



Investigación para la complementación de los estudios Fase II (Factibilidad)
para la navegabilidad del río Atrato



INVESTIGACIÓN PARA LA COMPLEMENTACIÓN DE LOS ESTUDIOS FASE II (FACTIBILIDAD) PARA LA NAVEGABILIDAD DEL RÍO ATRATO

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO 2141 de 2011

**VOLUMEN I. COMPLEMENTO AL ESTUDIO DE OFERTA,
DEMANDA Y PROYECCIÓN DE TRANSPORTE**

**FEBRERO DE 2013
QUIBDÓ - CHOCÓ**



TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	11
1. INTRODUCCIÓN	31
1.1. ASPECTOS LEGALES	36
2. REVISIÓN DEL MODELO PRODUCTO DEL CONVENIO 3479 DE 2008	42
2.1. ANÁLISIS GENERAL	42
2.2. EVALUACIÓN TÉCNICA DEL MODELO DE OFERTA	44
2.2.1. Vías tipo	47
2.2.2. Costos de operación	49
2.2.3. Capacidad	50
2.2.4. Velocidad y parámetros BPR	51
2.3. EVALUACIÓN TÉCNICA DEL MODELO DE ASIGNACIÓN	52
2.4. EVALUACIÓN TÉCNICA DE FLUJOS SIMULADOS	57
2.5. CONCLUSIONES	57
3. TOMA DE INFORMACIÓN	59
3.1. METODOLOGÍA GENERAL	59
3.1.1. Participación de los grupos de interés	60
3.1.2. Estructura administrativa para la toma de datos	63
3.1.3. Sitios de toma de información	67
3.1.4. Funcionamiento de las estaciones carreteras	70
3.1.5. Tamaño muestral y requerimientos de personal	72
3.2. RESULTADOS	78
3.2.1. Inventario físico portuario	78
3.2.2. Embarcaciones en el Atrato	101
3.2.3. Aforo vehicular	104
3.2.4. Aforo transporte público	115
3.2.5. Encuesta transporte privado	122
3.2.6. Encuesta transporte de carga	127
3.2.7. Estudios transporte fluvial	129
3.2.8. Encuesta de preferencias declaradas	133
3.2.9. Matrices del año base	139
3.3. ACTUALIZACIÓN DEL MODELO DE TRANSPORTE	140
3.3.1. Actualización de la zonificación	140
3.3.2. Actualización de flujos de referencia	147
3.3.3. Vocación actual del río Atrato	155
3.4. CONCLUSIONES	164
4. AJUSTE DE LAS PROYECCIONES DE FLUJOS	167
4.1. ACTUALIZACIÓN DEL MODELO DE DEMANDA	167
4.1.1. Contexto internacional	167
4.1.2. Contexto nacional	170
4.1.3. Contexto regional	175
4.1.4. Matrices actualizadas	180



4.2.	INFRAESTRUCTURA DE LOS MODOS DE TRANSPORTE	181
4.3.	COSTOS DEL MODELO DE OFERTA	183
4.3.1.	Tiempos y distancias.....	183
4.3.2.	Costo generalizado	188
4.4.	LA EMBARCACIÓN TIPO.....	191
4.5.	LA CAPACIDAD DEL RÍO ATRATO	203
4.6.	EL TRANSPORTE DE CONTENEDORES	211
4.6.1.	Importaciones.....	212
4.6.2.	Exportaciones	215
4.7.	ANÁLISIS DE DEMANDA POTENCIAL DE TRANSPORTE DE OTROS PRODUCTOS	218
4.7.1.	El carbón de Amagá.....	219
4.7.2.	Banano.....	226
4.7.3.	Madera.....	230
4.8.	ANÁLISIS DE CARGA DE COMPENSACIÓN	236
4.9.	CONSTRUCCIÓN DE HORIZONTES Y ESCENARIOS.....	241
4.9.1.	Horizontes de planificación	241
4.9.2.	Escenarios de modelación	244
4.9.3.	Predicción de flujos	246
4.9.4.	Análisis de logística.....	249
4.10.	CONCLUSIONES	256
5.	BENEFICIOS DEL SISTEMA.....	259
5.1.	METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE BENEFICIOS.....	259
5.1.1.	Costos internos	261
5.1.2.	Costo de los accidentes	263
5.1.3.	Costo de la polución.....	266
5.1.4.	Costo de la congestión.....	267
5.1.5.	Costo del uso de la infraestructura.....	268
5.1.6.	Costo total.....	268
5.2.	ESTIMACIÓN DE BENEFICIOS	270
5.2.1.	Síntesis del modelo.....	270
5.2.2.	Parámetros.....	272
5.2.3.	Cálculo de los beneficios	274
5.3.	ESTRATEGIAS DE INTERNALIZACIÓN.....	277
5.4.	CONCLUSIONES	278
6.	ANÁLISIS DE CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO	280
6.1.	CNS MODO CARRETERO.....	280
6.2.	CNS MODO FLUVIAL.....	304
6.3.	ANÁLISIS DE GRADUALIDAD	306
6.4.	CONCLUSIONES	308
7.	TURISMO INTERMODAL INTEROCEÁNICO	309
7.1.	TURISMO INTEROCEÁNICO EN LATINOAMÉRICA.....	309
7.2.	ANÁLISIS DEL POTENCIAL TURÍSTICO	310



7.3.	DISEÑO DE UNA RUTA TURÍSTICA INTEROCEÁNICA.....	313
7.4.	INFRAESTRUCTURA REQUERIDA.....	315
7.5.	CONCLUSIONES	316
8.	EVALUACIÓN CON RESPECTO A OTROS PUERTOS	318
8.1.	PUERTO DE BUENAVENTURA.....	320
8.1.1.	Comparación de tiempos	321
8.1.2.	Comparación de costos	322
8.2.	PUERTO DE CARTAGENA.....	322
8.2.1.	Comparación de tiempos	324
8.2.2.	Comparación de costos	325
8.3.	PUERTO DE BARRANQUILLA.....	326
8.3.1.	Comparación de tiempos	329
8.3.2.	Comparación de costos	329
8.4.	PUERTO DE SANTA MARTA.....	330
8.4.1.	Comparación de tiempos	330
8.4.2.	Comparación de costos	331
8.5.	PUERTO DE URABÁ.....	331
8.6.	CONCLUSIONES	333



LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Descripción de la base de datos de arcos.....	45
Tabla 2. Descripción de la base de datos de nodos.....	47
Tabla 3. Índice de costos para el transporte de carga	49
Tabla 4. Velocidad y parámetros BPR	51
Tabla 5. Estimación del parámetro del modelo de asignación estocástico	55
Tabla 6. Flujos estimados por el modelo de la fase anterior	57
Tabla 7. Inspecciones fluviales	62
Tabla 8. Empresas de transporte fluvial de pasajeros.....	62
Tabla 9. Empresas de transporte terrestre de pasajeros	63
Tabla 10. Relación de personal de aforos y encuestas.....	66
Tabla 11. Relación de turnos por estación	70
Tabla 12. Tamaño muestral en las estaciones del modo carretero	72
Tabla 13. Forma de seleccionar la muestra por tipo de vehículo	73
Tabla 14. Personal requerido para Encuestas en el modo carretero	75
Tabla 15. Personal requerido para aplicar encuestas de preferencias declaradas	75
Tabla 16. Movimiento de carga y pasajeros en el puerto de Quibdó	77
Tabla 17. Personal requerido para toma de información fluvial	77
Tabla 18. Resumen de características físicas de los puertos	100
Tabla 19. Resumen de embarcaciones registradas en el río Atrato.....	103
Tabla 20. Hogares con motocicleta en los municipios de Chocó	104
Tabla 21. Resultados aforos vehiculares Estación 1	106
Tabla 22. Resultados aforos vehiculares Estación 2.....	108
Tabla 23. Resultados aforos vehiculares Estación 3.....	111
Tabla 24. Resultados aforos vehiculares Estación 4.....	113
Tabla 25. Empresas prestadoras de Servicio y tipo de vehículo. Yuto - Quibdó.....	118
Tabla 26. Empresas prestadoras de Servicio y tipo de vehículo. Tutunendo - Quibdó.....	119
Tabla 27. Empresas prestadoras de Servicio y tipo de vehículo. Bretaña - Virginia ...	119
Tabla 28. Empresas prestadoras de Servicio y tipo de vehículo. Asia - Virginia.....	120
Tabla 29. Motivo de Viaje pasajeros transporte Público.....	121
Tabla 30. Frecuencia de Viaje pasajeros transporte Público	121
Tabla 31. Ocupación pasajeros transporte Público	121
Tabla 32. Ingresos pasajeros transporte Público	122
Tabla 33. Tipo de Vehículo por estación de conteo	123
Tabla 34. Tipo de vehículo y frecuencia de viaje	123
Tabla 35. Motivo de viaje por tipo de vehículo	124
Tabla 36. Origen y destino de pasajeros transporte Fluvial	130
Tabla 37. Motivo y ocupación de pasajeros Transporte Fluvial.....	130
Tabla 38. Empresas de transporte fluvial y tipo de vehículo	131
Tabla 39. Movimientos de transporte de carga fluvial	131
Tabla 40. Aforo de carga en transporte Fluvial (kg/día)	132
Tabla 41. Matriz de transporte de carga Fluvial (kg/día)	133



Tabla 42. Coeficientes estimados para el modelo de elección.....	138
Tabla 43. Valor subjetivo del tiempo de viaje para distintos usuarios	138
Tabla 44. Matriz de autos 2012-Estación Yuto.....	139
Tabla 45. Matriz de buses 2012-Estación Yuto.....	140
Tabla 46. Número de terminales marítimas por zona portuaria	144
Tabla 47. Tráfico portuario marítimo	147
Tabla 48. Actualización del tráfico portuario marítimo.....	148
Tabla 49. Movimiento de carga nacional por modo de transporte.....	149
Tabla 50. Movimiento de pasajeros nacionales por modo de transporte	150
Tabla 51. Flujos de referencia en el puerto de Quibdó.....	152
Tabla 52. Flujos de referencia en el puerto de Turbo 2012.....	152
Tabla 53. Flujos de referencia en el puerto de Turbo 2011	153
Tabla 54. Movimiento portuario en la cuenca del Atrato	154
Tabla 55. Cultivos con potencial de crecimiento en la cuenca del Atrato.....	157
Tabla 56. Orígenes y destinos de los Alimentos (kg/día)	158
Tabla 57. Orígenes y destinos de la Madera (kg/día).....	158
Tabla 58. Orígenes y destinos de Combustibles (kg/día).....	159
Tabla 59. Tiempos de viaje entre los puertos principales.....	159
Tabla 60. Distancia entre los principales puertos	160
Tabla 61. Levantamiento de poblaciones en el río Atrato	160
Tabla 62. Propiedades de los derivados del petróleo	163
Tabla 63. Análisis histórico movimiento de hidrocarburos, Quibdó	163
Tabla 64. Tráfico portuario marítimo en Colombia	169
Tabla 65. Actividad del transporte de carga nacional por modo de transporte.....	174
Tabla 66. Distancias entre centros generadores de carga y zonas portuarias.....	184
Tabla 67. Alternativa de conexión carretera entre Bogotá y Buenaventura	184
Tabla 68. Alternativa de conexión carretera entre Bogotá y Cartagena.....	185
Tabla 69. Alternativa de conexión carretera entre Bogotá y Santa Marta	186
Tabla 70. Distancias y tiempos por modo carretero hasta Quibdó	186
Tabla 71. Distancias del transporte por cabotaje entre puertos	187
Tabla 72. Tiempo de transporte en el río	187
Tabla 73. Costo generalizado de transporte de carga	188
Tabla 74. Diferencias del costo generalizado de transporte de carga con respecto al puerto de Tarena.....	189
Tabla 75. Análisis de sensibilidad de rutas potenciales duplicando el costo de transbordo	190
Tabla 76. Análisis de sensibilidad de rutas potenciales duplicando el costo de transporte por río.....	190
Tabla 77. Análisis de sensibilidad de rutas potenciales duplicando el valor subjetivo del tiempo	190
Tabla 78. Análisis de sensibilidad de rutas potenciales duplicando el valor de todos los parámetros	191
Tabla 79. Cálculo dimensional para embarcación de bajo calado Río Atrato	196



Tabla 80. Costos de nómina de la tripulación para la embarcación tipo	197
Tabla 81. Costos de nómina administrativa	198
Tabla 82. Gastos administrativos anuales.....	199
Tabla 83. Costos de vestuario y seguridad industrial	200
Tabla 84. Depreciación mensual	200
Tabla 85. Costos variables viaje redondo	200
Tabla 86. Costos fijos.....	200
Tabla 87. Capital de trabajo de la embarcación tipo	201
Tabla 88. Ingresos de la embarcación tipo.....	201
Tabla 89. Resumen de los resultados esperados	202
Tabla 90. Necesidades del puerto de Quibdó proyectadas a 15 años	203
Tabla 91. Explicación de los índices utilizados en la capacidad de la hidrovía	204
Tabla 92. Descripción de los índices que determinan la capacidad de puertos	209
Tabla 93. Características técnicas de los contenedores	211
Tabla 94. Importación de contenedores por dirección seccional.....	213
Tabla 95. Participación por región en la importación de contenedores llenos.....	215
Tabla 96. Exportación de contenedores por dirección seccional	217
Tabla 97. Participación por región en la exportación de contenedores llenos.....	218
Tabla 98. Características del carbón colombiano por zonas.....	220
Tabla 99. Volumen de exportaciones colombianas de banano (cajas de 18.14 kg)....	227
Tabla 100. Exportaciones colombianas de Banano por Zonas de Exportación	228
Tabla 101. Exportaciones colombianas de Banano por comercializadora	228
Tabla 102. Exportaciones colombianas de Banano por país de destino	229
Tabla 103. Volumen de madera en importaciones y exportaciones 2011	234
Tabla 104. Participación geográfica del mercado nacional de importación de contenedores llenos	236
Tabla 105. Principales productos de importación CHOCÓ (2010 – julio 2012).....	237
Tabla 106. Principales productos de importación ANTIOQUIA (2010 – julio 2012) ...	238
Tabla 107. Principales productos de importación QUINDÍO (2010 – julio 2012).....	239
Tabla 108. Principales productos de importación RISARALDA (2010 – julio 2012)....	240
Tabla 109. Elasticidad del tráfico portuario con respecto al PIB	242
Tabla 110. Elasticidad del transporte de pasajeros con respecto al PIB.....	243
Tabla 111. Características del escenario inicial a modelar	244
Tabla 112. Características del escenario duplicando el fondo horario	245
Tabla 113. Proyección de flujos en el escenario inicial	247
Tabla 114. Resumen de costos del convoy.....	249
Tabla 115. Desempeño logístico de Estados Unidos.....	254
Tabla 116. Desempeño logístico de Alemania	255
Tabla 117. Costo interno medio (\$/km) por tipo de vehículo 2010	262
Tabla 118. Costos internos de referencia.....	263
Tabla 119. Resumen de parámetros para cálculo de costos externos.....	273
Tabla 120. Beneficios por reducción en costos generalizados de operación (\$/año)..	275
Tabla 121. Beneficios por reducción de externalidades (\$/año).....	276



Tabla 122. Beneficios totales del proyecto (\$/año)	276
Tabla 123. CNS de Bogotá – Manizales - Quibdó.....	282
Tabla 124. CNS de Bogotá – Ibagué – Pereira - Quibdó	283
Tabla 125. CNS de Bogotá – Medellín – Quibdó	284
Tabla 126. CNS Ruta Bogotá – Manizales – Quibdó. Año 2015	285
Tabla 127. CNS Ruta Bogotá – Manizales – Quibdó. Año 2020	286
Tabla 128. CNS Ruta Bogotá – Manizales – Quibdó. Año 2025	287
Tabla 129. CNS Ruta Bogotá – Manizales – Quibdó. Año 2030	288
Tabla 130. CNS Ruta Bogotá – Manizales – Quibdó. Año 2035	289
Tabla 131. CNS Ruta Bogotá – Manizales – Quibdó. Año 2040	290
Tabla 132. CNS ruta Bogotá – Ibagué – Pereira – Quibdó. Año 2015	291
Tabla 133. CNS ruta Bogotá – Ibagué – Pereira – Quibdó. Año 2020	292
Tabla 134. CNS ruta Bogotá – Ibagué – Pereira – Quibdó. Año 2025	293
Tabla 135. CNS ruta Bogotá – Ibagué – Pereira – Quibdó. Año 2030	294
Tabla 136. CNS ruta Bogotá – Ibagué – Pereira – Quibdó. Año 2035	295
Tabla 137. CNS ruta Bogotá – Ibagué – Pereira – Quibdó. Año 2040	296
Tabla 138. CNS ruta Bogotá – Medellín – Quibdó. Año 2015	297
Tabla 139. CNS ruta Bogotá – Medellín – Quibdó. Año 2020	298
Tabla 140. CNS ruta Bogotá – Medellín – Quibdó. Año 2025	299
Tabla 141. CNS ruta Bogotá – Medellín – Quibdó. Año 2030	300
Tabla 142. CNS ruta Bogotá – Medellín – Quibdó. Año 2035	301
Tabla 143. CNS ruta Bogotá – Medellín – Quibdó. Año 2040	302
Tabla 144. Valores Utilizados.....	303
Tabla 145. Resultados de la regresión Logarítmica	303
Tabla 146. Proyecciones PIB desde el año 2010 al 2040	304
Tabla 147. Nivel de servicio proyectado en el río Atrato.	305
Tabla 148. Nivel de servicio proyectado para el escenario con proyecto.....	306
Tabla 149. Nivel de servicio proyectado con incremento del fondo horario a partir del año 2030	307
Tabla 150. Visitantes por Año a Colombia	310
Tabla 151. Ruta carretera Quibdó - Cartagena	318
Tabla 152. Ruta carretera Quibdó – Buenaventura.....	318
Tabla 153. Ruta carretera Quibdó - Cartagena	319
Tabla 154. Ruta carretera Quibdó – Santa Marta	319
Tabla 155. Ruta carretera Quibdó – Turbo.....	319
Tabla 156. Ruta carretera Bogotá - Buenaventura.....	321
Tabla 157. Resumen de tiempos y costos por carretera puerto de Buenaventura.....	322
Tabla 158. Ruta carretera Bogotá - Cartagena	325
Tabla 159. Resumen de tiempos y costos por carretera puerto de Cartagena	325
Tabla 160. Ruta carretera Bogotá – Barranquilla	329
Tabla 161. Resumen de tiempos y costos por carretera puerto de Barranquilla	329
Tabla 162. Ruta carretera Bogotá – Santa Marta.....	330
Tabla 163. Resumen de tiempos y costos por carretera puerto de Santa Marta	331



LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Calibración del modelo con flujos nacionales.....	55
Figura 2. Actividades del componente Transporte	59
Figura 3. Grupos de interés identificados.....	61
Figura 4. Capacitación a personal para toma de información	64
Figura 5. Estaciones de toma de información en el área de influencia de Quibdó.....	68
Figura 6. Estaciones de toma de información en el eje Risaralda - Antioquia.....	69
Figura 7. Sitios de toma de información transporte fluvial.....	69
Figura 8. Disposición del sitio de aforo.....	71
Figura 9. TPD de referencia para las estaciones 1 y 2.....	73
Figura 10. TPD de referencia para las estaciones 3 y 4.....	74
Figura 11. Registro fotográfico en Sanceno	79
Figura 12. Registro fotográfico en Boca de Purdu	79
Figura 13. Registro fotográfico en Barranco.....	80
Figura 14. Registro fotográfico en Las Mercedes.....	80
Figura 15. Registro fotográfico en Tanguí	81
Figura 16. Registro fotográfico en Baudó Grande.....	81
Figura 17. Registro fotográfico en Baudocito	82
Figura 18. Registro fotográfico en Pune.....	82
Figura 19. Registro fotográfico en Beté.....	83
Figura 20. Registro fotográfico en Boca de Ame.....	83
Figura 21. Registro fotográfico en Puerto Salazar	84
Figura 22. Registro fotográfico en Tauchigadó	84
Figura 23. Registro fotográfico en Agua Clara	85
Figura 24. Registro fotográfico en Boca de Bebara	85
Figura 25. Registro fotográfico en Tagachi	86
Figura 26. Registro fotográfico en Santa María.....	86
Figura 27. Registro fotográfico en San Antonio de Padua	87
Figura 28. Registro fotográfico en El Tigre.....	87
Figura 29. Registro fotográfico en La Boba.....	88
Figura 30. Registro fotográfico en Buchadó	88
Figura 31. Registro fotográfico en Alfonso López	89
Figura 32. Registro fotográfico en San José de La Calle	89
Figura 33. Registro fotográfico en Veracruz.....	90
Figura 34. Registro fotográfico en San Miguel	90
Figura 35. Registro fotográfico en Puerto Conto	91
Figura 36. Registro fotográfico en Bella Vista	91
Figura 37. Registro fotográfico en Vigía del Fuerte.....	92
Figura 38. Registro fotográfico en Opogadó	92
Figura 39. Registro fotográfico en Napipi.....	93
Figura 40. Registro fotográfico en Puerto Antioquia.....	93
Figura 41. Registro fotográfico en Isla de Los Palacios	94



Figura 42. Registro fotográfico en Vigía de Curvaradó	94
Figura 43. Registro fotográfico en Murindó	95
Figura 44. Registro fotográfico en Río Sucio.....	95
Figura 45. Registro fotográfico en Nueva Unión	96
Figura 46. Registro fotográfico en Yarumal.....	96
Figura 47. Registro fotográfico en La Honda.....	97
Figura 48. Registro fotográfico en Puente América.....	97
Figura 49. Registro fotográfico en Tumaradó.....	98
Figura 50. Embarcación tipo panga	101
Figura 51. Embarcación tipo canoa.....	102
Figura 52. Embarcación mayor	102
Figura 53. Variación horaria día 1 estación 1	107
Figura 54. Variación horaria día 2 estación 1	108
Figura 55. Variación horaria día 3 estación 1	108
Figura 56. Variación horaria día 1 estación 2.....	109
Figura 57. Variación horaria día 2 estación 2.....	110
Figura 58. Variación horaria día 3 estación 2.....	111
Figura 59. Variación horaria día 1 estación 3.....	112
Figura 60. Variación horaria día 2 estación 3.....	113
Figura 61. Variación horaria día 1 estación 4.....	114
Figura 62. Variación horaria día 2 estación 4.....	115
Figura 63. Orígenes y destinos de las empresas de transporte público Estación 1	116
Figura 64. Orígenes y Destinos de las empresas de transporte público Estación 2 ...	117
Figura 65. Orígenes y destinos de las empresas de transporte público Estación 3	117
Figura 66. Orígenes y destinos de las empresas de transporte público Estación 4	118
Figura 67. Orígenes y destinos transporte privado Estación 1	125
Figura 68. Orígenes y destinos transporte privado Estación 2.....	125
Figura 69 Orígenes y destinos transporte privado Estación 3.....	126
Figura 70 Orígenes y Destinos transporte privado Estación 4	126
Figura 71. Orígenes y Destinos transporte de carga Estación 1	127
Figura 72. Orígenes y Destinos transporte de carga Estación 2	128
Figura 73. Orígenes y Destinos transporte de carga Estación 3	128
Figura 74. Orígenes y Destinos transporte de carga Estación 4	129
Figura 75. Caracterización encuestas de preferencias declaradas en Yuto.....	134
Figura 76. Caracterización preferencias declaradas en Tutunendo	135
Figura 77. Caracterización preferencias declaradas en Virginia	136
Figura 78. Caracterización preferencias declaradas en Bretaña.....	137
Figura 79. Zonificación del departamento de Chocó.....	141
Figura 80. Zonas de influencia del sistema de transporte estudiado	142
Figura 81. Zonas adicionales propuestas.....	143
Figura 82. Integración de zonas y redes en el modelo.....	146
Figura 83. Crecimiento del movimiento de carga nacional.....	149
Figura 84. Flujos de referencia en el modo fluvial.....	151



Figura 85. Evolución del tráfico portuario	168
Figura 86. Participación del PIB servicios de transporte y obras civiles en el PIB Nacional (%).....	171
Figura 87. Tasa media anual de crecimiento demográfico exponencial.....	172
Figura 88. Movimiento de carga nacional.....	173
Figura 89. Reparto modal del movimiento de carga nacional	173
Figura 90. Participación porcentual del PIB por regiones.....	176
Figura 91. Contribuciones al PIB, años provisionales 2009 y 2010	177
Figura 92. Tasa de crecimiento departamental vs participación por departamento año 2010 provisional	178
Figura 93. PIB departamental por habitante a precios corrientes, año 2010 provisional, Base 2005	179
Figura 94. Perfil de ruta Quibdó - Bogotá.....	185
Figura 95. Sensibilidad de la capacidad del río frente a capacidad embarcación	206
Figura 96. Sensibilidad de la capacidad del río con respecto al fondo horario.....	207
Figura 97. Sensibilidad de la capacidad del río con respecto a la eslora.....	207
Figura 98. Distribución de contenedores por dirección seccional	214
Figura 99. Infraestructura de transporte del Distrito minero de Amagá.....	223
Figura 100. Distribución de la demanda anual de madera en Colombia	232
Figura 101. Evolución comparada del tráfico portuario y el PIB (2006-2010)	242
Figura 102. Evolución comparada del transporte de pasajeros por carretera y el PIB (2004-2010).....	243
Figura 103. Diferencia de flujos con respecto a la situación sin proyecto	248
Figura 104. Visitantes extranjeros que ingresan a Chocó.....	312
Figura 105. Entrada de visitantes al parque Nacional Utría	313
Figura 106. Sitios Turísticos en Chocó.....	315
Figura 107. Servicios vía Cartagena	324

RESUMEN

Con el ánimo de brindar al lector la oportunidad de hacerse una idea general pero clara de los alcances de este documento, se ha considerado útil presentar inicialmente este resumen, que intenta en menos de 20 páginas sintetizar los principales resultados del volumen.

Generalidades

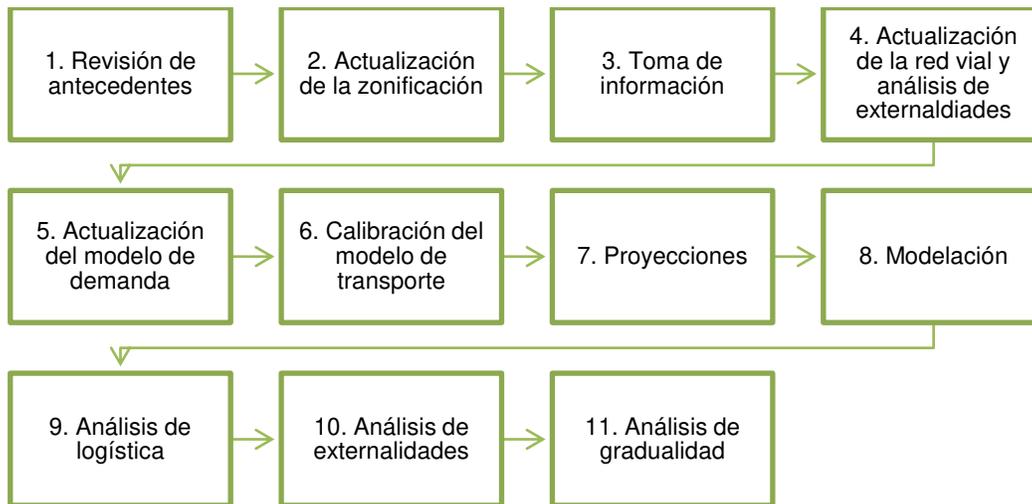
El sistema de transporte estudiado considera la conexión por modo carretero desde Pereira y Medellín con un puerto fluvial en Quibdó, que se integra con el canal navegable del río Atrato en una extensión fluvial de 494 km, para conectar finalmente con un puerto marítimo – fluvial en el Atlántico.

El estudio tomó como punto de partida los resultados de la investigación realizada por la Universidad Tecnológica del Chocó (UTCH) en desarrollo del convenio 3479 de 2008. El trabajo de la UTCH cuantificó los flujos de transporte en horizontes de planificación quinquenales mediante la conversión a vehículos equivalentes de la demanda de transporte de comercio exterior, carga interna y pasajeros.



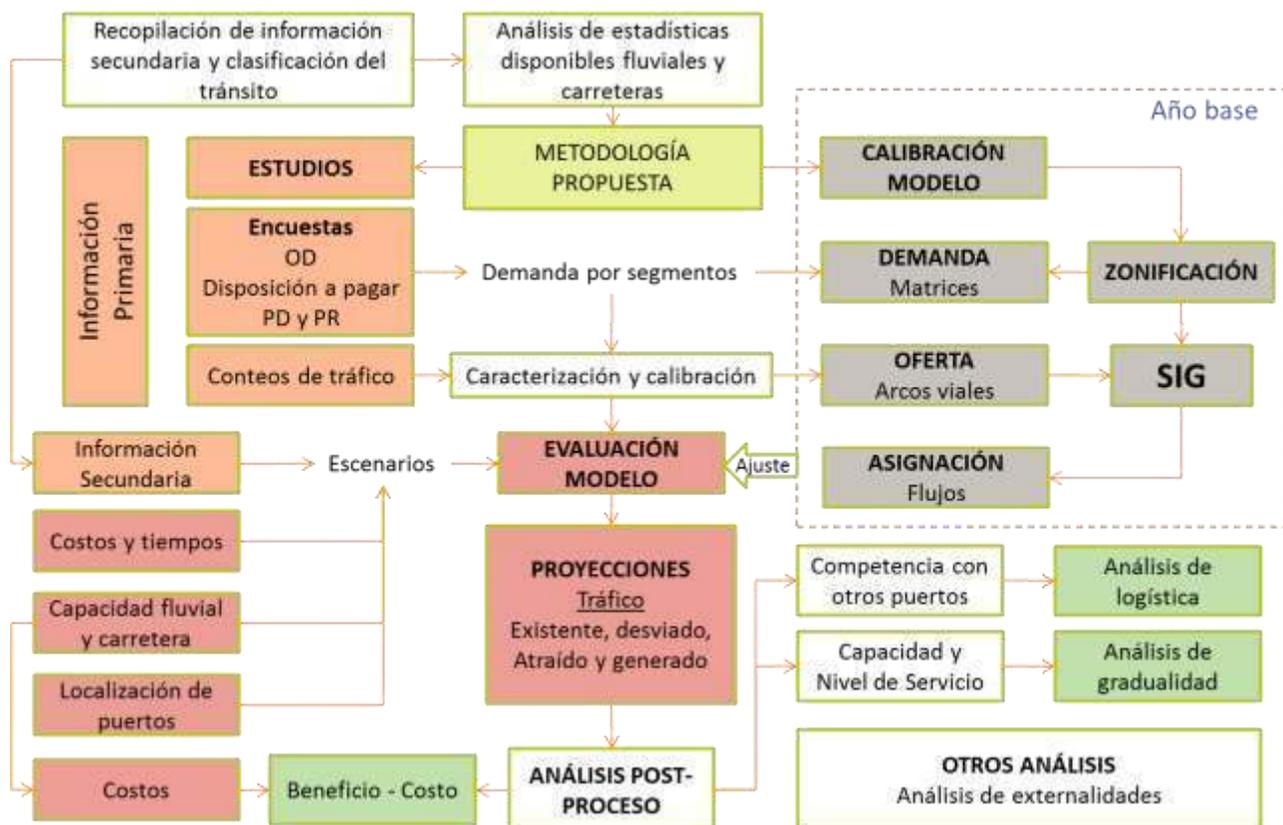
La UTCH estudio varios corredores y a pesar de que la configuración de escenarios supuso conexiones entre modos de transporte para unir los dos océanos, se encontró que los flujos modelados no seguían ese comportamiento y por lo tanto se recomendó evaluar una integración de transporte carretero – fluvial – marítimo, en lugar de una conexión interoceánica, definiendo la vocación del proyecto para transporte de carga.

La complementación de los estudios a nivel de fase II siguió un enfoque metodológico desarrollado en once etapas que inician con una exhaustiva revisión de antecedentes, siguen con una serie de actualizaciones basadas en información primaria y secundaria, que permitieron modelar el sistema de transporte considerado y hacer análisis complementarios de logística, externalidades y gradualidad.

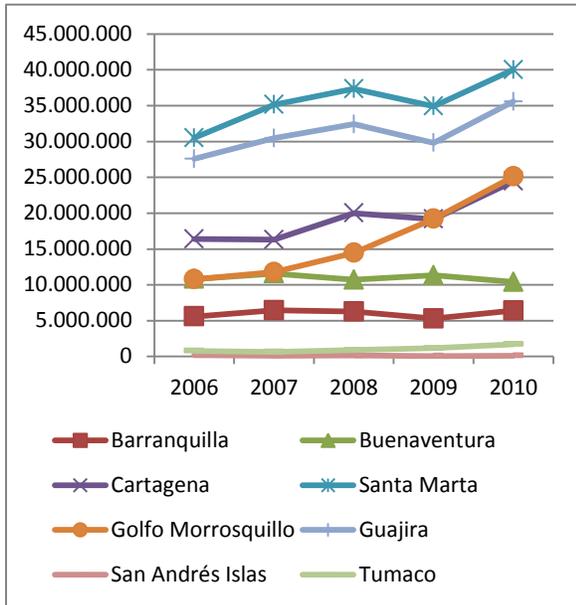


Modelo de transporte

El modelo de transporte desarrollado se implementó en el software de modelación TRANSCAD 5.0 r4, siguiendo una estructura robusta de modelación de transporte tal como se observa a continuación.



Tendencias de demanda



En el contexto de comercio internacional, analizado con base en el tráfico portuario, se encontró que las zonas portuarias más importantes son Santa Marta y La Guajira por el movimiento de carbón de exportación, en un caso provenientes de La Loma en el César y en el otro, proveniente de la zona carbonífera de El Cerrejón.

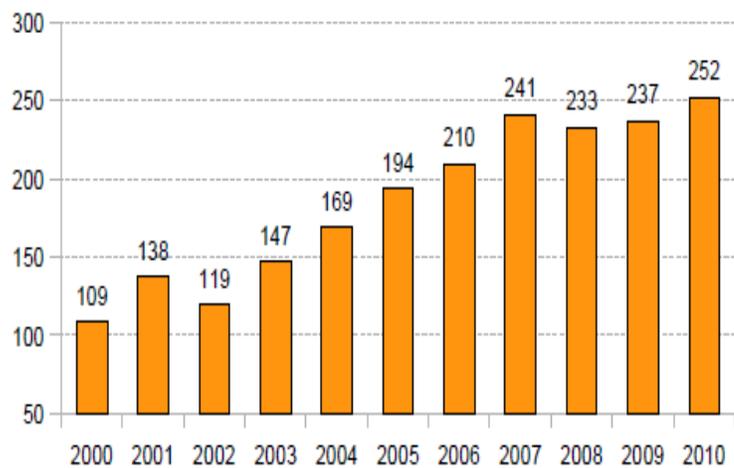
La evolución del tráfico portuario analizada entre los años 2006 y 2010 indica que las dos zonas portuarias más importantes siguen un patrón de comportamiento similar, caracterizado por un crecimiento medio sostenido que presenta un repunte de importancia entre 2009 y 2010.

Así las cosas, se ve que existen tres zonas portuarias claramente especializadas a saber: zonas portuarias de Santa Marta y La Guajira especializadas en la exportación de carbón y zona portuaria de Morrosquillo especializada en la exportación de graneles líquidos, principalmente petróleo y sus derivados.

En las demás zonas portuarias se detecta la importancia del puerto de Cartagena que es un puerto especializado en el manejo de contenedores con notable crecimiento entre 2009 y 2010. Otras zonas portuarias como Buenaventura y Barranquilla no han crecido significativamente en los últimos años.

En el contexto nacional y con respecto a la movilización de mercancías, el modo carretero es la columna vertebral que sustenta el 72% de la movilización de carga nacional, seguido por el modo de transporte ferroviario con una participación del 27% del total.

La cantidad de toneladas movilizadas en el año 2010 fue de 252 millones, con un crecimiento estimado del 6% respecto al año inmediatamente anterior.





Con base en los análisis realizados se procedió a actualizar las matrices de autos, pasajeros y carga cada uno de los contextos considerados, asociados al sistema de zonificación propuesto, bajo el entendido que la demanda de mayor interés corresponde a la demanda de transporte de carga. Después de incorporar al modelo los resultados de la toma de información de campo, se encontró que, manteniendo la situación actual, para un total de 65 zonas de análisis de transporte en el modelo, se tienen las siguientes magnitudes:

- Autos: 52,058 viajes en auto al día
- Transporte público: 17,413 viajes en bus al día
- Carga: 35,715 viajes en camión al día

Esta información base fue corroborada con los datos de volúmenes vehiculares que se tienen en el modelo, encontrando en todos los casos una correspondencia importante entre los estimados de demanda y los flujos referenciales. Así mismo, se validó la información con el total de pasajeros y carga movilizados anualmente, para el supuesto de 300 días de actividad al año, encontrando en todo caso valores razonables y consistentes con la información de referencia.

Aspectos técnicos del modo de transporte fluvial

Las características técnicas de la embarcación propuesta están referidas a un equipo de navegación autopropulsado con tres motores de 350 Hp, una velocidad relativa corriente a favor de 10 km/h y corriente en contra de 5 km/h.

Cálculo dimensional para embarcación de bajo calado Río Atrato

Dimensión	Unidad	Valor
Capacidad de Carga	ton	800
Desplazamiento en rosca	ton	280
Desplazamiento Total	ton	1,080
Calado máximo	m	1.80
Manga máxima	m	14.09
Eslora máxima	m	47.33
Puntal máximo	m	5.00
Volumen de bodega	m ³	1,883
Calado en rosca	m	0.47
Volumen mínimo de flotabilidad	m ³	247
Desplazamiento final máximo	ton	1,080
Calado full	m	1.80

Los análisis realizados indican que la embarcación tipo tendría un ingreso medio de 320'000,000 \$/mes realizando 2 viajes mensuales con 40 contenedores cada uno. Los costos más representativos son los financieros que representan 27.38% del total,



seguidos de los costos de combustible que llegan al 25.28%. El acumulado de gastos por concepto de personal administrativo, gastos generales de administración, nómina de tripulación y gastos indirectos operativos llegan al 17.77%.

Para facilitar la proyección del muelle de Quibdó se calculó inicialmente como embarcación portacontenedor, creando las siguientes necesidades del muelle, proyectadas a 15 años.

Necesidades del puerto de Quibdó proyectadas a 15 años

Característica	Unidad	Valor
Capacidad requerida de carga a 15 años	ton	1'979,932
TEUS/año	TEU	98,997
TEUS/día	TEU	452
Capacidad Buque tipo para el Atrato	TEU	40
Viajes por año/ buque tipo	Unidad	20
TEUS/año/buque	TEU	800
Cantidad de Viajes requerida para capacidad	Viajes	124
Buques tipo requeridos para TEU'S para 2027	Unidad	7

Dado el potencial de demanda de transporte que se ha identificado para el nuevo corredor, que lo ubica como una alternativa razonable al transporte de carga de comercio exterior, se encuentra que una variable que restringe la demanda potencial del río Atrato es su capacidad de transporte, entendida como el máximo número de toneladas al año que podrían manejar los puertos fluviales y la misma hidrovía.

Después de haber revisado los referentes existentes para el cálculo de la capacidad en arcos fluviales, se decidió seguir el procedimiento propuesto para el estudio de demanda del Río Meta, cuya ecuación se explica a continuación.

$$CTR = \frac{LR}{EC + DEC} \times CC \times NEF \times \frac{Fh}{T} \times C_i \times K_s \times K_e \times R_e$$

donde,

- CTR* : Capacidad potencial anual de transporte de la hidrovía (toneladas)
- LR* : Longitud de la hidrovía (sector estudiado metros)
- EC* : Eslora de la embarcación o convoy típico (metros)
- DEC* : Distancia entre convoyes o embarcaciones que navegan en el mismo sentido (metros)
- CC* : Capacidad promedio de las embarcaciones o convoy típico (toneladas)
- NEF* : Número de embarcaciones que pueden navegar frente a frente o posibilidad de paso



- F_h : Fondo horario disponible anual (horas/año)
 T : Tiempo de recorrido del trayecto (horas)
 C_i : Coeficiente de afectación por imprevistos en la navegación
 K_s : Coeficiente de seguridad
 K_e : Coeficiente de exclusión por el tráfico de embarcaciones pequeñas y /o de pasajeros
 R_e : Coeficiente de representatividad de la embarcación

La evaluación de la anterior expresión en condiciones conservadoras dio como resultado una capacidad máxima de la hidrovía igual a 1'191,716 ton/año. Esto implica, que de mantenerse las condiciones con las que se hizo el cálculo de la capacidad, la máxima demanda de transporte que podría atender el río sería de 1'191,716 ton/año, cifra que en principio parece bastante restrictiva, siendo necesaria una discusión sobre los parámetros de cálculo utilizados.

Análisis general de oferta

Al analizar tiempos y distancias, se pudo observar cómo Bogotá, que es uno de los principales centros generadores de carga, está mucho más cerca de Buenaventura que de las otras zonas portuarias, identificando su conexión natural por el Pacífico, aunque se sabe que tiene una importante relación comercial con los puertos del Atlántico.

Distancias entre centros generadores de carga y zonas portuarias (Kilómetros)

O/D	Tumaco	Buenaventura	Urabá	Cartagena	Barranquilla	Santa Marta
Tumaco	-	810	1,559	2,041	1,957	1,936
Buenaventura	810	-	920	1,399	1,315	1,294
Urabá	1,559	920	-	1,051	1,095	1,178
Cartagena	2,041	1,399	1,051	-	120	208
Barranquilla	1,957	1,315	1,095	120	-	88
Santa Marta	1,936	1,294	1,178	208	88	-
Cali	695	115	864	1,346	1,262	1,241
Ibagué	993	353	566	1,048	672	651
Medellín	1,151	512	408	643	687	770
Bogotá	1,206	566	815	1,054	970	949
Villavicencio	1,338	698	947	1,186	1,102	1,081
Bucaramanga	1,495	855	796	639	555	534

En forma más específica es posible evaluar la distancia y el tiempo medio esperado en cada una de las rutas principales en origen – destino, buscando con el modelo caminos alternativos de conexión. De manera agregada, con base en la revisión de información documental se estableció para el río un valor medio de 120 \$/ton-km. Con respecto a



los costos de transferencia se estimó un valor de 12,000 \$/ton en caso de requerir bodegaje y de 8,600 \$/ton sin bodegaje.

Con el ánimo de estimar el costo generalizado de movilizar una tonelada de carga se tomó un valor del tiempo equivalente a 375 \$/ton/hora, obtenido bajo el supuesto de un valor del tiempo por camión de 100 \$/min, utilizado en varios estudios de macro-simulación realizados en el país.

Costo generalizado de transporte de carga (\$/ton)

Centro de origen	Buenaventura	Cartagena	Barranquilla	Santa Marta	Tarena
Bogotá	162,313	296,500	274,688	272,375	323,831
Medellín	134,875	276,500	188,063	212,313	164,535
Pereira	67,500	331,938	243,500	267,750	259,174
Manizales	80,500	326,500	238,063	262,313	245,878
Ibagué	81,750	372,750	284,313	308,563	291,764

El cálculo de las diferencias del costo generalizado de transporte de carga permitió identificar algunos pares origen – destino entre principales centros de origen y puertos de exportación. Se observa cómo para una buena parte de las rutas resultaría más ventajoso movilizar la carga internacional a través del futuro puerto de Tarena.

Diferencias del costo generalizado de transporte de carga con respecto al puerto de Tarena (\$/ton)

Centro de origen	Buenaventura	Cartagena	Barranquilla	Santa Marta
Bogotá	161,519	27,331	49,144	51,456
Medellín	29,660	-111,965	-23,528	-47,778
Pereira	191,674	-72,763	15,674	-8,576
Manizales	165,378	-80,622	7,815	-16,435
Ibagué	210,014	-80,986	7,451	-16,799

Se pudo observar que difícilmente se podrían atraer las cargas que actualmente se manejan por el puerto de Buenaventura, ya que en general el costo de seguir movilizando la carga por ese puerto sería menor a los costos estimados por el puerto de Tarena. En general, parece claro que podría atraerse, mediante un efecto de reasignación, buena parte de la carga de Cartagena e incluso parte de la carga de Santa Marta.

Para tratar de reducir la incertidumbre de esta primera identificación de carga potencial se hizo un análisis de sensibilidad con respecto a los principales parámetros involucrados en el análisis. Inicialmente se duplicó el valor de cada uno de los parámetros en forma individual y luego se analizó el efecto de duplicar todos los valores simultáneamente. En el caso más extremo, suponiendo que los parámetros



inicialmente definidos duplicarán su valor, aún sería posible identificar la ruta con origen o destino en Medellín como una ruta potencialmente atractiva.

Ciertamente, el caso de Medellín es singularmente importante ya que de tener acceso a un puerto marítimo conectado por el río Atrato tendría a su disposición rutas de transporte de carga de costo inferior a las actuales, con excepción del puerto de Buenaventura. Se puede deducir que si eso ocurre para el caso de Medellín, resultaría ser atractiva también la carga generada en el sur de Antioquia.

Vocación del sistema de transporte

Queda definida claramente la vocación del puerto de Tarena: sería una alternativa razonable para la importación y exportación de productos contenerizados con origen en Medellín, Pereira, Manizales e Ibagué, consolidándose como una alternativa de la zona portuaria de Cartagena para todos los grandes generadores estudiados.

Al margen de la voluntad política, que sería necesaria para garantizar la viabilidad del sistema de transporte, las condiciones que deberían prevalecer para reafirmar al puerto de Tarena como una alternativa viable para la importación y exportación de productos son:

- Mejoramiento del acceso terrestre por carretera, especialmente entre Medellín y Quibdó para facilitar la integración fluvial. De acuerdo con la información recopilada, esta es una situación que se considera altamente probable favoreciendo la demanda de transporte en el corredor.
- El uso de un puerto fluvial – marítimo en Tarena reduciría aún más los costos de trasbordo al evitar una etapa en la manipulación de carga y en el manejo en puerto de la misma. Esta situación también tiene una alta probabilidad de ocurrir debido a las condiciones de navegación en el puerto.

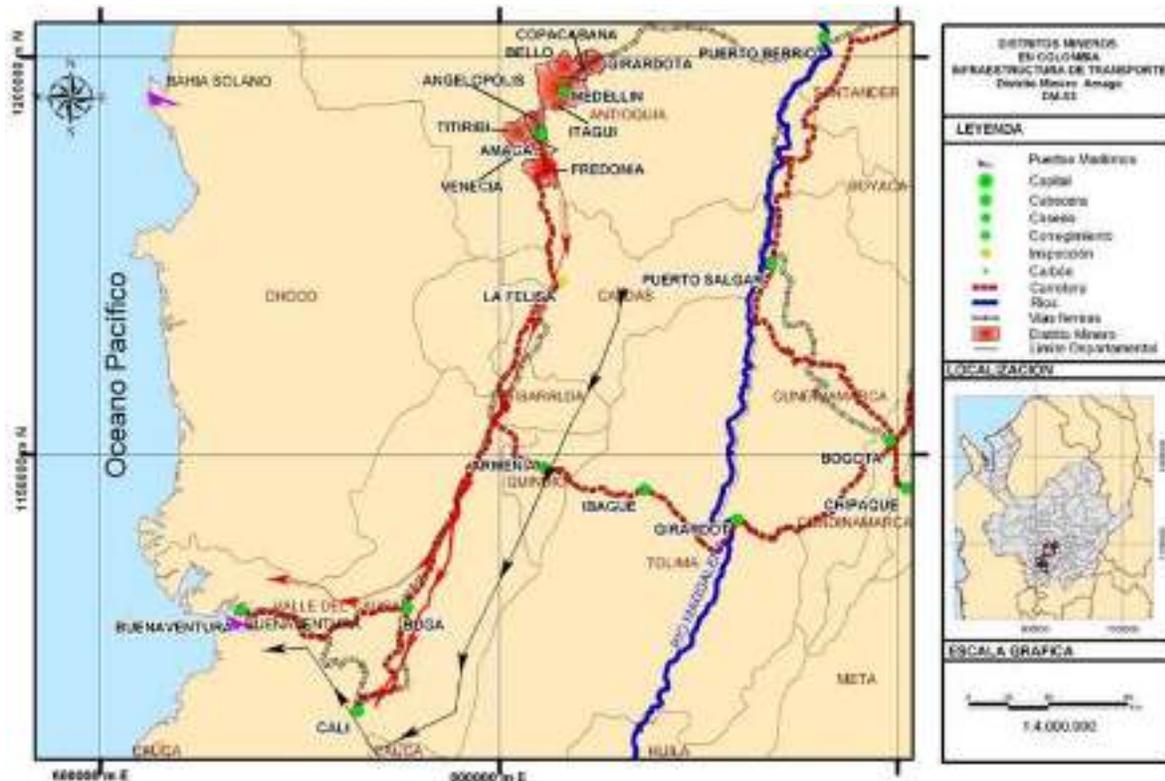
Demanda potencial de transporte de otros productos

La principal carga a ser movilizadada por el sistema de transporte intermodal propuesto será la carga contenerizada, entre otras razones por la facilidad de captar un segmento de mercado existente a un costo más competitivo. No obstante lo dicho, fueron identificados algunos otros productos con potencial de ser movilizadados a través del sistema propuesto.

En este sentido, además del movimiento de contenedores que tiene gran posibilidad de ser atraído al Atrato en el corto plazo, se explora a continuación el potencial de transporte de productos mineros, tales como el carbón y de algunos productos agropecuarios. Como se desprende de los análisis realizados, el río Atrato tiene

vocación natural para el transporte de Madera y productos agrícolas que podrían ver potencializada su producción al contar con un puerto de exportación comunicado a través del Atrato.

Carbón. Entre todos los distritos mineros analizados en los que se produce carbón, el único que ha sido identificado con algún potencial generador de carga para el sistema de transporte del río Atrato es el de Amagá, localizado al sur del departamento de Antioquia y que cuenta con reservas medidas de 90 millones de toneladas y reservas indicadas de 225 millones de toneladas.



El municipio de Amagá produce el 60,5% del carbón del distrito; le siguen en su orden los municipios de Titiribí y Venecia con 19,2 % y 11,5%, respectivamente. Las poblaciones del distrito están comunicadas con la capital del departamento por la Troncal del Café y por la carretera que se dirige de Amagá a Fredonia, Venecia y Bolombolo; esta área se encuentra cruzada por numerosas carreteras de penetración.

Los carbones exportados desde el departamento de Antioquia, corresponden a las explotaciones del distrito de Amagá, que para el año 2009 reportaron despachos por Buenaventura para carbón térmico, del orden de 31.267 ton/año y algunos de coque por Cartagena, en una magnitud de 254 ton/año.

De contar con el equipamiento necesario, el nuevo sistema de transporte intermodal propuesto sería una alternativa de transporte razonable como ruta de exportación hacia



los mercados europeos del carbón de esta zona del país. Ahora bien, como se trata de un mineral que actualmente no se explota en forma intensiva en el distrito de Amagá, sería poco probable, al menos en el corto y mediano plazo, que el carbón proveniente de allí haga parte de los productos a ser movilizados por el río Atrato.

Banano. Claramente las potencialidades para la exportación del banano y el plátano por el futuro puerto marítimo-fluvial dependen en parte de la eficiencia como se esté exportando actualmente este producto. Al respecto, se encuentra que en el golfo de Urabá existe un embarcadero y un canal artificial que empata con la desembocadura del río León y después con el mar.

La operación se hace por medio de barcazas o planchones halados que viajan desde y hacia los barcos fondeados. La idea es superar ese sistema para que los buques carguen en la costa; a eso le apunta el sector privado y la nación para contar con un proyecto de aguas profundas.

Con base en la información recopilada con respecto al puerto, se logró establecer que la carga de banano y plátano es empacada en cajas de cartón en Pallett y en Container, traídos desde los embarcaderos de las distintas Compañías Bananeras ubicados en los canales de Zungo y Nueva Colonia, en bongos halados por remolcadores hasta la zona de cargue frente a la desembocadura del río León en tiempo de invierno, la cual queda a una distancia aproximada entre 4 y 7 millas náuticas dependiendo del embarcadero, o a la Zona de cargue frente al río Leoncito en épocas de verano, la cual está a una distancia aproximada entre 8 y 13 millas náuticas, el mismo procedimiento se realiza para el descargue de Insumos, que por el contrario son llevados a los distintos embarcaderos de las Compañías Bananeras.

Las embarcaciones por lo general son de bandera colombiana, una vez arriban al puerto atracan en el muelle de la estación de guardacostas a la espera de la visita oficial, de no presentar ninguna novedad posteriormente fondea frente a dicho muelle para empezar la maniobra de descargue, la cual se realiza a través de embarcaciones de madera con motores fuera de borda, las que se encargan de llevar las mercancías a tierra para ser distribuidas en las distintas bodegas.

En cuanto a la carga nacional, se moviliza por tres tipos de embarcaciones de bandera colombiana, la gran mayoría con tonelajes inferiores a 200 TRB, debido a esto y a la carga que transportan, así mismo es su sistema de cargue y descargue y las diferentes infraestructuras portuarias utilizadas, para mejor comprensión se describen individualmente el tipo de maniobra que realizan dichas embarcaciones en el puerto de Turbo y la carga que movilizan incluido sus puertos.

A pesar del interés por contar con un puerto de aguas profundas para este tipo de maniobras, la forma como se efectúa el procedimiento de cargue de banano y plátano



parece eficiente y no implica mayores costos, distintos a los de las embarcaciones que se desplazan hacia la zona de fondeo de los buques. Así las cosas, parece poco probable que el nuevo puerto marítimo-fluvial propuesto logre captar inicialmente carga de este producto de exportación.

Madera. La madera es un producto pesado y voluminoso dependiendo de la presentación. La unidad de unitarización es el metro cúbico, a pesar de que al ser comprado en el mercado la unidad es pies cúbicos. Los dos modos de transporte que más movilizan este producto son el modo terrestre y el fluvial.

Los mayores centros de explotación de la madera se encuentran en regiones de difícil acceso, sea en plantaciones forestales o bosque natural, es por esto que en la mayoría de los casos, la madera es sacada por medio fluvial hasta un destino donde pueda ser montada a los vehículos de carga, en otros casos es transportada por animales de carga hasta el borde de la carretera donde se hace la carga en el vehículo.

Tomando como referencia el departamento del Chocó, se sabe que la mayor parte de la madera sale por río hasta Cartagena donde es movilizada luego por camiones hacia la Costa Atlántica específicamente hacia Barranquilla, otra parte de la madera es recogida por los camiones al borde de carretera y sacada hacia el departamento de Risaralda, Valle del Cauca y Antioquia.

Las potencialidades en la explotación y comercialización de madera en el Chocó son inciertas debido a la reducción en la movilización maderera que se explica en la restricción del corte de madera a colonos y personas sin títulos de propiedad sobre la tierra, quedando la explotación a cargo de resguardos indígenas y propietarios comunales de las regiones.

No obstante, la mayor producción maderera en el Chocó se localiza en el municipio de Riosucio con una participación cercana al 50% de la producción total, así que cualquier desarrollo adicional en el sector maderero podría tener incidencia en la ocupación del río aguas debajo de esta población.

En la actualidad, el mayor producto de exportación del Chocó es la madera en bruto, descortezada, desalburada o escuadrada, que para el año 2009 representó 2,183.60 miles de dólares FOB, manteniéndose en la actualidad en un nivel de 2,095.50 miles de dólares FOB.

Horizontes de planificación y escenarios

Los horizontes de planificación a considerar están relacionados con el plazo de análisis de las predicciones y con el inicio previsto para la puesta en servicio del proyecto, por su parte la definición de escenarios se basa en algunos supuestos razonables de lo

que podría ocurrir en el futuro y que tiene incidencia en los flujos de transporte del corredor estudiado.

En esta tarea de actualización se considera indispensable modelar los años 2015, 2020, 2025 y 2030, aunque de manera complementaria pueden evaluarse unos horizontes adicionales en caso de que sea requerido por algún otro componente, en particular el encargado de realizar los análisis económicos y financieros. Con el objeto de proyectar las tasas de crecimiento de tráfico con respecto al PIB, utilizando un modelo más simple que el modelo de asignación de transporte, se hizo el cálculo de la elasticidad de la demanda por transporte con respecto al PIB. Para efectuar el cálculo se usó un modelo econométrico sencillo, de la forma que se indica en la siguiente ecuación:

$$T = K * PIB^e$$

Donde,

T: es un indicador de la demanda por transporte

PIB: es el producto interno bruto

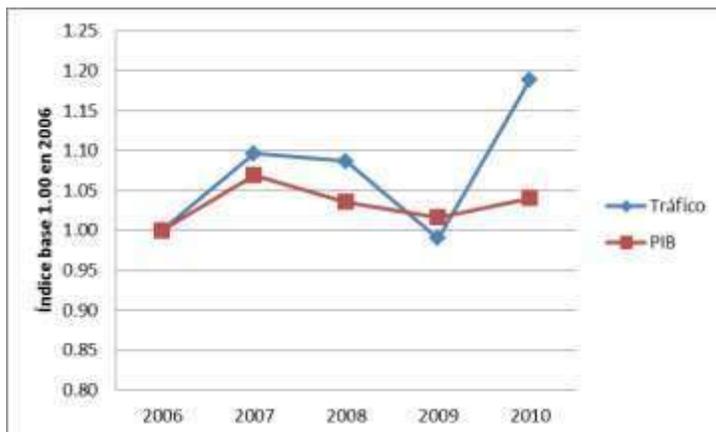
K y *e*: son los coeficientes a ser determinados con base en datos históricos.

En este modelo econométrico, *e* se debe entender como un parámetro que representa la elasticidad de la demanda de transporte con respecto al PIB, es decir que:

$$e = \frac{\Delta T / T}{\Delta PIB / PIB}$$

Donde,

ΔT y ΔPIB : representan los cambios en la demanda por transporte y en el PIB respectivamente.

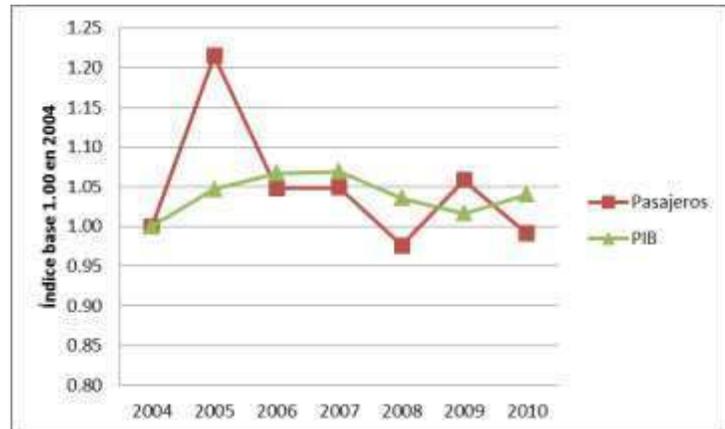


Al respecto, se observa cómo en el mediano plazo el tráfico portuario ha crecido siempre por encima del incremento del PIB en el mismo periodo, a excepción del año 2009 cuando, el tráfico portuario total registró un crecimiento levemente inferior al crecimiento del PIB, pero que luego fue recuperado con creces en el año 2010.

El cálculo de la elasticidad durante el periodo analizado indica que existe una elasticidad alta entre el PIB y el tráfico portuario, en general cercana a un orden de magnitud inferior a 2 para el periodo más largo que fue analizado (2006-2010). Esto

significa que el tráfico portuario crecerá en promedio al doble de la tasa de crecimiento esperado del PIB.

De manera general, en el caso de pasajeros, se encontró que el crecimiento de la demanda de transporte se ubica por debajo del crecimiento del PIB. El cálculo de la elasticidad durante el periodo analizado indica que existe una elasticidad baja entre el PIB y el transporte de pasajeros por carretera, en general cercana a un orden de magnitud inferior de 0.5 para el periodo quinquenal 2005 – 2010.



Aunque cada arco en el modelo tiene sus propios atributos, las características promedio del escenario considerado son resumidas a continuación. Se consideró además que no existen restricciones de capacidad en los puertos fluviales ni el puerto marítimo simulado.

Atributo	Unidad	Valor
Costo medio de transporte fluvial	\$/ton-km	80
Costo medio de transporte por carretera	\$/ton-km	250
Costo de transferencia con bodegaje	\$/ton	12,000
Costo de transferencia sin bodega	\$/ton	8,600
Número de transbordos en el corredor	unidad	2
Valor subjetivo del tiempo para carga	\$/ton/hora	375
Valor subjetivo del tiempo por camión	\$/min	100
Carga media por camión	ton	16
Costo generalizado Bogotá - Tarena	\$/ton	323,831
Costo generalizado Ibagué - Tarena	\$/ton	291,764
Costo generalizado Pereira - Tarena	\$/ton	259,174
Costo generalizado Manizales - Tarena	\$/ton	245,878
Costo generalizado Medellín - Tarena	\$/ton	164,535
Volumen de carga anual	ton	171'432,000
Capacidad de la embarcación	ton	800
Capacidad estimada del río Atrato	ton/año	1'191,716
Porcentaje de capacidad a modelar	%	85
Capacidad modelada del canal navegable	ton/año	1'012,959

Predicción de flujos

La simulación realizada con el modelo indica que el corredor multimodal propuesto es atractivo para el transporte de productos de exportación e importación debido a sus menores costos con respecto a otros puertos marítimos de la zona de influencia. En general se observa que la carga máxima que transportaría el corredor multimodal está próxima a la capacidad modelada del canal navegable.

El modelo de transporte predice los flujos de transporte ya estabilizados, así que el modelo no es capaz de simular la existencia o no de un periodo de estabilización de flujo. Como se trata de un proyecto portuario nuevo, integrado a una infraestructura de transporte combinado por carretera y río, que cambia sustancialmente las condiciones de operación del corredor fluvial, se esperaría tener un periodo de estabilización (*ramp-up period*) de unos 5 años, a partir de la puesta en marcha del proyecto, hasta alcanzar su máxima capacidad que ha sido definida en 1'012,959 ton/año para el escenario inicial con 8 horas de navegación al día, durante 300 días al año.

Año	Periodo	Flujo esperado (ton/año)
2015	Crecimiento tendencial	19,942
2016		20,940
2017		21,987
2018		23,087
2019		24,242
2020	Puesta en servicio	253,240
2021	Período de estabilización	405,184
2022		557,127
2023		709,071
2024		861,015
2025		1,012,959
2026	Hidrovía a máxima capacidad	1,030,835
2027		1,048,710
2028		1,066,586
2029		1,084,462
2030		1,102,338
2031		1,120,213
2032		1,138,089
2033		1,155,965
2034		1,173,840
2035		1,191,716



Una vez alcanzada la capacidad del sistema se propone un cambio tecnológico (otro tipo de embarcación) o la implementación de mejoras en el canal navegable y en los puertos de tal manera que se pudiera incrementar la capacidad.

Con respecto al cambio de embarcación, la recomendación que se hace consiste en utilizar un convoy de 2,400 toneladas de capacidad, garantizando así una explotación más racional del río al requerir un menor número de movimientos de embarcaciones para atender el mismo nivel de demanda de transporte.

Beneficios del sistema

Los beneficios cuantificables del sistema de transporte intermodal analizado están asociados con la reducción de los costos internos, que son percibidos directamente por los usuarios, y por las diferencias en los costos externos que no son percibidos directamente por los usuarios pero si representan un beneficio cuantificable para la sociedad como un todo al recibir menor contaminación del aire, menores emisiones de CO₂ y ruido, y menores niveles de accidentalidad y congestión sobre los demás usuarios de la infraestructura.

Los parámetros y variables empleados en el análisis de beneficios son:

- Q*: Flujo vehicular de transporte de carga en cada arco, expresado en VEQ/hora
- P*: Precarga vehicular de transporte de pasajeros por arco, en VEQ/hora
- VOT*: Valor del tiempo, en \$/hora/ton
- L*: Longitud de cada arco, en km
- V₀*: Velocidad a flujo libre, en km/hora
- C*: Capacidad del arco, en VEQ/hora
- α*: Parámetro de calibración de la función BPR
- β*: Parámetro de calibración de la función BPR
- r*: Riesgo de accidente
- θ*: Parte del costo total del accidente que internaliza el individuo
- a*: VEV del individuo para cada grado de severidad considerado, en \$
- b*: VEV de familiares y amigos para cada grado de severidad, en \$
- c*: Costo externo del sistema para cada grado de severidad, en \$
- FE_{CO}*: Factor de emisión de monóxido de carbono, en g/km/VEQ
- β_{CO}*: Parámetro de la función de costo de monóxido de carbono, en \$/g
- FE_{NOx}*: Factor de emisión de óxidos de nitrógeno, en g/km/VEQ
- β_{NOx}*: Parámetro de la función de costo de óxidos de nitrógeno, en \$/g
- FE_{SO2}*: Factor de emisión de dióxido de azufre, en g/km/VEQ
- β_{SO2}*: Parámetro de la función de costo de dióxido de azufre, en \$/g
- FE_{CO2}*: Factor de emisión de CO₂, en g/km/VEQ
- β_{CO2}*: Parámetro de la función de costo del cambio climático, en \$/g



Resumen de parámetros para cálculo de costos externos

Parámetro	Unidad	Valor
Valor del tiempo	\$/min	2,78
Riesgo de accidente modo carretero	Proporción	2,5158E-09
Riesgo de accidente modo fluvial	Proporción	1,4836E-11
Proporción de accidentes fatales en el modo carretero	Proporción	10.10%
Proporción de accidentes fatales en el modo fluvial	Proporción	20.80%
VEV Accidentes fatales	\$	\$ 683.100.000
VEV Accidentes graves	\$	\$ 59.196.124
VEV Accidentes leves	\$	\$ 5.821.775
VEV Accidentes fatales - Familiares y allegados	\$	\$ 68.310.000
VEV Accidentes graves - Familiares y allegados	\$	\$ 5.919.612
VEV Accidentes leves - Familiares y allegados	\$	\$ 582.178
Parte del costo total del accidente que es internalizada	Proporción	0,1
Carga transportada por camión	ton	28
Carga transportada por convoy	ton	800
Factor de emisión CO ₂ modo carretero	g/km/ton	2,514771357
Factor de emisión CO ₂ modo fluvial	g/km/ton	0,27692
Costos de emisión de CO ₂	\$/g	0,063
Factor de emisión de CO modo carretero	g/km/ton	0,761736143
Factor de emisión de CO modo fluvial	g/km/ton	0,08388
Costos de emisión de CO	\$/g	0,762
Factor de emisión NO _x modo carretero	g/km/ton	0,037636586
Factor de emisión NO _x modo fluvial	g/km/ton	0,00414
Costo de emisión NO _x	\$/g	19,625
Factor de emisión SO ₂ modo carretero	g/km/ton	0,005969243
Factor de emisión SO ₂ modo fluvial	g/km/ton	0,00065
Costo de emisión SO ₂	\$/g	23,541

Los principales beneficios ocasionados con la puesta en marcha del proyecto están asociados a los ahorros en costos de operación, que si bien no significan un flujo de caja efectivo para el proyecto (a no ser que se establezca algún mecanismo de cobro), se constituye en un ahorro para los usuarios de la infraestructura.

Se muestra que durante el periodo de crecimiento tendencial, es decir antes de la puesta en marcha del proyecto, los ahorros por concepto de costos de operación son



nulos, pero toda vez que el proyecto entre en servicio los ahorros presentan una tendencia creciente en la medida que se va alcanzando el nivel de demanda proyectado. Como se ve, los ahorros en costos de operación, expresados en precios constantes del 2012, comenzarán en un nivel de 25,503 millones de pesos en el año 2020, hasta alcanzar un valor de 127,504 millones de pesos en el año 2035, cuando el proyecto estará operando a capacidad.

Beneficios por reducción en costos generalizados de operación (\$/año)

Año	Periodo	Beneficio anual
2015	Crecimiento tendencial	0
2016		0
2017		0
2018		0
2019		0
2020	Puesta en servicio	25,503,919,534
2021	Período de estabilización	42,373,826,040
2022		59,236,426,830
2023		76,091,637,930
2024		92,939,011,480
2025		109,778,099,620
2026	Hidrovia a máxima capacidad	111,597,642,835
2027		113,408,004,920
2028		115,208,849,980
2029		116,999,730,155
2030		118,780,085,620
2031		120,549,244,585
2032		122,306,871,155
2033		124,052,293,540
2034		125,784,839,950
2035		127,504,062,525

El análisis de externalidades deja ver que debido a las bondades del río con respecto a la carretera, la puesta en marcha del proyecto genera una disminución de los costos externos, siendo muy significativa la reducción de los costos de las emisiones, pues una vez en servicio el proyecto empezará a generar un beneficio de 13,043 millones de pesos al año, hasta llegar a 65,211 millones de pesos anuales en el año 2035 cuando el proyecto esté funcionando a capacidad. Al igual que en la medición de los otros beneficios, los valores están expresados en precios constantes del año 2012.

También hay unos beneficios, aunque menos significativos, relacionados con la disminución de los costos de la congestión en carreteras, debido a una reducción del



número de camiones que tendrían que circular para transportar la carga desde y hacia los puertos de exportación. En este caso los beneficios inician en 1,532 millones de pesos en el año 2020 y alcanzan un nivel de 7,662 millones de pesos en el año 2035.

Beneficios por reducción de externalidades (\$/año)

Año	Periodo	Congestión	Accidentes	Emisiones	Total
2015	Crecimiento Tendencial	0	0	0	0
2016		0	0	0	0
2017		0	0	0	0
2018		0	0	0	0
2019		0	0	0	0
2020	Puesta en Servicio	1,532,579,552	146,885,787	13,043,823,237	14,723,288,576
2021	Período de Estabilización	2,546,324,663	244,045,344	21,671,833,461	24,462,203,467
2022		3,559,630,760	341,162,824	30,296,107,221	34,196,900,805
2023		4,572,492,796	438,237,744	38,916,601,570	43,927,332,110
2024		5,584,883,859	535,267,525	47,533,087,452	53,653,238,835
2025		6,596,777,035	632,249,587	56,145,335,811	63,374,362,434
2026	Hidro vía a Máxima capacidad	6,706,116,885	642,728,959	57,075,930,030	64,424,775,873
2027		6,814,905,022	653,155,452	58,001,828,616	65,469,889,091
2028		6,923,121,264	663,527,135	58,922,859,778	66,509,508,176
2029		7,030,738,696	673,841,425	59,838,794,460	67,543,374,582
2030		7,137,723,679	684,095,101	60,749,346,344	68,571,165,124
2031		7,244,035,842	694,284,292	61,654,171,847	69,592,491,981
2032		7,349,655,001	704,407,064	62,553,099,177	70,607,161,242
2033		7,454,540,787	714,459,548	63,445,784,752	71,614,785,087
2034		7,558,652,832	724,437,875	64,331,884,988	72,614,975,694
2035		7,661,964,221	734,339,465	65,211,170,831	73,607,474,517

Análisis de nivel de servicio en el modo fluvial

Para los sectores homogéneos especificados se determinó la capacidad de la hidrovía de acuerdo con la caracterización general del río Atrato, en donde se encuentran las distancias, tiempos y capacidades entre los nodos que delimitan cada tramo homogéneo.

El análisis de nivel de servicio para el escenario con proyecto indica que una vez terminado el periodo de estabilización de la demanda el canal navegable quedará funcionando a nivel de servicio D hasta el año 2030 cuando el nivel de demanda alcanzado equivale al 93% de la capacidad estimada de la hidrovía.



Finalmente, en el año 2035 la hidrovía habrá alcanzado su capacidad y en consecuencia se debería implementar alguna mejora que permita ofrecer un mejor servicio. Las alternativas para mejorar el nivel de servicio serán exploradas en el análisis de gradualidad.

Nivel de servicio proyectado para el escenario con proyecto

Año	Periodo	Flujo esperado	NDS
2015	Crecimiento tendencial	19,942	A
2016		20,940	A
2017		21,987	A
2018		23,087	A
2019		24,242	A
2020	Puesta en servicio	253,240	B
2021	Período de estabilización	405,184	C
2022		557,127	C
2023		709,071	C
2024		861,015	C
2025		1,012,959	D
2026	Hidrovía a máxima capacidad	1,030,835	D
2027		1,048,710	D
2028		1,066,586	D
2029		1,084,462	D
2030		1,102,338	E
2031		1,120,213	E
2032		1,138,089	E
2033		1,155,965	E
2034		1,173,840	E
2035		1,191,716	F

Análisis de gradualidad

Tradicionalmente las proyecciones de infraestructura de transporte buscan que en el horizonte de planificación el nivel de servicio alcanzado corresponda a un nivel de servicio D, de tal suerte que a partir de ese periodo se programen intervenciones que permitan mantenerlo o mejorarlo.

Es claro que el nivel de servicio D se mantendrá solo hasta el año 2029, siendo necesario entonces programar algunas intervenciones a partir del año 2030 para recuperar el nivel de servicio o incluso para mejorarlo. Como quiera que el nivel de servicio esté relacionado directamente con la capacidad, se propone intervenir algunos de los parámetros que la determinan para recuperar el nivel de servicio.



El fondo horario puede ser aumentado de tal manera que se pueda incrementar el número de horas diarias de navegación y en consecuencia alcanzar una mayor capacidad y un mejor nivel de servicio. En este sentido se propone, en el marco del análisis de gradualidad, que mediante mejoras en la señalización y el balizaje del río se pueda navegar 12 horas diarias a partir del año 2030.

Nivel de servicio proyectado con incremento del fondo horario a partir del año 2030

Año	Periodo	Flujo esperado	Capacidad	NDS	VOC
2015	Crecimiento tendencial	19,942	1,191,716	A	0.02
2016		20,940	1,191,716	A	0.02
2017		21,987	1,191,716	A	0.02
2018		23,087	1,191,716	A	0.02
2019		24,242	1,191,716	A	0.02
2020	Puesta en servicio	253,240	1,191,716	B	0.21
2021	Período de estabilización	405,184	1,191,716	C	0.34
2022		557,127	1,191,716	C	0.47
2023		709,071	1,191,716	C	0.59
2024		861,015	1,191,716	C	0.72
2025		1,012,959	1,191,716	D	0.85
2026	Hidro vía a máxima capacidad	1,030,835	1,191,716	D	0.87
2027		1,048,710	1,191,716	D	0.88
2028		1,066,586	1,191,716	D	0.90
2029		1,084,462	1,191,716	D	0.91
2030		1,102,338	1,787,574	C	0.62
2031		1,120,213	1,787,574	C	0.63
2032		1,138,089	1,787,574	C	0.64
2033		1,155,965	1,787,574	C	0.65
2034		1,173,840	1,787,574	C	0.66
2035		1,191,716	1,787,574	C	0.67

No parece necesario implementar ningún otro tipo de mejora ya que con el incremento del fondo horario es posible alcanzar y mantener el nivel de servicio C hasta el final del periodo de análisis.



1. INTRODUCCIÓN

Según los términos de referencia del convenio 2141 de 2011, se entiende por complemento a los “ESTUDIOS Y ANÁLISIS PARA LA INVESTIGACIÓN DE LA FACTIBILIDAD (FASE II) TÉCNICA, SOCIOECONÓMICA Y AMBIENTAL DEL CORREDOR ATRATO – SAN JUAN” todos los estudios y pre-diseños que a través de metodologías y tecnologías avanzadas definen claramente el sistema de transporte multimodal que cumplirá con lo exigido por los estándares internacionales en lo que tiene que ver con seguridad, comodidad, funcionalidad, desarrollo regional, impacto ambiental y conectividad.

El complemento a los estudios y análisis para la investigación de la factibilidad (Fase II) técnica socio-económica y ambiental del corredor Atrato – San Juan, implica la consideración de los componentes socio-ambientales y técnicos, así como su relación con los demás modos de transporte, y con la necesaria articulación e integración con el territorio donde se implementará el corredor, considerando las particularidades del mismo a partir de su biodiversidad, su condición socio-ambiental y su legislación especial desde el punto de vista social según la constitución de Colombia.

Específicamente, los análisis a realizar consideran la posibilidad de implementar una primera etapa a través del corredor de transporte multimodal Pereira – Océano Atlántico. En tal sentido, el objetivo principal es realizar el complemento a los estudios que realizó la UTCH en el marco del convenio 3479 de 2008, con énfasis en el componente Socio-Ambiental y en el canal navegable del río Atrato, entre las poblaciones de Quibdó y Tarena en el Golfo de Urabá, en una extensión de 494 km, teniendo en cuenta la posibilidad de implementar una primera etapa a través del corredor de transporte multimodal Pereira-Océano Atlántico.

El alcance general del estudio indica que se deberá suministrar resultados y recomendaciones sobre las características geométricas del canal navegable, de tal forma que se atienda la demanda de transporte proyectada. En este sentido, los alcances específicos del componente Transporte se resumen así:

- Revisar el modelo actual producto del convenio 3479 de 2008 y proponer una zonificación detallada para la definición y precisión de los flujos de transporte con el fin de actualizar y aplicar dicho modelo.
- Tomar información primaria para la actualización y corrida del modelo.
- Ajustar las proyecciones de los flujos de transporte en función de la información primaria levantada. Se deberá considerar un mayor nivel de detalle para la definición de los tramos homogéneos con fines de análisis de transporte.



- Realizar la evaluación y análisis económico y social para determinar los beneficios del sistema en función del tránsito generado por la nueva infraestructura de transporte.
- Complementar el inventario de la infraestructura de los diferentes modos de transporte y de transferencia, entre otros.
- Estimar la capacidad y el nivel de servicio en cada uno de los tramos representativos del corredor intermodal seleccionado tanto para el periodo en que se contemple su entrada en servicio, como para cada uno de los periodos quinquenales adoptados como horizonte de planificación. Para tal fin se tendrá en cuenta, además de la información primaria levantada, la información secundaria producto de los sistemas en ejecución de los corredores de competitividad hacia el Pacífico.
- Recomendar las condiciones de servicio en que el corredor intermodal deberá operar de acuerdo al modelo establecido.
- Analizar el efecto del corredor intermodal interoceánico para uso del turismo natural como complemento al circuito del turismo del mundo.
- Elaborar una evaluación respecto al puerto de Buenaventura en el sentido de definir las ventajas comparativas en términos de tiempos y costos de transporte u otras variables que se consideren propias para este análisis.
- Elaborar una evaluación de las ventajas comparativas y condiciones de complementariedad con los puertos de Urabá, Cartagena y Barranquilla, en términos de tiempos, costos de transporte u otras variables que se consideren propias para este análisis.

Cada uno de estos alcances específicos fue desarrollado en el presente documento, algunos de ellos en capítulos independientes y otros de manera agregada para dar mayor orden, coherencia y claridad al documento entregado.

La revisión del modelo de transporte del convenio 3479 de 2008 corroboró que el cargamento modelado de los flujos del estudio anterior no seguía propiamente un patrón interoceánico sino que se presentaban flujos diferenciales con mayor intensidad en algunos tramos específicos del corredor inicialmente modelado. Como aspecto relevante y debido a que la construcción del puerto de Tribugá ya no hace parte de los supuestos para la presente investigación, fue necesario re-estimar los flujos con base en las condiciones actuales que implican el mejoramiento del canal navegable del río Atrato, entre las poblaciones de Quibdó y Tarena en el Golfo de Urabá, en una extensión de 494 km, teniendo en cuenta la posibilidad de implementar una primera



etapa a través del corredor de transporte multimodal Pereira-Océano Atlántico. Para esto se hizo la nueva calibración del modelo con base en los estudios de campo realizados.

La actualización del sistema de zonificación con fines de análisis de transporte permitió representar en mejor forma los flujos de pasajeros y carga en el corredor fluvial modelado. De todas formas, dada la pequeña magnitud de los flujos de transporte locales no es necesario aumentar el nivel de detalle en el análisis espacial del transporte.

Se pudo evidenciar que la importancia social y económica del río Atrato en el departamento de Chocó radica, entre otros aspectos, en las características de los productos transportados por río; los alimentos en primer lugar, que pueden llegar a poblaciones que no cuentan con más alternativas de comunicación y distintas clases de energéticos como los combustibles y el carbón que también son movilizados por el modo de transporte fluvial. También es evidente que, independientemente a la puesta en marcha del sistema de transporte intermodal, el río seguirá siendo utilizado para el transporte de personas y mercancías que, al menos en el mediano plazo, no tienen modos alternativos de transporte para responder a las necesidades de movilización de los habitantes de la región.

Los análisis de sensibilidad, realizados con base en los valores medios de los parámetros de costos del modelo, permiten concluir que el corredor Pereira – Quibdó puede ser integrado correctamente con el modo fluvial y consigue costos inferiores a los del modo carretero para cubrir de manera alternativa las rutas de comercio internacional de carga hacia o desde Cartagena. Dicho en otras palabras, los análisis realizados son satisfactorios en el sentido que sería menos costoso utilizar el sistema de transporte de carga con integración fluvial por el Atrato, en lugar de seguir utilizando las rutas de comercio internacional entre: Medellín – Cartagena, Pereira – Cartagena, Manizales – Cartagena e Ibagué – Cartagena. Incluso, duplicando de manera específica los valores estimados para cada parámetro en el modelo (costo de trasbordo, costo de transporte por río y valor subjetivo del tiempo) sigue siendo atractivo el sistema de transporte de carga con integración fluvial, en lugar de realizar el transporte de carga por las rutas antes señaladas. Incluso, llevando los valores de los parámetros al extremo de ser duplicados simultáneamente sigue siendo atractivo el sistema de transporte de carga intermodal con respecto a la ruta Medellín – Cartagena.

Este es un hallazgo significativo ya que Cartagena es el puerto de país que mueve el mayor número de contenedores por año, llegando a representar el 50% del movimiento total. Es así como el crecimiento en la importación de contenedores entre 2010 y 2011 superó el 14%, llegando a movilizar en este último periodo un total de 437,000 contenedores de importación. Con respecto a las exportaciones desde Cartagena se encuentra un volumen importante de contenedores llenos y una participación significativa



de contenedores vacíos que en conjunto alcanzan 373,525 unidades. Estas cifras representan para el puerto de Cartagena un movimiento de carga por contenedor de importación cercano a los 13 millones de toneladas, siendo la exportación aproximada de unos 11 millones de toneladas. Dado el análisis de costos y capacidad para el río Atrato se considera razonable captar un 10% de la carga de exportación que actualmente se moviliza por el puerto de Cartagena, es decir un poco más de 1 millón de toneladas en el año.

En este contexto, la carga a ser movilizada por el corredor fluvial se estima en 1'191,716 ton/año, equivalentes a 3,973 ton/día considerando el efecto de estacionalidad. Al disponer una embarcación de diseño de 800 toneladas, se tendrán aproximadamente 5 viajes diarios en el río. Al suponer que el proyecto entrase en servicio en el año 2020, se estima que sólo hasta el año 2025 se tendría el sistema funcionando a capacidad, pues se tiene previsto un periodo de estabilización de unos 5 años.

Los beneficios del proyecto han sido cuantificados a partir de la evaluación de ahorros del costo generalizado de viaje más los ahorros por reducción de externalidades. Los cálculos realizados indican que el proyecto generaría unos beneficios anuales que parten de un valor de 40,227'208,110 en el año 2020, hasta alcanzar un beneficio total de 201,111'537,042 en el año 2035. Los beneficios cuantificados son significativamente inferiores a los que se habían estimado para el corredor 1 de la fase anterior, lo cual se explica en el menor número de toneladas a transportar y en la necesidad de conectar el corredor fluvial mediante accesos por el modo carretero.

Aunque se cuenta con una versión mejorada del modelo de transporte utilizado, que permite determinar el reparto modal del transporte de carga en Colombia considerando los costos externos, para el caso específico del sistema de transporte con integración fluvial modelado, a causa de la restricción de capacidad es imposible conseguir una mayor sustitución del uso de los modos de transporte con mayores efectos negativos. Esto significa que así se adopten medidas de internalización de los costos externos en los modos de transporte alternativos no se conseguiría un reparto modal diferente ya que el canal navegable estaría funcionando a capacidad.

Al respecto, el análisis de capacidad y nivel de servicio permite concluir que la ruta Bogotá – Medellín – Quibdó, que se vería impactada por la puesta en marcha del proyecto, exhibe niveles de servicio C y D en los tramos con mayor impacto, incluso en el año 2040. Esto es así debido al mejoramiento del que será objeto el tramo Medellín – Quibdó y que entrará en servicio de manera simultánea con el proyecto evaluado. En el modo fluvial, en caso de no incorporar nuevas intervenciones, se entraría a operar con nivel de servicio E desde el año 2030 debido al incremento de la demanda de transporte mientras la capacidad se mantiene estable. Sin embargo, al adoptar una nueva tecnología, consistente en remplazar la embarcación autopropulsada por un



convoy, se logra aumentar la capacidad al triple de contenedores inicialmente previstos, al conseguir una capacidad de carga de 800 ton a 2,400 ton. De esta manera se refuerza la idea de gradualidad definida al adoptar las tres etapas del proyecto: inicialmente la recuperación de la navegación del río, luego el mejoramiento del canal navegable y la construcción del puerto marítimo-fluvial y por último la consolidación del proyecto cambiando la embarcación inicialmente recomendada por otra de mayor capacidad que permite reducir sustancialmente la presión ejercida por el tráfico sobre el canal navegable.

Aunque se exploró la posibilidad de desarrollar una ruta de transporte turístico, se encontró que por su extensión y características propias, Chocó tiene deficiencias en conexiones entre sus municipios, lo que dificulta una ruta turística en el corto plazo, además en los circuitos turísticos sólo se tiene en cuenta sus costas y los beneficios que presentan, es decir que no hay una integración con la zona centro del departamento, en donde se encuentra Quibdó, que puede ser una ciudad que ofrece un atractivo importante para los visitantes en diferentes épocas del año. Además, los equipos de transporte actuales generan incomodidad en el usuario, así que no son muchas las posibilidades de un incremento del turismo masivo a la región del Chocó, en un corto plazo. A mediano y largo plazo, depende de agilidad con la cual se mejoren las condiciones de infraestructura turística.

En general, se puede afirmar que el solo hecho de que el puerto marítimo-fluvial de Tarena se encuentre más cerca de los principales centros productivos que los demás puertos marítimos, o que se pueda acceder a él a un menor costo desde ciertos orígenes, no es suficiente para que ciertas cargas que actualmente se movilizan por otros puertos puedan llegar a ser manejadas por Tarena. Para que el puerto marítimo-fluvial de Tarena sea competitivo con respecto a los demás puertos marítimos y fluviales de la región es necesario que cuente con otras ventajas competitivas, tales como, servicios complementarios, establecidos en función de las tipologías de carga a manejar, menores costos, etc. En el manejo de contenedores será necesario que el puerto cuente con los requerimientos y la tecnología para manipular la mercancía de forma adecuada, permitiendo optimizar los tiempos de tránsito y estadía, utilizando los mismos avances tecnológicos y de infraestructura con que cuentan los terminales alternos.

Por último, a pedido de la Interventoría del estudio, se adicionó un acápite de referencia que resume los principales aspectos legales del modo de transporte fluvial, en el que se enmarca el sistema de transporte intermodal propuesto.



1.1. ASPECTOS LEGALES

A manera de referente se considera de importancia tratar algunos aspectos legales en el ámbito del transporte fluvial. Al respecto, se encuentran diferentes normas que regulan no sólo la estructura empresarial del transporte fluvial, si no que a través de diferentes leyes, decretos y resoluciones son establecidos aspectos determinantes como la formas y requisitos necesarios para desarrollar la actividad de navegación, características técnicas de las naves y utilizadas en el ejercicio de la actividad y otros aspectos de interés.

En síntesis, el marco legal del transporte fluvial en Colombia está conformado así¹:

- **Constitución política de Colombia de 1991**

Allí se establecen límites a la libertad de la actividad económica y la iniciativa privada en la economía, lo cual debe ejercerse teniendo en cuenta el bien común, las responsabilidades que surgen, la función social de la empresa, la prohibición del monopolio, el interés social, el ambiente y el patrimonio cultural de la Nación, estableciendo con ello un marco de ejecución jurídica de licitud para el desarrollo de la actividad de transporte fluvial como un ítem del desarrollo de la actividad general de transporte.

- **Decreto 2171 de 1992**

El Artículo 6 determinó las funciones del Ministerio del Transporte entre las que incluyó las relacionadas con la fijación de la política, planes y programas para el manejo de los distintos modos de transporte, quedando a cargo de la entidad las atribuciones otorgadas al INTRA previstas en el Decreto 1927 de 1991.

- **Ley 105 del 30 diciembre de 1993**

El Artículo 69 de esta ley declaró que las normas vigentes para la regulación del servicio público de transporte continúan aplicándose "hasta cuando se hayan expedido las nuevas normas". La Ley 105 de 1993 se refiere a las normas vigentes, pero debe tenerse en cuenta las modificadas como en el caso del Decreto 1927 de 1991 que lo fue por el 2171 de 1992 en cuanto éste último atribuyó al Ministerio de Transporte las funciones que anteriormente desempeñó el INTRA. La legislación vigente a la cual se refiere la Ley 105 es aquella que no se alteró con su entrada en vigor; además el Artículo 165 del Decreto 2171 de 1992 había señalado antes que su texto "deroga todas las normas que le sean contrarias".

¹ SENA. Estudio de caracterización del transporte acuático. Sub-sector transporte fluvial, diciembre de 2007.



- **Ley 336 de diciembre 1996**

Por la cual se adopta el Estatuto Nacional del Transporte. Tiene como Objeto unificar los criterios que sirven de base para la Regulación y la Reglamentación del Transporte Público Aéreo, Marítimo, Fluvial, Férreo, Masivo, Terrestre y su operación en el Territorio Nacional, de conformidad con la Ley 105 de 1993, y con las normas que la modifiquen o sustituyan.

- **Ley 1242 de 2008**

Por la cual se establece el Código Nacional de Navegación y Actividades Portuarias Fluviales y se dictan otras disposiciones. El código tiene como objetivos de interés público proteger la vida y el bienestar de todos los usuarios del modo fluvial, promover la seguridad en el transporte fluvial y en las actividades de navegación y operación portuaria fluvial, resguardar el medio ambiente de los daños que la navegación y el transporte fluvial le puedan ocasionar, desarrollar una normatividad que fomente el uso del modo de transporte fluvial, procurando su viabilidad como actividad comercial.

Igualmente, promover un Sistema Eficiente de Transporte Fluvial, garantizando el cumplimiento de las obligaciones pactadas en acuerdos multilaterales y bilaterales respecto de la navegación y el transporte fluvial, promover la armonización de prácticas de navegación y establecer un sistema de inspección efectivo y garantizar el cumplimiento de estas disposiciones.

- **Decreto 2049 de 1956**

A pesar de su antigüedad no ha sido modificado, estableciendo normas de Construcción de las naves fluviales, mecanismos de Inspección y Calificación de Embarcaciones Fluviales entre otros.

- **Decreto 2689 de 1988**

“Estatuto Nacional de Navegación Fluvial”, algunos artículos que no han sido derogados y en especial el Título III “De procedimientos y sanciones - Capítulo I - Normas Generales de Procedimiento”.

