves de la multimodalidad.
- Localización de los puntos de intercambio modal dentro del alcance operativo de alguno de los ejes de transporte claves. Mina Calenturita y El Hatillo– Puerto Tamalameque – Cartagena.

- Localización del punto de intercambio modal en sitios en donde la complementación carretera, confluya en condiciones favorables de especificaciones viales.
- Aprovechar localizaciones de interés local o regional para proyectar plataformas logísticas.
- Conectar los puertos de exportación con los puntos de intercambio modal, con las modalidades que arrojen mayores opciones de competitividad en capacidad, costos y niveles de servicio.

En la presente investigación se han identificado las siguientes redes de transporte multimodalidad a partir de un punto en el cual la confluencia de modalidades de transporte o la existencia de infraestructura portuaria permiten un cambio en la modalidad de transporte y vehículo. Dichas redes permiten estructurar redes multimodalidades, hacia los puertos marítimos de los litorales atlánticos.

4.1 Esquema de Transporte Multimodal Propuesto

El sur del Cesar se comporta como un nodo importante para la Multimodalidad del carbón, dada la localización de los yacimientos carboníferos del Cesar.

12. Mapa de Esquema de Transporte Multimodal Propuesto Origen-Destino



Tramo Terrestre Calenturita – Hatillo Tamalameque
 Tramo Fluvial Tamalameque - Cartagena

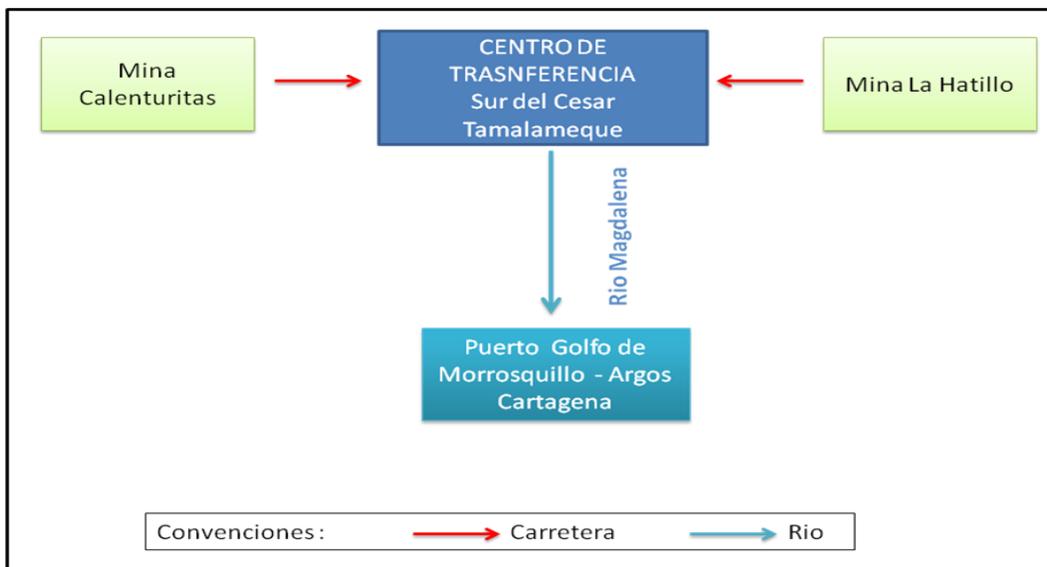
La zona tiene antecedentes de manejo de carbones y proyectos portuarios importantes tales como el Terminal carbonero de Matecaña en Tamalameque (La Carbonera), que sirvió para los embarques fluviales del carbón de Carbones del Caribe, provenientes de la Jagua de Ibirico, con destino a Cartagena y Barranquilla.³³

³³ Ministerio de Minas. Elaboración del estudio técnico sectorial “Infraestructura de transporte multimodal y de logística integradas para el desarrollo de la industria minera en Colombia, con énfasis en puertos. 2009

Este Terminal portuario fue concesionado para la movilización de carbón a la Sociedad Portuaria del Carare S.A. como puerto de servicio público.