- **Ley 161 de 1994**

Se crea la Corporación Autónoma Regional del Río Grande de la Magdalena, Cormagdalena, otorgándole como objeto la recuperación de la navegación y de la actividad portuaria, la adecuación y conservación de tierras, la generación y distribución de energía así como el aprovechamiento sostenible y la preservación del medio ambiente, los recursos ictiológicos y demás recursos naturales renovables.



- **Decreto 790 de 1995**

Por medio del cual se desarrolla la Ley 161/94, que crea la Corporación Autónoma Regional del Río Grande de la Magdalena, Cormagdalena, estableciendo fuentes de financiación y algunos otros aspectos importantes de la naturaleza jurídica de esta institución.

- **Decreto 3112 de diciembre 1997**

Por el cual se reglamentan aspectos fundamentales para el sector como: establece un glosario técnico general, determina competencias administrativas, clasifica por destinación y servicios las empresas fluviales, establece requisitos para la habilitación y operación en la prestación del servicio público de transporte fluvial.

- **Resolución No. 0000664 del 13 de abril de 1999**

Por medio de la cual se expide el Reglamento de Construcción de Obras Fluviales.

- **Resolución No. 0000665 del 13 de abril de 1999**

Por medio de la cual se expide el Reglamento para el funcionamiento de Astilleros y Talleres Fluviales.

- **Resolución No. 0000666 del 13 de abril de 1999**

Por medio de la cual se expide el Reglamento de Luces y Señales de Navegación Fluvial

- **Resolución No. 0000667 del 13 de abril de 1999**

Por la cual se adopta como Reglamentos los Manuales de Señalización Fluvial, Balizaje Fluvial, Seguridad y Sanidad Fluvial para Embarcaciones Mayores, y Seguridad y Sanidad Fluvial para Embarcaciones Menores.

- **Resolución No. 0000668 del 13 de abril de 1999**

Por medio de la cual se expide el Reglamento de Operación de Transbordadores y Prestación de Servicios de Transbordo.



- **Resolución No. 0002104 del 15 de octubre de 1999**

Por medio de la cual se expide el Reglamento de las Embarcaciones Mayores, las cuales regirán en todo el Territorio Nacional.

- **Resolución No. 0002105 del 15 de octubre de 1999**

Por medio de la cual se expide el Reglamento para embarcaciones Menores, las cuales regirán en el Territorio Nacional.

- **Resolución No. 0002106 del 15 de octubre de 1999**

Por la cual se expide el Reglamento para Puertos, Muelles y Bodegas en el modo fluvial

- **Resolución No. 0002107 del 15 de octubre de 1999.**

Por medio de la cual se expide el Reglamento de Tripulaciones y Dotaciones de las Embarcaciones Fluviales.

- **Resolución No. 003201 del 28 de diciembre de 1999**

Por la cual se fijan las tarifas de servicio público de transporte fluvial de pasajeros en la División Cuenca Fluvial del Magdalena.

- **Resolución No. 00569 del 2 de febrero de 1996**

Por la cual se fijan las tarifas del servicio público de pasajeros de transporte fluvial.

- **NTC 4737**

Norma ICONTEC de cumplimiento voluntario. Tipología y Requisitos Generales para Vehículos de Transporte Fluvial de Pasajeros.

- **NTC 4738**

Norma ICONTEC de cumplimiento voluntario. Tipología y Requisitos Generales para Vehículos de Transporte Fluvial de Carga.

- **NTC 4740**

Norma ICONTEC de cumplimiento voluntario. Señalización Vertical para Vías Fluviales.



- **Decreto 2053 de Julio 23 de 2003**

Por el cual se modifica la estructura del Ministerio de Transporte y se dictan otras disposiciones. El Ministerio de Transporte, tiene como objetivo primordial la formulación y adopción de las políticas, planes, programas, proyectos y regulación económica en materia de transporte, tránsito e infraestructura de los modos de transporte carretero, marítimo, fluvial, férreo y aéreo y la regulación técnica en materia de transporte y tránsito de dichos modos.

- **Decreto 1800 de Junio 26 de 2003**

Por el cual se crea el Instituto Nacional de Concesiones – INCO, y se determina su estructura. El Instituto Nacional de Concesiones, INCO, tendrá por objeto planear, estructurar, contratar, ejecutar y administrar los negocios de infraestructura de transporte que se desarrollen con participación del capital privado y en especial las concesiones, en los modos carretero, fluvial, marítimo, férreo y portuario.

- **Resolución 3603 de 2004**

Por la cual se establecen las inspecciones fluviales del Ministerio de Transporte, se definen sus sedes y jurisdicciones en todo el territorio nacional. Esta resolución establece treinta y cuatro (34) inspecciones fluviales.

- **Decreto 2079 de 2010**

Por medio del cual se reglamenta el régimen de Homologaciones previsto en el artículo 64 de la Ley 1242 de 2008 para la realización de las actividades portuarias fluviales.

- **Decreto 2400 de 2010**

Por el cual se reglamentan el numeral 9.6 del artículo 90 y el artículo 12 de la Ley 18 de 1991 sobre garantías. Las disposiciones de este decreto tienen por objeto regular las garantías que se deben otorgar, para el trámite de las solicitudes y cumplimiento de las obligaciones de contratos de concesión sobre zonas de uso público, concesión para embarcaderos, autorizaciones temporales y las homologaciones de que trata el artículo 64 de la Ley 1242 de 2008 para actividades portuarias en áreas marítimas y fluviales, así:

- Garantías de seriedad de las solicitudes de contratos de concesión, concesiones para embarcaderos, autorizaciones temporales y para las homologaciones.



Investigación para la complementación de los estudios Fase II (Factibilidad)
para la navegabilidad del río Atrato



- Garantías que respaldan el cumplimiento de las obligaciones adquiridas como consecuencia del otorgamiento de contratos de concesión portuaria, concesiones para embarcaderos, autorizaciones temporales y las homologaciones.



2. REVISIÓN DEL MODELO PRODUCTO DEL CONVENIO 3479 DE 2008

Desde la formulación metodológica inicial del componente Transporte se había previsto que la revisión de antecedentes sería una actividad clave que permitiría identificar la disponibilidad de información con fines de calibración del modelo. Para tal fin, se había considerado necesario remitirse a los estudios más recientes adelantados en el país, en materia de modelación del transporte, incluyendo por supuesto la evaluación técnica del componente Transporte de la primera fase.

2.1. ANÁLISIS GENERAL

Con los estudios y análisis para la investigación de la factibilidad técnica, socioeconómica y ambiental del corredor Atrato – San Juan, adelantados por la Universidad Tecnológica del Chocó “Diego Luis Córdoba” (UTCH), se calibró un modelo de transporte que permitió simular distintos escenarios en los que se incluyeron de manera independiente cuatro corredores interoceánicos de transporte sobre las cuencas de los ríos Atrato y San Juan. En términos generales, el modelo de transporte obtenido con ese trabajo puede considerarse como un modelo de perspectiva de decisiones del orden estratégico, cuya estructura es una adaptación del modelo clásico secuencial de planificación del transporte que comprende dos grandes ámbitos: la oferta y la demanda de viajes.

Tal como se indicó en las conclusiones del referido estudio, el modelo de oferta tomó como punto de partida el trabajo realizado por la Unión Temporal Modelación del Transporte (UT) con su modelo MODEL CARGA, que consideró una red multimodal basada en información secundaria del año 2005, cuyo objeto fue experimentar con diversas opciones en materia de infraestructura para aumentar la competitividad de los productos colombianos. Este modelo que se tomó como referencia fue medianamente actualizado para incluir los arcos relevantes en el análisis de los corredores interoceánicos y para evaluar los costos de cada uno de los arcos del modelo; esta tarea que consumió gran parte del tiempo necesario para poner a punto el modelo, permitió modelar una red, ya no con base en tiempos como lo hizo la UT, sino con base en los costos de transporte, que para el caso del transporte de carga resulta ser mucho más explicativo.

La zonificación propuesta en el trabajo de la UT se mantuvo, de tal manera que el análisis de demanda y su posterior integración con el modelo de oferta se hizo sobre la base de 70 zonas internas que representan la localización espacial de los viajes que se producen o atraen en el interior del país, incluyendo el departamento de Chocó, y 8 zonas externas que permitieron analizar la demanda de los productos de importación y



exportación, así como los flujos de comercio internacional. El nuevo modelo construido incluyó en el análisis de demanda una cuantificación de pasajeros mediante técnicas de actualización de matrices aplicadas a la información obtenida en el Plan Estratégico de Transporte y además incorporó el análisis de flujos interoceánicos atraídos por las nuevas infraestructuras simuladas.

Con el trabajo realizado se cuantificó el flujo de transporte en los distintos escenarios modelados (2015, 2020, 2025 y 2030) mediante la conversión a vehículos equivalentes de la demanda de transporte de comercio exterior, carga interna y pasajeros. La carga de transporte interoceánico se incorporó a partir de la formulación de un escenario moderado. En ningún caso se encontró que los corredores sean atractivos para el transporte de pasajeros, así que la vocación de los mismos quedó definida únicamente para transporte de carga, con la salvedad de aquellos flujos de pasajeros muy localizados que seguirán haciendo uso de los corredores, pero que no fueron modelados debido a la agregación zonal (Chocó fue dividido en 2 zonas de análisis de transporte).

A pesar de que la configuración de escenarios se hizo bajo la premisa que las conexiones entre modos de transporte servirían para unir los dos océanos mediante corredores de transporte que funcionaran como tal, se encontró que en algunos casos el cargamento modelado de los flujos no seguía este comportamiento sino que se localizaba en algunos tramos específicos del corredor modelado. Esta situación se evidenció con mayor claridad en los resultados de modelación del corredor 2, que debido a la doble transferencia que se propone al pasar de río a carretera y luego de carretera a río, solamente captó flujos importantes en el tramo correspondiente al modo carretero, a excepción del porcentaje de carga que hipotéticamente se atraería del Canal de Panamá, el cual utilizaría el corredor en toda su extensión.

Es claro, que al haber considerado una zonificación tan agregada en la zona de influencia de los corredores, es posible que algunos flujos, especialmente de transporte de pasajeros hayan sido subestimados, o peor aún, que no hayan sido considerados debido a un problema de agregación, así que para un análisis más detallado, a nivel del complemento de la Fase II, se ha hecho necesario proponer y utilizar un sistema de zonificación más detallado que permite un análisis más preciso de los flujos de transporte en el corredor.

Otro aspecto relevante que limitó los resultados del estudio antes descrito es el hecho de haber utilizado únicamente información secundaria. En este estudio complementario de Fase II se construirá una matriz de viajes y de flujos de carga a partir de la utilización de información primaria, con la cual será posible ajustar en mejor forma el modelo a las condiciones reales que tendría el corredor en caso de entrar en operación.



Adicionalmente, el sistema abordado por la UTCH no consideró el análisis de transporte desde una óptica social dado que no se incluyeron dentro del análisis los beneficios que se puedan generar en el nivel local y regional de la existencia y operación de un corredor de carácter intermodal, siendo el río Atrato componente fundamental de éste, por lo tanto el consultor ha evaluado y propuesto las medidas necesarias para el logro de este propósito.

Se entiende que los volúmenes de carga transportados en el país, considerando carreteras, ferrocarriles y transporte fluvial, presentan un reparto modal en el que predomina el modo carretero; cuando el análisis se realiza en toneladas-kilómetro, la preponderancia del modo carretero se acentúa y su participación llegaría a ser mayor al 80%, seguida por el transporte ferroviario y el transporte fluvial. Este reparto modal, preponderantemente carretero, es sin duda ineficiente en términos económicos desde el punto de vista de la competitividad que se traduce en desigualdades en términos sociales, por lo anterior, ha efectuado su análisis y evaluación los costos asociados a otras externalidades y determinantes que afectan la población regional y local a partir de factores tales como contaminación del aire, emisiones de CO₂, ruido, accidentalidad, congestión y otros propios de la región.

Debido a que el modelo utilizado no contempló los costos externos en la etapa de asignación de carga a la red, sino que se basó en variables como demora, costo de operación, tarifa por derecho de uso de infraestructura, costo por transferencia de carga, costos aduaneros y otros, se consideró de gran interés investigar, específicamente en la etapa de asignación, acerca de la inclusión de ciertos costos de externalidades en la modelación del transporte, tales como: costo de los accidentes, costo de la polución, costo de la congestión y costo del uso de la infraestructura, servidumbre inherentes a la legislación especial del territorio, entre otros.

En este sentido, se presenta una versión mejorada del modelo de transporte utilizado, de tal suerte que es posible determinar el reparto modal del transporte de carga en Colombia considerando los costos externos. Este nuevo alcance le brindaría al sector transporte colombiano la posibilidad de experimentar acerca de estrategias para promover y sustituir el uso de los modos de transporte con mayores efectos negativos, desde la óptica social y ambiental del territorio en el contexto de la nueva condición del país en el marco de la globalización y la competitividad.

2.2. EVALUACIÓN TÉCNICA DEL MODELO DE OFERTA

El modelo de oferta de transporte, que representa las condiciones actuales (2010) y cada uno de los horizontes de planificación (2015, 2020, 2025 y 2030) está conformado por un conjunto de arcos y un conjunto de nodos que permiten estudiar los flujos de transporte. Este modelo ha sido actualizado en el marco del estudio de oferta y



demanda de transporte del departamento para la modelación de proyectos de infraestructura del departamento de Cundinamarca², así que en la actualidad se dispone de un avance significativo en el modelo de oferta.

La red carretera nacional quedó conformada por 1407 nodos y 1690 arcos, de los cuales 69 nodos y 69 arcos representan centroides y conectores de centroides en la red respectivamente. La estructura de almacenamiento del SIG de arcos viales se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Descripción de la base de datos de arcos

Nombre del campo	Tipo de Dato	Ancho	Decimal	Descripción
ID	Integer (4 bytes)	10	0	Identificador interno
Length	Real (8 bytes)	10	2	Longitud topológica
Dir	Integer (2 bytes)	2	0	Dirección del arco
Departamento	Character	25	0	Nombre del departamento
Origen	Character	30	0	Origen del arco
Destino	Character	30	0	Destino del arco
Modo	Character	16	0	Indica si se trata del modo carretero o de un conector de centroide
CodModo	Integer (2 bytes)	4	0	1: Carretero 7: Conector de centroide
Longitud	Real (4 bytes)	10	2	Longitud de cada arco en el modelo
ViaStipo	Integer (4 bytes)	5	0	Clasificación utilizada para la representación de los arcos
Pendiente	Integer (4 bytes)	8	0	En porcentaje
Terreno	Character	10	0	1: Plano 2: Ondulado 3: Montañoso
Superficie	Integer (2 bytes)	3	0	1: Pavimento 2: Afirmado
Estado	Integer (2 bytes)	3	0	1: Bueno 2: Regular 3: Malo
NoCarriles	Real (4 bytes)	10	2	Número carriles por sentido de circulación
Competencia	Character	15	0	Si es del orden nacional o departamental
Estación	Integer (4 bytes)	10	0	Código de la estación de conteo permanente asociada al arco

² Instituto de Infraestructura y Concesiones de Cundinamarca (ICCU). Desarrollo y utilización del Modelo de Transporte, ESTUDIO DE OFERTA Y DEMANDA DE TRANSPORTE DEL DEPARTAMENTO PARA LA MODELACIÓN DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA. Bogotá, octubre de 2011.



Nombre del campo	Tipo de Dato	Ancho	Decimal	Descripción
Tiempo	Real (4 bytes)	10	4	Tiempo de recorrer el arco en las condiciones modeladas
Capacidad horaria	Real (4 bytes)	10	4	Vehículos por hora
Capacidad diaria	Real (4 bytes)	10	4	Vehículos por día
CostOpAuto	Real (4 bytes)	10	4	Costo de operación en pesos para autos
CostOpBus	Real (4 bytes)	10	4	Costo de operación en pesos para buses
CostOpCamion	Real (4 bytes)	10	4	Costo de operación en pesos para camiones
NombrePeaje	Character	16	0	Nombre de la estación de peaje asociada con el arco
CostPeajAuto	Real (4 bytes)	10	4	Tarifa de peaje, en pesos, para autos
CostPeajBus	Real (4 bytes)	10	4	Tarifa de peaje, en pesos, para buses
CostPeajCamion	Real (4 bytes)	10	4	Tarifa de peaje, en pesos, para camiones
CosTotalAuto	Real (4 bytes)	10	4	Costo total, en pesos, para autos
CosTotalBus	Real (4 bytes)	10	4	Costo total, en pesos, para buses
CosTotalCamion	Real (4 bytes)	10	4	Costo total, en pesos, para camiones
Velocidad	Real (4 bytes)	10	4	Velocidad del arco, en km/h
FlujoPeajeAuto	Integer (4 bytes)	8	0	Flujo diario observado de autos en las estaciones de peaje
FlujoPeajeBus	Integer (4 bytes)	8	0	Flujo diario observado de buses en las estaciones de peaje
FlujoPeajeCamion	Integer (4 bytes)	8	0	Flujo diario observado de autos en las estaciones de peaje
FlujoEstacionAuto	Integer (4 bytes)	8	0	Flujo diario observado de autos en las estaciones de conteo permanente
FlujoEstacionBus	Integer (4 bytes)	8	0	Flujo diario observado de buses en las estaciones de conteo permanente
FlujoEstacionCamion	Integer (4 bytes)	8	0	Flujo diario observado de autos en las estaciones de conteo permanente
Auto_AB	Integer (4 bytes)	8	0	Flujo de autos siguiendo la dirección topológica
Bus_AB	Integer (4 bytes)	8	0	Flujo de buses siguiendo la dirección topológica
Camion_AB	Integer (4 bytes)	8	0	Flujo de camiones en la dirección topológica

Nombre del campo	Tipo de Dato	Ancho	Decimal	Descripción
Auto_BA	Integer (4 bytes)	12	0	Flujo de autos en sentido contrario a la dirección topológica
Bus_BA	Integer (4 bytes)	12	0	Flujo de buses en sentido contrario a la dirección topológica
Camion_BA	Integer (4 bytes)	12	0	Flujo de camiones en sentido contrario a la dirección topológica
Alpha	Real (4 bytes)	10	2	Parámetro de calibración de la función BPR
Beta	Real (4 bytes)	10	2	Parámetro de calibración de la función BPR
FlujoObsAuto	Integer (4 bytes)	8	0	Flujo observado de autos en los dos sentidos de circulación
FlujoObsBus	Integer (4 bytes)	8	0	Flujo observado de buses en los dos sentidos de circulación
FlujoObsCamion	Integer (4 bytes)	8	0	Flujo observado de camiones en los dos sentidos de circulación
CorredorCundi	Integer (4 bytes)	8	0	Identificador de arcos por corredor

Fuente: ICCU, 2011

La base datos de los nodos, complementaria a la de arcos, es mucho más simple, tal como se observa en la Tabla 2.

Tabla 2. Descripción de la base de datos de nodos

Nombre del campo	Tipo	Ancho	Decimal	Descripción
ID	Integer (4 bytes)	10	0	Identificador interno
Longitude	Integer (4 bytes)	10	0	Coordenada de longitude
Latitude	Integer (4 bytes)	10	0	Coordenada de latitude
Cod Zona	Integer (4 bytes)	10	0	Código de la zona de análisis de transporte del modelo MODEL CARGA
Centroide	Integer (4 bytes)	10	0	Identificador de centroide de zona

Fuente: ICCU, 2011

2.2.1. Vías tipo

Con el propósito de tener una clasificación de tramos homogéneos en el modo carretero para el cálculo de la capacidad vial, además de mantener correspondencia



con el modelo de referencia MODELARGA, la red carretera en calzada sencilla de dos carriles se clasificó según tres parámetros: tipo de terreno, superficie de rodadura y estado de la superficie. El código empleado en la clasificación vial de la infraestructura conformada por una calzada, consta de tres dígitos:

El primer dígito describe el tipo de terreno

- 1: Plano
- 2: Ondulado
- 3: Montañoso

El segundo dígito describe el tipo de superficie de rodadura

- 1: Pavimento
- 2: Afirmado

El último dígito indica el estado de la superficie de rodadura

- 1: Bueno
- 2: Regular
- 3: Malo

Así, un tramo de vía de calzada sencilla identificado con el código 223 es representativo de una infraestructura construida en terreno ondulado, con superficie de rodadura en afirmado y estado malo. En el caso de vías en doble calzada, el código utilizado inicia por 40, distinguiendo tres tipos en función del tipo de terreno:

- 401: Plano
- 402: Ondulado
- 403: Montañoso

En la nueva versión del modelo, para el caso específico del modo de transporte fluvial, fueron considerados los siguientes tramos homogéneos:

- Puerto Marítimo – Fluvial - Bocas – Tumaradó
- Bocas – Tumaradó – Riosucio
- Riosucio – Vigía de Curvaradó
- Vigía de Curvaradó – Napipí -Vigía del Fuerte (brazo montaño)
- Vigía del Fuerte – Beté
- Beté – Quibdó

2.2.2. Costos de operación

La actualización de costos en la red al año base (2012) se hizo aplicando el índice de costos para el transporte de carga presentado en la Tabla 3, el cual está dado para distintas clases de vehículos en los últimos doce meses.

Tabla 3. Índice de costos para el transporte de carga

Vehículo	Año Corrido
Total	2,13
Vehículos de 2 ejes	2,18
Vehículos de dos ejes con 20 años o más	2,48
Vehículos de dos ejes entre 19 y 10 años	2,02
Vehículos de dos ejes con 9 años o menos	2,12
Vehículos de 3 ejes	2,09
Vehículos de tres ejes con 20 años o más	2,04
Vehículos de tres ejes entre 19 y 10 años	2,35
Vehículos de tres ejes con 9 años o menos	1,95
Vehículos de 4 ejes	2,15
Vehículos de cuatro ejes con 20 años o más	2,56
Vehículos de cuatro ejes entre 19 y 10 años	2,19
Vehículos de cuatro ejes con 9 años o menos	2,10
Vehículos de 5 ejes	2,23
Vehículos de cinco ejes con 20 años o más	2,63
Vehículos de cinco ejes entre 19 y 10 años	2,18
Vehículos de cinco ejes con 9 años o menos	1,97
Vehículos de 6 ejes	2,03
Vehículos de seis ejes con 20 años o más	1,77
Vehículos de seis ejes entre 19 y 10 años	2,23
Vehículos de seis ejes con 9 años o menos	2,01

Fuente: DANE, Julio 18 de 2012

En el modo carretero, cada arco en particular ha sido caracterizado con el costo de peaje específico que le corresponde. Los detalles pueden verse directamente en el modelo, donde cada arco contiene el costo de operación, el costo de peajes y el costo total. Para brindar una idea general de la caracterización realizada, los valores promedios del costo de los peajes en la red de transporte para cada clase de vehículo son los indicados a continuación:



- Autos: \$ 6,826
- Buses: \$ 9,395
- Camiones: \$ 19,258

2.2.3. Capacidad

Con el fin de conocer la capacidad de la oferta se utilizó el método del Manual Colombiano de Capacidad y Niveles de Servicio para Carreteras de dos Carriles; en el caso de vías en doble calzada fueron empleados los criterios del *Highway Capacity Manual* – HCM 2000.

La capacidad de una carretera de dos carriles se define como el máximo número de vehículos que pueden circular por un punto o tramo uniforme de la vía en los dos sentidos, durante cierto periodo de tiempo, en las condiciones imperantes de vía y del tránsito³. Según el manual colombiano, el cálculo de la capacidad parte de un valor máximo en condiciones ideales, en las cuales no existen restricciones geométricas, de tránsito ni ambientales; este valor máximo disminuye a medida que las condiciones particulares de la vía en estudio se apartan de las ideales.

Según el manual colombiano, la capacidad de una carretera de dos carriles en Colombia, en condiciones ideales es de 3200 automóviles por hora en ambos sentidos. Este valor de capacidad en condiciones ideales se multiplica por varios factores de corrección hasta obtener la capacidad del tramo de vía en las condiciones propias de la infraestructura así:

$$C_{60} = 3200 \cdot F_{pe} \cdot F_d \cdot F_{cb} \cdot F_p$$

donde,

- C_{60} : Capacidad en vehículos mixtos sin considerar variaciones aleatorias
- 3200: Capacidad en condiciones ideales (vehículos/hora/ambos sentidos)
- F_{pe} : Factor de corrección a la capacidad por pendiente
- F_d : Corrección a la capacidad por distribución del flujo vehicular por sentido
- F_{cb} : Corrección a la capacidad por efecto combinado del ancho de carril y berma
- F_p : Factor de corrección a la capacidad por la presencia de vehículos pesados

³Ministerio de Transporte, INVIAS. Universidad del Cauca. Manual de Capacidad y Niveles de Servicio para Carreteras de Dos Carriles. Segunda Versión, Popayán 1996.

Esta expresión determina el volumen mixto (vehículos livianos y pesados) máximo que puede circular en ambos sentidos, durante la hora pico sin causar congestión, suponiendo que no hay variaciones aleatorias en ese volumen. Para el cálculo de capacidad y niveles de servicio, el manual colombiano establece que se debe trabajar con arcos de características o sectores homogéneos.

Debido al tipo de información recopilada para caracterizar la red, fue necesario calcular varios factores de corrección a partir del tipo de terreno, la superficie de rodadura y el estado de la misma, ya que no fue posible obtener información actualizada de toda la red en cuanto a pendientes de las vías, estado de la superficie (IRI), radios de curvatura, deflexiones, anchos de bermas y distribución direccional.

2.2.4. Velocidad y parámetros BPR

De manera agregada se estableció la velocidad inicial de cada arco, así como los parámetros de la función BPR, con fines de modelación. La Tabla 4 contiene la velocidad inicial, la velocidad a flujo libre (FFS por sus iniciales en inglés) y los valores de alfa y beta para cada una de las tipologías de arco consideradas.

Tabla 4. Velocidad y parámetros BPR

Terreno	Superficie	Estado	Vía tipo	C60	FFS	T	α	β
Plano	Pavimentado	Bueno	111	2179	81	0,19	0,20	3,0
Plano	Pavimentado	Regular	112	2213	81	0,21	0,20	3,0
Plano	Pavimentado	Malo	113	1175	81	0,20	0,20	3,0
Plano	Afirmado	Bueno	121	2030	76	0,43	0,35	3,5
Plano	Afirmado	Regular	122	2036	76	0,41	0,35	3,5
Plano	Afirmado	Malo	123	2064	76	0,44	0,35	4,0
Ondulado	Pavimentado	Bueno	211	1813	72	0,21	0,25	3,5
Ondulado	Pavimentado	Regular	212	1818	72	0,23	0,25	3,5
Ondulado	Pavimentado	Malo	213	1825	72	0,24	0,30	3,5
Ondulado	Afirmado	Bueno	221	1662	78	0,29	0,40	4,0
Ondulado	Afirmado	Regular	222	1716	78	0,38	0,40	4,0
Ondulado	Afirmado	Malo	223	1657	78	0,53	0,40	4,0
Montañoso	Pavimentado	Bueno	311	1557	75	0,27	0,35	4,0
Montañoso	Pavimentado	Regular	312	1536	75	0,35	0,35	4,0
Montañoso	Pavimentado	Malo	313	1507	75	0,40	0,40	4,0
Montañoso	Afirmado	Bueno	321	1349	60	0,40	0,40	4,0
Montañoso	Afirmado	Regular	322	1386	60	0,38	0,40	4,0
Montañoso	Afirmado	Malo	323	1404	60	0,52	0,40	4,0
Plano	Doble calzada		401	1700	90	0,12	0,10	2,0



Terreno	Superficie	Estado	Vía tipo	C60	FFS	T	α	β
Ondulado	Doble calzada		402	1700	80	0,21	0,10	2,5
Montañoso	Doble calzada		403	1700	70	0,24	0,15	3,0

Fuente: ICCU, 2011

El efecto de las distintas clases de vehículos consideradas se incorpora en el modelo mediante los factores de equivalencia vehicular. No obstante, en el proceso de calibración de la red, algunos arcos específicos pueden ser objeto de modificaciones puntuales de estos parámetros, con el fin de obtener una mejor aproximación entre los flujos modelados y observados.

La caracterización detallada de la red fluvial se presenta en el capítulo 3, en la sección asociada con los resultados obtenidos de los inventarios que fueron realizados en el sistema de transporte.

2.3. EVALUACIÓN TÉCNICA DEL MODELO DE ASIGNACIÓN

La planeación del transporte es un proceso que implica el análisis del patrón actual de viajes y su pronóstico, para determinar indicadores del uso de la infraestructura de transporte que permitan tomar decisiones a futuro⁴; normalmente este proceso se basa en el modelo clásico de planificación del transporte, que es presentado como una secuencia de cuatro sub-modelos: generación de viajes, distribución, partición modal y asignación⁵; los tres primeros sub-modelos están relacionados con el pronóstico de la demanda de viajes, mientras que el sub-modelo de asignación de viajes se usa para estimar los flujos vehiculares en una red, tomando como insumo la demanda de viajes, convenientemente representada por una matriz origen – destino (O-D), y considerando características propias de los arcos tales como el tiempo (costo) de viaje o cualquier otra variable de impedancia que permita modelar el costo de las rutas alternativas que podrían ser utilizadas⁶.

Los métodos más sencillos de asignación no se basan en el equilibrio pero son de gran utilidad ya que su uso iterativo permite encontrar soluciones razonables con menos esfuerzo que el requerido por otros métodos más complejos que exigen la estimación de parámetros como la capacidad y los coeficientes de las funciones volumen-demora.

⁴ J.D. Fricker and R.K. Whitfor. Fundamentals of Transportation Engineering: A multimodal systems approach. School of Civil Engineering Purdue University. Prentice Hall, 2004.

⁵ J. D. Ortúzar and L. G. Willumsen. Modelling Transport. Second Edition, John Wiley & Sons Inc., Chichester, 2000, p. 90.

⁶ L. G. Márquez. Modelación de la Demanda de Transporte con TRANSCAD, primera edición. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. ISBN 978-958-44-2052-7, Tunja, 2006, p. 151.



El método de asignación todo o nada es el más simple de todos, ya que los flujos son asignados a la ruta más corta que conecta cada par O-D; la búsqueda de las rutas más cortas se hace con el algoritmo de Dijkstra⁷; dicho modelo no es muy real pues plantea que solo es usado un camino entre cada par O-D y ni siquiera son usados otros caminos con el mismo tiempo de viaje o costo.

De otra parte, el método de asignación estocástica distribuye los flujos entre múltiples caminos alternativos que conectan los pares O-D, la proporción de viajes que es asignada a cada camino particular es igual a la probabilidad de elegir ese camino; el algoritmo que resuelve este método es conocido en la literatura como el algoritmo de Dial, cuyo procedimiento implementa el modelo Logit de elección de ruta con parámetro θ^8 ; este método de asignación no emplea todas las rutas posibles, pero asigna viajes a todos los arcos considerados razonables, es decir, aquellos por medio de los cuales se aleja del origen y se acerca al destino.

El método de asignación incremental asigna la matriz O-D en varias etapas; en cada etapa, una porción fija del total de la demanda es asignada, con base en el algoritmo todo o nada, después de cada etapa, los tiempos de viaje en cada arco son recalculados con base en los volúmenes asignados a cada arco⁹; la asignación incremental está influenciada por el orden en que son asignados los flujos O-D, lo que produce sesgos adicionales en los resultados.

Finalmente, el método de asignación con restricción de capacidad permite aproximarse a una solución de equilibrio mediante la iteración entre asignaciones todo o nada, recalculando los tiempos en función de la relación existente entre el volumen asignado y la capacidad; este método presenta el problema de que sus resultados dependen fuertemente del número de iteraciones que se ejecuten.

Otros métodos más complejos incluyen el efecto de la congestión, según el cual, a medida que crece el volumen de tráfico, la velocidad promedio de los arcos tiende a decrecer, primero lentamente y luego de manera más significativa¹⁰.

La asignación de equilibrio de usuario utiliza un proceso iterativo para alcanzar una solución convergente, en la cual no es posible mejorar el tiempo de viaje al cambiar de ruta; en cada iteración, los flujos en los arcos de la red son computados incorporando el

⁷ R. K. Ahuja, T. L. Magnanti and J. B. Orlin. Networks flows: Theory, algorithms, and applications, first edition. Prentice Hall, New Jersey, 1993, p. 108.

⁸ Y. Sheffi. Urban Transportation Networks: Equilibrium analysis with mathematical programming methods. First edition, Massachusetts Institute of Technology. Prentice Hall, New Jersey, 1984, p. 313.

⁹ Caliper Corporation. Travel Demand Modeling with TransCAD 4.8. User's Guide. Caliper Corporation. Newton, Massachusetts, 2005, p. 162.

¹⁰ M. Patriksson. The Traffic Assignment Problem: Models and methods. Linköping Institute of Technology. Linköping, Sweden, 1994, p. 152.



efecto de las restricciones de capacidad y la dependencia entre el tiempo o la demora y el volumen de tráfico; el problema de equilibrio de usuario es resuelto aplicando el algoritmo de Frank-Wolfe.

Para terminar, el método de asignación óptimo del sistema minimiza el tiempo total de viaje de la red; este método tiene gran aplicación en el análisis de sistemas inteligentes de transporte ya, que desde el punto de vista del comportamiento del usuario este método no resulta muy realista.

Puede verse claramente que son diversos los métodos básicos de asignación disponibles para modelar la utilización de los arcos en una red de transporte, sin embargo, en la práctica no resulta elemental decidir cuándo utilizar uno de estos métodos para abordar un problema en particular; es por esta razón que se experimentará con un modelo de red para evaluar el resultado de los métodos de asignación con distintos volúmenes de tránsito. Estos métodos por sí solos no son capaces de dar respuesta a un problema como el que se aborda en el presente trabajo, ya que la interacción de flujos de distinta naturaleza sobre arcos compartidos no resulta fácil de modelar con estos métodos relativamente sencillos.

Con base en la calibración hecha en el estudio del corredor Atrato – San Juan¹¹, fue seleccionado inicialmente un modelo estocástico de asignación de tráfico, el cual pone de manifiesto la variabilidad en la percepción de costos por parte de los usuarios. Esta es una ventaja sobre otras técnicas que, como el método de asignación “todo o nada”, asignan todo el flujo de un par OD determinado sobre la ruta más corta, dando como resultado una gran cantidad de arcos en la red que no reciben flujo.

La estimación del parámetro θ Del modelo estocástico de asignación, fue hecha con la técnica de máxima verosimilitud, para tratar de representar de la mejor forma posible los porcentajes de utilización de cada ruta y modo con respecto a las observaciones de campo provenientes de las estaciones de conteo. Después de calibrar el método estocástico de asignación, se sabe que el parámetro de costo que simula mejor los flujos del año base es igual a 0.00007, tal como se observa en la Tabla 5.

No todos los arcos con información de flujo vehicular fueron considerados en la calibración puesto que en algunos de ellos se nota una fuerte influencia de flujos urbanos y suburbanos, que si bien deben ser representados por el modelo, no se consideran apropiados con fines de calibración dado el carácter estratégico del modelo.

Entonces, excluyendo los arcos con TPD superior a 15,000 se encontró que la calibración del modelo de asignación se acerca al 87 % tal como se ve en la Figura 1.

¹¹ Universidad Tecnológica del Chocó. ESTUDIOS Y ANÁLISIS PARA LA INVESTIGACIÓN DE LA FACTIBILIDAD TÉCNICA, SOCIO-ECONÓMICA Y AMBIENTAL DEL CORREDOR ATRATO – SAN JUAN. Instituto Nacional de Vías, 2010.

No obstante el nivel de calibración aceptable, fueron detectados unos problemas en el modelo de vehículos de carga vacíos y en la posterior estimación de los TPD a partir de los flujos agregados expresados en vehículos equivalentes.

Tabla 5. Estimación del parámetro del modelo de asignación estocástico

Theta	Flujo (vehículos equivalentes)		% Flujo/Conteo
	Asignado	Observado	
0,00001	4.448.971	4.805.715	8,02
0,00002	4.450.952	4.805.715	7,97
0,00003	4.451.813	4.805.715	7,95
0,00004	4.452.484	4.805.715	7,93
0,00005	4.453.397	4.805.715	7,91
0,00006	4.454.653	4.805.715	7,88
0,00007	4.456.222	4.805.715	7,84
0,00008	4.363.512	4.805.715	(10,13)
0,00009	4.365.261	4.805.715	(10,09)
0,00010	4.367.124	4.805.715	(10,04)
0,00020	4.384.594	4.805.715	(9,60)
0,00030	4.398.871	4.805.715	(9,25)
0,00040	4.412.528	4.805.715	(8,91)

Fuente: UTCH, 2010

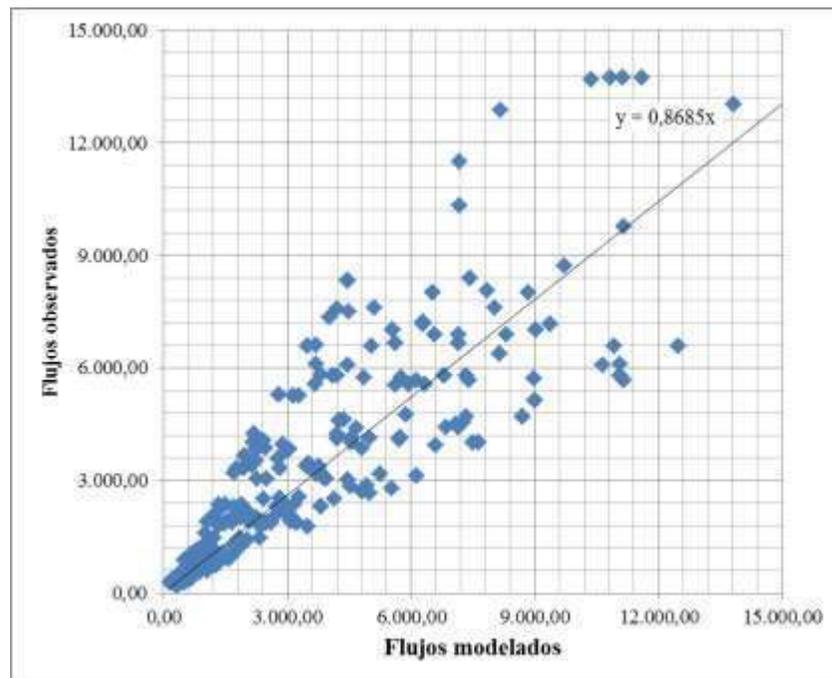


Figura 1. Calibración del modelo con flujos nacionales

Fuente: UTCH, 2010



Inicialmente, para expresar el costo total en el modelo, se sugirió la utilización de una función de costo generalizado basada en una relación volumen-demora tipo BPR incluida dentro del modelo, que da la posibilidad de incluir costos fijos en algunos arcos y un costo variable por unidad de distancia.

No obstante, se encontró que esta función no permite suponer distintos niveles del valor del tiempo por clase de vehículo, sino que asume una constante representativa del valor del tiempo, independientemente de la clase de vehículo considerada, evitando así que el ajuste fuera mejor.

Para superar esta limitante, se decidió aplicar un algoritmo de asignación Multi-clase y Multi-modo (MMA) presente en la plataforma de modelación TransCAD® 5.0, que es una rutina donde cada modo tiene distintos parámetros de la función volumen-demora y diferentes valores del tiempo. En este caso, el costo generalizado para cada clase entre un par origen – destino determinado, viene dado por:

$$gc_{OD}^m = \sum_{i \in A_{OD}^m} \{VOT^m \cdot VDF(t_a, c_a, x_a, \dots) + FT_a^m\} + \sum_{m \in M_{OD}^m} MT_i^m$$

donde,

- gc_{OD}^m : Costo generalizado entre el origen O y el destino D para la clase m
- m : Clase
- a : Arco
- OD : Origen – Destino
- A_{OD}^m : Conjunto de arcos en la ruta más corta entre O y D para la clase m
- VOT^m : Valor del tiempo de la clase m
- t_a : Tiempo de viaje a flujo libre en el arco a
- c_a : Capacidad del arco a
- FT_a^m : Tarifa fija del arco a para la clase m
- M_{OD}^m : Conjunto de nodos entre O y D para la clase m
- MT_i^m : Costo de la sección i para la clase m
- VDF : Función de volumen-demora
- x_a : Volumen total en el arco a

2.4. EVALUACIÓN TÉCNICA DE FLUJOS SIMULADOS

En la fase anterior los flujos fueron simulados bajo el supuesto de construir el puerto en Tribugá y por lo tanto son el resultado de una importante atracción de los flujos de exportación con destino principal a los puertos del Pacífico. Así mismo, de manera externa al modelo de macro-simulación fueron adicionados unos flujos provenientes del Canal de Panamá, que harían transferencia fluvial – carretera en Quibdó

Descontando los flujos interoceánicos atraídos del Canal de Panamá, la Tabla 6 resume los flujos principales simulados en cada uno de los horizontes de planificación, que corresponden a escenarios quinquenales desde el año 2015 hasta el año 2030.

Tabla 6. Flujos estimados por el modelo de la fase anterior
(Millones de toneladas)

Origen	Destino	AÑO			
		2015	2020	2025	2030
Bocas Atrato	Quibdó	1.570	1.693	1.799	1.885
Quibdó	Las Ánimas	1.399.684	1.643.798	1.878.507	2.150.566
Las Ánimas	Tribugá	1.837.066	1.980.487	2.104.314	2.203.443

Los flujos presentados en la Tabla 6 contienen información agregada de toneladas de carga proyectadas en el corredor, incluye carga nacional y de comercio exterior pero no se especifica por tipo de producto.

De acuerdo con la simulación realizada los flujos provenientes de la integración marítima – fluvial son mínimos ya que los flujos mayoritarios fueron estimados en forma externa al modelo y correspondían a 2.046.788 toneladas atraídas del Canal de Panamá dada la simulación del corredor intermodal interoceánico.

2.5. CONCLUSIONES

Las principales conclusiones de la revisión del modelo producto del convenio 3479 de 2008 son las siguientes:

- Se corroboró que el cargamento modelado de los flujos no sigue un patrón interoceánico sino que los flujos cargan con mayor intensidad en algunos tramos específicos del corredor modelado.
- Es posible que algunos flujos, especialmente de transporte de pasajeros hayan sido subestimados, o peor aún, que no hayan sido considerados debido a un



problema de agregación, así que para un análisis más detallado, a nivel del complemento de la Fase II, se utiliza un sistema de zonificación más detallado que permite un análisis más preciso de los flujos de transporte en el corredor.

- Debido a que la construcción del puerto de Tribugá ya no hace parte de los supuestos para la presente investigación, fue necesario re-estimar los flujos con base en las condiciones actuales que implican el mejoramiento del canal navegable del río Atrato, entre las poblaciones de Quibdó y Tarena en el Golfo de Urabá, en una extensión de 494 km, teniendo en cuenta la posibilidad de implementar una primera etapa a través del corredor de transporte multimodal Pereira-Océano Atlántico.
- Es claro que el modelo de transporte utilizado, al estar conformado por las redes estratégicas combinadas de todos los modos de transporte de superficie, es susceptible de ser actualizado para simular las nuevas condiciones definidas para la complementación de los estudios a nivel de factibilidad.
- Se espera que la utilización de una función de asignación multi-clase y multi-modo permita superar las restricciones que se tenían en el modelo de la fase anterior, que se basa en un algoritmo de asignación estocástica.
- Sin tomar en cuenta los flujos atraídos del Canal de Panamá, que podrían ser considerados únicamente bajo el supuesto de integración interoceánica se encuentra que los flujos simulados superarían los 2 millones de toneladas a partir del año 2025.

3. TOMA DE INFORMACIÓN

Tal como se desprende de la Figura 2, la toma de información es la tercera actividad del componente Transporte, después de haber realizado la revisión de antecedentes, que fue reportada en el capítulo anterior.

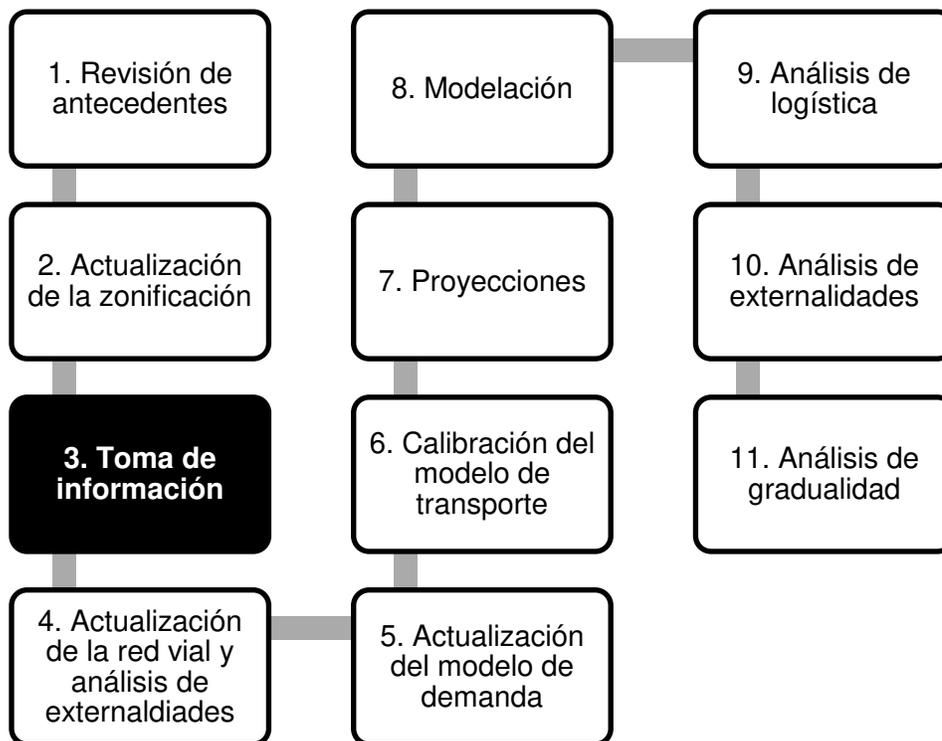


Figura 2. Actividades del componente Transporte

3.1. METODOLOGÍA GENERAL

De la propuesta metodológica inicialmente presentada se desprende que la realización del estudio implicó la toma de información primaria para ajustar y calibrar adecuadamente los modelos de transporte, con los cuales se estimarán los flujos de transporte futuros.

Previamente ha sido copiada la información secundaria referida a los datos generales sobre oferta y demanda de transporte existente, características socioeconómicas y demás aspectos operacionales del servicio del corredor analizado. Parte de la información secundaria anteriormente copiada ha sido utilizada en la programación de la toma de información primaria, especialmente aquella relacionada con los registros



históricos de flujos de transporte, a partir de los cuales fue posible diseñar la muestra y en consecuencia establecer los requerimientos de recursos para la campaña de toma de información de campo con el objetivo de establecer las condiciones normales de la demanda de transporte.

Al respecto, tal como lo establecen los manuales de toma de información, es importante tener en cuenta que las condiciones normales de la demanda se asocian con la movilización regular de pasajeros y carga que se genera en un corredor vial o en una infraestructura específica, para determinados períodos del año sin que esté afectada por factores externos al mismo servicio, como son las épocas de vacaciones, los periodos comprendidos entre el 15 de junio y el 31 de julio y entre el 15 de noviembre y el 15 de febrero, Semana Santa, días Festivos y las de obstrucción de una vía¹². Esta fue una de las razones que obligó a reprogramar la toma de información de campo, con el ánimo de evitar el periodo “anormal” que recién terminó el 31 de julio pasado.

La primera fase a realizar en el desarrollo de los estudios de cuantificación de la oferta y la demanda de pasajeros y carga en los modos de transporte fluvial y por carretera sobre la infraestructura existente, fue la de programar la actividad de campo con la cual se obtuvo la información requerida para determinar las características de la oferta y la demanda manifiesta y puntual del sistema de transporte. Como se explica a continuación, la programación involucró las actividades de socialización entre los grupos de interés, algunos aspectos logísticos y elementos técnicos relacionados con las actividades de diseño muestral, diseño de formatos y elaboración de manuales para supervisores, aforadores y encuestadores.

3.1.1. Participación de los grupos de interés

Es claro que para la recolección de la información de campo se contó con la participación de las comunidades étnicas asentadas en el territorio, las instituciones del gobierno del orden local y regional, las autoridades encargadas de la operación y mantenimiento de las rutas navegables, operadores y usuarios del servicio.

En este sentido, antes de dar inicio a la toma de información primaria se adelantó una campaña de socialización entre los grupos de interés identificados, tal como se ve en la Figura 3. La comunicación fue permanente con las autoridades del gobierno regional, los operadores y las autoridades a cargo de la infraestructura. Los usuarios y las

¹² MINISTERIO DE TRANSPORTE. ANEXO E.2.A.3. Manual para la logística de toma de información y diligenciamiento de formatos en el transporte terrestre automotor de pasajeros por carretera. Contrato 754 de 2009 para estructurar e implementar el modelo conceptual que permita cuantificar la demanda actual, estimar la demanda futura y determinar la movilización de transporte de pasajeros en los modos terrestre por carretera, fluvial, ferroviario y aéreo a nivel nacional e internacional, Segunda fase.

comunidades étnicas fueron contactados especialmente en la aplicación de las encuestas. Sin la colaboración de todos los grupos de interés no habría sido posible conseguir la información necesaria para el estudio.



Figura 3. Grupos de interés identificados

En cuanto a las comunidades étnicas, tal como se indicó en los documentos elaborados en la primera fase, el proceso etnohistórico vivido por los afrodescendientes chocoanos, les ha permitido ir construyendo un proceso cultural particular, desde las apropiaciones y reapropiaciones sociales, cuyos resultados son una territorialidad colectiva, una cosmovisión sincrética (africana-hispana-amerindia) y extenso acervo cultural que se mira ya como patrimonio nacional y universal, que les permitió sobrevivir a la diáspora africana, a la dura, agobiante e inhumana esclavitud colonial, y los demás intentos nacionales de integración al proyecto nación de los grupos financieros y élites de poder y en el poder.

En tal sentido, dicho fortalecimiento de la integridad étnica e identidad cultural afro, se constituye en una condición central y vital, de tal suerte que todo proyecto de desarrollo debe consentir el fortalecimiento organizativo comunitario, de identidad étnica y cultural, al igual que la gobernabilidad y autonomía indígena que permita garantizar el control del territorio, la continuidad y la autosuficiencia económica de las comunidades.



Investigación para la complementación de los estudios Fase II (Factibilidad)
para la navegabilidad del río Atrato



Se consideró muy importante contactar previamente y solicitar la colaboración de las inspecciones fluviales existentes, antes de dar inicio a la toma de información. Los datos de contacto para la realización de dicha tarea se presentan en la Tabla 7.

Tabla 7. Inspecciones fluviales

Inspección fluvial	Inspector	Teléfono	e-mail	Horario de atención
Quibdó, Chocó	Darleny Londoño Velásquez	6711355	dlondoño@mintransporte.gov.co	07:30 – 15:30
Riosucio, Chocó	César Vargas Córdoba	6810390 6813310	cvargasc@mintransporte.gov.co	07:30 – 15:30
Turbo, Antioquia	Leidy Loana Ocampo Palacios	8272349	locampo@mintransporte.gov.co	07:30 – 15:30

De manera específica, además de las comunidades étnicas y autoridades, con respecto a los operadores de transporte de la región, se consideró de vital importancia contactar a las principales empresas de transporte fluvial de la región, las cuales han sido identificadas y relacionadas en la Tabla 8, al igual que a las empresas de transporte terrestre de pasajeros que se presentan en la Tabla 9.

Tabla 8. Empresas de transporte fluvial de pasajeros

Empresa	Domicilio	Teléfono	Rutas	Parque Fluvial (Pangas)
ATRACARIBE	Cl. 20 # 22-60, Quibdó	6716395	Quibdó – Beté – Bellavista – Riosucio y viceversa. Quibdó – Paimadó y viceversa	20
TRANS ATRATO LTDA.	Cr. 1 # 24-56, Quibdó	6714638	Quibdó – Beté – Bellavista – Riosucio y viceversa. Quibdó – Paimadó y viceversa	10
COOTRANSFLUMAR	Cl. 100 # 12-50, Turbo	8278790	Quibdó – Beté – Bellavista – Riosucio y viceversa. Turbo – Riosucio – Unguía y viceversa	53
EXPRESO BAGADÓ			Bagadó – Puertos intermedios	1

FUENTE: Ministerio de Transporte 2012

El contacto previo con las empresas de transporte buscó la colaboración en la toma de información de campo, especialmente en la aplicación de aforos y encuestas a usuarios.

Tabla 9. Empresas de transporte terrestre de pasajeros

Empresa	Radio de acción	Tipo de vehículos	Cantidad de vehículos
TRANSPROGRESO del Chocó	Local	Taxis	33
	Intermunicipal	Busetas	18
TRANSPACÍFICO	Local	Busetas	13
	Intermunicipal		
Expreso Chocó	Local	Taxis	12
		Busetas	11
COOTRACHOCÓ	Local	Taxis	13
SERVITAXI	Local	Taxis	8
COOTRANSANJUAN	Local e intermunicipal	Buses	3
		Busetas	4
Rápido Ochoa	Medellín	Buses	Nacional
Flota Occidental	Intermunicipal Interdepartamental (Pereira y Medellín)	Buses	
Empresa Arauca	Intermunicipal Interdepartamental (Pereira y Cali)	Buses	

FUENTE: Ministerio de Transporte, 2010

3.1.2. Estructura administrativa para la toma de datos

La toma de información de campo estuvo a cargo de un supervisor designado por el Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico (IIAP), quien mantuvo contacto permanente con su homólogo designado por parte de la Interventoría. Las tareas específicas de toma de información fueron ejecutadas por un grupo de aforadores y encuestadores, según correspondió con el estudio a realizar.

En la Figura 4 se observa parte del trabajo de capacitación adelantado en la fase preparatoria para la toma de información.

SUPERVISOR

Profesional universitario, de la región, quien fue designado por el IIAP y cumplió las siguientes funciones:

- Coordinar anticipadamente con las autoridades, el apoyo y control necesarios para la eficiente toma de información, en cada una de las estaciones a su cargo.
- Conseguir, seleccionar y capacitar el personal de coordinadores, aforadores y/o encuestadores, dando a conocer además el objeto del estudio y la programación establecida sobre fechas y turnos de trabajo.

- Dotar y ubicar, cada una de las estaciones de conteo a su cargo, de las señales de tránsito necesarias y el material que se requiera.
- Distribuir a los coordinadores, los elementos de dotación de aforadores y la papelería requerida.
- Controlar el funcionamiento de las estaciones de conteo, en especial en el cambio de turno, exigiendo a coordinadores y aforadores su presencia, en el sitio de trabajo, media hora antes del comienzo de su respectivo turno.
- Proporcionar refrigerio a los coordinadores, aforadores y autoridad de tránsito, a mitad de cada jornada.
- Revisar y clasificar el material recibido en cada turno y días de conteos.
- Coordinar la digitación de la información en bases de datos.
- Revisar las bases de datos y remitirlas al Experto del componente Transporte.
- Rendir informe escrito del trabajo efectuado al Experto del componente Transporte y a la Interventoría.
- Las demás inherentes a su actividad y que le sean asignadas.



Figura 4. Capacitación a personal para toma de información

El estudio contó con la participación de dos supervisores: Omar Isacio Caicedo Padilla y Harry Alejandro Pineda Padilla, que como se explicó fueron designados directamente por el IIAP.



COORDINADOR

Preferiblemente oriundo de la región, mayor de 18 años, con amplio sentido de responsabilidad, manejo de grupo, liderazgo, capacidad de organización y letra legible. Sus funciones principales fueron:

- Velar por el buen funcionamiento y organización de la estación de conteo.
- Distribuir a los aforadores y encuestadores, según sea el caso, los elementos de dotación y la papelería requerida para la toma de información.
- Sincronizar los relojes del personal de aforadores y encuestadores.
- Resolver las situaciones imprevistas dentro de su turno e informar al supervisor sobre dichos hechos.
- Recibir y clasificar por turno, por fecha y por sentido de circulación los formatos ya diligenciados, los cuales entregará al supervisor, en sobre de manila debidamente marcados.
- Recibir del coordinador del turno anterior, los elementos y materiales requeridos, para la toma de información y hacer entrega al coordinador del turno siguiente de dichos elementos, diligenciando las planillas de control respectivas.
- Remplazar temporalmente en caso de ausencia, a un aforador o encuestador, o tomar las medidas que considere necesarias.
- Tomar información como aforador en caso de formarse colas excesivas de vehículos.
- Digitar la información recibida y entregar las bases de datos al Supervisor.
- Atender las orientaciones y correcciones del Supervisor a quien informará cualquier anomalía.
- Las demás propias de su cargo y las que le sean asignadas por el supervisor.

Los coordinadores del trabajo de campo fueron: Jhony Desiderio Díaz Padilla y Karen Lozano Hinestroza.

AFORADOR Y ENCUESTADOR

Mínimo bachiller, con letra legible, agilidad visual y sentido de responsabilidad. En el caso de encuestadores se prefiere personal femenino con facilidad de establecer contacto verbal con los encuestados. Sus funciones principales fueron:



- Presentarse en el sitio de trabajo media hora antes de iniciar el turno, para recibir dotación, material de trabajo e instrucciones de parte del coordinador.
- Portar en parte visible las identificaciones que se le proporcione y que lo distinga como aforador del estudio.
- Diligenciar correctamente los formatos de aforo y/o encuesta en el turno y sitio asignados, de acuerdo con la programación establecida para la toma de información.
- Devolver los formatos numerados y correctamente diligenciados al coordinador al final del turno, al igual que la papelería sobrante y la dotación.
- Acatar las observaciones del coordinador y/o supervisor que esté a cargo del estudio.
- Ser amable en el diálogo y el trato con el personal al que deba acceder.
- Disponer de reloj para las anotaciones pertinentes.
- Si, una vez comprometido en la realización del estudio, el aforador y/o encuestador no puede presentarse en el turno y hora convenidos, deberá avisar con suficiente anticipación al coordinador y/o supervisor.
- Las demás propias de su cargo y que le sean asignadas por el coordinador y/o supervisor.

El listado de aforadores y encuestadores que prestaron sus servicios en la elaboración del estudio se presenta en la Tabla 10, que además del nombre y el cargo desempeñado incluye información de contacto.

Tabla 10. Relación de personal de aforos y encuestas

No	NOMBRES Y APELLIDOS	IDENTIFICACIÓN	CONTACTO	CARGO
1	YANET MARIA BLANDON	54.254.461	3128032117	ENCUESTADOR CARGA
2	JHOHANA AGUILAR	1.059.445.612	3218485269	ENCUESTADOR CARGA
3	ARBELIA BERMUDEZ	38.891.058	3137758675	ENCUESTADOR CARGA
4	YASLEIDY BECERRA DEL TORO	35.898.464	3137462331	ENCUESTADOR CARGA
5	ZULEINY CETRE MOSQUERA	1.010.057.333	3104703484	ENCUESTADOR CARGA
6	CLEMENCIA PALACIOS	35.892743	3146407442	ENCUESTADOR TPC
7	YULADY PADILLA PADILLA	1.077.459.946	3148832200	ENCUESTADOR TPC
8	KAREN YICET GONZALES CORDOBA	1.077.437.161	3117439468	ENCUESTADOR TPC
9	CINDY YANET DE DIEGO ASPRILLA		3105329767	ENCUESTADOR TPC
10	YENNY DEL CARMEN HINESTROZA	35.603.118	3102493996	ENCUESTADOR TPC
11	MARTHA INES LEYES SERNA	35.894.059	3117318997	ENCUESTADOR TPC
12	MARYLIN TOVAR MORENO	35.604.578	3146557942	ENCUESTADOR TPC



No	NOMBRES Y APELLIDOS	IDENTIFICACIÓN	CONTACTO	CARGO
13	LEIDY JHOHANA MURILLO REYES	1.076.324.778	3146807876	ENCUESTADOR TPC
14	DIORLIN MENA ANDRADES	35.547.095	3104499844	ENCUESTADOR TPC
15	MARCIANA MURILLO MORENO	35.890.444	3117549582	ENCUESTADOR TPC
16	MARICEL MURILLO PALACIOS	43.200.409	3108989393	ENCUESTADOR PRIVADO
17	SANTA YILA LOPEZ GIRON		3137501774	ENCUESTADOR PRIVADO
18	IDALIDES PALACIOS PALACIOS	1.077.430.970	3146364923	ENCUESTADOR PRIVADO
19	JAFFA IKABIRY HURTADO	35.891.058	3122806139	ENCUESTADOR PRIVADO
20	YOFAIDY MOSQUERA	35.892.030	3138668121	ENCUESTADOR PRIVADO
21	JHOFREY MORENO MOSQUERA	11.814.651	3207991869	ENCUESTADOR PD
22	DENILSON HINESTROZA MOSQUERA	1.077.453.897	3206540407	ENCUESTADOR PD
23	LUIS FERNANDO RODRIGUEZ	11.813.298		ENCUESTADOR PD
24	JENS HAMES PALACIOS MOSQUERA	11.810.990	3117415268	AFORADOR
25	JOVANNY BUENAÑOS FIGUEROA	12.020.489	3125453307	AFORADOR
26	YAIR ANDRES LOPEZ GIRON		3137501774	AFORADOR
27	LEINER PALOMEQUE	1.077.451.210	3207103924	AFORADOR
28	HENRRY MENA BLANDON	11.796.655	3103865530	AFORADOR
29	ROBINSON RAMIREZ	1.077.453.033	3208403510	AFORADOR
30	JOSE ANGEL MARMOLEJO ACOSTA		3123930735	AFORADOR
31	LUIS FELIPE MORENO	1.003.930.434	3147615685	AFORADOR

Fuente: Elaboración propia, 2012

3.1.3. Sitios de toma de información

Para el acopio de información en el modo carretero se identificaron cuatro (4) estaciones de toma de información: dos (2) en cercanías de Quibdó para determinar los flujos locales y dos (2) más en el área de influencia de Risaralda y Antioquia para conocer los flujos que eventualmente podrían considerar atractivo el sistema de transporte analizado. Los criterios tomados en consideración para definir la localización de las estaciones en el modo carretero son los siguientes:

- Ubicar tantos retenes como sea necesario para garantizar el cubrimiento de los pares OD relevantes, evitando caer en conteo de doble información.
- Los lugares seleccionados no deben corresponder a puntos del área suburbana, donde aún se presenta tránsito de vehículos locales.
- El sitio definido como estación de conteo debe coincidir en lo posible con algún punto de parada obligado del tránsito o zonas de disminución de velocidad,

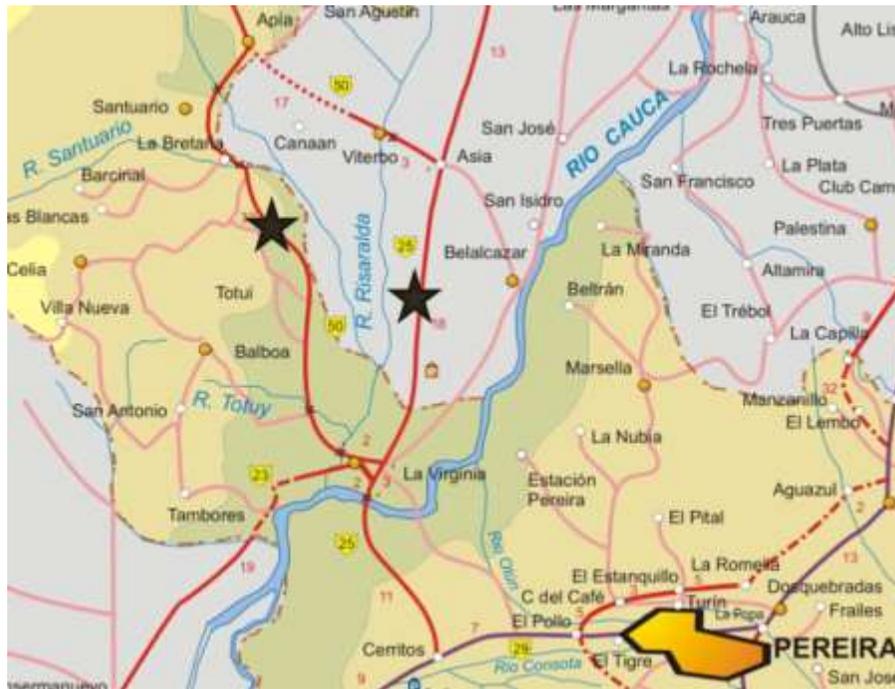


Figura 6. Estaciones de toma de información en el eje Risaralda - Antioquia



Figura 7. Sitios de toma de información transporte fluvial



Aunque la toma de información en Turbo está más relacionada con el río León que con el propio río Atrato, se consideró importante recabar algunos datos de campo en dicho sitio, con el propósito de tener un conocimiento amplio y suficiente de la utilización actual de la cuenca y para efectos del diseño del muelle en Tarena.

3.1.4. Funcionamiento de las estaciones carreteras

La toma de datos en estaciones de conteo se efectuó por grupos de aforadores, encuestadores y su coordinador, quienes desarrollaron la actividad durante tres (3) días consecutivos para efectos de logística y operación (de domingo a martes o de jueves a sábado), en jornadas efectivas de seis (6) horas cada turno, para completar las 12 horas continuas de toma de información acordadas conjuntamente con la Interventoría. La distribución de turnos durante el día se efectuó como se muestra en la Tabla 11.

Tabla 11. Relación de turnos por estación

Turno	Hora inicio	Hora final	Duración del turno (horas)
De la mañana	06:00	12:00	6
De la tarde	12:00	18:00	6

Fuente: Elaboración propia, 2012

Cada grupo de encuestadores y aforadores se ubicó en ambos sentidos de circulación según lo determinó el coordinador. Se contó con la presencia de agentes de la Policía de Carreteras por cada sentido de circulación, garantizando la detención segura de los vehículos, además cada estación de conteo fue dotada con los siguientes elementos necesarios para la correcta realización de la actividad:

- Conos refractivos, constituyen elementos tradicionalmente utilizados por la autoridad de tránsito para indicar lugares donde se está desarrollando un operativo.
- Vallas informativas.

La Figura 8 ilustra la manera como se dispuso la estación de toma de información, siguiendo las recomendaciones dadas por el estudio para estructurar e implementar el modelo conceptual que permite cuantificar la demanda actual, estimar la demanda futura y determinar la movilización de transporte de pasajeros en los modos terrestre por carretera, fluvial, ferroviario y aéreo a nivel nacional e internacional, Segunda fase¹³. Como se puede ver, además de la presencia del personal de campo para la

¹³ MINISTERIO DE TRANSPORTE. ANEXO E.2.A.3. Manual para la logística de toma de información y diligenciamiento de formatos en el transporte terrestre automotor de pasajeros por carretera. Contrato 754 de 2009 para estructurar e implementar el modelo conceptual que permita cuantificar la demanda actual, estimar la demanda futura y determinar la movilización de transporte de pasajeros en los modos terrestre por carretera, fluvial, ferroviario y aéreo a nivel nacional e internacional, Segunda fase.

toma de información, se consideró de vital importancia la presencia de las autoridades de policía cuya gestión estuvo a cargo del supervisor designado para tal fin.

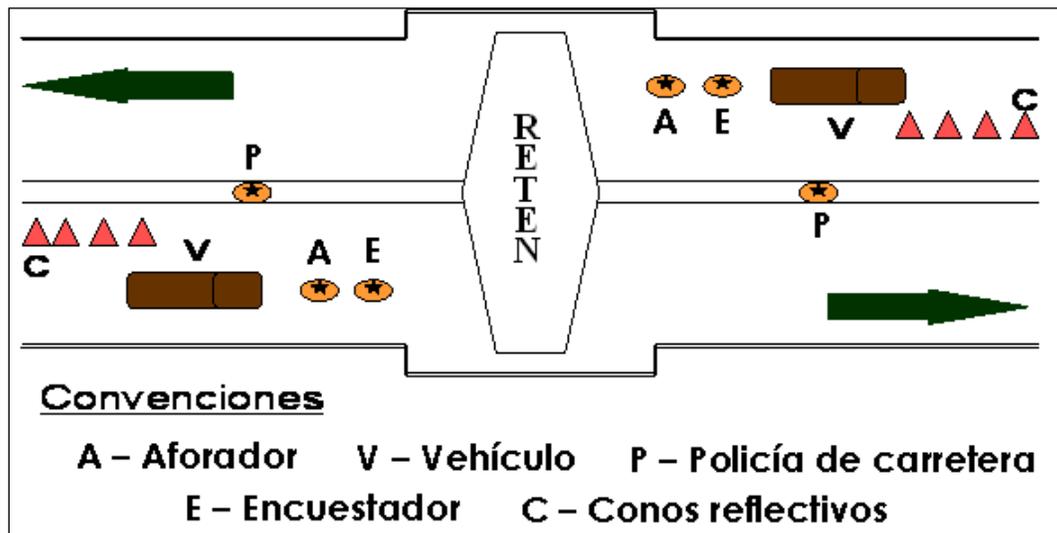


Figura 8. Disposición del sitio de aforo

Continuando con los requerimientos de la estación, a cada aforador y encuestador se le dotó con los siguientes elementos:

- Carnet de identificación
- Chaleco reflectivo
- Capa impermeable
- Planillera y plástico para planillera
- Bolígrafos negros
- Formatos para diligenciar
- Silbatos y linternas en caso de poca visibilidad.

A excepción del carnet de identificación, todos los demás elementos serán devueltos por los aforadores y encuestadores al coordinador y/o supervisor de cada estación de conteo en cada una de las jornadas de trabajo.

Para los aforos y encuestas que se efectuaron en los puertos no fue necesaria la disposición de una estación de conteo ya que el trabajo se adelantó directamente en puerto, pero el personal de campo contó con la misma dotación descrita anteriormente.

3.1.5. Tamaño muestral y requerimientos de personal

Como se anota en el documento tomado como referencia para la toma de información¹⁴, infortunadamente no hay respuestas simples ni directas para el cálculo del tamaño muestral en cada situación. Esto ocurre porque buena parte de los parámetros de entrada para su obtención son inciertos y relativamente subjetivos, a pesar de que los cálculos involucrados se basan en precisas formulas estadísticas.

TOMA DE INFORMACIÓN EN ESTACIONES CARRETERAS

La expresión con la cual se procede al cálculo del tamaño muestral es la que se muestra a continuación:

$$n \geq \frac{p(1-p)(1-\frac{n}{N})}{(\frac{e}{z})^2} = \frac{p(1-p)}{(\frac{e}{z})^2 + \frac{p(1-p)}{N}}$$

Donde: n: Tamaño de la muestra de vehículos a encuestar
 p: Proporción de viajes esperados
 e: Error absoluto para la estimación
 N: Total de vehículos que cruzan por la estación de conteo

Tomando como referencia los flujos vehiculares presentados en la Figura 9 y en la Figura 10, los cuales se actualizaron al año 2012, se procedió a calcular el tamaño muestral en las estaciones del modo carretero, encontrando los valores que se muestran en la Tabla 12.

Tabla 12. Tamaño muestral en las estaciones del modo carretero

No.	Nombre estación	TPD 2012	N - 2012			n			n expresado como %		
			A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	Las Ánimas - Quibdó	575	322	150	103	74	59	50	22,98	39,33	48,54
2	Quibdó - Tutunendo	690	435	83	172	79	45	62	18,16	54,22	36,05
3	La Virginia - Asia	2939	1969	294	676	92	72	84	4,67	24,49	12,43
4	La Virginia - Te de Balboa	3164	2025	221	918	92	67	87	4,54	30,32	9,48

Fuente: Elaboración propia, 2012

En el caso de las estaciones en el modo carretero, normalmente se tiene información de tráfico clasificado por autos, buses y camiones. De los autos y los buses, interesa

¹⁴ MINISTERIO DE TRANSPORTE. ANEXO E.2.A.3. Op. Cit.

conocer el verdadero origen y destino de las personas que viajan y por lo tanto será necesario estimar la muestra; lo mismo ocurre con los camiones, donde además del origen y destino se desea conocer la tipología de carga y otros atributos relacionados con los productos transportados.

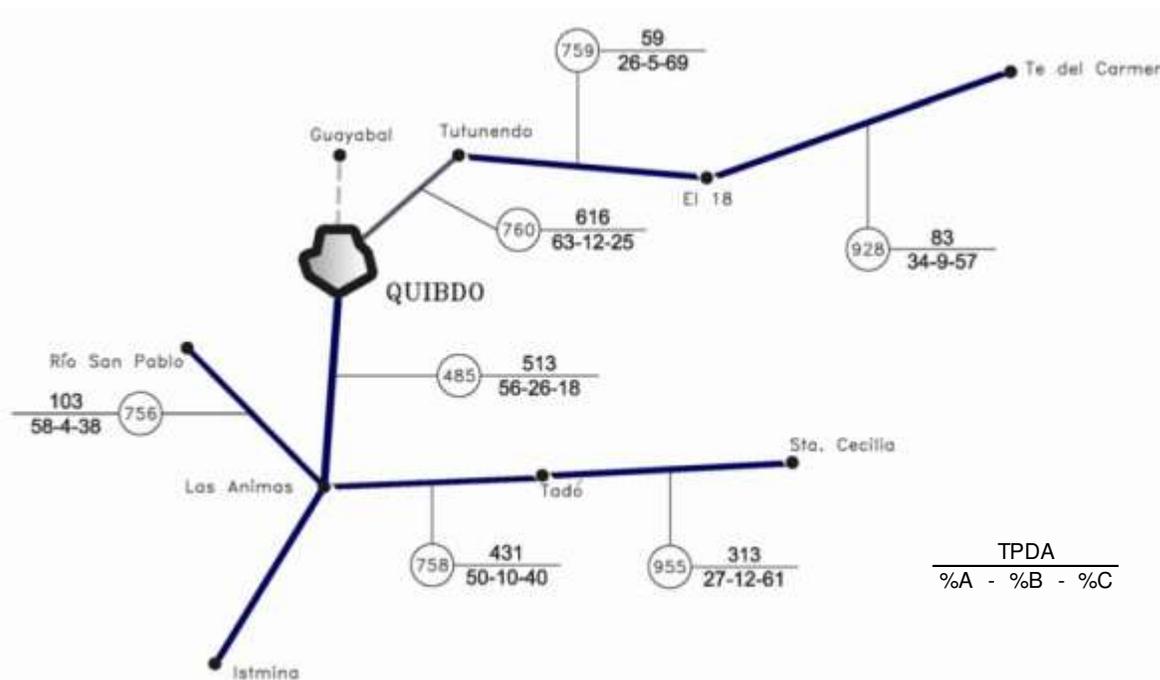


Figura 9. TPD de referencia para las estaciones 1 y 2

Fuente: INVIAS, 2010

La selección aleatoria de la muestra, en términos que sean entendibles para el personal de campo se explica en la Tabla 13. Es importante que se respete la regla de elección para garantizar la aleatoriedad de la muestra, se eviten sesgos y se tome correcta la proporción para cada clase de vehículo.

Tabla 13. Forma de seleccionar la muestra por tipo de vehículo

No.	Nombre estación	Muestra media			Selección de la muestra		
		A	B	C	A	B	C
1	Las Ánimas - Quibdó	74	59	50	1 de cada 4	1 de cada 3	1 de cada 2
2	Quibdó - Tutunendo	79	45	62	1 de cada 5	1 de cada 2	1 de cada 3
3	La Virginia - Asia	92	72	84	1 de cada 20	1 de cada 4	1 de cada 10
4	La Virginia - Te de Balboa	92	67	87	1 de cada 20	1 de cada 3	1 de cada 10

Fuente: Elaboración propia, 2012

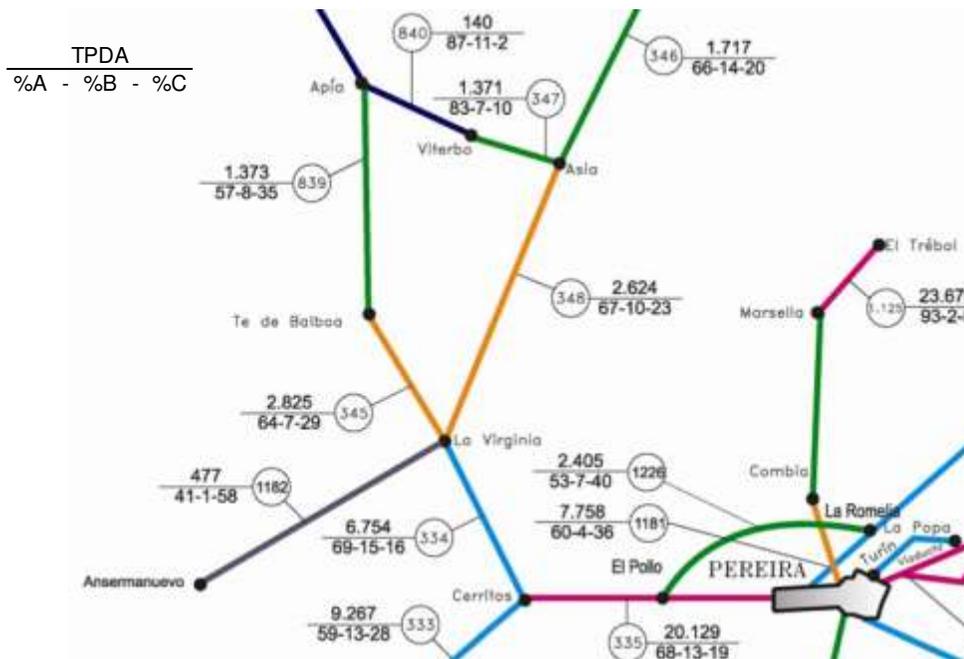


Figura 10. TPD de referencia para las estaciones 3 y 4
Fuente: INVIAS, 2010

A partir del cálculo del tamaño muestral y luego de establecer los diversos estudios a aplicar se establecen los requerimientos de personal para cada estación de conteo, tal como se exhibe en la Tabla 14.

TOMA DE INFORMACIÓN DE PREFERENCIAS DECLARADAS

De manera complementaria, se dispuso de una persona para la realización de encuestas de preferencias declaradas, cuya aplicación se recomienda hacer en estaciones de servicio, restaurantes o cualquier otro sitio donde sea fácil acceder a los usuarios para aplicar la encuesta, que por su naturaleza requiere más tiempo. La definición exacta de los sitios donde se aplicará la encuesta de preferencias declaradas se hará después de realizar un recorrido por la zona de estudio.

El cálculo del tamaño muestral para las encuestas de preferencias declaradas no se hace de la misma forma explicada anteriormente, sino que depende de variación de los atributos que conforman el diseño experimental ortogonal y de la distribución de las respuestas discretas dadas por los encuestados. Como se puede ver en la siguiente expresión, el tamaño muestral se calcula para cada parámetro k incluido en el modelo, en función del nivel de confianza establecido y la desviación estándar del estimador, para lo cual debe calibrarse previamente un modelo.

$$n_k = \frac{t_N(\theta_k)^2 se_k(\theta_k)^2}{\theta_k^2}$$

Tabla 14. Personal requerido para Encuestas en el modo carretero

Cargo	Turno	Las Ánimas – Quibdó		Quibdó – Tutunendo		La Virginia – Asia		La Virginia – Te de Balboa		Total
		Sentido 1	Sentido 2	Sentido 1	Sentido 2	Sentido 1	Sentido 2	Sentido 1	Sentido 2	
Supervisor	1	1		1		1		1		4
	2	1		1		1		1		
Coordinador	1	1		1		1		1		8
	2	1		1		1		1		
Aforador tráfico	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	
Aforador TP	1	1		1		1		1		12
	2	1		1		1		1		
Encuestador Autos	1	1		1		1		1		12
	2	1		1		1		1		
Encuestador TP	1	1		1		1		1		12
	2	1		1		1		1		
Encuestador Carga	1	1		1		1		1		12
	2	1		1		1		1		
TOTAL		15		15		23		23		76

Fuente: Elaboración propia, 2012

Sin embargo, la evidencia empírica obtenida en la aplicación de experimentos en contextos similares permite recomendar que sean aplicadas entre 60 y 100 encuestas en cada sitio de toma de información, siendo necesaria la participación de al menos un encuestador más por sitio, tal como se muestra en la Tabla 15. Al tomar 100 encuestas por sitio se tendría un total de 400 encuestas para el sistema, que al ser multiplicadas por el número de tratamientos del experimento se tendría un total de 3,600 observaciones.

Tabla 15. Personal requerido para aplicar encuestas de preferencias declaradas

Cargo	Turno	Las Ánimas – Quibdó	Quibdó – Tutunendo	La Virginia – Asia	La Virginia – Te de Balboa	Total
Encuestador PD	1	1	1	1	1	4
Total		1	1	1	1	4

Fuente: Elaboración propia, 2012



Después de acopiada la muestra de 100 encuestas por sitio se procedió a la calibración de modelos para verificar inmediatamente la significancia estadística de los parámetros y así concluir que los datos tomados fueron suficientes, como normalmente ocurre, o si resulta necesario ampliar la muestra.

TOMA DE INFORMACIÓN EN EL MODO FLUVIAL

En el modo de transporte fluvial fue necesario levantar información de inventarios de infraestructura, aforos de carga y pasajeros en embarcaciones y encuestas de preferencias reveladas. La información proveniente del trabajo de campo en el modo fluvial se considera de gran importancia para conocer las condiciones actuales de oferta y demanda manifiesta de los servicios de transporte en el río Atrato.

El inventario de la red fluvial no se levantó directamente por parte del personal que integra el Componente Transporte, ya que fue necesario obtener información muy detallada proveniente de los otros frentes de trabajo, particularmente del estudio de batimetrías. Sin embargo, se preguntó a navegantes del río acerca de:

- Calados navegables en invierno y en verano.
- Identificación y valoración de sitios de difícil navegación.
- Grado de satisfacción con el transporte fluvial
- Tiempos de viaje para distintas clases de embarcaciones
- Tripulación existente por categorías
- Costos de transporte

Así mismo, se realizó un recorrido para tomar información de campo sobre señalización y balizaje existente. La toma de información se hizo mediante registros fotográficos y geo-referenciación con GPS. No se consideró necesaria la utilización de formato de campo ya que toda la información acopiada fue sometida a una fase de post-procesamiento en oficina.

También se levantó un inventario actualizado de instalaciones portuarias, tomando entre otras variables las siguientes:

- Identificación del puerto
- Características generales
- Capacidad
- Servicios ofrecidos
- Distancias entre puertos

Los instrumentos que fueron utilizados para la toma de información en puertos se obtuvieron a partir de adaptaciones efectuadas a los formatos de inventario de puertos que ha utilizado regularmente el Ministerio de Transporte.

Los datos de referencia con los cuales se determinó el requerimiento de personal para la toma de información en el modo fluvial se encuentran en la Tabla 16, que contiene el movimiento de carga y pasajeros en el puerto de Quibdó para los meses de Agosto y Septiembre del año 2009. En promedio, se espera que el movimiento de carga en el puerto de Riosucio sea mayor al que se registra en Quibdó.

Tabla 16. Movimiento de carga y pasajeros en el puerto de Quibdó

Movimiento	AGOSTO 2009			SEPTIEMBRE 2009		
	Embarcaciones (menores)	Pasajeros	Carga (ton)	Embarcaciones (menores)	Pasajeros	Carga (ton)
Llegan	75	650	420	70	650	425
Salen	33	450	600	45	650	620

Fuente: Elaboración propia, 2012

Dados los movimientos que se presentan en los puertos a observar, se considera que un equipo conformado por dos personas en cada turno, tal como se indica en la Tabla 17, sería suficiente para acopiar la información prevista.

Tabla 17. Personal requerido para toma de información fluvial

Cargo	Turno	Quibdó	Riosucio	Turbo	Total
Encuestador	1	1	1	1	3
	1	1	1	1	3
Aforador	1	1	1	1	3
	1	1	1	1	3
Total		4	4	4	12

Fuente: Elaboración propia, 2012

A pesar de que el volumen de información de aforos proveniente del modo fluvial no era muy significativo se decidió utilizar los formatos y manuales propuestos por el Ministerio de Transporte para garantizar la homogeneidad de la información acopiada, garantizando así un procesamiento más eficiente y la posibilidad de implementar nuevos estudios en el futuro para retroalimentar el estudio.



3.2. RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados más relevantes de la toma de información de campo.

3.2.1. Inventario físico portuario

Como marco general al inventario físico portuario se hace una descripción del entorno de los principales puertos que fueron objeto de inventario. El departamento del Chocó cuenta con una extensión de 46.530 km², equivalente a un poco más del 4% del territorio nacional y está localizado al noroccidente del país, ocupando más del 55% de los 1.380 km de la frontera marítima de Colombia con el océano Pacífico.

De acuerdo con estudios previos^{15,16,17,18}, se acepta que el departamento de Chocó, junto con los departamentos de Antioquia, Caldas, Risaralda, Quindío y Valle del Cauca, hace parte de la zona de influencia del Puerto de Buenaventura. Chocó es el único departamento colombiano con costas sobre el océano Pacífico y el mar Caribe; en su territorio se interrumpe la comunicación vial entre las Américas. La densidad poblacional del departamento es baja en comparación con otros departamentos del país y eso puede explicar en parte el hecho de que las principales estadísticas de Chocó se encuentren por debajo de los promedios nacionales.

Los puertos existentes en el corredor del Atrato son de carácter público y pe restan servicio en general de carga, en un muelle fijo de longitud aproximada de 2 km en el puerto de Quibdó. La zona de atraque es apta para embarcaciones menores, la zona posee una profundidad media de 3 metros y mínima de 2 metros con calados de operación hasta de 2 metros, aunque se aclara que en la desembocadura del río Atrato el calado que entra por restricción de las bocas es tan solo de 1.8 m. Las reparaciones suelen realizarse en el lugar de zarpe ante la inexistencia de un lugar apropiado para ello. Existe abastecimiento regular de combustible.

No existe infraestructura portuaria convencional. Solamente se encuentran muelles de atraque, provistos de una rampa hasta de 2 m hacia adentro, desde el perfil longitudinal. Estos muelles permiten el desembarque provisional de la mercancía que llega y que sale, ya que generalmente, al llegar la carga se entrega directamente al destinatario, dado que no hay bodega de almacenamiento. Por esta razón, no se

¹⁵ Incoplan, 2005. Plan de expansión del Puerto de Buenaventura.

¹⁶ Consorcio Incoplan - Parsons, 2000. Plan de Ordenamiento Físico Portuario de los Litorales Colombianos.

¹⁷ Consorcio Incoplan - Parsons, 1997. Diagnóstico Ambiental de Alternativas de la expansión portuaria en la costa del Pacífico. Informe No. 3.

¹⁸ Hidroestudios - Moffatt & Nichol. Informe principal, diciembre 1997. Estudio de Factibilidad y diseño para la profundización del canal de acceso al puerto de Buenaventura.

encuentran equipos mecánicos de cargue y descargue, siendo una actividad que se realiza con la fuerza humana, por operarios llamados Coteros.

Un registro fotográfico del trabajo de campo realizado con respecto al levantamiento del inventario físico portuario se presenta a continuación. Para todas las poblaciones visitadas se establecen sus coordenadas, la margen correspondiente, la presencia de puerto y el número de viviendas.