Las condiciones de navegabilidad del río Magdalena desde Capulco logran una profundidad mínima de 8 pies durante los 365 días del año, convirtiéndose en el tramo de mayor regularidad y el de más alta concentración en soluciones y proyectos portuarios.

Figura 13. Esquema de Multimodalidad propuesto.



Fuente: Investigadores

- **Transporte Terrestre:** El esquema inicia en las minas de El Hatillo y Calenturita transportando vía terrestre hasta el puerto de Tamalameque (Figura 9). El equipo utilizado es un vehículo prototipo con una capacidad de 35 toneladas de

Carga Neta, cual movilizara los requerimientos según las demandas proyectadas entre 2012 y 2018. (ver tabla 8)

Tabla 8. Estadística Proyectada del requerimiento de Carbón por Proyecto en Cementos Argos planta Cartagena de 2012 a 2018

Periodo	Requerimiento Carbón línea Húmeda	Req. De Carbón Línea Seca Proy. Columbus L4	Req. De Carbón Línea Seca Proy. Columbus L5	Total Req. Planta Argos Cartagena
FY 2012	230000	150000	0	380000
FY 2013	230000	150000	0	380000
FY 2014	230000	130000	130000	490000
FY 2015	230000	130000	130000	490000
FY 2016	230000	130000	130000	490000
FY 2017	230000	130000	130000	490000
FY 2018	0	100000	100000	300000

Fuente: Informe de Gestión 2010-2011. Zona Franca Argos S.A.

La deficiencia de esta ruta son menores velocidades y mayores costos de transporte entre La Jagua y Tamalameque por 15 km vías no pavimentadas (Tramo El Burro - Tamalameque)

- **Transporte Fluvial:** El esquema inicia en el puerto de Tamalameque ver figura 5. En este puerto se están realizando obras de mejoramiento para realizar un intercambio modal carretera – río el cual puede ser aprovechado para el transporte de carbones provenientes de los distritos de El Hatillo y Calenturitas.

Figura 14. Localización del Puerto Carbonero de Argos



Fuente: Google Earth. Modificado por INCOPLAN S.A., 2010.

5. ANALISIS COMPARATIVO DE LAS ALTERNATIVAS DE TRANSPORTE MULTIMODAL PROPUESTA FRENTE AL SISTEMA DEL TRANSPORTE ACTUAL REFERENTE A LA DEMANDA DE TRASPORTE DE CARBÓN PROYECTADA.

Para la realización del presente análisis comparativo, se estimaron los costos reales de los modos de transporte teniendo en cuenta la tabla de fletes de transporte de Carga por Carretera (ver anexo 1)

5.1 Modo de Transporte Fluvial

Así, para el modo de transporte Fluvial se consideraron varios aspectos correspondientes, los cuales se encuentran registrados en la Tabla 9.

Tabla 9. Variables Consideradas En Ciclos Y Costos Vía Fluvial

VARIABLES CONSIDERADAS EN CICLOS Y COSTOS EN EL SISTEMA MULTIMODAL (TAMALAMEQUE – CARATEGA)			
	CAPACIDAD (TON)	CANTIDAD	PESO (TON)
REMOLCADOR	2,521	1	
TIPO DE BARCAZA	1200	4	1000
TOTAL TONS/CONVOY			4000
DISTANCIA EN KMS	402		
	VELOCIDAD KMS/HR		
AGUAS ARRIBA KMS/HR	7,5		
AGUAS ABAJO KMS/HR	12		
	HORAS	DIAS	
TRAYECTO CTG/TAMALAMEQUE	53,6	2,2	
TRAYECTO TAMALAMEQUE/CTG	33,5	1,4	
MANIOBRADE ATRAQUE Y ACOMODACION DE BARCAZAS	2	0,1	
TIEMPO CARGUE TAMALAMEQUE	24	1,0	
MANIOBRADE ATRAQUE Y ACOMODACION DE BARCAZAS	2	0,1	
TIEMPO DESCARGUE CARTAGENA	31	1,29	
HORAS DE NAVEGACION POR DIA	24		

IMPREVISTOS		0,30	5%
DURACION VIAJE DIAS TRAYECTO FLUVIAL		6,4	
NUMERO DE CICLOS POR MES TRAYECTO FLUVIAL (TAMALAMEQUE-CARTAGENA)	4,7		
	TON		
PROYECCION DE DEMANDA CARBON FY 2012 AL FY 2018 (TON)	35952,4		
CARGA TRANSPORTADA MENSUALMENTE (TON)	17976,2		
NUMERO DE CONVOIS REQUERIDOS CON SU CONFIGURACION	2	R-2B-2B	
FLETE FLUVIAL (TON/KM)	\$ 54,00		
FLETE FLUVIAL (TON)	\$ 43.416,00 ³⁴		
FLETE FLUVIAL (MES)	\$ 1.560.908.571,43 ³⁵		
FLETE FLUVIAL (MES CON CARGA DE COMPENSACION))	\$ 780.454.285,72		

Fuente: Autores

En la tabla 9 se registran distancias, velocidades promedio teniendo en cuenta la relación de la pendiente del río entre los caballos de fuerza por tonelada de empuje del remolcador, configuración de convoyes, tiempos operativos, tiempos muertos, capacidades por barcaza y remolcador, cargas de compensación.

La pendiente del río Magdalena, equivalente a la altura sobre el nivel del mar durante su trayecto y la fuerza de la corriente del volumen del agua sobre la pendiente, definen la fuerza de empuje (aguas abajo) o de resistencia (aguas arriba) de las embarcaciones en sus recorridos por el río³⁶. Para el caso en estudio de un remolcador de 2.521 HP su relación será de 2 toneladas de peso bruto por caballo de fuerza aguas arriba y uno a uno aguas abajo. De esta forma, la práctica demuestra que la velocidad promedio aguas abajo es de 12 Km/H, mientras que la velocidad aguas arriba es de 7,5Km/H.

³⁴ Autores basados en datos obtenidos de Cormagdalena, Naviera Fluvial Colombiana y www.mintransporte.gov.co/portal_servicios/proyecto_yuma/navegandob.asp 2011

³⁵ En caso de contar con una carga de compensación aguas arribas el costo del flete se bajaría en un 50%.

³⁶ Aguas superficiales. Disponible en <http://www.bdigital.unal.edu.co/1572/20/geo17.pdf>

5.2 Modo de Transporte Terrestre

En la Tabla 12 se registran distancias, velocidades promedio, tiempos operativos, tiempos muertos, capacidades por camión y pesos promedios para extraer principalmente los ciclos en tiempo del trayecto y su costo.

Se han considerado como imprevistos los tiempos en los que el camión detiene su recorrido. En estos se incluye tiempo de descanso del conductor, restricciones de horarios para el transporte de carga, tanqueos, revisiones tecnomecánicas e imprevistos tales como derrumbes, obstáculos en la vía, cierre de carreteras, desvíos e inspecciones de autoridades; para estos imprevistos se ha estimado un 15% del tiempo equivalente a la relación entre la distancia y la velocidad promedio.

Tabla 10. Variables Consideradas En Ciclos Y Costos Terrestre

VARIABLES EN CICLOS Y COSTOS EN EL MODO DE TRANSPORTE TERRESTRE	
IMPREVISTOS (Tiempo de descanso del conductor, restricciones de carretera, tanqueos e imprevistos)	1
TIEMPO DE CAGUE (HORAS)	1
TIEMPO DE DESCARGUE (HORAS)	2
VELOCIDAD (KM/H)	30
DISTANCIA LA HATILLO o CALENTURITAS -TAMALAMEQUE. (KM)	75
TIEMPO CICLO COMPLETO HAT. CAL -TAM -HAT. CAL (HORAS)	7,75
NUMERO DE VIAJES/TRACTOCAMION	92,9
PROYECCION DE DEMANDA CARBON FY 2012 AL FY 2018 (TON)	35952,4
FLOTA DE CAMIONES MENSUALES	11,06
VALOR TONELA TRANSPORTADA	
FLETE HATILLO. CALENTURITAS - TAMALAMEQUE	\$ 400.000,00 ³⁷
CAPACIDAD TRACTOCAMION (TON)	35
FLETE HATILLO. CALENTURITAS - TAMALAMEQUE (TON)	\$ 11.428,57
TOTAL FLETE TERRESTRE (MES)	\$ 410.884.353,71