Población	Localización	Margen	Puerto	# de Viviendas
Sanceno	N 10424900 W 1125168	Derecha	No	29
	N 1043123 W 1125800			



Figura 11. Registro fotográfico en Sanceno
Fuente: Elaboración propia, 2012

Población	Localización	Margen	Puerto	# de Viviendas
Boca de Purdu	N 1044179 W 1132881	Izquierda	No	11
	N 1044101 W 1132997			



Figura 12. Registro fotográfico en Boca de Purdu
Fuente: Elaboración propia, 2012

Población	Localización		Margen	Puerto	# de Viviendas
Barranco	N 1044385	W 1125984	Derecha	No	18
	N 1044642	W 1126102			



Figura 13. Registro fotográfico en Barranco

Fuente: Elaboración propia, 2012

Población	Localización		Margen	Puerto	# de Viviendas
Las Mercedes	N 1042334	W 1135232	Izquierda	No	47
	N 1041931	W 1135467			



Figura 14. Registro fotográfico en Las Mercedes

Fuente: Elaboración propia, 2012

Población	Localización		Margen	Puerto	# de Viviendas
Tangui	N 1009328	W 1143803	Derecha	No	160
	N 1008855	W 1143834			



Figura 15. Registro fotográfico en Tangui

Fuente: Elaboración propia, 2012

Población	Localización		Margen	Puerto	# de Viviendas
Baudó Grande	N 1037025	W 1145230	Derecha	No	24



Figura 16. Registro fotográfico en Baudó Grande

Fuente: Elaboración propia, 2012

Población	Localización		Margen	Puerto	# de Viviendas
Baudocito	N 1036823	W 1147366	Derecha	No	50
	N 1036883	W 1147546			



Figura 17. Registro fotográfico en Baudocito

Fuente: Elaboración propia, 2012

Población	Localización		Margen	Puerto	# de Viviendas
Puno	N 1038652	W 1152183	Izquierda	No	50
	N 1038765	W 1151002			



Figura 18. Registro fotográfico en Puno

Fuente: Elaboración propia, 2012

Población	Localización		Margen	Puerto	# de Viviendas
Beté	N 1032918	W 1154654	Izquierda	Si	255
	N 1032778	W 1154610			
	N 1032487	W 1154651			
	N 1032693	W 1154635			



Figura 19. Registro fotográfico en Beté

Fuente: Elaboración propia, 2012

Población	Localización		Margen	Puerto	# de Viviendas
Boca de Ame	N 1005129	W 1160911	Derecha	No	30
	N 1004709	W 1161188			



Figura 20. Registro fotográfico en Boca de Ame

Fuente: Elaboración propia, 2012

Población	Localización		Margen	Puerto	# de Viviendas
Puerto Salazar	N 1037228	W 1172488	Izquierda	No	36
	N 1037560	W 1162900			



Figura 21. Registro fotográfico en Puerto Salazar
Fuente: Elaboración propia, 2012

Población	Localización		Margen	Puerto	# de Viviendas
Tauchigadó	N 1038677	W 1164855	Derecha	No	22
	N 1038644	W 1163069			



Figura 22. Registro fotográfico en Tauchigadó
Fuente: Elaboración propia, 2012

Población	Localización	Margen	Puerto	# de Viviendas
Agua Clara	N 1040081 W 1167482	Derecha	No	26



Figura 23. Registro fotográfico en Agua Clara
Fuente: Elaboración propia, 2012

Población	Localización	Margen	Puerto	# de Viviendas
Boca de Bebara	N 1042381 W 1168738	Izquierda	No	155
	N 1042353 W 1168745			



Figura 24. Registro fotográfico en Boca de Bebara
Fuente: Elaboración propia, 2012

Población	Localización	Margen	Puerto	# de Viviendas
Tagachi	N 1039158 W 1179542	Izquierda	Si	182
	N 1038660 W 1179977			



Figura 25. Registro fotográfico en Tagachi
Fuente: Elaboración propia, 2012

Población	Localización	Margen	Puerto	# de Viviendas
Santa María	N 11337365 W 1182383	Derecha	No	41
	N 11316940 W 1182294			



Figura 26. Registro fotográfico en Santa María
Fuente: Elaboración propia, 2012

Población	Localización		Margen	Puerto	# de Viviendas
San Antonio de Padua	N 1095206	W 1186964	Derecha	No	134
	N 1094678	W 1186946			



Figura 27. Registro fotográfico en San Antonio de Padua
Fuente: Elaboración propia, 2012

Población	Localización		Margen	Puerto	# de Viviendas
El Tigre	N 1031867	W 1194101	Izquierda	No	26
	N 1031982	W 1194334			



Figura 28. Registro fotográfico en El Tigre
Fuente: Elaboración propia, 2012

Población	Localización		Margen	Puerto	# de Viviendas
La Boba	N 1084015	W 1199088	Izquierda	No	28
	N 1083704	W 1199225			



Figura 29. Registro fotográfico en La Boba
Fuente: Elaboración propia, 2012

Población	Localización		Margen	Puerto	# de Viviendas
Buchadó	N 1112480	W 1201948	Derecha	No	250
	N 1112465	W 1201872			
	N 1113324	W 1201586			
	N 1113410	W 1201637			



Figura 30. Registro fotográfico en Buchadó
Fuente: Elaboración propia, 2012

Población	Localización		Margen	Puerto	# de Viviendas
Alfonso López	N 1031137	W 1203488	Izquierda	No	18
	N 1031106	W 1203564			



Figura 31. Registro fotográfico en Alfonso López
Fuente: Elaboración propia, 2012

Población	Localización		Margen	Puerto	# de Viviendas
San José de la calle	N 1034098	W 1207054	Izquierda	No	50
	N 1034153	W 1207210			



Figura 32. Registro fotográfico en San José de La Calle
Fuente: Elaboración propia, 2012

Población	Localización		Margen	Puerto	# de Viviendas
Veracruz	N 1028278	W 1209157	Izquierda	No	30
	N 1028233	W 1209319			



Figura 33. Registro fotográfico en Veracruz

Fuente: Elaboración propia, 2012

Población	Localización		Margen	Puerto	# de Viviendas
San Miguel	N 1027839	W 1213528	Derecha	No	58
	N 1027990	W 1213521			



Figura 34. Registro fotográfico en San Miguel

Fuente: Elaboración propia, 2012

Población	Localización		Margen	Puerto	# de Viviendas
Puerto Conto	N 1025189	W 1215794	Izquierda	No	145
	N 1025068	W 1216603			



Figura 35. Registro fotográfico en Puerto Conto
Fuente: Elaboración propia, 2012

Población	Localización		Margen	Puerto	# de Viviendas
Bella Vista	N 1021715	W 1215091	Izquierda	SI	259
	N 1021585	W 1217998			
	N 1021714	W 1216324			
	N 1021967	W 1217059			



Figura 36. Registro fotográfico en Bella Vista
Fuente: Elaboración propia, 2012

Población	Localización	Margen	Puerto	# de Viviendas
Vigía del Fuerte	N 1015933 W 1219701	Derecha	Si	750
	N 1020158 W 1219408			
	N 1020554 W 1220689			
	N 1020892 W 1220892			



Figura 37. Registro fotográfico en Vigía del Fuerte
Fuente: Elaboración propia, 2012

Población	Localización	Margen	Puerto	# de Viviendas
Opogadó	N 1011589 W 1244945	Izquierda	No	45
	N 1011728 W 1245170			



Figura 38. Registro fotográfico en Opogadó
Fuente: Elaboración propia, 2012

Población	Localización		Margen	Puerto	# de Viviendas
Napipi	N 1015081	W 1228622	Izquierda	No	253
	N 1015296	W 1228572			
	N 1015230	W 1229081			



Figura 39. Registro fotográfico en Napipi
Fuente: Elaboración propia, 2012

Población	Localización		Margen	Puerto	# de Viviendas
Puerto Antioquia	N 1011282	W 1242282	Derecha	No	58
	N 1012000	W 1245000			



Figura 40. Registro fotográfico en Puerto Antioquia
Fuente: Elaboración propia, 2012

Población	Localización		Margen	Puerto	# de Viviendas
Isla de los Palacios	N 10118701	W 1247231	Izquierda	No	60
	N 1012841	W 1247624			



Figura 41. Registro fotográfico en Isla de Los Palacios

Fuente: Elaboración propia, 2012

Población	Localización		Margen	Puerto	# de Viviendas
Vigía de Curvaradó	N 1017690	W 1274139	Derecha	No	90
	N 1016974	W 1274056			
	N 1017930	W 1279876			



Figura 42. Registro fotográfico en Vigía de Curvaradó

Fuente: Elaboración propia, 2012

Población	Localización		Margen	Puerto	# de Viviendas
Murindó	N 1027870	W 1263640	Derecha	No	400
	N 1028819	W 1263413			
	N 1028641	W 1263528			
	N 1028645	W 1263751			



Figura 43. Registro fotográfico en Murindó
Fuente: Elaboración propia, 2012

Población	Localización		Margen	Puerto	# de Viviendas
Río Sucio	N 1001536	W 1298955	Derecha	Si	1200
	N 0986576	W 1310057			
	N 0895975	W 1315181			
	N 0995020	W 1315089			



Figura 44. Registro fotográfico en Río Sucio
Fuente: Elaboración propia, 2012

Población	Localización	Margen	Puerto	# de Viviendas
Nueva Unión	N 0996426 W 1313813	Izquierda	No	20
	N 1000914 W 1320642			



Figura 45. Registro fotográfico en Nueva Unión

Fuente: Elaboración propia, 2012

Población	Localización	Margen	Puerto	# de Viviendas
Yarumal	N 0995562 W 1320000	Izquierda	No	20
	N 0995537 W 1320152			



Figura 46. Registro fotográfico en Yarumal

Fuente: Elaboración propia, 2012

Población	Localización		Margen	Puerto	# de Viviendas
La Honda	N 0994462	W 1329497	Izquierda	No	40
	N 0994877	W 1329620			



Figura 47. Registro fotográfico en La Honda
Fuente: Elaboración propia, 2012

Población	Localización		Margen	Puerto	# de Viviendas
Puente América	N 0992865	W 1345839	Izquierda	No	26
	N 0992903	W 1346160			



Figura 48. Registro fotográfico en Puente América
Fuente: Elaboración propia, 2012

Población	Localización	Margen	Puerto	# de Viviendas
Tumaradó	N 1004407	W 1362699	Izquierda	90
	N 1004670	W 1362963		



Figura 49. Registro fotográfico en Tumaradó

Fuente: Elaboración propia, 2012

El inventario portuario fluvial permitió conocer información de los principales puertos del río Atrato.

- **Puerto de Riosucio**

Cuenta con la prestación de servicios básicos: agua, electricidad y telecomunicaciones. El muelle está conformado por placa sobre placa en un 90% y escalinatas en un 10%, en material combinado: concreto y acero. El acceso al muelle se hace por vía terrestre a través de una superficie pavimentada y cuenta con zonas de parqueo para vehículos automotores.

La longitud del muelle es de 27 metros lineales, tiene un ancho de 14 metros lineales, cuenta con un área total del puerto de 378 m² y un área administrativa de 96 m². Se observa que existe posibilidad de ampliación del muelle en caso de ser necesario. La información acopiada indica que la diferencia de nivel entre aguas máximas y mínimas es de 4 metros.

Los patios tienen aproximadamente 200 m² pero no se registró presencia de bodegas ni cobertizos. Tampoco se evidencia cerramiento así que el acceso de los usuarios es no controlado.



- **Puerto de Vigía del Fuerte**

El puerto no dispone de los servicios básicos: agua, electricidad y telecomunicaciones. El muelle está conformado por placa sobre placa en un 70% y escalinatas en un 30%, en material combinado: concreto y acero.

La longitud del muelle es de 25 metros lineales, tiene un ancho de 15 metros lineales, cuenta con un área total del puerto de 375 m² y no existe área administrativa. Existe la posibilidad de ampliar el muelle aunque no hay presencia de patios, bodegas ni cobertizos.

La información acopiada indica que la diferencia de nivel entre aguas máximas y mínimas es de 5 metros.

- **Puerto de Bojayá**

Cuenta con la prestación de servicio básico de electricidad. El muelle está conformado por placa sobre placa en un 50% y escalinatas en un 50%, en material combinado: concreto y acero.

La longitud del muelle es de 8 metros lineales, tiene un ancho de 15 metros lineales, cuenta con un área total del puerto de 100 m² y no existe área destinada a servicios administrativos. Se observa que existe posibilidad de ampliación del muelle en caso de ser necesario.

De acuerdo con las observaciones realizadas, existe la posibilidad de ampliar el muelle aunque no hay presencia de patios, bodegas ni cobertizos.

La información acopiada indica que la diferencia de nivel entre aguas máximas y mínimas es de 4 metros.

- **Puerto de Tagachi**

El muelle está conformado por rampa en un 50% y escalinatas en 50%, siendo la totalidad de la estructura en concreto. No se evidencian drenajes ni obras de arte. La utilización del muelle es permanente y de acuerdo con las observaciones de campo se concluye que la localización y estado son óptimos.

La longitud del muelle es de 50 metros lineales, con un ancho de 12 metros lineales. El área total del puerto se ha establecido en 500 m² pero no se encuentran áreas cubiertas ni espacios para las labores administrativas.

La información acopiada indica que la diferencia de nivel entre aguas máximas y mínimas es de 6 metros.

- **Puerto de Beté**

El muelle está conformado por placa sobre placa en un 50% y escalinatas en un 50%, en material combinado: concreto 70% y acero 30%. El puerto no cuenta con zonas de parqueo para vehículos automotores.

La longitud del muelle es de 25 metros lineales, tiene un ancho de 7 metros lineales, cuenta con un área total del puerto de 150 m² y no dispone de área administrativa. Se observa que no existe posibilidad de ampliación del muelle lo que se traduce en una restricción en caso de requerir aumentar su capacidad. La información acopiada indica que la diferencia de nivel entre aguas máximas y mínimas es de 6 metros.

A continuación se presenta la Tabla 18 que contiene un resumen de las principales características físicas de los puertos.

Tabla 18. Resumen de características físicas de los puertos

Característica	Riosucio	Vigía del Fuerte	Bojayá	Tagachi	Beté
Servicios	Agua, electricidad, tele-comunicaciones	Agua, electricidad, tele-comunicaciones	Electricidad	-	
Placa (%)	90	70	50	50	50
Escalinatas (%)	10	30	50	50	50
Material	Concreto y acero	Concreto y acero	Concreto y acero	Concreto	Concreto y acero
Longitud muelle (m)	27	25	8	50	25
Ancho (m)	14	15	15	12	7
Posibilidad de ampliación	Si	Si	Si	Si	No
Diferencia entre aguas mínimas y máximas (m)	4	5	4	6	6
Área (m ²)	200	375	100	500	150
Bodegas	No	No	No	No	
Cerramiento	No	No	-	-	

Fuente: Base de datos con el registro de embarcaciones en el Atrato, 2012

3.2.2. Embarcaciones en el Atrato

Según registro de las autoridades militares, el tránsito mixto en el corredor del Atrato es de 24 unidades transportadoras cada día. Eso se logra gracias a las altas velocidades que las embarcaciones tipo panga alcanzan en ciertos tramos de la red, llegando a algunos segmentos hasta 80 km/h, aunque la velocidad comercial promedio para este tipo de embarcaciones es de 64 km/h.



Figura 50. Embarcación tipo panga

Fuente: Elaboración propia, 2012

En términos del modelo de transporte se entiende que dada la velocidad comercial, el tamaño de estas embarcaciones y sus condiciones de navegación, el comportamiento de estos equipos de transporte pequeños (Figura 50) corresponde a condiciones de flujo libre, ya que no existe una importante fricción entre ellas que afecte negativamente su velocidad.

Otras embarcaciones como las canoas (Figura 51) tienen un comportamiento diferente en cuanto a velocidad y capacidad de operación. La embarcación menor, tipo panga, predomina en el transporte de pasajeros (con motores de 200 HP), mientras que las embarcaciones tipo canoa (con motores de 40, 15 y 0.9 HP) son utilizadas para el transporte mixto.

Con respecto a las embarcaciones mayores, con la cual se prestan servicios de transporte de carga, se distinguen dos tipos: las barcazas, construidas con acero (Figura 52) y las canoas o lanchas, construidas con madera. Como no existe una empresa que asocie a los propietarios de dicha embarcaciones, cada uno de ellos opera como una empresa independiente. La capacidad promedio de estas embarcaciones es de 120 ton, con las siguientes dimensiones medias:

- Eslora: 30 m
- Calado: 2.5 m
- Manga: 7.8 m



Figura 51. Embarcación tipo canoa

Fuente: Elaboración propia, 2012

Por restricción militar las horas de navegación se limitan entre las 5:00 y las 17:00. En el caso de las embarcaciones menores tipo panga, navegan hasta 9 horas diarias y recorren hasta 600 km/día; en el caso de las embarcaciones menores tipo canoa se tienen registros medios de navegación hasta 6 horas y recorridos de 400 km/día.



Figura 52. Embarcación mayor

Fuente: Elaboración propia, 2012

En el registro de embarcaciones mayores del río Atrato se presenta en la Tabla 19, que además contiene información de capacidad, eslora, calado, manga y uso predominante del conjunto de embarcaciones.

Tabla 19. Resumen de embarcaciones registradas en el río Atrato

Tipo de embarcación mayor	Nombre	Capacidad (ton)	Eslora (m)	Calado (m)	Manga (m)	Uso predominante
Lanchas o canoas	El York	60	20	1,8	6,0	Viveres, madera y material de construcción
	Santa Marta	120	35	2,5	7,0	
	Charles House	140	35	3,0	7,5	
	Don Javier I	100	30	2,5	8,0	
	Don Javier II	100	32	2,8	8,0	
	Don Alejo	80	25	1,8	9,0	
	Don Werling	100	30	2,8	8,6	
	Catalán III	50	22	2,0	5,8	
	Karol Vanessa	60	22,5	2,0	6,0	
	Don Danielo	90	24	2,5	6,2	
	Buen Navegante	60	22	2,0	7,0	
	Roswal	100	24	3,0	8,5	
	Juan Stiven	60	23	1,6	6,8	
	Yonise	60	22	2,0	7,0	
	Don Moisés	80	30	2,4	8,0	
	Guaicaipuro	150	35	3,0	8,5	
	Nom arelys	50	21	2,0	7,0	
Doña Ruby	80	23	2,0	7,5		
Doña Marlonys	80	28	2,5	8,5		
Don Rodrigo	160	35	2,0	7,5		
Barcazas	Niña Dana	350	38	2,9	8,5	Madera y material de construcción
	Marlon	120	30	2,8	8,0	
	Stella Marys	100	35	3,0	8,5	
	Kofresy	350	42	3,0	9,6	
	Julián David	350	40	3,5	10,0	
	Puerto Acandí	100	30	3,3	9,0	

Fuente: Estudio Fase I (Convenio 3479 INVIAS-UTCH), corroborada con base en la información suministrada por la Inspección Fluvial de Riosucio en esta fase.

No existe una empresa que asocie a los propietarios de dichas embarcaciones; de esta manera cada propietario es una empresa de transporte. Como se ve, la capacidad de carga promedio de las embarcaciones es de 120 toneladas; con respecto a las dimensiones se tiene: eslora 30 m, calado 2.5 m, y manga 7.8 m. Además, predomina el transporte de víveres en las lanchas y de madera en las barcazas; en general, dos tipos de embarcaciones transportan material de construcción. Es de notar que por ser embarcaciones de cabotaje tienen mayor calado para ser usado en el mar. Por las condiciones de sedimentación de las bocas del Atrato, actualmente sólo pueden entrar al canal navegable del río embarcaciones con calado de 1,8 m.



De otra parte, con base en el registro general de embarcaciones, se tiene que la mayoría de ellas motocanoas (59%) y chalupas (32%), dedicadas al transporte mixto, de carga y de pasajeros. Con respecto al tipo de carga transportada se encuentra en el registro que la mayoría de ellas es apta para el transporte de graneles.

En cuanto a las embarcaciones menores que se encuentran activas, 25 de ellas están destinadas al transporte exclusivo de carga, 59 prestan servicio de transporte de pasajeros y 114 son consideradas de uso mixto. Las 6 embarcaciones restantes aparecen en los registros como embarcaciones de servicio especial. Como se había mencionado previamente, en el caso de las embarcaciones menores activas, 120 de ellas corresponden a motocanoas, 65 chalupas y 13 están clasificadas en la categoría de botemotor.

3.2.3. Aforo vehicular

Los aforos vehiculares se realizaron durante tres días: el domingo, para representar las condiciones de un día atípico y los días lunes y martes, representativos de condiciones normales de operación.

Durante el periodo de estudio se presentaron lluvias fuertes, condición predominante en esta zona del país, lo que se ve reflejado en los bajos volúmenes vehiculares presentados durante los días de conteo.

Para cada uno de los tramos establecidos se cumplió con los conteos por 12 horas consecutivas en dos turnos de trabajo. En la Tabla 21 se pueden observar los resultados obtenidos en la estación número 1. Inicialmente se puede notar que el día domingo tiene un flujo mayor en el sentido Quibdó – Yuto, es decir que ya se conoce un período en la semana que puede ser representativo para el flujo vehicular de la zona.

Otro resultado relevante es el porcentaje de motocicletas que prevalecen en la zona, siendo el medio de transporte preferido por los habitantes de la región en las inmediaciones de Quibdó durante todos los días, especialmente el día de máxima demanda.

Tabla 20. Hogares con motocicleta en los municipios de Chocó

Municipio	Hogares totales	Con moto	%
Quibdó	28,141	3,978	14.1%
Acandí	2,487	66	2.7%
Alto Baudó	5,067	29	0.6%
Atrato	1,246	25	2.0%
Bagadó	1,748	17	1.0%

Bahía Solano	2,125	141	6.6%
Bajo Baudó	2,991	22	0.7%
Belén de Bajirá	3,089	175	5.7%
Bojaya	1,930	17	0.9%
El Cantón del San Pablo	1,060	52	4.9%
Carmen del Darien	953	11	1.2%
Cértegui	1,598	22	1.4%
Condoto	2,992	341	11.4%
El Carmen de Atrato	2,075	126	6.1%
El Litoral del San Juan	1,475	9	0.6%
Istmina	5,602	899	16.1%
Juradó	591	10	1.7%
Lloró	1,772	26	1.5%
Medio Atrato	2,011	7	0.3%
Medio Baudó	1,985	22	1.1%
Medio San Juan	2,717	51	1.9%
Nóvita	1,614	35	2.2%
Nuquí	1,497	28	1.9%
Río Iro	1,362	22	1.6%
Río Quito	1,283	1	0.1%
Riosucio	3,201	42	1.3%
San José del Palmar	1,008	60	6.0%
Sipí	757	4	0.5%
Tadó	3,476	219	6.3%
Uguía	2,554	99	3.9%
Unión Panamericana	1,305	90	6.9%
TOTAL	91,712	6,646	7.2%

Fuente: DANE. Censo General 2005, Resultados principales censo ampliado
 Cuadro 2.22b Hogares por número de motos, según municipios

Como se ve en la Tabla 20, la presencia de motocicletas por hogar en los municipios de Quibdó, con base en los datos poblacionales del censo 2005 corresponde al 7.2% del total, cifra significativamente baja, cuando se sabe que hoy por hoy un total de 2'310.000 hogares colombianos poseen por lo menos una motocicleta, lo cual corresponde al 18% del total.

Es claro que este porcentaje para el caso del Chocó puede estar subestimado ya que al finalizar el primer semestre del 2012, el consumo aparente (producción + importaciones – exportaciones), que es un indicador para el mercado de estos vehículos, era de 286.000 motocicletas, 20,9% más que en el mismo periodo del año anterior, indican los datos de la DIAN. El 93% de estas motocicletas fueron producidas en Colombia, generando empleo calificado, inversión y transferencia tecnológica en toda la cadena de la industria.

Ajustando los datos de la Tabla 20 a las condiciones de consumo actuales, se estima que en Chocó debe haber cerca de 20,000 motocicletas en la actualidad. Más del 60% de las motocicletas registradas en el RUNT durante el 2012 se matricularon fuera de los principales centros urbanos del país, así que la motocicleta se consolida a nivel nacional como el modo de transporte más importante en las zonas rurales del país, ayudando a la población rural a mejorar su movilidad, y facilitar el transporte al sitio de trabajo o a los centros de educación.

Tabla 21. Resultados aforos vehiculares Estación 1

Sentido: Quibdó - Yuto					
Día	Volumen	Autos	Buses	Camiones	Motos
21/10/2012	732	29,37%	5,60%	6,42%	58,06%
22/10/2012	521	31,86%	8,45%	9,79%	49,90%
23/10/2012	520	37,12%	8,46%	16,73%	37,50%
Sentido: Yuto - Quibdó					
Día	Volumen	Autos	Buses	Camiones	Motos
21/10/2012	585	28,89%	6,84%	7,69%	54,87%
22/10/2012	407	30,96%	9,09%	7,62%	52,33%
23/10/2012	468	35,26%	8,97%	13,89%	41,67%
Total Ambos sentidos					
Día	Volumen	Autos	Buses	Camiones	Motos
21/10/2012	1317	29,16%	6,15%	6,99%	56,64%
22/10/2012	928	31,47%	8,73%	8,84%	50,97%
23/10/2012	988	36,23%	8,70%	15,38%	39,47%

Fuente: Elaboración propia, 2012

Es importante advertir que en el lugar de estudio se encontró una mayor cantidad de camiones que de buses, es decir, hay una oferta de carga que potencialmente puede ser explotada a pesar de las condiciones propias de la vía. Esta situación fue mucho más notoria en el día típico aforado (martes), mientras que durante el fin de semana y el día lunes la presencia es menor.

Este comportamiento es similar al que se había observado en las estaciones de conteo permanente, al momento de hacer el diseño muestral, así que se considera aceptable para las condiciones estudiadas.

Con los resultados obtenidos se pudo realizar un análisis de la variación horaria durante cada día de conteo. La Figura 53 contiene los resultados observados para el día domingo, en donde la mayor variación se produce en la tarde. La hora de máxima demanda se produce entre las 14:30 y 15:30, con un FHP de 0,75.

Para el día lunes, la Figura 54 contiene la variación horaria que se presentó durante el periodo de conteo. Para este día de conteo se observa que no se presentan variaciones fuertes dentro del periodo. La hora de máxima demanda está comprendida entre las 6:15 y 7:15, con un FHP de 0,57.

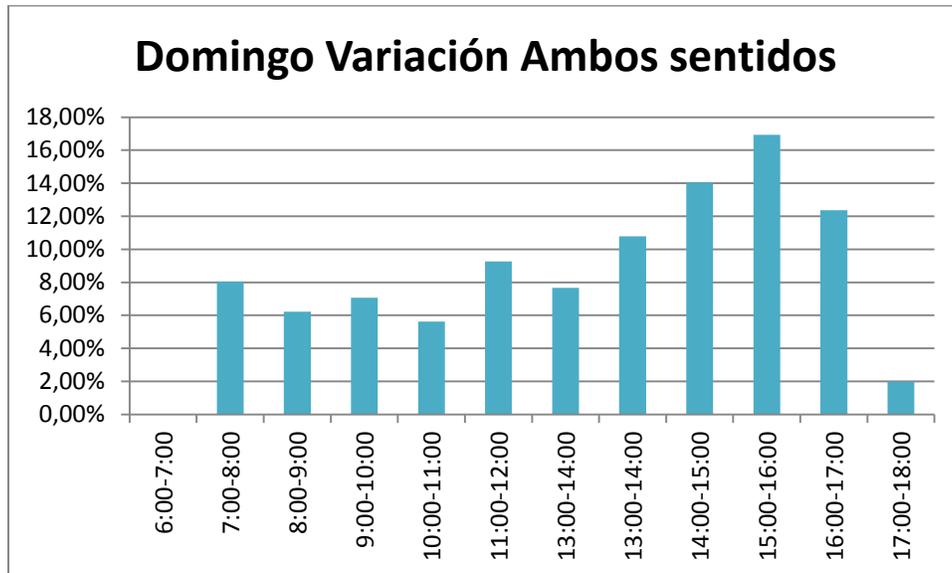


Figura 53. Variación horaria día 1 estación 1

Fuente: elaboración propia, 2012

En la Figura 55 se puede observar la variación que presenta el día martes, a diferencia del día anterior, se observan variaciones fuertes. El periodo de máxima demanda es el mismo que el del día anterior, entre las 6:15 y las 7:15, con un FHP de 0,57.

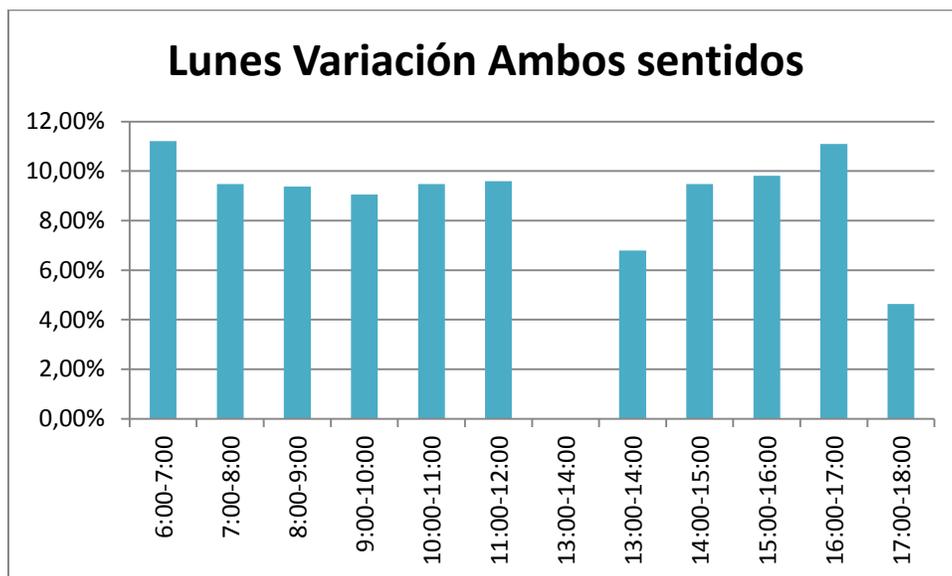


Figura 54. Variación horaria día 2 estación 1

Fuente: Elaboración propia, 2012

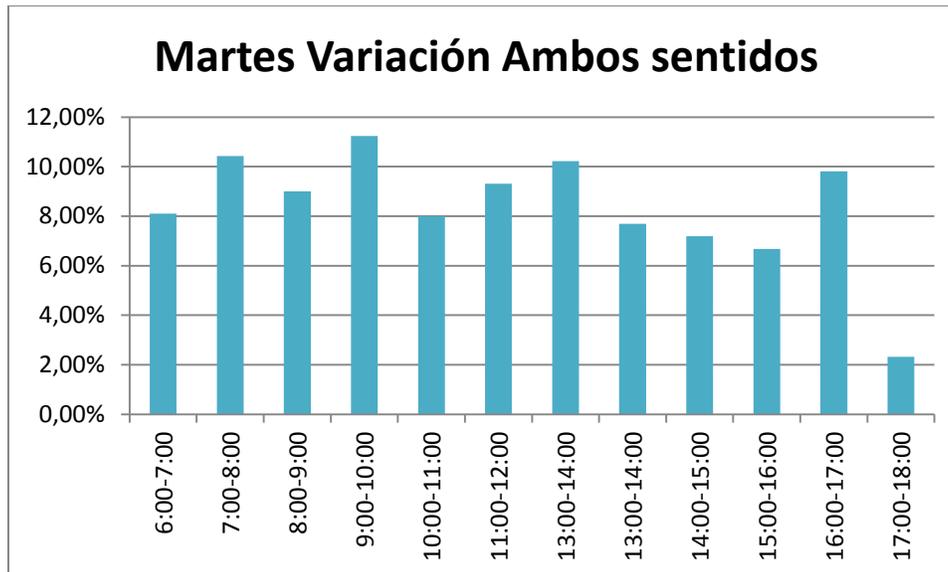


Figura 55. Variación horaria día 3 estación 1

Fuente: Elaboración propia, 2012

La estación 2 se definió en la estación de conteo en Tutunendo. Los resultados de la Tabla 22 reflejan el comportamiento que tuvo este sector en el periodo de estudio, que al igual que el de Yuto, se elaboró el mismo día.

Tabla 22. Resultados aforos vehiculares Estación 2

Sentido: Quibdó - Tutunendo					
Día	Volumen	%A	%B	%C	%M
21/10/2012	990	15,05%	2,83%	5,96%	75,76%
22/10/2012	198	15,66%	3,03%	43,43%	36,36%
23/10/2012	206	21,84%	2,43%	40,78%	34,47%
Sentido: Tutunendo - Quibdó					
Día	Volumen	%A	%B	%C	%M
21/10/2012	513	21,44%	4,68%	12,28%	60,82%
22/10/2012	144	5,07%	1,36%	10,33%	10,92%
23/10/2012	168	20,83%	1,79%	43,45%	33,33%
Total Ambos sentidos					
Día	Volumen	%A	%B	%C	%M
21/10/2012	1503	17,23%	3,46%	8,12%	70,66%
22/10/2012	342	16,67%	3,80%	40,64%	37,43%

23/10/2012	374	21,39%	2,14%	41,98%	33,96%
------------	-----	--------	-------	--------	--------

Fuente: Elaboración propia, 2012

Uno de los resultados que es determinante en la zona, es el porcentaje tan elevado de motocicletas que circulan por allí durante los tres días del estudio, que diferencian a la región chocoana del resto de regiones del país.

Otro aspecto relevante es que el flujo vehicular del día domingo en el sector de Tutunendo es casi 5 veces mayor el flujo vehicular de los días hábiles. También es importante señalar que el total de buses de servicio público es bajo, y al igual que en Yuto predomina el uso de la motocicleta sobre cualquier otro medio de transporte.

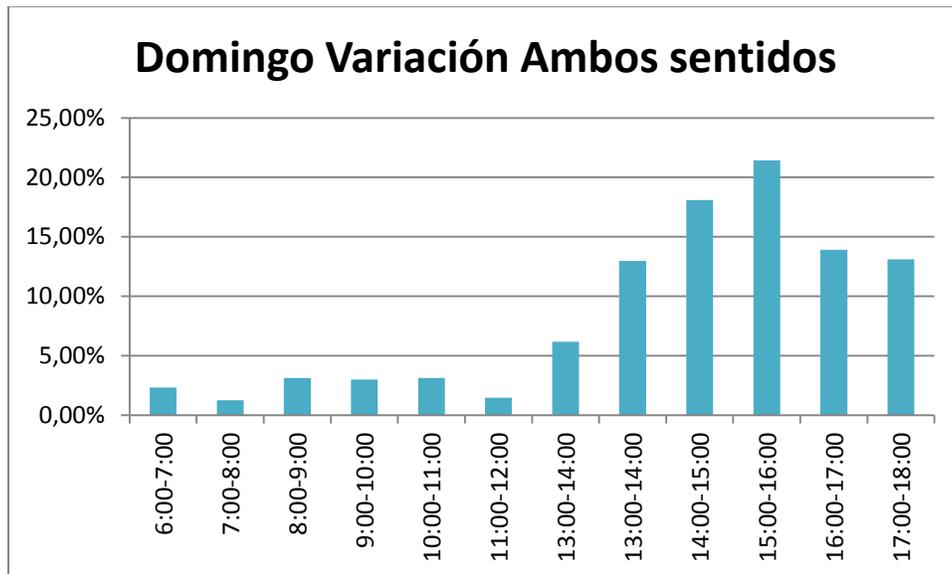


Figura 56. Variación horaria día 1 estación 2

Fuente: Elaboración propia, 2012

Es importante observar la variación horaria que tuvo cada día de estudio para la estación 2. En la Figura 56 se encuentran los resultados que se obtuvieron para el día domingo, en donde se concentra en la tarde la mayor variación del flujo vehicular, de esta manera se encontró la hora de máxima demanda entre las 14:45 y las 15:45, con un FHP de 0,92.

Para el siguiente día, la Figura 57 permitió analizar la variación que se presentó durante el día, a diferencia del domingo, hubo una fuerte demanda de la infraestructura durante las horas de la mañana. El volumen de máxima demanda estuvo ubicado en el periodo entre las 11:30 y las 12:30, con un FHP de 0,67.

El día martes presenta una variación menos fuerte que los días anteriores, aunque es fácil notar que en la tarde es cuando más se demanda la infraestructura, con lo que se observa que el periodo de máxima demanda está comprendido entre las 11:30 y las 12:30 y presenta un FHP de 0,57.

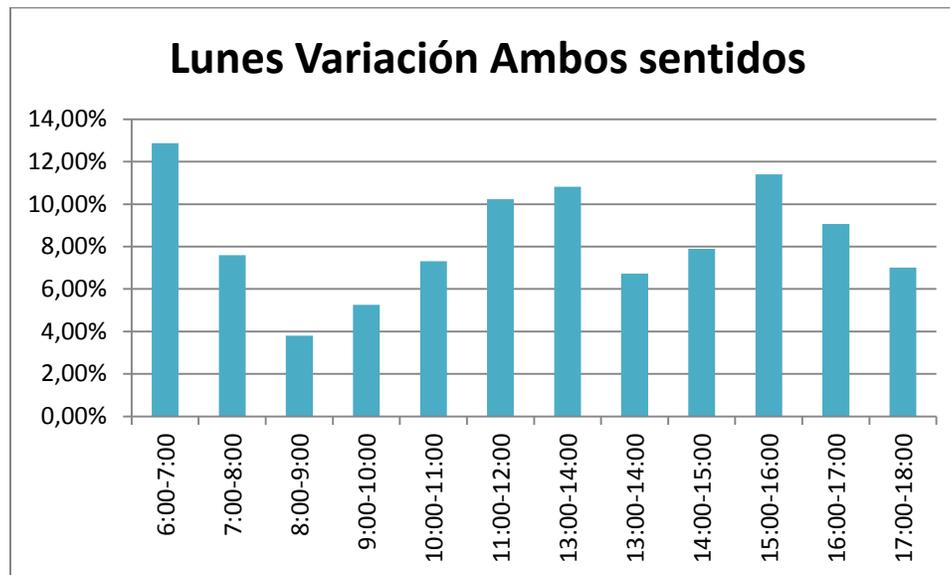


Figura 57. Variación horaria día 2 estación 2

Fuente: Elaboración propia, 2012

Por razones de logística y de preparación del personal que tomó la información de campo, fue necesario que se realizara el estudio en el departamento de Risaralda en una fecha diferente pero muy cercana y en un periodo de tiempo que reflejara condiciones similares, por ello ocho días después se realizó el estudio, durante los días domingo, lunes y martes.

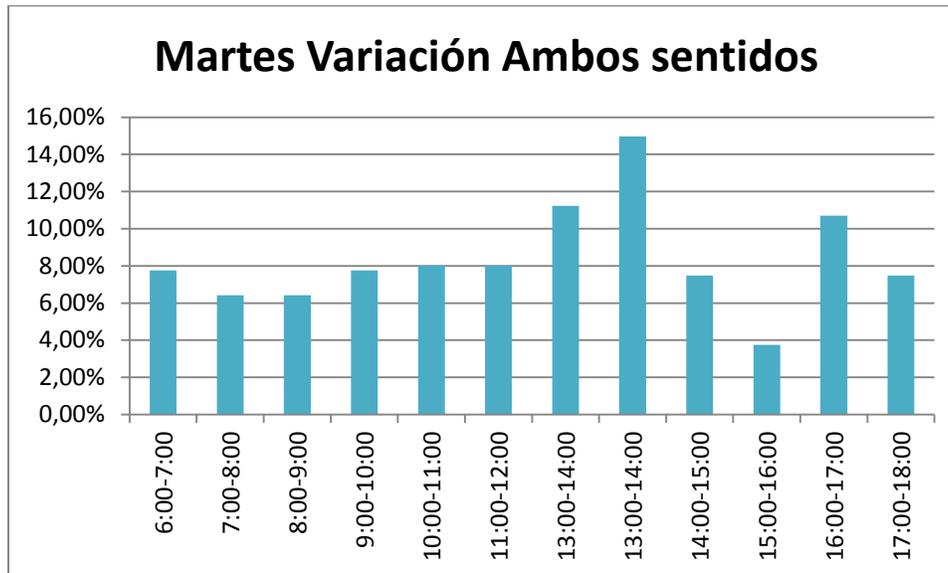


Figura 58. Variación horaria día 3 estación 2

Fuente: Elaboración propia, 2012

La estación número 3, estuvo ubicada en el departamento de Risaralda (Tabla 23), este punto busca observar los vehículos que llegan por la ciudad de Pereira. Es importante notar que la tendencia se mantiene, siendo el domingo el día que se presenta un mayor flujo en el lugar de estudio.

Tabla 23. Resultados aforos vehiculares Estación 3

Sentido: Breñaña - Virginia					
Día	Volumen	%A	%B	%C	%M
28/10/2012	390	45,38%	7,69%	9,23%	35,90%
29/10/2012	325	42,15%	7,69%	19,69%	30,46%
30/10/2012	235	33,62%	6,81%	30,21%	23,83%
Sentido: Virginia - Breñaña					
Día	Volumen	%A	%B	%C	%M
28/10/2012	405	40,99%	8,64%	16,30%	34,07%
29/10/2012	300	37,33%	8,33%	28,33%	26,00%
30/10/2012	238	42,44%	5,46%	19,33%	32,77%
Total Ambos sentidos					
Día	Volumen	%A	%B	%C	%M
28/10/2012	795	43,14%	8,18%	12,83%	34,97%
29/10/2012	625	39,84%	8,00%	23,84%	28,32%
30/10/2012	473	38,05%	6,13%	24,74%	28,33%

Fuente: Elaboración propia, 2012

A diferencia que el departamento de Chocó, la prevalencia en esta zona es del automóvil. Existe también un porcentaje considerable de vehículos pesados, punto importante para determinar el potencial de carga que puede tener el río Atrato por la carga presente en la zona.

Para la estación de conteo en Bretaña se nota claramente que tiene periodos de flujo de demanda bastante altos, por cuestiones de logística los conteos se realizaron en 10 horas, pues los desplazamientos a esta zona fueron bastante largos. Aunque se permite observar una situación bastante particular, pues los flujos máximos se presentan en las primeras horas de la mañana y la última de la tarde. La hora de máxima demanda se produce entre las 16:00 y las 17:00, con un FPH de 0,78. La Figura 59 contiene los resultados obtenidos para ambos sentidos de circulación.

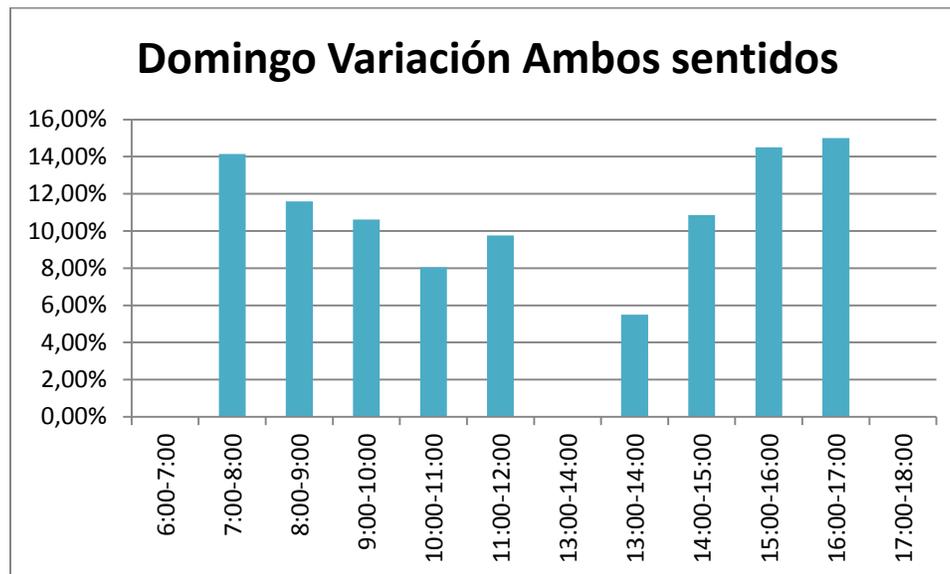


Figura 59. Variación horaria día 1 estación 3

Fuente: elaboración propia, 2012

Para el segundo día de conteo se observa que las condiciones cambian y durante la mañana se tiene una demanda mucho mayor que en la tarde, lo que implica que los viajes en esa zona pueden presentarse en las primeras horas de día, aunque el horario de máxima demanda se presenta a las entre las 7:00 y 8:00 de la mañana, con un FPH de 0,92. (Figura 60).

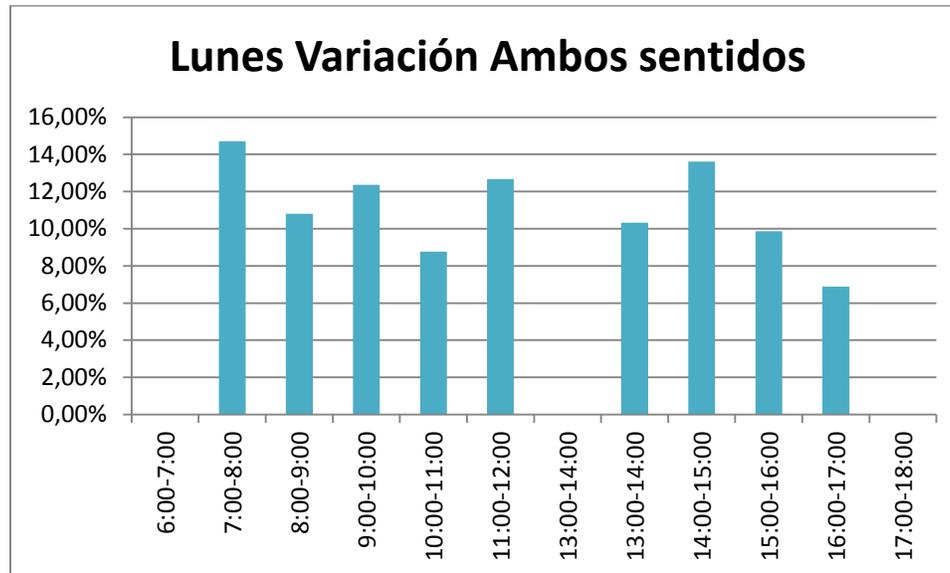


Figura 60. Variación horaria día 2 estación 3

Fuente: Elaboración propia, 2012

La estación 4 estuvo ubicada en la vía que conecta a Risaralda con Chocó en la ruta Asia – Virginia (Tabla 24). Este corredor es importante, pues está siendo intervenido como uno de los planes de la prosperidad planteada por la presidencia. Se espera que tenga un mayor flujo vehicular.

Como valores importantes observados como resultado de los aforos, existe una cantidad importante de motocicletas en la zona, predominante en los tres días de estudio de la semana. Al igual que en los demás lugares en donde se llevaron a cabo aforos, el día domingo tiene un flujo vehicular bastante alto en comparación con los demás días de conteo.

Tabla 24. Resultados aforos vehiculares Estación 4

Sentido: Asia - Virginia					
Día	Volumen	%A	%B	%C	%M
29/10/2012	962	37,63%	8,11%	9,88%	41,06%
30/10/2012	855	35,56%	9,36%	16,37%	37,78%
31/10/2012	546	36,81%	10,44%	15,93%	35,71%
Sentido: Virginia - Asia					
Día	Volumen	%A	%B	%C	%M
29/10/2012	1160	35,52%	7,07%	6,64%	48,02%
30/10/2012	1031	38,89%	7,27%	10,96%	41,22%
31/10/2012	603	34,83%	6,80%	13,27%	43,28%
Total Ambos sentidos					
Día	Volumen	%A	%B	%C	%M

29/10/2012	2122	36,48%	7,54%	8,11%	44,86%
30/10/2012	1886	37,38%	8,22%	13,41%	39,66%
31/10/2012	1149	35,77%	8,53%	14,53%	39,69%

Fuente: Elaboración propia, 2012

La presencia de motocicletas es significativa, acercándose en algunos casos al 50% del total de vehículos mixtos. Si bien en términos del uso de la infraestructura, considerando un factor de equivalencia de 0.5, el impacto de las motocicletas pudiera reducirse a la mitad, es bien importante resaltar cómo esta alternativa de transporte resuelve un porcentaje significativo de los viajes en la región, lo que debería ser considerado en la misma provisión de infraestructura de transporte terrestre por carretera.

El porcentaje de participación de camiones en la ruta Asia – Virginia, es importante y puede ser representativo del total de movimiento de carga que se presenta, ya con las encuestas de carga se va a determinar las condiciones actuales con las que se presta este servicio.

Los resultados de los aforos vehiculares permiten observar la demanda de la infraestructura presente y cómo es el reparto por tipología de vehículos que viajan a Chocó por el modo carretero. Para la estación 4 se observa que el día domingo tiene horas en donde la demanda de la infraestructura es alta, y se nota una variación bastante fuerte en la tarde, la hora de máxima de manda se produce entre las 10:15 y las 11:15, con un FHP de 0,78.

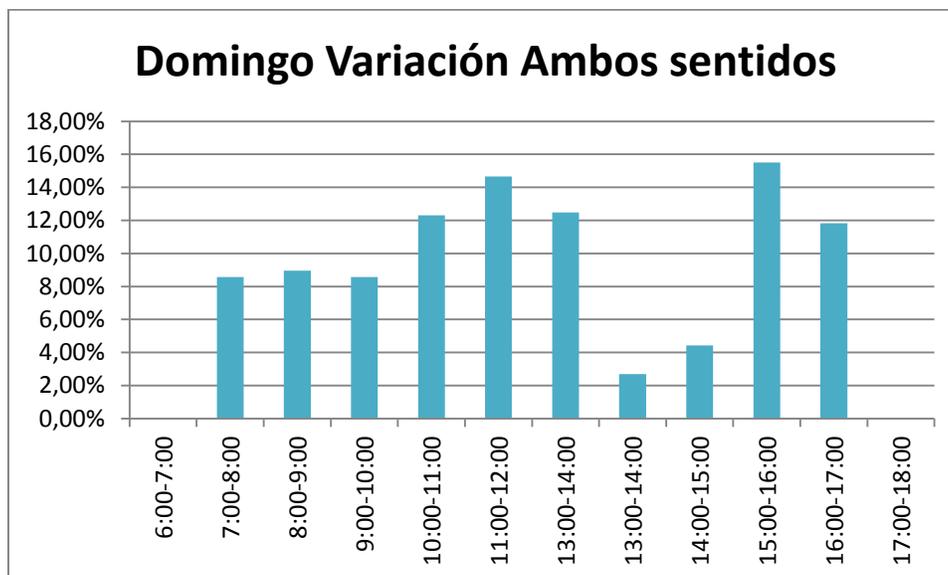


Figura 61. Variación horaria día 1 estación 4

Fuente: Elaboración propia, 2012

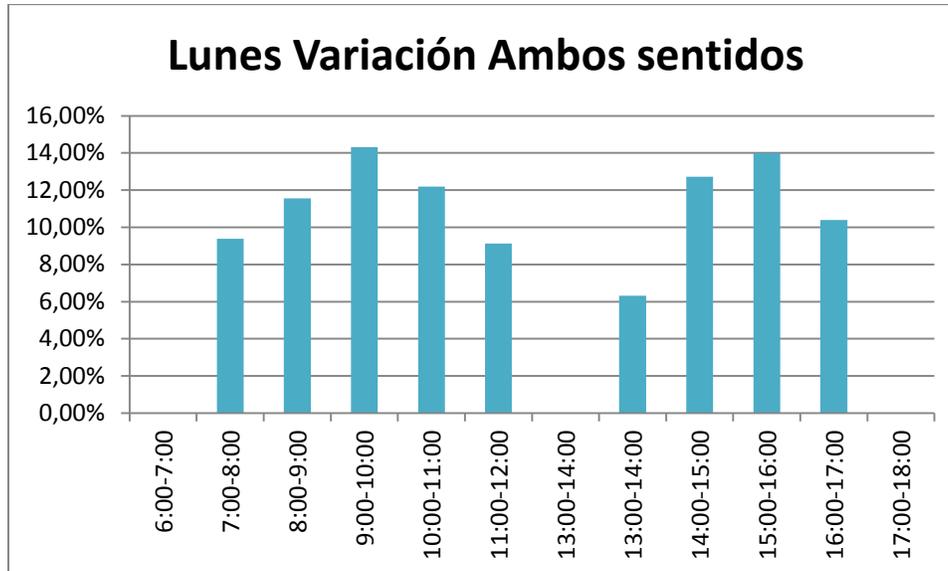


Figura 62. Variación horaria día 2 estación 4

Fuente: Elaboración propia, 2012

Para el día lunes, se observa que en la mañana están la mayoría de los flujos presentes en la zona, en donde se presenta una alta demanda. El periodo de máxima demanda se presente entre las 9:45 y las 10:45, con un FPH de 0,9. (Figura 62).

3.2.4. Aforo transporte público

El aforo de transporte público se realizó con la participación de personal femenino que preguntaba información acerca del viaje a los conductores una vez se detenían en el retén que se dispuso para tal fin.

En la Figura 63 se puede observar cómo en la estación de Yuto, la mayoría de los orígenes y destinos están representados por Quibdó, lo que permite conocer que existe muy poca conexión por vía terrestre entre las capitales de los departamentos vecinos y Quibdó.

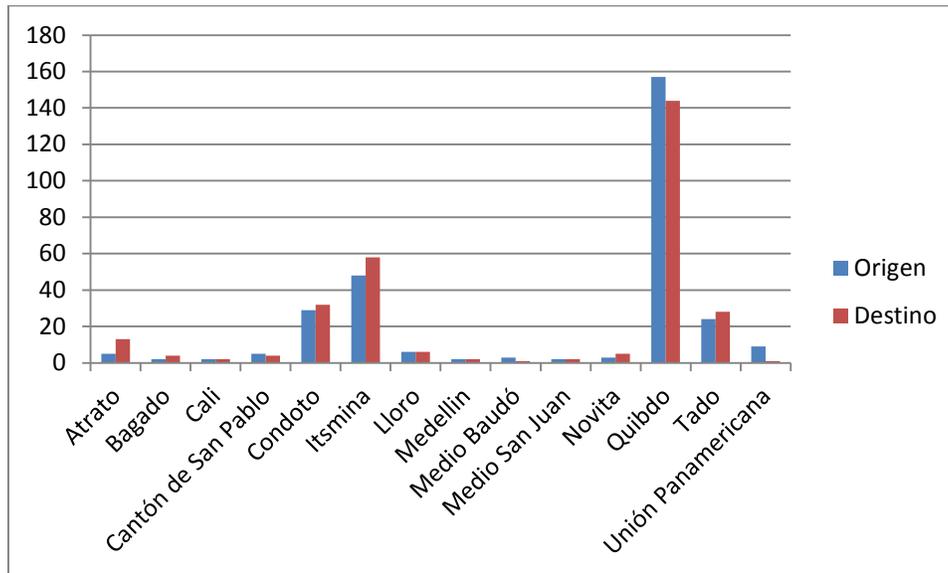


Figura 63. Orígenes y destinos de las empresas de transporte público Estación 1

Fuente: Elaboración propia, 2012

En orden de importancia, Istmina es un municipio que tiene una demanda de viajeros que puede llegar a aumentar si las condiciones de las vías son mejoradas. Esta vía tiene conexiones propias del departamento del Chocó y a pesar de ser la vía que permite llegar a Risaralda, los viajes realizados hacia este departamento son muy bajos.

Es importante realizar este análisis con cada uno de los tramos observados. A continuación en la Figura 64 se observan los orígenes y destinos en el tramo que comprende Tutunendo – Quibdó, esta zona presenta unos altos orígenes de los viajes desde Quibdó y los destinos son el Municipio de Tutunendo.

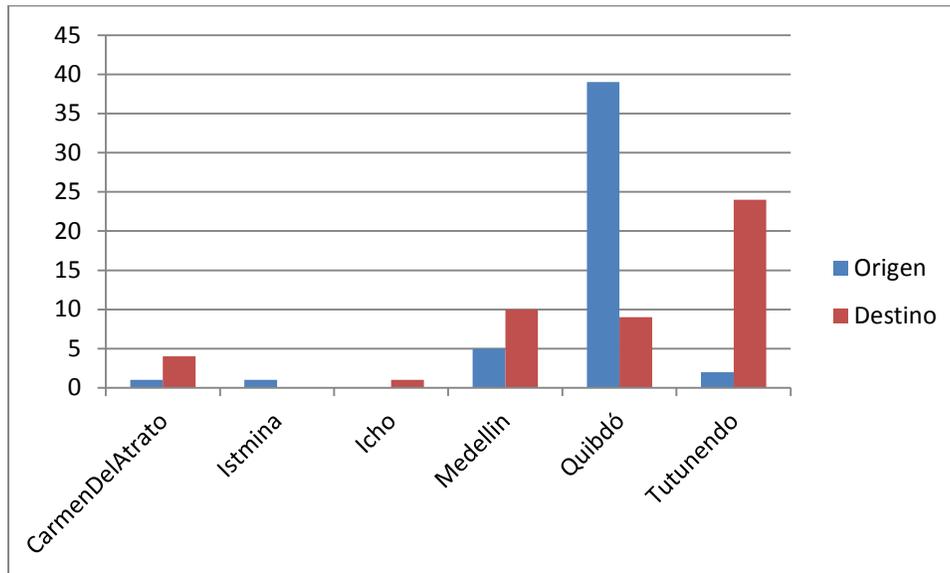


Figura 64. Orígenes y Destinos de las empresas de transporte público Estación 2

Fuente: Elaboración propia, 2012

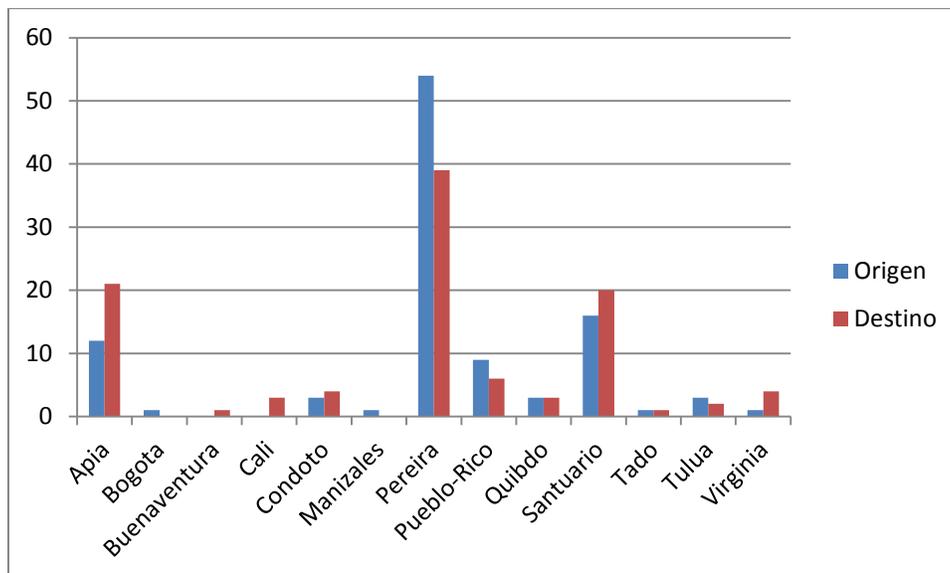


Figura 65. Orígenes y destinos de las empresas de transporte público Estación 3

Fuente: Elaboración propia, 2012

El transporte colectivo del departamento de Risaralda tiene muy poca conexión con el del departamento del Chocó, como se ve en la Figura 65 la mayoría de los viajes se realizan dentro del departamento mientras que los viajes que se realizan a Quibdó tienen una frecuencia relativamente baja.

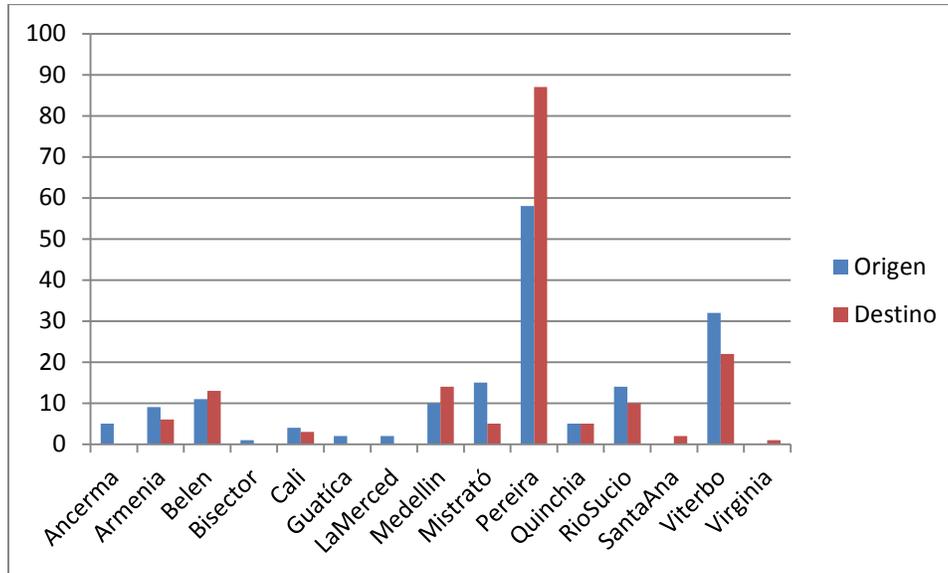


Figura 66. Orígenes y destinos de las empresas de transporte público Estación 4
Fuente: Elaboración propia, 2012

Para una correcta evaluación del funcionamiento que tiene el transporte público en la zona es importante saber que empresas y que tipo de vehículos prestan el servicio, pues de esta manera se puede comprender si en una eventual mejora de la infraestructura, es necesario cambiar el parque automotor que presta este servicio en cada uno de los lugares de estudio, la encuesta en uno de sus ítems permite observar que empresas son las que prestan el servicio.

Para la estación ubicada en Yuto la Tabla 25 resume las empresas que prestan el servicio y el tipo de vehículos con los que cuentan. En su mayoría son microbuses, que en la encuesta se definieron como buses que permitieran tener entre 12 y 20 pasajeros sentados, además se puede observar que empresa con mayor participación es TRANSPROGRESO.

Para la estación de conteo ubicada en Tutunendo, se observa que la empresa que tiene más buses es también TRANSPROGRESO con un total de 21 vehículos, allí el vehículo tipo auto fue el que más tuvo participación, para el estudio se definió que los automóviles de servicio público fueran contados dentro de las encuestas.

Tabla 25. Empresas prestadoras de Servicio y tipo de vehículo. Yuto - Quibdó

Yuto	Tipo de Vehículo						Total general
	Auto	Bus	Buseta	Camioneta	Microbús	Mixto	
Arauca		3	1				4



COOTRASANJUAN	1	6	8		14		29
Expreso Chocó	1	2					3
Expreso Pacífico	4	3	6	1	1		15
Expreso San Juan	1						1
Occidental		9	13		3		25
Particular		1		1			2
Progreso del Chocó					1		1
Rápido Ochoa		1				1	2
TRANSPROGRESO	14	4	11	3	66	8	106
Total general	21	29	39	5	85	9	188

Fuente: Elaboración propia, 2012

En la estación de conteo ubicada en Bretaña la empresa Occidental es la que más vehículos de transporte público cuenta en esta ruta. En la encuesta se definió como buses a los que tuvieran más de 30 sillas. Es importante advertir que en esta ruta existe una mayor cantidad de vehículos microbuses que ofrecen el servicio de transporte. (Tabla 27)

Tabla 26. Empresas prestadoras de Servicio y tipo de vehículo. Tutunendo - Quibdó

Tutunendo	Tipo de Vehículo				
Empresa	Auto	Bus	Buseta	Microbús	Total general
COOTRASANJUAN	1				1
Expreso Chocó				1	1
Expreso del Chocó	5				5
OASISCOP		1			1
Occidental	1				1
Rápido Ochoa		10	1		11
Transprogreso	10	1	5	5	21
Total general	17	12	6	6	41

Fuente: Elaboración propia, 2012

Para la estación ubicada en Asia (Tabla 28) se observa que la empresa que más buses ofrece es la Flota Occidental, con 71 vehículos. Para la encuesta se definió que las busetas son aquellos vehículos que tienen entre 21 y 29 sillas. De acuerdo a esta configuración se observa que existe una oferta amplia en microbuses y busetas, que quizá por las condiciones de la vía y de las necesidades de la zona son las que permiten la solución de transporte.

Tabla 27. Empresas prestadoras de Servicio y tipo de vehículo. Bretaña - Virginia

Bretaña	Tipo de Vehículo
---------	------------------

Empresa	Bus	Campero	Buseta	Microbús	Total general
Arauca	5				5
Occidental	8	1	9		18
Santuario				1	1
Sociedad-Transp				1	1
Transp-Apia			1	16	17
Transp-Tatama		1		16	17
Total general	13	2	10	33	59

Fuente: Elaboración propia, 2012

Para tener un mejor conocimiento del funcionamiento real del transporte público se incluyen también las encuestas realizadas a los pasajeros. Para la toma de información de estas encuestas, en cada punto de aforo, una vez se detenía el vehículo de transporte público se encuestaba a uno de los pasajeros.

Debido a que los resultados pueden ser relevantes dentro de cada zona, pero considerar un total general para algunas de las preguntas resulta más fácil para la comprensión de resultados. Para el motivo de viaje, la Tabla 29 contiene los resultados obtenidos para cada sitio de estudio.

Tabla 28. Empresas prestadoras de Servicio y tipo de vehículo. Asia - Virginia

Asia	Tipo de Vehículo				
Empresa	Auto	Bus	Buseta	Microbús	Total general
Arauca		1	3	1	5
COOTRANSBEL		6	9	11	26
COOTRANSESCAL		1		1	2
Flota Magdalena			1		1
Flota Occidental		4	46	21	71
Galaxita			1		1
TRANSBATERO		1	2		3
TRANSVITERBO	2	2	4	23	31
TRANZAPATA			2	26	28
Total general	2	15	68	83	168

Fuente: Elaboración propia, 2012

Se observa que la motivación principal en los diferentes sitios de estudio es el trabajo, valor que permite entender que varias personas deben desplazarse largas distancias para llegar a sus lugares de trabajo. Un resultado importante también para el proyecto y que se encuentra en unos capítulos más adelante, es el de recreación. Si bien el proyecto no solo analiza la carga sino el potencial turístico de la zona es importante advertir que el segundo motivo de viaje es la recreación.

Tabla 29. Motivo de Viaje pasajeros transporte Público

Motivo viaje	Sitio de estudio				
	Asia	Bretaña	Tutunendo	Yuto	Total general
Estudio	5	4	1	14	24
Otro	41	16	6	35	98
Recreación	28	28	24	32	112
Salud	39	6	3	33	81
Trabajo	61	63	83	139	346
Total general	174	117	117	253	661

Fuente: Elaboración propia, 2012

Además del motivo del viaje, es necesario conocer la frecuencia con la que se realizan estos viajes, resultado que permite analizar las condiciones culturales que generan los desplazamientos y determinar así si la infraestructura ofrecida cumple con los requisitos necesarios para un correcto desempeño de las diferentes tareas.

Existe un alto número de viajeros que su frecuencia es eventual, resultado importante si se tiene en cuenta las condiciones turísticas del Chocó y Risaralda (Tabla 30). Con los resultados obtenidos de la frecuencia se puede determinar si la oferta de vehículos es la suficiente para los viajes que se producen en esta región.

Tabla 30. Frecuencia de Viaje pasajeros transporte Público

Frecuencia del Viaje	Sitio de estudio				
	Asia	Bretaña	Tutunendo	Yuto	Total general
Diario	21	9	11	37	78
Eventual	90	44	42	62	238
Mensual	31	29	23	69	152
Recreación		1			1
Semanal	32	34	41	85	192
Total general	174	117	117	253	661

Fuente: Elaboración propia, 2012

Además de preguntar el motivo y la frecuencia, a los pasajeros se les preguntó sobre la ocupación que tienen, pues esto determina en gran manera el motivo del viaje. En la Tabla 31 se observa que la mayoría de los pasajeros encuestados se encuentra trabajando, mientras que otro número grande tiene ocupaciones en el hogar.

Tabla 31. Ocupación pasajeros transporte Público

Ocupación	Sitio de estudio				
	Asia	Bretaña	Tutunendo	Yuto	Total general
Estudio	7	6		33	46

Hogar	59	3	18	12	92
Otro	20	14		29	63
Trabajo	88	94	99	179	460
Total general	174	117	117	253	661

Fuente: Elaboración propia, 2012

Con el fin de analizar de una mejor manera al pasajero que hace uso del transporte público ofrecido para cada uno de los sitios de estudio, se analiza los ingresos que tiene. En la Tabla 32 se puede ver que la gran mayoría de los encuestados tienen o reciben un salario mínimo legal vigente, situación que refleja la frecuencia en los viajes, pues debido a los costos que este conlleva, el pasajero realiza viajes eventuales que deben ser “obligados” pues sus recursos no les permiten aumentar la cantidad de viajes realizados por semana.

Tabla 32. Ingresos pasajeros transporte Público

Ingresos	Sitio de estudio				Total general
	Asia	Bretaña	Tutunendo	Yuto	
0				42	42
1 SMLV	170	88	48	112	418
1-2 SMLV	4	19	56	54	133
2-4 SMLV		10	11	31	52
4 - 8 SMLV			2	12	14
8 - 12 SMLV				2	2
Total general	174	117	117	253	661

Fuente: Elaboración propia, 2012

3.2.5. Encuesta transporte privado

Los orígenes y destinos del transporte privado permiten observar el comportamiento que tienen los conductores en esta zona, si se tiene proyectado que se va a utilizar como corredor de carga y corredor turístico.

Las encuestas al transporte privado se realizaron a diferentes tipos de vehículos, en los que se tuvo en cuenta las camionetas, camperos, autos y motos. Para diferenciar las camionetas de los camperos se optó por elegir como camioneta a cualquiera que tuviera platón y campero al que la carrocería es cerrada.

La Tabla 33 contiene los resultados obtenidos de los vehículos que fueron encuestados en cada uno de los puntos destinados para esta tarea. Es importante observar que así mismo como los aforos lo demostraron, hubo una mayor cantidad de motos escogidas

para la realización de las encuestas. Además del uso que tienen los camperos por estos corredores viales.

Tabla 33. Tipo de Vehículo por estación de conteo

Tipo de Vehículo	Sitio de Estudio				
	Asia	Bretaña	Tutunendo	Yuto	Total general
Auto	40	0	16	47	103
Camioneta	14	15	44	48	121
Campero	6	71	40	56	173
Moto	33	12	80	102	227
Total general	93	98	180	253	624

Fuente: Elaboración propia, 2012

Una vez conocidos los distintos tipos de vehículos que fueron incluidos en la encuesta, se importante determinar la frecuencia con la que se realizan los viajes, para esto se agruparon todos los datos de las 4 estaciones y se procede a determinar el total de viajes que se producen por cada tipo de vehículo y con qué intensidad.

La Tabla 34 contiene los resultados obtenidos y se hace importante notar que la mayor cantidad de vehículos tienen una frecuencia eventual, un interesante resultado si se tiene en cuenta que se busca mejorar las condiciones para un posible corredor turístico.

Tabla 34. Tipo de vehículo y frecuencia de viaje

Tipo de Vehículo	Frecuencia de viaje				
	Diario	Eventual	Mensual	Semanal	Total general
Auto	24	43	16	20	103
Camioneta	28	45	19	29	121
Campero	19	66	33	55	173
Moto	51	88	26	62	227
Total general	122	242	94	166	624

Fuente: Elaboración propia fecha

En cuanto al motivo del viaje (Tabla 35), se observa que el total de los conductores que por trabajo deben transportarse es bastante alto, aunque es posible que en esta zona existan proyectos que requieren personal de otras regiones y realizan viajes a estos departamentos no con una frecuencia regular. Una posibilidad del por qué los viajes eventuales y de trabajo son los mayores que se encontraron.

Tabla 35. Motivo de viaje por tipo de vehículo

Tipo de Vehículo	Motivo de viaje					Total general
	Estudio	Otro	Recreación	Salud	Trabajo	
Auto	1	9	40	5	48	103
Camioneta	2	6	27	4	82	121
Campero	3	13	73	11	73	173
Moto	5	27	53	12	130	227
Total general	11	55	193	32	333	624

Fuente: Elaboración propia, 2012

Además de los volúmenes vehiculares que dan una buena idea de la forma como se usa la infraestructura de transporte, es necesario también procesar la información por orígenes y por destinos para conocer el patrón de comportamiento espacial de la demanda de transporte y cómo se manifiestan los vínculos entre los municipios de la región chocoana y entre los municipios del entorno cercano, que en todo caso dependen de las actividades que realizan las personas y de los requerimientos de productos y materias primas en distintos lugares.

La Figura 67 muestra los resultados obtenidos de las encuestas en el tramo comprendido entre Yuto y Quibdó. El municipio de Atrato se convierte también en un atractivo importante de viajes, quizá por la baja oferta de transporte público colectivo por carretera.

En la estación 2, que hace referencia al tramo comprendido entre Tutunendo y Quibdó, se observa que el comportamiento es bastante similar al de transporte colectivo, pues la mayoría de los orígenes están en Quibdó y los destinos en Tutunendo. Una explicación a este comportamiento puede ser el hecho que el domingo es día de mercado.

La Figura 68 representa el comportamiento del transporte privado en la zona de conteo, con base en la información acopiada en la estación 2. De otra parte, en la estación que se estableció en el departamento de Risaralda existe un porcentaje similar de vehículos que tienen sus orígenes y destinos en Pereira pues su cercanía a diferentes municipios permite una fácil conexión con la capital.

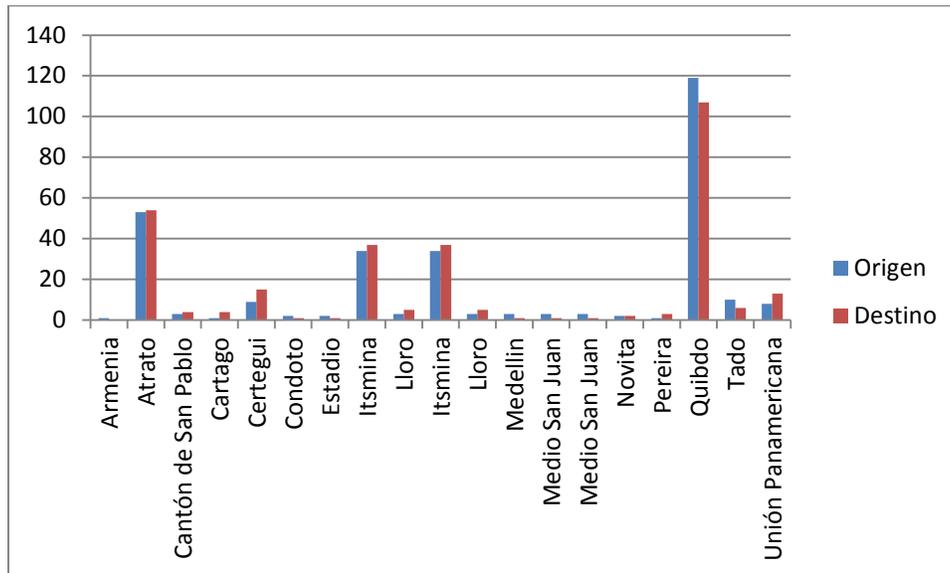


Figura 67. Orígenes y destinos transporte privado Estación 1

Fuente: Elaboración propia, 2012

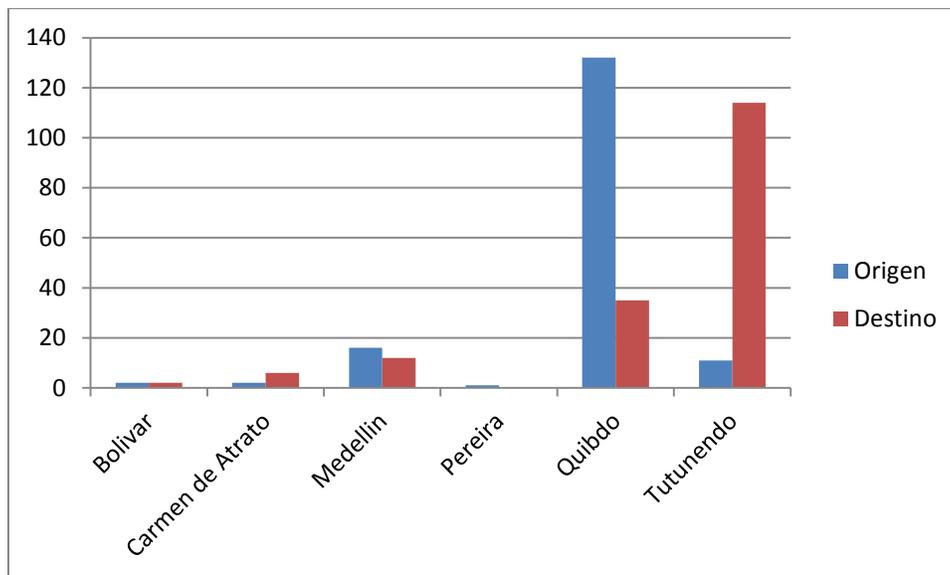


Figura 68. Orígenes y destinos transporte privado Estación 2

Fuente: Elaboración propia, 2012

La Figura 69 contempla además otros viajes que presentan un origen en Santuario y destino en Apia que son otros de los valores importantes del movimiento vehicular dentro del departamento. Se detecta la presencia de un viaje atípico con origen en Cartago pero que no tiene su correspondiente información de destino.

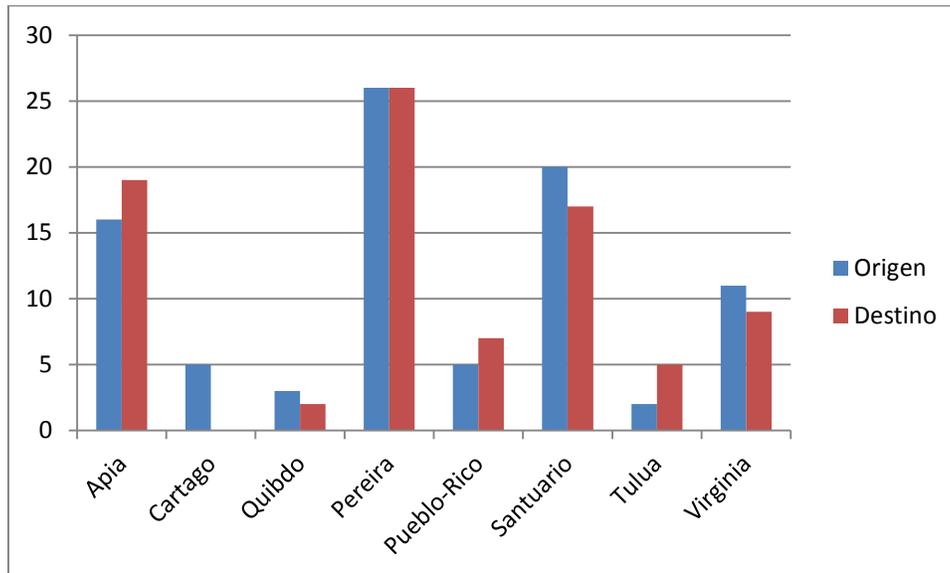


Figura 69 Orígenes y destinos transporte privado Estación 3

Fuente: Elaboración propia, 2012

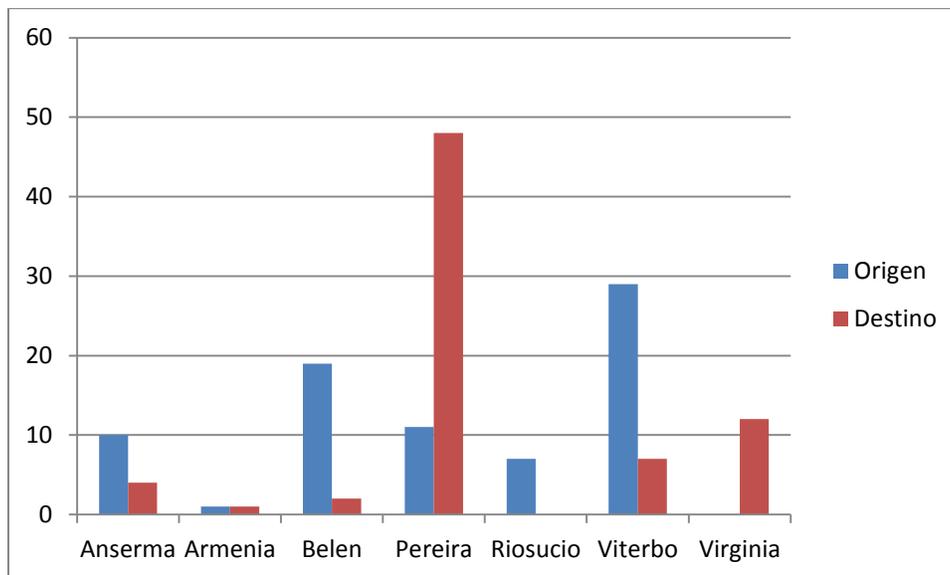


Figura 70 Orígenes y Destinos transporte privado Estación 4

Fuente: Elaboración propia, 2012

Los resultados de la estación 4, localizada entre Asia y Virginia, son presentados en la Figura 70; allí el destino de los viajes es Pereira, y los orígenes que se presentan en mayor proporción son los de Viterbo.

3.2.6. Encuesta transporte de carga

De acuerdo con la vocación del proyecto analizado, la información proveniente de la encuesta de transporte de carga es la más importante ya que permite identificar los orígenes y destinos de las mercancías transportadas, situación que ayuda a identificar los flujos principales que hacen parte de la demanda de transporte de carga por el corredor.

La Figura 71 muestra los resultados obtenidos en la estación de estudio en Yuto, en donde Quibdó presenta los mayores orígenes y destinos de la carga, siendo Istmina un punto generador de la carga que cruza por esta zona.

Otro aspecto importante es que se presentan movimientos de transporte de mercancías desde y hacia Pereira, indicativo importante dentro de la integración que debe tener la región.

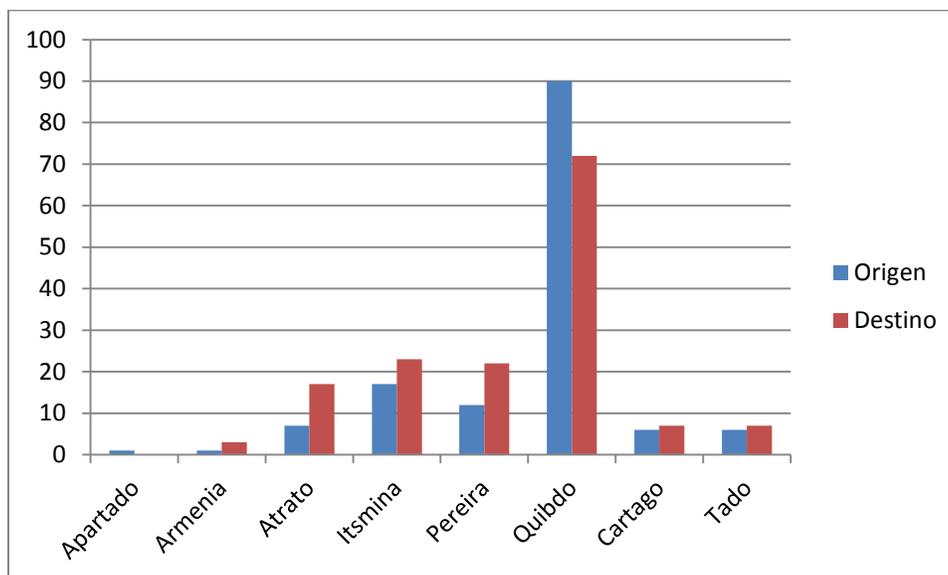


Figura 71. Orígenes y Destinos transporte de carga Estación 1

Fuente: Elaboración propia, 2012

La estación 2 (Figura 72) exhibe un resultado significativo, al poner de manifiesto la importancia de las cargas de Medellín en el contexto del proyecto analizado, nuevamente se concentra la mayoría de los movimientos desde y hacia Quibdó.

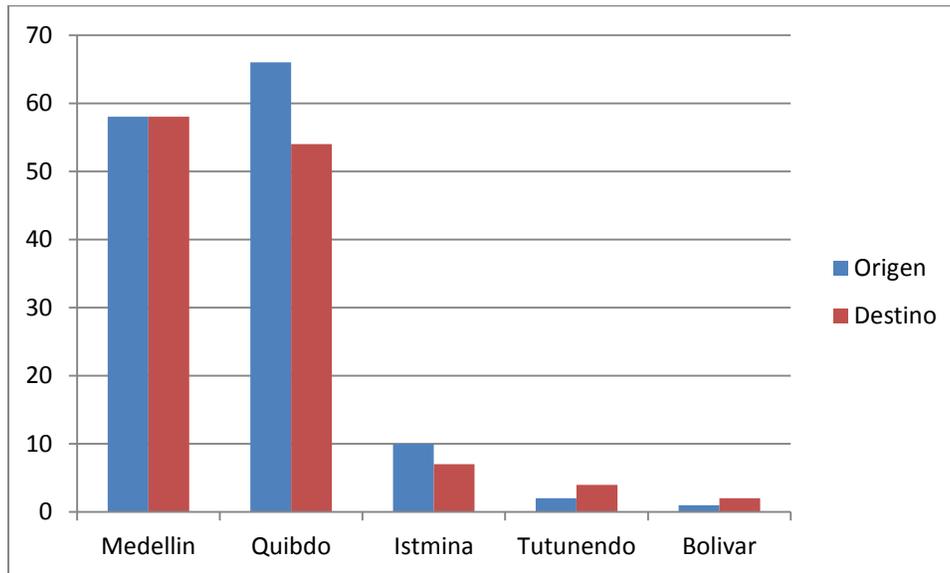


Figura 72. Orígenes y Destinos transporte de carga Estación 2

Fuente: Elaboración propia, 2012

La estación que se ubicó en Bretaña, refleja que es la ruta preferida por los transportadores para ir desde el departamento de Risaralda hacia Quibdó la mayoría de carga que se moviliza por esta zona tiene importancia para el proyecto. La mayoría de vehículos que cruzan por esta zona, tienen orígenes o destinos cercanos, de hecho Istmina es el tercer generador de viajes en importancia después de Quibdó y Pereira.

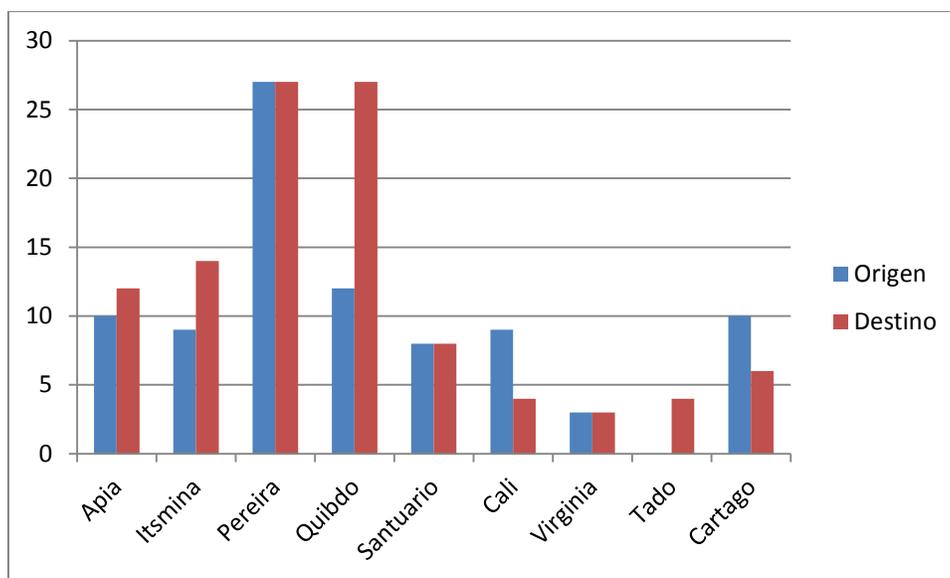


Figura 73. Orígenes y Destinos transporte de carga Estación 3

Fuente: Elaboración propia, 2012

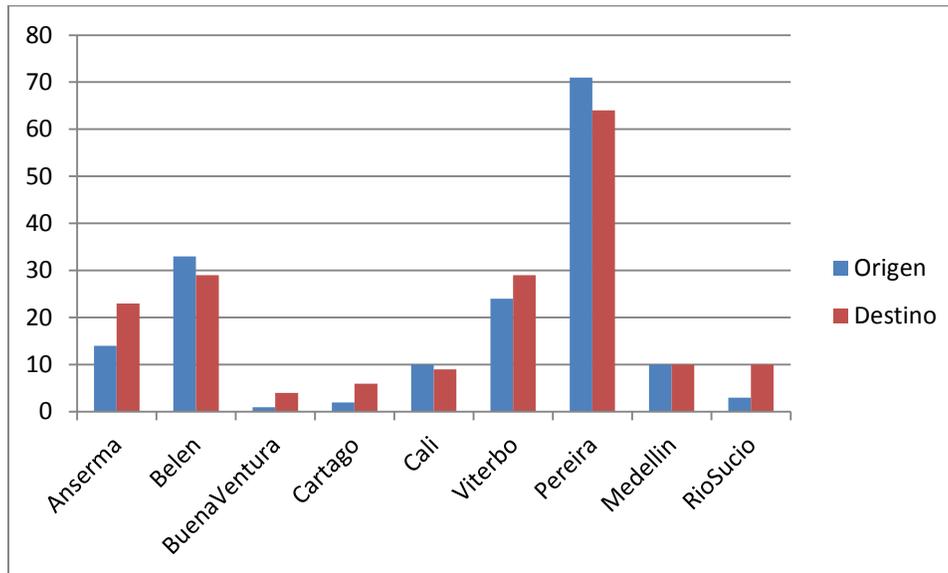


Figura 74. Orígenes y Destinos transporte de carga Estación 4

Fuente: Elaboración propia, 2012

3.2.7. Estudios transporte fluvial

Para el análisis en el transporte fluvial a diferencia al de transporte terrestre, no se estableció estaciones a lo largo del río Atrato, pues como no se tiene un flujo constante de embarcaciones, utilizar este método resultaría bastante costoso y muy poco práctico. Teniendo en cuenta esto, uno de los supervisores estuvo en los puertos fluviales, y mientras se realizaba el inventario portuario, los encuestadores les preguntaban en el puerto a los pasajeros y a los conductores de cada embarcación.

Con la información obtenida se obtuvo la matriz origen – destino de la Tabla 36 en donde se observa que Quibdó es el lugar donde existen más orígenes y destinos de viajes, debido a su carácter de capital del departamento. Pero se observa también que hay una muy poca conexión entre los municipios limítrofes con el océano atlántico y el centro del departamento. Un ejemplo es Acandí, que en las encuestas realizadas no se realiza ningún viaje directo entre este lugar y otro diferente a los de la costa. También se observa que el medio Atrato es quien produce más viajes hacia Quibdó.

Además de los orígenes y destinos encontrados, es importante determinar los motivos y ocupaciones de los viajeros. Este resultado permite entender las necesidades que se deben suplir para lograr un eficiente transporte.

Tabla 36. Origen y destino de pasajeros transporte Fluvial

Origen	Destino										
	Acandí	mun. Atrato	Bagadó	Lloró	Quibdó	Rio sucio	mun. San Juan	Turbo	Unguía	Vigía del Fuerte	Total general
Acandí								12			12
Bagadó					3						3
Carmen del Darién					2	3		4			9
Lloró					2						2
Medellín			1								1
Medio Atrato	1				27			2			30
Quibdó		8	2	3	7	7	4	7	5	1	44
Rio Sucio								12			12
mun. San Juan					12						12
Turbo	17					6			9		32
Unguía					6			8			14
Vigía del Fuerte								1			1
Total general	18	8	3	3	59	16	4	46	14	1	172

Fuente: Elaboración Propia, 2012

En la Tabla 37 se observa que la mayor motivación para el uso del modo de transporte fluvial es el trabajo.

Tabla 37. Motivo y ocupación de pasajeros Transporte Fluvial

Motivo	Ocupación				Total general
	Estudio	Hogar	Otro	Trabajo	
Compras		5	4	6	15
Diligencias		2	1	11	14
Estudio	3	1		2	6
Otro		8	17	6	31
Recreación	1	3	1	5	10
Salud		3	3		6
Trabajo	4		1	85	90
Total general	8	22	27	115	172

Fuente: Elaboración propia, 2012

En la Tabla 39 se observan las principales empresas de transporte fluvial con las que cuenta el río Atrato, es importante notar que la chalupa es el principal tipo de

embarcación que se usa. COOTRANSFLUMAR es la empresa de transporte de pasajeros que tiene mayor cantidad de embarcaciones que ofrecen este servicio. En el registro de embarcaciones se encuentra un número considerablemente mayor al que se registra en la Tabla 38 dado que no todas están afiliadas a empresas sino que se presta el servicio de manera informal.

Tabla 38. Empresas de transporte fluvial y tipo de vehículo

Empresa	Tipo de Vehículo	
	Chalupa	Total general
Particular	6	6
ATRACARIBA	1	1
COOTRANSFLUMAR	15	15
Exp. Vigía	1	1
TRANSATRATO	1	1
Total general	24	24

Fuente: Elaboración propia, 2012

En el transporte por el modo fluvial, se observa que existen distintos orígenes y destinos, que van a lo largo del río Atrato. Al igual que en el transporte de pasajeros se encuentra que Quibdó es el municipio que presenta la mayor cantidad de orígenes y destinos de la carga. A Quibdó llega en su mayoría carga del municipio del Medio Atrato representada en distintos tipos de alimentos. (Tabla 39).

Tabla 39. Movimientos de transporte de carga fluvial

Origen	Destino								Total general
	Acandí	Istmina	Medio Atrato	Quibdó	Río Sucio	mun. San Juan	Turbo	Vigía del Fuerte	
Acandí							2		2
Carmen del Darién				6	1				7
Lloró				4	1				5
Medio Atrato				18		1			19
Quibdó	3	1	8	4	8	5			29
Río Sucio			1	5		3	2		11
Turbo	5				2			1	8
Vigía del Fuerte							1		1
Total general	8	1	9	37	12	9	5	1	82

Fuente: elaboración propia, 2012

Con base en la información del aforo de carga realizado (Tabla 40) se encontró que el río es un modo de transporte vital para la región ya que uno de los productos de mayor

importancia en términos de transporte de carga fluvial corresponde a los alimentos y víveres. Así mismo, es importante el transporte de energéticos como el carbón, gasolina y combustibles en general.