Fuente: Investigadores

³⁷ Autores basados en datos obtenidos de Transportes Sánchez Polo

5.3 Modo de Transporte Multimodal

Para el cálculo de los fletes y ciclos en el Transporte Multimodal, se consideraron los aspectos evaluados en los numerales anteriores; de esta forma, las variables consideradas en este modo se presentan en la Tabla 11.

Tabla 11. Valor Tonelada Transportada Modo Multimodal

VALOR TONELA TRANSPORTADA MODO MULTIMODAL	
FLETE FLUVIAL (MES)	\$ 1.560.908.571,43
FLETE FLUVIAL (MES CON CARGA DE COMPENSACION)	\$ 780.454.285,72
TOTAL FLETE TERRESTRE (MES)	\$ 410.884.353,71
TOTAL FLETE MULTIMODAL (MES)	\$ 1.971.792.925,14
TOTAL FLETE MULTIMODAL (MES CON CARGA DE COMPENSACION EN EL FLETE FLUVIAL)	\$ 1.191.338.639,43

Fuente: Investigadores

El presente estudio permitió determinar que el Transporte Multimodal con carga de compensación en el modo Fluvial, logra ser competitivo al tener un costo de \$ 1.191.338.639 y \$ 1.971.792.925 sin carga de compensacion, frente al Transporte Terrestre utilizado en la actualidad que según la Tabla 2 equivale a \$ 1.439.122.448.

Al evaluar comparativamente los sistemas de transporte se puede concluir que el Sistema de Transporte Multimodal en términos de costo por flete es un 137% más costoso que el Transporte Terrestre, para la movilización de Carbón de Cementos Argos, en razón a que el actual flete de Transporte Terrestre tienen carga de compensación, mientras que el Flete de sistema de transporte Multimodal en ninguno de los 2 Modos propuestos tienen carga de compensación. Si la comparación se realiza teniendo en cuenta el costo del Transporte Multimodal en donde exista carga de compensación para el modo Fluvial el costo del flete es un 83% menos que el actual sistema de Transporte Terrestre.

La viabilidad del éxito del Sistema de Transporte Multimodal está Ligada a que Cementos Argos y/o su OTM cuenten con carga de compensación.

Los resultados de la presente investigación esta conforme a la literatura encontrada acerca del tema; en 2011 la Empresa Sanchez Polo aplico un estudio de costos de transporte Fluvial Barranquilla Tamalameque ³⁸, el cual identifico que los costos del flete por Tonelada para este desplazamiento eran de \$ 42.156. Ver tabla 12., resultado similar al presente estudio que dio un costo de \$ 43.416. Ver tabla 9.

De igual manera el “ESTUDIO TÉCNICO SECTORIAL “INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE MULTIMODAL Y DE LOGÍSTICAS INTEGRADAS PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA MINERA EN COLOMBIA, CON ÉNFASIS EN PUERTOS” ³⁹ en su Tabla 3.30. Tarifas Sistema Multimodal Fluvial (US\$/ton), está acorde a los resultados del coste del Flete Fluvial calculado en la presente investigación.

³⁸ Transportes Sanchez Polo. Estudio de Costos de Transporte Fluvial Barranquilla Tamalameque. 2011.

³⁹ Ministerio de Minas y Energia. Estudio Tecnico Sectorial “Infraestructura de Transporte Multimodal y de Logisticas Integradas para el Desarrollo de la Industria Minera en Colombia, con énfasis en Puertos” (Informe 3). 2010.

Tabla 12. Estudio De Costos de Transporte Fluvial Barranquilla Tamalameque.

	SUBIDA	BAJADA	
PUERTO ORIGEN	0	Tamalameque	
PUERTO DE DESTINO	0	Barranquilla	
PRODUCTO	0	Carbòn	TOTAL R. T.
TONELADAS A TRANSPORTAR	0	5.000	5.000
TIEMPO DE CARGUE	0	1	1
TIEMPO DE DESCARGUE	0	2	2
TIEMPO EN RUTA	0	5	5
TIEMPO TOTAL	0	8	8
RATA DE CARGUE (TON/HRA)	125	220	220
RATA DE DESCARGUE (TON/HRA)	125	120	120

COSTOS FIJOS	x MES	x DÌA	COSTO DE SUBIDA	COSTO DE BAJADA	TOTAL VIAJE
Tripulaciòn	32.563.090	1.085.436	0	8.921.958	8.921.958
Seguros	3.760.104	125.337	0	1.030.231	1.030.231
Impuestos	47.797.382	1.593.246	0	13.096.000	13.096.000
Depreciacion	76.979.955	2.565.998	0	21.091.730	21.091.730
Comunicaciones	285.000	9.500	0	78.087	78.087
Dotacion	391.043	13.035	0	107.142	107.142
TOTAL COSTOS FIJOS	161.776.574	5.392.552	0	44.325.147	44.325.147
COSTOS VARIABLES	x MES	x DÌA	CSTO DE SUBIDA	CSTO DE BAJADA	TOTAL VIAJE
Combustible motores	134.282.323	6.132.000	3.066.000	33.726.000	36.792.000
Combustible generador	10.512.000	350.400	0	2.880.182	2.880.182
Lubricantes motores	4.160.667	189.997	94.998	1.044.982	1.139.981
Lubricantes generador	345.449	11.515	0	94.649	94.649
Mantenimiento rutinario	41.086.681	1.369.556	0	11.257.336	11.257.336
Provisiòn dique	27.085.299	902.843	0	7.421.098	7.421.098
Provisiones	5.400.000	180.000	0	1.479.545	1.479.545
TOTAL COSTOS VARIABLES	222.872.419	9.136.311	3.160.998	57.903.793	61.064.792
ADMINISTRACION MENSUAL		0	0	0	0
TOTAL COSTO	384.648.993	14.528.864	3.160.998	102.228.940	105.389.939
TIME CHARTER		8.206.867	0	67.457.958	67.457.958
COMBUSTIBLE + ALF MOTORES PPALES		6.321.997	3.160.998	34.770.982	37.931.981
			FLETE SUBIDA	FLETE BAJADA	TOTAL FLETE
TOTAL FLETES			21710	20.446	42.156

Fuente: Estudio Transportes Sanchez Polo.

6. CONCLUSIONES

- Siguiendo la tendencia de movilización de productos mineros, el sistema actual de transporte de carbón utilizado por Cementos Argos es por carretera. La ruta utilizada es Calenturitas - El Hatillo – Cartagena. Los equipos utilizados son tipo tracto camión. La capacidad de dichos equipos permite el movimiento de 35 toneladas realizando en promedio 904,7 recorridos al mes. Tiempo dispuesto para el descargue de cada equipo sin generar tiempos de espera 95 min.
- Los costos mensual de la operación de transporte de carbón para cementos Argos son de \$ 1.439.122.448.
- La principal deficiencia del sistema de Transporte Terrestre utilizado en la actualidad, es que para poder tener el actual bajo costo en flete se utiliza un gran número de proveedores, debido a que cada equipo debe obtener carga de compensación obtenida por cuenta de cada transportista.
- Cemento Argos al buscar tener bajos costos de flete de para el transporte terrestre hace vulnerable la operación en la medida que están sujetos a la oferta de transporte de tracto camiones existentes, porque no pueden asegurar por medio de un contrato el servicio, al no asumir el flete que permita la realizar el ciclo completo de transporte a un grupo de tracto camiones específico.
- Para la aplicación de un sistema de transporte multimodal que permita atender la demanda de carbón proyectada por las nuevas líneas de producción de Argos planta Cartagena, es importante contar con un adecuado y eficiente sistema de transporte entre las minas y los puertos Tamalameque – Golfo de Morrosquillos Cartagena, los cuales deben ser apropiados a la capacidad de cargue. El cual debe incluir mejoras en la red vial, estandarización de Vehículos y adquisición de Flota para el transporte

de minerales por el río Magdalena y contar con carga de compensación para el modo de Transporte Fluvial.