Tabla 40. Aforo de carga en transporte Fluvial (kg/día)

Producto	Plaza Mercado	Puerto Kenedy	Puerto Policía	Puerto San Vicente	Riosucio	Turbo	Tota
Aceite Rimula			45				45
Acpm			480				480
Alimentos		67,265		18,000	14,000	8,050	107,315
Banano	1,600						1,600
Caña	1,600						1,600
Carbón			10,000				10,000
Cerveza	500						500
Combustible		11,061	930	210	14,600		26,801
Gasolina	150			2,245			2,395
Madera				2,000	29,000	23,000	54,000
Materiales		9,000					9,000
Panela	50						50
Carga Pesada		1,000			15,000		16,000
Pescado	2,500					5,500	8,000
Platano	800				100		900
Viveres						20,000	20,000
Total general	7,200	88,326	11,455	22,455	72,700	56,550	258,686

Fuente: elaboración propia, 2012

En el caso de Riosucio se resalta el transporte de maderas que supera los registros obtenidos para el caso de alimentos y combustibles. Un comportamiento similar fue registrado en Turbo, aunque el movimiento de víveres y alimentos sigue siendo significativo.

La matriz de transporte de carga que se obtiene a partir del procesamiento por orígenes y destinos, tal como se ve en la Tabla 41, exhibe unos movimientos mayoritarios entre Quibdó y Medio Atrato con más de 30,000 kg/día; es importante también la actividad de transporte de San Juan a Quibdó y de San Juan a Riosucio con unos registros del orden de 23,000 y 22,000 kg/día respectivamente.

Se debe tener en cuenta que la información reportada es representativa de los meses de octubre y noviembre, ya que en esa época se adelantó el trabajo de toma de información de campo. Con respecto a las embarcaciones utilizadas para el movimiento de carga se encontró que en su gran mayoría y en orden de importancia corresponden a: Botemotor, chalupa y canoa.

Tabla 41. Matriz de transporte de carga Fluvial (kg/día)

ORIGEN	DESTINO								
	Acandí	Carmen Darién	Lloró	Medio Atrato	Quibdó	Riosucio	Turbo	Vigia del Fuerte	Total
Acandí					2,965		13,500		16,465
Itsmina					2,000				2,000
Medio Atrato					10,287	100			10,387
Quibdó		19,769	375	33,276	13,250	4,680			71,350
Rio Sucio		14,600	840		15,344		19,000		49,784
San Juan				3,000	23,600	22,050			48,650
Turbo	20,050					17,000		8,000	45,050
Vigia del Fuerte							15,000		15,000
Total	20,050	34,369	1,215	36,276	67,446	43,830	47,500	8,000	258,686

Fuente: elaboración propia, 2012

3.2.8. Encuesta de preferencias declaradas

Antes de proceder a la calibración de modelos de elección discreta se hizo una caracterización de la muestra con fines de validación de la información, tal como se ve en las figuras siguientes.

La caracterización de las encuestas PD, dejó ver lo siguiente:

- Presencia predominante de sexo masculino lo cual es consistente con el comportamiento normal de los viajes por carretera.
- Mayor utilización de camionetas sobre cualquier otra clase de vehículo, situación que se explica en la dificultad para transitar en autos.
- Nivel educativo predominantemente bachiller con una menor participación para la categoría Universidad.
- Más del 70% de los viajes corresponde a personas que viajan acompañadas.
- Motivos predominantes el trabajo y el comercio, que son propósitos de viajes obligados que difícilmente los usuarios pueden aplazar.
- Predominio de frecuencia semanal, indicativa de poca cohesión de actividades en la zona.
- Valoración del tiempo de viaje actual en su gran mayoría razonable, indicando la conformidad de los individuos con relación a este atributo.
- Una mayoría de usuarios percibe que la infraestructura actual disponible es mala, lo que se comprobó en las observaciones de campo realizadas.

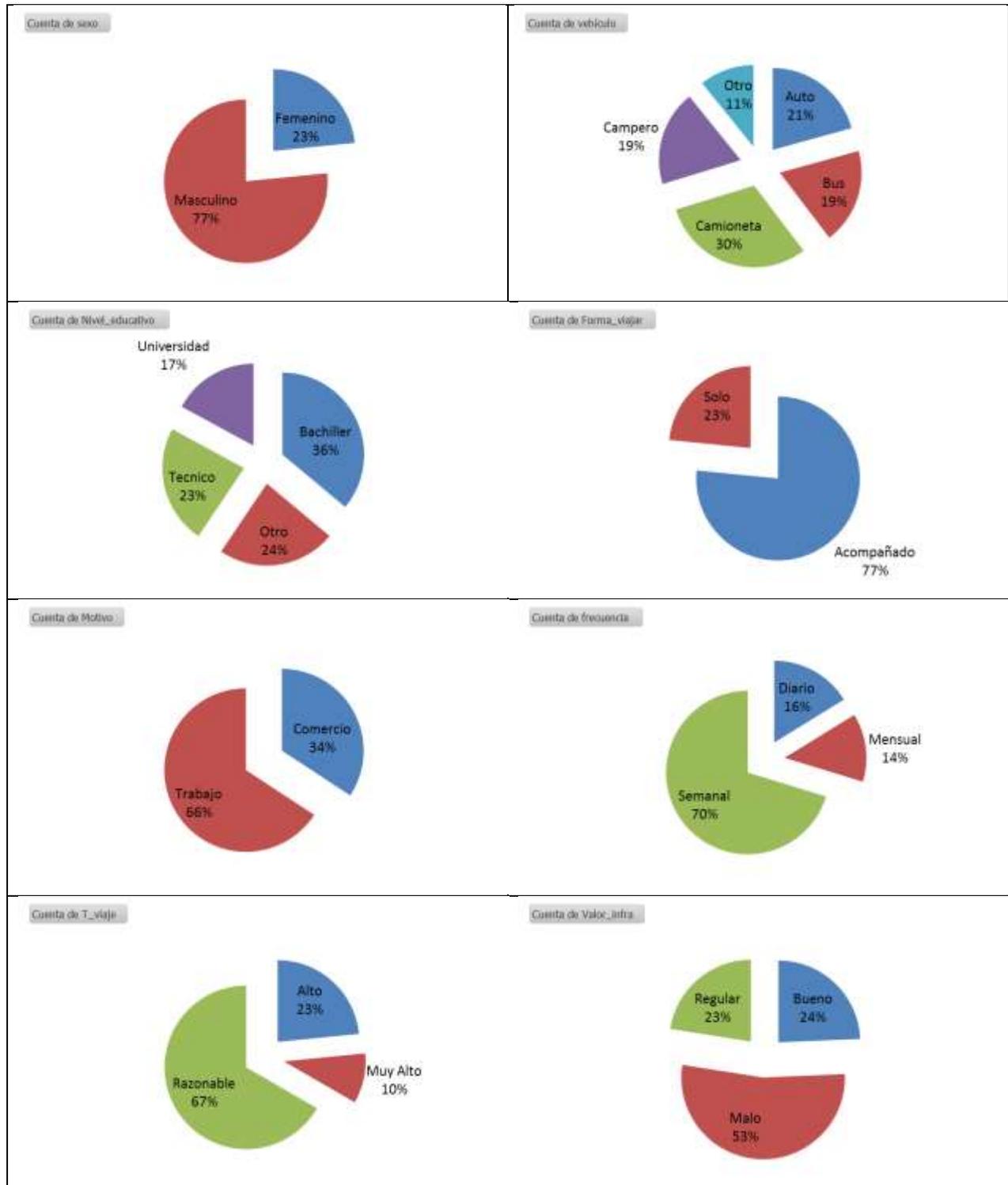


Figura 75. Caracterización encuestas de preferencias declaradas en Yuto

Fuente: elaboración propia, 2012

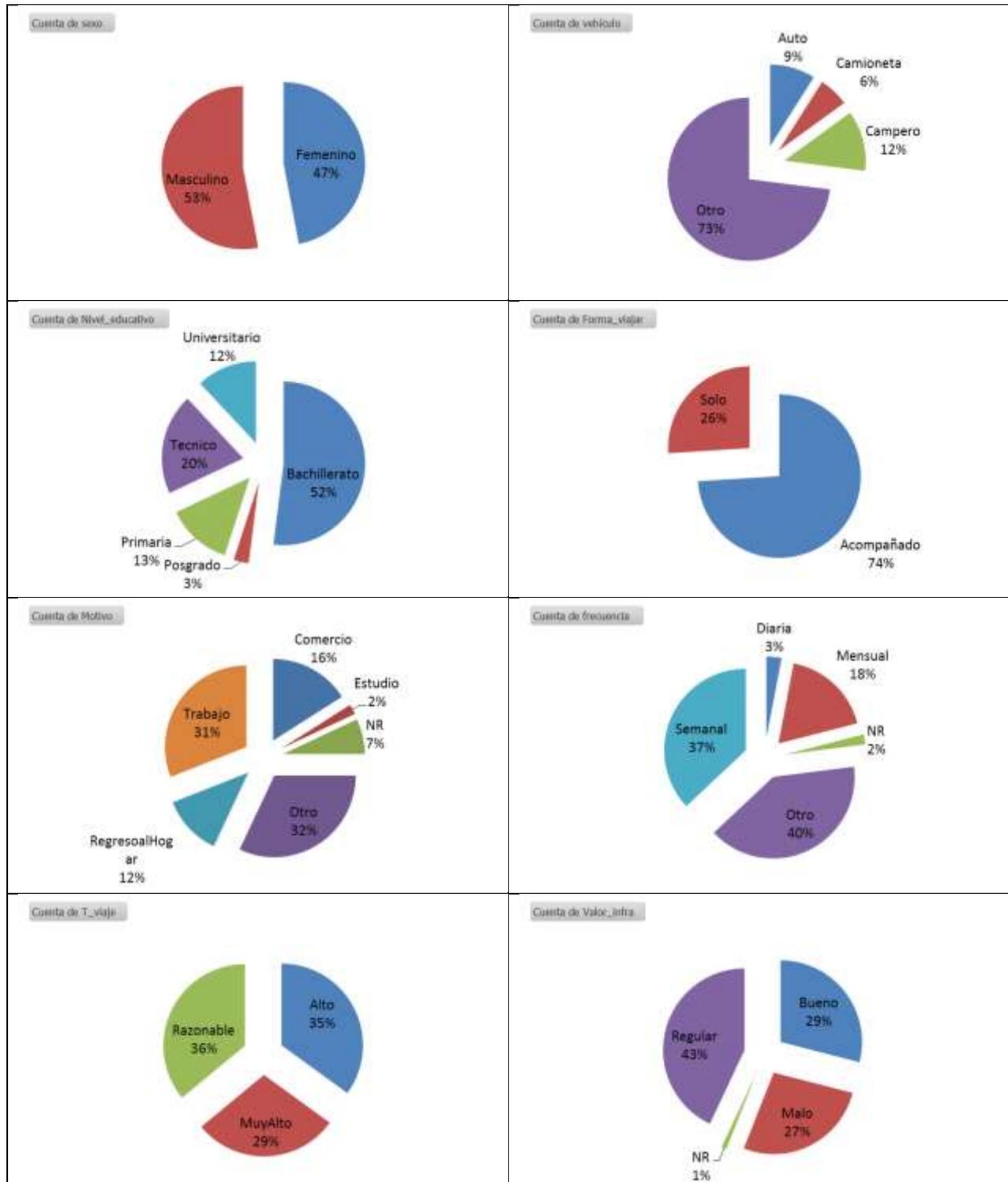


Figura 76. Caracterización preferencias declaradas en Tutunendo

Fuente: elaboración propia, 2012

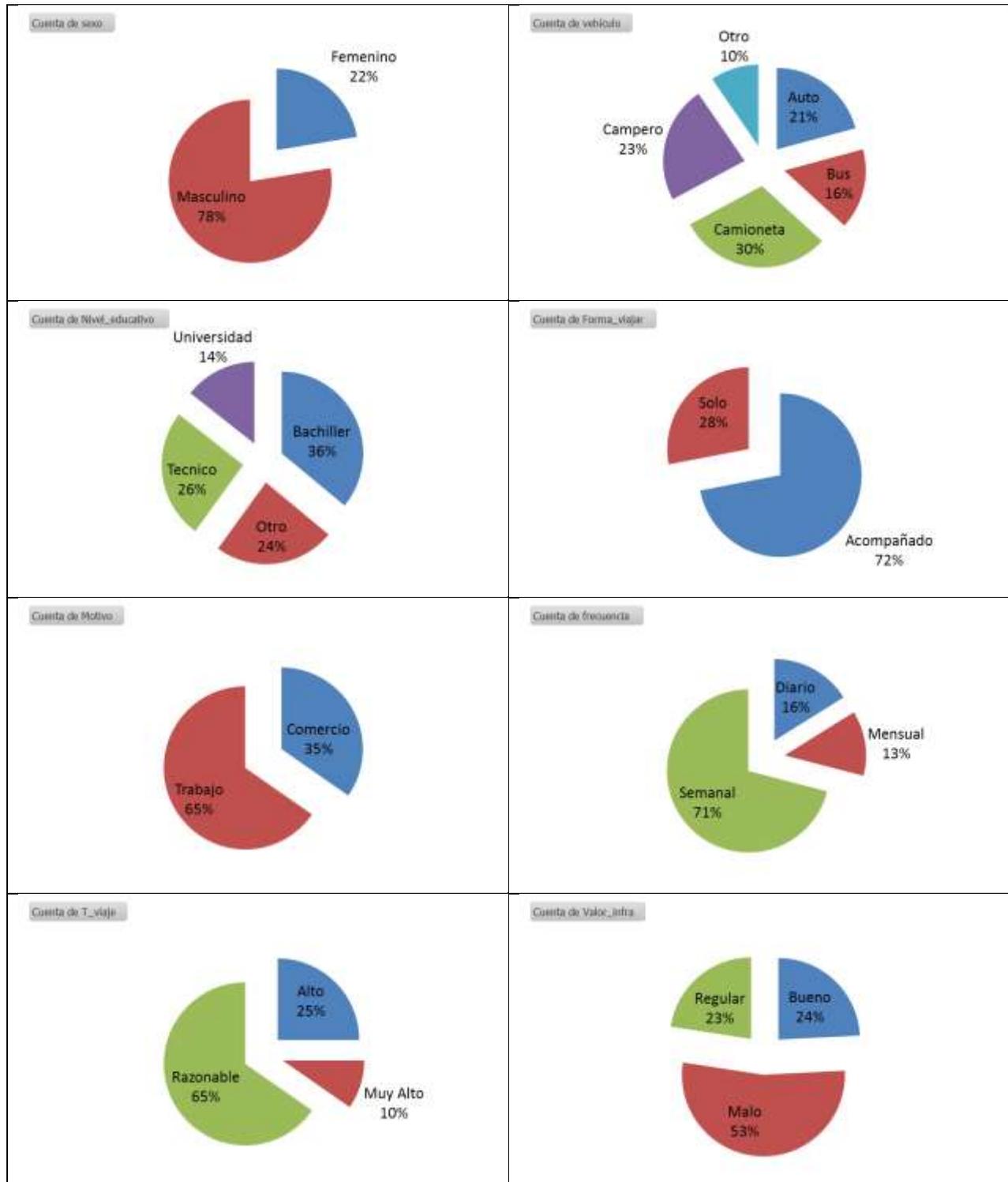


Figura 77. Caracterización preferencias declaradas en Virginia

Fuente: elaboración propia, 2012

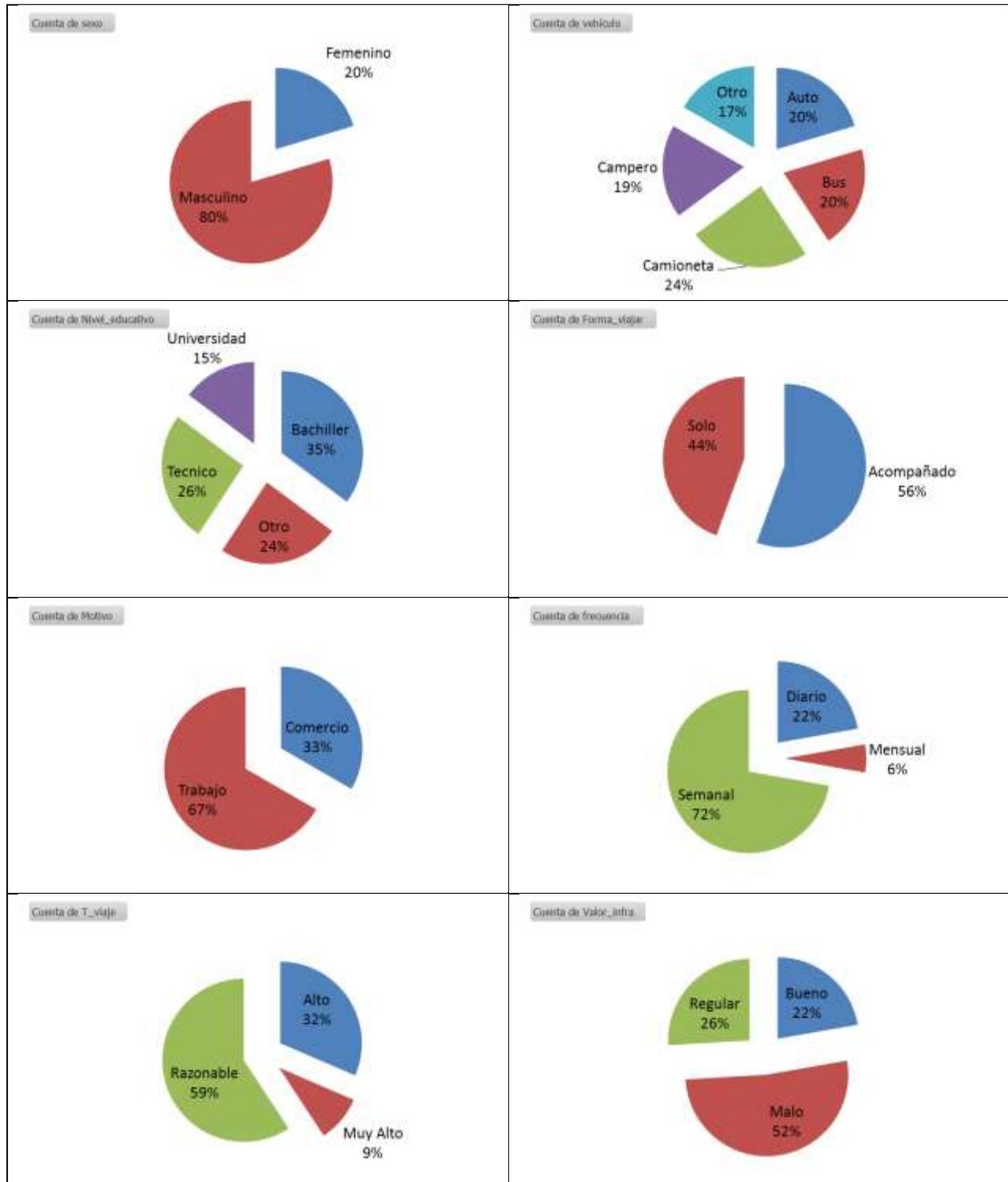


Figura 78. Caracterización preferencias declaradas en Breteña

Fuente: elaboración propia, 2012

Los resultados del modelo calibrado se resumen en la Tabla 42, que presenta un total de 10 coeficientes estimados, cada uno con sus correspondientes indicadores de bondad de ajuste.

Tabla 42. Coeficientes estimados para el modelo de elección

Nombre	Variable	Valor	Desviación	t-test
ASC1	Constante alternativa 1	0.2170000	0.23085106	0.94
TETA1	Tiempo de viaje	-0.0450000	0.02356021	-1.91
TETA2	Costo de viaje	-0.0002220	0.00011809	-1.88
TETA3	Estado infraestructura	0.1490000	0.10000000	1.49
TETA4	Interacción costo-trabajador	0.0000630	0.00000843	7.47
TETA5	Interacción costo-universitario	-0.0001530	0.00003943	-3.88
TETA6	Interacción costo-sexo	0.0000751	0.00001399	5.37
TETA7	Interacción costo-bus	0.0000011	0.00000025	4.43
TETA8	Aceptación de peaje adicional	0.3480000	0.09560440	3.64
TETA9	Interacción costo-acompañante	0.0000115	0.00000710	1.62

Fuente: Elaboración propia, 2012

Las funciones de utilidad del modelo para cada alternativa formulada son:

Alternativa 1. Con mejoramiento

$$ASC1 * One + TETA1 * Tiempo1 + TETA2 * Costo1 + TETA3 * Estado1 + TETA4 * CostoTrab + TETA5 * CostoUniv + TETA6 * CostoSex + TETA7 * CostoBus + TETA8 * SiPeajeAdi + TETA9 * CostoAcom$$

Alternativa 2. Infraestructura actual

$$ASC2 * One + TETA1 * Tiempo2 + TETA2 * Costo2$$

Con base en el modelo y las interacciones se obtuvo una serie de valores subjetivos del tiempo de viaje que son mostrados en la Tabla 43.

Tabla 43. Valor subjetivo del tiempo de viaje para distintos usuarios

Categoría de usuario	VST (\$/min)
Promedio	202.70
Trabajador	283.02
Universitario	120.00
Usuario de bus	203.73
Acompañante	213.78

Fuente: Elaboración propia, 2012



3.2.9. Matrices del año base

El trabajo de campo permitió conformar un conjunto de matrices actualizadas, junto con sus correspondientes proyecciones. Un ejemplo de las matrices conformadas se presenta en la Tabla 44 y en la Tabla 45; allí se puede ver que la codificación utilizada corresponde a la utilizada por el DANE y que en general el número de orígenes y destinos es relativamente pequeño, lo que indica la poca relación del Chocó con el resto del país, situación que podría cambiar drásticamente al disponer de unas infraestructuras que hicieran atractivo el transporte de mercancías de importación y exportación.

Todas las demás matrices son presentadas en archivos digitales en formato Excel, que guardan correspondencia con los objetos creados para la modelación de transporte en TRANSCAD.

Tabla 44. Matriz de autos 2012-Estación Yuto

ORIGEN	DESTINO													
	5001	27001	27050	27135	27160	27205	27361	27413	27450	27491	27787	27810	66001	Total
5001	0.00	2.99	0.00	0.00	0.00	0.00	6.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.36
27001	3.76	7.64	114.51	15.68	57.46	3.19	114.34	19.03	2.99	9.30	18.94	41.05	11.03	418.92
27050	0.00	120.20	73.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	201.71
27135	0.00	12.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.46
27160	0.00	35.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	35.67
27205	0.00	7.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.44
27361	0.00	122.10	3.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	125.29
27413	0.00	11.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.17
27450	0.00	12.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.29
27491	0.00	9.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.27
27787	0.00	30.03	3.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	33.08
27810	0.00	27.05	3.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	30.80
63001	0.00	2.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.99
66001	0.00	5.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.55
66400	0.00	5.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.55
76147	0.00	5.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.55
Total	3.76	417.94	198.18	15.68	57.46	3.19	128.56	19.03	2.99	9.30	18.94	41.05	11.03	927

Fuente: Elaboración propia, 2012



Tabla 45. Matriz de buses 2012-Estación Yuto

ORIGEN	DESTINO													Total
	5001	27001	27050	27073	27135	27205	27361	27413	27430	27491	27787	27810	76001	
5001	0.00	0.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80
27001	0.51		4.24	1.75	1.50	7.54	17.47	2.12	0.62	1.50	8.30	0.51	1.00	47.08
27050	0.00	0.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.86
27073	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.99
27135	0.00	1.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.45
27205	0.00	9.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.68
27361	0.00	15.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.04
27413	0.00	1.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.45
27430	0.00	0.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.86
27450	0.00	0.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.57
27491	0.00	1.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.14
27787	0.00	7.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.42
27810	0.00	2.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.44
66001	0.00	0.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.44
76001	0.00	0.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.86
Total	0.51	43.61	4.24	1.75	1.50	7.54	17.85	2.12	0.62	1.50	8.30	0.51	1.00	91

Fuente: Elaboración propia, 2012

3.3. ACTUALIZACIÓN DEL MODELO DE TRANSPORTE

Tal como ha sido señalado, con los estudios y análisis para la investigación de la factibilidad técnica, socioeconómica y ambiental del corredor Atrato – San Juan, adelantados por la Universidad Tecnológica del Chocó “Diego Luis Córdoba” (UTCH), se calibró un modelo de transporte que permitió simular distintos escenarios en los que se incluyeron de manera independiente cuatro corredores interoceánicos de transporte sobre las cuencas de los ríos Atrato y San Juan.

Ahora, con base en los datos acopiados en la campaña de información de campo y tomando en cuenta la existencia de nueva información secundaria, distinta a la considerada inicialmente en los estudios de la fase anterior, se procede a actualizar el modelo de transporte para hacer las simulaciones del proyecto bajo los supuestos hechos en la complementación de los estudios a nivel de Fase II. Además, se entiende que la actualización del modelo de transporte debe hacerse al ser necesaria una versión mejorada con la que sea posible determinar el reparto modal del transporte de carga considerando los costos externos.

3.3.1. Actualización de la zonificación

Actualizar el sistema de zonificación utilizado en el modelo anterior implicó modificar tanto el modelo de red como el modelo de demanda de transporte, así que las

implicaciones de esta tarea fueron muy significativas para el desarrollo del proyecto y para los estudios posteriores que surjan de los resultados entregados.

El modelo de red asume un mayor nivel de detalle, de conformidad con la nueva zonificación adoptada e incorpora un mayor número de conectores de centroides; el modelo de demanda se ajusta para predecir los viajes producidos y atraídos por las nuevas zonas y permite obtener una nueva matriz de viajes a partir de un proceso de actualización con base en flujos observados.

En el modelo tomado como referencia, el análisis estratégico de transporte de carga se basó en una división espacial de 70 zonas internas y 8 zonas externas que concentran los movimientos de carga que se puedan atraer o producir en Venezuela, Atlántico Sur, Pacífico Sur, Ecuador, Tokio, Costa Oeste de los Estados Unidos, Costa Este de los Estados Unidos y Róterdam.

En el caso específico del departamento de Chocó se utilizó una división espacial de 2 zonas tal como se ve en la Figura 79. Esta zonificación permite mantener la correspondencia del nuevo modelo con la versión de la fase anterior, aunque se entiende claramente que el nivel de detalle actual es mucho mayor.

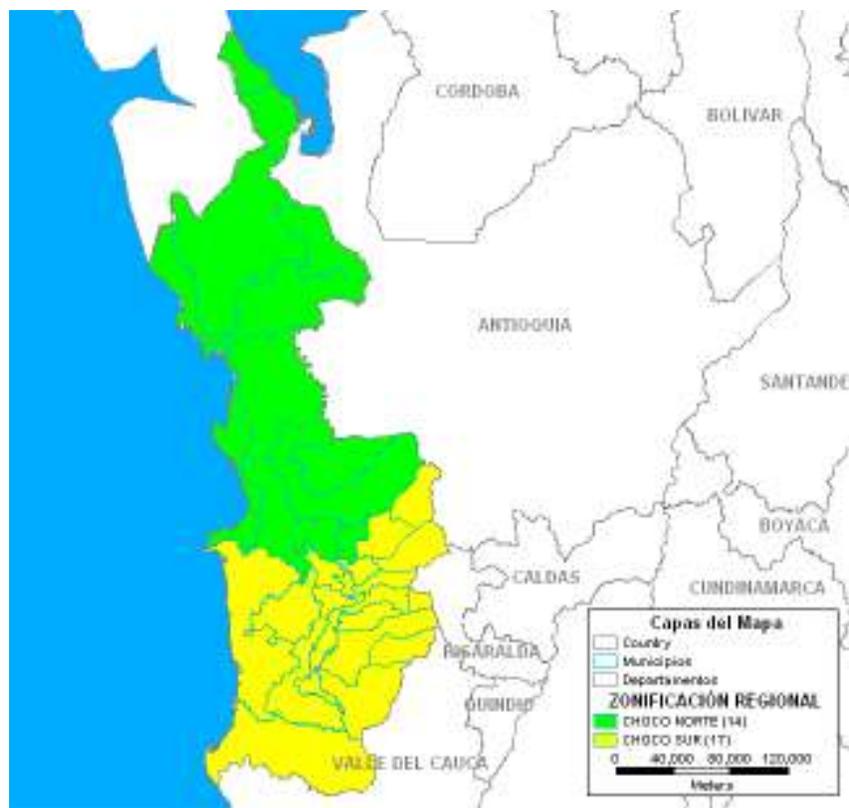


Figura 79. Zonificación del departamento de Chocó

Fuente: Modelo de transporte, 2012

De manera complementaria a los estudios de la fase previa, los análisis realizados en el presente estudio consideran la posibilidad de implementar una primera etapa a través del corredor de transporte multimodal Pereira – Océano Atlántico. En tal sentido, el objetivo principal es realizar el complemento a los estudios que realizó la UTCH en el marco del convenio 3479 de 2008, con énfasis en el componente Socio-Ambiental y en el canal navegable del río Atrato, entre las poblaciones de Quibdó y Tarena en el Golfo de Urabá, en una extensión de 494 km, teniendo en cuenta la posibilidad de implementar una primera etapa a través del corredor de transporte multimodal Pereira-Océano Atlántico.

Al igual que en el modelo de transporte de la fase anterior, las implicaciones del análisis de articulación e integración con el territorio y los demás modos de transporte no se limitaron únicamente al estudio del área de influencia directa sino que se contempló también la relación del corredor principal con el resto del país y sus infraestructuras. De ahí que fue necesario estudiar la zona de influencia directa del corredor, en la cual no se cuenta con una buena oferta de infraestructura; este análisis se hizo, para el modelo actual, a partir de una agregación de municipios en la zona de influencia del canal navegable. Un segundo nivel de análisis se definió para la división departamental, en el cual se encuentran más opciones en materia de infraestructura de transporte lo que garantiza más posibilidades de integración. Los detalles de las zonas de influencia del proyecto se presentan en la Figura 80.

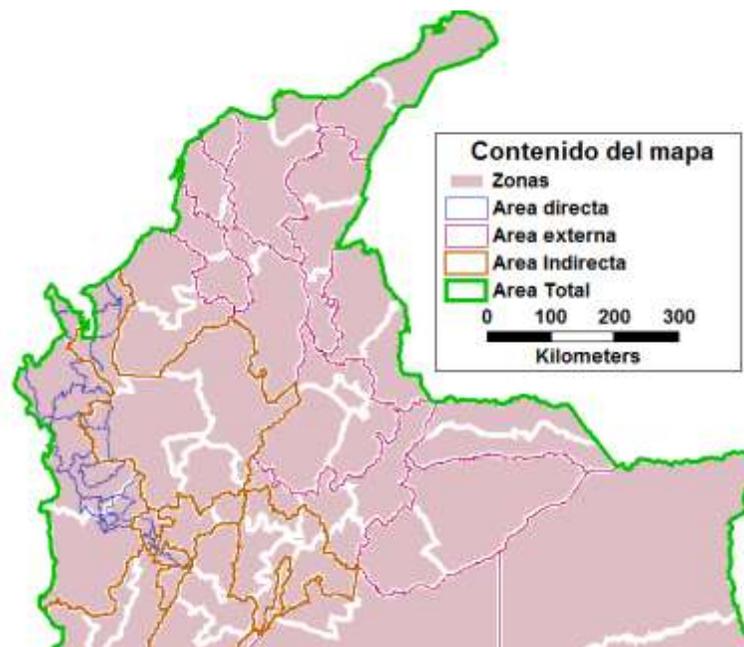


Figura 80. Zonas de influencia del sistema de transporte estudiado

Fuente: Modelo de transporte, 2012

A partir de los análisis preliminares realizados se identificó la necesidad de adicionar dos zonas más en el departamento de Chocó, con el propósito de representar con un mayor nivel de detalle los flujos de transporte locales que podrían tener alguna importancia relativa en la evaluación del proyecto.

Las dos zonas adicionales propuestas se pueden ver en la Figura 81, estas zonas fueron corroboradas por los trabajos de toma de información de campo que permitieron identificar los principales orígenes y destinos asociados con la actividad transportadora. En el transporte de pasajeros, los flujos principales se presentan entre Quibdó y Medio Atrato, pero debido a su cercanía y a la peculiaridad de la forma física de esos municipios no amerita que sean ubicados en zonas de análisis de transporte distintas.

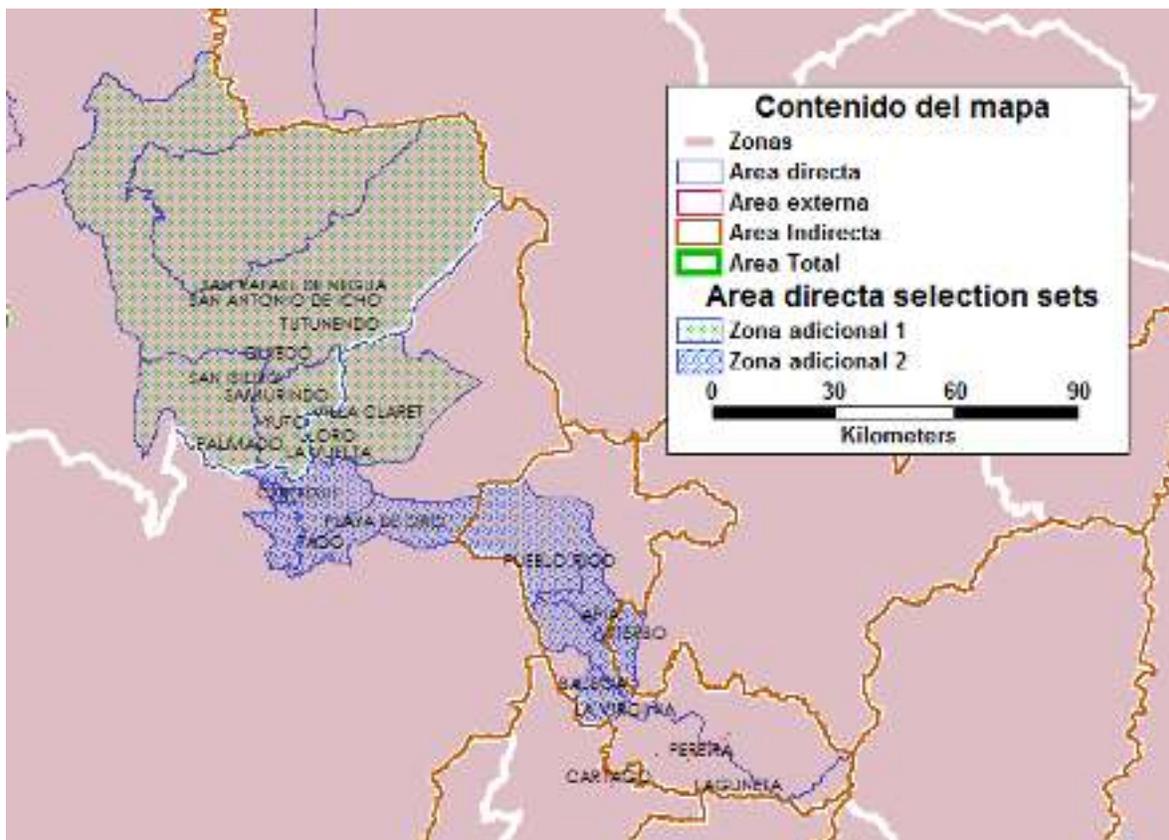


Figura 81. Zonas adicionales propuestas

Fuente: Modelo de transporte, 2012

Particularidades adicionales del sistema de zonificación adoptado se encuentran en el sistema de información geo-referenciado que soporta al modelo de transporte, el cual se entrega como anexo digital.

ZONIFICACIÓN EN EL ÁMBITO INTERNACIONAL

De acuerdo con la revisión realizada resulta claro que el río se convierte en una alternativa atractiva para la movilización de carga, siempre y cuando sea posible cumplir con las siguientes premisas:

- Aprovechamiento de la máxima longitud del eje clave de la inter-modalidad, en este caso el corredor fluvial entre las poblaciones de Quibdó y Tarena en el Golfo de Urabá, en una extensión de 494 km. Bajo este supuesto se entiende que cualquier nodo de integración localizado más al norte de Quibdó sobre el río Atrato sería desventajoso puesto que desaprovecharía la máxima longitud del corredor fluvial.
- Localización de los puntos de intercambio modal dentro del alcance operativo de alguno de los ejes de transporte claves. En este caso, la integración con los corredores de transporte Pereira – Quibdó y Medellín – Quibdó favorecerían el cumplimiento de esta premisa, siempre y cuando el costo de transporte para los usuarios sea menor al de utilizar el modo carretero sin integración.
- Localización del punto de intercambio modal en sitios en donde la complementación carretera, confluya en condiciones favorables de especificaciones viales. La suposición de un mejoramiento integral de los corredores antes mencionados sería indispensable.
- Aprovechamiento de localizaciones de interés local o regional para proyectar plataformas logísticas.
- Conexión de 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 este contexto pueden ser identificados los puertos de importación y exportación en el país que tienen algún grado de importancia para el corredor fluvial analizado. De acuerdo con la información acopiada, el país cuenta con un total de 46 terminales marítimas agrupadas en 9 zonas portuarias tal como se ve en la Tabla 46.

Tabla 46. Número de terminales marítimas por zona portuaria

Zona portuaria	No. de terminales
Barranquilla	8
Buenaventura	2
Cartagena	20
Santa Marta	4



Guajira	5
Golfo de Morrosquillo	3
Tumaco	2
Turbo	1
San Andrés	1
Total	46

Consorcio Incoplan & Parsons, 2008

De todas las terminales existentes se tienen 8 terminales de tráfico fluvial, 3 en la zona portuaria de Barranquilla y 5 en la zona portuaria de Cartagena. Estas terminales de tráfico fluvial están asociadas con el río Magdalena y en consecuencia no todos los movimientos registrados allí llegarían a ser captados por el proyecto analizado.

Igualmente se tienen algunas terminales de tráfico de transbordo que incluyen los tráficos de las mercancías que ingresan temporalmente al país y luego vuelven a salir al exterior. El volumen más importante de transbordo se hace en contenedores por los terminales de las sociedades portuarias regionales de Cartagena, Buenaventura y Santa Marta.

A pesar de que algunas terminales portuarias de importación y exportación se encuentran alejadas geográfica y estratégicamente del corredor fluvial analizado, la zonificación en el ámbito internacional quedará asociada a los puertos que se relacionan a continuación:

- Zona portuaria de Turbo
- Zona portuaria de Cartagena
- Zona portuaria de Barranquilla
- Zona portuaria de Santa Marta
- Zona portuaria de Guajira
- Zona portuaria de Golfo de Morrosquillo
- Zona portuaria de Buenaventura
- Zona portuaria de Tumaco

ZONIFICACIÓN EN EL ÁMBITO REGIONAL

Siguiendo las mismas premisas planteadas en el ámbito internacional, relacionadas con las posibilidades de considerar al río como alternativa viable, son identificados algunos departamentos o regiones al interior de ciertos departamentos cuyas actividades productivas podrían utilizar al río con el ánimo de mejorar su eficiencia en términos de los costos de transporte. En este contexto son identificados los siguientes departamentos y regiones:

- Suroccidente de Antioquia

- Risaralda
- Caldas
- Quindío
- Tolima
- Huila
- Bogotá (Cundinamarca)

Otros departamentos ya no cumplirían con la premisa de aprovechamiento de la máxima longitud del eje clave (río) de la inter-modalidad y por lo tanto no ameritan ser estudiados con mayor nivel de detalle. Claramente todos los departamentos de la región caribe no revisten ningún interés en el presente análisis, excepto en el caso que se lograra una eficiente integración de transporte por cabotaje, situación que difícilmente resultaría viable dados los costos de los transbordos asociados con la manipulación y almacenamiento de la carga.

La Figura 82 muestra la manera como se integra la zonificación y las redes en el modelo de transporte.

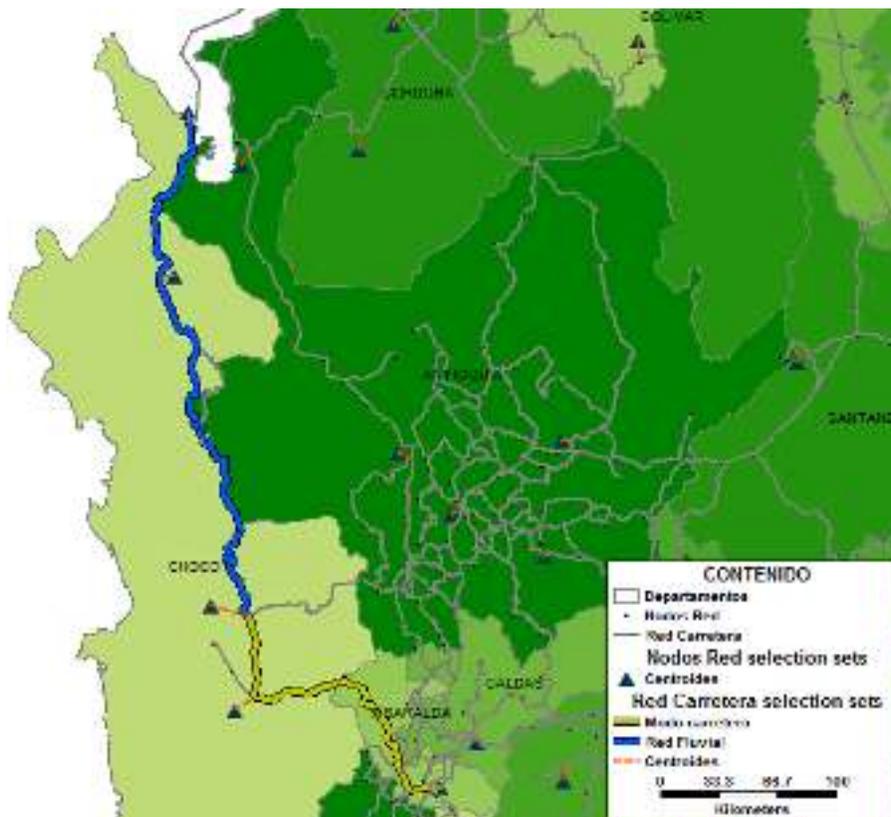


Figura 82. Integración de zonas y redes en el modelo
Fuente: Modelo de transporte, 2012

Como se puede ver, el modelo de transporte está conformado por una red de infraestructura carretera y fluvial, asociada a una división espacial que se integra a la red mediante la obtención de conectores de centroide. Cada centroide tiene su correspondiente fila y columna en la matriz de demanda, así que mediante la aplicación de técnicas de asignación a la red se puede encontrar el patrón de flujos en cada uno de los escenarios considerados.

La red ha sido caracterizada con información de costos, capacidad y demás parámetros asociados con la función volumen-demora. Aunque en el mapa no se distingue, el modelo considera los costos de trasbordo entre modos de transporte para cuantificar el costo generalizado total asociado a la actividad transportadora.

3.3.2. Actualización de flujos de referencia

Los flujos tomados como referencia son actualizados en cada uno de los modos de transporte considerados, así como en los nodos de transferencia, tanto en la modalidad de transporte de carga como de pasajeros.

TRÁFICO PORTUARIO MARÍTIMO

En las zonas portuarias marítimas se tiene un tráfico al año 2010 cercano a 144 millones de toneladas tal como se ve en la Tabla 47, con un crecimiento sostenido desde el año 2006 con excepción del año 2009 que registró un descenso del 1% con respecto al periodo inmediatamente anterior.

Tabla 47. Tráfico portuario marítimo
(Toneladas)

Año	2006	2007	2008	2009	2010
Barranquilla	5.582.336	6.452.025	6.262.240	5.284.558	6.389.272
Buenaventura	10.814.110	11.565.328	10.695.371	11.333.547	10.405.166
Cartagena	16.392.632	16.299.328	20.000.703	19.151.375	24.452.510
Santa Marta	30.496.575	35.142.833	37.341.269	34.917.934	40.007.330
Golfo Morrosquillo	10.767.324	11.766.146	14.446.029	19.208.514	25.109.315
Guajira	27.581.003	30.456.147	32.402.295	29.824.851	35.568.045
San Andrés Islas	188.545	126.970	150.330	66.188	126.386
Tumaco	787.885	646.964	893.596	1.156.018	1.723.953
TOTAL	102.610.410	112.455.741	122.191.833	120.942.985	143.781.977

Fuente: Anuarios Estadísticos de la Superintendencia de Puertos y Transporte, 2011

Se resalta el tráfico portuario de Santa Marta y La Guajira, asociado principalmente con la exportación del carbón, así como el tráfico portuario de Cartagena con predominancia de movimiento de contenedores. En general los puertos sobre el Pacífico registran un menor tráfico portuario, apenas superior a los 12 millones de toneladas al año. Suponiendo un crecimiento igual al crecimiento promedio de los años observados se hizo la actualización de flujos asociados con el tráfico portuario, mediante tasas de crecimiento, encontrando los resultados que se presentan en la Tabla 48, para un total cercano a 159 millones de toneladas movilizadas (entradas y salidas) en los puertos marítimos.

Tabla 48. Actualización del tráfico portuario marítimo
(Toneladas)

Año	2012
Barranquilla	6,675,672
Buenaventura	10,332,328
Cartagena	27,238,462
Santa Marta	42,965,539
Golfo Morrosquillo	31,119,216
Guajira	38,068,146
San Andrés Islas	132,932
Tumaco	2,149,472
TOTAL	158,681,767

Fuente: Cálculos propios, 2012

FLUJOS DE TRANSPORTE DE CARGA

Con respecto al movimiento de carga nacional por modo de transporte, se ve en la Tabla 49 el predominio absoluto del modo carretero con un total de 181 millones de toneladas en el año 2010. La carga fluvial representó en el año 2010 el 1% del total de carga nacional, siendo la carga terrestre la que mayor participación tuvo, con un 72% por carretera y 27% en el modo férreo, mientras que los modos de transporte aéreo y cabotaje no alcanzaron el 1%.

En los últimos años el flujo de carga por carretera ha crecido en promedio al 3% anual, lo cual es consistente con los análisis de demanda realizados en los modelos de transporte tomados como referencia. En el caso del transporte fluvial el crecimiento general ha sido negativo, es decir ha decrecido a pesar de que entre 2009 y 2010 registró un incremento del 2.6%.

Tabla 49. Movimiento de carga nacional por modo de transporte
(Miles de toneladas)

Año	Carretera	Ferrocarril			Fluvial	Aéreo	Cabotaje	TOTAL
		Concesión	Carbón	Total				
1994	82.841	812	12.833	13.645	2.890	140	3.700	103.216
1995	86.741	882	13.734	14.616	2.634	140	4.000	108.131
1996	71.168	981	15.354	16.335	3.062	142	4.324	95.031
1997	89.399	836	16.370	17.206	2.755	139	3.997	113.496
1998	84.350	779	21.842	22.621	3.049	119	4.009	114.148
1999	77.674	367	25.035	25.402	3.735	134	1.385	108.330
2000	73.034	0	31.170	31.170	3.802	100	797	108.903
2001	100.284	0	33.457	33.457	3.069	104	1.439	138.353
2002	84.019	0	31.032	31.032	3.480	122	1.228	119.881
2003	99.782	37	42.744	42.781	3.725	132	1.005	147.425
2004	117.597	317	45.865	46.182	4.211	129	1.226	169.345
2005	139.646	308	48.919	49.227	4.863	135	400	194.271
2006	155.196	314	49.394	49.708	4.219	138	509	209.770
2007	183.126	375	52.829	53.204	4.294	137	454	241.215
2008	169.714	236	58.236	58.472	4.574	123	372	233.255
2009	173.558	254	59.144	59.398	3.713	97	364	237.130
2010	181.021	366	66.659	67.025	3.808	105	353	252.312

Fuente: Ministerio de Transporte, Anuario Estadístico, 2011

En términos generales, tal como se ve en la Figura 83, se encuentra un crecimiento sostenido superior a 10 millones de toneladas año tras año, siendo posible estimar el flujo de carga nacional para el año 2012 en un orden de magnitud de referencia igual a 273,556,000 toneladas.

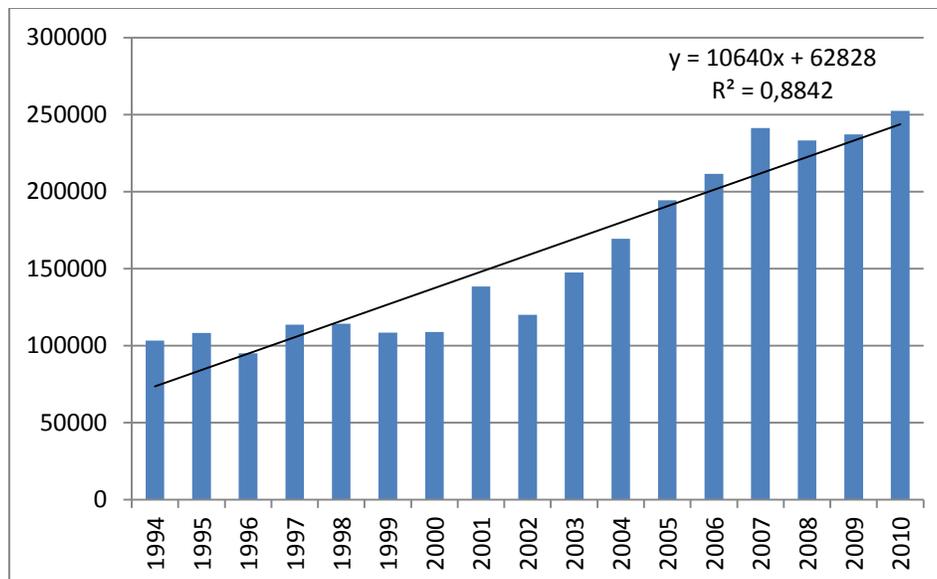


Figura 83. Crecimiento del movimiento de carga nacional

Fuente: Ministerio de Transporte, Anuario Estadístico, 2011

FLUJO DE PASAJEROS

Aunque el corredor estudiado tiene una clara vocación para el transporte de carga, la Tabla 50 registra, a manera de referencia, el movimiento de pasajeros nacionales por modo de transporte y evidencia que por carretera en el año 2010 fueron movilizados 176 millones de pasajeros, cifra considerablemente mayor al movimiento de los demás modos de transporte. Por río fueron movilizados un poco más de 3.5 millones.

Tabla 50. Movimiento de pasajeros nacionales por modo de transporte

Año	Carretera	Aéreo			Fluvial	Ferroviario
		Aerotaxis y regional	Empresas regulares	Total		
1994	0	581.541	7.420.065	8.001.606	2.334.373	0
1995	94.161.337	559.672	8.062.765	8.622.437	2.448.764	58.328
1996	95.742.237	696.725	8.294.040	8.990.765	3.118.362	256.879
1997	98.911.215	680.212	8.077.000	8.757.212	2.084.014	232.330
1998	100.364.439	625.365	7.950.308	8.575.673	2.843.661	203.553
1999	94.654.074	605.423	7.613.231	8.218.654	2.820.783	160.130
2000	98.448.963	684.719	7.466.331	8.151.050	2.980.213	50.215
2001	99.009.731	646.167	7.559.898	8.206.065	3.026.826	54.916
2002	99.570.498	630.243	7.731.586	8.361.829	3.329.199	36.695
2003	120.201.516	547.842	7.439.107	7.986.949	4.148.706	17.363
2004	128.893.186	483.467	7.690.762	8.174.229	3.531.395	49.400
2005	156.568.326	533.883	7.756.875	8.290.758	3.789.419	126.219
2006	164.118.093	537.124	8.342.928	8.880.052	3.572.263	153.470
2007	172.127.092	536.144	8.771.998	9.308.142	3.297.786	181.390
2008	168.021.219	574.975	8.984.165	9.559.140	3.543.441	250.798
2009	177.855.357	523.877	10.156.884	10.680.761	3.573.486	165.709
2010	176.260.455	707.118	13.235.146	13.942.264	3.588.554	183.942

Fuente: Ministerio de Transporte, Anuario Estadístico, 2011

Manteniendo las tendencias se espera un movimiento total de pasajeros nacionales en el año 2012 igual a 198'331,818 pasajeros por carretera, 15'449,503 por avión, 3'783,967 por río y 277,053 en modo ferroviario.

FLUJOS DEL MODO FLUVIAL

Como se puede ver en la Figura 84 la cuenca que moviliza más carga y pasajeros es la cuenca del río Magdalena, seguida en orden de magnitud por la cuenca del río Atrato que incluye la movilización de banano por el río León.

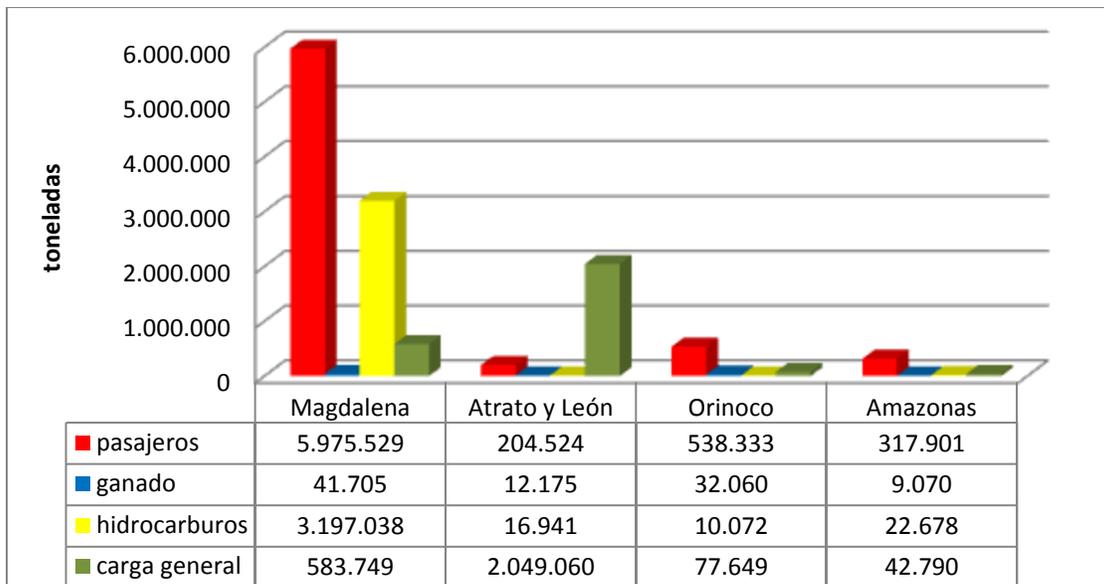


Figura 84. Flujos de referencia en el modo fluvial

Fuente: Ministerio de Transporte, Grupo de Transporte Acuático, 2005

FLUJOS EN EL CORREDOR NAVEGABLE DEL RIO ATRATO

La Tabla 51 resume la evolución de los flujos en el puerto de Quibdó, desde el año 2007 hasta el mes de agosto del año 2012. De manera general, al comparar los flujos referenciales de los años 2007 y 2011 se encuentra una considerable disminución en el movimiento de carga y en el movimiento de embarcaciones menores; sin embargo, el número de pasajeros sufrió un repunte de importancia durante el año 2011 pero sin llegar a los niveles que se tenían en los años 2007 y 2008. Aunque no se pudo establecer con certeza, parece que los menores flujos de pasajeros en los años 2009 y 2010 obedecieron a restricciones de orden público.

De acuerdo con las estadísticas generadas, la mayor participación del transporte de carga corresponde al movimiento de hidrocarburos y de ganado.

En general, las embarcaciones y los pasajeros presentan un crecimiento tendencial anual del orden del 22%, mientras que la carga disminuye en promedio un 25% de un año a otro.

Tabla 51. Flujos de referencia en el puerto de Quibdó

Año	Embarcaciones Menores		Carga (Ton)		Pasajeros	
	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida
2012	892	1,122	2,730	2,446	10,062	11,853
2011	1,354	1,337	3,975	4,862	20,598	21,872
2010	829	717	4,097	3,958	8,557	11,139
2009	1,034	731	5,785	6,167	9,053	11,079
2008	826	888	16,708	11,438	21,969	22,517
2007	3,909	4,278	26,806	14,039	29,620	37,172

Fuente: Inspección fluvial de Quibdó, 2012

De manera complementaria, la Tabla 52 resume los flujos de referencia más recientes para el puerto de Turbo. Se ve claramente la predominancia de los flujos salientes del puerto con respecto a la cantidad de carga que entra.

Tabla 52. Flujos de referencia en el puerto de Turbo 2012

PRIMER SEMESTRE 2012												
CONCEPTO	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO	
	ENTRA	SALE	ENTRA	SALE	ENTRA	SALE	ENTRA	SALE	ENTRA	SALE	ENTRA	SALE
MOV.PASAJERO	2.563	3.572	1.983	2.868	1.998	2.301	2.778	3.824	2.809	3.922	3.425	4.021
CARGA VARIA	13.150	20.094	5.484	13.974	5.006	14.182	6.143	11.949	6.227	13.490	6.468	15.783
COMERCIALIZADORAS	15.084	87.396	16.906	84.183	17.456	121.729	11.799	104.730	15.139	111.159	20.424	108.439
HIDROCARBURO	172	155	19	703	65	771	76	1.278	21	289	3	1.512
TOTAL CARGA	28.406	107.645	22.409	98.860	22.527	136.682	18.018	117.957	21.387	124.938	26.895	125.734
EMB. MENORES	135	186	134	254	197	215	174	212	181	235	191	199
EMB. MAYORES	104	127	183	204	94	159	162	187	173	192	183	195
TOTAL MOV. EMBARC	239	313	317	458	291	374	336	399	354	427	374	394
SEGUNDO SEMESTRE DE 2012												
CONCEPTO	JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE	
	ENTRA	SALE	ENTRA	SALE	ENTRA	SALE	ENTRA	SALE	ENTRA	SALE	ENTRA	SALE
MOV.PASAJERO	3.002	3.822	2.229	3.268	2.582	2.907						
CARGA VARIA	5.910	12.020	4.071	14.698	4.142	12.840						
COMERCIALIZADORAS	13442	68.325	12.540	75.473	11.522	131.626						
HIDROCARBURO	0	1.120	3	2.015	8	801						
TOTAL CARGA	19.352	81.465	16.614	92.186	15.672	145.267						
EMB. MENORES	210	259	192	205	196	225						
EMB. MAYORES	165	162	91	112	83	81						
TOTAL MOV. EMBARC	375	421	283	317	279	306						

Fuente: Inspección fluvial de Turbo, 2012

También se cuenta con la información del puerto de Turbo para el año 2011, encontrando unos flujos más importantes durante el primer semestre de 2011, en comparación con los aforos realizados en el año 2012.

Tabla 53. Flujos de referencia en el puerto de Turbo 2011

PRIMER SEMESTRE 2011												
CONCEPTO	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO	
	ENTRA	SALE										
MOV.PASAJERO	3.700	4.870	3.370	4.870	3.529	4.614	3.041	4.541	3.034	4.347	4.813	6.719
CARGA VARIA	11.468	127.139	10.641	25.047	11.618	5.912	4.893	12.674	6.385	10.822	7.132	13.749
COMERCIALIZADORAS	16.876	97.753	19.875	92.069	17.352	107.981	12.556	83.166	12.887	91.233	13.845	113.592
HIDROCARBURO	412	1.426	1649	6.864	39	1.245	90	996	113	1.313	69	778
TOTAL CARGA	28.385	226.318	32.165	123.980	29.009	115.138	17.539	96.836	19.385	103.368	21.046	128.119
EMB. MENORES	352	465	298	321	259	267	194	236	205	373	205	265
EMB. MAYORES	91	103	104	136	163	174	118	132	102	125	72	93
TOTAL MOV. EMBARC	443	568	402	457	422	441	312	368	307	498	277	358
SEGUNDO SEMESTRE 2011												
CONCEPTO	JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE	
	ENTRA	SALE										
MOV.PASAJERO	5.993	6.942	3.253	4.532	3.056	3.289	3.376	3.917	2.576	3.952	3.547	5.234
CARGA VARIA	6.938	257	6.750	10.744	6.796	12.660	5.833	12.271	4.888	15.336	25.453	20.303
COMERCIALIZADORAS	10.580	95.379	11.073	111.389	16.574	176.890	12.437	125.796	18.250	97.040	10.996	110.209
HIDROCARBURO	11	738	32	1.017	72	805	3	711	46	959	25	621
TOTAL CARGA	17.529	96.374	17.855	123.150	23.442	190.355	18.273	138.778	23.184	113.335	36.474	131.133
EMB. MENORES	154	289	100	110	226	287	178	184	179	187	180	193
EMB. MAYORES	88	74	81	92	74	86	80	102	72	98	81	99
TOTAL MOV. EMBARC	242	363	181	202	300	373	258	286	251	285	261	292

Fuente: Inspección fluvial de Turbo, 2012

Las proyecciones de los flujos de referencia en el puerto de Quibdó quedan así:

- 1,650 embarcaciones menores entrando y saliendo.
- 2,683 toneladas de carga entrando
- 3,905 toneladas de carga saliendo
- 25,540 pasajeros entrando y saliendo.

De forma más específica, la Tabla 54 contiene el movimiento portuario de la cuenca del Atrato para los ríos navegables en una clasificación detallada por pasajeros y tipo de producto¹⁹. Se puede ver la importancia relativa en el transporte de pasajeros, existiendo un orden de magnitud similar entre los ríos Atrato y León, con una menor

¹⁹ Esta es la información más reciente a la que se tuvo acceso en forma detallada.



participación del río San Juan. Aunque es poco lo que tiene que ver con la cuenca del Atrato, se ha preferido mantener en la tabla la información asociada con el río San Juan para tener un referente de comparación.

En el transporte de carga el movimiento del río León es significativamente superior al de los demás, debido al transporte de productos agrícolas (banano) y algunos insumos requeridos para su producción, que poco tienen que ver con el movimiento por el río Atrato, pero que es necesario analizar para determinar si efectivamente inciden en el posible muelle de Tarena. En el río Atrato la mayor participación la tiene el transporte de maderas que representa más del 68% del total de carga movilizada por este río, con flujos predominantes entre Riosucio y Turbo.

Las estadísticas generales muestran la poca importancia del río San Juan en el contexto regional y específicamente del corredor fluvial analizado puesto que no alcanza a movilizar 9,000 toneladas de carga al año. El transporte de pasajeros por el San Juan es un poco más importante que el transporte de carga, llegando a más de 27,000 pasajeros en el 2006.

Tabla 54. Movimiento portuario en la cuenca del Atrato
(Carga en toneladas)

PRODUCTO	ATRATO	LEON	SAN JUAN	TOTAL
Embarcación Menor 25 t.	19,129	14,293	6,831	40,253
Embarcación Mayor 25 t.	1,295	2,899	0	4,194
PASAJEROS	92,238	84,934	27,352	204,524
GANADO	234	11,684	257	12,175
ABONOS	0	26,099	0	26,099
ACEITE VEGETAL	0	0	0	0
AGRICOLAS	860	1'455,641	0	1'456,501
BEBIDAS	1,685	2,973	0	4,658
CARBON MINERAL	0	0	0	0
CEMENTO	2,495	12,986	0	15,481
CONSTRUCCION	720	2,199	0	2,919
ENVASES	120	995	0	1,115
HIERRO Y ACERO	246	426	0	672
MADERAS	135,369	87,955	0	223,324
MANUFACTURAS	0	41,171	0	41,171
MAQUINARIA	120	588	0	708
METAL MECANICA	0	0	0	0
MINERALES	790	0	0	790
PAPEL	0	28,224	0	28,224
PESCADO	875	2158	0	3,033

PRODUCTO	ATRATO	LEON	SAN JUAN	TOTAL
VIVERES	4,009	5427	0	9,436
OTROS	42,152	186,761	6,016	234,929
A.C.P.M.	610	904	0	1,514
ASFALTO	0	0	0	0
COMBUSTOLEO	0	0	0	0
DILUYENTES	0	0	0	0
GASES	1,005	771	0	1,776
GASOLEO	0	0	0	0
GASOLINA	1,445	3,559	0	5,004
LUBRICANTES	0	0	0	0
NAFTA VIRGEN	0	0	0	0
OTROS DERIV-PETROLEO	6,064	0	2,583	8,647
TOTAL CARGA (t.)	198,565	1,858,837	8,599	2'066,001
INCIDENTES	0	2	0	2

Fuente: Ministerio de Transporte, 2006

Con respecto a las estadísticas de accidentalidad, a pesar de que el modo de transporte fluvial se caracteriza por un bajo riesgo de accidentes en comparación con los demás modos de transporte, se tiene un registro para el año 2006 equivalente a 2 incidentes en el río León. Esta cifra significativamente baja representa un riesgo de accidente en el modo fluvial cercano a la media nacional que corresponde a una proporción de 1.4836×10^{-11} .

3.3.3. Vocación actual del río Atrato

A manera de conclusión del presente capítulo se explica a continuación cuál es la vocación actual del río Atrato.

- **El movimiento de carga actual**

De acuerdo con la toma de información de campo se encuentra que en la actualidad se moviliza un total de 258,686 kg/día entre los diferentes puertos que conforman el modo de transporte fluvial en el Atrato.

- **Carga cautiva, propia del río**

Entre los productos principales transportados por el río, que se podrían considerar carga cautiva en caso de no contar con alternativas distintas de transporte se pueden enunciar: alimentos, madera, combustibles y víveres en general. Se resalta la



importancia del río como eje vital para la región chocoana en virtud al aprovechamiento que se hace de él para el suministro de alimentos y energéticos de diferente naturaleza, entre los que se puede adicionar también el carbón.

- **Posible carga generada por cultivos o desarrollo industrial en la zona de influencia del río.**

Como se explicará más adelante, existen potencialidades para el transporte de cultivos que se podrían generar en la región cuando se tenga disponible el sistema de transporte intermodal.

El caso de la yuca es particularmente importante en términos del crecimiento de la producción, creciendo entre un año y otro en una proporción cercana al 450%, pasando de 4,284 ton en 2010 a 23,375 ton en 2011. Suponiendo que el crecimiento de producción intenta satisfacer demanda externa (fuera de la región) se tendría un total de 19,000 ton/año, equivalentes a 58 ton/día suponiendo 330 días de navegación al año. En síntesis, aunque el crecimiento es significativo, su impacto en la demanda de transporte no lo sería tanto, en comparación con las estimaciones de transporte de contenedores según los escenarios considerados.

La producción de palma de aceite registra un crecimiento anual promedio del 20%, al pasar de 15,419 ton en 2010 a 18,326 ton en 2011. En este caso la producción está localizada en los municipios de Riosucio y Carmen del Darien, a diferencia del caso de la yuca que se ubica a lo largo del corredor analizado. Si la producción de palma de aceite se destina al consumo industrial interno, se tendrían unos flujos de transporte de carga en el sentido norte – sur, haciendo uso del puerto de Quibdó como nodo de transbordo para llevar el producto al interior del país. En este caso, la magnitud a transportar corresponde a unas 56 ton/día considerando 330 días de navegación al año.

En orden de magnitud sigue en importancia la producción de plátano con una producción de 18,114 ton en 2011, localizada en los municipios de Quibdó, Bojayá, Riosucio, Carmen del Darién, Murindó, y Vigía del Fuerte. Las estadísticas indican que la producción de plátano va en descenso y en su lugar ha ido aumentando la producción de plátano tecnificado que se localiza específicamente en los municipios de Unguía y Riosucio. Ahora bien, sumando la producción de plátano tradicional y plátano tecnificado se obtiene un total de 30,364 ton de producto, no obstante el producto con vocación exportadora sería de unas 12,250 ton/año, correspondientes a la producción de plátano tecnificado, es decir unas 37 ton/día.

Otros productos como el maíz y el arroz, que han mostrado una tendencia de producción a la baja podrían recuperar su potencial productivo al disponer de un

sistema de transporte combinado con unos costos de transporte inferiores a los que se tienen en la actualidad.

Tabla 55. Cultivos con potencial de crecimiento en la cuenca del Atrato

Municipios (Área de influencia)	Cultivos Principales	2010		2011	
		Área sembrada (ha)	Producción (ton)	Área sembrada (ha)	Producción (ton)
Quibdó, Medio Atrato, Río Sucio, Carmen del Darien y Unguía	Arroz	6,675	15,524	3,879	7,089
Quibdó, Bojaya, Río Sucio, Carmen del Darien, Murindó, y Vigía del Fuerte	Plátano	6,508	25,674	6,584	18,114
Riosucio, Carmen del Darien,	Palma de Aceite	5,296	15,419	6,369	18,326
Quibdó, Medio Atrato, Bojaya, Río Sucio, Carmen del Darien, y Unguía	Maíz	4,720	8,670	2,501	3,245
Quibdó, Río sucio, Bojaya	Cacao	1,940	53	2,275	165
Unguía, Y Río Sucio	Plátano tecnificado	815	3,050	815	12,250
Quibdó, Medio Atrato, Bojaya, Río Sucio, Carmen del Darien, y Unguía	Yuca	593	4,284	2,430	23,375
Quibdó	Caña panelera	355	1,112	585	1,253
Quibdó, Medio Atrato, Bojaya, Río Sucio	Borojo	118	292	250	555
Quibdó, Medio Atrato, Bojaya,	Chontaduro	90	722	121	152
Medio Atrato y Carmen del Darien	Achín	66	330	132	757
Unguía	Ñame	15	135	45	409

Fuente: Análisis de coyuntura de las evaluaciones Agropecuarias del departamento del Chocó, 2011

Con respecto a posibilidades de desarrollo industrial en la región se tienen menores expectativas.

- **Posible carga atraída por mejoras del río, de la infraestructura portuaria, de la flota fluvial, de las conexiones viales, por convenios internacionales, etc.**

Existe la posibilidad de atraer carga contenedorizada, tal como se explicará en los capítulos subsiguientes.

- **Pronósticos de la carga para 5 – 10 – 15 y 20 años, especificando: Clase, características y volúmenes de los productos entrados y salidos en los principales puertos.**

La predicción de flujos de transporte se presentará al final del capítulo 4 que contiene el ajuste de las proyecciones de flujos y trata aspectos relevantes de la demanda y la oferta de transporte, así como la construcción de horizontes y escenarios.

- **Orígenes y destinos de los productos anteriormente señalados.**

Las siguientes tablas resumen los principales orígenes y destinos de los productos identificados en la toma de información. En el caso de los combustibles se ha efectuado la agregación de gasolina, ACPM y el grupo genérico denominado combustibles.

Tabla 56. Orígenes y destinos de los Alimentos (kg/día)

ORIGEN	DESTINO							
	Acandí	Carmen del Darien	Lloró	Medio Atrato	Quibdó	Riosucio	Vigia del Fuerte	Total general
Acandí					965			965
Itsmina					2,000			2,000
Medio Atrato					5,237			5,237
Quibdó		9,769	0	21,000	3,250	3,000		37,019
Rio Sucio					15,044			15,044
San Juan				3,000	22,000			25,000
Turbo	50						8,000	8,050
Total general	50	9,769	0	24,000	48,496	3,000	8,000	93,315

Fuente: Elaboración propia, 2012

Puede verse en el caso del transporte de madera una clara asimetría en los flujos con destino principal Riosucio y orígenes localizados en Vigía del Fuerte, Acandí y Riosucio (Tabla 57).

Tabla 57. Orígenes y destinos de la Madera (kg/día)

ORIGEN	DESTINO			
	Quibdó	Riosucio	Turbo	Total general
Acandí	2,000		8,000	10,000
Riosucio	0		7,000	7,000
San Juan		22,000		22,000
Vigía del Fuerte			15,000	15,000
Total general	2,000	22,000	30,000	54,000

Fuente: Elaboración propia, 2012

En el caso del transporte de combustibles (Tabla 58) se observa un volumen importante entre Riosucio y Carmen del Darién, seguido por el transporte realizado entre Quibdó y Medio Atrato. No obstante las 30 ton/día transportadas son inferiores al total de carga de alimentos y madera por río.

Tabla 58. Orígenes y destinos de Combustibles (kg/día)

ORIGEN	DESTINO					
	Carmen del Darien	Lloró	Medio Atrato	Quibdó	Riosucio	Total general
Medio Atrato				150		150
Quibdó		330	12,076		1,380	13,786
Riosucio	14,600	840		90		15,530
Total general	14,600	1,170	12,076	240	1,380	29,466

Fuente: Elaboración propia, 2012

- **Tiempos de viaje, entre los principales puertos (subiendo y bajando).**

La Tabla 59 resume la información de tiempos de viaje entre los principales puertos, haciendo la diferencia en función de la dirección recorrida.

Tabla 59. Tiempos de viaje entre los puertos principales

Desde	Hacia	Tiempo subiendo (horas)	Tiempo bajando (horas)
Bocas Atrato	Palo Blanco	6	5
Palo Blanco	Riosucio	12	10
Riosucio	Domingodo	7	6
Domingodo	Curvarado	1	0.5
Curvarado	Vigía de Curvarado	3	25
Vigía de Curvarado	Napipi	6	5
Napipi	Vigía del Fuerte	13	11
Vigía del Fuerte	Bellavista	0.16	0.10
Bellavista	Puerto Conto	2.6	2.0
Puerto Conto	Puerto Martínez	4.2	3.40
Puerto Martínez	Buchado	2.8	2.20
Buchado	Tagachi	7	5.5
Tagachi	Ame	6	5
Ame	Beté	2	1.5
Beté	Pune	1.5	0.8
Pune	Banguí	3	2.5
Banguí	Las Mercedes	2.5	2
Las Mercedes	Quibdó	4	3
Total		83.8	68

Fuente: Manual de Ríos Navegables, Ministerio de Obras Públicas y Transporte, 1.989



- **Distancias de entre los principales puertos.**

Además de las distancias entre los principales puertos, se hizo el levantamiento de las poblaciones y se cuenta con información georreferenciada que permite conocer la distancia entre cada uno de ellos.

Tabla 60. Distancia entre los principales puertos

Puerto		Distancia (km)	
Origen	Destino	Tramo	Acumulado
Quibdó	Beté	59	59
Beté	Bellavista	133	192
	Vigía del Fuerte		
Bellavista	Curvaradó	118	310
Vigía del Fuerte			
Curvaradó	Riosucio	48	358
Riosucio	Bocas	150	508
Bocas	Turbo	20	528
Subtotal		528	

Fuente: Estudios Fase I

Tabla 61. Levantamiento de poblaciones en el río Atrato

Nombre	Habitantes	Viviendas	Delta Inicio	Delta Final
Sanceno		29	142: N10424900 - W1125168	143: N1043123 - W1125800
El Barranco		18	144: N1044385 - W1125984	145: N1044642 - W1126102
Boca de Purdù	80	11	146: N1044179 - W1132881	147: N1044101 - W1132997
Las Mercedes		47	148: N1042334 - W1135232	149: N1041931 - W1135467
Tanguì		160	150: N1039328 - W1143803; 151: N1039143 - W1143900	152: N1038822 - W1143772; 153: W1038855 - W1143834
Baudo Grande		24	154: N1037029 - W1145230	155: N1036872 - W1145419
Baudocito		50	156: N1036823 - W1147366	157: N1036883 - W1147546
Punè		50	159: N1038652 - W1151183	160: N1038765 - W1151602
Bete		255	161: N1032918 - W1153645; 162: N1032778 - W1154510	163,164: N1032313 - W1154789; 165: N1032487 - W1154851; 166: N1032699 - W1154835
Boca De Ame	87	36	167: N1035129 - W1160911	168: N1034739 - W1161188
Salazar	35	36	169: N1037228 - W1172488	171: N1037360 - W1162320
Tauchigado	45	22	172: N1038671 - W1164855	173: N1038644 - W1165069
Agua Clara	32	26	174: N1040981 - W1167482	175: N1041200 - W1167470
Boca De Bebarama	130	155	176: N1042391 - W1168739; 177: N1042353 - W1168745	178: N1042304 - W1169126; 179: N1042349 - W1169118



Investigación para la complementación de los estudios Fase II (Factibilidad)
para la navegabilidad del río Atrato



Nombre	Habitantes	Viviendas	Delta Inicio	Delta Final
Palo Blanco	28	31	180: N1049119 - W1174310	181: N1039857 - W1174516
Tagachi	236	187	182: N1039188 - W1179542; 183: N1039133 W1179542	184: N1038572 - W1179939; 185: N1038660 - W1179977
Santa Maria		41	186: N1037165 - W1182183	187: N1036940 - W1182294
San Antonio de Padua	114	134	188: N1035206 - W1186964; 189: N1035161 - W1187059	190: N1034914 - W1187070; 191: N1034678 - W1186946
El Tigre	33	24	192: N1031867 - W1194161	193: N1031992 - W1194334
La Boba	68	28	194: N1034015 - W1199038	195: N1033704 - W1199225
Buchado	185	220	196: N1032490 - W1201948; 197: N1032466 - W1201872	198: N1033374 - W1201596; 199: N1033410 - W1201637
Alfonso Lopez	32	18	200: N1031137 - W1203488	201: N1031106 - W1203584
San Jose De La Calle	400	90	202: N1034098 - W1207054; 203: N1033886 - W1207144	204: N1034086 - W1207258; 205: N1034153 - W1207210
Veracruz	120	50	206: N1028278 - W1209157	207: N1028233 - W1209319
Arenal	118	24	208: N1020448 - W1209653	209: N1028468 - W1209871
San Miguel	185	59	210: N1027839 - W1213528; 211: N1027990 - W1213521	212: N1027160 - W1213583
San Martin	30	29	218: N1025679 - W1214472	219: N1025719 - W1214284
Puerto Conto	629	145	220: N1025189 - W1215794	221: N1025068 - W1216603
Bojaya	1100	334	222: N1021715 - W1215091; 223: N1021585 - W1217998	224: N1021714 - W1216324; 225: N1021255 - W1216550; 226: N1021367 - W1217059
Vigia del fuerte	2479	750	213: N1019933 - W1219761; 214: N1020138 - W1219908	215: N1020354 - W1220689; 216: N1020236 - W1220892; 217: N1020005 - W1220459; 227: N1019893 - W1219968
Guadualito	160	34	228: N1020615 - W1224750	229: N1020290 - W1224731
Napipi		253	230: N1015081 - W1228622; 231: N1015296 - W1228572	232: N1015230 - W1229081
Opogado		45	233: N1011599 - W1244945	234: N1011728 - W1245170
Puerto Antioquia	235	58	235: N1011782 - W1242787	236: N1012000 - W1245020
Isla de los Palacios	380	60	237: N1016701 - W1247221	238: N1016841 - W1247624
Montaño	700	157	239: N1013674 - W1261382	240: N1013284 - W1261865
San Alejandro	279	72	262: N1022752 - W1236006	263: N1022557 - W1235752
Carmen del Darien	2356	425	241: N1013269 - W1261858; 242: N1012006 - W12834242	243: N1011291 - W1283176; 244: N1011042 - W1282862
Vigia De Cuabarado	411	90	245: N101789 - W1274139 ; 246: N1016974 - W1274056	247: N1017330 - W1273876
La Grande	540	97	248: N1022169 - W1269054	249: N1022330 - W1268784
Murindo	2800	400	250: N102787 - W126364; 251: N1028819 - W1263413	252: N1028641 - W1263528; 253: N1028643 - W1263251
Turriquintado	45	12	254: N1030933 - W1256100	255: N1030960 - W1255392
Tadia	250	73	256: N1029683 - W1250353	257: N1029384 - W1250220
Bebaraneños	58	31	258: N1024460 - W1248813	259: N1024323 - W1248842
Islas de los Rojas	60	45	260: N1022225 - W1245293	261: N1021840 - W1245433
Domingo 2	1300	300	266: N1005122 - W1285335	267: N1004599 - W1285720
Pedegita	250	45	268: N1002572 - W1294707	269: N1002402 - W1294981
Riosucio	10000	1200	270: N1001536 - W1298955; 271: N0996576 - W1314057	272: N0995975 - W1315181; 274: N0995820 - W1315069
Nueva Union	89	20	276: N0996426 - W1313813	277: N1000914 - W1320642



Nombre	Habitantes	Viviendas	Delta Inicio	Delta Final
Yarumal	100	26	278: N0995562 - W1326050	279: N0995537 - W1326192
La Onda	147	40	280: N0994462 - W1329497	281: N0994877 - W1329620
Puente America	90	26	282: N0992865 - W1345839	283: N0992903 - W1346160
Tubarado		90	284: N1004407 - W1362699	285: N1004670 - W1362963
Boca del Atrato			286: N1026044 - W1386093	287: N1026757 - W1386240

Fuente: Elaboración propia, 2012

- **Embalaje de los productos, dimensiones y peso unitario**

- **Madera**

La madera es moderadamente pesada, relativamente blanda (en climas húmedos) a moderadamente dura (en climas subhúmedos), densidad específica de 0.55 a 0.80 g/cm³. Textura fina, algo áspera y uniforme.

Usos: Construcción de botes, muebles, carpintería y ebanistería, partes para vehículos, instrumentos musicales, embalajes, tanques, chapas decorativas, postes para transmisión y cercas.

Almacenamiento: En muchos casos adyacentes a las riveras de los ríos la madera es dejada en el sitio donde se corto por las dificultades de la manipulación de las trozas, esperando a que suba la madera para poder ser transportada aguas abajo. En otros casos simplemente es llevada al borde de la carretera y dejada allí, hasta que llegue un vehículo de carga por ella. En los principales aserríos ubicados en las principales ciudades del país esta es almacenada en bodegas, si se cuenta con ellas, o en patios adyacentes a la fábrica.

- **Alimentos**

Los productos de la industria de alimentos son frágiles y se comercializan en empaques que los protegen de los golpes y demás inclemencias que puedan ocasionarse por su manipulación. Las densidades son diversas dependiendo del tipo de producto específico que se vaya a considerar; a manera de ejemplo, la densidad de la leche entera es de 1,032 kg/Litro, mientras que la de la leche descremada es 1,036 kg/Litro.

- **Combustibles**

El petróleo está compuesto de una mezcla de hidrocarburos, que al ser aprovechados razonablemente, permiten la obtención de productos de características precisas, que son los llamados derivados del petróleo. Estos productos obtenidos a través del proceso de refinación, poseen características físicas especiales y particulares, las cuales se presentan en la Tabla 62.

Tabla 62. Propiedades de los derivados del petróleo

Derivado	Densidad
Gasolina Corriente y Extra	0,68 a 0,77 g/c.c
Diesel	0.865 kg/l
Diesel Marino	890 kg/m ³
Queroseno	0,78 g/c.c
Combustóleo	0.982 kg/l
IFOs 380 y 180	991 kg/m ³
Gasolina de Aviación	700 – 720 kg/m ³
Bases Lubricantes	0.8855 g/c.c
Disolventes Alifáticos	0.75 – 0.82 g/c.c
Benceno	0.879 g/c.c
Tolueno	0.866 g/c.c

Fuente: Monografía de los derivados del petróleo, Contrato 386 de 28 de diciembre de 2006

De acuerdo con la revisión realizada se encuentra que la vocación actual del río Atrato está asociada principalmente con el transporte de madera, la cual se efectúa en embarcaciones mayores y con el transporte de algunos otros productos que han sido agregados con fines estadísticos en la categoría “otros” normalmente relacionada con carga general, que presenta unos flujos predominantes entre Riosucio y Turbo.

Con respecto al manejo de cargas especializadas no se encuentra una que destaque entre las demás, aunque el transporte de derivados de petróleo como A.C.P.M., asfalto, combustóleo, diluyentes, gases, gasóleo, gasolina, lubricantes y nafta virgen, agregan cerca de 10,000 toneladas en el año 2006.

Como se aprecia en la Tabla 63, históricamente el movimiento de hidrocarburos en el puerto de Quibdó ha ido decreciendo hasta llegar a niveles que en la actualidad están por debajo de 3,000 embarcaciones/año en el año 2011.

Tabla 63. Análisis histórico movimiento de hidrocarburos, Quibdó
(Número de embarcaciones)

Año	Entran	Salen
2012, agosto	0	2,013
2011	0	2,966
2010	0	2,539
2009	5	2,920
2008	0	7,784
2007	0	6,907

Fuente: Inspección fluvial de Quibdó, 2012



En el caso del río León el transporte de productos agrícolas tiene gran importancia debido a las exportaciones de banano. En general se encuentra que el transporte en la agroindustria del banano abarca un sistema multimodal al utilizar desde cable-vías aéreos dispuestos en el área de cultivo, bandas transportadoras en la empacadora y embarcadero, hasta montacargas, camiones y contenedores en las carreteras, bongos y remolcadores para el recorrido fluvial, y transporte marítimo.

El transporte fluvial es propio de la zona de Urabá donde por falta de puerto para embarcar, los bananeros han implementado su propio sistema de manipular la fruta desde la empacadora en la finca hasta un embarcadero, donde se recibe para ser transportada en Bongos por un canal artificial hasta llegar al Golfo de Urabá en donde se procede a cargar los barcos.

3.4. CONCLUSIONES

Las principales conclusiones que se pueden extraer del trabajo de campo son presentadas a continuación:

- Las empresas de transporte terrestre de pasajeros en la región prestan servicios locales e intermunicipales con una importante presencia de rutas nacionales con origen o destino en Pereira y Medellín.
- Con base en información del año 2009, las estadísticas del Ministerio de Transporte dan cuenta de un movimiento mensual entre 420 y 620 toneladas de carga en el puerto de Quibdó y un movimiento promedio de 650 pasajeros.
- En el puerto de Quibdó la zona de atraque para embarcaciones menores tiene una profundidad media de 3 m, mínima de 2 m y calados de operación de hasta 2 m, se aclara que en la desembocadura del río Atrato el calado que entra por restricción de las bocas es 1.8 m. Se pudo evidenciar que no existe infraestructura portuaria convencional aunque los muelles permiten el desembarque provisional de las mercancías que entran y salen de la región.
- El porcentaje de motocicletas observado en los aforos vehiculares ubica a esta clase de vehículo como la principal solución a las necesidades de movilización de los habitantes de la región, siendo mucho más económico, rápido, confiable y oportuno que el río. Sin embargo, tratar de estimar el consumo de combustible con base en el número de motocicletas y de esa forma evaluar los requerimientos de transporte de gasolina es una tarea difícil, ya que sería necesario tomar registros de las distancias medias recorridas por mes y de los rendimientos de combustible para distintas rutas. Si bien este valor escapa a los



alcances del presente estudio, se considera importante ahondar en su análisis con el fin de establecer las potencialidades del río en el transporte de combustibles para el consumo de la región.

- Se encontró que los mayores flujos vehiculares se presentan los fines de semana. En todos los casos la tendencia se mantuvo siendo el día domingo el de los mayores flujos.
- A diferencia de lo que ocurrió en el Chocó, que tiene unas características socioeconómicas diferentes y predomina el uso de la motocicleta, en el departamento de Risaralda se presenta una importante prevalencia del automóvil.
- En la región chocoana se encuentra que los flujos predominantes en el servicio de transporte público de pasajeros tienen por origen o destino al municipio de Quibdó debido a la concentración de actividades institucionales, educativas y comerciales, que marca una diferencia con los demás municipios del departamento.
- En el modo de transporte público de pasajeros no se encontró una relación importante entre Pereira y Chocó. Los principales motivos de viaje están asociados con el trabajo, que representa más del 50% del total de viajes en transporte público. De ahí que un mejoramiento en la vía podría mejorar las condiciones en las que se integra económicamente la región.
- Aunque hay una importante presencia de viajes semanales, lo que puede incidir en los flujos de fin de semana, se encuentra que la mayoría de los usuarios viajan de manera eventual.
- La mayoría de los usuarios del servicio de transporte público pertenecen a niveles bajos de ingreso, casi todos con ingresos mensuales inferiores a 1 salario mínimo, lo que indica una importante dependencia del transporte público, siendo una buena proporción de usuarios cautivos de este servicio.
- A diferencia del caso de pasajeros, en el transporte de carga se encuentra una mayor relación comercial con Medellín y Pereira que podría verse aumentada al contar con una mejor infraestructura de transporte. Esta situación corrobora la vocación del corredor como un eje de transporte de carga con extremo en estos dos importantes generadores de carga.
- El análisis económico realizado con el modelo de elección discreta deja ver que usuarios con distintas condiciones tienen una valoración del tiempo diferente, siendo en el caso de los estudiantes significativamente menor al del promedio.



En general para el modelo de transporte se considera correcto trabajar con un valor del tiempo de 200 \$/min que es el valor utilizado en el país en la mayoría de los estudios de macro-simulación a nivel nacional.

- La actualización del sistema de zonificación con fines de análisis de transporte permite representar en mejor forma los flujos de pasajeros y carga en el corredor fluvial modelado. Sin embargo, dada la pequeña magnitud de los flujos de transporte locales parece un esfuerzo innecesario recurrir a un mayor nivel de detalle en el análisis espacial del transporte. Probablemente cuando se hayan densificado más las poblaciones aledañas al río sea necesario proponer ajustes adicionales al sistema de zonificación, por ahora esa tarea parece irrelevante dado que los flujos dominantes son aquellos que tienen vocación de comercio internacional, para los cuales no se necesita un detalle adicional.
- La importancia social y económica del río Atrato en el departamento de Chocó se evidencia por las características de los productos transportados por río. Los alimentos en primer lugar, que pueden llegar a poblaciones que no cuentan con alternativas de comunicación distintas al río y distintas clases de energéticos como los combustibles y el carbón que también son movilizados por el modo de transporte fluvial.
- Es evidente que, en forma independiente a la puesta en marcha del sistema de transporte intermodal, el río seguirá siendo utilizado para el transporte de personas y mercancías que, al menos en el mediano plazo, no tienen modos alternativos de transporte para responder a las necesidades de movilización de los habitantes de la región.



4. AJUSTE DE LAS PROYECCIONES DE FLUJOS

Es claro que las condiciones de oferta, demanda y flujos han cambiado considerablemente con respecto a los análisis realizados en el marco del convenio 3479 de 2008 ya que ahora se debe considerar la posibilidad de implementar una primera etapa a través del corredor de transporte multimodal Pereira – Océano Atlántico, mientras que en la fase anterior fue estructurado el análisis de transporte bajo el supuesto de construir el puerto de Tribugá, que traía consigo una importante atracción de flujos provenientes del Canal de Panamá, los cuales fueron adicionados de manera externa al modelo de macro-simulación.

Para el estudio de complemento se hace énfasis en el componente Socio-Ambiental y en el canal navegable del río Atrato, entre las poblaciones de Quibdó y Tarena en el Golfo de Urabá, en una extensión de 494 km, teniendo en cuenta la posibilidad de implementar una primera etapa a través del corredor de transporte multimodal Pereira-Océano Atlántico. Esto implica entonces que se deba actualizar el modelo de demanda, los costos del modelo de oferta y los flujos de referencia.

4.1. ACTUALIZACIÓN DEL MODELO DE DEMANDA

La estrategia de modelación utilizada en la fase anterior, de considerar en forma externa al modelo de macro-simulación los flujos atraídos del Canal de Panamá, permiten hacer una actualización de las matrices de demanda con base en las previsiones de crecimiento de la economía y de la población.

Desde la perspectiva del modelo de transporte, el análisis del entorno de los proyectos contempla dos niveles definidos por la dinámica productiva nacional y regional, que condicionan las tendencias de los desplazamientos.

4.1.1. Contexto internacional

En el contexto de comercio internacional, analizado con base en el tráfico portuario, tal como se puede ver en la Figura 85, las zonas portuarias más importantes son la de Santa Marta y La Guajira gracias al movimiento de carbón de exportación en estas dos zonas, en un caso provenientes de La Loma en el César y en el otro, proveniente de la zona carbonífera de El Cerrejón.

La evolución del tráfico portuario analizada entre los años 2006 y 2010 indica que las dos zonas portuarias más importantes siguen un patrón de comportamiento similar, caracterizado por un crecimiento medio sostenido que presenta un repunte de importancia entre 2009 y 2010.