- Se propone un esquema de Multimodalidad inicia en las minas de El Hatillo y Calenturita transportando vía terrestre hasta el puerto de Tamalameque y de transporte Fluvial desde este punto hasta el puerto privado de Argos Golfo de Morrosquillos en Cartagena.
- Se determinó que el Sistema de Transporte Multimodal en términos de costo por flete es un 137% más costoso que el Transporte Terrestre, para la movilización de Carbón de Cementos Argos, en razón a que el actual flete de Transporte Terrestre tienen carga de compensación, mientras que el Flete de sistema de Transporte Multimodal en ninguno de los 2 Modos propuestos tienen carga de compensación. Si la comparación se realiza teniendo en cuenta el costo del Transporte Multimodal en donde exista carga de compensación para el modo Fluvial el costo del flete es un 83% menos que el actual sistema de Transporte Terrestre; lo que significa que la viabilidad de la implementación del Sistema de Transporte Multimodal es ligada a la obtención de carga de compensación para el modo Fluvial en razón a que este modo es el que presenta el mayor coste.

7. PROPUESTAS DE MEJORA

- Teniendo en cuenta que la demanda de carbón, para Cementos Argos y el resto del país se visualiza en aumento, en su gran mayoría provenientes de los departamentos del Cesar. Las cantidades proyectadas no podrán ser transportadas por camión hasta los puertos de embarque, por razones de capacidad, costos e impactos sobre la seguridad vial, por lo que es necesario la aplicación de estrategias que engranen medios masivos como el ferroviario, el fluvial o la combinación de varias opciones a través del Multimodalismo.
- Partiendo de las deficiencias identificadas en la investigación es pertinente ejecutar las políticas, estrategias, planes, programas y proyectos de la infraestructura no concesionada de la Red Vial Nacional de carreteras primaria y terciaria, férrea, fluvial y de la infraestructura marítima, de acuerdo con los lineamientos dados por el Ministerio de Transporte.
- En concordancia con lo anterior, se debe dar continuidad al proyecto de pavimentación entre La Jagua de Ibérico y Tamalameque una distancia de 117 km de los cuales 21 km, entre El Burro y Tamalameque se encuentra en mal estado.
- Garantizar la recuperación de la navegación y de la actividad portuaria del Río Grande de la Magdalena, la adecuación y conservación de tierras, la generación y distribución de energía y aprovechamiento y preservación del ambiente, los recursos ictiológicos y demás recursos naturales renovables.

- Se debe optimizar las capacidades de manejo de los terminales portuarios del grupo Argos y proyectar una Contratación de Concesión para Operar como Terminales de Servicio Público con el fin de lograr la eficiencia en el aprovechamiento de la infraestructura y logísticas disponibles.
- Es imperativo establecer negociaciones de movilización por medio de outsourcing, para que el carbón se convierta en una carga o flete de compensación en el transporte de cemento, azúcar, granos o hierro, acción que permitirá la reducción de los costos del transporte multimodal, que permita la viabilidad del sistema de transporte multimodal.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AGUILERA D, Maria M. El Canal Del Dique Y Su Subregión: Una Economía Basada En La Riqueza Hidrica. Documento de trabajo sobre la economía Regional. 72. 2006.
- ARAUJO IBARRA. Características del Transporte Multimodal. Tomado el 10 de Septiembre de 2009 de <http://portal.araujoibarra.com/biblioteca-y-articulos/logistica-global/caracteristicas-del-transporte-multimodal>.
- ASOCIACION LATINOAMERICANA DE LOGISTICA. Glosario.2010 (en línea) <http://www.alv-logistica.org/docs/glosariologistico2.pdf> (citado 5 de Febrero de 2012)
- Cámara Colombiana de la Infraestructura. Seguimiento A Proyectos De Infraestructura De Transporte. (en línea) <http://www.infraestructura.org.co/seguimientoproyectos/CCI-SEGUIMIENTOFLUVIAL-MAYO08.pdf> (citado 5 de Febrero de 2012)
- CARDONA GUTIERREZ German. Transporte en cifras. Bogotá, 2010, Ministerio de transporte Colombia.

- COGOLLO Susana, HERNANDEZ Lucia. Estudio Sistémico Del Sector De Transporte Terrestre De carga En Colombia – Caso Servientrega. Tesis de Grado. Universidad del rosario 2012.P 23-101
- CORMAGDALENA. Visión Colombia 2018: Segundo Centenario.2006
- DUFF & PHELPS DE COLOMBIA. Análisis de Riesgo Cementos Argos. Corporates América Latina. (en línea) Tomado el 1 de Enero de 2012 de <http://www.bnamericas.com/cgi-bin/getresearch?report=96813.pdf&documento=814056&idioma=E&login=>
- El transporte fluvial aumenta los beneficios económicos. Tomado de la web de la Fundación Nuestro Mar el 3 de Mayo de 2009 (en línea) http://www.nuestromar.org/noticias/transporte_maritimo_y_fluvial_012009_21521_el_transporte_fluvial_aumenta_los_bene
- GORDON Wilmsmeier. Infraestructura y servicios de transporte ferroviario vinculados a las vías de navegación fluvial en América del sur. División de recursos Humanos e Infraestructura. Santiago de Chile. 2007.
- INDUSTRIA NAVAL DE VENEZUELA. Transporte Multimodal. 10ma. Edición, 2000.
- IRSA. Ejes y Corredores Viales de Integración. (en línea) <http://impactosiirsa.com/pdf/IIRSA%20en%20Colombia.%20ILSA.pdf>

- LOZANO Maria del Pilar. Transporte Multimodal. Tomado el 2 de Febrero de 2012 (en línea) <http://www.monografias.com/trabajos14/transpormulti/transpormulti.shtml>
- MILAN Hugo, Plan De Infraestructura De Transporte Y Portuaria Para El Desarrollo Minero En Colombia. 2009 Unidad De Planeación Minero Energética De Colombia
- MINISTERIO DE TRANSPORTE. Transporte Automotor de Carga SICE-TAC. Tomado el 1 de Enero de 2012 de <http://www.mintransporte.gov.co/publicaciones.php?id=359>
- Ministerio de Minas, Elaboración del estudio técnico sectorial “Infraestructura de transporte multimodal y de logísticas integradas para el desarrollo de la industria minera en Colombia, con énfasis en puertos.2009.
- Manual de Transporte Multimodal de las Naciones Unidas / UNCTAD. Multimodal Transport Handbook
- NUÑEZ Karen. Logística y Transporte SENA 2011.

- OPERACIÓN LOGÍSTICA. Transporte Multimodal en Colombia. Versión 04 de 2011.
- Plan De Desarrollo Del Subsector Carbón. 1999-2010. ECOCARBÓN. Santafé de Bogotá. Diciembre de 1999
- Revista Marítima. Transporte Fluvial e hidrovías. (en línea) de: <http://www.revistamaritima.com.ar/Transporte-fluvial-e-hidrovi> (citado 27 de Abril de 2012)
- TRUJILLO ORTIZ Gisela Viridiana. Canales de distribución y administración logística- 04-2005
- Visión Colombiana II Centenario. Departamento Nacional de Planeación (de 2010). Consultado el 30 de septiembre de 2010.
- Zona FRANZA ARGOS. Informe de Gestión 2010-2011. P. 21. Documento Interno.