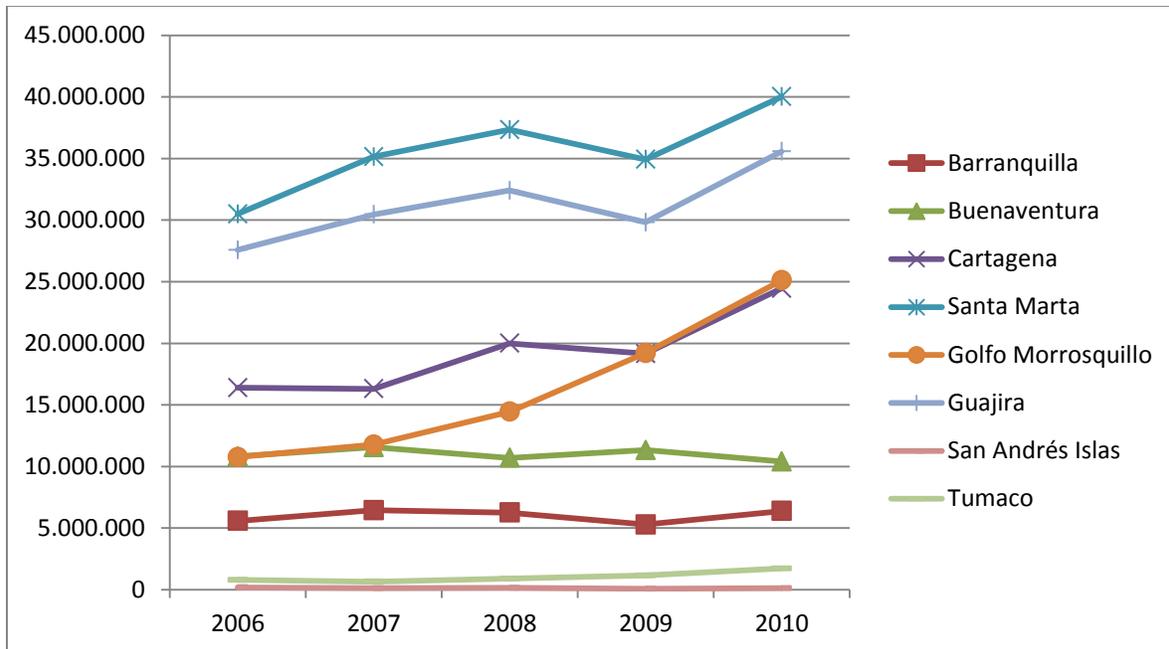


Figura 85. Evolución del tráfico portuario

Fuente: Anuarios Estadísticos de la Superintendencia de Puertos y Transporte

En las zonas portuarias que no están asociadas al movimiento de carbón se detecta un crecimiento importante de la zona portuaria de Morrosquillo representado en las exportaciones de granel líquido, principalmente petróleo y sus derivados.

Así las cosas, se ve que existen tres zonas portuarias claramente especializadas a saber: zonas portuarias de Santa Marta y La Guajira especializadas en la exportación de carbón y zona portuaria de Morrosquillo especializada en la exportación de graneles líquidos, principalmente petróleo y sus derivados.

En las demás zonas portuarias se detecta la importancia del puerto de Cartagena que es un puerto especializado en el manejo de contenedores con notable crecimiento entre 2009 y 2010. Otras zonas portuarias como Buenaventura y Barranquilla no han crecido significativamente en los últimos años.

Basados en información de junio de 2012 (Tabla 64) se logra identificar un mayor nivel de detalle en el tráfico portuario marítimo de Colombia en cada una de las zonas portuarias estudiadas²⁰.

²⁰ Informe Consolidado Junio 2012. Oficina de Planeación, Grupo Informática y Estadística



Investigación para la complementación de los estudios Fase II (Factibilidad)
para la navegabilidad del río Atrato



Tabla 64. Tráfico portuario marítimo en Colombia
(Junio 2012)

SOCIEDAD PORTUARIA	IMPO	EXPO	COM. EXTE-RIOR	CABO-TAJE	FLU-VIAL	TRAS-BORDO	TRAN-SITO INTER-NAL	TRANSITORIA	TOTAL
ZONA PORTUARIA BARRANQUILLA									
SOCIEDAD PORTUARIA MONOMEROS COLOMBO VENEZOLANOS S.A	32,472		32,472	0	0				32,472
PALERMO SOCIEDAD PORTUARIA S.A.	97,757	27,128	124,885	623	0		1,018		126,526
PIZANO S.A			0	3,014	0				3,014
SOCIEDAD CEMENTOS ARGOS BQUILLA	27,000	36,626	63,626	620	0				64,246
SOCIEDAD PORTUARIA DE PALERMO S.A			0	0	2,652				2,652
SOCIEDAD PORTUARIA PORTMAGDALENA S.A.	27,831	100,321	128,152	0	0				128,152
SOCIEDAD PORTUARIA SIDUPORT S.A.	8,345		8,345	0	0				8,345
SPR BARRANQUILLA	313,281	130,398	443,679	1,196	0		2,094	0	446,969
VOPAK S.A.	9,565	10,981	20,546	0	0			5,052	25,598
TOTAL ZONA PORTUARIA BARRANQUILLA	516,251	305,454	821,705	5,453	2,652	0	3,112	5,052	837,974
ZONA PORTUARIA BUENAVENTURA									
GRUPO PORTUARIO S.A.	23,790	66,630	90,420	0	0				90,420
LIZCAMAR LTDA.			0	829	0				829
S.P. TERMINAL DE CONTENEDORES DE BTURA TCBUEN SA.	176,514	67,657	244,171	0	0				244,171
SOCIEDAD DE CEMENTERAS ASOCIADAS	56,763		56,763	0	0				56,763
SPR BUENAVENTURA	668,632	195,604	864,235	0	0	74,418		4,216	942,870
TOTAL ZONA PORTUARIA BUENAVENTURA	925,699	329,891	1,255,590	829	0	74,418	0	4,216	1,335,053
ZONA PORTUARIA CARTAGENA									
ALGRANEL S.A.	10,127	2,748	12,875	0	0				12,875
ZONA FRANCA ARGOS S.A.S	17,107	115,255	132,363	0	0				132,363
PUERTO DE MAMONAL S.A.	9,602	31,817	41,419	0	0				41,419
EXXONMOBIL DE COLOMBIA S.A.	2,500		2,500	0	0				2,500
PUERTO BUENAVISTA S.A.	24,303		24,303	1,355	0				25,658
REFINERIA DE CARTAGENA S.A.	1,712		1,712	475	0				2,187
SOCIEDAD PORTUARIA DE LA ZONA ATLANTICA S.A.			0	6,363	0				6,363
SOCIEDAD PORTUARIA DEL DIQUE			0	2	0				2
SOCIEDAD PORTUARIA DEXTON S.A	3,492		3,492	0	0				3,492
SPR CARTAGENA	141,764	109,731	251,495	0	0		1,072,081		1,323,576



SOCIEDAD PORTUARIA	IMPO	EXPO	COM. EXTE-RIOR	CABO-TAJE	FLU-VIAL	TRAS-BORDO	TRAN-SITO INTER-NAL	TRANSITORIA	TOTAL
TERMINAL DE CONTENEDORES DE CARTAGENA	97,238	65,096	162,335	0	0		307,038		469,372
TERMINAL MARITIMO MUELLES EL BOSQUE S.A.	103,733	29,631	133,364	12,490	2,919		70,084	708	219,565
TRANSMARSYP			0	4,201	0				4,201
TRANSPETROL S.A.			0	41	0				41
VOPAK DE COLOMBIA S.A.	3,110		3,110	0	0				3,110
TOTAL ZONA PORTUARIA CARTAGENA	414,688	354,279	768,966	24,926	2,919	0	1,449,203	708	2,246,723
ZONA PORTUARIA SANTA MARTA									
AMERICAN PORT COMPANY		2,353,946	2,353,946	0	0				2,353,946
C.I. PRODUCTOS DE COLOMBIA S.A.		1,297,406	1,297,406	0	0				1,297,406
SPR SANTA MARTA	271,939	496,066	768,005	0	0	125			768,130
TOTAL ZONA PORTUARIA SANTA MARTA	271,939	4,147,417	4,419,356	0	0	125	0	0	4,419,481
ZONA PORTUARIA GOLFO DE MORROSQUILLO									
EMPRESA COLOMBIANA DE PETROLEOS		1,557,015	1,557,015	0	0				1,557,015
OLEODUCTO CENTRAL S.A.		1,349,749	1,349,749	0	0				1,349,749
S.P. GOLFO MORROSQUILLO	58	9,300	9,358	308					9,666
TOTAL ZONA PORTUARIA GOLFO MORROSQUILLO	58	2,916,063	2,916,121	308	0	0	0	0	2,916,430
ZONA PORTUARIA GUAJIRA									
CERREJON ZONA NORTE S.A.	27,183	2,724,952	2,752,135	0	0				2,752,135
ZONA PORTUARIA RIO MAGDALENA *									
EMPRESA COLOMBIANA DE PETROLEOS								68,772	
PUERTO PIMSA S.A.	5,683		5,683						
TOTAL ZONA PORTUARIA RIO MAGDALENA	5,683	0	5,683	0	0	0	0	68,772	0
TOTAL	2,161,500	10,778,056	12,939,556	31,517	5,571	74,543	1,452,315	78,748	14,507,796

* Zona Portuaria Rio Magdalena corresponde a la Zona portuaria fluvial

FUENTE: Informe Consolidado Junio 2012. Oficina de Planeación, Grupo Informática y Estadística

4.1.2. Contexto nacional

En concordancia con los análisis realizados por el Ministerio de Transporte, el impacto macro-económico del desarrollo de la infraestructura se encuentra asociado a la generación de empleo, al efecto directo sobre el crecimiento dadas las mayores facilidades para la movilización de la carga, y a la reducción de costos logísticos que

facilitan el comercio internacional²¹. El primer indicador que refleja la importancia del sector es la contribución que tiene sobre la producción nacional, tal como se ve en la Figura 86.

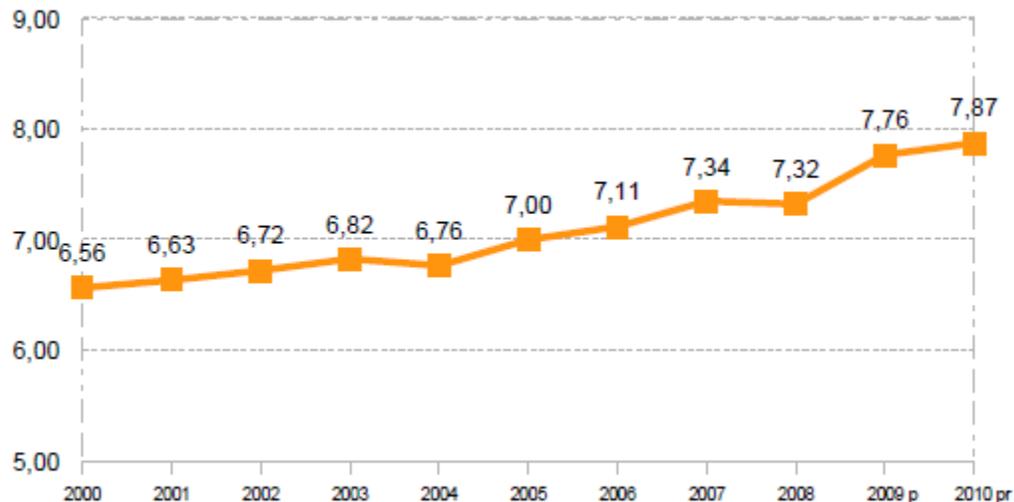


Figura 86. Participación del PIB servicios de transporte y obras civiles en el PIB Nacional (%)

Fuente: Ministerio de Transporte / Transporte en cifras versión 2011

Como se puede observar, con corte al año 2010, la participación de los servicios de transporte y la construcción de obras civiles en el PIB fue del 7.9%, mayor al promedio de los últimos 10 años, lo que se explica posiblemente por la evolución de la inversión pública y privada en infraestructura de transporte, la cual creció 2.5 veces en valor en los últimos cinco años.

Con respecto a las tendencias de crecimiento demográfico, los principales indicadores para el quinquenio 2005-2010 muestran una tasa bruta de natalidad de 19.86 por mil (aproximadamente dos nacimientos por minuto), una tasa bruta de mortalidad de 5.81 por mil (aproximadamente una defunción por cada dos minutos) y una tasa de migrantes neta de -2.26 por mil²².

La Figura 87 muestra cómo la tasa media anual de crecimiento demográfico exponencial (%) se ubica para la nación en 1.18 para el quinquenio 2005 – 2010 y sugiere una tendencia negativa según las proyecciones realizadas hasta el año 2020.

²¹ Ministerio de Transporte (2012). Transporte en cifras versión 2011. Documento estadístico del sector transporte. Oficina asesora de planeación, grupo de planificación sectorial, Bogotá, 2012, p 10.

²² Departamento Nacional de Estadística, DANE (2012). <http://www.dane.gov.co/files/BoletinProyecciones.pdf>

Se estudia adicionalmente la composición de las unidades de transporte, que se convierte en un elemento clave de análisis ya que incorpora estadísticas esenciales de los atributos de los servicios de transporte²³. El total del parque automotor nacional es de 6.376.764 vehículos de modelos 1970 a 2010, de los cuales el 87% corresponde a vehículos de servicio particular. Del total de 5.527.770 vehículos motorizados de servicio particular, el 52% corresponde a motocicletas, y en el caso de vehículos de servicio público la mayor participación corresponde a automóviles con un 45%²⁴.

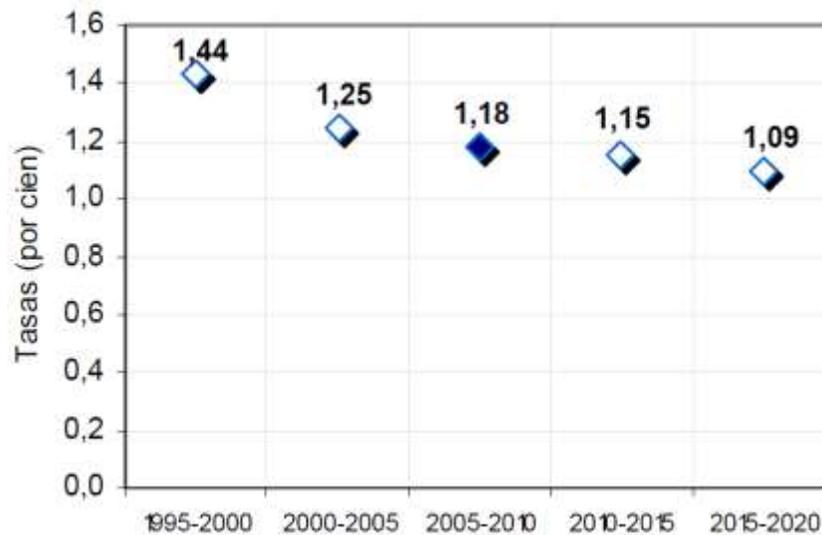


Figura 87. Tasa media anual de crecimiento demográfico exponencial

Fuente: DANE. Proyecciones de Población 2006-2020

Respecto al sistema ferroviario, a 2010 se registran 77 locomotoras, 5.820 vagones correspondientes al sistema concesionado y no concesionado. En el modo aéreo el país cuenta con 2.033 aeronaves²⁵.

Con respecto a la movilización de mercancías, el modo carretero es la columna vertebral que sustenta el 72% de la movilización de carga nacional, seguido por el modo de transporte ferroviario con una participación del 27% del total. La cantidad de toneladas movilizadas en el año 2010 fue de 252 millones, con un crecimiento estimado del 6% respecto al año inmediatamente anterior²⁶, tal como se ve en la Figura 88.

En el consolidado de movimiento de carga nacional, el modo carretero sigue siendo el modo predominante mientras que el transporte de carga por río no llega siquiera a los 4

²³ Ministerio de Transporte (2012). Op. Cit, p 14.

²⁴ *Ibid.*

²⁵ *Ibid.*

²⁶ Ministerio de Transporte (2012). Transporte en cifras versión 2011. Documento estadístico del sector transporte. Oficina asesora de planeación, grupo de planificación sectorial, Bogotá, 2012, p 11.

millones de toneladas anuales. Por su parte, el modo ferroviario participa en una proporción considerable, representada sustancialmente en el transporte del carbón de La Loma y El Cerrejón.

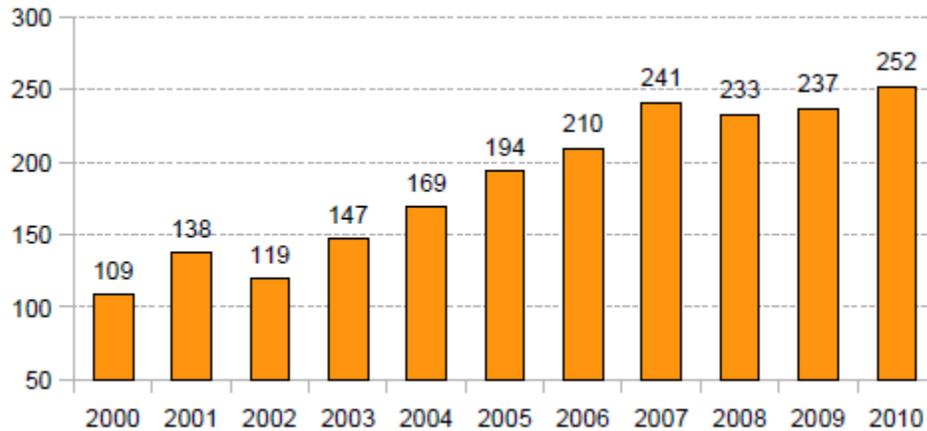


Figura 88. Movimiento de carga nacional

(Millones de toneladas)

Fuente: Ministerio de Transporte / Transporte en cifras versión 2011

Evaluando el reparto modal mostrado en la Figura 89, se encuentra que en términos porcentuales la carga fluvial representó en el año 2011 el 1% del total de carga nacional, siendo la carga terrestre la que mayor participación tuvo, con un 72%, junto con el modo férreo con el 27%, mientras que los modos aéreo y cabotaje no alcanzaron en conjunto el 1%.

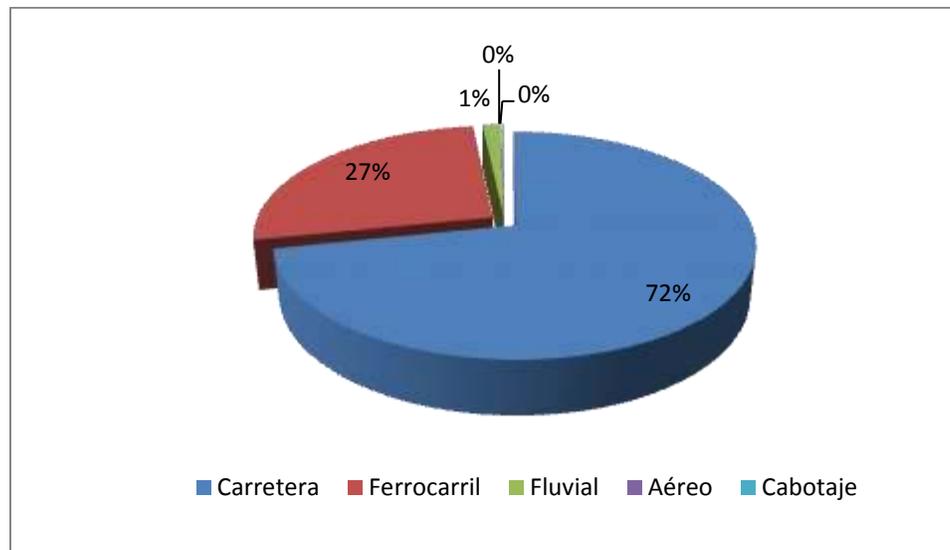


Figura 89. Reparto modal del movimiento de carga nacional

(Millones de toneladas)

Fuente: Ministerio de Transporte / Transporte en cifras versión 2011

Una mejor medida de la actividad de transporte de carga nacional es el movimiento por toneladas kilómetros, pues además de considerar el volumen total transportado agrega la noción de la distancia promedio que recorre cada tonelada. Esta información es resumida en la Tabla 65, donde se ve cómo el ferrocarril pierde importancia debido a las menores longitudes recorridas, pasando del 27% en toneladas transportadas a 15% en toneladas transportadas por kilómetro.

Así mismo se ve cómo la importancia del transporte fluvial aumenta considerablemente hasta alcanzar una participación del 3% debido a la presencia predominante de flujos de larga distancia. Por supuesto, la unidad que realmente se debe utilizar, es la de ton-km, pues no es lo mismo transportar un volumen en una corta distancia que a larga distancia, que es la parte importante y representativa del modo fluvial.

Tabla 65. Actividad del transporte de carga nacional por modo de transporte
 (Miles de ton-km)

Año	Carretera	Ferrocarril			Fluvial	Aéreo	Cabotaje	TOTAL
		Concesión Atlántico y Pacífico	Carbón	Total				
1994	33,736	355	1,745	2,100	1,864	0	37,700	33,736
1995	28,018	356	1,909	2,265	1,699	285	32,267	28,018
1996	22,987	466	2,150	2,616	1,975	289	27,867	22,987
1997	33,167	372	2,494	2,866	1,777	0	37,810	33,167
1998	31,294	341	3,450	3,791	1,967	162	37,214	31,294
1999	28,817	319	3,889	4,208	2,409	161	35,595	28,817
2000	27,096	0	5,146	5,146	2,452	120	34,814	27,096
2001	37,205	0	5,520	5,520	1,980	125	44,830	37,205
2002	31,171	0	5,120	5,120	2,245	147	38,683	31,171
2003	37,019	0	7,053	7,053	2,403	159	46,634	37,019
2004	43,628	0	7,568	7,568	2,716	155	54,067	43,628
2005	51,838	99	8,072	8,171	3,137	163	63,309	51,838
2006	57,578	101	8,348	8,449	2,721	69	68,817	57,578
2007	67,940	121	8,928	9,049	2,770	68	79,827	67,940
2008	62,964	51	11,647	11,698	2,950	59	77,671	62,964
2009	65,688	55	11,829	11,884	2,395	53	80,020	65,688

Fuente: Ministerio de Transporte / Transporte en cifras versión 2011

Aunque la vocación del proyecto analizado ha sido claramente identificada para el transporte de carga, se considera importante contar con referentes asociados al movimiento de pasajeros en el país. Claramente se observa que la mayor participación la tiene el modo carretero que moviliza el 84.8% del total de pasajeros nacionales,



seguido por el modo aéreo con el 6.7% y una participación minoritaria de los modos de transporte fluvial y férreo.

La mayor dinámica en el movimiento de pasajeros se presentó en el modo aéreo, que entre los años 2005 y 2010 creció el 65% en el total, incluyendo vuelos nacionales como internacionales. En movilización de pasajeros nacionales el crecimiento en el mismo periodo para el modo aéreo fue de 68% seguido por el modo ferroviario con el 46% y ubicando por último el modo carretero que se presentó una tasa de crecimiento entre el 2005 y el 2010 del 12%²⁷.

En el año 2003 el transporte fluvial en Colombia alcanzó su pico de demanda al movilizar más de 4 millones de pasajeros durante dicho periodo. Sin embargo, desde el año 2004 en adelante no se ha generado un crecimiento significativo en el total de pasajeros movilizados en este modo, manteniéndose con muy pocas variaciones desde esa época, en un orden de magnitud cercano a los 3,600,000 de pasajeros anuales.

Sin duda el modo de transporte que ha presentado los mayores incrementos de movimiento de pasajeros es el modo aéreo que en lo últimos 5 años ha crecido más del 68%, en tanto que el modo fluvial exhibe una leve disminución en el mismo periodo.

4.1.3. Contexto regional

Para el año 2010 el PIB total fue de \$543.747 miles de millones de pesos. Como se observa en la Figura 90, en este año Bogotá participó con el 25,4%, seguido de Antioquia, Valle del Cauca, Santander, Cundinamarca y Meta; en conjunto, Bogotá y estos departamentos representan el 65,1% de la economía nacional²⁸.

Este comportamiento fue similar al que registró el año 2009, cuando el PIB total fue de \$504.647 miles de millones de pesos y en donde Bogotá participó con el 26,0%, seguido de Antioquia, Valle del Cauca, Santander, Cundinamarca y Atlántico, los cuales representaron el 65,5% del PIB de Colombia.

Durante los años provisionales 2009 y 2010 se presentaron aumentos en la participación de algunos departamentos dentro del total de la economía, explicados por marcados crecimientos en actividades relacionadas con la minería. Durante este periodo, el total de la economía registró tasas de 3,5% en 2008, 1,7% en 2009 y 4,0% en 2010, siendo el sector minero el de mayor dinamismo y uno de los que más aportó al comportamiento del total nacional.

²⁷ Op. Cit.

²⁸ Departamento Administrativo Nacional de Estadística, DANE (2012). CUENTAS DEPARTAMENTALES - BASE 2005, Resultados PIB Departamental, 2009 y 2010, p 4.

La actividad de minas y canteras participó con 7,9% en 2008, 7,3% en 2009 y 8,6% en 2010. El departamento que más aportó a esta actividad fue Meta, razón por la cual ha aumentado su participación en el PIB nacional al pasar de 3,0% en 2008, 3,2% en 2009 y 4,2% en 2010; seguido de Casanare y Arauca.

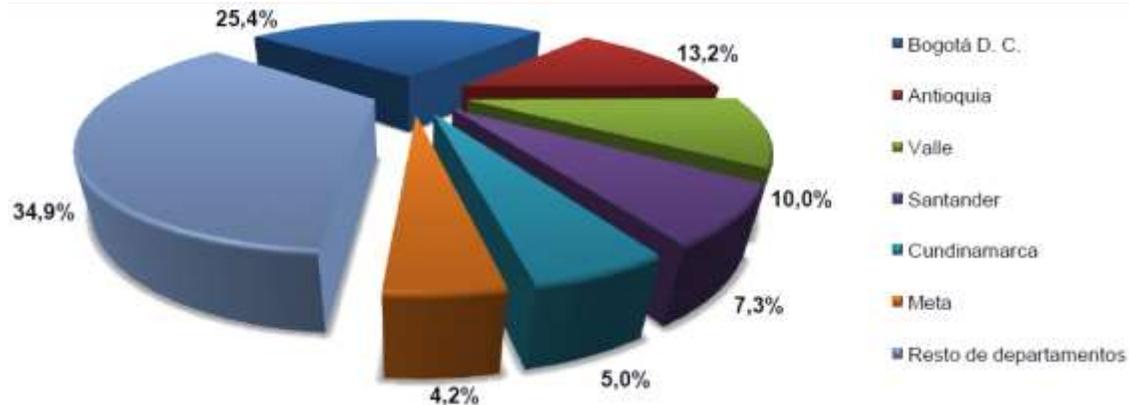


Figura 90. Participación porcentual del PIB por regiones

Fuente: DANE - Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales

En el año 2009 provisional, los departamentos de Santander y Caldas presentaron un decrecimiento en 1,6% y 3,7% respectivamente. Esto se explica en el primero de estos, por el comportamiento del resto de la industria, donde su actividad predominante, la refinación del petróleo para 2009 registró una tasa negativa de 20,8%. Para Caldas, su tasa se vio afectada por la caída en la actividad de café en 18,6% y por la caída en la industria manufacturera, principalmente en productos de café y trilla en 9,7% y maquinaria y equipo en 21,1%.

Otros departamentos que presentaron comportamiento negativo durante el año 2009 fueron Arauca 0,7%, debido a la caída de la extracción de petróleo en 2,3% y a la caída en la producción pecuaria en 7,7%. Atlántico cayó en 0,1% debido a la disminución en el resto de la industria, que disminuyó en 14,9% explicada por un decrecimiento en la industria de productos metalúrgicos básicos y del transporte terrestre que decreció en 3,6%. Antioquia tuvo un decrecimiento en 0,5% como consecuencia de la caída en el resto de la industria, en las actividades productos químicos y tejidos y prendas de vestir; así mismo, al comercio, que cayó en 1,7%.

Como se observa en la Figura 91 los departamentos que más contribuyeron al PIB nacional durante al año 2010 provisional fueron Meta, Bogotá, Santander, Antioquia, y Valle; para Bogotá, esta contribución se debe principalmente a las actividades de comercio, intermediación financiera y resto de la industria²⁹. Chocó se ubica en el

²⁹ Departamento Administrativo Nacional de Estadística, DANE (2012). CUENTAS DEPARTAMENTALES - BASE 2005, Resultados PIB Departamental, 2009 y 2010, p 8.

décimo lugar por encima de departamentos como Boyacá, Putumayo, Cesar, Nariño y Casanare, entre otros.

Antioquia debe su contribución a la actividad industrial, el comercio y los servicios a las empresas. Por su parte, Santander contribuye en mayor medida al agregado nacional a través de la refinación de hidrocarburos, la construcción de vivienda y obras civiles, el comercio y la extracción de petróleo. En Valle las actividades que aportaron a su contribución fueron el resto de la industria, los servicios a las empresas y el comercio. Para Meta, la actividad de mayor contribución al PIB nacional fue la extracción de petróleo crudo, seguida de la construcción de obras civiles y la explotación de productos agrícolas³⁰.

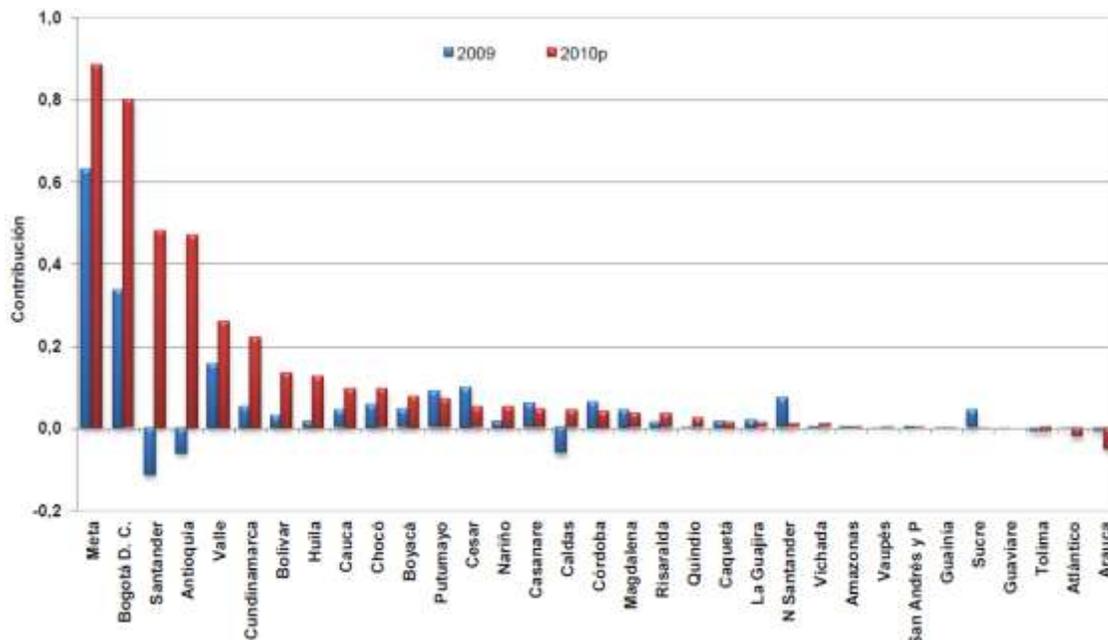


Figura 91. Contribuciones al PIB, años provisionales 2009 y 2010

Fuente: DANE - Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales

En 2010 provisional, los departamentos de Tolima, Atlántico y Arauca registraron decrecimientos de 0,4%, 0,5% y 5,3%, respectivamente; explicados así: en Tolima por la disminución de 13,1% en la producción de petróleo y por la disminución en la actividad pecuaria en 8,8%; de extracción de minerales no metálicos en 18,9%, y en la industria de alimentos, bebidas y tabaco en 13,1%, principalmente³¹.

En Atlántico, se debió a la caída en la actividad del resto de la industria, principalmente en las sustancias y productos químicos donde la producción cayó 8,4%, y de los

³⁰ Op. Cit.

³¹ Departamento Administrativo Nacional de Estadística, DANE (2012). CUENTAS DEPARTAMENTALES - BASE 2005, Resultados PIB Departamental, 2009 y 2010, p 5.

servicios de transporte terrestre, que cayeron en 3,0%. La caída en el PIB de Arauca se debió al decrecimiento en la producción de petróleo en 14,0% y en la actividad pecuaria en 10,6%³². A nivel nacional, en 2009 provisional las actividades de industria, transporte almacenamiento y comunicaciones, agricultura y comercio presentaron tasas de -4,1%, -1,4%, -0,7% y -0,3%, respectivamente; mientras que en el año 2010 provisional, las actividades de agricultura, extracción de minerales no metálicos y la construcción, presentaron tasas negativas de 0,2%, 13,9% y 1,7% respectivamente. Esto se reflejó en las tasas de estas actividades por departamento y se evidenciaron en menores crecimientos o tasas negativas en el PIB total de algunos departamentos³³.

Para el año 2009 provisional, 16 de los 33 departamentos registraron tasas superiores a la nacional, mientras que en el año 2010 provisional, 10 de los 33 departamentos registraron tasas superiores a la nacional. Un buen referente del crecimiento del país lo tiene Bogotá ya que por sus características e importancia, en ella se refleja el crecimiento de la economía nacional³⁴.

La Figura 92 muestra cómo el departamento de Chocó tuvo un crecimiento positivo, aunque inferior a la media nacional (+4,0), mientras que departamentos como Tolima, Atlántico y Arauca presentaron tasas de crecimiento negativas para el año 2010 provisional.

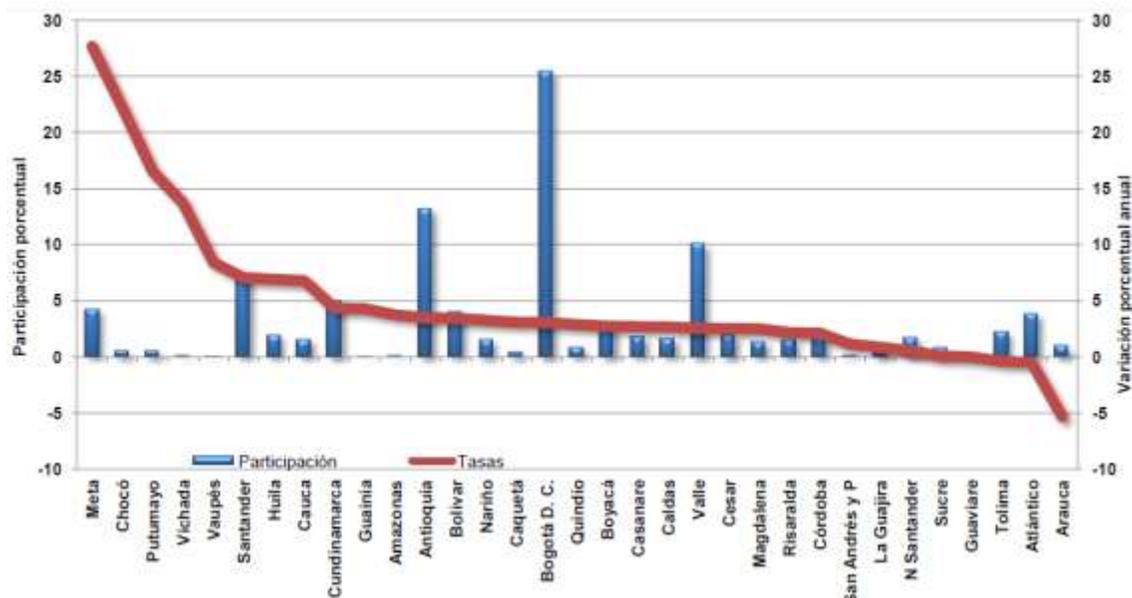


Figura 92. Tasa de crecimiento departamental vs participación por departamento año 2010 provisional

Fuente: DANE - Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales

³² Op. Cit.

³³ Op. Cit.

³⁴ Ibid., p 6.

El PIB per cápita nacional para el 2010 provisional fue de \$11.947.967 pesos. Casanare presentó el mayor PIB per cápita; para 2009, su valor fue de \$26.477.630 pesos y para 2010 de \$29.663.320 pesos, explicado principalmente por el crecimiento que presenta petróleo. En 2010, el departamento del Meta pasó a ser el segundo departamento con el mayor PIB per cápita, debido principalmente a la importancia que la actividad petrolera ha ganado en este departamento³⁵.

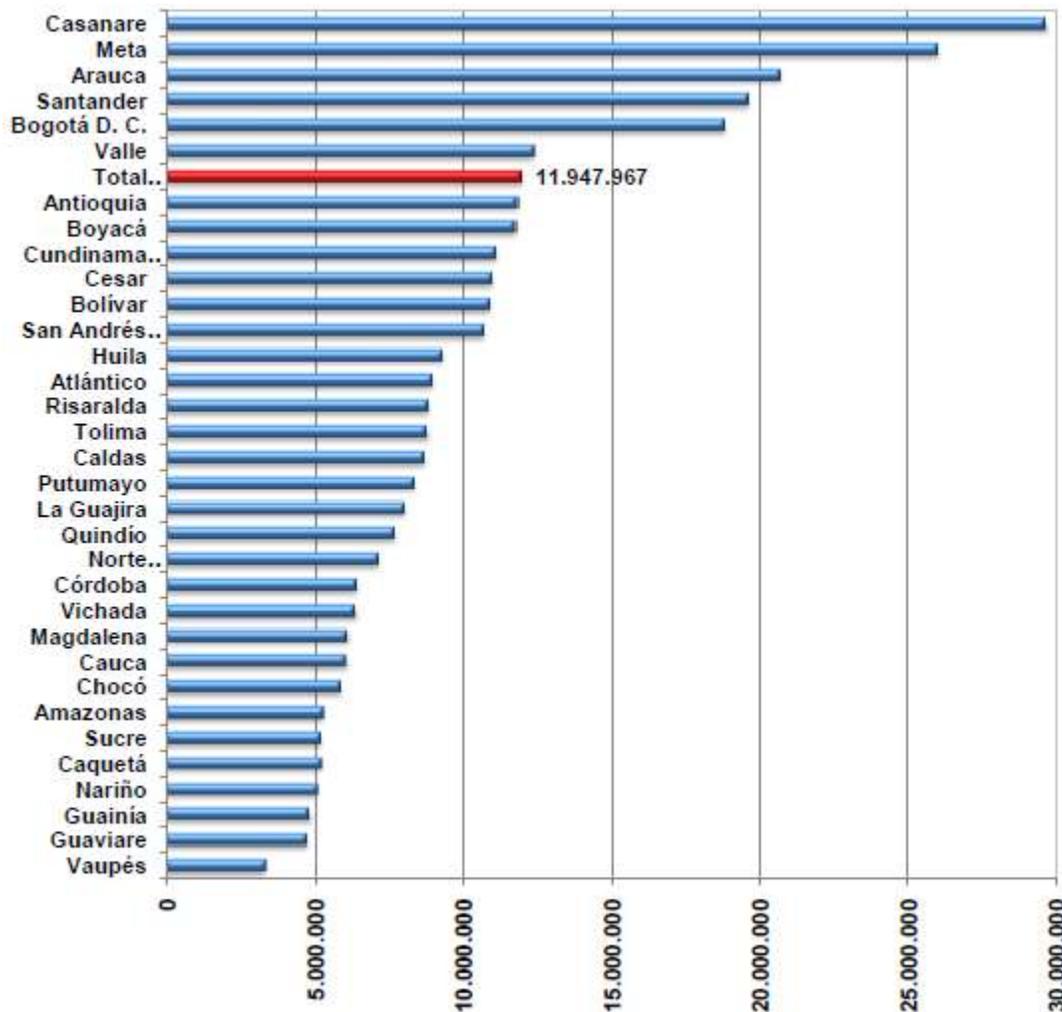


Figura 93. PIB departamental por habitante a precios corrientes, año 2010 provisional, Base 2005

Fuente: DANE - Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales

³⁵ Departamento Administrativo Nacional de Estadística, DANE (2012). CUENTAS DEPARTAMENTALES - BASE 2005, Resultados PIB Departamental, 2009 y 2010, p 19.



La Figura 93 muestra que Chocó, Cauca, Amazonas y Sucre presentan gran semejanza en cuanto al producto interno bruto departamental por habitante a precios corrientes para el año 2010 provisional, muy por debajo de departamentos como Casanare, Meta y Arauca.

De los 33 departamentos de Colombia, seis presentaron PIB per cápita por encima del promedio nacional y 27 por debajo. Santander, Bogotá y Valle - en su orden -, registraron niveles superiores al promedio nacional, por ser las economías que generan mayor valor agregado en el país. El mayor PIB per cápita en algunos departamentos se atribuye al tipo de actividad económica principal que desarrollan, por ejemplo: Casanare, Meta y Arauca donde el mayor valor de producción se genera en la extracción del petróleo³⁶.

Como conclusión del análisis realizado se considera razonable suponer un crecimiento general en la demanda de transporte de 3% anual, para un crecimiento quinquenal entre horizontes de planificación a modelar del orden del 15%.

4.1.4. Matrices actualizadas

Con base en los análisis realizados se procedió a actualizar las matrices de autos, pasajeros y carga cada uno de los contextos considerados, asociados al sistema de zonificación propuesto, bajo el entendido que la demanda de mayor interés corresponde a la demanda de transporte de carga.

Después de incorporar al modelo los resultados de la toma de información de campo, se encontró que, manteniendo la situación actual, para un total de 65 zonas de análisis de transporte en el modelo, se tienen las siguientes magnitudes:

- Autos: 52,058 viajes en auto al día
- Transporte público: 17,413 viajes en bus al día
- Carga: 35,715 viajes en camión al día

Esta información base fue corroborada con los datos de volúmenes vehiculares que se tienen en el modelo, encontrando en todos los casos una correspondencia importante entre los estimados de demanda y los flujos referenciales.

Así mismo, se validó la información con el total de pasajeros y carga movilizados anualmente, para el supuesto de 300 días de actividad al año, encontrando en todo caso valores razonables y consistentes con la información de referencia.

³⁶ Ibíd.



4.2. INFRAESTRUCTURA DE LOS MODOS DE TRANSPORTE

El Departamento está enmarcado dentro de la región del pacífico colombiano o Chocó Biogeográfico, conformado por el Chocó, el Valle del Cauca, Cauca y Nariño. Sin embargo, la dinámica económica y política del país hace que estos territorios estén insertados dentro de una región más amplia que cubre los departamentos vecinos de Antioquia, Risaralda y Quindío. De esta manera, el departamento de Chocó tiene relaciones con tres regiones principales: con la región pacífica, la región antioqueña y la región del eje cafetero.

Internamente, el departamento de Chocó está conformado por 4 zonas, que se convierten en un referente espacial importante al momento de evaluar las condiciones de infraestructura de transporte. Estas zonas son:

- Zona Darién
- Zona Pacífico Sur
- Zona del San Juan
- Zona Pacífico Norte, y
- Zona del Atrato

La red fluvial ha permitido que todos los asentamientos humanos del departamento estén localizados a orillas de la misma y han servido como vía de comunicación natural. En la red primaria fluvial nacional, Chocó cuenta con 651 km de navegabilidad mayor permanente y con 1,060 km. de navegabilidad menor en la cuenca del Atrato, la cual comprende los ríos Atrato, San Juan y Baudó. Sin embargo, el potencial hídrico del Chocó no cuenta con la infraestructura física necesaria que garantice que permita el total aprovechamiento de este recurso. Según el Ministerio de Transporte, Chocó ocupa el último lugar en eficiencia de sistemas de transporte.

La infraestructura vial del departamento del Chocó está conformada aproximadamente por 650 Km., de los cuales 275.2 km se encuentran a cargo del INVÍAS, 74 km a cargo del departamento y el restante bajo la administración de los municipios. Según la información acopiada, el 25 % de la red a cargo del INVÍAS se encuentra pavimentada y el resto en afirmado.

La infraestructura aeroportuaria en el departamento del Chocó está compuesta por una red de aeropuertos que, en orden de importancia comienza con el de Quibdó, desde donde se hacen conexiones principalmente con el centro del país, a través de Bogotá, Medellín, Pereira y Cali. También existen pequeños aeropuertos en las localidades de:

- Acandí
- Capurganá



- Riosucio
- Nuquí
- Bahía Solano
- Juradó
- Mandinga
- Condoto
- Pizarro

De acuerdo con el plan departamental de desarrollo del Chocó para el periodo 2012 – 2015, la falta de equipamiento urbano asociado a los procesos productivos que respondan a las exigencias de la competitividad que se requiere para el mercadeo de productos transformados, se constituye en una de las principales trampas de pobreza del departamento. De hecho, como se deduce del trabajo de campo realizado y como lo advierte el plan departamental, no existen en la actualidad elementos articuladores que conviertan los modos de transporte fluvial y terrestre en un sistema de transporte intermodal a través de muelles, escalinatas, plataformas de carga y descarga, acopio y almacenamiento de materiales; elementos indispensables para aprovechar los excedentes de producción mediante la comercialización de los productos en un sistema articulado de transporte.³⁷

La estrategia para mejorar la competitividad de la economía Chocóana busca crear las condiciones necesarias para atraer la inversión privada, aumentar el empleo y elevar la productividad a partir, en primer lugar, del desarrollo de corredores de comunicación y transporte hacia el Atlántico y hacia el Pacífico de carácter intermodal que permitan utilizar las ventajas comparativas que naturalmente tiene el departamento para que sean convertidas en competitivas sin afectar las condiciones ambientales ni las naturales del territorio³⁸.

Actualmente, en el marco de los corredores prioritarios de prosperidad, se cuenta con los siguientes proyectos viales:

- **TRANSVERSAL MEDELLÍN – QUIBDÓ FASE 2**

Ubicación:	Antioquia – Chocó
Vías a pavimentar:	71 km calzada sencilla
Plazo de ejecución:	51 meses
Puentes a construir:	7

³⁷ Asamblea departamental del Chocó. Ordenanza 015 de 2012, por la cual se expide el Plan de Desarrollo Departamental 2012 – 2015.

³⁸ Documento CONPES 3553. Política de promoción social y económica para el Departamento de Chocó. DNP, Bogotá, 2008.



Investigación para la complementación de los estudios Fase II (Factibilidad)
para la navegabilidad del río Atrato



Consumo estimado de concreto: 148.000 m³
Número de proponentes: 5
Adjudicado a: Consorcio corredores Lax 051
Valor del contrato: \$ 254.560.365.898

- **TRANSVERSAL CENTRAL DEL PACIFICO FASE 2**

Ubicación: Risaralda – Chocó
Vías a pavimentar: 55 km calzada sencilla
Plazo de ejecución: 51 meses
Puentes a construir: 10
Consumo estimado de concreto: 126 000 m³
Número de proponentes: 10
Adjudicado a: Unión temporal prosperidad 2011
Valor del contrato: \$ 246.312.000.000

4.3. COSTOS DEL MODELO DE OFERTA

Dado que es necesario analizar el corredor de transporte multimodal Pereira – Océano Atlántico, mediante una integración con el canal navegable del río Atrato entre las poblaciones de Quibdó y Tarena en el Golfo de Urabá, en una extensión de 494 km, es muy importante analizar en primera instancia las distancias y costos de transporte entre las zonas portuarias existentes y los centros generadores de carga.

4.3.1. Tiempos y distancias

La Tabla 66 presenta un resumen de las distancias entre los principales centros generadores de carga y las zonas portuarias. Se puede observar cómo Bogotá, que es uno de los principales centros generadores de carga, está mucho más cerca de Buenaventura que de las otras zonas portuarias, identificando su conexión natural por el Pacífico, aunque se sabe que tiene una importante relación comercial con los puertos del Atlántico.

Medellín tiene su conexión propia por el Golfo de Urabá, localizado a una distancia de 408 kilómetros y en general se podría identificar, al menos en términos de la distancia, cuáles serían los caminos mínimos para movilizar cargas entre los centros generadores y los principales puertos de exportación.

Tabla 66. Distancias entre centros generadores de carga y zonas portuarias
 (Kilómetros)

O/D	Tumaco	Buenaventura	Urabá	Cartagena	Barranquilla	Santa Marta
Tumaco	-	810	1,559	2,041	1,957	1,936
Buenaventura	810	-	920	1,399	1,315	1,294
Urabá	1,559	920	-	1,051	1,095	1,178
Cartagena	2,041	1,399	1,051	-	120	208
Barranquilla	1,957	1,315	1,095	120	-	88
Santa Marta	1,936	1,294	1,178	208	88	-
Cali	695	115	864	1,346	1,262	1,241
Ibagué	993	353	566	1,048	672	651
Medellín	1,151	512	408	643	687	770
Bogotá	1,206	566	815	1,054	970	949
Villavicencio	1,338	698	947	1,186	1,102	1,081
Bucaramanga	1,495	855	796	639	555	534

Fuente: Actualización de los estudios de Ordenamiento Físico, Portuario y Ambiental de los Litorales Colombianos, 2008

En forma más específica es posible evaluar la distancia y el tiempo medio esperado en cada una de las rutas principales en origen – destino, utilizando caminos alternativos de conexión. A manera de ejemplo se presenta en la Tabla 67 la distancia y tiempo medio de recorrido entre Bogotá y Buenaventura para el camino alternativo por Calarcá y La Uribe, por carretera. En este caso, como se deduce a partir de los datos de la tabla se tiene una velocidad media cercana a los 36 km/h.

Tabla 67. Alternativa de conexión carretera entre Bogotá y Buenaventura

Origen	Destino	Distancia (km)	Tiempo medio (horas)
Bogotá	Granada	30	1.5
Granada	Melgar	62	1.5
Melgar	Martinica	132	3
Martinica	Calarcá	127	5
Calarcá	La Uribe	79	2
La Uribe	Plan del Ciclista	48	2
Plan del Ciclista	Loboguerrero	72	1
Loboguerrero	Buenaventura	73	1.5
Total		623	17.5

Fuente: Modelo de transporte, 2012

En el mismo contexto, la Tabla 68 muestra una alternativa de conexión entre Bogotá y Cartagena por carretera. En este caso se obtiene una velocidad media de referencia similar a la anterior, pero dependiendo de la topografía y el tráfico se pueden obtener velocidades medias diferenciales para cada ruta en particular.

Tabla 68. Alternativa de conexión carretera entre Bogotá y Cartagena

Origen	Destino	Distancia (km)	Tiempo medio (horas)
Bogotá	Virgen Bojacá	35	1
Virgen Bojacá	Alto del Trigo	50	2.5
Alto del Trigo	La Dorada	83	8
La Dorada	El Veleño	182	3
El Veleño	La Lizama	100	2
La Lizama	Aguachica	236	3
Aguachica	Curumaní	111	2.5
Curumaní	Bosconia	101	2
Bosconia	El Plato	95	3
El Plato	San Juan	55	2
San Juan	Doña Cleme	60	2
Doña Cleme	Cartagena	30	1
Total		1,138	32

Fuente: Modelo de transporte, 2012

El análisis de perfiles ayuda a identificar correctamente los tiempos y costos del modelo de red. A manera de ejemplo, se puede ver en la Figura 94, la ruta alternativa entre Bogotá y Quibdó que cruza por distintas clases de terreno (para el modelo de red tratado en tres categorías: plano, ondulado y montañoso) que determinan diferencias de costos y tiempos en cada uno de los tramos homogéneos.

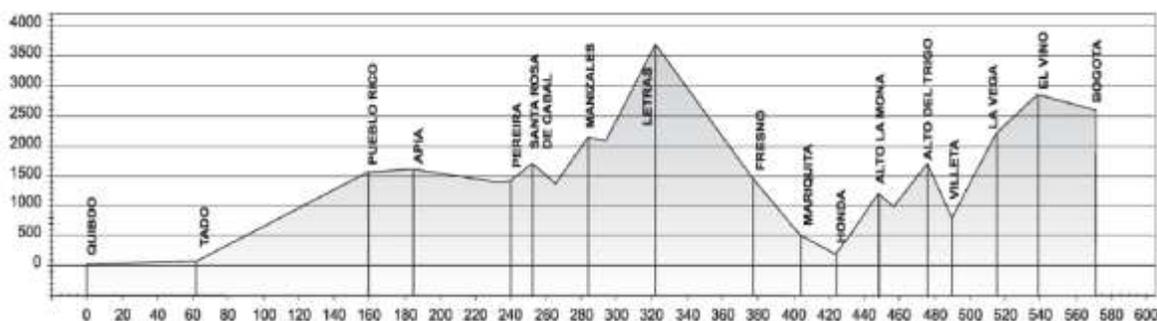


Figura 94. Perfil de ruta Quibdó - Bogotá

Fuente: Instituto Nacional de Vías, Red Vial Nacional, 2008

La identificación de las rutas para otros pares origen – destino que son del interés de la presente investigación también ha sido efectuada y se han consolidado los valores medios de referencia para el análisis.

Tabla 69. Alternativa de conexión carretera entre Bogotá y Santa Marta

Origen	Destino	Distancia (km)	Tiempo medio (horas)
Bogotá	Virgen Bojacá	35	1
Virgen Bojacá	Alto del Trigo	50	2.5
Alto del Trigo	La Dorada	83	8
La Dorada	El Veleño	182	3
El Veleño	La Lizama	100	2
La Lizama	Aguachica	236	3
Aguachica	Curumaní	111	2.5
Curumaní	Bosconia	101	2
Bosconia	El Copey	21	0.5
El Copey	Santa Marta	130	2.5
Total		1049	27

Fuente: Modelo de transporte, 2012

A manera de anexo digital se han organizado los datos de las rutas principales, los cuales son entregados complementariamente a este informe. Otro aspecto que resulta relevante en el análisis es la distancia carretera que se tiene entre los principales centros productores y consumidores con respecto al municipio de Quibdó (Tabla 70), donde se supone que se hará la integración carretera – río para el corredor analizado, para lo cual será necesario incluirlos en una función de costo generalizado que permita realizar una comparación en términos económicos.

Tabla 70. Distancias y tiempos por modo carretero hasta Quibdó

Origen	Destino	Distancia (km)	Tiempo medio (horas)
Quibdó	Amagá	152	3.5
	Medellín	189	5.4
	Bogotá	800	23
	Pereira	552	15.8
	Manizales	501	14.3
	Ibagué	677	19.3

Fuente: Modelo de transporte, 2012

También es muy importante evaluar las distancias del transporte por cabotaje, incluyendo el paso por el Canal de Panamá para todos los puertos del área de influencia del corredor analizado, tal como se ve en la Tabla 71, que en forma de matriz indica la distancia del transporte por cabotaje entre los puertos principales. Las posibilidades de realizar tráfico de cabotaje, además de la tipología misma de la carga, estarán asociadas a los costos de los transbordos más los costos de cubrir la ruta de cabotaje.

Tabla 71. Distancias del transporte por cabotaje entre puertos

O/D	Puerto Lopez	Pto. Bolívar	Riohacha	Santa Marta	B/quilla	Cartagena	Coveñas	Turbo	Panamá
Puerto López	-	96	169	357	308	405	176	537	690
Puerto Bolívar	96	-	84	170	209	320	370	446	573
Riohacha	169	84	-	91	139	231	280	366	504
Santa Marta	357	170	91	-	52	158	186	291	421
B/quilla	308	209	139	52	-	99	176	272	399
Cartagena	405	320	231	158	99	-	95	190	335
Coveñas	176	370	280	186	176	95	-	151	319
Turbo	537	446	366	291	272	190	151	-	308
Panamá	690	573	504	421	399	335	319	308	-

Fuente: Modelo de transporte, 2012

Tabla 72. Tiempo de transporte en el río

Desde	Hacia	Tiempo subiendo (horas)	Tiempo bajando (horas)
Bocas Atrato	Palo Blanco	6	5
Palo Blanco	Riosucio	12	10
Riosucio	Domingodo	7	6
Domingodo	Curvarado	1	0.5
Curvarado	Vigía de Curvarado	3	25
Vigía de Curvarado	Napipi	6	5
Napipi	Vigía del Fuerte	13	11
Vigía del Fuerte	Bellavista	0.16	0.10
Bellavista	Puerto Conto	2.6	2.0
Puerto Conto	Puerto Martínez	4.2	3.40
Puerto Martínez	Buchado	2.8	2.20
Buchado	Tagachi	7	5.5
Tagachi	Ame	6	5
Ame	Beté	2	1.5
Beté	Pune	1.5	0.8
Pune	Bangui	3	2.5
Bangui	Las Mercedes	2.5	2
Las Mercedes	Quibdó	4	3
Total		83.8	68

Fuente: Modelo de transporte, 2012

Turbo, que tiene una localización cercana al futuro puerto de Tarena, se encuentra a una distancia privilegiada de Panamá, con relación a otros puertos de la zona de influencia. Finalmente, fueron consolidados en la Tabla 72 los tiempos de viaje en el río Atrato, para un total de 83.8 horas subiendo y 68 horas bajando. Estos tiempos corresponden a las embarcaciones mayores que actualmente navegan el río y representan una velocidad comercial media de 5.9 km/h subiendo y 7.26 km/h bajando.

4.3.2. Costo generalizado

Además de los costos asociados con la operación de los vehículos en los que se transporta la carga, resulta de especial importancia estudiar los costos de los trasbordos que sería necesario efectuar para lograr la integración entre río y carretera a través del corredor fluvial del Atrato, así como los demás parámetros de costo generalizado de transporte de carga en los dos modos de transporte alternativos.

De manera agregada, con base en la revisión de información documental se ha establecido para el río un valor medio de 120 \$/ton-km, mientras que para la carretera se ha supuesto un valor medio de 250 \$/ton-km. Estos valores pueden ser refinados con base en algunas observaciones de campo y encuestas aplicadas en la región, pero por ahora, a manera indicativa se consideran razonables para los análisis a realizar en esta etapa.

Con respecto a los costos de transferencia se estima un valor de 12,000 \$/ton en caso de requerir bodegaje y de 8,600 \$/ton sin bodega. Se aclara que dados los supuestos de integración en el río serían necesarios dos trasbordos para poner la carga en el puerto marítimo de tal forma que su resultado sea comparable con el transporte por carretera.

Finalmente, con el ánimo de estimar el costo generalizado de movilizar una tonelada se toma un valor del tiempo equivalente a 375 \$/ton/hora, obtenido bajo el supuesto de un valor del tiempo por camión de 100 \$/min, utilizado en varios estudios de macro-simulación realizados en el país, dividido entre una carga media de 16 ton/camión.

Tabla 73. Costo generalizado de transporte de carga
(\$/ton)

Centro de origen	Buenaventura	Cartagena	Barranquilla	Santa Marta	Tarena
Bogotá	162,313	296,500	274,688	272,375	323,831
Medellín	134,875	276,500	188,063	212,313	164,535
Pereira	67,500	331,938	243,500	267,750	259,174
Manizales	80,500	326,500	238,063	262,313	245,878
Ibagué	81,750	372,750	284,313	308,563	291,764

Fuente: Modelo de transporte, 2012

El cálculo de las diferencias del costo generalizado de transporte de carga permite identificar algunos pares origen – destino entre principales centros de origen y puertos de exportación. La Tabla 74 resume las diferencias encontradas a partir de los supuestos enunciados previamente; se observa cómo para una buena parte de las rutas resultaría más ventajoso movilizar la carga internacional a través del futuro puerto de Tarena, con excepción de las rutas con origen o destino en Bogotá, que al parecer no harían parte de las rutas potenciales de demanda para el proyecto.

Tabla 74. Diferencias del costo generalizado de transporte de carga con respecto al puerto de Tarena

(\$/ton)

Centro de origen	Buenaventura	Cartagena	Barranquilla	Santa Marta
Bogotá	161,519	27,331	49,144	51,456
Medellín	29,660	-111,965	-23,528	-47,778
Pereira	191,674	-72,763	15,674	-8,576
Manizales	165,378	-80,622	7,815	-16,435
Ibagué	210,014	-80,986	7,451	-16,799

Fuente: Modelo de transporte, 2012

Se puede observar también que difícilmente se podrían atraer las cargas que actualmente se manejan por el puerto de Buenaventura, ya que en general el costo de seguir movilizandando la carga por ese puerto sería menor a los costos estimados por el puerto de Tarena. En general, parece claro que podría atraerse, mediante un efecto de reasignación, buena parte de la carga de Cartagena e incluso parte de la carga de Santa Marta.

Para tratar de reducir la incertidumbre de esta primera identificación de carga potencial se hizo un análisis de sensibilidad con respecto a los principales parámetros involucrados en el análisis. Inicialmente se duplicó el valor de cada uno de los parámetros en forma individual y luego se analizó el efecto de duplicar todos los valores simultáneamente.

En el caso más extremo, suponiendo que los parámetros inicialmente definidos duplicarán su valor (Tabla 78), aún es posible identificar la ruta con origen o destino en Medellín como una ruta potencialmente atractiva.

Ciertamente, el caso de Medellín es singularmente importante ya que de tener acceso a un puerto marítimo conectado por el río Atrato tendría a su disposición rutas de transporte de carga de costo inferior a las actuales, con excepción del puerto de Buenaventura. Se puede deducir que si eso ocurre para el caso de Medellín, resultaría ser atractiva también la carga generada en el sur de Antioquia.

Tabla 75. Análisis de sensibilidad de rutas potenciales duplicando el costo de transbordo
(\$/ton)

Centro de origen	Buenaventura	Cartagena	Barranquilla	Santa Marta
Bogotá	185,519	51,331	73,144	75,456
Medellín	53,660	-87,965	473	-23,778
Pereira	215,674	-48,763	39,674	15,424
Manizales	189,378	-56,622	31,815	7,565
Ibagué	234,014	-56,986	31,451	7,201

Fuente: Modelo de transporte, 2012

Tabla 76. Análisis de sensibilidad de rutas potenciales duplicando el costo de transporte por río
(\$/ton)

Centro de origen	Buenaventura	Cartagena	Barranquilla	Santa Marta
Bogotá	221,279	87,091	108,904	111,216
Medellín	89,420	-52,205	36,233	11,983
Pereira	251,434	-13,003	75,434	51,184
Manizales	225,138	-20,862	67,575	43,325
Ibagué	269,774	-21,226	67,211	42,961

Fuente: Modelo de transporte, 2012

Tabla 77. Análisis de sensibilidad de rutas potenciales duplicando el valor subjetivo del tiempo
(\$/ton)

Centro de origen	Buenaventura	Cartagena	Barranquilla	Santa Marta
Bogotá	195,028	55,403	79,278	81,403
Medellín	58,310	-87,440	3,435	-21,565
Pereira	226,839	-46,036	44,839	19,839
Manizales	199,246	-54,254	36,621	11,621
Ibagué	245,767	-54,983	35,892	10,892

Fuente: Modelo de transporte, 2012

Tabla 78. Análisis de sensibilidad de rutas potenciales duplicando el valor de todos los parámetros

(\$/ton)

Centro de origen	Buenaventura	Cartagena	Barranquilla	Santa Marta
Bogotá	278,788	139,163	163,038	165,163
Medellín	142,070	-3,680	87,195	62,195
Pereira	310,599	37,724	128,599	103,599
Manizales	283,006	29,506	120,381	95,381
Ibagué	329,527	28,777	119,652	94,652

Fuente: Modelo de transporte, 2012

Queda definida claramente la vocación del puerto de Tarena: sería una alternativa razonable para la importación y exportación de productos con origen en Medellín, Pereira, Manizales e Ibagué, consolidándose como una alternativa de la zona portuaria de Cartagena para todos los grandes generadores estudiados con excepción de Bogotá.

Además de los análisis de sensibilidad presentados, las condiciones que deberían prevalecer para reafirmar al puerto de Tarena como una alternativa viable para la importación y exportación de productos son:

- Mejoramiento del acceso terrestre por carretera, especialmente entre Medellín y Quibdó para facilitar la integración fluvial. De acuerdo con la información recopilada, esta es una situación que se considera altamente probable favoreciendo la demanda de transporte en el corredor.
- El uso de un puerto fluvial – marítimo en Tarena reduciría aún más los costos de trasbordo al evitar una etapa en la manipulación de carga y en el manejo en puerto de la misma. Esta situación también tiene una alta probabilidad de ocurrir debido a las condiciones de navegación en el puerto.

4.4. LA EMBARCACIÓN TIPO

Los siguientes aspectos se consideran determinantes en la definición de la embarcación tipo con la que se analizará el transporte fluvial en el río Atrato:

- La necesidad de rescatar e incorporar al desarrollo social al Departamento del Choco y la zona Pacífica, que debe ser la prioridad nacional, no solo por el aspecto social de la región, sino por su desarrollo cultural y económico, que afectaría positivamente a todo el País.



- La recuperación, por lo menos, de la navegabilidad del Río Atrato la que ha desaparecido desde hace varios años por la inseguridad de la Zona, perdiéndose la calidad de vida de sus habitantes que anteriormente traía las mercancías, materiales y combustibles por el Río Atrato desde Turbo, Cartagena y Barranquilla en la Costa Atlántica a menores costos
- La necesidad en las Costas del Pacífico y Atlántico Colombianas de “Puerto Ciudad” debidamente diseñadas que no intervengan en las Ciudades Urbanas ya establecidas, negativamente, como sucede con los Puertos actuales.
- El crecimiento mundial del transporte de Carga General Contenerizada (CGC) que ha obligado a los países a construir puertos y buques, diseñados con parámetros definidos, con mucha mayor eficiencia y con Capacidades definidas solo por la capacidad de inversión.
- La ampliación del Canal de Panamá para buques porta contenedores de 4^a y 5^a generación, crea la necesidad de un Canal para buques de 1^a y 2^a Generación, que requerirán el cruce del Atlántico-Pacífico, en menor tiempo y costo que por el Canal ampliado y dándonos la oportunidad de adecuar Río, Puertos y cultura marítima a nuestro país.

Adicionalmente, se entiende que El diseño del buque tipo debe cumplir las siguientes expectativas:

- Recuperar y desarrollar el transporte de carga y combustible por la vía fluvial histórica, el Río Atrato, con embarcaciones más eficientes y económicas.
- Utilizar las Cualidades y capacidades actuales del Río Atrato.
- Renovar la vocación portuaria, actual y de mediano plazo de Quibdó
- Lograr acercar el Golfo de Urabá a Centro América y las Islas Caribeñas para el desarrollo del transporte de carga con vocación internacional.

Las consideraciones que se hacen al Puerto de Quibdó son las siguientes:

- La necesidad social y la obligación del Estado en intervenir positivamente en el desarrollo, cultural y comercial, de este puerto fluvial con influencia en el departamento y las poblaciones de la rivera del Atrato.
- La necesidad de puertos de transbordo, de carga por contenedor según el desarrollo actual de este tipo de mercado portuario.



- La necesidad de crear infraestructura multimodal para el cumplimiento de los tratados de libre comercio que ha pactado el país.
- El primer paso para la justificación real del Canal Interoceánico

Así mismo, las consideraciones hechas al puerto de Tarena son:

- La falta de puertos marítimos en el Golfo de Urabá que descongestionen las importaciones y exportaciones por las zonas portuarias del litoral Atlántico colombiano.
- La conveniencia a corto plazo del mercado mundial de buscar en esta zona una solución a los inconvenientes y costos del Canal Ampliado de Panamá para llegar al mercado Asiático y Suramericano con buques de 20,000 a 30,000 ton

Conceptualmente, el crecimiento del transporte marítimo de carga general contenedorizada (CGC) ha evolucionado tanto en el modo de transporte marítimo como en el fluvial, obligando a la construcción de grandes buques portacontenedores que requieren de grandes puertos y canales transoceánicos, haciendo más eficiente la actividad económica utilizando la economía de escala en los países industrializados.

El contenedor vino a normalizar el tipo de empaque para la carga general, creándose una unidad de volumen y peso para el transporte que se denomina, TEUS, por su nombre en inglés. Para cálculos y proyecciones se ha universalizado su capacidad en 20 toneladas.

También permitió el crecimiento del transporte multimodal ya que con las herramientas y elementos de aseguramiento, pueden transbordarse con facilidad y eficiencia, a camiones, ferrocarriles, buques y aviones, que cuenten con los herrajes adecuados. Al comparar crecimiento de la carga no contenedorizada con respecto a la carga por contenedor, se encuentra que esta última ha crecido un 57,4% más en referencia a la no contenedorizada. Esto ha justificado las grandes inversiones en los países desarrollados y subdesarrollados impulsados por la necesidad de mayor capacidad y número de puertos para hacer llegar sus mercancías buscando la economía de escala que da los grandes volúmenes.

En la Zona Andina, Colombia con un puerto en el Pacífico ha crecido mucho menos en carga contenedorizada que sus socios Andinos: Ecuador (-8%) y Perú (-47). Este crecimiento ha hecho que el transporte marítimo ya no solo sea de actividades comerciales de exportación e importación sino que hay una nueva actividad requerida por las ciudades comerciales e industriales del interior y el comercio entre continentes que es la del transbordo.



Países con muy poca vocación marítima y fluvial, como Colombia, requieren de una alta proporcionalidad, de su capacidad de importación y exportación. Este transbordo generalmente se hace tanto en la actividad de importación como de exportación, con la intervención de tren, camiones, oleoductos o embarcaciones fluviales o marítimas de menor capacidad.

El costo de este transbordo, depende del sistema utilizado para hacerlo siendo el más costoso el de mayor recorrido y de menor volumen. Esto lo hace un problema social importante, por la pérdida del poder adquisitivo de bienes y productos para los consumidores, como el caso de los combustibles, materia prima, maquinaria industrial, productos terminados etc.

Por eso es positivo para un país estar permanentemente estudiando y revisando las alternativas que; su geografía, medios y políticas de Estado, le permitan proyectar para construir: Puertos eficientes, carreteras de alta capacidad, ferrocarriles eficientes, acondicionar ríos para la navegación de alto calado, y llevar centros de Producción y consumo de materias primas a las Costas.

Bajar costos portuarios y de transbordo, no solo es una necesidad para los exportadores e importadores particulares, sino es una necesidad para el desarrollo social del país y la zona intervenida, por lo tanto debe ser tomada como una política socioeconómica del Estado.

En el caso particular de este estudio, para el desarrollo del Chocó y del Río Atrato, se considera con un criterio social y económico, el transbordo de contenedores de la zona del Golfo de Urabá a Quibdó y viceversa como una alternativa competitiva para la costa Atlántica, con recorridos más cortos en camión y la utilización del transporte más económico que el marítimo que es el Fluvial, utilizando el Río Atrato.

Para la definición de la embarcación tipo se cuenta además con los siguientes referentes de importancia:

- Una Necesidad Social Urgente del Pueblo Chocoano.
- Estudios detallados de hidrología, ambientales y otros del Río y las zonas donde se propone emprenderlo con viabilidad técnica.
- Estudio detallado de transporte, que da una viabilidad, considerando las dificultades actuales del Transporte Carretero y Puertos del País, para lograr la eficiencia en la operación de los TLC firmados por Colombia.



- Una situación Geográfica y un Río que nos permite Proyectar un comercio de Cabotaje, con nuestra Costa Atlántica y Centro América y las Islas Caribeñas.
- Una situación del Transporte Marítimo Mundial de gran volumen que nos da la oportunidad de cautivar con eficiencia, un porcentaje interesante del mercado de transporte de medio y bajo tonelaje.

Por tal razón se necesitan puertos adecuados, cuyo diseño y proyección requieren de la definición de una embarcación o vehículo flotante tipo. En este caso se considera apropiado abordar el análisis en tres etapas a saber:

- 1ª Etapa: Reactivación inmediata del transporte de Carga General Cartagena-Quibdó:
 - Puesta en servicio: 2014
 - Embarcaciones de 800 ton de capacidad de carga, escoltadas por la Armada Nacional hasta lograr el control de la Piratería de la zona
 - Recuperación y adecuación del muelle actual de Quibdó para carga general no contenedorizada.
 - Señalización del canal navegable, actual, del Río Atrato que permita la navegación nocturna.
- 2ª Etapa: Construcción de un puerto en Quibdó de carga contenedorizada y primera fase del puerto fluvial-marítimo en Tarena:
 - Puesta en servicio: 2018
 - Embarcaciones de 800 ton de capacidad de carga
 - Intervención del Río Atrato en las zonas ya identificadas para garantizar durante todo el año la navegación a 1,8 m de calado.
 - Invitación a empresas generadoras de carga interesadas en exportar a Centro América en buques de baja capacidad y tráfico continuo.
- 3ª Etapa: Ampliación del puerto marítimo y fluvial y del canal navegable fluvial y marítimo:
 - Puesta en servicio: 2025.
 - Convoyes de 2400 ton de capacidad de carga.
 - Ampliación del canal navegable fluvial y marítimo.

Para la 1ª etapa sugerida se ha diseñado un buque para el puerto actual y el proyectado en Quibdó, de tal forma que pueda cumplir con las siguientes expectativas:

- Servicios a los que se puede adaptar en Cabotaje Fluvial, de Aguas Internas y Costaneras.
- Mixto 1 (Carga General y Combustible)
- Mixto 2 (Carga General y Pasajeros)



- Tanquero (Carga líquida, generalmente combustible)

Las principales características de la embarcación propuesta se presentan en la Tabla 79.

Tabla 79. Cálculo dimensional para embarcación de bajo calado Río Atrato

Dimensión	Unidad	Valor
Capacidad de Carga	ton	800
Desplazamiento en rosca	ton	280
Desplazamiento Total	ton	1,080
Calado máximo	m	1.80
Manga máxima	m	14.09
Eslora máxima	m	47.33
Puntal máximo	m	5.00
Volumen de bodega	m ³	1,883
Calado en rosca	m	0.47
Volumen mínimo de flotabilidad	m ³	247
Desplazamiento final máximo	ton	1,080
Calado full	m	1.80

Fuente: Elaboración propia

A continuación se presenta un análisis detallado de los costos de operación de la embarcación tipo, considerando los siguientes aspectos:

- Costos de nómina de la tripulación
- Costos indirectos de operación
- Costos de nómina administrativa
- Gastos administrativos anuales
- Depreciación mensual
- Costos variables viaje redondo
- Costos fijos
- Capital de trabajo

Los análisis realizados indican que la embarcación tipo tendría un ingreso medio de 320'000,000 \$/mes realizando 2 viajes mensuales con 40 contenedores cada uno conforme a la definición de las etapas previamente señaladas.

Los costos más representativos son los financieros que representan 27.38% del total, seguidos de los costos de combustible que llegan al 25.28%. El acumulado de gastos por concepto de personal administrativo, gastos generales de administración, nómina de tripulación y gastos indirectos operativos llegan al 17.77% tal como se ve en la



Tabla 89 que resume los resultados esperados de la operación de la embarcación tipo con relación a los diferentes componentes de costo.

Tabla 80. Costos de nómina de la tripulación para la embarcación tipo

Concepto	Capitán	Patrón	Maquinista	Electricista	Cocinero	Marineros	Totales
A. DEVENGADO							
Salario Basico	\$ 1,500,000	\$ 1,150,000	\$ 1,150,000	\$ 980,000	\$ 830,000	\$ 750,000	\$ 6,360,000
Auxilio Transporte	\$ 67,800	\$ 67,800	\$ 67,800	\$ 67,800	\$ 67,800	\$ 67,800	\$ 406,800
Bonificacion de Viajes 20%	\$ 300,000	\$ 230,000	\$ 230,000	\$ 196,000	\$ 166,000	\$ 150,000	\$ 1,272,000
TOTAL DEVENGADO	\$ 1,867,800	\$ 1,447,800	\$ 1,447,800	\$ 1,243,800	\$ 1,063,800	\$ 967,800	\$ 8,038,800
B. APORTES PATRONALES							
ARP	\$ 35,900	\$ 35,900	\$ 35,900	\$ 35,900	\$ 35,900	\$ 35,900	\$ 215,400
Salud	\$ 144,000	\$ 110,400	\$ 110,400	\$ 94,080	\$ 79,680	\$ 72,000	\$ 610,560
Pensiones	\$ 216,000	\$ 165,600	\$ 165,600	\$ 141,120	\$ 119,520	\$ 108,000	\$ 915,840
Total Salud	\$ 395,900	\$ 311,900	\$ 311,900	\$ 271,100	\$ 235,100	\$ 215,900	\$ 1,741,800
Caja de compensación	\$ 72,000	\$ 55,200	\$ 55,200	\$ 47,040	\$ 39,840	\$ 36,000	\$ 305,280
Sena	\$ 38,712	\$ 30,312	\$ 30,312	\$ 26,232	\$ 22,632	\$ 20,712	\$ 168,912
I C B F	\$ 9,000	\$ 6,900	\$ 6,900	\$ 5,880	\$ 4,980	\$ 4,500	\$ 38,160
Total Parafiscales	\$ 119,712	\$ 92,412	\$ 92,412	\$ 79,152	\$ 67,452	\$ 61,212	\$ 304,536
TOTAL APORTES SALUD+ PARAFISCALES	\$ 515,612	\$ 404,312	\$ 404,312	\$ 350,252	\$ 302,552	\$ 277,112	\$ 2,254,152
C. PROVISIONES							
Cesantias	\$ 155,588	\$ 120,602	\$ 120,602	\$ 103,609	\$ 88,615	\$ 80,618	\$ 669,632
%Cesantias	\$ 18,678	\$ 14,478	\$ 14,478	\$ 12,438	\$ 10,638	\$ 9,678	\$ 80,388
Prima	\$ 155,588	\$ 120,602	\$ 120,602	\$ 103,609	\$ 88,615	\$ 80,618	\$ 669,632
Vacaciones	\$ 77,887	\$ 60,373	\$ 60,373	\$ 51,866	\$ 44,360	\$ 40,357	\$ 335,218
TOTAL PROVISIONES	\$ 407,741	\$ 316,055	\$ 316,055	\$ 271,522	\$ 232,228	\$ 211,271	\$ 1,754,870
D. TOTAL NOMINA	\$ 2,791,153	\$ 2,168,167	\$ 2,168,167	\$ 1,865,574	\$ 1,598,580	\$ 1,456,183	\$ 12,047,822
	149%	150%	150%	150%	150%	150%	150%
No Personas	1	1	1	1	1	4	9
Total a pagar	\$ 2,791,153	\$ 2,168,167	\$ 2,168,167	\$ 1,865,574	\$ 1,598,580	\$ 5,824,731	\$ 16,416,370
							\$ US 8,874
					Nomina-Provisiones		\$ 10,292,952
							\$ US 5,564

Fuente: Elaboración propia

Tabla 81. Costos de nómina administrativa

Concepto	Gerente Fluvial	Coordinador Regional	Contador	Secretaria	Auxiliar	Totales
A. DEVENGADO						
Salario Basico	\$ 6,000,000	\$ 3,500,000	\$ 3,500,000	\$ 900,000	\$ 650,000	\$ 14,550,000
Viáticos y Auxilio Transporte		\$ 1,500,000	\$ 67,800	\$ 67,800	\$ 67,800	\$ 1,703,400
Bonificacion de embarque 10%	\$ 600,000	\$ 350,000	\$ 350,000	\$ 90,000	\$ 65,000	
TOTAL DEVENGADO	\$ 6,600,000	\$ 5,350,000	\$ 3,917,800	\$ 1,057,800	\$ 782,800	\$ 17,708,400
B. APORTES PATRONALES						
ARP	\$ 35,900	\$ 35,900	\$ 35,900	\$ 35,900	\$ 35,900	\$ 179,500
Salud	\$ 480,000	\$ 280,000	\$ 280,000	\$ 72,000	\$ 52,000	\$ 1,164,000
Pensiones	\$ 720,000	\$ 420,000	\$ 420,000	\$ 108,000	\$ 78,000	\$ 1,746,000
Total Salud	\$ 1,235,900	\$ 735,900	\$ 735,900	\$ 215,900	\$ 165,900	\$ 3,089,500
Caja de compensación	\$ 240,000	\$ 140,000	\$ 140,000	\$ 36,000	\$ 26,000	\$ 582,000
Sena	\$ 120,000	\$ 70,000	\$ 70,000	\$ 18,000	\$ 13,000	\$ 291,000
I C B F	\$ 180,000	\$ 105,000	\$ 105,000	\$ 27,000	\$ 19,500	\$ 436,500
Total Parafiscales	\$ 540,000	\$ 315,000	\$ 315,000	\$ 81,000	\$ 58,500	\$ 1,170,000
TOTAL APORTES SALUD+ PARAFISCALES	\$ 1,775,900	\$ 1,050,900	\$ 1,050,900	\$ 296,900	\$ 224,400	\$ 4,399,000
C. PROVISIONES						
Cesantias	\$ 549,780	\$ 445,655	\$ 326,353	\$ 88,115	\$ 65,207	\$ 1,475,110
%Cesantias	\$ 66,000	\$ 53,500	\$ 39,178	\$ 10,578	\$ 7,828	\$ 177,084
Prima	\$ 549,780	\$ 445,655	\$ 326,353	\$ 88,115	\$ 65,207	\$ 1,475,110
Vacaciones	\$ 275,220	\$ 223,095	\$ 163,372	\$ 44,110	\$ 32,643	\$ 738,440
TOTAL PROVISIONES	\$ 1,440,780	\$ 1,167,905	\$ 855,256	\$ 230,918	\$ 170,885	\$ 3,865,744
D. TOTAL NOMINA	\$ 8,220,780	\$ 6,622,905	\$ 4,878,056	\$ 1,315,718	\$ 973,185	\$ 22,010,644
	125%	124%	125%	124%	124%	124%
No Personas	1	2	1	1	1	6
Total a pagar	\$ 8,220,780	\$ 13,245,810	\$ 4,878,056	\$ 1,315,718	\$ 973,185	\$ 28,633,549
						\$ US 15,478
				Nomina-Provisiones		\$ 24,234,549
						\$ US 13,100

Fuente: Elaboración propia

Tabla 82. Gastos administrativos anuales

Tipo Gasto	Total
Arriendo Instalaciones Administrativas	\$ 5,000,000
Servicios Públicos	
Energía	\$ 500,000
Agua	\$ 200,000
Comunicaciones	
Telefonos	\$ 150,000
Celular	\$ 800,000
Mantenimientos	
Vehiculos	\$ 2,600,000
Equipos y muebles de Oficina	\$ 50,000
Papelería	
Papelería Empresarial	\$ 150,000
Contabilidad	\$ 80,000
Elementos Varios	\$ 100,000
Cafetería y aseo	
Aseo	\$ 150,000
Cafetería	\$ 80,000
Varios	
Transportes Urbanos	\$ 60,000
Correos	\$ 80,000
Documentos Empres	\$ 50,000
Gastos Legales	
Notarias	\$ 30,000
Camara de Comercio	\$ 50,000
Totales	\$ 10,130,000
	\$ US 5,476

Fuente: Elaboración propia

Tabla 83. Costos de vestuario y seguridad industrial

Concepto	Cantidad	V/U	Total	Cargo Mensual
Ropa de trabajo	52	\$ 60,000	\$ 3,120,000	\$ 780,000
Guantes	120	\$ 5,500	\$ 660,000	\$ 165,000
Casco de norma	25	\$ 40,000	\$ 1,000,000	\$ 250,000
Botas	20	\$ 80,000	\$ 1,600,000	\$ 400,000
Tapa-oidos	120	\$ 1,500	\$ 180,000	\$ 45,000
Tapa-bocas	200	\$ 500	\$ 100,000	\$ 25,000
TOTAL DOTACIONES			\$ 6,660,000	\$ 1,665,000
			\$ US 3,600	\$ US 900

Fuente: Elaboración propia

Tabla 84. Depreciación mensual

Descripción	Valor Inventario	Tiempo	Depreciación mensual	Valor Inventario
Buque Tipo	\$ 2,000,000,000	240 meses	\$ 8,333,333	US \$ 1,081,081
Vehiculos	\$ 150,000,000	36 meses	\$ 4,166,667	US \$ 81,081
Muebles y enseres de oficinas	\$ 20,000,000	36 meses	\$ 555,556	US \$ 10,811
Equipos de Oficina	\$ 20,000,000	36 meses	\$ 555,556	US \$ 10,811
Totales	\$ 190,000,000		\$ 13,611,111	US \$ 102,703
			US \$ 7,357	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 85. Costos variables viaje redondo

Descripción	Unidad	Cantidad	V/U	V/T \$	V/T US \$
PROVISIONES TRIPULACION	Días	30	\$ 108,000	\$ 3,240,000	US \$ 1,751
COMBUSTIBLE DIESEL	GLS	9,987	\$ 8,100	\$ 80,892,999	US \$ 43,726
ACEITE LUBRICANTE	GLS	150	\$ 30,000	\$ 4,500,000	US \$ 2,432
GRASAS	CUÑETE	1.00	\$ 750,000	\$ 750,000	US \$ 405
MUELLAJE	UNIDAD	2	\$ 600,000	\$ 1,200,000	US \$ 649
TOTAL COSTOS VARIABLES				\$ 90,582,999	US \$ 48,964

Fuente: Elaboración propia

Tabla 86. Costos fijos

Descripción	Unidad	Cantidad	V/U	V/T \$	V/T US \$
Nomina de personal Operacional	mes	1	\$ 16,416,370	\$ 16,416,370	US \$ 8,874
Gastos Indirectos Operacionales	mes	1	\$ 1,665,000	\$ 1,665,000	US \$ 900
Nomina de Personal Administrativo	mes	1	\$ 28,633,549	\$ 28,633,549	US \$ 15,478
Subtotal				\$ 46,714,919	US \$ 25,251
Gastos administrativos	mes	1	\$ 10,130,000	\$ 10,130,000	US \$ 5,476
Depreciaciones	mes	1	\$ 13,611,111	\$ 13,611,111	US \$ 7,357
Gastos financieros				\$ 87,626,335	US \$ 47,366

Fuente: Elaboración propia

Tabla 87. Capital de trabajo de la embarcación tipo

Descripción	Valor	Capital de trabajo	Ingresos
Personal Administrativo	\$ 28,633,549	\$ 24,234,549	7.57%
Gastos generales de Administración	\$ 10,130,000	\$ 10,130,000	3.17%
Nomina Tripulación	\$ 16,416,370	\$ 10,292,952	3.22%
Gastos indirectos operativos	\$ 1,665,000	\$ 1,665,000	0.52%
Pagos y costos financieros	\$ 87,626,335	\$ 87,626,335	27.38%
Seguros	\$ 2,083,333	\$ 2,083,333	0.65%
Contro satelital y comunicaciones	\$ 1,833,600	\$ 1,833,600	0.57%
	\$ 148,388,187	\$ 137,865,769	43.08%
Costos variables			
Gastos de viaje	\$ 3,240,000	\$ 3,240,000	1.01%
Combustible	\$ 80,892,999	\$ 80,892,999	25.28%
Peajes	\$ 1,200,000	\$ 1,200,000	0.38%
Mantenimiento Equipo Fluvial	\$ 6,000,000	\$ 6,000,000	1.88%
	\$ 91,332,999	\$ 91,332,999	28.54%
Gastos Indirectos de Operación			
Personal HSE	\$ 6,000,000	\$ 6,000,000	1.88%
Personal de Seguridad	\$ 3,000,000	\$ 3,000,000	0.94%
Reserva mensual a Plan de Contingencia	\$ 10,000,000	\$ 10,000,000	3.13%
	\$ 19,000,000	\$ 19,000,000	5.94%
Total Costos y gastos	\$ 258,721,186	\$ 248,198,768	77.56%
2 meses de operación	(\$ 258,721,186)	\$ 496,397,535	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 88. Ingresos de la embarcación tipo

Descripción	Pesos	Dólares
Kilometraje		840.00
Capacidad de contenedores en BT		40
Número de Viajes mes		2
Contenedores mes		80 contenedores
Transporte Quibdó – Cartagena	Pesos	Dólares
Ingreso por contenedor	\$ 2,000,000	\$US 1,081.08
Ingreso por contenedor kilometro fluvial	\$ 2,380.95	\$US 1.29
Ingresos mes trans fluvial Quibdo - Cartagena	\$ 160,000,000	\$US 86,486.49
Transporte Cartagena-Quibdó	Pesos	Dólares
Ingreso por galón	\$ 2,000,000	\$US 1,081.08
Ingreso por contenedor kilometro fluvial	\$ 2,380.95	\$US 1.29
Ingresos mes trans fluvial Quibdo - Cartagena	\$ 160,000,000	\$US 86,486.49

Fuente: Elaboración propia

Tabla 89. Resumen de los resultados esperados

Descripción	Valores	% de los Ingresos
Costos fijos		
Personal Administrativo	\$ 28,633,549	8.95%
Gastos generales de Administración	\$ 10,130,000	3.17%
Nomina Tripulación	\$ 16,416,370	5.13%
Gastos indirectos operativos	\$ 1,665,000	0.52%
Pagos y costos financieros	\$ 87,626,335	27.38%
Seguros	\$ 2,083,333	0.65%
Contro satelital y comunicaciones	\$ 1,833,600	0.57%
	\$ 148,388,187	46.37%
Costos variables		
Gastos de viaje	\$ 3,240,000	1.01%
Combustible	\$ 80,892,999	25.28%
Peajes	\$ 1,200,000	0.38%
Mantenimiento Equipo Fluvial	\$ 6,000,000	1.88%
	\$ 91,332,999	28.54%
Gastos Indirectos de Operación		
Personal HSE	\$ 6,000,000	1.88%
Personal de Seguridad	\$ 3,000,000	0.94%
Reserva mensual a Plan de Contingencia	\$ 10,000,000	3.13%
	\$ 19,000,000	5.94%
Total Costos y gastos	\$ 258,721,186	80.85%
UB	\$ 61,278,814	19.15%
Imp (35%)	\$ 21,447,585	6.70%
UN	\$ 39,831,229	12.45%
Ingresos mensuales proyectados	\$ Col	US\$
Transporte Quibdó - Cartagena	\$ 160,000,000	US \$ 86,486
Transporte Carga compensación	\$ 160,000,000	US \$ 86,486
Total/mes	\$ 320,000,000	US \$ 172,973

Fuente: Elaboración propia

Las características técnicas de la embarcación propuesta están referidas a un equipo de navegación autopropulsado con tres motores de 350 Hp, una velocidad relativa corriente a favor de 10 km/h y corriente en contra de 5 km/h, se esperan de 20 a 24 viajes redondos anuales.

Para facilitar la proyección del muelle de Quibdó se calculó inicialmente como embarcación portacontenedor, creando las siguientes necesidades del muelle, proyectadas a 15 años tal como se resume en la Tabla 90.

Tabla 90. Necesidades del puerto de Quibdó proyectadas a 15 años

Característica	Unidad	Valor
Capacidad requerida de carga a 15 años	ton	1'979,932
TEUS/año	TEU	98,997
TEUS/día	TEU	452
Capacidad Buque tipo para el Atrato	TEU	40
Viajes por año/ buque tipo	Unidad	20
TEUS/año/buque	TEU	800
Cantidad de Viajes requerida para capacidad	Viajes	124
Buques tipo requeridos para TEU'S para 2027	Unidad	7

Fuente: Elaboración propia

4.5. LA CAPACIDAD DEL RÍO ATRATO

Dado el potencial de demanda de transporte que se ha identificado para el nuevo corredor, que lo ubica como una alternativa razonable al transporte de carga de comercio exterior que competiría especialmente con la zona portuaria de Cartagena, se encuentra que una variable que restringe la demanda potencial del río Atrato es su capacidad, entendida como el máximo número de toneladas al año que podrían manejar los puertos fluviales y la misma hidrovía. En virtud a la condición de proyecto nuevo, el análisis de capacidad se hará en condiciones ideales para tratar de establecer hasta que cuantía de toneladas al año sería capaz de atender el nuevo corredor.

Después de haber revisado los referentes existentes para el cálculo de la capacidad en arcos fluviales, se decidió seguir el procedimiento propuesto para el estudio de demanda del Río Meta, cuya ecuación se explica a continuación.

$$CTR = \frac{LR}{EC + DEC} \times CC \times NEF \times \frac{Fh}{T} \times C_i \times K_s \times K_e \times R_e$$

donde,

- CTR*: Capacidad potencial anual de transporte de la hidrovía (toneladas)
LR: Longitud de la hidrovía (sector estudiado metros)
EC: Eslora de la embarcación o convoy típico (metros)
DEC: Distancia entre convoyes o embarcaciones que navegan en el mismo sentido (metros)
CC: Capacidad promedio de las embarcaciones o convoy típico (toneladas)



- NEF : Número de embarcaciones que pueden navegar frente a frente o posibilidad de paso
- Fh : Fondo horario disponible anual (horas/año)
- T : Tiempo de recorrido del trayecto (horas)
- C_i : Coeficiente de afectación por imprevistos en la navegación
- K_s : Coeficiente de seguridad
- K_e : Coeficiente de exclusión por el tráfico de embarcaciones pequeñas y /o de pasajeros
- R_e : Coeficiente de representatividad de la embarcación

Con el ánimo de brindar una explicación precisa acerca de los criterios utilizados para la selección de cada uno de los valores que intervienen en la expresión de cálculo de la capacidad de la red fluvial, se ha construido la Tabla 91 que contiene para cada índice: descripción, criterio, variación y explicación del comportamiento.

Tabla 91. Explicación de los índices utilizados en la capacidad de la hidrovía

Índice	Descripción	Criterio	Variación	Explicación
CTR	Capacidad potencial anual de transporte de la hidrovía. (toneladas)	Resultado de la aplicación de la fórmula, de acuerdo con los criterios establecidos.	La variación depende de los resultados que se obtengan de ensayos y mediciones que se hagan en un futuro.	La capacidad de la hidrovía, puede alcanzar diferentes niveles en correspondencia con la variación, en un rango lógico, de los factores involucrados.
LR	Longitud de la hidrovía. (kilómetros)	Se tomó la longitud entre sectores navegables en la actualidad.	Para efectos del cálculo se tomaron valores en kilómetros.	La variación de la longitud de la hidrovía por sí misma no cambia su capacidad, esta depende de las condiciones de navegación en el sector considerado.
EC	Eslora de la embarcación o convoy típico (Longitud promedio, metros).	La eslora del convoy típico de diseño es de 47.33 metros.	Valor fijo para el cálculo. La variación depende de las características de las embarcaciones que utilicen la hidrovía.	La variación de las longitudes de las embarcaciones, modifican parámetros, como de la distancia que deben guardar entre ellas a lo largo del viaje.
DEC	Distancia entre Convoyes o Embarcaciones que navegan en el mismo Sentido (metros).	Las recomendaciones de Ingeniería Naval en el marco del proyecto indican que se debe tomar un valor equivalente a 60 esloras, es decir 2,840 m.	Las variaciones dependen de las mediciones e investigaciones que se hagan en un futuro.	Una mayor o menor longitud que deban conservar entre sí las embarcaciones, afectan la capacidad de la hidrovía.
CC	Capacidad promedio de las embarcaciones o convoy típico (toneladas).	El diseño de la embarcación indica que su capacidad será de 800 ton.	Para el presente cálculo, este valor puede variar en la medida en que cambien las características del parque fluvial.	A mayor capacidad de las embarcaciones, mayor capacidad de transporte en la hidrovía.

Índice	Descripción	Criterio	Variación	Explicación
NEF	Número de Embarcaciones que pueden navegar frente a frente.	Para el tramo crítico se ha tomado el valor de 1.00.	Este puede variar a partir de las mediciones e investigaciones que se realicen.	Un mayor índice, significa una mayor cantidad de embarcaciones navegando en un período de tiempo y por consiguiente, mayor capacidad de la hidrovía.
Fh	Fondo horario disponible anual (horas).	Este factor se tomó teniendo en cuenta de la posibilidad de navegación actual de la hidrovía de 2.400 horas /año.	Este factor es fijo para las condiciones actuales. Puede variar en la medida que se mejoran las condiciones de navegabilidad de las hidrovías.	Un mayor fondo horario, aumenta la capacidad de la hidrovía, por permitir navegación durante más horas al año.
T	Tiempo de recorrido del trayecto (horas).	En función de la distancia se obtiene el tiempo de recorrido para una velocidad de 5 km/h en el tramo crítico.	En la medida que se aumente la velocidad de las embarcaciones, se requeriría un menor tiempo de recorrido.	Un menor tiempo de recorrido, representa un mayor número de viajes por embarcación y por lo tanto una mayor capacidad de la hidrovía.
Ci	Coefficiente de afectación por imprevistos en la navegación (condiciones críticas etc.).	Se consideró un valor de 0.80 en función de la operación, la situación climática, etc.	Este factor puede subir o bajar en función de condiciones de operación y de situación climática.	A medida que el factor aumente, aumenta la capacidad de transporte de la hidrovía.
Ks	Coefficiente de seguridad.	Este valor de 0.80 se tomó en consideración a las condiciones de seguridad presentadas por la hidrovía para la navegación.	Este factor cambia en la medida que se mejoran o desmejoran las condiciones de seguridad de la hidrovía.	A mayor factor, mayor capacidad de la hidrovía.
Ke	Coefficiente de exclusión por el tráfico de embarcaciones pequeñas y /o de pasajeros	Este factor se tomó de 0.70, tomando las condiciones de la composición del tráfico en la actualidad.	El factor varía en función de las condiciones de tráfico en la hidrovía y su composición según el tipo de embarcación.	A mayor factor, mayor capacidad de la hidrovía.
Re	Coefficiente de representatividad de la embarcación	Se toma un valor de 0.8 en función de la representatividad esperada de la embarcación de diseño.	El factor varía en función de la representatividad de la embarcación seleccionada.	A mayor factor, mayor capacidad de la hidrovía.

Fuente: Elaboración propia con base en Cal&Mayor, 2006

Para la obtención de la capacidad en esta investigación fue necesario determinar cada uno de los parámetros de cálculo en el tramo crítico que impone una restricción de capacidad a la hidrovía. En todo caso, estos datos pueden ser objeto de ajuste cada vez que se obtenga nueva y mejor información o cuando alguna de las condiciones previstas cambie.

La evaluación de la anterior expresión para las condiciones críticas anotadas en la tabla anterior da como resultado una capacidad máxima de la hidrovía igual a

1'191,716 ton/año. Esto implica, que de mantenerse las condiciones con las que se hizo el cálculo de la capacidad, la máxima demanda de transporte que podría atender el río sería de 1'191,716 ton/año, cifra que en principio parece bastante restrictiva, siendo necesaria una discusión sobre los parámetros de cálculo utilizados.

Para comprender mejor cuál es el efecto de los principales parámetros utilizados en el cálculo de la capacidad del río, se procede a realizar un conjunto de análisis de sensibilidad, que debido al modelo utilizado mantienen normalmente una relación lineal.

La Figura 95 muestra cómo la capacidad de la embarcación afecta notablemente la capacidad del río. Manteniendo todo lo demás constante se ve que si la embarcación a utilizar tuviese una capacidad de 500 ton, la capacidad del río sería tan solo de 744,823 ton/año, mientras que al suponer embarcaciones de 1,000 o 1,350 ton se tendrían capacidades de 1'489,645 ton/año y 2'011,021 ton/año respectivamente.

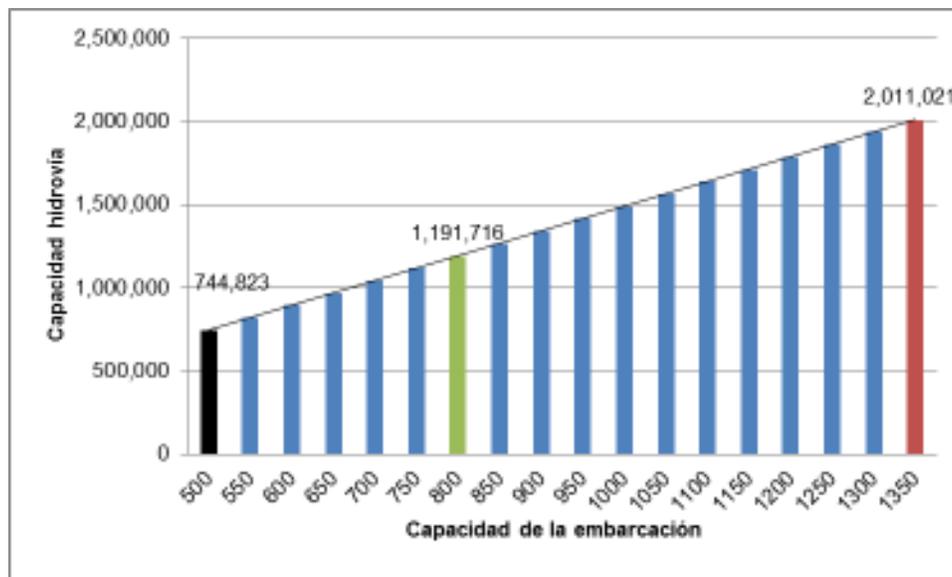


Figura 95. Sensibilidad de la capacidad del río frente a capacidad embarcación

Fuente: Elaboración propia, 2012

La Figura 96 muestra un análisis similar, ahora con respecto al fondo horario que asume inicialmente 300 días de navegación al año y 8 horas de navegación diaria para un valor de 2400 horas/año que generan una capacidad de 1'191,716 ton/año. Se observa que si el número de horas de navegación al día pasa a 16, la capacidad del río sería del doble, manteniendo en todo caso una relación lineal.

Así mismo, si las condiciones del río permitieran navegar durante 24 horas al día, el fondo horario sería de 7200 horas/año y en consecuencia se incrementaría proporcionalmente la capacidad hasta alcanzar 3'575,149 ton/año. Esta situación que pudiera ser probable en el futuro aumentaría notablemente la capacidad del río y por lo

tanto su potencial para el transporte de carga de importación y exportación. Aunque podrían efectuarse análisis para cada una de las variables involucradas en el cálculo de la capacidad, se presenta para terminar la forma como afecta a la capacidad la eslora de la embarcación. En este caso, tal como se aprecia en la Figura 97 la relación deja de ser estrictamente lineal.

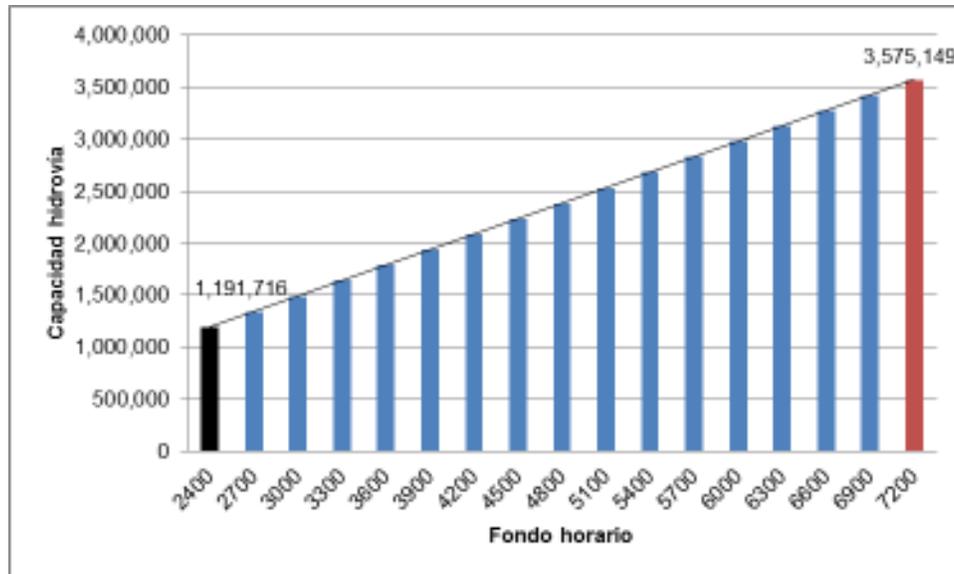


Figura 96. Sensibilidad de la capacidad del río con respecto al fondo horario
Fuente: Elaboración propia, 2012

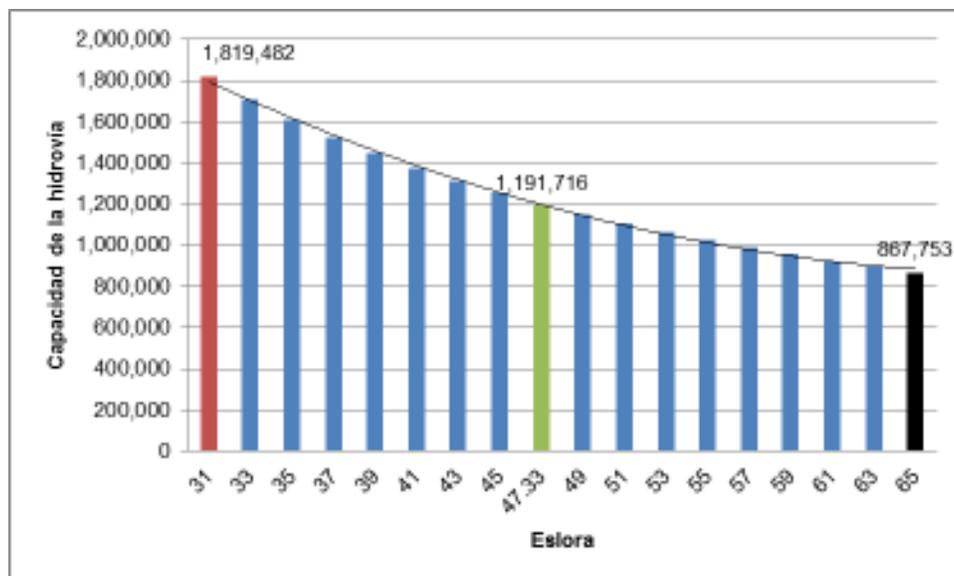


Figura 97. Sensibilidad de la capacidad del río con respecto a la eslora
Fuente: Elaboración propia, 2012



De otra parte, la información que se tiene con respecto a la capacidad de los puertos es prácticamente nula, debido a que en la práctica, no existen verdaderos puertos fluviales, sino atracaderos con algunas facilidades portuarias. No obstante lo dicho, estudios anteriores han realizado análisis en otros ejes fluviales que sirven como primer acercamiento para la estimación de la capacidad en puertos fluviales. La metodología seguida para el cálculo de la capacidad de los puertos fluviales se puede resumir así:

- El número de embarcaciones que un puerto puede atender, en un período de tiempo dado, según el número de atracaderos existentes, es denominada capacidad portuaria.
- La capacidad de cada puerto se calcula entonces, tomando el número total de días disponibles del año, divididos por el tiempo de espera promedio general de las embarcaciones en puerto, multiplicado por el número de atracaderos que posee el puerto.
- El resultado es afectado por un índice de regularidad en la llegada de las embarcaciones al puerto, durante los diferentes meses del año y en términos de toneladas, por la capacidad de transporte de las embarcaciones atendidas.

$$C_p = \frac{D_{\text{año}}}{TEP} \times N_{\text{Atracaderos}} \times C_t \times F_r$$

donde,

C_p : Capacidad del puerto (Toneladas/año)

$D_{\text{año}}$: Días disponibles del muelle al año. (días/año)

TEP : Tiempo de cargue, descargue y espera de la embarcaciones en los atracaderos del puerto (Días/ embarcación)

$N_{\text{Atracaderos}}$: Número de atracaderos disponibles por puerto

C_t : Carga transportada por las embarcaciones (Ton)

F_r : Factor de regularidad de llegada de las embarcaciones = 0.80

En la Tabla 92 se hace una descripción de los índices que determinan la capacidad de puertos. Sobre el particular se puede anotar que las embarcaciones tienen acceso al muelle del puerto de manera productiva cuando las condiciones de la vía facilitan la navegación; el número de días al año es un dato que se basa en las condiciones de la hidrovía.

La expresión utilizada para el cálculo de la capacidad portuaria tiene un comportamiento monótono, estrictamente lineal y creciente para la mayor parte de los parámetros, con excepción del tiempo de cargue, descargue y espera que genera una relación inversa. De todos modos la relación es lineal así que cualquier cambio que sufra alguno de los parámetros se verá reflejado en un aumento o disminución proporcional de la capacidad del puerto fluvial. Así, reducir los tiempos de permanencia de las embarcaciones en los puertos a la mitad, ocasiona un incremento de la capacidad al doble.

Tabla 92. Descripción de los índices que determinan la capacidad de puertos

ÍNDICE	DESCRIPCIÓN	CRITERIO
Días disponibles del muelle al año.	Tiempo de disponibilidad de uso del muelle en el puerto, representado en días al año, de acuerdo con las características de navegación de la hidrovía	El número de días de disponibilidad de los puertos, fue estimado en base al conocimiento técnico sobre la posibilidad de navegación permitida por la hidrovía. En este caso se tomaron 330 días al año.
Tiempo de cargue, descargue y espera de las embarcaciones en los atracaderos del puerto.	Es el tiempo de permanencia o de ocupación que una embarcación hace del atracadero del muelle en cada viaje, para efectos de cargue, descargue, espera o cualquier otro motivo, que la obligue a permanecer atracada.	De acuerdo con los parámetros operacionales esperados se definió un promedio de 2 días, suponiendo una eficiencia de 375 ton/día.
Número de atracaderos disponibles.	Representa el número de atracaderos disponibles en cada puerto para atender las embarcaciones; es decir, representa el número de embarcaciones que pueden ser atendidas por el puerto de manera simultánea.	De acuerdo con la longitud de muelle o facilidad marginal portuaria existente y con la información sobre las características de las embarcaciones que con mayor frecuencia llegan al puerto (eslora), se precisó el número de atracaderos para cada puerto.
Factor de regularidad de llegada de las embarcaciones a puerto	Factor de regularidad de llegada de las embarcaciones a puerto o variación de la ocupación del puerto, debido a la regularidad en el arribo o llegada de las embarcaciones a puerto; el cual se considera de tipo aleatorio.	Para representar las condiciones de modelación se ha estimado un valor de 0.80
Ct	Cantidad de carga transportada por las embarcaciones.	Se parte de la capacidad de una embarcación de diseño, equivalente a 800 toneladas

Fuente: Elaboración propia con base en Cal&Mayor, 2006

Los parámetros contenidos en la tabla suponen condiciones normales de operación, semejantes a las que se registran en otros ríos navegables y ajustados a la situación detectada en el río Atrato. Valores como el factor de regularidad de llegada de las embarcaciones a puerto se han establecido como un factor de seguridad que reduce la capacidad portuaria debido a la aleatoriedad con la que arriban las embarcaciones.



El tiempo de las embarcaciones en puerto, es un factor de gran importancia ya que la rentabilidad de las actividades portuarias están en función del tiempo gastado; para las condiciones actuales y por las referencias tomadas de los documentos consultados en la revisión de información secundaria, se estima este valor en 2 días, suponiendo una eficiencia de 500 ton/día. Una cifra de tiempo de permanencia de las embarcaciones en puerto por debajo de dos días, significaría un enfoque muy optimista sobre la eficiencia portuaria.

El número de atracaderos es muy particular de cada puerto y varía en función de la longitud de muelle y de las dimensiones de las embarcaciones que lo frecuentan, por lo tanto se puede suponer un diferente número de atracaderos disponibles.

Es de anotar que la capacidad de los puertos también está en función de las capacidades de las embarcaciones que usan los muelles, tendrá mayor capacidad aquel puerto en donde el promedio de la capacidad de las embarcaciones atendidas sea mayor. En este caso, bajo el supuesto de una embarcación de diseño con capacidad de 800 toneladas no se puede esperar una gran capacidad de la instalación portuaria fluvial y será necesario contar un considerable número de atracaderos para atender el máximo de demanda potencial.

La variación de acuerdo con la práctica, puede estar entre 0.75 y 0.85, de acuerdo con las variaciones del tráfico y la importancia del puerto. Un mayor valor, implicaría congestión. Lo ideal, a nivel de capacidad portuaria, sería que las embarcaciones llegaran de manera regular, es decir de manera consecutiva; entre mayor número de arribos, mayor cantidad de embarcaciones atendidas y por lo tanto mayor capacidad de carga en el puerto.

Debido a la falta de estadísticas sobre el arribo coincidente de embarcaciones, se ha estimado de manera conservadora un factor de 0,8 el cual señala la probabilidad de que se produzcan saturaciones; como el movimiento de carga es relativamente bajo, la variación del índice en un entorno de más o menos un 20% no alteraría el resultado de las proyecciones del sistema portuario que en el futuro dependerán de las nuevas cargas del comercio exterior relacionadas con los puertos internacionales.

Así las cosas, bajo el supuesto que el puerto de Quibdó maneje el máximo de demanda potencial, estimado previamente en 1'191,716 ton/año, sería necesario disponer de 10 atracaderos disponibles en dicho puerto para manejar la demanda proveniente del modo carretero. Al establecer dicha restricción de capacidad en el modelo esta sería la máxima carga a transportar ya que el comportamiento de la hidrovía en términos del modelo volumen-demora estaría fuertemente penalizado por los valores asumidos para la función BPR. No obstante, adecuaciones tecnológicas permitirían aumentar la capacidad de navegación tal como se explicó en los análisis de sensibilidad realizados.

4.6. EL TRANSPORTE DE CONTENEDORES

Los análisis realizados dejan ver que la mayor potencialidad de transporte por el río Atrato la constituye el movimiento de contenedores, captando una porción del mercado que actualmente se desarrolla en los puertos del Atlántico y particularmente en el puerto de Cartagena. En esta sección se hace una descripción de este elemento de unitarización de carga.

Un contenedor es un tipo de embalaje de carga para el transporte marítimo o fluvial, transporte terrestre y transporte multimodal. En general se trata de unidades que protegen las mercancías de la climatología y que están fabricadas de acuerdo con la normativa ISO (International Standardization Organization), específicamente ISO-668³⁹ razón por la que también se conocen con el nombre de contenedores ISO.

Una de las principales características de los contenedores, que se constituye a su vez en una ventaja, es que pueden utilizarse para transportar objetos voluminosos o pesados, mercancías paletizadas y en algunas ocasiones carga a granel. De hecho es posible acomodar en un mismo contenedor cargas de distinta naturaleza y origen. Otra característica importantes es que las dimensiones del contenedor se encuentran normalizadas para facilitar su manipulación.

Otra característica definitoria de los contenedores es la presencia, en cada una de sus esquinas, de alojamientos para los *twistlocks*, que les permiten ser enganchados por grúas especiales, así como su anclaje tanto en buques y embarcaciones como en camiones. Las principales características técnicas de los contenedores se presentan en la Tabla 93.

Tabla 93. Características técnicas de los contenedores

Característica	20 pies 20' x 8' x 8'6"	40 pies 40' x 8' x 8'6"	40 pies High Cube 40' x 8' x 9'6"
Tara (kg)	2.300	3.750	3.940
Carga máxima (kg)	28.180	28.750	28.560
Peso bruto (kg)	30.480	32.500	32.500
Largo (mm)	5.898	12.025	12.032
Ancho (mm)	2.352	2.352	2.352
Altura (mm)	2.393	2.393	2.698
Capacidad (m ³)	32,6	67,7	76,4
Uso más frecuente	Carga seca normal: bolsas, cajas, tambores, etc.		Especial para cargas voluminosas: tabaco, carbón.

Fuente: Marí Sagarra y de Larrueca, 2007

³⁹ Marí Sagarra, R-; De Larrueca, J.R. (2007). "Capítulo 1. El contenedor. 5.1. Normalización". El transporte en contenedor (Primera edición). Barcelona (España): Marge Books. pp. 21-22. ISBN 978-86684-76-1.



La carga máxima puede variar según la naviera y el tipo de contenedor; los contenedores de 20 pies tienen un peso bruto máximo de unas 30 toneladas y los de 40 pies de unas 32.

4.6.1. Importaciones

La estadística general de la carga de importaciones en Colombia se caracteriza principalmente por ser transportada por el modo marítimo, a granel o en contenedores, es atendida principalmente por las aduanas de Cartagena, Buenaventura, Santa Marta y Barranquilla, embarcada en su mayoría desde los Estados Unidos, Argentina, México y Brasil, su destino aduanero es el ingreso a depósito y la entrega en lugar de arribo; y el servicio de transporte internacional lo concentran veinte (20) empresas transportadoras que congregan el 86,8% del total⁴⁰.

Durante el periodo de enero – diciembre 2011 el total del volumen de carga de importaciones arribada al país, en términos de peso bruto, se incrementó en 13,4%, al pasar de 31,1 millones de toneladas en 2010 a 35,2 millones de toneladas en 2011. Estas cifras son consistentes con el monto y crecimiento del peso neto y peso bruto declarado para igual período en las declaraciones de importación⁴¹.

El peso neto creció 11,4% al pasar de 23,6 millones de toneladas en enero – diciembre de 2010 a 26,3 millones de toneladas en 2011. Entre tanto, el peso bruto pasó de 24,0 millones de toneladas en 2010 a 26,7 millones de toneladas en 2011, con un incremento del 11,4%.

La diferencia en el tonelaje bruto entre lo registrado por declaraciones de importación y los documentos de transporte se explica en que en el registro de estos últimos se incluyen los transbordos directos e indirectos y los tránsitos internacionales que sumaron más de 5,9 millones de toneladas.

La estadística general de la carga de importaciones en Colombia en diciembre de 2011 se caracterizó principalmente por ser transportada por el modo marítimo que representó el 95,8% del total de la carga arribada con un total de 2,7 millones de toneladas.

Además, la carga a granel y en contenedores significó el 77,2% del total en el mes y esta carga fue atendida principalmente por las aduanas de Cartagena (34,7%),

⁴⁰ DIAN. Estadísticas de carga de las importaciones y exportaciones en Colombia Enero - diciembre de 2011/2010. Coordinación de Estudios Económicos, 2012.

⁴¹ Bodega de datos de importaciones y anexos estadísticos boletín enero – diciembre 2010 - 2011 de la Coordinación de Estudios Económicos, DIAN.

Buenaventura (29,0%), Santa Marta (17,4%) y Barranquilla (13,0%), embarcada en su mayoría desde los Estados Unidos, Brasil, China, Argentina y México que representan en conjunto el 60,2%, su destino aduanero es el ingreso a depósito (25,4%), la entrega en lugar de arribo (23,5%), el transbordo directo (17,4%) y la entrega urgente (13,0%); y el servicio de transporte internacional lo concentran veinte (20) empresas transportadoras que congregan el 89,5% del total⁴².

Como se puede observar en la Tabla 94, el número total de contenedores arribados al país en el período 2010 – 2011 creció 11,8% al pasar de 571.411 unidades en 2010 a 638.598 unidades en 2011.

Tabla 94. Importación de contenedores por dirección seccional

Dirección seccional	Peso bruto ¹				Contenedores ¹			
	Toneladas		Var %	Part. %	Unidades		Var %	Part. %
	2010	2011	2011/2010	2011	2010	2011	2011/2010	2011
Cartagena	11.220.513	12.945.224	15,4	36,7	382.829	437.122	14,2	68,5
Buenaventura	8.887.817	10.063.711	13,2	28,6	142.725	152.215	6,6	23,8
Barranquilla	4.656.392	5.008.526	7,6	14,2	26.847	29.776	10,9	4,7
Santa Marta	4.531.805	5.126.437	13,1	14,6	9.763	9.923	1,6	1,6
Ipiales	575.539	685.499	19,1	1,9	3.877	4.186	8,0	0,7
San Andrés	59.751	99.293	66,2	0,3	2.452	2.259	-7,9	0,4
Riohacha	345.146	385.642	11,7	1,1	1.234	1.190	-3,6	0,2
Urabá	199.143	187.686	-5,8	0,5	733	1.147	56,5	0,2
Cúcuta	134.832	216.899	60,9	0,6	397	420	5,8	0,1
Maicao	203.165	247.124	21,6	0,7	523	305	-41,7	0,0
Bogotá	164.995	180.827	9,6	0,5	17	22	29,4	0,0
Leticia	64.576	52.543	-18,6	0,1	14	20	42,9	0,0
Puerto Asís	4.599	10.014	117,7	0,0	0	13	na	0,0
Medellín	10.419	11.883	14,1	0,0	0	0	0,0	0,0
Cali	7.193	6.344	-11,8	0,0	0	0	0,0	0,0
Arauca	6.716	5.211	-22,4	0,0	0	0	0,0	0,0
Puerto Carreño	117	134	14,1	0,0	0	0	0,0	0,0
Bucaramanga	14	27	94,6	0,0	0	0	0,0	0,0
Tumaco	42	26	-36,7	0,0	0	0	0,0	0,0
Armenia	3	17	409,7	0,0	0	0	0,0	0,0
Pereira	5	17	216,6	0,0	0	0	0,0	0,0
Puerto Inirida	0	1	na	0,0	0	0	0,0	0,0
Cartago	0	0	na	0,0	0	0	0,0	0,0
Total	31.072.781	35.233.085	13,4	100,0	571.411	638.598	11,8	100,0

Fuente: DANE, 2012

Se destaca la participación de la seccional Cartagena que atendió el 68,5% de los contenedores arribados en enero – diciembre de 2011, seguida de Buenaventura (23,8%), Barranquilla (4,7%), Santa Marta (1,6%) e Ipiales (0,7%). En suma, estas cinco direcciones seccionales atendieron el 99,2% del total de contenedores con carga de importación (633.222 unidades)⁴³.

⁴² DIAN. Estadísticas de carga de las importaciones y exportaciones en Colombia Enero - diciembre de 2011/2010. Coordinación de Estudios Económicos, 2012.

⁴³ Ibid, p. 22.

En diciembre de 2011 la demanda de servicios que los usuarios de la carga hacen por cada dirección seccional, en términos del número de documentos de transporte permite observar que se destacan las seccionales de Bogotá que concentró el 64,5% del total de documentos seguida de Cartagena (17,6%), Buenaventura (9,3%), Barranquilla (2,7%) y Medellín (1,4%). Estas cinco direcciones seccionales atendieron el 95,5% del total de documentos de transporte con carga de importación. Con respecto a las declaraciones de importación, las cinco seccionales referidas concentran el 90,8% del total del mes.⁴⁴

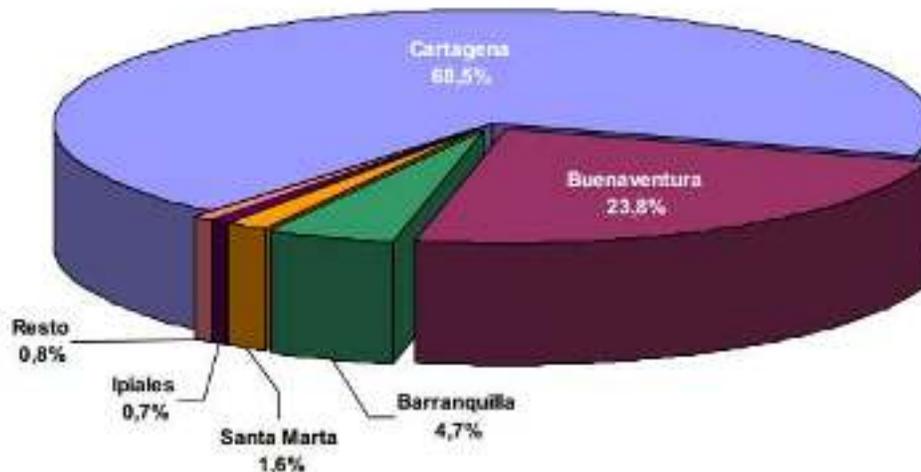


Figura 98. Distribución de contenedores por dirección seccional
Fuente: DANE, 2012

La carga de importaciones que arribó al país durante los meses de enero a diciembre de 2011, predomina la transportada a granel. El 46,7% de la carga importada en el período se hizo a granel, es decir, un total de 16,5 millones de toneladas y 14.038 bultos. En importancia le siguen la carga transportada en contenedores con el 31,4% del total importado (11,0 millones de toneladas) y la carga suelta con 7,4 millones de toneladas que representa el 20,9% del total. Estos tipos de carga importada presentaron en el comparativo de los períodos en estudio incrementos de 9,6%, 12,0% y 24,4%, respectivamente.⁴⁵

En el modo de transporte marítimo en el período enero – diciembre de 2011, el país de embarque principal correspondió a los Estados Unidos con 9,0 millones de toneladas (26,7% del total marítimo), mostrando un crecimiento de la carga importada de 3,6% con respecto a igual período de 2010, seguido de Argentina, México, Brasil, China, Chile, Canadá, entre otros.⁴⁶

⁴⁴ Ibíd. p. 23.

⁴⁵ Ibíd. p. 47.

⁴⁶ Ibíd. p. 54.



En el caso de la carga embarcada desde los Estados Unidos, primer país de embarque hacia Colombia en el período por el modo marítimo, se destaca que diez (10) lugares de embarque (puertos - ciudades) representaron el 64,9% del total embarcado con 5,9 millones de toneladas, encabezados por Houston y seguido por Texas City, Corpus Christi, Destrehan, Pascagoula, Galveston y Louisiana entre otros⁴⁷. Se destaca el hecho que los principales puertos de origen están ubicados en la costa este.

Porcentualmente, dentro de las regiones asociadas al potencial de carga del proyecto, se tiene que Antioquia participa con más del 14% de los contenedores llenos provenientes de importación, siendo significativamente menor la participación del eje cafetero (Tabla 95). Dada esta participación se espera que sea mayor el número de contenedores a movilizar hacia Antioquia en comparación con las expectativas de carga hacia Pereira, Manizales e Ibagué.

Tabla 95. Participación por región en la importación de contenedores llenos

Departamento de Destino	Año 2011	Part %	Año 2010	Part %	Variación 2010-2011	% Variación 2010-2011
CUNDINAMARCA	237,558	58,6%	230,456	63,4%	7,102	3,1%
ANTIOQUIA	58,277	14,4%	4,409	12,1%	14,187	32,2%
COSTA ATLÁNTICA	43,663	10,8%	3,291	9,1%	10,753	32,7%
VALLE	43,149	10,6%	3,635	10,0%	6,799	18,7%
EJE CAFETERO	10,948	2,7%	9,518	2,6%	143	15,0%
CAUCA	5,079	1,3%	4,995	1,4%	84	1,7%
SANTANDERES	3,089	0,8%	3,148	0,9%	-59	-1,9%
OTROS	3,959	1,0%	1,844	0,5%	2,115	114,7%
TOTAL	405,722	100,0%	261,296	100,0%	41,124	11,7%

Fuente: SISMAR - Quintero Hermanos, 2012

4.6.2. Exportaciones

De acuerdo con la información suministrada por el DANE, la estadística general de la carga de exportaciones en Colombia se caracteriza principalmente por ser transportada por el modo marítimo, atendida principalmente por las aduanas seccionales de Santa Marta, Cartagena, Riohacha y Buenaventura, embarcada a países como los Estados Unidos, Países Bajos (Holanda), Reino Unido y Chile, y el servicio de transporte internacional lo concentran quince (15) empresas transportadoras.⁴⁸

⁴⁷ Ibíd. p. 56.

⁴⁸ Ibíd. p. 68



En el período enero – diciembre de 2011 el total de la carga exportada se incrementó en 12,2%, al pasar de 116,0 millones de toneladas en 2010 a 130,1 millones de toneladas en 2011. Estas cifras son consistentes con el monto y crecimiento del peso neto y peso bruto declarado para igual período en las declaraciones de exportación. El peso neto creció 15,2% al pasar de 112,5 millones de toneladas en enero – diciembre de 2010 a 129,6 millones de toneladas en 2011. Entre tanto, el peso bruto pasó de 112,9 millones de toneladas en 2010 a 130,0 millones de toneladas en 2011 con un incremento de 15,2%.

Al observar las cifras de carga de exportación de Colombia en diciembre de 2011 en comparación con igual mes de 2010, se registra un crecimiento de 22,0%, al pasar de 9,3 millones de toneladas en el 2010 a 11,3 millones de toneladas en el 2011, prevaleciendo la carga transportada por vía marítima con el 98,8%, seguida por la operada por los modos carretero, aéreo y aguas interiores con participaciones de 0,9%, 0,2% y 0,0%, respectivamente. Durante este mes, las seccionales de Cartagena, Santa Marta, Riohacha y Buenaventura, se localizan como las cuatro (4) más importantes en la operación de carga de exportación sumando el 95,4% del total nacional.

El 98,7% de la carga total salida del país en el período de estudio se hizo por el modo de transporte marítimo con un total de 128,4 millones de toneladas y su crecimiento en enero – diciembre de 2011, frente al mismo período de 2010, fue de 12,2%.

Como se puede ver en la Tabla 96, Cartagena es la seccional más importante con un total de 581.324 contenedores, de los cuales el 73,0% fue exportado con carga y el restante porcentaje salió vacío del país en el periodo enero – diciembre de 2011. La seccional Buenaventura es la segunda en importancia en la atención de contenedores de exportación con 235.117 contenedores, el 36,9% con carga y el 63,1% vacío.

El total de contenedores salidos del país en el período pasó de 758.708 en 2010 a 892.275 en 2011, lo que significa un crecimiento del 17,6%. En el mes de diciembre de 2011 la seccional Cartagena operó 34.461 contenedores con carga y otros 15.064 contenedores vacíos, con los que lidera el manejo de contenedores de exportación en el país, seguida de las seccionales de Buenaventura, Barranequilla y Santa Marta⁴⁹.

Desde Colombia, en el periodo 2010 – 2011, salió carga de exportación a más de 100 países de destino distintos. La carga que salió se concentró en veinte (20) países que representaron el 87,0% del total con 113,2 millones de toneladas y 263,7 millones de bultos (45,0% del total). Los veinte países de destino principales incrementaron la carga de exportaciones desde Colombia en el período en 18,9%. Estados Unidos lideró los embarques despachados desde Colombia con 28,8 millones de toneladas y 76,4 millones de bultos que significaron el 22,1% y 13,0% del total respectivo, aunque su

⁴⁹ Ibíd. p. 73.

crecimiento se redujo en 9,8%. Países Bajos (Holanda) es el segundo lugar de destino con 21,9 millones de toneladas (16,9% del total) y 4,9 millones de bultos (0,8% del total)⁵⁰.

Tabla 96. Exportación de contenedores por dirección seccional

Dirección Seccional	Número de contenedores 2010													
	Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio		Julio	
	Con carga	Vacios	Con carga	Vacios	Con carga	Vacios	Con carga	Vacios	Con carga	Vacios	Con carga	Vacios	Con carga	Vacios
Cartagena	22.148	8.435	22.211	7.433	28.714	8.369	31.172	10.328	30.945	7.919	35.290	9.104	32.902	9.685
Buenaventura	6.406	6.785	6.683	6.911	8.661	6.487	6.705	7.052	5.474	8.128	7.083	9.263	6.827	8.163
Barranquilla	1.759	1.013	1.893	738	2.240	744	2.308	1.149	2.076	1.474	1.855	1.048	1.944	1.092
Santa Marta	1.398	310	1.433	214	1.706	234	1.797	306	1.878	290	1.402	414	1.792	407
Urabá	666	213	730	140	675	212	739	242	647	382	482	261	564	373
Cúcuta	50	0	78	0	98	0	97	0	125	0	88	0	89	0
Ipiales	50	0	44	0	92	4	56	0	58	0	67	1	70	2
Bogotá	22	0	22	0	25	0	23	0	25	0	23	0	25	0
Riohacha	2	112	6	109	5	70	5	114	6	99	2	91	4	75
Maicao	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	1	0	3	0
San Andrés	1	15	2	38	2	22	3	60	0	11	1	25	0	0
Total	32.502	16.883	33.102	15.583	42.218	16.142	42.907	19.251	41.235	18.303	46.294	20.207	44.220	19.797

Dirección Seccional	Número de contenedores 2010											
	Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre		Enero - diciembre	
	Con carga	Vacios	Con carga	Vacios	Con carga	Vacios	Con carga	Vacios	Con carga	Vacios	Con carga	Vacios
Cartagena	35.985	12.807	32.463	11.085	35.070	10.787	34.445	8.378	32.180	11.111	373.525	115.441
Buenaventura	7.509	12.533	7.667	10.871	8.065	10.205	7.641	10.620	6.826	10.546	85.547	107.564
Barranquilla	2.127	1.240	1.927	854	2.129	1.513	1.857	1.097	2.144	1.261	24.259	13.223
Santa Marta	1.660	315	1.879	220	2.294	318	1.636	409	1.371	412	20.246	3.849
Urabá	620	224	682	195	834	501	704	351	474	354	7.817	3.448
Cúcuta	102	0	97	0	66	0	59	0	56	0	1.005	0
Ipiales	58	0	80	0	64	1	55	2	58	3	752	13
Bogotá	24	0	26	0	25	0	24	0	24	0	288	0
Riohacha	12	152	19	37	3	120	2	78	13	143	79	1.200
Maicao	4	0	2	0	4	0	5	0	0	0	22	0
San Andrés	2	59	0	0	2	41	1	23	5	117	19	411
Total	48.103	27.330	44.842	23.262	48.556	23.486	46.429	20.958	43.151	23.947	513.559	245.149

Fuente: DANE, 2012

Un aspecto importante relacionado con el análisis de contenedores es su procedencia, especialmente después de haber identificado como integrantes del mercado potencial del sistema de transporte intermodal que se evalúa a Medellín, Pereira, Ibagué y Manizales.

La Tabla 97 muestra como la región antioqueña participa con más del 16% de los contenedores llenos para exportación, siendo menor la participación del eje cafetero que apenas representa el 4%. Este comportamiento es similar al que se había

⁵⁰ Ibíd. p. 77.



identificado en el caso de los contenedores de importación, así que es muy probable que se cuente con carga suficiente de contenedores en los dos sentidos de navegación del río.

Tabla 97. Participación por región en la exportación de contenedores llenos

Departamento de Origen	Año 2011	Part %	Año 2010	Part %	Variación 2010-2011	% Variación 2010-2011
CUNDINAMARCA	79,836	37,7%	85,758	39,9%	-5,922	-6,9%
COSTA ATLÁNTICA	42,493	20,0%	43,849	20,4%	-1,356	-3,1%
VALLE	3,855	18,2%	37,427	17,4%	1,123	3,0%
ANTIOQUIA	34,953	16,5%	33,842	15,7%	1,111	3,3%
EJE CAFETERO	8,471	4,0%	9,179	4,3%	-708	-7,7%
OTROS	5,566	2,6%	2,178	1,0%	3,388	155,6%
SANTANDERES	1,447	0,7%	1,818	0,8%	-371	-20,4%
CAUCA	648	0,3%	864	0,4%	-216	-25,0%
Total general	177,269	100,0%	214,915	100,0%	-2,951	-1,4%

Fuente: SISMAR - Quintero Hermanos, 2012

4.7. ANÁLISIS DE DEMANDA POTENCIAL DE TRANSPORTE DE OTROS PRODUCTOS

Como se había mencionado previamente, los análisis realizados en el presente estudio dejan ver que la mayor potencialidad de transporte de carga por el río Atrato la constituye el movimiento de contenedores captando una porción del mercado que actualmente se desarrolla en los puertos del Atlántico y particularmente en el puerto de Cartagena. Esta será la carga principal a ser movilizadada por el sistema de transporte intermodal propuesto, entre otras razones por la facilidad de captar un segmento de mercado existente a un costo más competitivo. No obstante lo dicho, es importante identificar algunos otros productos con potencial de ser movilizadados a través del sistema propuesto.

En este sentido, además del movimiento de contenedores que tiene gran posibilidad de ser atraído al Atrato en el corto plazo, se explora a continuación el potencial de transporte de productos mineros, tales como el carbón y de algunos productos agropecuarios. Como se desprende de los análisis realizados, el río Atrato tiene vocación natural para el transporte de Madera y productos agrícolas que podrían ver potencializada su producción al contar con un puerto de exportación comunicado a través del Atrato.



4.7.1. El carbón de Amagá

El carbón es un mineral que se encuentra compuesto principalmente por carbono, hidrógeno, nitrógeno, oxígeno y azufre, se origina en transformaciones físicas y químicas de grandes acumulaciones vegetales depositadas en ambientes palustres (pantanos), lagunares o deltaicos, transformadas por los efectos combinados de la acción microbiana, presión y calor, durante un período de tiempo el cual en su proceso de formación se ha demorado por lo menos cuarenta millones de años.

La calidad de los carbones está referida a las propiedades físicas y químicas, descritas a continuación (*Coal Processing Consultants Ltd. 1980*), que son las que finalmente determinarán el uso final del material.

- Humedad: se presenta como humedad total, inherente o de equilibrio, superficial, agua de hidratación o agua de descomposición. Tiene importancia en contratos de compraventa, en evaluación y control de procesos industriales y en manejo y pulverización del carbón.
- Cenizas (Cz): residuo no combustible de origen orgánico e inorgánico.
- Materias volátiles (Mv): su contenido determina los rendimientos del coque y sus productos y es criterio de selección del carbón para gasificación y licuefacción.
- Carbono fijo (CF): es una medida de material combustible sólido y permite clasificar los carbones y definir los procesos de combustión y carbonización
- Azufre total (St): parámetro en la definición de gases tóxicos de los procesos de gasificación y licuefacción.
- Poder Calorífico (PC): representa la energía de combustión del carbono e hidrógeno y del azufre. Es el parámetro más importante en la definición de los contratos de compraventa de carbones térmicos y en la clasificación de los carbones por rango.

El transporte marítimo es necesario para movilizar los volúmenes de carbón desde los puertos de exportación hasta los centros consumidores que se encuentran en Europa, América del Norte, China y Japón.

Para el transporte del carbón los buques empleados se conocen como Dry Carrier o Graneleros estos son: barcos que se dedican al transporte de cargas secas a granel. Suelen ser de gran tamaño 388 000 dwt y pueden tener más de 300m de eslora. Son fácilmente identificables por tener una única cubierta corrida con varias escotillas

(normalmente impares) y unas correderas a uno o ambos lados por donde corren la tapa o tapas de las escotillas.

En Colombia los únicos limitantes para estas naves son los calados de los puertos, y el tamaño de los muelles; de hecho el único que puede satisfacer las necesidades de estos buques es Puerto Bolívar.

Los vehículos utilizados para el transporte terrestre de carga están estipulados en ley 769 de 2.002, la Resolución del Ministerio de Transporte N. 004100 del 28 de diciembre del año 2.004 y La Norma técnica colombiana NTC 4788 del 30-08-2000.

Tabla 98. Características del carbón colombiano por zonas

ZONA	HUMEDAD (%)	CENIZA (%)	MATERIA VOLÁTIL (%)	AZUFRE (%)	PODER CALORÍFICO BTU/lb
Antioquia	10,1	9,5	37,9	0,63	10,769
Boyacá					
Sogamoso - Jericó	5,20	11,60	35,40	1,40	12,401
Samacá - Ráquira	3,60	10,40	25,70	0,86	12,356
Paipa - Tunja	9,90	11,00	4,00	1,74	11,340
Cesar					
El Descanso	13,60	10,60	32,30	0,57	10,374
La Jagua	7,10	5,30	35,70	0,62	12,606
La Loma	10,30	5,60	36,80	0,59	111,616
Córdoba					
San Jorge	14,49	9,24	37,55	1,31	9,280
Cundinamarca					
Checua					
Lenguazaque	3,80	10,20	28,10	0,92	13,185
La Guajira					
Cerrejón Norte	11,9	7	33,4	0,7	11,770
Cerrejón Central	8,2	8,3	34	0,66	12,200
Norte de Santander					
Tasajero	2,6	7,7	33,7	0,85	13,925
Zulia Sur	3,4	11,9	35,3	1,27	12,967
Zulia Norte	3,7	9,2	37,6	0,95	12,602
Santander					
San Luís	2,7	25,9	28,1	1,76	10,913
Valle del Cauca	2,7	22,4	28,1	2,85	11,080

Fuentes: Empresa Colombiana de Carbón Ltda.-Ecocarbón, Plan de Desarrollo del Subsector Carbón 1999-2010, Anexo 1 Tabla No.2, Bogotá, diciembre de 1998 / LGT Perforaciones y Minería Ltda, 2004, Informe preliminar Reservas de carbón en Colombia, marzo 2004

Uno de los sectores productivos privilegiados para la implantación de estrategias de transporte multimodal es el sector minero. En este contexto, para las exportaciones por



el puerto de Buenaventura, se cuenta con la oferta de transporte del Ferrocarril del Oeste S.A., que comunicará desde La Felisa con los distritos mineros del sur de Antioquia y actualmente desde La Tebaida con los departamentos del eje cafetero y la minería de Cundinamarca y Boyacá⁵¹.

La localización y operación de la anunciada plataforma logística de Buga, promovida por DNP como prioritaria, y la estación del Tren del Oeste con base en Cali o Yumbo, brindan otra opción de intermodalismo para los productos de los distritos mineros del sur – occidente, siempre y cuando la intermodalidad camión – tren arroje beneficios al usuario, dada la corta distancia del tramo férreo; la oferta de intermodalidad del Tren del Oeste, podría superar las desventajas del re-manejo del material para los graneles y ser una buena opción de los servicios integrales para la carga general y los contenedores.⁵²

Actualmente las empresas productoras de carbón, cuentan con un amplio respaldo del gobierno para invertir en la explotación de carbón, debido a que el Estado colombiano, está interesado en divisas frescas que pueden entrar al país y para el fomento de esta actividad existe el fondo de fomento del carbón.

El FONDO DE FOMENTO DEL CARBÓN, es un sistema de manejo de recursos, cuyo objeto será financiar proyectos y programas de exploración, explotación, beneficio, transporte, embarque y comercialización del carbón. Igualmente tendrá por objeto financiar obras y programas de apoyo a la comunidad en los lugares de ubicación de los proyectos mineros de carbón y siempre que tales obras y programas estén directamente relacionados con éstos.

Además del fondo de fomento del carbón, también se encuentra FENALCARBÓN que es la federación nacional de productores de carbón, que es una asociación de los productores nacionales para defender sus intereses y negociar en bloque frente al gobierno nacional.

Entre todos los distritos mineros analizados en los que se produce carbón, el único que ha sido identificado con algún potencial generador de carga para el sistema de transporte del río Atrato es el de Amagá, localizado al sur del departamento de Antioquia y que cuenta con reservas medidas de 90 millones de toneladas y reservas indicadas de 225 millones de toneladas⁵³.

⁵¹ Ministerio de Minas y Energía. Contrato GC No. 70 de 2009. 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”

⁵² Ibíd.

⁵³ Unidad de Planeación Minero Energética – UPME. Plan de infraestructura de transporte y portuaria para el desarrollo minero en Colombia. Informe final módulo II, 2004.



Específicamente, los yacimientos de carbón se encuentran ubicados en la cuenca de Sinifaná. La parte antioqueña de la Zona Carbonífera de Antioquia – Antiguo Caldas, conocida hasta hace poco tiempo como Zona Carbonífera de Antioquia, tiene una superficie de 350 km², localizada al sur occidente de la ciudad de Medellín; se extiende por los municipios de Bolombolo, Venecia, Fredonia, Amagá, Angelópolis y Titiribí. Su límite natural, hacia el occidente, es el río Cauca a donde fluyen la quebrada Sinifaná y el río Amagá que drenan la región y hacia el oriente, la serranía que cruza por el Morro Toronjo.

El municipio de Amagá produce el 60,5% del carbón del distrito; le siguen en su orden los municipios de Titiribí y Venecia con 19,2 % y 11,5%, respectivamente. Las poblaciones del distrito están comunicadas con la capital del departamento por la Troncal del Café y por la carretera que se dirige de Amagá a Fredonia, Venecia y Bolombolo; esta área se encuentra cruzada por numerosas carreteras de penetración.

La Figura 99 ubica al distrito minero de Amagá en el contexto de la infraestructura de transporte existente, siendo importante destacar su posibilidad de integración con el río Magdalena en el nodo de Puerto Berrío hacia el océano Atlántico y su posible integración carretera hacia el puerto de Buenaventura.

Los carbones exportados desde el departamento de Antioquia, corresponden a las explotaciones del distrito de Amagá, que para el año 2009 reportaron despachos por Buenaventura para carbón térmico, del orden de 31.267 ton/año y algunos de coque por Cartagena, en una magnitud de 254 ton/año⁵⁴.

De acuerdo con los análisis realizados, el transporte interno a puerto desde el distrito minero de Amagá puede realizarse así⁵⁵:

- Transporte carretero: Ruta Amagá – La Pintada – Cerritos – Buga – Buenaventura, en una longitud de 497 kilómetros, con terreno montañoso y ondulado hasta Cerrito, plano desde este sitio hasta Buga y de allí hasta buenaventura por terreno ondulado y montañoso.
- Transporte intermodal: La concesión de la red férrea al Tren del Oeste, que llega hasta la Felisa con 498 kilómetros y proyecta comunicar a Bolombolo en Antioquia, abre la oportunidad de una alternativa intermodal para los carbones. Actualmente, es el terminal de la Sociedad Portuaria Regional de Buenaventura el que se conecta y usa la vía férrea, el Muelle 13 y Cemas estarían conectado con la línea férrea. Aguadulce podría comunicarse con el ferrocarril con un tramo complementario carretero, previa una estación de transferencia.

⁵⁴ Ministerio de Minas y Energía. Contrato GC No. 70 de 2009. Op. Cit.

⁵⁵ *Ibíd.*

- Puertos de embarque: Los terminales de la Bahía de Buenaventura, son actualmente la oferta portuaria para estos carbones. En Buenaventura solo existen 3 sitios de atraque en todo el complejo portuario: El muelle 2 de SPRBUN, el Muelle 13 de Grupo Portuario y el Muelle de Cemas. Ninguno de estos terminales son especializados en carbón y su capacidad de almacenamiento es limitada.

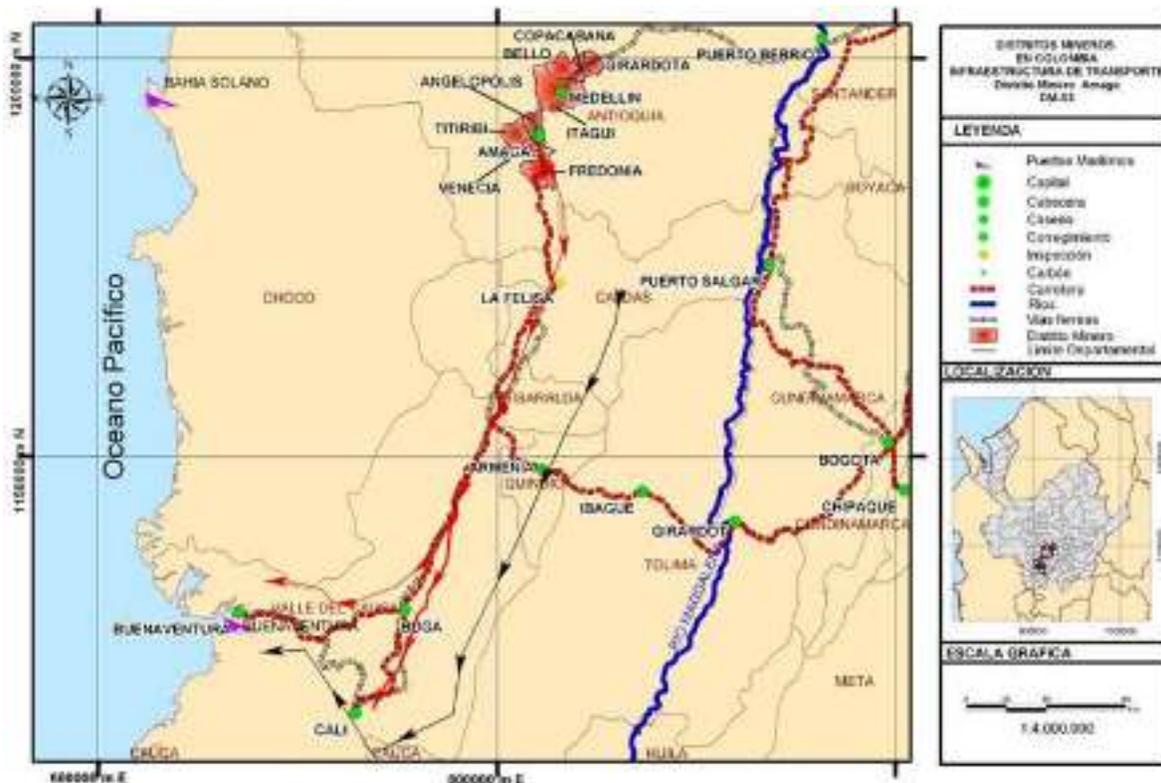


Figura 99. Infraestructura de transporte del Distrito minero de Amagá

Fuente: UPME, 2004

No obstante, de contar con el equipamiento necesario, el nuevo sistema de transporte intermodal propuesto sería una alternativa de transporte razonable como ruta de exportación hacia los mercados europeos del carbón de esta zona del país. Ahora bien, como se trata de un mineral que actualmente no se explota en forma intensiva en el distrito de Amagá, sería poco probable, al menos en el corto y mediano plazo, que el carbón proveniente de allí haga parte de los productos a ser movilizados por el río Atrato.

A pesar de lo expuesto, se presentan a continuación algunos aspectos logísticos de importancia que se deben tener en cuenta en caso de que las condiciones para su explotación, transporte y exportación sean favorables en el largo plazo.



El régimen aduanero del carbón es similar al de cualquier producto que se exporta, se realizan las mismas actas que se firman para realizar la exportación de cualquier producto en estas actas se certifica cual es la cantidad y la calidad del carbón.

Además los productores deben pagar regalías que son una compensación que realizan las empresas productoras, a los municipios que son productores, municipios por los cuales se transporta el carbón y municipios por los cuales se exporta el carbón.

En el país el sistema logístico (Cadena) del carbón puede explicarse en las siguientes etapas:

- Exploración - reservas y calidades.

Esta fase del sistema logístico consiste en la búsqueda del yacimiento carbonífero cuyas características geológicas, tales como potencialidad y calidad, serán juzgadas.

- Explotación - desarrollo y montaje, preparación y producción.

Después de determinar la factibilidad económica se pasa a la fase de explotación, que se divide en:

- Desarrollo del proyecto, que es el montaje de la infraestructura (vías de acceso, obras de infraestructura, servicios a la mina)
- Preparación del terreno a explotar (delimitación de áreas dentro del yacimiento, bancos, niveles, sub-niveles) y finaliza con el
- Arranque de la producción en mina.

Esta extracción se realiza por diferentes métodos, según las condiciones del yacimiento carbonífero, los más usados son: Minería a cielo abierto y Minería por Galerías.

La minería a cielo abierto consiste en la remoción de grandes volúmenes de suelos para después procesarlos; es adecuada cuando los yacimientos son superficiales y están dispuesto en forma de mantas en grandes extensiones como es el caso del Cerrejón y La Loma. La minería subterránea es adecuada para yacimientos muy profundos, las galerías se excavan siguiendo la dirección que llevan las vetas del mineral en el subsuelo.

También se destaca que de acuerdo a las regiones existe un grado de tecnificación que determina la producción, por ejemplo en la Costa Atlántica predomina la minería a cielo abierto tecnificada y a gran escala mientras que en el interior del país prevalecen las explotaciones poco tecnificadas y bajo tierra.



- Beneficio - clasificación y lavado del carbón.

Esta fase de la etapa es el conjunto de actividades y necesarias para el mejoramiento de las condiciones físicas del carbón que permitan adecuarlo a determinados usos y un mejor transporte. Las etapas son las siguientes:

- Separación: división de carbones con cualidades diferentes dispuestos en mantos o vetas contiguas, por lo general se hace dentro de la mina.
 - Selección o clasificación manual: sustracción manual de rocas adyacentes, intercalaciones al manto o impurezas que puedan acompañar el carbón al ser extraído de la mina.
 - Trituración y quebrantamiento: reducción de las dimensiones de los fragmentos de carbón extraído como parte de una clasificación por tamaño que además es útil para su transporte o para cumplir con requisitos exigidos en el mercado. En este proceso se utilizan sistemas mecánicos hechos por trituradoras de mandíbula y martillo tales como: comprensión, rodadura, impacto, fricción, desgaste o rozamiento.
 - Tamizado o clasificación por tamaño: clasificación del material mediante mallas que controlan el paso del material según el tamaño.
 - Lavado: disminución del porcentaje de cenizas e impurezas para minimizar los impactos ambientales negativos asociados con la combustión del carbón. El proceso puede ser en húmedo, según tamaño y forma, o en seco, según las diferencias en densidad y fricción.
 - Secado: disminución de humedad mediante calentamiento mecánico del carbón.
 - Mezcla de carbones: combinación y homogeneización de carbones con diferentes propiedades para que la mezcla cumpla los requisitos del mercado.⁵⁶
- Transformación, en la producción de coque y otros procesos.

Consiste en la serie de operaciones fisicoquímicas que se le realizan al material en bruto con el objetivo de obtener productos aptos para el consumo, un ejemplo de la transformación es la destilación de carbón para producir coque, gas, amoníaco y brea entre otros.

- Transporte desde la mina hasta el sitio de beneficio y los patios de acopio.

El carbón es transportado por tierra desde la mina en volquetas de 10 ton, doble-troques de 20 ton y tracto-camiones de 52 ton. En otros casos es, movilizado por barcas o por vías férreas.

⁵⁶ Tomado de : La Cadena del Carbón en Colombia; UPME; pag38



- Transporte, comercialización, distribución y usos.

Una vez llevado a los patios de acopio, las plantas de beneficio, consumidores internos y a los puertos de embarque para su posterior exportación. Este es movilizado por bandas transportadoras, cables aéreos y tolvas.

El transporte de carbón entre Antioquia y el Valle del Cauca se efectúa a través de la carretera Amagá – Bolombolo – Cali (444 km); un pequeño volumen anual de la producción se exporta a través de Buenaventura. El corredor puede dividirse en cuatro tramos: Amagá – Bolombolo – La Paila (304 km), La Paila – Buga (61 km), Buga – Cali (65 km) y Buga – Buenaventura (118 km).

El primer sector, hasta La Pintada, atraviesa terreno montañoso y ondulado. A partir de La Pintada el terreno se vuelve ondulado y plano. Todos los tramos se encuentran pavimentados. Entre la Paila y Buga está en operación una concesión administrada por la Gobernación del Valle del Cauca; la carretera incluye dos calzadas unidireccionales; en el resto de tramos, todos los sectores están conformados por carreteras bidireccionales con dos carriles. El 43% del recorrido es en terreno plano, el 26% en terreno montañoso y el 31% en terreno montañoso.

Finalmente, en el transporte de carbón no se utiliza por lo general ningún tipo de embalaje, se deposita suelto en el vehículo en el que se van a transportar.

4.7.2. Banano

Las comercializadoras han desarrollado en la zona de Urabá, ante la falta de un puerto de embarque, un sistema de transporte mediante canales fluviales que comunican los lugares de embarque (Zungo y Nueva Colonia), con ríos que desembocan en el Golfo de Urabá, reduciendo los costos que implica usar instalaciones portuarias y evitando los sobre costos normales en los que se incurre en muelles de embarque tradicionales. A través de los canales fluviales se transporta la fruta en bongos o botes, los cuales son arrastrados por remolcadores fluviales o marítimos hasta el buque para ser cargados en alta mar.

El buque se carga de acuerdo con el plan de estiba; los pallets son subidos a las bodegas refrigeradas con las grúas del buque. El tiempo promedio para llenar un buque con capacidad de 240.000 cajas es de dos días.

Las comercializadoras contratan buques para el transporte internacional, bajo la modalidad de arrendamiento por tiempo (*time charter party*) los cuales descargan la fruta en bodegas propias en países como Estados Unidos. Una vez en el país de destino, la fruta es distribuida por empresas filiales de las comercializadoras, las cuales lo suministran a las cadenas de supermercados y en menor medida a los mayoristas.

Las exportaciones colombianas en el 2011 ascendieron a US\$56.954 millones, un 43,03% superiores a lo observado en el año 2010, cuando fueron de US\$39.819 millones. Las tradicionales alcanzaron US\$39.786 millones, mientras que en el año 2010 fueron de US\$25.351 millones, observando un crecimiento del 56,94%. Las exportaciones no tradicionales por su parte crecieron en 18,66%, al pasar de US\$14.468 millones en el año 2010 a US\$17.168 millones en el 2011. Dentro de estas, las exportaciones correspondientes al sector agropecuario, crecieron un 5,45%, toda vez que pasaron de US\$2.147 millones a US\$2.264 millones. El banano colombiano de exportación, incluyendo el plátano, participó con el 1,36% de las exportaciones totales, el 4,51% de las no tradicionales y el 34,16% de las agropecuarias sin café.

El volumen de exportaciones colombianas de banano ha mantenido una tendencia creciente en los últimos años, con un comportamiento estacional que ubica al mes de septiembre como el periodo de mayor volumen de exportación. La Tabla 99 muestra una comparación entre los años 2010 y 2011, para cada mes.

Tabla 99. Volumen de exportaciones colombianas de banano (cajas de 18.14 kg)

Mes	2011		2010	
	Volumen	Valor	Volumen	valor
Enero	7,154,594	61,008,047	6,806,895	52,190,039
Febrero	6,604,663	56,150,689	7,047,984	54,206,794
Marzo	7,915,751	66,390,049	8,280,554	64,766,640
Abril	6,227,834	53,276,688	7,648,589	56,695,616
Mayo	6,980,934	58,093,707	7,068,125	55,024,668
Junio	8,438,288	63,085,071	7,199,222	56,962,418
Semestre I	43,322,064	358,004,251	44,051,369	339,846,175
Julio	6,867,658	50,567,053	5,375,874	41,220,282
Agosto	8,133,249	59,556,133	8,643,638	61,538,091
Septiembre	11,448,006	83,498,865	12,279,943	86,070,834
Octubre	8,934,803	67,731,063	8,874,910	60,147,560
Noviembre	7,418,936	55,993,088	8,082,585	58,937,895
Diciembre	8,098,873	61,073,576	8,556,474	65,897,068
Semestre II	50,901,525	378,419,778	51,813,424	373,811,730
TOTAL	94,223,589	736,424,029	95,864,793	713,657,905

FUENTE: Coyuntura Bananera 2011. AUGURA

Se puede observar que el segundo semestre de cada año el volumen de exportaciones colombianas de banano es mayor, en comparación con el primer periodo semestral. Por zona de exportación (Tabla 100) se puede ver que la zona de Urabá participa con



el 75% del volumen total de exportaciones mientras que la zona de Santa Marta representa el 25% restante.

Tabla 100. Exportaciones colombianas de Banano por Zonas de Exportación
(Volumen y valor en Miles)

Año	URABÁ					
	Volumen	Participación	Valor	Participación	Área	Participación
2008	75,356	75.26%	510,072	75.45%	32,500	74.71%
2009	71,745	74.15%	533,308	75.58%	33,500	72.04%
2010	71,948	75.05%	534,662	74.92%	33,500	72.83%
2011	70,637	74.97%	548,886	74.53%	34,800	73.35%
Año	SANTA MARTA					
	Volumen	Participación	Valor	Participación	Área	Participación
2008	24,777	24.74%	166,008	24.55%	11,000	25.29%
2009	25,008	25.85%	172,310	24.42%	13,000	27.96%
2010	23,917	24.95%	178,996	25.08%	12,500	27.17%
2011	23,587	25.03%	187,539	25.47%	12,643	26.65%

FUENTE: Coyuntura Bananera 2011. AUGURA

La principal comercializadora de banano en el país es UNIBAN que participa con más del 40% del mercado, seguida por BANACOL y BANASAN. La Tabla 101 resume la participación en el mercado de cada una de las comercializadoras que existen en el país.

Tabla 101. Exportaciones colombianas de Banano por comercializadora

Comercializadora	2009	partic.	2010	partic.	2011	partic.
UNIBAN	40,306,925	41.66%	40,156,806	42.37%	39,505,822	41.93%
BANACOL	22,987,333	23.76%	23,776,126	25.09%	17,790,999	18.88%
BANUR	1,692,883	1.75%	935,702	0.99%	1,309,907	1.39%
CONSERBA	3,972,490	4.11%	3,636,992	3.84%	3,554,613	3.77%
TECBACO	8,114,924	8.39%	7,144,299	7.54%	6,401,573	6.79%
BANAFRUT	6,220,273	6.43%	6,429,922	6.78%	6,845,160	7.26%
BANASAN	5,029,351	5.20%	3,761,409	3.97%	10,128,000	10.75%
Tropical	6,057,820	6.26%	5,721,904	6.04%	5,596,472	5.94%
BANARICA	1,070,722	1.11%	1,586,849	1.67%	1,326,545	1.41%
Otros	1,300,351	1.34%	1,620,043	1.71%	1,764,500	1.87%
Total	96,753,072	100%	94,770,052	100%	94,223,591	100%

FUENTE: Coyuntura Bananera 2011. AUGURA

Por país de destino (Tabla 102) más del 75% de la producción se dirige hacia la Unión Europea con un volumen de exportación predominante hacia Bélgica, Italia, Reino Unido y Alemania. La exportación hacia Estados Unidos representa el 22% del total, en tanto que otros destinos como Japón, Aruba y Costa Rica no exhiben valores significativos.

Tabla 102. Exportaciones colombianas de Banano por país de destino

País	Volumen	Participación
Alemania	11,387,127	12.09%
Aruba	75,346	0.08%
Bélgica	28,289,463	30.02%
Costa Rica	31,743	0.03%
España	14,477	0.02%
Holanda	953,633	1.01%
Irlanda	795,782	0.84%
Italia	15,206,161	16.14%
Japón	181,963	0.19%
Mediterráneo	2,247,841	2.39%
Portugal	19,132	0.02%
Reino Unido	14,269,087	15.14%
U.S.A	20,751,837	22.02%
Total	94,223,592	100.00%
Total U.E.	70,934,862	75.28%

FUENTE: Coyuntura Bananera 2011. AUGURA

Al cierre de diciembre de 2011, según datos recopilados en el ICA, había 34.800 hectáreas en producción en esta zona, 1.300 hectáreas más que en el año 2010. La productividad promedio en esta zona fue de 2.030 cajas por hectárea, notándose una caída frente al 2010, cuando fue de 2.148 cajas por hectárea, a causa de la ola invernal.

Claramente las potencialidades para la exportación del banano y el plátano por el futuro puerto marítimo-fluvial dependen en parte de la eficiencia como se esté exportando actualmente este producto. Al respecto, se encuentra que en el golfo de Urabá existe un embarcadero y un canal artificial que empata con la desembocadura del río León y después con el mar.

La operación se hace por medio de barcazas o planchones halados que viajan desde y hacia los barcos fondeados. La idea es superar ese sistema para que los buques carguen en la costa; a eso le apunta el sector privado y la nación para contar con un proyecto de aguas profundas.



Con base en la información recopilada con respecto al puerto, se logró establecer que la carga de banano y plátano es empacada en cajas de cartón en Pallett y en Container, traídos desde los embarcaderos de las distintas Compañías Bananeras ubicados en los canales de Zungo y Nueva Colonia, en bongos halados por remolcadores hasta la zona de cargue frente a la desembocadura del río León en tiempo de invierno, la cual queda a una distancia aproximada entre 4 y 7 millas náuticas dependiendo del embarcadero, o a la Zona de cargue frente al río Leoncito en épocas de verano, la cual está a una distancia aproximada entre 8 y 13 millas náuticas, el mismo procedimiento se realiza para el descargue de Insumos, que por el contrario son llevados a los distintos embarcaderos de las Compañías Bananeras.

Las embarcaciones por lo general son de bandera colombiana, una vez arriban al puerto atracan en el muelle de la estación de guardacostas a la espera de la visita oficial, de no presentar ninguna novedad posteriormente fondea frente a dicho muelle para empezar la maniobra de descargue, la cual se realiza a través de embarcaciones de madera con motores fuera de borda, las que se encargan de llevar las mercancías a tierra para ser distribuidas en las distintas bodegas.

En cuanto a la carga nacional, se moviliza por tres tipos de embarcaciones de bandera colombiana, la gran mayoría con tonelajes inferiores a 200 TRB, debido a esto y a la carga que transportan, así mismo es su sistema de cargue y descargue y las diferentes infraestructuras portuarias utilizadas, para mejor comprensión se describen individualmente el tipo de maniobra que realizan dichas embarcaciones en el puerto de Turbo y la carga que movilizan incluido sus puertos.

A pesar del interés por contar con un puerto de aguas profundas para este tipo de maniobras, la forma como se efectúa el procedimiento de cargue de banano y plátano parece eficiente y no implica mayores costos, distintos a los de las embarcaciones que se desplazan hacia la zona de fondeo de los buques. Así las cosas, parece poco probable que el nuevo puerto marítimo-fluvial propuesto logre captar inicialmente carga de este producto de exportación.

4.7.3. Madera

La madera es un producto pesado y voluminoso dependiendo de la presentación. La unidad de unitarización es el metro cúbico, a pesar de que al ser comprado en el mercado la unidad es pies cúbicos. Los dos modos de transporte que más movilizan este producto son el modo terrestre y el fluvial. El modo terrestre tiene capacidad de movilizar 24 m³ en camiones de configuración 3S3. En el modo fluvial la madera se moviliza en barcas con configuración R-2B-2B con capacidad neta de carga de 200 m³.



La producción de madera puede hacerse a partir de la explotación de bosque natural o de plantaciones forestales. Cuando se hace a partir de estas últimas, se identifican las siguientes actividades genéricas: Determinación del uso de la madera, selección de especies, recolección de semillas, construcción del vivero de árboles (selección de planta), siembra o plantación (preparación del terreno para reforestar, trazado, ahoyado), manejo silvicultural de la plantación (mantenimiento: limpia, poda, entresaque, troceado y desrame, etc.) y producción madera en pie (15 o 20 años).

A partir de la madera en pie, ya sea de bosque natural o plantado, se procede a la tumba de los árboles, con el fin de extraer la madera en rollo, cuyo tamaño de la troza dependerá de su destino industrial. Luego se procede a su aprovechamiento y transporte (por vía fluvial o terrestre) a borde de carretera y de allí se transporta hasta descargar en patio de planta. De aquí en adelante la madera obtenida se destina a los diferentes usos, conformándose distintos encadenamientos dependiendo de los bienes finales que se proyecte producir.

El desconocimiento de la actividad, el inadecuado manejo forestal y las limitaciones en infraestructura y en la adaptación de nuevas tecnologías, entre otros, contribuyen a explicar los bajos rendimientos obtenidos en la explotación de la madera. De igual forma esta se mide en unidades de $m^3/Ha/año$ las cuales son muy variables, dependiendo de la especie plantada y tipo de suelo.

La cadena de madera está conformada por los siguientes eslabones: artículos diversos, chapas, colchonería, estructuras y accesorios para la construcción (incluye pisos y techos), madera aserrada, madera inmunizada, manufacturas de corcho, muebles en mimbre, muebles para el hogar, muebles para oficina y uso industrial, residuos, tableros aglomerados y tableros contrachapados.

El proceso de producción de la cadena madera y muebles de madera se origina en las plantaciones forestales y en los bosques naturales explotados en su mayoría sin ningún control. Las dos fuentes de materia prima son los bosques nativos y las plantaciones forestales. Estas fuentes, sin embargo, no hacen parte de este análisis.

De los bosques nativos y las plantaciones forestales se obtienen las trozas o también denominadas maderas en bruto, procesadas por los aserraderos y convertidas en maderas aserradas o chapas, que posteriormente serán utilizadas en la construcción o fabricación de muebles, tableros, puertas, pisos y techos, artículos de madera y corcho, entre otros

En Colombia, la producción de madera en rollo industrial es muy limitada y se relaciona con el nivel de los recursos forestales. La demanda interna de productos por los

diferentes sectores que aprovechan y emplean la madera, se distribuye de la forma en que se registra en la Figura 100.

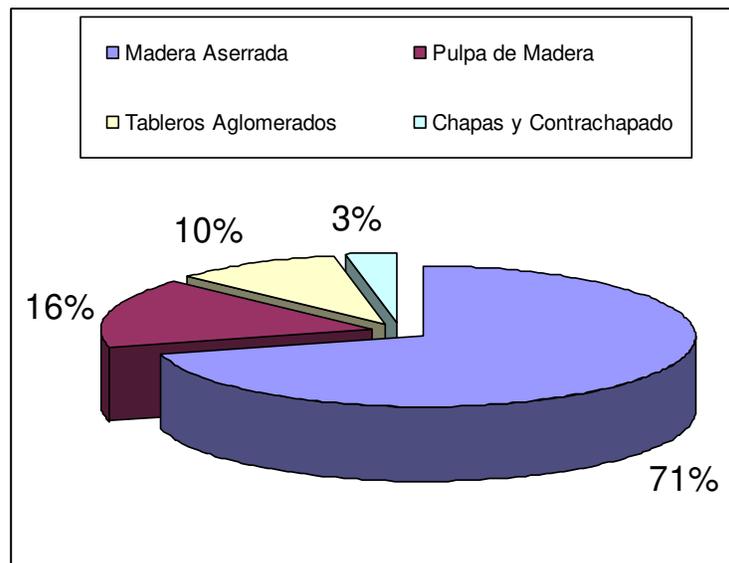


Figura 100. Distribución de la demanda anual de madera en Colombia

Fuente: Características y estructuras del sector forestal-madera-muebles en Colombia, 2008

- Madera en Rollo Industrial

Madera en bruto. Madera en estado natural, tal como se corta o cosecha de otra manera, con o sin corteza, rolliza, partida, escuadrada en bruto o en otras formas. Abarca toda la madera extraída, es decir, las cantidades tomadas de los bosques y de árboles fuera del bosque, incluyendo la madera recuperada del desmonte natural y de pérdidas de explotación. Según la FAO, Colombia ocupa el puesto 59 como productor de madera en rollo industrial en el mundo y participa apenas con el 0.1% del total de la producción mundial.

- Madera Aserrada

El comercio relacionado con este producto manifiesta la presencia de un gran número de intermediarios (comisionistas, transportadores, distribuidores, etc.) desde el corte del árbol hasta que se entrega al consumidor, lo que ha hecho que su producción se base casi enteramente en el bosque natural, pues los márgenes apenas alcanzan si se parte de un costo de materia prima igual a cero.

El principal destino de la madera aserrada producida en Colombia es el mercado interno. En términos de volumen, la balanza comercial de este producto ha sido deficitaria la mayor parte de la década alcanzando porcentajes muy bajos de consumo aparente en cada año.



- Chapas y Tableros de madera

En la producción de tableros de partículas la consecución de la madera, la mano de obra y por supuesto los insumos para el pegado de las partículas que constituyen el tablero, son los costos más representativos. En la producción de chapas y tableros de madera los fabricantes tienen preferencia por especies madereras conocidas, por las cuales están dispuestas a pagar mejores precios, en vez de experimentar con especies nuevas.

- Muebles de madera

En Colombia es difícil hablar de industria del mueble, pues con excepción de siete (7) empresas con entre 300 y 500 empleados cada una, el subsector lo conforman pequeños talleres de menos de cinco empleados de carácter semi-industrial o artesanal.

Se resalta el hecho de que las capitales de fabricación de muebles no están asociadas a los principales centros de producción de materia prima (en bruto o aserrada), como el pacífico y los llanos. En estos centros productivos de madera aserrada no se cuenta con establecimientos de fabricación de productos con valor agregado, como muebles, o aun su estado anterior, es decir, sitios especializados de secado. El rezago en el desarrollo regional de la industria produce incrementos en los costos de los subproductos, del transporte, en la intermediación y además reducciones en los márgenes de rentabilidad y competitividad.

La mano de obra ocupa un poco más de un cuarto de la inversión, que al ser no calificada, se traduce en exceso de empleados, de muy baja productividad y a los cuales se les pagan salarios bajos. Los bajos porcentajes dedicados a gastos de energía y depreciación, señalan mínima mecanización en la producción, corroborando el hecho de que la maquinaria no es uno de los fuertes de la industria y mucho menos la modernización y la tecnificación.

Sobre estas condiciones de destecnificación y exceso laboral, la cadena productiva de la madera termina su ciclo de producción, siendo rentable porque se extrae plusvalor del empleado pero no excedentes (utilidades) del capital, lo que se constituye en una enorme diferencia estructural con otros sectores de la economía nacional y totalmente opuestos a las condiciones de competitividad sectorial de los países competidores en el mercado mundial

La cadena logística de la madera inicia de dos maneras: explotación de bosques naturales, o proceso de siembra, sostenimiento y tala de plantaciones forestales y finaliza con la entrega del producto a grandes industrias que utilizan los productos

como materia prima o al usuario final. La Tabla 103 muestra la cantidad de madera por tipología que se importa y exporta de Colombia, así como la cantidad de producción, siendo claro que la mayor parte de la madera producida es para consumo nacional.

Tabla 103. Volumen de madera en importaciones y exportaciones 2011

Madera Tipo	Actividad	Unidad	Cantidad
Madera en Rollo	Exportación	1000 m ³	17.75
Madera Aserrada	Exportación	1000 m ³	20.48
Chapa	Exportación	1000 m ³	0.00
Contrachapada	Exportación	1000 m ³	2.57
Madera en Rollo	Importación	1000 m ³	0.08
Madera Aserrada	Importación	1000 m ³	2.08
Chapa	Importación	1000 m ³	2.46
Contrachapada	Importación	1000 m ³	47.02
Madera en Rollo	Cantidad de producción	1000 m ³	3,615.00
Madera Aserrada	Cantidad de producción	1000 m ³	525.00
Chapa	Cantidad de producción	1000 m ³	2.00
Contrachapada	Cantidad de producción	1000 m ³	63.00

FUENTE: Organización Internacional de las Maderas Tropicales. ITTO, 2012

El principal destino de los productos colombianos de madera y muebles de madera es Estados Unidos, a donde se dirige el 30% de las exportaciones totales de la cadena. Le siguen en importancia Venezuela, Panamá y Puerto Rico. Cabe resaltar que la mayor parte de ingresos debido a las exportaciones corresponde a los muebles de madera con un 58% del total exportado, de los cuales su principal destino es el mercado de Estados Unidos.

La producción nacional de la cadena de la madera y muebles de madera se utiliza principalmente para proveer el mercado doméstico. Sin embargo, los eslabones de artículos diversos y muebles para oficina y de uso industrial destinan casi la mitad de su producción hacia otros países.

Al hablar de productos de la madera, no se puede establecer una estacionalidad del producto por épocas del año, debido a que son de consumo masivo dado la utilización de los mismos por parte de los consumidores finales y de industrias.

Los mayores centros de explotación de la madera se encuentran en regiones de difícil acceso, sea en plantaciones forestales o bosque natural, es por esto que en la mayoría de los casos, la madera es sacada por medio fluvial hasta un destino donde pueda ser montada a los vehículos de carga, en otros casos es transportada por animales de carga hasta el borde de la carretera donde se hace la carga en el vehículo.



Un sitio de gran explotación se encuentra en el Noroccidente Antioqueño, región de la cual está encargada CORANTIOQUIA, se caracteriza por movilizar madera hacia el departamento de Caldas (Manizales), Risaralda, Cundinamarca (Bogotá) y la ciudad de Medellín.

El departamento del Valle del Cauca, uno de los principales consumidores de madera se abastece de los departamentos del Cauca, Risaralda, Quindío y Antioquia principalmente. Cabe resaltar que el transporte de la madera se realiza en camiones primordialmente doble-troques y tracto-camiones.

El área ocupada por bosques naturales se concentra en la Amazonía (70%), la zona Andina (12.8%), la Orinoquía (10.3%), la zona Pacífico-Atrato (6.5%) y el Caribe (0.6%). Sin embargo, el uso económico de los bosques naturales está limitado por la necesidad de su conservación.

Tomando como referencia el departamento del Chocó, se sabe que la mayor parte de la madera sale por río hasta Cartagena donde es movilizada luego por camiones hacia la Costa Atlántica específicamente hacia Barranquilla, otra parte de la madera es recogida por los camiones al borde de carretera y sacada hacia el departamento de Risaralda, Valle del Cauca y Antioquia.⁵⁷

Las potencialidades en la explotación y comercialización de madera en el Chocó son inciertas debido a la reducción en la movilización maderera que se explica en la restricción del corte de madera a colonos y personas sin títulos de propiedad sobre la tierra, quedando la explotación a cargo de resguardos indígenas y propietarios comunales de las regiones.

No obstante, la mayor producción maderera en el Chocó se localiza en el municipio de Riosucio con una participación cercana al 50% de la producción total, así que cualquier desarrollo adicional en el sector maderero podría tener incidencia en la ocupación del río aguas debajo de esta población.

En la actualidad, el mayor producto de exportación del Chocó es la madera en bruto, descortezada, desalburada o escuadrada, que para el año 2009 representó 2,183.60 miles de dólares FOB, manteniéndose en la actualidad en un nivel de 2,095.50 miles de dólares FOB.

Por último, son precisadas algunas características básicas del producto. La madera varía entre moderadamente pesada y relativamente blanda (en climas húmedos) a

⁵⁷ Universidad Nacional de Medellín. “Monografía de la madera”. Estudio de transporte de carga para Colombia, 2008.



moderadamente dura (en climas subhúmedos), con una densidad específica de 0.55 a 0.80 g/cm³. Su textura fina, algo áspera y uniforme.

En muchos casos adyacentes a las riveras de los ríos la madera es dejada en el sitio donde se cortó por las dificultades de la manipulación de las trozas, esperando a que suba la madera para poder ser transportada aguas abajo. En otros casos simplemente es llevada al borde de la carretera y dejada allí, hasta que llegue un vehículo de carga por ella. En los principales aserríos ubicados en las principales ciudades del país es almacenada en bodegas, si se cuenta con ellas, o en patios adyacentes a la fábrica.

4.8. ANÁLISIS DE CARGA DE COMPENSACIÓN

Resulta claro que los principales departamentos usuarios potenciales del corredor analizado serían Chocó, Antioquia, Quindío, Risaralda y eventualmente la ciudad de Bogotá que concentra la actividad del departamento de Cundinamarca.

Como la vocación del corredor se relaciona con el transporte de carga, en especial el de contenedores, es necesario evaluar en primera instancia la posibilidad de compensar los flujos de exportación con el movimiento hacia el interior de contenedores llenos.

Como se observa en la Tabla 104, Cundinamarca concentra el mayor volumen de contenedores llenos de importación.

Tabla 104. Participación geográfica del mercado nacional de importación de contenedores llenos

Departamento de Destino	Año 2011	%	Año 2010	%	2010-2011	% 2010-2011
CUNDINAMARCA	237.558	58,6%	230.456	63,4%	7.102	3,1%
ANTIOQUIA	58.277	14,4%	44.09	12,1%	14.187	32,2%
COSTA ATLÁNTICA	43.663	10,8%	32.91	9,1%	10.753	32,7%
VALLE	43.149	10,6%	36.35	10,0%	6.799	18,7%
EJE CAFETERO	10.948	2,7%	9.518	2,6%	1.43	15,0%
CAUCA	5.079	1,3%	4.995	1,4%	84	1,7%
SANTANDERES	3.089	0,8%	3.148	0,9%	-59	-1,9%
OTROS	3.959	1,0%	1.844	0,5%	2.115	114,7%
TOTAL	405.722	100,0%	363.311	100,0%	42.411	11,7%

Fuente: SISMAR - Quintero Hermanos, 2012

Nota: Incluye Sociedades Portuarias y Muelles Homologados de Servicio Público



Sin embargo, la participación agregada de Antioquia y el Eje Cafetero alcanzan un total de 69,225 contenedores llenos al año, que podrían ser equivalentes a un poco más de 2 millones de toneladas al año. Obviamente, dadas las ventajas en términos de costo del corredor analizado se considera factible atraer parte de estos flujos de importación.

Analizando las importaciones de los principales departamentos en el área de influencia del corredor se encuentra que, en el caso de Chocó representan un renglón importante los equipos de construcción, tal como se desprende del análisis realizado sobre la Tabla 105.

Tabla 105. Principales productos de importación CHOCÓ (2010 – julio 2012)
(Miles de US\$ CIF)

Partida	Descripción *	Enero-diciembre		Enero-julio	
		2010	2011	2011	2012
8429	Topadoras frontales («bulldozers»), topadoras angulares («angledozers»),	400.30	291.60	0.00	105.00
8546	Aisladores eléctricos de cualquier materia.	0.00	0.00	0.00	35.10
3924	Vajilla y artículos de cocina o de uso doméstico y artículos de higiene o t	49.90	21.20	2.10	18.20
8409	Partes identificables como destinadas, exclusiva o principalmente, a los	0.00	33.20	33.20	17.80
9401	Asientos (excepto los de la partida 94.02), incluso los transformables en c	8.10	0.80	0.00	13.80
8513	Lámparas eléctricas portátiles concebidas para funcionar con...	0.00	2.30	2.30	7.90
3919	Placas, láminas, hojas, cintas, tiras y demás formas planas, autoadhesivos	0.00	0.60	0.60	7.70
9506	Artículos y material para cultura física, gimnasia, atletismo, demás deportes	0.00	0.00	0.00	6.10
9403	Los demás muebles y sus partes.	20.10	3.70	0.00	5.20
9608	Bolígrafos; rotuladores y marcadores con punta de fieltro u otra punta poro	0.00	0.00	0.00	4.60
9503	Triciclos, patinetes, coches de pedal y juguetes similares con ruedas	0.00	0.00	0.00	4.30
3506	Colas y demás adhesivos preparados	0.00	2.60	2.60	3.60
9603	Escobas y escobillas, cepillos, brochas y pinceles	0.00	0.00	0.00	3.30
4819	Cajas, sacos (bolsas), bolsitas, cucuruchos y demás envases de papel	0.00	0.00	0.00	2.30
8213	Tijeras y sus hojas.	0.00	0.20	0.20	1.90
	Subtotal principales productos	478.40	356.20	41.00	236.80
	Participación %	53.40%	23.30%	3.54%	93.10%
	Total Importaciones CHOCÓ	895.88	1,528.76	1,158.85	254.35

Fuente: DIAN, 2012



Aunque las cuantías que representan la importación en el departamento de Chocó no son muy importantes, en comparación con los datos de otros departamentos con mayor actividad industrial, comercial y de servicios, se puede ver que la importación de muebles y sus partes, así como la importación de artículos de uso doméstico son partidas con importancia relativa en el contexto departamental.

Con respecto al departamento de Antioquia (Tabla 106) se puede observar que las principales partidas de importación están relacionadas con automotores, en especial motocicletas y en menor proporción vehículos para transporte de mercancías y tractores.