ANEXOS

Anexo 1. Tabla de Fletes De Transporte De Carga Por Carretera

DESTINO ORIGEN	ARMENIA	B/QUILLA	BOGOTA	B/MANGA	B/TURA	CALI	CUCUTA	DUITAMA	IBAGUE	IPIALES	M/ZALES	M/LLIN	NEIVA	PASTO	PEREIRA	POPAYAN	S.MARTA	VCENCIO	YOPAL	TUMACO	
ARMENIA	-	120.545	64.778	88.772	50.991	38.591	118.875	116.047	80.877	36.123	101.196	30.617	62.818	50.612	86.952	26.342	53.135	123.000	85.159	187.208	108.711
B/QUILLA	131.255	-	139.188	102.476	152.105	154.875	37.873	115.863	134.948	144.431	178.108	132.927	110.962	157.292	172.812	138.200	163.080	28.668	159.269	170.020	191.886
BOGOTA	58.359	91.366	-	64.929	76.629	74.583	91.366	86.551	38.951	44.431	134.973	67.470	69.939	55.466	124.233	65.541	89.183	91.336	43.639	60.028	144.996
B/MANGA	90.541	79.727	79.882	-	120.225	113.606	89.528	46.755	76.105	81.078	168.129	91.050	96.886	101.778	157.696	89.299	131.339	77.276	100.101	110.259	172.359
B/VENTURA	55.169	155.854	102.952	123.224	-	43.875	153.740	150.847	113.375	75.745	102.224	62.886	95.775	95.938	91.355	58.853	58.290	157.004	114.737	133.694	119.789
CALI	39.458	133.706	83.134	114.100	43.875	-	133.706	141.033	100.414	60.659	80.175	53.136	75.908	76.024	69.707	44.259	39.382	141.121	101.862	121.055	117.113
C/GENA	133.694	33.741	142.975	105.446	159.912	152.334	-	121.762	137.994	134.843	176.983	127.221	106.805	152.517	171.997	127.221	166.596	40.007	165.203	172.959	191.886
CUCUTA	111.819	89.054	95.660	48.686	135.524	133.706	96.570	-	94.865	101.778	176.984	109.128	112.276	111.601	161.659	111.077	143.039	86.551	113.895	127.778	175.266
DUITAMA	82.603	91.366	41.459	62.360	98.947	94.365	101.644	94.365	-	65.683	153.059	83.343	95.217	81.142	142.262	83.343	106.590	99.074	60.432	45.560	156.401
IBAGUE	47.493	114.487	45.991	80.974	62.907	57.067	111.601	105.343	66.094	-	111.614	56.361	73.630	39.824	109.520	51.326	83.937	111.458	59.736	87.324	139.635
IPIALES	96.506	184.238	134.973	160.899	97.326	82.965	184.238	179.489	133.783	111.257	-	110.429	132.504	113.153	28.575	97.611	79.034	191.886	152.921	163.370	65.975
M/ZALES	40.948	109.865	79.821	92.411	56.638	51.652	107.261	113.254	88.797	56.528	110.891	-	52.139	83.660	99.138	40.948	70.172	113.361	88.199	110.878	118.789
MEDELLIN	54.676	76.532	73.172	80.208	72.098	65.652	74.923	110.671	85.151	73.630	115.487	53.502	52.139	84.947	113.932	53.750	74.025	77.321	93.512	125.164	131.992
NEIVA	66.700	135.524	63.116	101.310	81.078	69.604	135.524	131.345	84.301	41.459	117.636	74.114	84.105	-	110.175	62.326	95.515	129.852	72.565	98.184	148.050
PASTO	85.407	168.859	121.886	143.596	86.317	74.222	172.359	161.649	127.585	105.572	27.849	96.752	117.113	110.143	-	91.007	70.172	179.682	137.175	154.554	75.287
PEREIRA	35.863	116.404	76.848	91.547	54.422	42.037	113.932	122.192	88.797	57.090	106.754	37.873	58.451	77.668	91.283	-	66.562	122.442	92.068	111.386	139.840
S.MARTA	140.149	32.109	132.770	95.625	151.010	149.653	40.007	113.754	126.932	135.056	172.359	132.572	116.704	153.459	167.479	141.480	160.676	-	152.659	167.748	195.152
VCENCIO	70.122	115.935	43.639	78.357	86.551	87.992	115.935	93.149	56.099	58.076	146.066	72.240	90.692	73.869	137.403	78.632	96.506	112.980	-	75.745	167.479