Tabla 106. Principales productos de importación ANTIOQUIA (2010 – julio 2012)
(Miles de US\$ CIF)

Partida	Descripción *	Enero-diciembre		Enero-julio	
		2010	2011	2011	2012
9801	Motocicletas (incluso con pedales) y ciclos con motor auxiliar, con sidecar	224,391.60	348,363.80	182,852.80	228,719.30
8802	Las demás aeronaves (por ejemplo: helicópteros, aviones); vehículos espaciales	10,646.50	77,891.40	13,434.20	210,237.70
1005	Maíz.	278,924.00	315,753.00	208,137.90	159,692.70
8704	Vehículos para transporte de mercancías.	80,569.30	162,887.50	67,588.70	126,683.20
2304	Tortas y demás residuos sólidos de la extracción del aceite de soja (soya)	140,679.80	173,887.80	114,666.10	89,842.00
8701	Tractores (excepto las carretillas tractor de la partida 87.09).	22,236.90	171,324.30	42,543.50	82,674.10
4011	Neumáticos (llantas) nuevos de caucho.	65,285.90	89,781.90	47,542.70	58,214.40
8517	Teléfonos, incluidos los teléfonos móviles (celulares) y los de otras redes i	38,126.60	77,032.80	26,168.90	56,752.60
3907	Poliacetales, los demás poliéteres y resinas epoxi, en formas primarias; p	90,274.70	127,407.00	70,722.70	52,413.00
8429	Topadoras frontales («bulldozers»), topadoras angulares («angledozers»)	58,427.90	109,756.10	60,844.80	49,279.10
3901	Polímeros de etileno en formas primarias.	58,847.40	73,118.00	42,133.60	42,913.60
1007	Sorgo de grano (granífero).	26,052.20	80,442.90	48,453.60	40,746.80
7208	Productos laminados planos de hierro o acero sin alear, de anchura superior	35,877.70	73,568.20	41,171.90	40,224.00
7209	Productos laminados planos de hierro o acero sin alear, de anchura superior	93,825.10	84,716.30	57,360.10	39,979.90
5201	Algodón sin cardar ni peinar.	101,387.50	135,928.20	107,891.50	37,190.60
	Subtotal principales productos	1,325,553.10	2,101,859.20	1,131,513.00	1,315,563.00
	Participación %	27.36%	31.26%	31.32%	31.84%
	Total Importaciones ANTIOQUIA	4,844,489.00	6,723,579.20	3,612,360.30	4,132,181.50

Fuente: DIAN, 2012

Se observa que el maíz también constituye un importante renglón junto con los derivados del procesamiento de la soya, sorgo y algodón, entre otros productos y subproductos de menor importancia. Sin duda el producto de importación más



importante para el departamento de Antioquia es el maíz, seguido por la importación de automotores.

En el departamento de Quindío, tal como se puede visualizar en la Tabla 107, las principales partidas de importación están asociadas con placas y baldosas de cerámica (barnizadas y sin barnizar), granos (Habas, porotos, frijoles), soya, maíz y neumáticos. Naturalmente, las cuantías son significativamente inferiores a las que registra el departamento de Antioquia. De hecho, al comparar el total de importaciones en los departamentos de Antioquia y Quindío, se puede ver claramente que este último ni siquiera alcanza a representar el 1% del total de importaciones del departamento de Antioquia.

Tabla 107. Principales productos de importación QUINDÍO (2010 – julio 2012)
(Miles de US\$ CIF)

Partida	Descripción *	Enero-diciembre		Enero-julio	
		2010	2011	2011	2012
901	Café, incluso tostado o descafeinado; cáscara y cascarrilla de café	0.00	2,270.70	0.00	19,850.20
6908	Placas y baldosas, de cerámica, barnizadas o esmaltadas, para pavimento	7,961.00	13,204.00	8,683.80	6,615.90
1511	Aceite de palma y sus fracciones, incluso refinado, pero sin modificar	361.50	7,340.60	3,640.50	2,619.10
1005	Maíz.	2,874.70	2,812.50	909.30	2,037.00
6907	Placas y baldosas, de cerámica, sin barnizar ni esmaltar, para pavimenta	1,298.80	1,141.00	586.50	1,861.60
4011	Neumáticos (llantas neumáticas) nuevos de caucho.	2,444.90	4,453.70	2,005.20	1,595.00
3206	Las demás materias colorantes; preparaciones a que se refiere la Nota 3	18.40	427.20	427.20	1,577.00
8409	Partes identificables como destinadas, exclusiva o principalmente, a los	2,707.80	3,769.10	2,164.50	1,503.50
2304	Tortas y demás residuos sólidos de la extracción del aceite de soja (soya)	1,362.70	1,950.70	1,222.00	1,375.60
6910	Fregaderos (piletas de lavar), lavabos, pedestales de lavabo, bañeras	1,232.30	1,111.00	558.00	1,144.00
1201	Habas (porotos, frijoles, fréjoles) de soja (soya), incluso quebrantadas.	3,586.10	591.60	429.60	997.60
8703	Automóviles de turismo y demás vehículos automóviles	30.30	454.00	14.00	950.00
8482	Rodamientos de bolas, de rodillos o de agujas.	499.50	790.40	360.80	722.30
8447	Máquinas de tricotar, de coser por cadeneta, de entorchar, de fabricar tul,	847.60	296.30	296.30	618.50
8701	Tractores (excepto las carretillas tractor de la partida 87.09).	0.00	194.70	194.70	608.40
	Subtotal principales productos	25,225.60	40,807.50	21,492.40	44,075.70
	Participación %	56.86%	57.08%	60.05%	76.16%
	Total Importaciones QUINDIO	44,363.62	71,495.52	35,793.23	57,875.54

Fuente: DIAN, 2012



Investigación para la complementación de los estudios Fase II (Factibilidad)
para la navegabilidad del río Atrato



Como se ve en la Tabla 108, al igual que en el departamento de Antioquia, la principal partida de importación en el departamento de Risaralda se relaciona con los vehículos automotores, seguida por la importación de pasta química de madera, hilos, cables y demás conductores aislados, neumáticos, papel y cartón para reciclar. Es importante también la importación de carrocerías de vehículos y neumáticos.

En todo caso, las importaciones de Risaralda tan solo representan el 5.5% del total de importaciones realizadas por el departamento de Antioquia.

Tabla 108. Principales productos de importación RISARALDA (2010 – julio 2012)
(Miles de US\$ CIF)

Partida	Descripción *	Enero-diciembre		Enero-julio	
		2010	2011	2011	2012
3002	Sangre humana; sangre animal preparada para usos terapéuticos, profilác	2,779.30	9,701.80	3,098.20	23,445.50
9801	Motocicletas (incluso con pedales) y ciclos con motor auxiliar, con sidecar	33,914.10	43,475.90	22,578.30	19,434.20
901	Café, incluso tostado o descafeinado; cáscara y cascarilla de café; suced	5,561.30	12,701.40	4,078.70	13,349.40
8711	Motocicletas (incluidos los ciclomotores) y velocípedos equipados con mo	4,805.50	7,174.10	2,914.00	11,880.60
1901	Extracto de malta; preparaciones alimenticias de harina, grañones, sémol	0.00	2,025.60	0.00	10,824.60
4703	Pasta química de madera a la sosa (soda) o al sulfato, excepto la pasta p	11,325.60	15,330.30	6,884.40	10,659.20
4011	Neumáticos (llantas neumáticas) nuevos de caucho.	8,191.70	13,989.20	7,268.40	10,440.70
8544	Hilos, cables (incluidos los coaxiales) y demás conductores aislados para	11,341.70	13,068.50	6,993.40	8,192.20
402	Leche y nata (crema), concentradas o con adición de azúcar u otro edulcorante	0.00	55.70	0.00	7,981.30
3004	Medicamentos (excepto los productos de las partidas 30.02, 30.05 ó 30.0	450.10	266.50	125.80	7,629.10
7225	Productos laminados planos de los demás aceros aleados, de anchura su	9,464.30	8,704.20	5,037.80	7,145.50
4707	Papel o cartón para reciclar (desperdicios y desechos).	7,832.30	9,141.50	6,394.00	4,650.10
1904	Productos a base de cereales obtenidos por inflado o tostado (por ejemplo	0.00	1,476.80	0.00	4,474.10
5402	Hilados de filamentos sintéticos (excepto el hilo de coser) sin acondiciona	6,562.00	9,051.30	5,324.90	4,453.80
8707	Carrocerías de vehículos automóviles de las partidas 87.01 a 87.05	4,293.00	1,404.30	1,230.00	4,199.10
	Subtotal principales productos	106,520.90	147,567.10	71,927.90	148,759.40
	Participación %	39.92%	43.69%	42.16%	52.26%
	Total Importaciones RISARALDA	266,809.19	337,736.25	170,602.93	284,647.06

Fuente: DIAN, 2012

4.9. CONSTRUCCIÓN DE HORIZONTES Y ESCENARIOS

Los horizontes de planificación a considerar están relacionados con el plazo de análisis de las predicciones y con el inicio previsto para la puesta en servicio del proyecto, por su parte la definición de escenarios se basa en algunos supuestos razonables de lo que podría ocurrir en el futuro y que tiene incidencia en los flujos de transporte del corredor estudiado.

4.9.1. Horizontes de planificación

En los estudios de Fase I se habían estudiado los horizontes quinquenales de los años 2005, 2010, 2015 y 2020, ahora en esta tarea de actualización se considera indispensable modelar los años 2015, 2020, 2025 y 2030, aunque de manera complementaria pueden evaluarse unos horizontes adicionales en caso de que sea requerido por algún otro componente, en particular el encargado de realizar los análisis económicos y financieros.

La demanda total ha sido actualizada al año base tal como se indicó al comienzo del capítulo en el acápite denominado matrices actualizadas, ahora para proceder a estimar la demanda en los horizontes de planificación se hará un breve análisis de elasticidad de los flujos de transporte con respecto al PIB. Con el objeto de proyectar las tasas de crecimiento de tráfico con respecto al PBI, utilizando un modelo más simple que el modelo de asignación de transporte, se hizo el cálculo de la elasticidad de la demanda por transporte con respecto al PIB. Para efectuar el cálculo se usó un modelo econométrico sencillo, de la forma que se indica en la siguiente ecuación:

$$T = K * PIB^e$$

Donde,

T: es un indicador de la demanda por transporte

PIB: es el producto interno bruto

K y *e*: son los coeficientes a ser determinados con base en datos históricos.

En este modelo econométrico, *e* se debe entender como un parámetro que intenta representar la elasticidad de la demanda de transporte con respecto al PIB, es decir que:

$$e = \frac{\Delta T / T}{\Delta PIB / PIB}$$

Donde,

ΔT y ΔPIB : representan los cambios en la demanda por transporte y en el PIB respectivamente.

Al respecto, la Figura 101 muestra como en el mediano plazo el tráfico portuario ha crecido siempre por encima del incremento del PIB en el mismo periodo, a excepción del año 2009 cuando, el tráfico portuario total registró un crecimiento levemente inferior al crecimiento del PIB, pero que luego fue recuperado con creces en el año 2010.

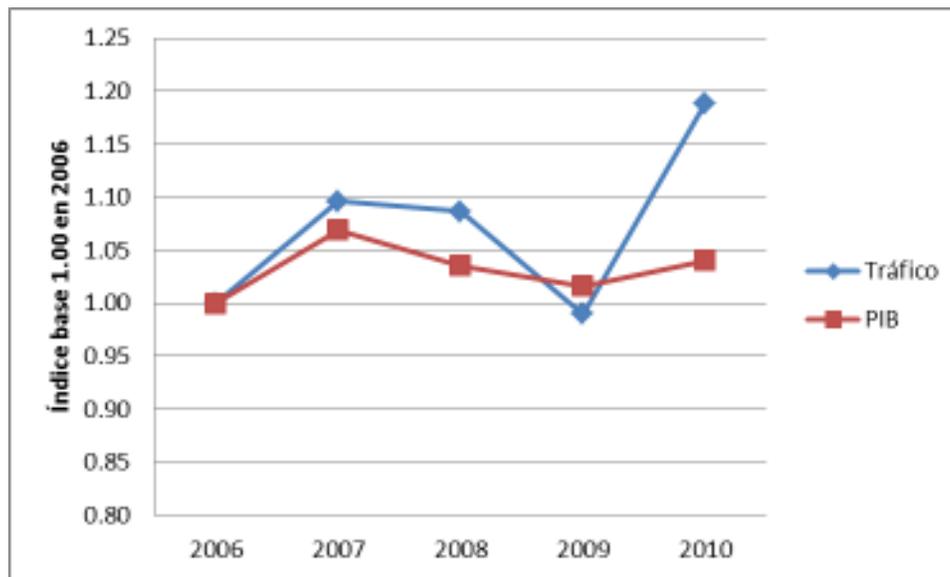


Figura 101. Evolución comparada del tráfico portuario y el PIB (2006-2010)

Fuente: Elaboración propia, 2012

El cálculo de la elasticidad durante el periodo analizado (Tabla 109) indica que existe una elasticidad alta entre el PIB y el tráfico portuario, en general cercana a un orden de magnitud inferior a 2 para el periodo más largo que fue analizado (2006-2010). Esto significa que el tráfico portuario crecerá en promedio al doble de la tasa de crecimiento esperado del PIB.

Tabla 109. Elasticidad del tráfico portuario con respecto al PIB

Periodo	e
2006-2010	1.968519
2007-2010	2.518915
2008-2010	2.775858
2009-2010	4.128784

Fuente: Elaboración propia, 2012

En el caso del transporte de pasajeros por carretera, la Figura 102 muestra cómo, a diferencia de lo ocurrido en los años 2005 y 2009, el crecimiento de la demanda de transporte se ubica por debajo del crecimiento del PIB, siendo un comportamiento contrario al observado en el caso del tráfico portuario.

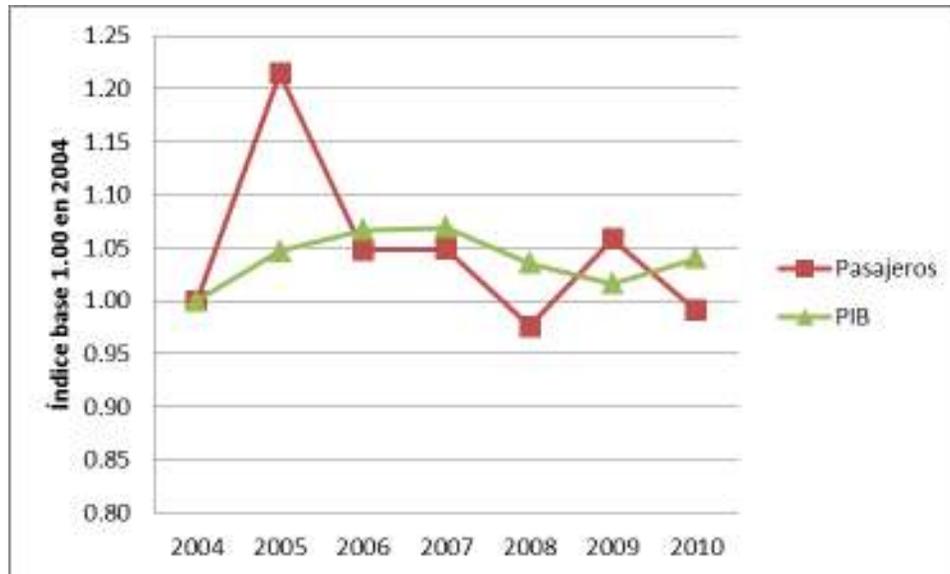


Figura 102. Evolución comparada del transporte de pasajeros por carretera y el PIB (2004-2010)

Fuente: Elaboración propia, 2012

El cálculo de la elasticidad durante el periodo analizado (Tabla 110) indica que existe una elasticidad baja entre el PIB y el transporte de pasajeros por carretera, en general cercana a un orden de magnitud inferior de 0.5 para el periodo quinquenal 2005 – 2010. Esto significa que el transporte de pasajeros crecerá en promedio un 50% de la tasa de crecimiento esperado del PIB.

Tabla 110. Elasticidad del transporte de pasajeros con respecto al PIB

Periodo	e
2004-2010	1.143047
2005-2010	0.561124
2006-2010	0.473582
2007-2010	0.271118
2008-2010	0.864128
2009-2010	-0.235195

Fuente: Elaboración propia, 2012

4.9.2. Escenarios de modelación

Por ahora se considera el escenario de contar con un canal navegable intervenido en el río Atrato, específicamente entre las poblaciones de Quibdó y Tarena en el Golfo de Urabá, con una extensión de 494 km, junto con la implementación de una primera etapa a través del corredor multimodal Pereira – Océano Atlántico (Golfo de Urabá), con la existencia de un puerto marítimo en Tarena. Así mismo, se considera el mejoramiento de la vía Medellín – Quibdó, en el marco de la ejecución de las obras viales de los corredores para la prosperidad.

Las características promedio del escenario considerado son resumidas en la Tabla 111, que brinda un panorama general de las condiciones modeladas. Se considera además que no existen restricciones de capacidad en los puertos fluviales ni el puerto marítimo simulado.

Tabla 111. Características del escenario inicial a modelar

Atributo	Unidad	Valor
Costo medio de transporte fluvial	\$/ton-km	80
Costo medio de transporte por carretera	\$/ton-km	250
Costo de transferencia con bodegaje	\$/ton	12,000
Costo de transferencia sin bodega	\$/ton	8,600
Número de transbordos en el corredor	unidad	2
Valor subjetivo del tiempo para carga	\$/ton/hora	375
Valor subjetivo del tiempo por camión	\$/min	100
Carga media por camión	ton	16
Costo generalizado Bogotá - Tarena	\$/ton	323,831
Costo generalizado Ibagué - Tarena	\$/ton	291,764
Costo generalizado Pereira - Tarena	\$/ton	259,174
Costo generalizado Manizales - Tarena	\$/ton	245,878
Costo generalizado Medellín - Tarena	\$/ton	164,535
Volumen de carga anual	ton	171'432,000
Capacidad de la embarcación	ton	800
Capacidad estimada del río Atrato	ton/año	1'191,716
Porcentaje de capacidad a modelar	%	85
Capacidad modelada del canal navegable	ton/año	1'012,959

Fuente: Elaboración propia, 2012

Se aclara que, con respecto a los costos medios de transporte por carretera, el modelo contiene información específica arco por arco, que depende del tipo de terreno, del tipo de clase de rodadura y del estado de la infraestructura. Entonces, a pesar de que se

presenta un valor medio, indicativo, cada arco está parametrizado con un costo específico para cada clase de vehículo.

De otra parte, dado que se trata de un modelo nacional, el volumen total de carga anual es utilizado para el proceso de asignación de carga sobre la red de transporte combinado pero, como se ha explicado anteriormente, el verdadero condicionante de la cantidad de carga a transportar en el corredor fluvial es su propia capacidad, estimada inicialmente en 1'91,716 ton/año, pero que puede variar dependiendo de los valores supuestos para cada una de las variables o atributos que intervienen en el cálculo. Así las cosas, al suponer cambios en dichas variables se obtendrán escenarios distintos de modelación.

A manera de ejemplo, se puede ver en la Tabla 112, el cambio generado en el escenario de modelación, al suponer que el número de horas de navegación al año aumenta al doble del valor considerado inicialmente. En este caso la capacidad de la hidrovía aumenta proporcionalmente al doble tal como se explicó en los análisis de sensibilidad realizados.

Tabla 112. Características del escenario duplicando el fondo horario

Atributo	Unidad	Valor
Costo medio de transporte fluvial	\$/ton-km	80
Costo medio de transporte por carretera	\$/ton-km	250
Costo de transferencia con bodegaje	\$/ton	12,000
Costo de transferencia sin bodega	\$/ton	8,600
Número de transbordos en el corredor	unidad	2
Valor subjetivo del tiempo para carga	\$/ton/hora	375
Valor subjetivo del tiempo por camión	\$/min	100
Carga media por camión	ton	16
Costo generalizado Bogotá - Tarena	\$/ton	323,831
Costo generalizado Ibagué - Tarena	\$/ton	291,764
Costo generalizado Pereira - Tarena	\$/ton	259,174
Costo generalizado Manizales - Tarena	\$/ton	245,878
Costo generalizado Medellín - Tarena	\$/ton	164,535
Volumen de carga anual	ton	171'432,000
Capacidad de la embarcación	ton	800
Capacidad estimada del río Atrato	ton/año	2'383,432
Porcentaje de capacidad a modelar	%	85
Capacidad modelada del canal navegable	ton/año	2'025,917

Fuente: Elaboración propia, 2012



Para que cada uno de los escenarios propuestos sea consistente, se debe garantizar que las condiciones de capacidad de los puertos sean suficientes para atender la capacidad de la hidrovía, es decir que cualquiera de los escenarios modelados parte de la base que la capacidad de las instalaciones portuarias corresponde con la capacidad del canal navegable; de no hacerlo así, se presentaría una restricción adicional en el modelo y su resultado no sería consistente.

4.9.3. Predicción de flujos

La simulación realizada con el modelo indica que el corredor multimodal propuesto es atractivo para el transporte de productos de exportación e importación debido a sus menores costos con respecto a otros puertos marítimos de la zona de influencia.

En general se observa que la carga máxima que transportaría el corredor multimodal está próxima a la capacidad modelada del canal navegable y por lo tanto se recomienda por ahora que el dimensionamiento de las instalaciones portuarias se haga tomando como referencia un total de 1'191,716 ton/año, equivalentes a 3,973 ton/día considerando el efecto de estacionalidad. Si se transportase en la embarcación de diseño que se dijo de 800 toneladas, serían aproximadamente 5 viajes diarios.

Es de anotar que el modelo de transporte debe ser una herramienta que ayude a identificar correctamente la demanda futura del sistema integrado de transporte y no debe convertirse en una especie de “caja negra” que le reste confianza a las predicciones.

En este contexto, se obtuvo un modelo sencillo que replica correctamente los flujos observados en el año base, especialmente en los modos de transporte carretero y fluvial, con base en una buena cantidad de observaciones provenientes no solo de los estudios de campo sino de los flujos en estaciones de conteo permanente y en estaciones de peaje.

Una limitante del modelo de transporte es que predice los flujos de transporte ya estabilizados, así que el modelo no es capaz de simular la existencia o no de un periodo de estabilización de flujo. En este caso, al tratarse de un proyecto portuario nuevo, integrado a una infraestructura de transporte combinado por carretera y río, que cambia sustancialmente las condiciones de operación del corredor fluvial, se esperaría tener un periodo de estabilización (*ramp-up period*) de flujo relativamente largo, en comparación con el que se usa para proyectos de mejora de infraestructura.

Podría esperarse entonces un periodo de estabilización de unos 5 años, a partir de la puesta en marcha del proyecto, hasta alcanzar su máxima capacidad que ha sido definida en 1'012,959 ton/año para el escenario inicial con 8 horas de navegación al día,

durante 300 días al año y los demás parámetros que fueran definidos en el análisis de capacidad de la hidrovía.

Entonces, al suponer que el proyecto pudiese entrar en servicio de manera integral en el año 2020, sólo en 5 años se esperaría alcanzar la demanda proyectada, es decir en el año 2025, y en el periodo inicial se esperaría un crecimiento uniforme en la cantidad de carga movilizada hasta llegar a los valores estimados por el modelo

La Tabla 113 presenta la proyección de flujos para el escenario inicial, suponiendo la entrada en servicio del puerto marítimo en el año 2020 junto con las demás mejoras previstas para el canal navegable.

Tabla 113. Proyección de flujos en el escenario inicial

Año	Periodo	Flujo esperado (ton/año)
2015	Crecimiento tendencial	19,942
2016		20,940
2017		21,987
2018		23,087
2019		24,242
2020	Puesta en servicio	253,240
2021	Período de estabilización	405,184
2022		557,127
2023		709,071
2024		861,015
2025		1,012,959
2026		Hidrovía a máxima capacidad
2027	1,048,710	
2028	1,066,586	
2029	1,084,462	
2030	1,102,338	
2031	1,120,213	
2032	1,138,089	
2033	1,155,965	
2034	1,173,840	
2035	1,191,716	

Fuente: Elaboración propia, 2012

Para ilustrar el impacto que tiene el sistema de transporte propuesto sobre los flujos de transporte se presenta la Figura 103 que deja ver cómo la mayor reasignación de flujos

provinene de la carga que actualmente se moviliza, desde y hacia el puerto de Cartagena, especialmente con respecto a las zonas de Antioquia y el eje cafetero, situación que es razonable en virtud de los análisis previamente realizados.

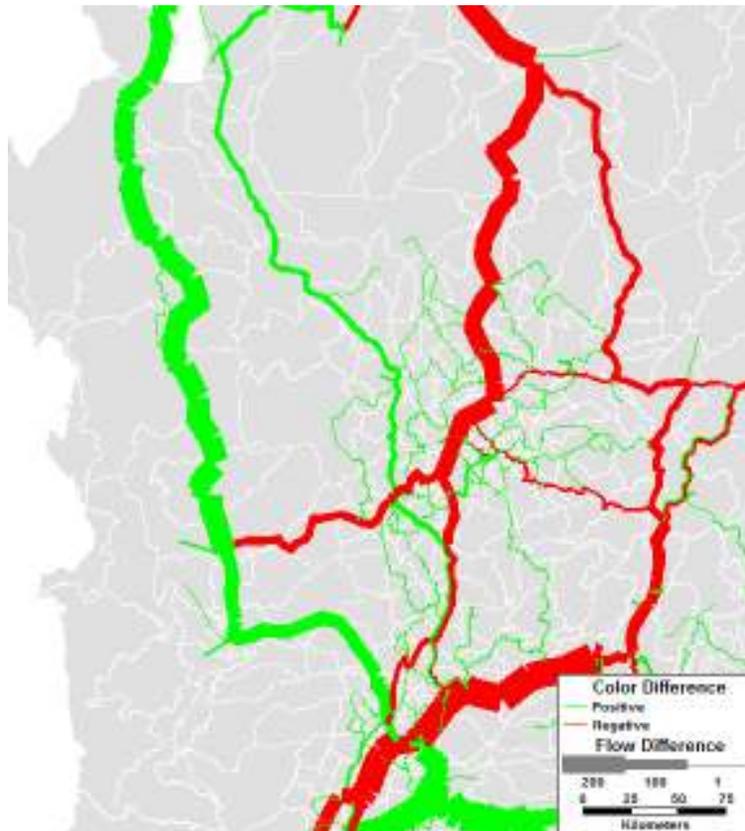


Figura 103. Diferencia de flujos con respecto a la situación sin proyecto
(Las unidades en el mapa corresponden a una unidad de medida equivalente a 1 camión)
Fuente: Elaboración propia, 2012

Una vez alcanzada la capacidad del sistema se propone un cambio tecnológico (otro tipo de embarcación) o la implementación de mejoras en el canal navegable y en los puertos de tal manera que se pudiera incrementar la capacidad.

Con respecto al cambio de embarcación, la recomendación que se hace consiste en utilizar un convoy de 2,400 toneladas de capacidad, garantizando así una explotación más racional del río al requerir un menor número de movimientos de embarcaciones para atender el mismo nivel de demanda de transporte. El resumen de costos de la embarcación propuesta se presenta en la Tabla 114.

Tabla 114. Resumen de costos del convoy

Descripción	Valores	% de Ingresos
Costos fijos		
Personal Administrativo	\$ 28,633,549	2.98%
Gastos generales de Administración	\$ 10,130,000	1.06%
Nomina Tripulación	\$ 16,416,370	1.71%
Gastos indirectos operativos	\$ 1,665,000	0.17%
Pagos y costos financieros	\$ 348,225,100	36.27%
Seguros	\$ 2,083,333	0.22%
Contro satelital y comunicaciones	\$ 1,833,600	0.19%
	\$ 408,986,953	42.60%
Costos variables		
Gastos de viaje	\$ 3,240,000	0.34%
Combustible	\$ 80,892,999	8.43%
Peajes	\$ 1,200,000	0.13%
Mantenimiento Equipo Fluvial	\$ 6,000,000	0.63%
	\$ 91,332,999	9.51%
Gastos Indirectos de Operación		
Personal HSE	\$ 6,000,000	0.63%
Personal de Seguridad	\$ 3,000,000	0.31%
Reserva mensual a Plan de Contingencia	\$ 10,000,000	1.04%
	\$ 19,000,000	1.98%
Total Costos y gastos	\$ 519,319,951	54.10%
UB	\$ 440,680,049	45.90%
Imp (35%)	\$ 154,238,017	16.07%
UN	\$ 286,442,032	29.84%
Ingresos mensuales proyectados	\$ Col	US\$
Transporte Contenedores Quibdo - Cartagena	\$ 480,000,000	US \$ 259,459
Transporte Carga compensación	\$ 480,000,000	US \$ 259,459
Total/mes	\$ 960,000,000	US \$ 518,919

Fuente: Elaboración propia, 2012

4.9.4. Análisis de logística

Para hablar de la logística portuaria es necesario tener en cuenta toda la cadena logística internacional, fundamentada en la globalización del comercio mundial y conformado por todas las operaciones que se inician con la obtención de las materias primas por parte de la empresa exportadora hasta el consumo directo por parte del usuario final⁵⁸.

⁵⁸ Superintendencia de Puertos y Transporte. "La logística portuaria". Yolima Paredes Morato. Bogotá, 2010.



En la cadena logística, conformada por todas las operaciones logísticas que van desde la obtención de las materias primas hasta el consumo directo por parte de los clientes finales, los puertos juegan un papel preponderante en la generación de ventajas competitivas de las empresas⁵⁹.

Con base en los resultados del análisis y proyección de la demanda de transporte del corredor se procederá a efectuar un análisis de la logística necesaria para la operación. En este sentido se identifican en detalle, entre otros, los siguientes aspectos:

- Velocidades tiempos de viaje y demoras
- Itinerarios
- Definición de una estructura de costos de transporte y variables asociadas para carga y pasajeros
- Demás variables necesarias para la construcción del modelo particular de este sistema.

En Colombia, los antecedentes de manejo del transporte intermodal han sido limitados uraa pocos casos, dentro de los que se destacan:

- Transporte de carbón de la Jagua de Ibirico hasta Cartagena y Barranquilla a través de un puerto fluvial en Tamalameque. La empresa Carbones del Caribe propietaria del proyecto carbonero del puerto y propietaria de la Flota Fluvial Carbonera suspendió las operaciones por este Terminal y las operaciones de transporte fluvial hace varios años. El impedimento principal para lograr una eficiente integración con el río radicó en la dificultad de tener asegurado el puerto marítimo de embarque para los productos de exportación, pues en ese caso la integración modal solo era factible a través de los terminales portuarios de Sociedad Portuaria Regional de Barranquilla, Muelle Michelmar y Sociedad Portuaria del Norte en Barranquilla, con importantes restricciones en almacenamiento y disponibilidad de muelle, debido a que esos terminales portuarios solo disponían de un puesto de atraque.
- Transporte de productos derivados de la arcilla desde Bogotá a través de Puerto Berrío y el transporte fluvial por el Río Magdalena hasta Barranquilla. Esta alternativa no ha sido regular por ausencia de servicio de transporte fluvial.

⁵⁹ Ibíd. p. 9.



- Transporte de carbón mediante inter-modalidad Camión – Río por Puerto Berrío para carbón de Boyacá y Cundinamarca hasta el puerto de Mamonal.
- Transporte intermodal para carbones del interior del país por el puerto fluvial de Capulco.

La integración carretera – río es la cadena 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, así⁶⁰:

- Terminal de camiones
 - Control de entrada
 - Básculas camioneras
 - Parqueaderos
 - Zona de carpado
 - Zona de control ambiental de vehículos
- Almacenamiento, acopio y manejo
 - Sistema de descargue de camiones
 - Controles de calidad
 - Sistemas de apilamiento
 - Patios de almacenamiento
 - Sistemas de control ambiental
 - Sistemas de manejo y porteo de carga
- Operación de muelle
 - Muelles y estructuras de atraque
 - Sistemas y equipos de cargue de botes
 - Equipos y Sistemas de maniobras en puerto
- Requisitos normativos:
 - Concesión portuaria en los términos de la Ley 01 de 1991 y la ley 1242 de 2008.
 - Operadores portuarios registrados ante el Ministerio de Transporte
 - Condiciones operativas según ley 1242 de 2008 y la resolución 071 de 1997
 - Requisitos ambientales para la construcción y operación de los puertos fluviales

⁶⁰ Ministerio de Minas y Energía. Contrato GC No. 70 de 2009. 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”



De las experiencias analizadas se encuentra que el eje fluvial por excelencia para la integración de transporte carretero – fluvial e incluso ferroviario – fluvial es el río Magdalena dadas sus condiciones privilegiadas en cuanto a ubicación y longitud, además de contar la posibilidad de integrarse fácilmente con el modo marítimo tanto en Barranquilla como en Cartagena a través del canal del Dique.

No obstante, es ampliamente aceptado que otras vías navegables como el río Atrato y el río Meta pueden ofrecer posibilidades de integración desde los centros de explotación a los puertos marítimos, en la medida que se mejoren sus condiciones de navegabilidad y se disponga de puertos marítimos dentro de su alcance. Estas premisas son las que hacen parte precisamente de la presente investigación para la complementación de los estudios Fase II (Factibilidad) para el río Atrato.

Es claro que de ejecutarse el proyecto que se estructura en el presente estudio, serán mejoradas las condiciones de navegabilidad del río en una longitud de 494 km entre las poblaciones de Quibdó y Tarena en el golfo de Urabá. Así mismo, se parte del supuesto que existirá un puerto fluvial-marítimo en Tarena. Estas dos premisas hacen viable el proyecto ya que se tendría un puerto de importación-exportación exclusivo para atender la carga movilizada por río, superando de esta manera los impedimentos principales que dificultan una eficiente integración entre el río y los puertos marítimos.

Igualmente se cuenta con la certeza de disponer con dos carreteras mejoradas: Quibdó – Pereira y Quibdó – Medellín, que fueron adjudicadas en el presente año por un valor de 560 mil millones de pesos, lo que garantiza mejores condiciones de acceso por carretera desde los principales centros generadores y atractores de carga.

Además de los análisis propios realizados, ha sido reconocido en estudios anteriores que los proyectos portuarios de la zona portuaria de Urabá tales como Tarena, potencializarían la utilización del río Atrato para su salida al Atlántico de las producciones de minerales del noroeste antioqueño y chocoano⁶¹.

A continuación se hace un breve repaso de los perfiles de logística colombianos hacia los principales mercados de exportación⁶².

- **Perfil de logística hacia Estados Unidos**

⁶¹ Ministerio de Minas y Energía. Contrato GC No. 70 de 2009. 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”

⁶² Todos los perfiles logísticos que se tratan a continuación han sido extraídos de Proexport Colombia, 2012.



La República Federal de Estados Unidos, situada en Norteamérica, limita al Norte con Canadá, al Este con el Océano Atlántico, al Sur con México y al Oeste con el Océano Pacífico. La superficie total de su territorio es de 9.826.630 km².

Estados Unidos posee una infraestructura de transporte desarrollada, suficiente para soportar las necesidades de su economía. Está compuesta por una red de carreteras de 6'430,366 km., que se extiende por todo el país conectando los 50 estados que lo componen, de los cuales 75,238 km forman parte del vasto sistema nacional de autopistas.

Tiene más de 226,605 km de ferrocarril, que en su mayoría pertenecen a empresas privadas; también cuenta con oleoductos para el transporte de productos derivados del petróleo⁶³.

Estados Unidos representa el 42% del mercado global de bienes de consumo, y por tal motivo y para estar más cerca de sus proveedores y clientes muchas empresas del mundo deciden invertir en este país. Actualmente, están suscritos más de 14 Tratados de libre Comercio con países asociados⁶⁴.

Para diciembre de 2011, se exportaron a Estados Unidos 32.103.024 toneladas, que correspondieron a USD 21.721.063.246 en valor FOB, ubicándolo como el primer socio comercial de Colombia. El mayor volumen de carga se manejó vía marítima, ocupando el 99.08% del total entre los dos países.

Según el Logistics Performance Index (LPI) Publicado por el Banco Mundial en el 2010, Estados Unidos ocupa el puesto 14 en el mundo en cuanto al desempeño logístico, cayendo 1 puesto con respecto al reporte anterior que fue publicado en el 2007. A pesar del descenso en el ranking, el índice mejoró de 3.84 a 3,86 (siendo 1 la peor calificación y 5 la mejor) durante el mismo periodo evaluado.

Sumado a lo anterior es importante decir que el desempeño presentado por Estados Unidos en cada uno de los diferentes aspectos que componen el LPI, es el que se presenta en la Tabla 115.

Estados Unidos posee una infraestructura portuaria compuesta por más de 400 puertos y sub puertos, de los cuales 50 manejan el 90% del total de toneladas de carga. Están localizados estratégicamente en los Océanos Pacífico y Atlántico. Algunos de los puertos estadounidenses se encuentran dentro del rango de los más grandes y de mayor movimiento de carga del mundo.

⁶³ Index Mundi, 2011 – Citado por Proexport, 2012.

⁶⁴ US. Department of Agriculture – Citado por Proexport, 2012



Tabla 115. Desempeño logístico de Estados Unidos

Aspecto Evaluado	Puntaje	Puesto
La eficiencia aduanera	3.68	15
La calidad de la infraestructura	4.15	7
La competitividad de transporte internacional de carga	3.21	36
La competencia y calidad en los servicios logísticos	3.92	11
La capacidad de seguimiento y rastreo a los envíos	4.17	5
La puntualidad en el transporte de carga	4.19	16

Fuente: The World Bank, 2010 – Tomado de Proexport, 2012

Para la costa Este, que resulta ser la de mayor interés para este proyecto, se destacan por la afluencia de navieras con servicio directo y regular los puertos de: Houston, Nueva York, Baltimore, Savannah, Jacksonville, Port Everglades, Miami, New Orleans y Charleston. Por otro lado, en la costa Oeste se maneja la oferta de servicios desde Colombia, en su mayoría hacia los puertos de Los Ángeles y Long Beach.

Desde la Costa Atlántica colombiana, existe una (1) naviera que ofrece servicios directos tanto a Los Ángeles como a Long Beach en la Costa Oeste, en tiempos de tránsito que empiezan desde los 10 días; la oferta se complementa con rutas en conexión en puertos de Panamá, por parte de cinco (5) navieras, con tiempos de tránsito desde los 10 días.

De igual forma, desde Buenaventura hacia la Costa Oeste norteamericana se puede contar con un (1) servicio en ruta directa hacia Los Ángeles con un tiempo de tránsito de 13 días; la oferta se complementa con cuatro (4) navieras con conexiones en Panamá y México y tiempos de tránsito desde los 15 días.

Hacia la Costa este de los Estados Unidos, desde Costa Atlántica operan once (11) diferentes navieras en rutas directas con tiempos de tránsito desde los 3 días, con origen en Cartagena y destino Port Everglades, o desde los 6 días hacia Miami y Filadelfia; la oferta se complementa con rutas con conexión en puertos de Jamaica, Panamá y República Dominicana, que tienen un tiempo de tránsito desde 8 días.

Adicionalmente desde Buenaventura hacia la Costa Este norteamericana, existen servicios con diferentes conexiones en Panamá, México, República Dominicana, con tiempos de tránsito desde los 7 días hacia Port Everglades (conexión en Cartagena). Es posible que al poner en servicio del puerto de Tarea, algunas navieras pudieran hacer la conexión allí, en lugar de hacerla en Cartagena.

- **Perfil de logística hacia la Unión Europea**

A manera de ilustración, con base en la misma fuente citada, se mostrará como ejemplo del comercio hacia la Unión Europea, el perfil de logística hacia Alemania,



entendiendo que, a pesar de las particularidades, puede ser representativo de otros países de Europa.

Alemania posee una infraestructura de transporte desarrollada, suficiente para soportar las necesidades de su economía. Posee uno de los índices más altos en producción de energía renovable, es decir, a través de su infraestructura instalada en parques y estaciones eólicas, genera el 14% de la electricidad consumida en todo el país.

Las exportaciones a Alemania Enero-Junio de 2011, ascendieron a US\$ 230'915,561 en valor FOB, que equivalen a 235,967.425 toneladas, de las cuales se manejaron vía marítima el 96.86% del total entre los dos países.

Según el Logistics Performance Index (LPI) Publicado por el Banco Mundial en el 2010, Alemania ocupa el primer puesto en el mundo en cuanto al desempeño logístico, subiendo 2 puestos con respecto al reporte anterior que fue publicado en el 2007. Por otro lado, el índice mejoró de a 4,11 (siendo 1 la peor calificación y 5 la mejor) durante el mismo periodo evaluado.

Sumado a lo anterior es importante decir que el desempeño presentado por Alemania en cada uno de los diferentes aspectos que componen el LPI, fue el siguiente:

Tabla 116. Desempeño logístico de Alemania

Aspecto Evaluado	Puntaje	Puesto
La eficiencia aduanera	4.00	3
La calidad de la infraestructura	4.34	1
La competitividad de transporte internacional de carga	3.66	9
La competencia y calidad en los servicios logísticos	4.14	4
La capacidad de seguimiento y rastreo a los envíos	4.18	4
La puntualidad en el transporte de carga	4.48	3

Fuente: The World Bank, 2010 – Tomado de Proexport, 2012

Alemania por su ubicación estratégica cuenta con una amplia y moderna infraestructura portuaria, con más de 60 puertos y subpuertos auxiliares, abiertos para el manejo de carga. Desde Colombia la oferta de servicios de exportación se dirige principalmente a los siguientes puertos: Bremen-Bremerhaven y Hamburgo.

Hacia los puertos de Alemania, desde Costa Atlántica colombiana operan (2) dos servicios directos con tiempos de tránsito entre 12 a 14 días, la oferta se complementa con rutas en conexión en puertos de Jamaica, Panamá y Países Bajos, por parte de (5) navieras, los tiempos de transito pueden llegar a 26 días.



Adicionalmente desde Buenaventura hacia los puertos de Alemania, existe un único servicio que ofrece rutas directas con tiempos de tránsito de hasta 25 días, y navieras (3) navieras con cambio de buque en Panamá, Amberes, Chile y México, con tiempos de tránsito de 17 a 21 días.

- **Forma de llegada y salida de los puertos**

La concepción del sistema de transporte combinado entre río y carretera para comunicar los centros productores y atractores de carga con el futuro puerto de Tarena, implica que se deba resolver el problema de acceso por carretera hasta el puerto de integración fluvial localizado en Quibdó.

Se espera que el acceso y egreso de la carga al puerto de Quibdó se haga por medio de las carreteras Quibdó – Medellín y Quibdó – Pereira, vías que en la actualidad se encuentran en proceso de mejoramiento y que para el horizonte de entrada en funcionamiento del proyecto se espera que hayan mejorado sus condiciones de servicio.

Los detalles específicos que determinan el diseño de los accesos carreteros al puerto no son objeto del presente documento y por tal razón no son presentados, pero se espera que la infraestructura propuesta responda correctamente a las condiciones de tráfico para garantizar un nivel de servicio aceptable. Los análisis de nivel de servicio para las vías en cuestión son presentados en el numeral 6.

4.10.CONCLUSIONES

Se puede observar en los análisis de sensibilidad que para los valores medios de los parámetros de costos del modelo, el corredor Pereira – Quibdó puede ser integrado correctamente con el modo fluvial y consigue costos inferiores a los del modo carretero para cubrir de manera alternativa las rutas de comercio internacional de carga hacia o desde Cartagena. Dicho en otras palabras, los análisis realizados indican que sería menos costoso utilizar el sistema de transporte de carga con integración fluvial por el Atrato, en lugar de seguir utilizando las rutas de comercio internacional entre: Medellín – Cartagena, Pereira – Cartagena, Manizales – Cartagena e Ibagué – Cartagena.

Incluso, duplicando de manera específica los valores estimados para cada parámetro en el modelo (costo de trasbordo, costo de transporte por río y valor subjetivo del tiempo) sigue siendo atractivo el sistema de transporte de carga con integración fluvial, en lugar de realizar el transporte de carga por las rutas antes señaladas. Solamente cuando se evalúa la sensibilidad bajo el supuesto que todos los parámetros de costo se duplican simultáneamente, es cuando resulta una pequeñísima ventaja en términos de costos del sistema de transporte de carga con integración fluvial respecto a la ruta



Medellín – Cartagena. Sin embargo, esta situación extrema no significa que se hayan descartado las demás rutas, lo que se intenta decir es que en el escenario hipotético de duplicar los valores de los parámetros de costo (lo que es poco probable), aún pudiera ser atractivo el sistema de transporte de carga con integración fluvial con relación a la ruta Medellín – Cartagena.

Para la obtención de la capacidad en esta investigación fue necesario determinar cada uno de los parámetros de cálculo en el tramo crítico que impone una restricción de capacidad a la hidrovía. En todo caso, estos datos pueden ser objeto de ajuste cada vez que se obtenga nueva y mejor información o cuando alguna de las condiciones previstas cambie.

Cartagena es el puerto de país que mueve el mayor número de contenedores por año, llegando a representar el 50% del movimiento total. El crecimiento en la importación de contenedores entre 2010 y 2011 superó el 14%, llegando a movilizar en este último periodo un total de 437,000 contenedores de importación. Con respecto a las exportaciones desde Cartagena se encuentra un volumen importante de contenedores llenos y una partición significativa de contenedores vacíos que en conjunto alcanzan 373,525 unidades. Estas cifras representan para el puerto de Cartagena un movimiento de carga por contenedor de importación cercano a los 13 millones de toneladas, siendo la exportación aproximada de unos 11 millones de toneladas. Dado el análisis de costos y capacidad para el río Atrato se considera razonable captar un 10% de la carga de exportación que actualmente se moviliza por el puerto de Cartagena, es decir un poco más de 1 millón de toneladas en el año.

La carga a ser movilizada por el corredor fluvial se estima en 1'191,716 ton/año, equivalentes a 3,973 ton/día considerando el efecto de estacionalidad. Al disponer una embarcación de diseño de 800 toneladas, se tendrán aproximadamente 5 viajes diarios en el río. Al suponer que el proyecto entrase en servicio en el año 2020, se estima que sólo hasta el año 2025 se tendría el sistema funcionando a capacidad, pues se tiene previsto un periodo de estabilización de unos 5 años.

Aunque el distrito minero de Amagá cuenta con reservas indicadas de 225 millones de toneladas, exporta menos de 50,000 ton/año de carbón térmico por el puerto de Buenaventura y no alcanza siquiera a las 500 ton/año de coque por el puerto de Cartagena. Las rutas actuales utilizan de manera exclusiva el modo de transporte por carretera en una longitud de 497 kilómetros hasta Buenaventura, aunque existe la posibilidad de conexión futura por vía férrea.

En el caso del transporte fluvial por el río Atrato, si bien los costos de transporte resultan favorables, sería necesario un impulso al sector minero en la región antioqueña ya que los flujos actuales no revisten mayor importancia para el sistema de



Investigación para la complementación de los estudios Fase II (Factibilidad)
para la navegabilidad del río Atrato



transporte fluvial. Esto significa que al menos en el corto y mediano plazo, el sector carbonífero no aportaría carga al proyecto.



5. BENEFICIOS DEL SISTEMA

Los beneficios cuantificables del sistema de transporte intermodal analizado están asociados con la reducción de los costos internos, que son percibidos directamente por los usuarios, y por las diferencias en los costos externos que, como se verá en este capítulo, son menores para el transporte intermodal si se comparan con la alternativa de movilizar las cargas únicamente por carretera. Estos últimos, los costos externos, no son percibidos directamente por los usuarios pero si representan un beneficio cuantificable para la sociedad como un todo al recibir menor contaminación del aire, menores emisiones de CO₂ y ruido, y menores niveles de accidentalidad y congestión sobre los demás usuarios de la infraestructura⁶⁵.

En este sentido, debido a que el modelo empleado en la primera fase no comprende los costos externos en la etapa de asignación a la red se considera necesario investigar acerca de la inclusión de ciertos costos externos en la modelación de transporte, específicamente en la etapa de asignación.

5.1. METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE BENEFICIOS

Como se explicó al comienzo del capítulo, los costos totales del transporte normalmente son separados en costos internos y costos externos. Los costos internos, también llamados costos privados o costos directos, incluyen los costos que los usuarios perciben directamente, tales como los costos de operación, el costo del inventario, tarifas y peajes. Los costos externos, también denominados costos sociales o costos indirectos, se refieren a aquellos costos que no son asumidos directamente por los usuarios, tales como: costos de los accidentes, costos de polución, costos de la congestión impuesta a otros usuarios y costos del uso de la infraestructura⁶⁶.

Debido a que el modelo utilizado en la fase anterior no contempló los costos externos en la etapa de asignación de carga a la red, sino que se basó en variables como demora, costo de operación, tarifa por derecho de uso de infraestructura, costo por transferencia de carga, costos aduaneros y otros, se consideró de gran interés investigar, específicamente en la etapa de asignación, acerca de la inclusión de ciertos costos de externalidades en la modelación del transporte, tales como: costo de los accidentes, costo de la polución, costo de la congestión y costo del uso de la infraestructura, servidumbre inherentes a la legislación especial del territorio, entre otros.

⁶⁵ Litman T. (2002). *Transportation Cost Analysis: Techniques, Estimates and Implications*. Victoria Transport Policy Institute. June 2002.

⁶⁶ Ozbay, K., B. Bartın, O. Yanmaz-Tuzel and J. Berechman (2007). Alternative methods for estimating full marginal costs of highway transportation. *Transportation Research Part A* 41 (2007) 768-786.



La metodología se basa en el análisis de los costos marginales totales (*CMT*) definidos como los costos totales que acumula la sociedad por una unidad más de demanda de transporte de carga, la cual es en realidad un vehículo o una embarcación adicional en la infraestructura de transporte combinado. En la práctica, cuando se tienen múltiples pares OD y múltiples rutas, el cálculo de los costos marginales a través de la red de transporte es una tarea compleja que tiene varios problemas:

- ¿Se debe adicionar una unidad más de demanda de transporte sobre todos los pares OD o se debe elegir solamente uno de ellos?
- Si un vehículo o embarcación adicional sobre la red de transporte afecta las condiciones de equilibrio, ¿cuál es el efecto de esa unidad extra de demanda de transporte de carga?

Para estudiar y resolver esos problemas, el cálculo de los costos marginales sobre la red de transporte combinado se hizo aplicando dos métodos distintos.

EQUILIBRIO EN ESTADO DE INERCIA. De manera análoga a la “Metodología A” usada por Ozbay *et al.* se asumió que una unidad adicional de demanda entre un par OD no afecta el equilibrio total de la red de transporte; en otras palabras, la red de transporte experimenta un estado de inercia que bien puede ser razonable hasta alcanzar cierto umbral de variación de demanda.

En este caso el *CMT* se calculó como así:

- Se determinó la ruta más corta entre el par OD dado.
- Se estimó el *CMT* de cada arco en la ruta más corta usando la derivada de la función de *CT* de ese arco.
- Se estimó el *CMT* de una unidad adicional de demanda de transporte de carga entre el par OD seleccionado sobre la red de transporte como la suma de los costos marginales de los arcos sobre la ruta más corta.

EQUILIBRIO EN ESTADO DE VARIACIÓN. Siguiendo la “Metodología C” de Ozbay *et al.* se supuso que una unidad de demanda de transporte de carga adicional entre un par OD sobre la red de transporte combinado causaba variación al equilibrio existente, lo cual es razonable siempre y cuando la cantidad de demanda de transporte de carga adicional haya superado el umbral que hipotéticamente mantiene a la red de transporte en estado de inercia.

En este segundo enfoque el *CMT* se calculó así:



- Se utilizó el método de asignación de equilibrio estocástico de usuario (SUE) para asignar la demanda de transporte de carga total entre el par OD.
- Se estimó el costo total sobre la red de transporte para la condición de equilibrio alcanzada por el método de asignación utilizado.
- Se incrementó en 1% la demanda de transporte de carga entre el par OD con respecto a la demanda de transporte de carga original del par OD.
- Se estimó el *CMT* de una unidad adicional calculando la diferencia entre el costo total de la red de transporte con incremento del 1% de demanda CT_1 y el costo de la red de transporte en la condición de equilibrio original CT_0 y luego dividiendo esa diferencia por la demanda de transporte de carga extra asignada Δ_{OD} , así:

$$CMT = \frac{CT_1 - CT_0}{\Delta_{OD}}$$

El método fue aplicado de manera específica sobre la ruta de interés para aislar el efecto producido sobre la red vial nacional. El cálculo de los *CMT* se hizo considerando el valor subjetivo del tiempo para el transporte de carga que fuera presentado previamente en los parámetros del modelo.

5.1.1. Costos internos

Los costos internos corresponden a los costos efectivamente modelados por la herramienta de planificación ya que dichos costos son los que percibe directamente el usuario del sistema para la movilización de mercancías.

Como se había explicado en la definición de los parámetros de entrada del modelo de transporte, el Ministerio de Transporte de Colombia⁶⁷ maneja unos indicadores de costos de operación del transporte de carga por carretera, expresados en \$/km para el año 2010, según los cuales un camión de tipo C2 en terreno plano tiene un costo de 2,794 \$/km. y un tractocamión CS 3,869 \$/km; el costo expresado en \$/ton-km está determinado por la relación entre el costo de operación y la distancia entre un origen y un destino determinados. La Tabla 117 resume los costos por tipo de terreno para las tipologías de arcos consideradas en el modo de transporte por carretera.

⁶⁷ Ministerio de Transporte (2011). Diagnóstico del Sector Transporte. Grupo de Planeación Sectorial de la Oficina Asesora de Planeación.

Tabla 117. Costo interno medio (\$/km) por tipo de vehículo 2010

Vía Tipo	Camión	Auto	Bus	Tracto-Camión
111	2,794	627	1,923	3,869
112	3,025	645	2,139	4,205
113	3,224	665	2,348	4,502
121	3,325	662	2,382	4,683
122	3,672	714	2,706	5,200
123	4,069	765	3,045	5,785
211	2,817	650	1,934	3,917
212	3,049	667	2,152	4,253
213	3,248	677	2,356	4,550
221	3,347	662	2,394	4,724
222	3,693	714	2,719	5,241
223	4,086	765	3,054	5,820
311	2,958	668	1,985	4,186
312	3,187	680	2,202	4,515
313	3,385	684	2,407	4,804
321	3,535	667	2,463	5,070
322	3,858	720	2,779	5,554
323	4,232	770	3,110	6,095
401	2,782	614	1,917	3,848
402	3,013	634	2,134	4,184
403	2,886	660	2,341	4,474
500	3,013	634	2,134	4,184

Fuente: Elaboración propia con base en Ministerio de Transporte, 2011

En el caso del transporte fluvial el costo interno se ha estimado en 80 \$/ton-km tomando como referencia la estructura de costos de la embarcación propuesta. En el modo carretero el costo medio se ubica en 250 \$/ton-km lo que significa que la relación de costos medios entre estas dos alternativas de transporte es de 1 a 3, tal como se ve en la Tabla 118.

Dos precisiones son necesarias. En primer lugar hay que establecer la diferencia de los costos internos de referencia mostrados en la Tabla 118 y los costos generalizados del transporte de carga que se habían presentado en la Tabla 73. Al respecto, los costos generalizados de transporte de carga son obtenidos mediante una función compuesta que adiciona al costo de operación los costos asociados con el valor del tiempo; esto significa que al comparar los costos generalizados con los costos internos de referencia, siempre serán mayores los primeros puesto que reflejan el valor del tiempo asociado con el desplazamiento de carga.

En segundo lugar, el costo interno del transporte fluvial responde estrictamente a la estructura de costos del modo en la ruta establecida, mientras que en el caso de los

costos asociados a la red carretera el modelo de transporte considera una importante variación dependiendo de las tipologías de arcos definidas; entonces, si bien la Tabla 118 presenta costo medio de transporte por carretera, en el modelo los costos varían en función de la tipología de arcos, tal como se puede comprobar en la Tabla 117 que contiene el costo interno medio (\$/km) por tipo de vehículo.

Tabla 118. Costos internos de referencia

Atributo	Unidad	Valor
Costo medio de transporte fluvial	\$/ton-km	80
Costo medio de transporte por carretera	\$/ton-km	250
Costo de transferencia con bodegaje	\$/ton	12,000
Costo de transferencia sin bodega	\$/ton	8,600
Número de transbordos en el corredor	unidad	2
Valor subjetivo del tiempo para carga	\$/ton/hora	375
Valor subjetivo del tiempo por camión	\$/min	100

Fuente: Modelo de Transporte, 2012

A pesar de que en la literatura revisada y en las cifras oficiales para el caso colombiano no se contempla explícitamente el efecto que podrían tener los viajes vacíos sobre estos indicadores, esta es una situación que particularmente no es considerada en esta fase preliminar de la investigación, así que se prevé que los vehículos viajan con una carga cercana a su capacidad nominal.

5.1.2. Costo de los accidentes

En Colombia, el accidente de tránsito se ha constituido en la segunda causa de morbi-mortalidad durante los últimos diez años, siendo un problema predominantemente urbano (90%), en el que más del 60% de los eventos ocurren en las tres principales ciudades (Bogotá, Medellín y Cali), cerca del 30% en áreas urbanas de tamaño intermedio y el 10% restante ocurre sobre la red vial nacional, con predominio en los principales corredores de transporte intermunicipal.

En el país, la mayor participación en accidentalidad corresponde al modo carretero, el número de accidentes y muertos en accidentes de tránsito en los modos férreo y fluvial es ciertamente pequeño y se advierte que para estos dos modos de transporte los registros no están completos.

Varios estudios han propuesto diferentes valores para cuantificar el costo externo de la accidentalidad, encontrándose una diferencia significativa en los costos marginales del



ferrocarril en comparación con el modo carretero. Según Transport Concept⁶⁸ no hay diferencia entre el costo de accidentes en tren o camión; sin embargo, Gargett *et al.*⁶⁹ proponen una ponderación de 1 a 11 para los costos de accidentalidad por carretera y por ferrocarril.

Son diversas las funciones de costo que han sido utilizadas para incorporar el efecto de la accidentalidad en la modelación del transporte. Efectuado el análisis de distintas funciones de costos a la luz de la información disponible, se juzga aceptable utilizar una adaptación del modelo de Lindberg, que aunque no es tan complejo como el modelo de Rizzi, permite una mejor especificación que las demás formulaciones estudiadas.

Para Lindberg el costo total de la accidentalidad CT_{acc} es función del número de accidentes A , que en realidad puede ser visto como un vector que representa diferentes grados de severidad, y de ciertas variables como la disposición a pagar del individuo a , la de sus familiares y amigos b y el costo externo del sistema c , que se relaciona principalmente con los costos médicos y del sistema de seguridad social, tal como se indica en seguida.

$$CT_{acc} = A(a + b + c)$$

El costo marginal total de la accidentalidad CMT_{acc} con respecto al volumen de tránsito Q se deduce a partir de la función de costo total; como se entiende que A es una función del volumen de tránsito Q se encuentra que,

$$CMT_{acc} = \frac{\partial A}{\partial Q} (a + b + c)$$

Y a partir de ésta se obtiene el costo marginal externo CME_{acc} descontando el costo privado CMP_{acc} , que es internalizado por el usuario.

$$CME_{acc} = CM_{acc} - CMP_{acc}$$

Aunque podría utilizarse una función mucho más compleja, si se introduce r como el riesgo de accidente y $1-\theta$ como la parte del costo total del accidente que recae sobre los demás usuarios, se tiene que:

⁶⁸ Transport Concepts (1994), External Costs of Truck and Train, Brotherhood of Maintenance of Way Employees (Ottawa).

⁶⁹ Gargett, D., D. Mitchell and L. Martin (1999). Competitive Neutrality Between Road and Rail, Bureau of Transport Economics, Australia (www.dotrs.gov.au/programs/bte/btehome.htm).

$$r = \frac{A}{Q}$$

$$CT_{acc} = Qr\theta(a + b) + Qr[(1 - \theta)(a + b) + c]$$

Donde los dos sumandos de la ecuación representan en su orden el costo interno y externo respectivamente; así, al derivar cada uno de ellos en función del volumen se encuentra.

$$CMP_{acc} = r\theta(a + b)$$

$$CME_{acc} = r(1 - \theta)(a + b) + rc$$

En este caso, a diferencia de las consideraciones hechas por Lindberg (2002), se ha planteado que la elasticidad – riesgo del accidente es igual a cero, es decir que el incremento en el número de accidentes por cada arco es directamente proporcional al incremento del flujo.

Con respecto al costo externo de la accidentalidad Gargett *et al.* proponen una ponderación de 1 a 11 para los costos por carretera y por ferrocarril; en el caso chileno, incluyendo los costos de la disposición al pago, daños materiales y costos de terceros agentes, se determinó que el costo externo de accidentes viales en Chile en el año 2004 es de \$3.9 por vehículo kilómetro (Rizzi, 2005); de otra parte, Litman indica que el costo de la accidentalidad para el caso rural es del orden de 0,2 dólares por vehículo-milla. De manera más específica, Beuthe *et al.* consideran que la proporción del VEV expresado por los familiares y amigos con respecto al VEV del usuario es del orden del 40%; en cuanto a los riesgos de accidente se han encontrado valores que oscilan entre 1.12387×10^{-9} y 6.90807×10^{-9} en el modo de transporte carretero.

Históricamente la mayor cantidad de accidentes de tránsito en Colombia corresponde al modo de transporte carretero. Centrando el análisis en las cifras representativas del año 2005 se parte de un total de 185,762 accidentes, de los cuales tan solo 0.03% corresponde al modo de transporte ferroviario y 0.01% al modo de transporte fluvial.

Estudios anteriores han encontrado en el país que el parámetro estimado del riesgo de accidente para los vehículos de transporte de carga por carretera fue de 2.5158×10^{-9} , con una proporción de accidentes fatales igual a 10.1%. Siguiendo el mismo análisis se estimó el riesgo de accidente para los modos de transporte fluvial y ferroviario, encontrándose los valores de 1.4836×10^{-11} y 3.6090×10^{-11} , con proporción de accidentes fatales de 20.8% y 60.5% respectivamente.



El VEV es usado en estudios económicos que intentan medir las pérdidas de bienestar causadas por el riesgo de morir; matemáticamente, el promedio de la disposición a pagar (DAP) por reducir el riesgo de muerte se divide entre el valor de la reducción de riesgo, así, el VEV no es propiamente el valor de la vida de un individuo o el valor específico de su muerte.

En la práctica, un amplio rango de valores ha sido estimado para el VEV; en el Reino Unido para el año 1997 el intervalo estimado estaba entre £750,000 y £1,250,000 (Goodbody, Economic Consultants, 2004); igualmente, a partir del análisis de 30 estudios en Estados Unidos y la Unión Europea, se encontró para el mismo año un valor medio de US\$ 4,400,000, con una mediana de US\$ 3,200,000 (Blaeij et al. 2003). En el caso español, a partir de la aplicación de la técnica de los salarios hedónicos se encontró un rango de valores entre €2,040,000 y €2,690,000 (Riera, A., Ripoll, A. y Mateu, J., 2007); el proyecto QUITTS adoptó un valor de €3,100,000 (ISIS et al., 1998). Considerando que el PIB por paridad del poder adquisitivo dividido por la población de 2005 en Colombia es de US\$6,600 (Barrientos, 2009) se encontró que el VEV para Colombia es \$ 1,366'200,000; con base en esta cuantía y manteniendo las mismas proporciones encontradas en el proyecto QUITTS (1998) con respecto al VEV en caso de muerte, se estimó el VEV para un accidente grave en \$ 59'196,124 y para un accidente leve en \$ 5'821,775.

Ahora, siguiendo las recomendaciones de Beuthe et al. (2002), pero subrayando que cada caso de estudio en particular para cada modo y país debe tener sus propios valores, se tomó una proporción equivalente al 40% del VEV del usuario para estimar el VEV expresado por los familiares y amigos, y se calculó el costo externo del sistema como el 10% del valor especificado para cada grado de severidad, encontrando así las sumas de \$ 136'620,000 en accidentes fatales, \$ 5'919,612 en accidentes graves y \$ 582,177 en accidentes leves.

5.1.3. Costo de la polución

Los costos de la polución del aire son estimados multiplicando el costo unitario por la cantidad de contaminante emitido por vehículo. Los mayores contaminantes son el monóxido de carbono (CO) y los óxidos de nitrógeno (NO_x).

Litman indica que las emisiones de CO, dadas en libras por tonelada-milla, son: Fluvial, 0.20; Ferroviario, 0.64, y Carretero 1.90. La misma fuente expresa que las emisiones de NO_x, en las mismas unidades y en el mismo orden, son 0.53, 1.83 y 10.17. En el caso de los viajes rurales estimó que el costo externo de la polución para un vehículo de combustible diesel es de 0.07 dólares por vehículo-milla.

5.1.4. Costo de la congestión

En las discusiones recientes acerca de los costos de transporte, es común aceptar que la congestión también es una externalidad; sin embargo, el costo social de la congestión puede verse como una medida artificial de la ineficiencia en el uso de la infraestructura de transporte⁷⁰.

En el caso del transporte interurbano de carga es posible que el efecto de la congestión no sea muy importante ya que las redes congestionadas son típicas del transporte urbano, sin embargo, tan solo después de estudiar el fenómeno a fondo será posible reportar resultados concluyentes al respecto; por ahora, se ha considerado de interés involucrar algunos indicadores generales que permitan incorporar el efecto de los costos de la congestión en el modelo.

Si la relación volumen-demora es del tipo BPR (Bureau of Public Roads) el cálculo del costo total de la congestión se hace tal como se ilustra en las siguientes ecuaciones.

$$C_{cong} = \begin{cases} x_i \cdot \varphi \cdot t_i \cdot \left[1 + \alpha_i \left(\frac{x_i}{C_i} \right)^{\beta_i} \right] & si \quad x_i \leq C_i \\ x_i \cdot \varphi \cdot t_i \cdot \left[1 + \alpha_i \left(\frac{x_i}{C_i} \right)^{\beta_i} \right] + x_i \cdot \frac{\varphi}{2} \cdot \left(\frac{x_i}{C_i} - 1 \right) & si \quad x_i > C_i \end{cases}$$

$$MC_{cong} = \begin{cases} \varphi \cdot t_i \cdot \left[1 + \alpha_i \left(\frac{x_i}{C_i} \right)^{\beta_i} \right] + \alpha_i \cdot \beta_i \cdot \varphi \cdot t_i \cdot \left(\frac{x_i}{C_i} \right)^{\beta_i - 1} & si \quad x_i \leq C_i \\ \varphi \cdot t_i \cdot \left[1 + \alpha_i \left(\frac{x_i}{C_i} \right)^{\beta_i} \right] + \alpha_i \cdot \beta_i \cdot \varphi \cdot t_i \cdot \left(\frac{x_i}{C_i} \right)^{\beta_i - 1} + \varphi \cdot \left(\frac{x_i}{C_i} - \frac{1}{2} \right) & si \quad x_i > C_i \end{cases}$$

donde,

C_{cong} : Costo total de la congestión

MC_{cong} : Costo marginal de la congestión

⁷⁰ Doll, C. (2002). UNITE, Case Studies 7A to 7D - Inter-urban road and rail user costs UNITE. (UNification of accounts and marginal costs for Transport Efficiency) Working Funded by 5th Framework RTD Programme. ITS, University of Leeds, Karlsruhe, April 2001.

- x_i : Flujo del arco i
 φ : Valor del tiempo (costo de inventario)
 t_i : Tiempo de viaje a flujo libre en el arco i
 α : Constante
 C_i : Capacidad del arco i
 β : Constante

5.1.5. Costo del uso de la infraestructura

Los costos del uso de la infraestructura son equiparados a los costos de repavimentación para el modo carretero y a los costos de mantenimiento⁷¹ para todos los modos en general. En este sentido, Litman⁷² considera que los costos del uso de la infraestructura, incluyendo los servicios de tráfico, son del orden de 0.47 dólares por vehículo-milla.

Para el caso del transporte fluvial, el costo marginal de utilizar la hidrovía es nulo ya que la circulación de las embarcaciones no produce ningún daño evidente sobre el canal navegable. De hecho, las labores de mantenimiento y dragado no dependen del número de embarcaciones que transiten sino de la dinámica del río.

5.1.6. Costo total

Se utiliza una función de costo generalizado basada en una relación volumen-demora tipo BPR, que da la posibilidad de incluir costos fijos en algunos de los arcos y un costo variable por unidad de distancia, tal como se muestra en la ecuación.

$$c_i(x) = k_i + \partial \cdot L_i + \varphi \cdot t_i \cdot \left[1 + \alpha_i \left(\frac{x_i}{C_i} \right)^{\beta_i} \right]$$

donde,

c_i : Costo generalizado del arco i

⁷¹ Ozbay, K., B. Bartın, O. Yanmaz-Tuzel and J. Berechman (2007). Alternative methods for estimating full marginal costs of highway transportation. *Transportation Research Part A* 41 (2007) 768-786.

⁷² Litman T. (2002). *Transportation Cost Analysis: Techniques, Estimates and Implications*. Victoria Transport Policy Institute. June 2002.



- k_i : Costo monetario del arco i
- ∂ : Costo de operación por unidad de longitud
- L_i : Longitud del arco i
- φ : Constante representativa del valor del tiempo (Costo de inventario)
- t_i : Tiempo de viaje a flujo libre en el arco i
- α : Constante
- x_i : Flujo del arco i
- C_i : Capacidad del arco i
- β : Constante

No obstante, esta función no permite suponer distintos niveles del valor del tiempo (costo de inventario) por clase de producto, sino que asume una constante representativa independientemente del producto movilizado; lo mismo ocurre con el costo monetario de cada arco.

Esta limitante del modelo tiene gran incidencia al momento de establecer los costos, especialmente para el caso fluvial, ya que en ese modo se establecen tarifas diferenciales según la clase de producto movilizado. En el plan estratégico del transporte fueron tomados valores, expresados en \$/ton-km., de 0.26 para derivados del petróleo; 0.18 para abono, cemento y minerales, y 0.11 para maquinaria, víveres y otros productos⁷³.

Para superar esta limitante, tal como se había indicado previamente, se aplicará la asignación Multi-clase y Multi-modo (MMA), que es una rutina más conveniente para modelos interregionales, donde cada modo tiene distintos parámetros de la función volumen-demora y diferentes valores del tiempo⁷⁴.

En conclusión, dada la revisión teórica realizada, se cuenta con los elementos necesarios para poder incorporar en el análisis los costos de las principales externalidades del transporte, de tal forma que será posible efectuar un análisis desde la óptica social.

⁷³ Cal & Mayor y Asociados (2000). Plan Estratégico del Transporte. Generalidades del modelo de planeación estratégica STAN y parámetros básicos considerados para su aplicación en el PET. Ministerio de Transporte, Colombia.

⁷⁴ Márquez, L (2006). Modelación de la demanda de transporte con TransCAD. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja.

5.2. ESTIMACIÓN DE BENEFICIOS

En síntesis, la formulación asociada a la estimación de beneficios es la que se presenta a continuación.

5.2.1. Síntesis del modelo

Se considera razonable trabajar con valores empíricos de los costos internos de operación en función de la longitud L y las características topográficas m de los arcos, tal como se indica a continuación.

$$CP_{opr} = Q \cdot f(L; m)$$

Y en consecuencia, el costo medio de operación CMP_{opr} se calcula así:

$$CMP_{opr} = f(L; m)$$

El costo marginal total de la accidentalidad CMT_{acc} con respecto al volumen de tránsito Q se deduce a partir de la función de costo total; como se entiende que A es una función del volumen de tránsito Q se encuentra que,

$$CMT_{acc} = \frac{\partial A}{\partial Q} (a + b + c)$$

Y a partir de ésta se obtiene el costo marginal externo CME_{acc} descontando el costo privado CMP_{acc} , que es internalizado por el usuario.

$$CME_{acc} = CM_{acc} - CMP_{acc}$$

Aunque podría utilizarse una función mucho más compleja, si se introduce r como el riesgo de accidente y $1-\theta$ como la parte del costo total del accidente que recae sobre los demás usuarios, se tiene que:

$$r = \frac{A}{Q}$$

$$CT_{acc} = Qr\theta(a+b) + Qr[(1-\theta)(a+b) + c]$$



Donde los dos sumandos de la ecuación representan en su orden el costo interno y externo respectivamente; así, al derivar cada uno de ellos en función del volumen se encuentra.

$$CMP_{acc} = r\theta(a + b)$$

$$CME_{acc} = r(1 - \theta)(a + b) + rc$$

En este caso, a diferencia de las consideraciones hechas por Lindberg (2002), se ha planteado que la elasticidad – riesgo del accidente es igual a cero, es decir que el incremento en el número de accidentes por cada arco es directamente proporcional al incremento del flujo.

Siguiendo la línea del método de los factores de emisión se plantea de manera general el modelo a utilizar para estimar los costos de la polución del aire CE_i para cada una de las emisiones contaminantes i .

$$CE_i = Q(\beta_i \cdot FE_i) \cdot L$$

Donde Q representa el flujo vehicular, FE_i es el factor de emisión expresado en gramos por vehículo y por kilómetro, β_i incluye el costo monetario de la polución de cada emisión contaminante y L representa la longitud de cada arco.

En un modelo regional, las variaciones de la velocidad en función de los flujos vehiculares son pequeñas (UTMT, 2008), en ese orden de ideas, se considera más apropiado utilizar un factor de emisión empírico en función del tipo de arco, en lugar de subordinar las emisiones contaminantes a las variaciones de velocidad generadas por el modelo. El costo marginal se deriva entonces de la función de costo total así:

$$CME_i = \beta_i \cdot FE_i \cdot L$$

La formulación propuesta puede ser utilizada de manera alternativa para estimar individualmente los costos producidos por la emisión de monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO_x) y dióxido de azufre (SO₂), conservando la misma forma funcional y cambiando los FE y parámetros de costo para cada sustancia contaminante.

Conforme a lo anterior, la estimación de los costos del cambio climático puede hacerse como se muestra enseguida.

$$CE_{CO_2} = Q(\beta_{CO_2} \cdot FE_{CO_2}) \cdot L$$



$$CME_{CO_2} = \beta_{CO_2} \cdot FE_{CO_2} \cdot L$$

Donde Q representa el flujo vehicular, FE_{CO_2} el factor de emisión de CO_2 por tipo de arco y β_{CO_2} incluye el costo monetario de las emisiones de dióxido de carbono.

Es una práctica común que los costos del uso de la infraestructura sean equiparados a los costos medios de mantenimiento (Ozbay *et al.*, 2007) y por esa razón, el costo de la infraestructura se calcula como un costo medio que puede estar en función de la longitud y el número de carriles que representa cada arco.

$$CE_{inf r} = f(L; N)$$

Donde L representa la longitud del arco y N el número de carriles. Como el costo no está en función del flujo, el costo marginal por efecto de un vehículo adicional no puede ser calculado directamente, así que se utiliza la siguiente relación (Ozbay *et al.*, 2007).

$$CME_{inf r} = f(L; N) \cdot \frac{t}{T}$$

Donde t es el tiempo de viaje de un vehículo adicional y T es el tiempo entre cada ciclo de mantenimiento.

5.2.2. Parámetros

Compendiando las variables que intervienen en la formulación empleada se puntualiza que la función de costo depende en todos los casos de:

- Q : Flujo vehicular de transporte de carga en cada arco, expresado en VEQ/hora
- P : Precarga vehicular de transporte de pasajeros por arco, en VEQ/hora

Adicionalmente, la función de costo interno en cada arco de la red de transporte, así como la función de los costos de la congestión dependen de:

- VOT : Valor del tiempo, en \$/hora/ton
- L : Longitud de cada arco, en km
- V_0 : Velocidad a flujo libre, en km/hora
- C : Capacidad del arco, en VEQ/hora
- α : Parámetro de calibración de la función BPR
- β : Parámetro de calibración de la función BPR



Las variables que condicionan la función de costo de los accidentes son:

- r : Riesgo de accidente
- θ : Parte del costo total del accidente que internaliza el individuo
- a : VEV del individuo para cada grado de severidad considerado, en \$
- b : VEV de familiares y amigos para cada grado de severidad, en \$
- c : Costo externo del sistema para cada grado de severidad, en \$

Con relación a los costos de contaminación del aire se tienen las siguientes variables:

- FE_{CO} : Factor de emisión de monóxido de carbono, en g/km/VEQ
- β_{CO} : Parámetro de la función de costo de monóxido de carbono, en \$/g
- FE_{NOx} : Factor de emisión de óxidos de nitrógeno, en g/km/VEQ
- β_{NOx} : Parámetro de la función de costo de óxidos de nitrógeno, en \$/g
- FE_{SO2} : Factor de emisión de dióxido de azufre, en g/km/VEQ
- β_{SO2} : Parámetro de la función de costo de dióxido de azufre, en \$/g

Con respecto al costo del cambio climático, adicionalmente se tiene:

- FE_{CO2} : Factor de emisión de CO_2 , en g/km/VEQ
- β_{CO2} : Parámetro de la función de costo del cambio climático, en \$/g

Finalmente, se considera que los costos por el uso de la infraestructura son internalizados mediante el pago de las tarifas de peaje en el modo carretero. En el modo fluvial se despreja este componente de costo externo ya que la navegación de embarcaciones no produce ningún daño cuantificable sobre el canal navegable. La Tabla 119 presente un resumen de los parámetros utilizados en el cálculo de los costos externos mediante el modelo.

Tabla 119. Resumen de parámetros para cálculo de costos externos

Parámetro	Unidad	Valor
Valor del tiempo	\$/min	2,78
Riesgo de accidente modo carretero	Proporción	2,5158E-09
Riesgo de accidente modo fluvial	Proporción	1,4836E-11
Proporción de accidentes fatales en el modo carretero	Proporción	10.10%
Proporción de accidentes fatales en el modo fluvial	Proporción	20.80%
VEV Accidentes fatales	\$	\$ 683.100.000
VEV Accidentes graves	\$	\$ 59.196.124
VEV Accidentes leves	\$	\$ 5.821.775
VEV Accidentes fatales - Familiares y allegados	\$	\$ 68.310.000



Parámetro	Unidad	Valor
VEV Accidentes graves - Familiares y allegados	\$	\$ 5.919.612
VEV Accidentes leves - Familiares y allegados	\$	\$ 582.178
Parte del costo total del accidente que es internalizada	Proporción	0,1
Carga transportada por camión	ton	28
Carga transportada por convoy	ton	800
Factor de emisión CO ₂ modo carretero	g/km/ton	2,514771357
Factor de emisión CO ₂ modo fluvial	g/km/ton	0,27692
Costos de emisión de CO ₂	\$/g	0,063
Factor de emisión de CO modo carretero	g/km/ton	0,761736143
Factor de emisión de CO modo fluvial	g/km/ton	0,08388
Costos de emisión de CO	\$/g	0,762
Factor de emisión NO _x modo carretero	g/km/ton	0,037636586
Factor de emisión NO _x modo fluvial	g/km/ton	0,00414
Costo de emisión NO _x	\$/g	19,625
Factor de emisión SO ₂ modo carretero	g/km/ton	0,005969243
Factor de emisión SO ₂ modo fluvial	g/km/ton	0,00065
Costo de emisión SO ₂	\$/g	23,541

Fuente: Elaboración propia, 2012

5.2.3. Cálculo de los beneficios

Los principales beneficios ocasionados con la puesta en marcha del proyecto están asociados a los ahorros en costos de operación, que si bien no significan un flujo de caja efectivo para el proyecto (a no ser que se establezca algún mecanismo de cobro), se constituye en un ahorro para los usuarios de la infraestructura.

La Tabla 120 muestra que durante el periodo de crecimiento tendencial, es decir antes de la puesta en marcha del proyecto, los ahorros por concepto de costos de operación son nulos, pero toda vez que el proyecto entre en servicio los ahorros presentan una tendencia creciente en la medida que se va alcanzando el nivel de demanda proyectado. Como se ve, los ahorros en costos de operación, expresados en precios constantes del 2012, comenzarán en un nivel de 25,503 millones de pesos en el año 2020, hasta alcanzar un valor de 127,504 millones de pesos en el año 2035, cuando el proyecto estará operando a capacidad.

Tabla 120. Beneficios por reducción en costos generalizados de operación (\$/año)

Año	Periodo	Beneficio anual
2015	Crecimiento tendencial	0
2016		0
2017		0
2018		0
2019		0
2020	Puesta en servicio	25,503,919,534
2021	Período de estabilización	42,373,826,040
2022		59,236,426,830
2023		76,091,637,930
2024		92,939,011,480
2025		109,778,099,620
2026	Hidrovía a máxima capacidad	111,597,642,835
2027		113,408,004,920
2028		115,208,849,980
2029		116,999,730,155
2030		118,780,085,620
2031		120,549,244,585
2032		122,306,871,155
2033		124,052,293,540
2034		125,784,839,950
2035		127,504,062,525

Fuente: Elaboración propia, 2012

El análisis de externalidades que se muestra en la Tabla 121 deja ver que debido a las bondades del río con respecto a la carretera, la puesta en marcha del proyecto genera una disminución de los costos externos, siendo muy significativa la reducción de los costos de las emisiones, pues una vez en servicio el proyecto empezará a generar un beneficio de 13,043 millones de pesos al año, hasta llegar a 65,211 millones de pesos anuales en el año 2035 cuando el proyecto esté funcionando a capacidad. Al igual que en la medición de los otros beneficios, los valores están expresados en precios constantes del año 2012.

También hay unos beneficios, aunque menos significativos, relacionados con la disminución de los costos de la congestión en carreteras, debido a una reducción del número de camiones que tendrían que circular para transportar la carga desde y hacia los puertos de exportación. En este caso los beneficios inician en 1,532 millones de pesos en el año 2020 y alcanzan un nivel de 7,662 millones de pesos en el año 2035.

Tabla 121. Beneficios por reducción de externalidades (\$/año)

Año	Periodo	Congestión	Accidentes	Emisiones	Total
2015	Crecimiento Tendencial	0	0	0	0
2016		0	0	0	0
2017		0	0	0	0
2018		0	0	0	0
2019		0	0	0	0
2020	Puesta en Servicio	1,532,579,552	146,885,787	13,043,823,237	14,723,288,576
2021	Período de Estabilización	2,546,324,663	244,045,344	21,671,833,461	24,462,203,467
2022		3,559,630,760	341,162,824	30,296,107,221	34,196,900,805
2023		4,572,492,796	438,237,744	38,916,601,570	43,927,332,110
2024		5,584,883,859	535,267,525	47,533,087,452	53,653,238,835
2025		6,596,777,035	632,249,587	56,145,335,811	63,374,362,434
2026	Hidro vía a Máxima capacidad	6,706,116,885	642,728,959	57,075,930,030	64,424,775,873
2027		6,814,905,022	653,155,452	58,001,828,616	65,469,889,091
2028		6,923,121,264	663,527,135	58,922,859,778	66,509,508,176
2029		7,030,738,696	673,841,425	59,838,794,460	67,543,374,582
2030		7,137,723,679	684,095,101	60,749,346,344	68,571,165,124
2031		7,244,035,842	694,284,292	61,654,171,847	69,592,491,981
2032		7,349,655,001	704,407,064	62,553,099,177	70,607,161,242
2033		7,454,540,787	714,459,548	63,445,784,752	71,614,785,087
2034		7,558,652,832	724,437,875	64,331,884,988	72,614,975,694
2035		7,661,964,221	734,339,465	65,211,170,831	73,607,474,517

Fuente: Elaboración propia, 2012

La Tabla 122 resume los beneficios totales del proyecto, que como se ve alcanzan un valor de 40,227 millones de pesos en el año 2020 cuando entra en servicio el proyecto y se van incrementando en la medida que aumenta la demanda por transporte en la hidrovía hasta alcanzar un beneficio total de 201,111 millones de pesos en el año 2035.

Tabla 122. Beneficios totales del proyecto (\$/año)

Año	Periodo	Beneficio anual
2015	Crecimiento tendencial	0
2016		0
2017		0
2018		0
2019		0
2020	Puesta en servicio	40,227,208,110

Año	Periodo	Beneficio anual
2021	Período de estabilización	66,836,029,507
2022		93,433,327,635
2023		120,018,970,040
2024		146,592,250,315
2025		173,152,462,054
2026	Hidro vía a máxima capacidad	176,022,418,708
2027		178,877,894,011
2028		181,718,358,156
2029		184,543,104,737
2030		187,351,250,744
2031		190,141,736,566
2032		192,914,032,397
2033		195,667,078,627
2034		198,399,815,644
2035		201,111,537,042

Fuente: Elaboración propia, 2012

5.3. ESTRATEGIAS DE INTERNALIZACIÓN

Se parte de la base que es imposible evitar totalmente el riesgo de accidentes o la contaminación proveniente de la actividad transportadora, a no ser que se prohíba por completo la circulación de vehículos. No obstante, dado que el problema de los costos externos radica en que el causante del daño no lo paga, no lo percibe o no es consciente de él, lo que se busca con las estrategias de internalización es que el agente que genera el costo asuma la responsabilidad en cuanto al daño que su actividad pueda causar a terceros.

Normalmente las estrategias de internalización de costos de las externalidades van dirigidas al establecimiento de impuestos y cargos a la operación, para lo cual se pueden seguir estas líneas de acción⁷⁵:

- Implantación de una tasa en función de los kilómetros recorridos por los camiones pesados, en la que se tenga en cuenta no sólo los costos provocados por accidentes, sino también los costos ambientales derivados de la contaminación atmosférica, el cambio climático y el ruido.

⁷⁵ INFRAS. External cost of transport, Update Study. Final Report, Zurich/Karlsruhe, October 2004.



- Existencia de un escenario común para el precio del combustible, aplicable a todos los modos de transporte, para lograr los objetivos de una estrategia climática a largo plazo.
- Uso intensivo de las nuevas tecnologías en la gestión viaria y en los sistemas de información.

El enfoque de modelación utilizado en este trabajo de investigación permite experimentar fácilmente con la primera línea de acción, simulando escenarios donde se internalice una parte o la totalidad del costo externo, siguiendo la misma línea de acción propuesta por Beuthe *et al.*⁷⁶.

Específicamente, la simulación consiste en modificar los valores representados por las funciones de costo en los arcos del modo de transporte elegido, de tal manera que los costos percibidos por el modelo sean ahora la suma de los costos privados más la cuantía que se desea internalizar. En todos los casos considerados resulta más favorable el uso del sistema de transporte integrado en lugar del transporte exclusivo por carretera, sin embargo debido a las restricciones de capacidad consideradas en el modelo no se consigue un reparto modal más eficiente desde la perspectiva de la sociedad.

5.4. CONCLUSIONES

Los beneficios del proyecto han sido cuantificados a partir de la evaluación de ahorros del costo generalizado de viaje más los ahorros por reducción de externalidades. Los cálculos realizados indican que el proyecto generaría unos beneficios anuales que parten de un valor de 40,227'208,110 en el año 2020, hasta alcanzar un beneficio total de 201,111'537,042 en el año 2035.

Los beneficios cuantificados son significativamente inferiores a los que se habían estimado para el corredor 1 de la fase anterior, lo cual se explica en el menor número de toneladas a transportar y en la necesidad de conectar el corredor fluvial mediante accesos por el modo carretero.

Se cuenta con la información para proceder con los análisis beneficio/costo del proyecto a fin de establecer su factibilidad económica.

Aunque se cuenta con una versión mejorada del modelo de transporte utilizado, que permite determinar el reparto modal del transporte de carga en Colombia considerando

⁷⁶ Beuthe, M. *et al.* External costs of the Belgian interurban freight traffic: a network analysis of their internalisation. *Transportation Research Part D* 7 (2002) 285–301. www.elsevier.com



Investigación para la complementación de los estudios Fase II (Factibilidad)
para la navegabilidad del río Atrato



los costos externos, para el caso específico del sistema de transporte con integración fluvial modelado, a causa de la restricción de capacidad es imposible conseguir una mayor sustitución del uso de los modos de transporte con mayores efectos negativos. Esto significa que así se adopten medidas de internalización de los costos externos en los modos de transporte alternativos no se conseguiría un reparto modal diferente ya que el canal navegable estaría funcionando a capacidad.



6. ANÁLISIS DE CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO

El análisis de capacidad y nivel de servicio, para cada uno de los tramos representativos del corredor intermodal, se formulará inicialmente para las condiciones actuales y luego se evaluará en cada uno de los periodos quinquenales adoptados como horizonte de planificación.

6.1. CNS MODO CARRETERO

El manual colombiano de capacidad y niveles de servicio⁷⁷ tiene una metodología clara de la obtención de éstos parámetros para vías de dos carriles en sentidos contrarios como es la mayoría de las vías del país.

Para la obtención de estos valores se analizaron distintos tramos homogéneos dentro de dos rutas probables entre Bogotá y Quibdó, teniendo en cuenta el grado de utilización por vehículos de carga pesada para determinar así en las condiciones actuales como está funcionando. La Tabla 123 contempla la ruta entre Bogotá y Quibdó, pasando por Manizales y sin entrar a Medellín.

Para el TPDS (tránsito promedio diario semanal) el INVIAS tiene cartilla del año 2008 de allí se tomaron los volúmenes y luego se proyectó para un crecimiento anual del 3%, con lo que se actualizaron los valores a 2012, los porcentajes de vehículos, buses y camiones se dejaron igual. La Tabla 124 contiene los valores de capacidad y niveles de servicio de la ruta Bogotá – Quibdó, pasando por Pereira.

No se tiene en cuenta los pasos dentro de las ciudades, pues para el cálculo de nivel de servicio y capacidad se tienen otras metodologías que no hacen parte del análisis del proyecto del puerto en Tarena.

En la Tabla 125 se encuentra la capacidad y nivel de servicio de la ruta de Bogotá a Quibdó, pasando por Medellín. Es muy utilizada por vehículos de carga y en su mayoría es una carretera de dos carriles en sentidos contrarios.

Para el cálculo del nivel de servicio se tiene en cuenta que el Manual Colombiano contempla la velocidad como factor determinante, y del mismo modo que con la capacidad, a un valor estimado de velocidad de flujo libre para cada uno de estos tramos se le aplican diferentes factores que permiten obtener una velocidad de operación que es la que determina el nivel de servicio.

⁷⁷ UNIVERSIDAD DEL CAUCA. Manual de capacidad y niveles de servicio para carreteras de dos carriles. Popayán. 1996. 43 p. + anexo. Convenio Interinstitucional No. 1014 de 1995 Instituto Nacional de Vías – Universidad del Cauca.



Para las vías de dos carriles, se utilizó la metodología del Highway Capacity Manual⁷⁸. Esta metodología hace una diferencia entre vías de dos carriles clase I y II. Para el análisis de capacidad se tuvo en cuenta la clase I, pues estas vías cubren largas distancias. Además, tiene en cuenta diferentes condiciones del tipo de vehículos que hacen uso de la infraestructura, y como el volumen de éstos puede afectar el funcionamiento. Al igual que el Manual Colombiano el HCM contempla la velocidad como determinante del nivel del servicio, aunque se tiene en cuenta el tiempo que tarda en cruzar el tramo seleccionado y el flujo que tiene la vía en vehículos por hora, que al multiplicarlo por un factor, permite que al restarlos se obtenga la velocidad de viaje.

En el Documento "Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 Prosperidad para Todos", se indica que "El mejoramiento de la capacidad de la infraestructura vial es un importante aporte al fortalecimiento de la competitividad, por lo cual se impulsará la consolidación de corredores que soportan carga de comercio exterior y que conectan los principales centros de producción y consumo con los puertos marítimos, aeropuertos y pasos de frontera a través del programa Dobles Calzadas para la Prosperidad. En este sentido, se dará prioridad a la terminación de proyectos, promoviendo la homogenización de la capacidad vial".⁷⁹

Para los diferentes horizontes de planificación se tiene en cuenta que las condiciones de las vías van a ser mejoradas de acuerdo a la Ley 105 de 1993 artículo 13, con lo que se evalúa de nuevo la capacidad y nivel de servicio bajo este supuesto. A continuación se presentan las tablas de resumen de resultados para las condiciones presentes en cada uno de los años a los que han sido proyectadas las rutas de transporte por carretera.

⁷⁸ Paul Ryus, Mark Van Dehey, Lily Elefteriadou, Richard G. Dowling and Barbara K. Ostrom. Highway Capacity Manual 2010. TRB publication.

⁷⁹ Instituto Nacional de Vías INVIA <http://www.invias.gov.co> [En línea consultado el: 12 de marzo de 2012.].

Tabla 123. CNS de Bogotá – Manizales - Quibdó

TRAMO		LONGITUD (KM)	TPDS 2012	CAPACIDAD (C60)	NS
ORIGEN	DESTINO				
Quibdó	La Mansa	117	758	1626	E
La Mansa	Bolivar AN	14,11	327	1571	E
Bolivar AN	Puente Roto	5,6	1034	1616	E
Puente Roto	Remolino	12,29	1034	1616	E
Remolino	Cr a Tarso	16,13	1284	1862	D
Cr a Tarso	Cr Bolombolo	5,44	1284	1862	D
Cr Bolombolo	Bolombolo	3,07	1284	1862	D
Bolombolo	Cr a Puente Igles	29	830	1837	D
Cr a Puente Igles	Cr a La Pintada	16,4	830	1548	C
Cr a La Pintada	El Palo CL	47,35	3180	2043	D
El Palo CL	Irra	20,59	4199	1690	D
Irra	La Estrella CL	22,52	4626	1715	D
La Estrella CL	Tres Puertas	13,61	4626	1715	D
Tres Puertas	La Manuela	17	6633	1788	D
Chinchiná	Manizales	19	5836	3400	-
La Manuela	Manizales	7	6509	1660	C
Manizales	Puente La Libertad	10	20014	2343	F
Puente La Libertad	La Esperanza CL	25,32	1659	1503	C
La Esperanza CL	Delgaditas	29,49	1400	1503	C
Delgaditas	Petaqueros	14,53	1400	1503	C
Petaqueros	Fresno	17,66	1673	1503	C
Fresno	Honda	26,5	1757	1481	C
Honda	Puerto Bogota	6,01	7036	1414	D
Chuguacal	Villeta	27	3755	1391	-
Puerto Bogota	Guaduas	31,68	7036	1414	D
Guaduas	Villeta	28,31	7036	1414	D
Villeta	Tobiagrande	10	4927	2343	D
Tobiagrande	La Vega CN	15	4927	2343	D
La Vega CN	El Vino	18,92	8095	1935	D
El Vino	La Punta	14,67	13801	3400	C
La Punta	Salida a La Vega	22,29	11152	3400	E

Fuente: Elaboración propia, 2012

Tabla 124. CNS de Bogotá – Ibagué – Pereira - Quibdó

TRAMO		LONGITUD (KM)	TPDS 2012	CAPACIDAD (C60)	NS
ORIGEN	DESTINO				
Quibdó	Cértogui	40	513	2152	E
Cértogui	Las Animas	17	513	2152	E
Las Animas	Santa Cecilia	71	744	1864	E
Santa Cecilia	Apia	63,88	511	1444	D
Apia	La Bretaña	13	1500	1481	D
La Bretaña	Balboa	15	1500	1764	D
Balboa	La Virginia	6,2	3087	2261	D
Apia	Viterbo	13,37	153	1552	C
La Virginia	Cerritos	13,06	7380	2261	D
Cerritos	El Pollo	9,04	21996	3400	D
El Pollo	Pereira	2,96	7665	2452	B
Pereira	Club de Tiro	5	12032	3400	C
Club de Tiro	El Manzano	12	6634	3400	B
El Manzano	Cruces	2,41	6634	3400	D
Cruces	Circasia	7,94	6634	3400	D
Circasia	Armenia	8,65	14911	1911	F
Armenia	Calarcá	5	12470	1616	D
Calarcá	La Linea	22	5216	1391	D
La Linea	Cajamarca	25	5216	1391	D
Cajamarca	Cr Tapias	14	5820	1666	D
Cr Tapias	Coello TO	5	5820	1666	D
Coello TO	Salida a Armenia	6	5820	1666	D
Salida a Armenia	Ibague	5	24878	1837	F
Ibague	Salida a Espinal	4	24878	3400	E
Salida a Espinal	Picaleña	5	14920	3400	D
Picaleña	Buenos Aires TO	10	12425	3400	C
Buenos Aires TO	Chicoral	15	12942	3400	C
Cr Chicoral	Espinal	8	13338	3400	C
Espinal	Flandes	14,46	12500	2125	E
Flandes	Girardot	5,54	12500	2125	E
Girardot	Ricaurte	6,48	6952	3400	B
Ricaurte	Cr El Paso	2,08	6952	3400	B
Cr El Paso	Cr a El Nilo	1,7	13278	3400	C
Cr a El Nilo	Melgar	16,74	13278	3400	C
Melgar	Boquerón	6,7	14637	3400	E
Boquerón	Peaje Chinauta	11,65	14637	3400	E
Peaje Chinauta	Cr a Arbelaez	16,68	14637	3400	E
Cr a Arbelaez	Cr a Fusagasuga	5,95	14637	1788	D
Cr a Fusagasuga	Silvania	12,22	10805	3400	E
Silvania	Alto de las Rosas	21,6	10805	5100	E
Alto de las Rosas	T del Salto	9,06	10805	3400	E

Fuente: Elaboración propia, 2012

Tabla 125. CNS de Bogotá – Medellín – Quibdó

TRAMO		LONGITUD (KM)	TPDS 2012	CAPACIDAD (C60)	NS
ORIGEN	DESTINO				
Quibdó	La Mansa	117	758	1626	E
La Mansa	Bolívar AN	14,11	327	1571	C
Bolívar AN	Puente Roto	5,6	1034	1616	C
Puente Roto	Remolino	12,29	1034	1616	C
Remolino	Cr a Tarso	16,13	1284	1862	D
Cr a Tarso	Cr Bolombolo	5,44	1284	1862	D
Cr Bolombolo	Bolombolo	3,07	1284	1862	D
Bolombolo	Cr a Amaga	24,13	2320	1837	D
Cr a Amaga	Amaga	6,4	2320	1837	D
Amaga	Primavera AN	7,9	6254	1788	D
Primavera AN	Itagüí	25,94	8685	2125	E
Medellín	Sal a Itagüí por Medellín	12,5	39468		
Medellín	Salida a Guarne	12,5	13675		
Guarne	Crucero	8,91	15476	2152	F
Crucero	Marinilla	10,09	15476	2152	F
Marinilla	Santuario	12	6969	1666	E
Santuario	Autopista	21,47	3085	1414	C
Autopista	La Piñuela	10,8	3085	1414	C
La Piñuela	Cr a Puerto Triunfo	35,64	2359	1391	D
Cr a Puerto Triunfo	Puerto Triunfo	54,68	2359	1391	D
Puerto Triunfo	Cano Alegre	12,42	3676	1414	C
Cano Alegre	Puerto Salgar	47,12	7704	2043	E
Puerto Salgar	Puerto Bogotá	35	8899	2098	E
Puerto Bogotá	Guaduas	31,68	7036	1414	D
Guaduas	Villeta	28,31	7036	1414	D
Villeta	Tobiagrande	10	4927	2343	D
Tobiagrande	La Vega CN	15	4927	2343	D
La Vega CN	El Vino	18,92	8095	1935	D
El Vino	La Punta	14,67	13801	3400	C
La Punta	Salida a La Vega	22,29	11152	3400	D

Fuente: Elaboración propia, 2012



Investigación para la complementación de los estudios Fase II (Factibilidad)
para la navegabilidad del río Atrato



Tabla 126. CNS Ruta Bogotá – Manizales – Quibdó. Año 2015

TRAMO		LONGITUD (KM)	TPDS 2015			CAPACIDAD (C60)	NS		
ORIGEN	DESTINO		A	M	B		A	M	B
Quibdó	La Mansa	117	968	965	891	1626	D	D	D
La Mansa	Bolívar AN	14,11	382	381	352	1571	C	C	C
Bolívar AN	Puente Roto	5,6	1208	1204	1112	1616	C	C	C
Puente Roto	Remolino	12,29	1208	1204	1112	1616	C	C	C
Remolino	Cr a Tarso	16,13	1501	1495	1381	1862	D	D	D
Cr a Tarso	Cr Bolombolo	5,44	1501	1495	1381	1862	D	D	D
Cr Bolombolo	Bolombolo	3,07	1501	1495	1381	1862	D	D	D
Bolombolo	Cr a Puente Igles	29	971	967	893	1837	D	D	D
Cr a Puente Igles	Cr a La Pintada	16,4	971	967	893	1548	C	C	C
Cr a La Pintada	El Palo CL	47,35	3717	3704	3421	2043	D	D	D
El Palo CL	Irra	20,59	4909	4891	4518	1690	D	D	D
Irra	La Estrella CL	22,52	5407	5387	4976	1715	D	D	D
La Estrella CL	Tres Puertas	13,61	5407	5387	4976	1715	D	D	D
Tres Puertas	La Manuela	17	7754	7725	7136	1788	D	D	D
Chinchiná	Manizales	19	7455	7427	6861	3400			
La Manuela	Manizales	7	7609	7581	7003	1660	D	D	D
Manizales	Puente La Libertad	10	25565	25472	23529	2343	F	F	F
Puente La Libertad	La Esperanza CL	25,32	1939	1932	1785	1503	C	C	C
La Esperanza CL	Delgaditas	29,49	1636	1630	1506	1503	C	C	C
Delgaditas	Petaqueros	14,53	1636	1630	1506	1503	C	C	C
Petaqueros	Fresno	17,66	1956	1948	1800	1503	C	C	C
Fresno	Honda	26,5	2054	2046	1890	1481	C	C	C
Honda	Puerto Bogotá	6,01	8225	8195	7570	1414	E	E	D
Puerto Bogotá	Guaduas	31,68	8225	8195	7570	1414	E	E	D
Guaduas	Villeta	28,31	8225	8195	7570	1414	E	E	D
Villeta	Tobiagrande	10	5760	5739	5301	2343	D	D	D
Tobiagrande	La Vega CN	15	5760	5739	5301	2343	D	D	D
La Vega CN	El Vino	18,92	9463	9428	8709	1935	D	D	D
El Vino	La Punta	14,67	16133	16074	14848	3400	C	C	C
La Punta	Salida a La Vega	22,29	13037	12989	11998	3400	E	E	E

Fuente: Elaboración propia, 2012



Investigación para la complementación de los estudios Fase II (Factibilidad)
para la navegabilidad del río Atrato



Tabla 127. CNS Ruta Bogotá – Manizales – Quibdó. Año 2020

TRAMO		LONGITUD (KM)	TPDS 2020			CAPACIDAD (C60)	NS		
ORIGEN	DESTINO		A	M	B		A	M	B
Quibdó	La Mansa	117,00	1267	1258	1087	1626	D	D	D
La Mansa	Bolívar AN	14,11	500	496	429	1571	C	C	C
Bolívar AN	Puente Roto	5,60	1581	1570	1357	1616	C	C	C
Puente Roto	Remolino	12,29	1581	1570	1357	1616	C	C	C
Remolino	Cr a Tarso	16,13	1964	1949	1686	1862	D	D	D
Cr a Tarso	Cr Bolombolo	5,44	1964	1949	1686	1862	D	D	D
Cr Bolombolo	Bolombolo	3,07	1964	1949	1686	1862	D	D	D
Bolombolo	Cr a Puente Igles	29,00	1270	1261	1090	1837	D	D	D
Cr a Puente Igles	Cr a La Pintada	16,40	1270	1261	1090	1548	C	C	C
Cr a La Pintada	El Palo CL	47,35	4864	4828	4175	2043	D	D	D
El Palo CL	Irra	20,59	6423	6376	5513	1690	D	D	D
Irra	La Estrella CL	22,52	7075	7023	6073	1715	D	D	D
La Estrella CL	Tres Puertas	13,61	7075	7023	6073	1715	D	D	D
Tres Puertas	La Manuela	17,00	10145	10071	8708	1788	E	E	D
Chinchiná	Manizales	19,00	9754	9683	8373	3400			
La Manuela	Manizales	7,00	9956	9884	8546	1660	D	D	D
Manizales	Puente La Libertad	10,00	33451	33206	28713	2343	F	F	F
Puente La Libertad	La Esperanza CL	25,32	2537	2519	2178	1503	C	C	C
La Esperanza CL	Delgaditas	29,49	2141	2125	1838	1503	C	C	C
Delgaditas	Petaqueros	14,53	2141	2125	1838	1503	C	C	C
Petaqueros	Fresno	17,66	2559	2540	2196	1503	C	C	C
Fresno	Honda	26,50	2688	2668	2307	1481	C	C	C
Honda	Puerto Bogotá	6,01	10762	10683	9238	1414	E	E	E
Puerto Bogotá	Guaduas	31,68	10762	10683	9238	1414	E	E	E
Guaduas	Villeta	28,31	10762	10683	9238	1414	E	E	E
Villeta	Tobiagrande	10,00	7536	7481	6469	2343	D	D	D
Tobiagrande	La Vega CN	15,00	7536	7481	6469	2343	D	D	D
La Vega CN	El Vino	18,92	12382	12291	10628	1935	F	F	D
El Vino	La Punta	14,67	21110	20955	18120	3400	E	D	D
La Punta	Salida a La Vega	22,29	17058	16933	14642	3400	E	E	E

Fuente: Elaboración propia, 2012



Investigación para la complementación de los estudios Fase II (Factibilidad)
para la navegabilidad del río Atrato



Tabla 128. CNS Ruta Bogotá – Manizales – Quibdó. Año 2025

TRAMO		LONGITUD (KM)	TPDS 2025			CAPACIDAD (C60)	NS		
ORIGEN	DESTINO		A	M	B		A	M	B
Quibdó	La Mansa	117,00	1658	1646	1350	1626	D	D	D
La Mansa	Bolívar AN	14,11	654	649	532	1571	C	C	C
Bolívar AN	Puente Roto	5,60	2069	2054	1685	1616	C	C	C
Puente Roto	Remolino	12,29	2069	2054	1685	1616	C	C	C
Remolino	Cr a Tarso	16,13	2570	2551	2092	1862	D	D	D
Cr a Tarso	Cr Bolombolo	5,44	2570	2551	2092	1862	D	D	D
Cr Bolombolo	Bolombolo	3,07	2570	2551	2092	1862	D	D	D
Bolombolo	Cr a Puente Igles	29,00	1662	1650	1353	1837	D	D	D
Cr a Puente Igles	Cr a La Pintada	16,40	1662	1650	1353	1548	C	C	C
Cr a La Pintada	El Palo CL	47,35	6364	6317	5182	2043	D	D	D
El Palo CL	Irra	20,59	8404	8343	6843	1690	E	E	D
Irra	La Estrella CL	22,52	9257	9189	7538	1715	E	E	E
La Estrella CL	Tres Puertas	13,61	9257	9189	7538	1715	E	E	E
Tres Puertas	La Manuela	17,00	13275	13177	10809	1788	F	F	E
Chinchiná	Manizales	19,00	12763	12669	10393	3400			
La Manuela	Manizales	7,00	13027	12932	10608	1660	E	E	E
Manizales	Puente La Libertad	10,00	43769	43448	35640	2343	F	F	F
Puente La Libertad	La Esperanza CL	25,32	3320	3295	2703	1503	D	D	C
La Esperanza CL	Delgaditas	29,49	2801	2781	2281	1503	C	C	C
Delgaditas	Petaqueros	14,53	2801	2781	2281	1503	C	C	C
Petaqueros	Fresno	17,66	3348	3324	2726	1503	D	D	C
Fresno	Honda	26,50	3517	3491	2863	1481	D	D	D
Honda	Puerto Bogotá	6,01	14081	13978	11466	1414	E	E	E
Puerto Bogotá	Guaduas	31,68	14081	13978	11466	1414	E	E	E
Guaduas	Villeta	28,31	14081	13978	11466	1414	E	E	E
Villeta	Tobiagrande	10,00	9861	9789	8029	2343	D	D	D
Tobiagrande	La Vega CN	15,00	9861	9789	8029	2343	D	D	D
La Vega CN	El Vino	18,92	16201	16082	13192	1935	F	F	F
El Vino	La Punta	14,67	27621	27418	22491	3400	E	E	D
La Punta	Salida a La Vega	22,29	22320	22156	18174	3400	E	E	E

Fuente: Elaboración propia, 2012



Investigación para la complementación de los estudios Fase II (Factibilidad)
para la navegabilidad del río Atrato



Tabla 129. CNS Ruta Bogotá – Manizales – Quibdó. Año 2030

TRAMO		LONGITUD (KM)	TPDS 2030			CAPACIDAD (C60)	NS		
ORIGEN	DESTINO		A	M	B		A	M	B
Quibdó	La Mansa	117,00	2169	2153	1698	1626	D	D	D
La Mansa	Bolívar AN	14,11	856	849	670	1571	C	C	C
Bolívar AN	Puente Roto	5,60	2707	2687	2119	1616	C	C	C
Puente Roto	Remolino	12,29	2707	2687	2119	1616	C	C	C
Remolino	Cr a Tarso	16,13	3362	3338	2632	1862	D	D	D
Cr a Tarso	Cr Bolombolo	5,44	3362	3338	2632	1862	D	D	D
Cr Bolombolo	Bolombolo	3,07	3362	3338	2632	1862	D	D	D
Bolombolo	Cr a Puente Igles	29,00	2175	2159	1702	1837	D	D	D
Cr a Puente Igles	Cr a La Pintada	16,40	2175	2159	1702	1548	C	C	C
Cr a La Pintada	El Palo CL	47,35	8327	8266	6518	2043	E	E	E
El Palo CL	Irra	20,59	10997	10916	8607	1690	F	F	E
Irra	La Estrella CL	22,52	12112	12024	9481	1715	F	F	E
La Estrella CL	Tres Puertas	13,61	12112	12024	9481	1715	F	F	E
Tres Puertas	La Manuela	17,00	17369	17242	13595	1788	F	F	F
Chinchiná	Manizales	19,00	16699	16577	13071	3400			
La Manuela	Manizales	7,00	17046	16921	13342	1660	E	E	E
Manizales	Puente La Libertad	10,00	57269	56850	44827	2343	F	F	F
Puente La Libertad	La Esperanza CL	25,32	4344	4312	3400	1503	D	D	D
La Esperanza CL	Delgaditas	29,49	3666	3639	2869	1503	D	D	D
Delgaditas	Petaqueros	14,53	3666	3639	2869	1503	D	D	D
Petaqueros	Fresno	17,66	4381	4349	3429	1503	D	D	D
Fresno	Honda	26,50	4601	4568	3602	1481	D	D	D
Honda	Puerto Bogotá	6,01	18425	18290	14422	1414	E	E	E
Puerto Bogotá	Guaduas	31,68	18425	18290	14422	1414	E	E	E
Guaduas	Villeta	28,31	18425	18290	14422	1414	E	E	E
Villeta	Tobiagrande	10,00	12902	12808	10099	2343	E	E	D
Tobiagrande	La Vega CN	15,00	12902	12808	10099	2343	E	E	D
La Vega CN	El Vino	18,92	21198	21042	16592	1935	F	F	F
El Vino	La Punta	14,67	36140	35875	28288	3400	E	E	E
La Punta	Salida a La Vega	22,29	29204	28990	22859	3400	E	E	E

Fuente: Elaboración propia, 2012



Investigación para la complementación de los estudios Fase II (Factibilidad)
para la navegabilidad del río Atrato



Tabla 130. CNS Ruta Bogotá – Manizales – Quibdó. Año 2035

TRAMO		LONGITUD (KM)	TPDS 2035			CAPACIDAD (C60)	NS		
ORIGEN	DESTINO		A	M	B		A	M	B
Quibdó	La Mansa	117,00	2838	2817	2164	1626	D	D	D
La Mansa	Bolívar AN	14,11	1119	1111	854	1571	C	C	C
Bolívar AN	Puente Roto	5,60	3542	3516	2700	1616	C	C	C
Puente Roto	Remolino	12,29	3542	3516	2700	1616	C	C	C
Remolino	Cr a Tarso	16,13	4399	4367	3354	1862	D	D	D
Cr a Tarso	Cr Bolombolo	5,44	4399	4367	3354	1862	D	D	D
Cr Bolombolo	Bolombolo	3,07	4399	4367	3354	1862	D	D	D
Bolombolo	Cr a Puente Igles	29,00	2845	2825	2169	1837	D	D	D
Cr a Puente Igles	Cr a La Pintada	16,40	2845	2825	2169	1548	C	C	C
Cr a La Pintada	El Palo CL	47,35	10895	10815	8307	2043	E	E	E
El Palo CL	Irra	20,59	14388	14283	10970	1690	F	F	F
Irra	La Estrella CL	22,52	15849	15732	12083	1715	F	F	F
La Estrella CL	Tres Puertas	13,61	15849	15732	12083	1715	F	F	F
Tres Puertas	La Manuela	17,00	22726	22560	17327	1788	F	F	F
Chinchiná	Manizales	19,00	21850	21690	16659	3400			
La Manuela	Manizales	7,00	22303	22140	17005	1660	E	E	E
Manizales	Puente La Libertad	10,00	74933	74385	57131	2343	F	F	F
Puente La Libertad	La Esperanza CL	25,32	5683	5642	4333	1503	D	D	D
La Esperanza CL	Delgaditas	29,49	4796	4761	3657	1503	D	D	D
Delgaditas	Petaqueros	14,53	4796	4761	3657	1503	D	D	D
Petaqueros	Fresno	17,66	5732	5690	4370	1503	D	D	D
Fresno	Honda	26,50	6020	5976	4590	1481	D	D	D
Honda	Puerto Bogotá	6,01	24108	23931	18380	1414	E	E	E
Puerto Bogotá	Guaduas	31,68	24108	23931	18380	1414	E	E	E
Guaduas	Villeta	28,31	24108	23931	18380	1414	E	E	E
Villeta	Tobiagrande	10,00	16882	16758	12871	2343	F	F	E
Tobiagrande	La Vega CN	15,00	16882	16758	12871	2343	F	F	E
La Vega CN	El Vino	18,92	27736	27533	21147	1935	F	F	F
El Vino	La Punta	14,67	47287	46941	36053	3400	E	E	E
La Punta	Salida a La Vega	22,29	38212	37932	29134	3400	E	E	E

Fuente: Elaboración propia, 2012



Investigación para la complementación de los estudios Fase II (Factibilidad)
para la navegabilidad del río Atrato



Tabla 131. CNS Ruta Bogotá – Manizales – Quibdó. Año 2040

TRAMO		LONGITUD (KM)	TPDS 2040			CAPACIDAD (C60)	NS		
ORIGEN	DESTINO		A	M	B		A	M	B
Quibdó	La Mansa	117,00	3713	3686	2794	1626	D	D	D
La Mansa	Bolívar AN	14,11	1465	1454	1102	1571	C	C	C
Bolívar AN	Puente Roto	5,60	4634	4600	3487	1616	C	C	C
Puente Roto	Remolino	12,29	4634	4600	3487	1616	C	C	C
Remolino	Cr a Tarso	16,13	5756	5714	4331	1862	D	D	D
Cr a Tarso	Cr Bolombolo	5,44	5756	5714	4331	1862	D	D	D
Cr Bolombolo	Bolombolo	3,07	5756	5714	4331	1862	D	D	D
Bolombolo	Cr a Puente Igles	29,00	3723	3696	2802	1837	D	D	D
Cr a Puente Igles	Cr a La Pintada	16,40	3723	3696	2802	1548	C	C	C
Cr a La Pintada	El Palo CL	47,35	14256	14151	10727	2043	F	F	E
El Palo CL	Irra	20,59	18826	18688	14166	1690	F	F	F
Irra	La Estrella CL	22,52	20737	20585	15604	1715	F	F	F
La Estrella CL	Tres Puertas	13,61	20737	20585	15604	1715	F	F	F
Tres Puertas	La Manuela	17,00	29736	29518	22376	1788	F	F	F
Chinchiná	Manizales	19,00	28590	28380	21513	3400			
La Manuela	Manizales	7,00	29183	28969	21959	1660	E	E	E
Manizales	Puente La Libertad	10,00	98046	97328	73777	2343	F	F	F
Puente La Libertad	La Esperanza CL	25,32	7436	7382	5596	1503	D	D	D
La Esperanza CL	Delgaditas	29,49	6275	6229	4722	1503	D	D	D
Delgaditas	Petaqueros	14,53	6275	6229	4722	1503	D	D	D
Petaqueros	Fresno	17,66	7500	7445	5644	1503	D	D	D
Fresno	Honda	26,50	7877	7820	5928	1481	D	D	D
Honda	Puerto Bogotá	6,01	31544	31313	23736	1414	E	E	E
Puerto Bogotá	Guaduas	31,68	31544	31313	23736	1414	E	E	E
Guaduas	Villeta	28,31	31544	31313	23736	1414	E	E	E
Villeta	Tobiagrande	10,00	22089	21927	16621	2343	F	F	F
Tobiagrande	La Vega CN	15,00	22089	21927	16621	2343	F	F	F
La Vega CN	El Vino	18,92	36291	36025	27308	1935	F	F	F
El Vino	La Punta	14,67	61873	61420	46558	3400	E	E	E
La Punta	Salida a La Vega	22,29	49998	49632	37622	3400	E	E	E

Fuente: Elaboración propia, 2012



Investigación para la complementación de los estudios Fase II (Factibilidad)
para la navegabilidad del río Atrato



Tabla 132. CNS ruta Bogotá – Ibagué – Pereira – Quibdó. Año 2015

TRAMO		LONGITUD (KM)	TPDS 2015			CAPACIDAD (C60)	NS		
ORIGEN	DESTINO		A	M	B		A	M	B
Quibdó	Cértégui	40	655	653	603	2152	E	E	E
Cértégui	Las Animas	17	655	653	603	2152	E	E	E
Las Animas	Santa Cecilia	71	950	947	875	1864	E	E	E
Santa Cecilia	Apía	63,88	653	650	601	1444	D	D	D
Apía	La Bretaña	13	1754	1747	1614	1481	C	C	C
La Bretaña	Balboa	15	1754	1747	1614	1764	D	D	D
Balboa	La Virginia	6,2	3609	3595	3321	2261	D	D	D
Apía	Viterbo	13,37	179	178	165	1552	C	C	C
La Virginia	Cerritos	13,06	8627	8596	7940	2261	D	D	D
Cerritos	El Pollo	9,04	25712	25618	23664	3400	E	E	E
El Pollo	Pereira	2,96	9791	9755	9011	2452	D	D	D
Pereira	Club de Tiro	5	14065	14014	12945	3400	C	C	C
Club de Tiro	El Manzano	12	7755	7727	7137	3400	B	B	B
El Manzano	Cruces	2,41	7755	7727	7137	3400	D	D	D
Cruces	Circasia	7,94	7755	7727	7137	3400	D	D	D
Circasia	Armenia	8,65	17431	17367	16043	1911	F	F	F
Armenia	Calarcá	5	14577	14524	13416	1616	E	E	E
Calarcá	La Línea	22	6097	6075	5611	1391	D	D	D
La Línea	Cajamarca	25	6097	6075	5611	1391	D	D	D
Cajamarca	Cr Tapias	14	6803	6778	6261	1666	D	D	D
Cr Tapias	Coello TO	5	6803	6778	6261	1666	D	D	D
Coello TO	Salida a Armenia	6	6803	6778	6261	1666	D	D	D
Salida a Armenia	Ibagué	5	29082	28975	26765	1837	F	F	F
Ibagué	Salida a Espinal	4	29082	28975	26765	3400	E	E	E
Salida a Espinal	Picaleña	5	17441	17377	16052	3400	D	D	D
Picaleña	Buenos Aires TO	10	14525	14472	13368	3400	C	C	C
Buenos Aires TO	Chicoral	15	15129	15074	13924	3400	D	D	C
Cr Chicoral	Espinal	8	15592	15535	14350	3400	D	D	C
Espinal	Flandes	14,46	14612	14558	13448	2125	F	F	F
Flandes	Girardot	5,54	14612	14558	13448	2125	F	F	F
Girardot	Ricaurte	6,48	8127	8097	7479	3400	B	B	B
Ricaurte	Cr El Paso	2,08	8127	8097	7479	3400	B	B	B
Cr El Paso	Cr a El Nilo	1,7	15521	15465	14285	3400	D	D	C
Cr a El Nilo	Melgar	16,74	15521	15465	14285	3400	D	D	C
Melgar	Boquerón	6,7	17110	17048	15747	3400	E	E	E
Boquerón	Peaje Chinauta	11,65	17110	17048	15747	3400	E	E	E
Peaje Chinauta	Cr a Arbeláez	16,68	17110	17048	15747	3400	E	E	E
Cr a Arbeláez	Cr a Fusagasugá	5,95	17110	17048	15747	1788	F	F	F
Cr a Fusagasugá	Silvania	12,22	13802	13751	12703	3400	E	E	E
Silvania	Alto de las Rosas	21,6	13802	13751	12703	5100	E	E	E
Alto de las Rosas	T del Salto	9,06	13802	13751	12703	3400	E	E	E

Fuente: Elaboración propia, 2012



Investigación para la complementación de los estudios Fase II (Factibilidad)
para la navegabilidad del río Atrato



Tabla 133. CNS ruta Bogotá – Ibagué – Pereira – Quibdó. Año 2020

TRAMO		LONGITUD (KM)	TPDS 2020			CAPACIDAD (C60)	NS		
ORIGEN	DESTINO		A	M	B		A	M	B
Quibdó	Cértégui	40,00	857	851	736	2152	E	E	E
Cértégui	Las Animas	17,00	857	851	736	2152	E	E	E
Las Animas	Santa Cecilia	71,00	1244	1234	1067	1864	E	E	E
Santa Cecilia	Apia	63,88	854	848	733	1444	D	D	D
Apia	La Bretaña	13,00	2295	2278	1970	1481	C	C	C
La Bretaña	Balboa	15,00	2295	2278	1970	1764	D	D	D
Balboa	La Virginia	6,20	4722	4687	4053	2261	D	D	D
Apia	Viterbo	13,37	234	232	201	1552	C	C	C
La Virginia	Cerritos	13,06	11288	11206	9690	2261	E	E	D
Cerritos	El Pollo	9,04	33643	33397	28878	3400	E	E	E
El Pollo	Pereira	2,96	12811	12717	10997	2452	E	E	D
Pereira	Club de Tiro	5,00	18404	18269	15797	3400	D	D	C
Club de Tiro	El Manzano	12,00	10147	10073	8710	3400	C	C	C
El Manzano	Cruces	2,41	10147	10073	8710	3400	D	D	D
Cruces	Circasia	7,94	10147	10073	8710	3400	D	D	D
Circasia	Armenia	8,65	22808	22641	19577	1911	F	F	F
Armenia	Calarcá	5,00	19074	18934	16372	1616	E	E	E
Calarcá	La Línea	22,00	7977	7919	6848	1391	E	E	D
La Línea	Cajamarca	25,00	7977	7919	6848	1391	E	E	D
Cajamarca	Cr Tapias	14,00	8902	8837	7641	1666	E	E	E
Cr Tapias	Coello TO	5,00	8902	8837	7641	1666	E	E	E
Coello TO	Salida a Armenia	6,00	8902	8837	7641	1666	E	E	E
Salida a Armenia	Ibagué	5,00	38052	37774	32663	1837	F	F	F
Ibagué	Salida a Espinal	4,00	38052	37774	32663	3400	E	E	E
Salida a Espinal	Picaleña	5,00	22821	22654	19589	3400	E	E	D
Picaleña	Buenos Aires TO	10,00	19005	18866	16314	3400	D	D	D
Buenos Aires TO	Chicoral	15,00	19796	19651	16992	3400	D	D	D
Cr Chicoral	Espinal	8,00	20401	20251	17511	3400	D	D	D
Espinal	Flandes	14,46	19119	18979	16411	2125	F	F	F
Flandes	Girardot	5,54	19119	18979	16411	2125	F	F	F
Girardot	Ricaurte	6,48	10633	10555	9127	3400	C	C	C
Ricaurte	Cr El Paso	2,08	10633	10555	9127	3400	C	C	C
Cr El Paso	Cr a El Nilo	1,70	20309	20160	17433	3400	D	D	D
Cr a El Nilo	Melgar	16,74	20309	20160	17433	3400	D	D	D
Melgar	Boquerón	6,70	22388	22224	19217	3400	E	E	E
Boquerón	Peaje Chinauta	11,65	22388	22224	19217	3400	E	E	E
Peaje Chinauta	Cr a Arbeláez	16,68	22388	22224	19217	3400	E	E	E
Cr a Arbeláez	Cr a Fusagasugá	5,95	22388	22224	19217	1788	F	F	F
Cr a Fusagasugá	Silvania	12,22	18059	17927	15502	3400	E	E	E
Silvania	Alto de las Rosas	21,60	18059	17927	15502	5100	E	E	E
Alto de las Rosas	T del Salto	9,06	18059	17927	15502	3400	E	E	E

Fuente: Elaboración propia, 2012



Investigación para la complementación de los estudios Fase II (Factibilidad)
para la navegabilidad del río Atrato



Tabla 134. CNS ruta Bogotá – Ibagué – Pereira – Quibdó. Año 2025

TRAMO		LONGITUD (KM)	TPDS 2025			CAPACIDAD (C60)	NS		
ORIGEN	DESTINO		A	M	B		A	M	B
Quibdó	Cértégui	40,00	1122	1114	914	2152	E	E	E
Cértégui	Las Animas	17,00	1122	1114	914	2152	E	E	E
Las Animas	Santa Cecilia	71,00	1627	1615	1325	1864	E	E	E
Santa Cecilia	Apía	63,88	1118	1109	910	1444	D	D	D
Apía	La Bretaña	13,00	3003	2981	2445	1481	D	D	C
La Bretaña	Balboa	15,00	3003	2981	2445	1764	D	D	D
Balboa	La Virginia	6,20	6178	6133	5031	2261	D	D	D
Apía	Viterbo	13,37	306	304	249	1552	C	C	C
La Virginia	Cerritos	13,06	14770	14662	12027	2261	F	F	E
Cerritos	El Pollo	9,04	44020	43698	35845	3400	E	E	E
El Pollo	Pereira	2,96	16763	16640	13650	2452	F	F	E
Pereira	Club de Tiro	5,00	24080	23904	19608	3400	E	D	D
Club de Tiro	El Manzano	12,00	13277	13179	10811	3400	C	C	C
El Manzano	Cruces	2,41	13277	13179	10811	3400	E	E	D
Cruces	Circasia	7,94	13277	13179	10811	3400	E	E	D
Circasia	Armenia	8,65	29843	29624	24300	1911	F	F	F
Armenia	Calarcá	5,00	24957	24774	20322	1616	E	E	E
Calarcá	La Línea	22,00	10438	10362	8500	1391	E	E	E
La Línea	Cajamarca	25,00	10438	10362	8500	1391	E	E	E
Cajamarca	Cr Tapias	14,00	11647	11562	9484	1666	F	F	E
Cr Tapias	Coello TO	5,00	11647	11562	9484	1666	F	F	E
Coello TO	Salida a Armenia	6,00	11647	11562	9484	1666	F	F	E
Salida a Armenia	Ibagué	5,00	49789	49425	40543	1837	F	F	F
Ibagué	Salida a Espinal	4,00	49789	49425	40543	3400	E	E	E
Salida a Espinal	Picaleña	5,00	29860	29641	24314	3400	E	E	E
Picaleña	Buenos Aires TO	10,00	24867	24685	20249	3400	E	E	D
Buenos Aires TO	Chicoral	15,00	25902	25712	21091	3400	E	E	D
Cr Chicoral	Espinal	8,00	26693	26498	21736	3400	E	E	E
Espinal	Flandes	14,46	25016	24833	20370	2125	F	F	F
Flandes	Girardot	5,54	25016	24833	20370	2125	F	F	F
Girardot	Ricaurte	6,48	13913	13811	11329	3400	C	C	C
Ricaurte	Cr El Paso	2,08	13913	13811	11329	3400	C	C	C
Cr El Paso	Cr a El Nilo	1,70	26573	26379	21638	3400	E	E	E
Cr a El Nilo	Melgar	16,74	26573	26379	21638	3400	E	E	E
Melgar	Boquerón	6,70	29294	29079	23853	3400	E	E	E
Boquerón	Peaje Chinauta	11,65	29294	29079	23853	3400	E	E	E
Peaje Chinauta	Cr a Arbeláez	16,68	29294	29079	23853	3400	E	E	E
Cr a Arbeláez	Cr a Fusagasugá	5,95	29294	29079	23853	1788	F	F	F
Cr a Fusagasugá	Silvania	12,22	23630	23456	19241	3400	E	E	E
Silvania	Alto de las Rosas	21,60	23630	23456	19241	5100	E	E	E
Alto de las Rosas	T del Salto	9,06	23630	23456	19241	3400	E	E	E

Fuente: Elaboración propia, 2012



Investigación para la complementación de los estudios Fase II (Factibilidad)
para la navegabilidad del río Atrato



Tabla 135. CNS ruta Bogotá – Ibagué – Pereira – Quibdó. Año 2030

TRAMO		LONGITUD (KM)	TPDS 2030			CAPACIDAD (C60)	NS		
ORIGEN	DESTINO		A	M	B		A	M	B
Quibdó	Cértégui	40,00	1468	1457	1149	2152	E	E	E
Cértégui	Las Animas	17,00	1468	1457	1149	2152	E	E	E
Las Animas	Santa Cecilia	71,00	2129	2113	1666	1864	E	E	E
Santa Cecilia	Apia	63,88	1462	1451	1145	1444	D	D	D
Apia	La Bretaña	13,00	3929	3900	3075	1481	D	D	D
La Bretaña	Balboa	15,00	3929	3900	3075	1764	D	D	D
Balboa	La Virginia	6,20	8084	8024	6327	2261	D	D	D
Apia	Viterbo	13,37	401	398	314	1552	C	C	C
La Virginia	Cerritos	13,06	19326	19185	15127	2261	F	F	F
Cerritos	El Pollo	9,04	57598	57176	45085	3400	E	E	E
El Pollo	Pereira	2,96	21933	21772	17168	2452	F	F	F
Pereira	Club de Tiro	5,00	31507	31277	24662	3400	E	E	E
Club de Tiro	El Manzano	12,00	17372	17245	13598	3400	D	D	C
El Manzano	Cruces	2,41	17372	17245	13598	3400	E	E	E
Cruces	Circasia	7,94	17372	17245	13598	3400	E	E	E
Circasia	Armenia	8,65	39047	38761	30564	1911	F	F	F
Armenia	Calarcá	5,00	32655	32416	25560	1616	E	E	E
Calarcá	La Línea	22,00	13658	13558	10690	1391	E	E	E
La Línea	Cajamarca	25,00	13658	13558	10690	1391	E	E	E
Cajamarca	Cr Tapias	14,00	15240	15128	11929	1666	F	F	F
Cr Tapias	Coello TO	5,00	15240	15128	11929	1666	F	F	F
Coello TO	Salida a Armenia	6,00	15240	15128	11929	1666	F	F	F
Salida a Armenia	Ibagué	5,00	65146	64669	50993	1837	F	F	F
Ibagué	Salida a Espinal	4,00	65146	64669	50993	3400	E	E	E
Salida a Espinal	Picaleña	5,00	39070	38784	30582	3400	E	E	E
Picaleña	Buenos Aires TO	10,00	32537	32299	25469	3400	E	E	E
Buenos Aires TO	Chicoral	15,00	33891	33643	26528	3400	E	E	E
Cr Chicoral	Espinal	8,00	34927	34671	27339	3400	E	E	E
Espinal	Flandes	14,46	32732	32492	25621	2125	F	F	F
Flandes	Girardot	5,54	32732	32492	25621	2125	F	F	F
Girardot	Ricaurte	6,48	18205	18071	14249	3400	D	D	C
Ricaurte	Cr El Paso	2,08	18205	18071	14249	3400	D	D	C
Cr El Paso	Cr a El Nilo	1,70	34769	34515	27216	3400	E	E	E
Cr a El Nilo	Melgar	16,74	34769	34515	27216	3400	E	E	E
Melgar	Boquerón	6,70	38329	38048	30002	3400	E	E	E
Boquerón	Peaje Chinauta	11,65	38329	38048	30002	3400	E	E	E
Peaje Chinauta	Cr a Arbeláez	16,68	38329	38048	30002	3400	E	E	E
Cr a Arbeláez	Cr a Fusagasugá	5,95	38329	38048	30002	1788	F	F	F
Cr a Fusagasugá	Silvania	12,22	30918	30692	24201	3400	E	E	E
Silvania	Alto de las Rosas	21,60	30918	30692	24201	5100	E	E	E
Alto de las Rosas	T del Salto	9,06	30918	30692	24201	3400	E	E	E

Fuente: Elaboración propia, 2012



Investigación para la complementación de los estudios Fase II (Factibilidad)
para la navegabilidad del río Atrato



Tabla 136.CNS ruta Bogotá – Ibagué – Pereira – Quibdó. Año 2035

TRAMO		LONGITUD (KM)	TPDS 2035			CAPACIDAD (C60)	NS		
ORIGEN	DESTINO		A	M	B		A	M	B
Quibdó	Cértégui	40,00	1921	1907	1464	2152	E	E	E
Cértégui	Las Animas	17,00	1921	1907	1464	2152	E	E	E
Las Animas	Santa Cecilia	71,00	2786	2765	2124	1864	E	E	E
Santa Cecilia	Apia	63,88	1913	1899	1459	1444	D	D	D
Apia	La Bretaña	13,00	5141	5103	3919	1481	D	D	D
La Bretaña	Balboa	15,00	5141	5103	3919	1764	D	D	D
Balboa	La Virginia	6,20	10577	10499	8064	2261	E	E	D
Apia	Viterbo	13,37	524	520	400	1552	C	C	C
La Virginia	Cerritos	13,06	25287	25102	19280	2261	F	F	F
Cerritos	El Pollo	9,04	75364	74812	57459	3400	E	E	E
El Pollo	Pereira	2,96	28698	28488	21880	2452	F	F	F
Pereira	Club de Tiro	5,00	41226	40924	31432	3400	E	E	E
Club de Tiro	El Manzano	12,00	22730	22564	17330	3400	D	D	D
El Manzano	Cruces	2,41	22730	22564	17330	3400	E	E	E
Cruces	Circasia	7,94	22730	22564	17330	3400	E	E	E
Circasia	Armenia	8,65	51091	50717	38953	1911	F	F	F
Armenia	Calarcá	5,00	42727	42414	32576	1616	E	E	E
Calarcá	La Línea	22,00	17870	17739	13625	1391	E	E	E
La Línea	Cajamarca	25,00	17870	17739	13625	1391	E	E	E
Cajamarca	Cr Tapias	14,00	19941	19795	15203	1666	F	F	F
Cr Tapias	Coello TO	5,00	19941	19795	15203	1666	F	F	F
Coello TO	Salida a Armenia	6,00	19941	19795	15203	1666	F	F	F
Salida a Armenia	Ibagué	5,00	85241	84616	64990	1837	F	F	F
Ibagué	Salida a Espinal	4,00	85241	84616	64990	3400	E	E	E
Salida a Espinal	Picaleña	5,00	51121	50747	38976	3400	E	E	E
Picaleña	Buenos Aires TO	10,00	42573	42262	32459	3400	E	E	E
Buenos Aires TO	Chicoral	15,00	44344	44020	33809	3400	E	E	E
Cr Chicoral	Espinal	8,00	45700	45365	34843	3400	E	E	E
Espinal	Flandes	14,46	42828	42514	32653	2125	F	F	F
Flandes	Girardot	5,54	42828	42514	32653	2125	F	F	F
Girardot	Ricaurte	6,48	23820	23645	18161	3400	E	E	D
Ricaurte	Cr El Paso	2,08	23820	23645	18161	3400	E	E	D
Cr El Paso	Cr a El Nilo	1,70	45494	45161	34686	3400	E	E	E
Cr a El Nilo	Melgar	16,74	45494	45161	34686	3400	E	E	E
Melgar	Boquerón	6,70	50151	49784	38237	3400	E	E	E
Boquerón	Peaje Chinauta	11,65	50151	49784	38237	3400	E	E	E
Peaje Chinauta	Cr a Arbeláez	16,68	50151	49784	38237	3400	E	E	E
Cr a Arbeláez	Cr a Fusagasugá	5,95	50151	49784	38237	1788	F	F	F
Cr a Fusagasugá	Silvania	12,22	40454	40158	30843	3400	E	E	E
Silvania	Alto de las Rosas	21,60	40454	40158	30843	5100	E	E	E
Alto de las Rosas	T del Salto	9,06	40454	40158	30843	3400	E	E	E

Fuente: Elaboración propia, 2012



Investigación para la complementación de los estudios Fase II (Factibilidad)
para la navegabilidad del río Atrato



Tabla 137. CNS ruta Bogotá – Ibagué – Pereira – Quibdó. Año 2040

TRAMO		LONGITUD (KM)	TPDS 2040			CAPACIDAD (C60)	NS		
ORIGEN	DESTINO		A	M	B		A	M	B
Quibdó	Cértégui	40,00	2513	2495	1891	2152	E	E	E
Cértégui	Las Animas	17,00	2513	2495	1891	2152	E	E	E
Las Animas	Santa Cecilia	71,00	3645	3618	2743	1864	E	E	E
Santa Cecilia	Apia	63,88	2503	2485	1884	1444	D	D	D
Apia	La Bretaña	13,00	6726	6677	5061	1481	D	D	D
La Bretaña	Balboa	15,00	6726	6677	5061	1764	D	D	D
Balboa	La Virginia	6,20	13839	13738	10414	2261	E	E	E
Apia	Viterbo	13,37	686	681	516	1552	C	C	C
La Virginia	Cerritos	13,06	33087	32845	24897	2261	F	F	F
Cerritos	El Pollo	9,04	98609	97887	74201	3400	E	E	E
El Pollo	Pereira	2,96	37550	37275	28255	2452	F	F	F
Pereira	Club de Tiro	5,00	53941	53546	40590	3400	E	E	E
Club de Tiro	El Manzano	12,00	29741	29523	22379	3400	E	E	D
El Manzano	Cruces	2,41	29741	29523	22379	3400	E	E	E
Cruces	Circasia	7,94	29741	29523	22379	3400	E	E	E
Circasia	Armenia	8,65	66850	66360	50303	1911	F	F	F
Armenia	Calarcá	5,00	55906	55496	42068	1616	E	E	E
Calarcá	La Línea	22,00	23382	23211	17595	1391	E	E	E
La Línea	Cajamarca	25,00	23382	23211	17595	1391	E	E	E
Cajamarca	Cr Tapias	14,00	26091	25900	19633	1666	F	F	F
Cr Tapias	Coello TO	5,00	26091	25900	19633	1666	F	F	F
Coello TO	Salida a Armenia	6,00	26091	25900	19633	1666	F	F	F
Salida a Armenia	Ibagué	5,00	111532	110716	83926	1837	F	F	F
Ibagué	Salida a Espinal	4,00	111532	110716	83926	3400	E	E	E
Salida a Espinal	Picaleña	5,00	66889	66399	50333	3400	E	E	E
Picaleña	Buenos Aires TO	10,00	55705	55297	41917	3400	E	E	E
Buenos Aires TO	Chicoral	15,00	58022	57597	43660	3400	E	E	E
Cr Chicoral	Espinal	8,00	59796	59358	44995	3400	E	E	E
Espinal	Flandes	14,46	56038	55628	42167	2125	F	F	F
Flandes	Girardot	5,54	56038	55628	42167	2125	F	F	F
Girardot	Ricaurte	6,48	31167	30938	23452	3400	E	E	E
Ricaurte	Cr El Paso	2,08	31167	30938	23452	3400	E	E	E
Cr El Paso	Cr a El Nilo	1,70	59526	59090	44792	3400	E	E	E
Cr a El Nilo	Melgar	16,74	59526	59090	44792	3400	E	E	E
Melgar	Boquerón	6,70	65620	65140	49378	3400	E	E	E
Boquerón	Peaje Chinauta	11,65	65620	65140	49378	3400	E	E	E
Peaje Chinauta	Cr a Arbeláez	16,68	65620	65140	49378	3400	E	E	E
Cr a Arbeláez	Cr a Fusagasugá	5,95	65620	65140	49378	1788	F	F	F
Cr a Fusagasugá	Silvania	12,22	52932	52545	39830	3400	E	E	E
Silvania	Alto de las Rosas	21,60	52932	52545	39830	5100	E	E	E
Alto de las Rosas	T del Salto	9,06	52932	52545	39830	3400	E	E	E

Fuente: Elaboración propia, 2012



Investigación para la complementación de los estudios Fase II (Factibilidad)
para la navegabilidad del río Atrato



Tabla 138. CNS ruta Bogotá – Medellín – Quibdó. Año 2015

TRAMO		LONGITUD (KM)	TPDS 2015			CAPACIDAD (C60)	NS		
ORIGEN	DESTINO		A	M	B		A	M	B
Quibdó	La Mansa	117	968	965	891	1626	D	D	D
La Mansa	Bolívar AN	14,11	382	381	352	1571	C	C	C
Bolívar AN	Puente Roto	5,6	1208	1204	1112	1616	C	C	C
Puente Roto	Remolino	12,29	1208	1204	1112	1616	C	C	C
Remolino	Cr a Tarso	16,13	1501	1495	1381	1862	D	D	D
Cr a Tarso	Cr Bolombolo	5,44	1640	1634	1509	1862	D	D	D
Cr Bolombolo	Bolombolo	3,07	1640	1634	1509	1862	D	D	D
Bolombolo	Cr a Amaga	24,13	2712	2702	2496	1837	D	D	D
Cr a Amaga	Amaga	6,4	2712	2702	2496	1837	D	D	D
Amaga	Primavera AN	7,9	7310	7284	6728	1788	D	D	D
Primavera AN	Itagüí	25,94	10153	10115	9344	2125	E	E	E
Medellín	Salida a Itagüí	12,5	46138	45968	42462	0			
Medellín	Salida a Guarne	12,5	15986	15928	14713	0			
Guarne	Crucero	8,91	18092	18025	16650	2152	F	F	F
Crucero	Marinilla	10,09	18092	18025	16650	2152	F	F	F
Marinilla	Santuario	12	8147	8117	7498	1666	E	E	E
Santuario	Autopista	21,47	3606	3593	3319	1414	D	D	D
Autopista	La Piñuela	10,8	3606	3593	3319	1414	D	D	D
La Piñuela	Cr a Puerto Triunfo	35,64	2758	2748	2538	1391	D	D	D
Cr a Puerto Triunfo	Puerto Triunfo	54,68	2758	2748	2538	1391	D	D	D
Puerto Triunfo	Cano Alegre	12,42	4297	4281	3955	1414	D	D	D
Cano Alegre	Puerto Salgar	47,12	9006	8972	8288	2043	E	E	E
Puerto Salgar	Puerto Bogotá	35	10403	10365	9574	2098	E	E	E
Puerto Bogotá	Guaduas	31,68	8225	8195	7570	1414	D	D	D
Guaduas	Villeta	28,31	8225	8195	7570	1414	D	D	D
Villeta	Tobiagrande	10	5760	5739	5301	2343	D	D	D
Tobiagrande	La Vega CN	15	5760	5739	5301	2343	D	D	D
La Vega CN	El Vino	18,92	9463	9428	8709	1935	D	D	D
El Vino	La Punta	14,67	16133	16074	14848	3400	C	C	C
La Punta	Salida a La Vega	22,29	13037	12989	11998	3400	E	E	E

Fuente: Elaboración propia, 2012



Tabla 139. CNS ruta Bogotá – Medellín – Quibdó. Año 2020

TRAMO		LONGITUD (KM)	TPDS 2020			CAPACIDAD (C60)	NS		
ORIGEN	DESTINO		A	M	B		A	M	B
Quibdó	La Mansa	117,00	1267	1258	1087	1626	D	D	D
La Mansa	Bolívar AN	14,11	500	496	429	1571	C	C	C
Bolívar AN	Puente Roto	5,60	1581	1570	1357	1616	C	C	C
Puente Roto	Remolino	12,29	1581	1570	1357	1616	C	C	C
Remolino	Cr a Tarso	16,13	1964	1949	1686	1862	D	D	D
Cr a Tarso	Cr Bolombolo	5,44	2146	2130	1842	1862	D	D	D
Cr Bolombolo	Bolombolo	3,07	2146	2130	1842	1862	D	D	D
Bolombolo	Cr a Amaga	24,13	3548	3522	3046	1837	D	D	D
Cr a Amaga	Amaga	6,40	3548	3522	3046	1837	D	D	D
Amaga	Primavera AN	7,90	9565	9495	8211	1788	E	E	D
Primavera AN	Itagüí	25,94	13284	13187	11403	2125	F	E	E
Medellín	Salida a Itagüí	12,50	60369	59927	51819	0			
Medellín	Salida a Guarne	12,50	20917	20764	17955	0			
Guarne	Crucero	8,91	23672	23498	20319	2152	F	F	F
Crucero	Marinilla	10,09	23672	23498	20319	2152	F	F	F
Marinilla	Santuario	12,00	10660	10582	9150	1666	F	F	E
Santuario	Autopista	21,47	4718	4684	4050	1414	D	D	D
Autopista	La Piñuela	10,80	4718	4684	4050	1414	D	D	D
La Piñuela	Cr Puerto Triunfo	35,64	3609	3582	3097	1391	D	D	D
Cr Puerto Triunfo	Puerto Triunfo	54,68	3609	3582	3097	1391	D	D	D
Puerto Triunfo	Cano Alegre	12,42	5623	5581	4826	1414	D	D	D
Cano Alegre	Puerto Salgar	47,12	11783	11697	10114	2043	E	E	E
Puerto Salgar	Puerto Bogotá	35,00	13612	13512	11684	2098	F	F	E
Puerto Bogotá	Guaduas	31,68	10762	10683	9238	1414	E	E	E
Guaduas	Villeta	28,31	10762	10683	9238	1414	E	E	E
Villeta	Tobiagrande	10,00	7536	7481	6469	2343	D	D	D
Tobiagrande	La Vega CN	15,00	7536	7481	6469	2343	D	D	D
La Vega CN	El Vino	18,92	12382	12291	10628	1935	E	E	D
El Vino	La Punta	14,67	21110	20955	18120	3400	D	D	D
La Punta	Salida a La Vega	22,29	17058	16933	14642	3400	E	E	E

Fuente: Elaboración propia, 2012

Tabla 140. CNS ruta Bogotá – Medellín – Quibdó. Año 2025

TRAMO		LONGITUD (KM)	TPDS 2025			CAPACIDAD (C60)	NS		
ORIGEN	DESTINO		A	M	B		A	M	B
Quibdó	La Mansa	117,00	1658	1646	1350	1626	D	D	D
La Mansa	Bolívar AN	14,11	654	649	532	1571	C	C	C
Bolívar AN	Puente Roto	5,60	2069	2054	1685	1616	C	C	C
Puente Roto	Remolino	12,29	2069	2054	1685	1616	C	C	C
Remolino	Cr a Tarso	16,13	2570	2551	2092	1862	D	D	D
Cr a Tarso	Cr Bolombolo	5,44	2808	2787	2286	1862	D	D	D
Cr Bolombolo	Bolombolo	3,07	2808	2787	2286	1862	D	D	D
Bolombolo	Cr a Amaga	24,13	4643	4609	3781	1837	D	D	D
Cr a Amaga	Amaga	6,40	4643	4609	3781	1837	D	D	D
Amaga	Primavera AN	7,90	12516	12424	10191	1788	F	F	E
Primavera AN	Itagüí	25,94	17382	17254	14153	2125	F	F	F
Medellín	Salida a Itagüí	12,50	78989	78410	64319	0			
Medellín	Salida a Guarne	12,50	27369	27169	22286	0			
Guarne	Crucero	8,91	30973	30746	25221	2152	F	F	F
Crucero	Marinilla	10,09	30973	30746	25221	2152	F	F	F
Marinilla	Santuario	12,00	13948	13846	11358	1666	F	F	F
Santuario	Autopista	21,47	6174	6128	5027	1414	D	D	D
Autopista	La Piñuela	10,80	6174	6128	5027	1414	D	D	D
La Piñuela	Cr Puerto Triunfo	35,64	4722	4687	3845	1391	D	D	D
Cr Puerto Triunfo	Puerto Triunfo	54,68	4722	4687	3845	1391	D	D	D
Puerto Triunfo	Cano Alegre	12,42	7357	7303	5990	1414	D	D	D
Cano Alegre	Puerto Salgar	47,12	15418	15305	12554	2043	F	F	E
Puerto Salgar	Puerto Bogotá	35,00	17810	17680	14502	2098	F	F	F
Puerto Bogotá	Guaduas	31,68	14081	13978	11466	1414	E	E	E
Guaduas	Villeta	28,31	14081	13978	11466	1414	E	E	E
Villeta	Tobiagrande	10,00	9861	9789	8029	2343	D	D	D
Tobiagrande	La Vega CN	15,00	9861	9789	8029	2343	D	D	D
La Vega CN	El Vino	18,92	16201	16082	13192	1935	E	E	E
El Vino	La Punta	14,67	27621	27418	22491	3400	E	E	D
La Punta	Salida a La Vega	22,29	22320	22156	18174	3400	E	E	E
Salida a La Vega	Bogotá	15,50	98356	97636	80090	0			

Fuente: Elaboración propia, 2012



Investigación para la complementación de los estudios Fase II (Factibilidad)
para la navegabilidad del río Atrato



Tabla 141. CNS ruta Bogotá – Medellín – Quibdó. Año 2030

TRAMO		LONGITUD (KM)	TPDS 2030			CAPACIDAD (C60)	NS		
ORIGEN	DESTINO		A	M	B		A	M	B
Quibdó	La Mansa	117,00	2169	2153	1698	1626	D	D	D
La Mansa	Bolívar AN	14,11	856	849	670	1571	C	C	C
Bolívar AN	Puente Roto	5,60	2707	2687	2119	1616	C	C	C
Puente Roto	Remolino	12,29	2707	2687	2119	1616	C	C	C
Remolino	Cr a Tarso	16,13	3362	3338	2632	1862	D	D	D
Cr a Tarso	Cr Bolombolo	5,44	3674	3647	2876	1862	D	D	D
Cr Bolombolo	Bolombolo	3,07	3674	3647	2876	1862	D	D	D
Bolombolo	Cr a Amaga	24,13	6075	6030	4755	1837	D	D	D
Cr a Amaga	Amaga	6,40	6075	6030	4755	1837	D	D	D
Amaga	Primavera AN	7,90	16376	16256	12818	1788	F	F	F
Primavera AN	Itagüí	25,94	22743	22576	17802	2125	F	F	F
Medellín	Salida a Itagüí	12,50	103352	102596	80899	0			
Medellín	Salida a Guarne	12,50	35811	35549	28031	0			
Guarne	Crucero	8,91	40527	40230	31722	2152	F	F	F
Crucero	Marinilla	10,09	40527	40230	31722	2152	F	F	F
Marinilla	Santuario	12,00	18250	18117	14285	1666	F	F	F
Santuario	Autopista	21,47	8078	8019	6323	1414	D	D	D
Autopista	La Piñuela	10,80	8078	8019	6323	1414	D	D	D
La Piñuela	Cr Puerto Triunfo	35,64	6178	6133	4836	1391	D	D	D
Cr Puerto Triunfo	Puerto Triunfo	54,68	6178	6133	4836	1391	D	D	D
Puerto Triunfo	Cano Alegre	12,42	9626	9555	7535	1414	E	E	D
Cano Alegre	Puerto Salgar	47,12	20173	20025	15790	2043	F	F	F
Puerto Salgar	Puerto Bogotá	35,00	23304	23133	18241	2098	F	F	F
Puerto Bogotá	Guaduas	31,68	18425	18290	14422	1414	E	E	E
Guaduas	Villeta	28,31	18425	18290	14422	1414	E	E	E
Villeta	Tobiagrande	10,00	12902	12808	10099	2343	E	E	D
Tobiagrande	La Vega CN	15,00	12902	12808	10099	2343	E	E	D
La Vega CN	El Vino	18,92	21198	21042	16592	1935	E	E	E
El Vino	La Punta	14,67	36140	35875	28288	3400	E	E	E
La Punta	Salida a La Vega	22,29	29204	28990	22859	3400	E	E	E
Salida a La Vega	Bogotá	15,50	128693	127751	100734	0			

Fuente: Elaboración propia, 2012



Investigación para la complementación de los estudios Fase II (Factibilidad)
para la navegabilidad del río Atrato



Tabla 142. CNS ruta Bogotá – Medellín – Quibdó. Año 2035

TRAMO		LONGITUD (KM)	TPDS 2035			CAPACIDAD (C60)	NS		
ORIGEN	DESTINO		A	M	B		A	M	B
Quibdó	La Mansa	117,00	2838	2817	2164	1626	D	D	D
La Mansa	Bolívar AN	14,11	1119	1111	854	1571	C	C	C
Bolívar AN	Puente Roto	5,60	3542	3516	2700	1616	C	C	C
Puente Roto	Remolino	12,29	3542	3516	2700	1616	C	C	C
Remolino	Cr a Tarso	16,13	4399	4367	3354	1862	D	D	D
Cr a Tarso	Cr Bolombolo	5,44	4807	4772	3665	1862	D	D	D
Cr Bolombolo	Bolombolo	3,07	4807	4772	3665	1862	D	D	D
Bolombolo	Cr a Amaga	24,13	7949	7890	6060	1837	D	D	D
Cr a Amaga	Amaga	6,40	7949	7890	6060	1837	D	D	D
Amaga	Primavera AN	7,90	21427	21270	16337	1788	F	F	F
Primavera AN	Itagüí	25,94	29758	29540	22688	2125	F	F	F
Medellín	Salida a Itagüí	12,50	135231	134241	103104	0			
Medellín	Salida a Guarne	12,50	46857	46514	35725	0			
Guarne	Crucero	8,91	53027	52639	40429	2152	F	F	F
Crucero	Marinilla	10,09	53027	52639	40429	2152	F	F	F
Marinilla	Santuario	12,00	23879	23705	18206	1666	F	F	F
Santuario	Autopista	21,47	10569	10492	8058	1414	E	E	D
Autopista	La Piñuela	10,80	10569	10492	8058	1414	E	E	D
La Piñuela	Cr Puerto Triunfo	35,64	8083	8024	6163	1391	E	E	D
Cr Puerto Triunfo	Puerto Triunfo	54,68	8083	8024	6163	1391	E	E	D
Puerto Triunfo	Cano Alegre	12,42	12595	12503	9603	1414	E	E	E
Cano Alegre	Puerto Salgar	47,12	26395	26202	20125	2043	F	F	F
Puerto Salgar	Puerto Bogotá	35,00	30491	30268	23247	2098	F	F	F
Puerto Bogotá	Guaduas	31,68	24108	23931	18380	1414	E	E	E
Guaduas	Villeta	28,31	24108	23931	18380	1414	E	E	E
Villeta	Tobiagrande	10,00	16882	16758	12871	2343	F	F	E
Tobiagrande	La Vega CN	15,00	16882	16758	12871	2343	F	F	E
La Vega CN	El Vino	18,92	27736	27533	21147	1935	E	E	E
El Vino	La Punta	14,67	47287	46941	36053	3400	E	E	E
La Punta	Salida a La Vega	22,29	38212	37932	29134	3400	E	E	E
Salida a La Vega	Bogotá	15,50	168388	167155	128384	0			

Fuente: Elaboración propia, 2012



Investigación para la complementación de los estudios Fase II (Factibilidad)
para la navegabilidad del río Atrato



Tabla 143. CNS ruta Bogotá – Medellín – Quibdó. Año 2040

TRAMO		LONGITUD (KM)	TPDS 2040			CAPACIDAD (C60)	NS		
ORIGEN	DESTINO		A	M	B		A	M	B
Quibdó	La Mansa	117,00	3713	3686	2794	1626	D	D	D
La Mansa	Bolívar AN	14,11	1465	1454	1102	1571	C	C	C
Bolívar AN	Puente Roto	5,60	4634	4600	3487	1616	C	C	C
Puente Roto	Remolino	12,29	4634	4600	3487	1616	C	C	C
Remolino	Cr a Tarso	16,13	5756	5714	4331	1862	D	D	D
Cr a Tarso	Cr Bolombolo	5,44	6290	6244	4733	1862	D	D	D
Cr Bolombolo	Bolombolo	3,07	6290	6244	4733	1862	D	D	D
Bolombolo	Cr a Amaga	24,13	10400	10324	7826	1837	E	E	D
Cr a Amaga	Amaga	6,40	10400	10324	7826	1837	E	E	D
Amaga	Primavera AN	7,90	28036	27831	21097	1788	F	F	F
Primavera AN	Itagüí	25,94	38936	38651	29299	2125	F	F	F
Medellín	Salida a Itagüí	12,50	176942	175647	133145	0			
Medellín	Salida a Guarne	12,50	61309	60860	46134	0			
Guarne	Crucero	8,91	69383	68875	52209	2152	F	F	F
Crucero	Marinilla	10,09	69383	68875	52209	2152	F	F	F
Marinilla	Santuario	12,00	31245	31016	23511	1666	F	F	F
Santuario	Autopista	21,47	13829	13728	10406	1414	E	E	E
Autopista	La Piñuela	10,80	13829	13728	10406	1414	E	E	E
La Piñuela	Cr Puerto Triunfo	35,64	10577	10499	7959	1391	E	E	E
Cr Puerto Triunfo	Puerto Triunfo	54,68	10577	10499	7959	1391	E	E	E
Puerto Triunfo	Cano Alegre	12,42	16480	16359	12401	1414	E	E	E
Cano Alegre	Puerto Salgar	47,12	34537	34284	25988	2043	F	F	F
Puerto Salgar	Puerto Bogotá	35,00	39896	39604	30021	2098	F	F	F
Puerto Bogotá	Guaduas	31,68	31544	31313	23736	1414	E	E	E
Guaduas	Villeta	28,31	31544	31313	23736	1414	E	E	E
Villeta	Tobiagrande	10,00	22089	21927	16621	2343	F	F	F
Tobiagrande	La Vega CN	15,00	22089	21927	16621	2343	F	F	F
La Vega CN	El Vino	18,92	36291	36025	27308	1935	E	E	E
El Vino	La Punta	14,67	61873	61420	46558	3400	E	E	E
La Punta	Salida a La Vega	22,29	49998	49632	37622	3400	E	E	E
Salida a La Vega	Bogotá	15,50	220326	218713	165791	0			

Fuente: Elaboración propia, 2012

Para la elaboración de cada una de las tablas en las tres rutas, y en los diferentes horizontes de planificación se utilizó una función logarítmica en donde el TPDS es calculado con respecto al PIB y puede dar un estimativo claro de acuerdo a las proyecciones que se han hecho para éste en el país.

$$TPDS = \ln(K) + e * \ln(PIB)$$

Para determinar los valores K y e de la función, se procedió luego a realizar una regresión logarítmica con los valores del PIB de los últimos años y del TPDS total del país. La Tabla 144 contiene los valores utilizados en la función para luego determinar los valores K y e.

Tabla 144. Valores Utilizados

Año	TPDS	Ln (TPDS)	PIB pCTE	Ln (PIB)
2001	2083	7,642	289536	12,576
2002	2330	7,754	296789	12,601
2003	1910	7,555	308418	12,639
2004	2274	7,729	324866	12,691
2005	2357	7,765	340156	12,737
2006	2695	7,899	362938	12,802
2007	2584	7,857	387983	12,869
2008	3173	8,062	401744	12,904

Fuente: Elaboración propia, 2012

Una vez se realizó la regresión, se obtuvo un coeficiente de correlación de 0,8568, que hace que el modelo sea aceptado. Además según la Tabla 145 el parámetro e tiene un nivel alto de significancia, además de tener una probabilidad bastante alta, el valor de K aunque menor es aceptado pues su valor de 88,01% es un indicativo de que su comportamiento es también significativo.

Tabla 145. Resultados de la regresión Logarítmica

Descripción	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad
Intercepción	-6,24287223	3,44531	-1,81199	88,01%
Ln (PIB)	1,10201984	0,27069	4,07114	99,34%

Fuente: Elaboración propia, 2012

Una vez obtenidos se procede a utilizar la función base que tiene en cuenta el TPD con respecto al PIB.

$$T = K * PIB^e$$

El departamento Nacional de Planeación cuenta con proyecciones del comportamiento del PIB en los próximos años, en donde se tienen 3 niveles de confianza, un nivel alto, otro medio y otro bajo (Tabla 146). Con cada uno de ellos se llevó a cabo la proyección de cada uno de estos horizontes, con los que luego se analizó como anteriormente se describió la capacidad y el nivel de servicio.

Tabla 146. Proyecciones PIB desde el año 2010 al 2040

Año	PIB		
	Alto	Medio	Bajo
2010 - 2015	5,00%	4,93%	3,43%
2015 - 2020	5,00%	4,93%	3,68%
2020 - 2025	5,00%	5,00%	4,00%
2025 - 2030	5,00%	5,00%	4,25%
2030 - 2035	5,00%	5,00%	4,50%
2035 - 2040	5,00%	5,00%	4,75%

Fuente: Elaboración propia, 2012

Con el TPDS nacional de 2008, se procede a determinar el porcentaje de participación de cada uno de los tramos con respecto a éste, para mantener ese porcentaje y así mismo obtener los valores de capacidad y poderlos comparar con las condiciones actuales de las rutas designadas para el transporte por carretera.

6.2. CNS MODO FLUVIAL

Para los sectores homogéneos especificados se determinó la capacidad de la hidrovía de acuerdo con la caracterización general del río Atrato, en donde se encuentran las distancias, tiempos y capacidades entre los nodos que delimitan cada tramo homogéneo.

Como la capacidad se determina en toneladas que se pueden transportar, es necesario comparar ese valor con la cantidad que se está transportando en la cuenca del río Atrato en la actualidad, y del mismo modo como se procedió a calcular los flujos futuros en el modo carretero se tiene en cuenta la función del PIB, con el atenuante de que no es el nacional, sino el que tiene el departamento del Chocó pues permite una mejor correlación con el modelo. Además, para el cálculo de la carga que se mueve en el río, se tiene en cuenta el porcentaje de participación que en la carga fluvial este presenta.

En la Tabla 147 se resumen los resultados de la carga tendencial proyectada sobre el río Atrato y su correspondiente nivel de servicio. Como se puede ver la diferencia tan

grande entre la carga a movilizar y la capacidad teórica del río hace que se presente en todos los periodos un nivel de servicio excelente.

Tabla 147. Nivel de servicio proyectado en el río Atrato.

Año	Carga tendencial (ton)	NDS
2015	19,942	A
2016	20,940	A
2017	21,987	A
2018	23,087	A
2019	24,242	A
2020	25,455	A
2021	26,728	A
2022	28,065	A
2023	29,469	A
2024	30,943	A
2025	32,491	A
2026	34,116	A
2027	35,822	A
2028	37,614	A
2029	39,495	A
2030	41,470	A
2031	43,544	A
2032	45,722	A
2033	48,009	A
2034	50,410	A
2035	52,931	A

Fuente: Elaboración propia, 2012

El análisis de nivel de servicio para el escenario con proyecto (Tabla 148) indica que una vez terminado el periodo de estabilización de la demanda el canal navegable quedará funcionando a nivel de servicio D hasta el año 2030 cuando el nivel de demanda alcanzado equivale al 93% de la capacidad estimada de la hidrovía.

Finalmente, en el año 2035 la hidrovía habrá alcanzado su capacidad y en consecuencia se debería implementar alguna mejora que permita ofrecer un mejor servicio. Las alternativas para mejorar el nivel de servicio serán exploradas en el análisis de gradualidad.

Tabla 148. Nivel de servicio proyectado para el escenario con proyecto

Año	Periodo	Flujo esperado	NDS
2015	Crecimiento tendencial	19,942	A
2016		20,940	A
2017		21,987	A
2018		23,087	A
2019		24,242	A
2020	Puesta en servicio	253,240	B
2021	Período de estabilización	405,184	C
2022		557,127	C
2023		709,071	C
2024		861,015	C
2025		1,012,959	D
2026	Hidrovía a máxima capacidad	1,030,835	D
2027		1,048,710	D
2028		1,066,586	D
2029		1,084,462	D
2030		1,102,338	E
2031		1,120,213	E
2032		1,138,089	E
2033		1,155,965	E
2034		1,173,840	E
2035		1,191,716	F

Fuente: Elaboración propia, 2012

6.3. ANÁLISIS DE GRADUALIDAD

Los términos de referencia indican que se deberá recomendar la gradualidad de las obras durante la vida útil del sistema que permita una inversión acorde con las necesidades de la demanda de transporte de pasajeros y carga. Dicho análisis se presenta a continuación y está relacionado principalmente con los análisis de capacidad y nivel de servicio.

Tradicionalmente las proyecciones de infraestructura de transporte buscan que en el horizonte de planificación el nivel de servicio alcanzado corresponda a un nivel de servicio D, de tal suerte que a partir de ese periodo se programen intervenciones que permitan mantenerlo o mejorarlo. Es claro que el nivel de servicio D se mantendrá solo hasta el año 2029, siendo necesario entonces programar algunas intervenciones a partir del año 2030 para recuperar el nivel de servicio o incluso para mejorarlo. Como



quiera que el nivel de servicio esté relacionado directamente con la capacidad, se propone intervenir algunos de los parámetros que la determinan para recuperar el nivel de servicio.

Tal como se explicó en los análisis de sensibilidad, el fondo horario puede ser aumentado de tal manera que se pueda incrementar el número de horas diarias de navegación y en consecuencia alcanzar una mayor capacidad y un mejor nivel de servicio. En este sentido se propone, en el marco del análisis de gradualidad, que mediante mejoras en la señalización y el balizaje del río se pueda navegar 12 horas diarias a partir del año 2030. En este caso el nivel de servicio alcanzado se muestra en la Tabla 149, que mantiene hasta el final del periodo de análisis un nivel de servicio C.

No parece necesario implementar ningún otro tipo de mejora ya que con el incremento del fondo horario es posible alcanzar y mantener el nivel de servicio C hasta el final del periodo de análisis.

Tabla 149. Nivel de servicio proyectado con incremento del fondo horario a partir del año 2030

Año	Periodo	Flujo esperado	Capacidad	NDS	VOC
2015	Crecimiento tendencial	19,942	1,191,716	A	0.02
2016		20,940	1,191,716	A	0.02
2017		21,987	1,191,716	A	0.02
2018		23,087	1,191,716	A	0.02
2019		24,242	1,191,716	A	0.02
2020	Puesta en servicio	253,240	1,191,716	B	0.21
2021	Período de estabilización	405,184	1,191,716	C	0.34
2022		557,127	1,191,716	C	0.47
2023		709,071	1,191,716	C	0.59
2024		861,015	1,191,716	C	0.72
2025		1,012,959	1,191,716	D	0.85
2026	Hidrovía a máxima capacidad	1,030,835	1,191,716	D	0.87
2027		1,048,710	1,191,716	D	0.88
2028		1,066,586	1,191,716	D	0.90
2029		1,084,462	1,191,716	D	0.91
2030		1,102,338	1,787,574	C	0.62
2031		1,120,213	1,787,574	C	0.63
2032		1,138,089	1,787,574	C	0.64
2033		1,155,965	1,787,574	C	0.65
2034		1,173,840	1,787,574	C	0.66
2035		1,191,716	1,787,574	C	0.67

Fuente: Elaboración propia, 2012



6.4. CONCLUSIONES

El análisis de capacidad y nivel de servicio permite concluir que la ruta Bogotá – Medellín – Quibdó, que se vería impactada por la puesta en marcha del proyecto, exhibe niveles de servicio C y D en los tramos con mayor impacto, incluso en el año 2040. Esto es así debido al mejoramiento del que será objeto el tramo Medellín – Quibdó y que entrará en servicio de manera simultánea con el proyecto evaluado.

En el modo fluvial, en caso de no incorporar nuevas intervenciones, se entraría a operar con nivel de servicio E desde el año 2030 debido al incremento de la demanda de transporte mientras la capacidad se mantiene estable. Sin embargo, al adecuar la hidrovía para garantizar la navegación durante 12 horas diarias se puede recuperar el nivel de servicio a C desde el año 2030 en adelante.

No obstante, la mejor estrategia para mejorar el nivel de servicio está relacionada con la adopción de una nueva tecnología que consiste en remplazar la embarcación autopropulsada por un convoy que permitirá movilizar el triple de contenedores inicialmente previstos, al aumentar su capacidad de carga de 800 ton a 2,400 ton. De esta manera se refuerza la idea de gradualidad definida al adoptar las tres etapas del proyecto: inicialmente la recuperación de la navegación del río, luego el mejoramiento del canal navegable y la construcción del puerto marítimo-fluvial y por último la consolidación del proyecto cambiando la embarcación inicialmente recomendada por otra de mayor capacidad que permite reducir sustancialmente la presión ejercida por el tráfico sobre el canal navegable.



7. TURISMO INTERMODAL INTEROCEÁNICO

Aunque la presente investigación para la complementación de los estudios Fase II (Factibilidad) para la navegabilidad del río Atrato no considera estrictamente la construcción de un corredor interoceánico que sirva de alternativa al Canal de Panamá, los términos de referencia si contemplan la necesidad de analizar el efecto de un corredor intermodal interoceánico para uso del turismo natural como complemento al circuito del turismo del mundo.

En este contexto, cuando se aborde el capítulo de organizaciones y servicios, será necesario incluir, además de las oficinas de representación de la capitanía de puerto, inspección fluvial, sanidad portuaria, comunicaciones y vigilancia, todo el equipamiento necesario para el transporte de pasajeros con vocación turística.

7.1. TURISMO INTEROCEÁNICO EN LATINOAMÉRICA

El turismo interoceánico ha sido puesto de presente en varios contextos latinoamericanos. En el caso de Perú, que puede ser el caso más cercano a Colombia, el proyecto de la Carretera Interoceánica que atraviesa las tres regiones naturales del país tendrá un impacto muy positivo en el país, por el importante cambio socio-económico que significará para más de 5.7 millones de habitantes de la Macro Región Sur por donde pasará, beneficiando a los departamentos de Madre de Dios, Puno, Cusco, Arequipa, Apurímac, Ayacucho, Moquegua, Ica y Tacna.

Para el caso en estudio, Se prevé que con la construcción del proyecto los pobladores de la zona tendrán mayores y mejores oportunidades de desarrollo al dinamizarse la comunicación, el comercio y el turismo de la zona; y además se concretará la interconexión del Océano Pacífico con el Atlántico, permitirá el ingreso a nuevos mercados y el aumento del intercambio comercial entre Perú, la región centro occidental de Brasil y el norte de Bolivia.

En el tema de interés, se espera que el turismo en la zona se impulse notablemente ya que en la Macro Región Sur se encuentra el 25 % de las áreas protegidas por el Estado e innumerables zonas con riqueza histórica, cultural, de gran biodiversidad y belleza natural, que permite el desarrollo de una industria turística sostenible.

En la zona se encuentran el Parque Nacional del Manu y el Parque Nacional Bahuaja Sonene ambos en Madre de Dios-Cusco; los Santuarios Nacionales Lagunas de Mejía en Arequipa, de Ampay en Apurímac y Machupicchu en el Cusco; y Las Reservas Nacionales de Pampa Galeras en Ayacucho, Titicaca en Puno, Salinas-Aguada Blanca en Arequipa-Moquegua y de Tambopata-Candamo en Madre de Dios. También se

encuentran las Zonas reservadas de Amarakaeri en madre de Dios-Cusco, y la Aymara Lupaza en Puno; así como las famosas Líneas de Nazca en Ica y los Valles del Colca y de Cotahuasi en Arequipa.

7.2. ANÁLISIS DEL POTENCIAL TURÍSTICO

Según los datos de la ANATO (Asociación Colombiana de Agencias de Viajes y Turismo), Colombia ha registrado un aumento en la entrada de extranjeros durante los últimos años. Particularmente, en el periodo comprendido entre enero y agosto de 2012 se registró una entrada de 1'119,438 visitantes al país, lo que significó un aumento del 4.93% con respecto al mismo periodo del año anterior (Tabla 150).

Tabla 150. Visitantes por Año a Colombia

Año	Visitantes	Variación
2000	557,281	
2001	615,623	10.47
2002	566,761	-7.94
2003	624,909	10.26
2004	790,940	26.57
2005	933,243	17.99
2006	1'050,571	12.57
2007	1'195,443	13.79
2008	1'222,966	2.30
2009	1'353,700	10.69
2010	1'474,863	8.95
2011	1'582,118	7.27
Enero-Agosto 2011	1'066,794	
Enero-Agosto 2012	1'119,438	4.93

Fuente: ANATO. Compendio Octubre 2012

Las proyecciones económicas del país ubican al sector turismo como una de las actividades más importantes para el año 2020. En este contexto, con base en los análisis del sector, se espera que al final del año aumente la actividad turística mundial en 4%, y en Colombia, de acuerdo con las previsiones del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo se espera que para el año 2014 haya un total de 4 millones de visitantes extranjeros.

Hacer realidad esta meta implica un gran esfuerzo para el sector turístico nacional con el ánimo de poner a Colombia a tono con los estándares mundiales. Las evaluaciones realizadas por el Foro Económico Mundial dejan ver que Colombia ha ocupado



recurrentemente puestos no muy decorosos en la competitividad turística con respecto a otros países:

- Año 2007, puesto 72 entre 123 países
- Año 2008, puesto 71 entre 130 países
- Año 2009, puesto 72 entre 133 países
- Año 2011, puesto 77 entre 139 países

Es evidente que la situación del país no ha mejorado con base en las evaluaciones realizadas por el Foro Económico Mundial, que dan cuenta de los indicadores que se consideran imprescindibles para medir la competitividad turística de los países, que se agrupan en tres grandes temas⁸⁰:

- Marco regulador
- Entorno comercial e infraestructura, y
- Recursos humanos, culturales y naturales.

No obstante lo dicho, el departamento de Chocó cuenta con una extensa selva que aún no ha sido completamente explorada, playas en el océano Pacífico y en el mar Caribe, así como una gran diversidad en flora y fauna, que lo hace un atractivo turístico en diferentes épocas del año. Es de resaltar el gran atractivo del parque natural Utría en donde, además de su riqueza de flora y fauna, se pueden encontrar asentamientos de la etnia Emberá.

Para cuantificar el potencial turístico del departamento, la ANATO cuenta con estadísticas de turistas extranjeros que entran al Chocó en diferentes épocas del año, las cuales se pueden observar en la Figura 104, que presenta información completa del año 2011 e información parcial del presente año, siendo por el momento las estadísticas más actuales que se encuentran disponibles. Como se ve, para el año 2011 ingresó al departamento un total de 551 visitantes extranjeros en el periodo comprendido entre enero y abril, mientras que en el año 2012 ha ingresado un total de 541 visitantes en el mismo periodo analizado.

En caso de mantenerse esta tendencia habrá al final del año 2012 menos visitantes que los recibidos durante el año anterior, lo que indica que la región debería potencializar su atractivo turístico, ya que en caso de explotarse mejor tendría la posibilidad de contar con un mayor número de visitantes con los beneficios económicos que se podrían generar para la región.

⁸⁰ Plan Sectorial de Turismo 2011-2014 “Turismo factor de prosperidad para Colombia”. Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. Bogotá 2011

Haciendo un análisis un poco más específico se encuentra que el parque Nacional Utría, reserva natural donde se ofrecen diversas actividades relacionadas con el ecoturismo, cuenta con la posibilidad de brindar alojamiento simultáneo a un grupo de 31 personas.

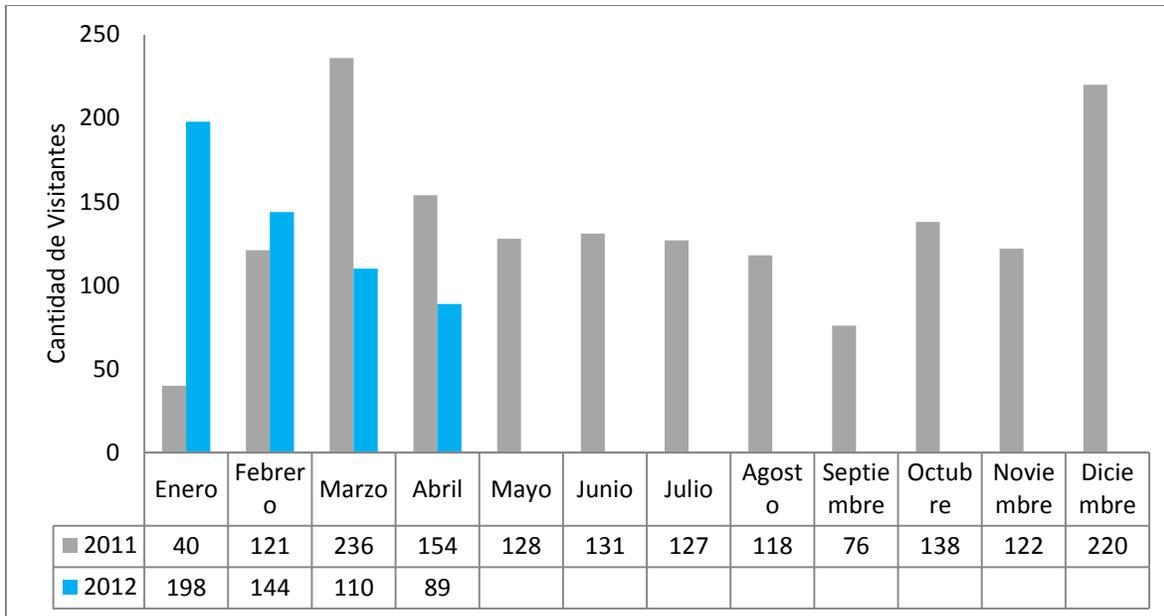


Figura 104. Visitantes extranjeros que ingresan a Chocó

Fuente: ANATO. Compendio Octubre 2012

Para llegar al parque Nacional Utría se puede viajar en rutas de cabotaje desde el puerto de Buenaventura, con una duración de hasta 26 horas para llegar a bahía Solano y luego 30 minutos adicionales hasta llegar al parque. En el modo aéreo se tiene pista de aterrizaje en Nuquí y Bahía Solano y por el modo terrestre, se llega al corregimiento El Valle del municipio de Bahía Solano, y desde allí se accede a pie por un sendero que atraviesa la selva tropical; este recorrido puede ser de 2 horas aproximadamente⁸¹.

A pesar del difícil acceso al parque Nacional Utría, el año 2011 presentó un aumento de 3.29% en visitantes (Figura 105) lo que permite suponer que en caso de mejorar las condiciones de acceso se podría generar una mayor demanda turística, siempre y cuando las condiciones de servicio ofrecidas por el parque sean también mejoradas, especialmente en términos de la capacidad de alojamiento.

⁸¹ Parques Nacionales Naturales de Colombia <http://www.parquesnacionales.gov.co> [En línea consultado el: 30 de octubre de 2012.].

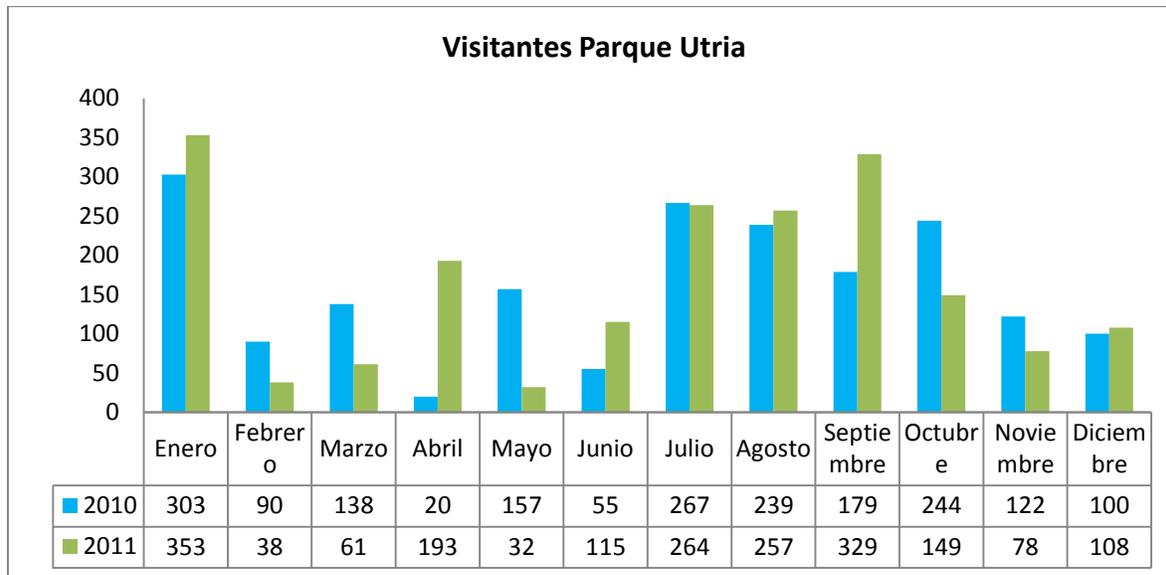


Figura 105. Entrada de visitantes al parque Nacional Utría
Fuente: ANATO. Compendio Octubre 2012

7.3. DISEÑO DE UNA RUTA TURÍSTICA INTEROCEÁNICA

En función de los sitios turísticos que ofrece el departamento de Chocó se puede diseñar una ruta que los conecte y permita mayor interacción entre ellos para que el turista tenga más posibilidades de disfrutar el paisaje y las diferentes actividades recreativas que se pueden realizar.

Una ruta posible en donde se pueden tener distintas actividades y que podría ser del interés turístico internacional es la siguiente:

- **Bahía Solano**, que cuenta con pista de aterrizaje podría ser el inicio del recorrido. Este municipio ofrece alternativas de recreación en sus playas, así como la posibilidad de realizar caminatas ecológicas. Desde allí se puede ir en lancha, en un viaje que no dura más de 30 minutos, o en una caminata no mayor a dos horas hasta el Parque Nacional Utría.
- **Parque Nacional Utría**, que hace parte de la red de parques nacionales, en donde se vela por la protección de la fauna y la flora de una extensa zona que permite que los visitantes tengan contacto directo con la naturaleza. Desde el parque se puede viajar en lancha hasta Nuquí, con una duración media de 45 minutos.



- **Nuquí**, este municipio ofrece actividades del mayor interés como el avistamiento de ballenas, tortugas y aves; práctica de deportes acuáticos, pesca, caminatas por la selva, recorridos por manglares, termalismo y buceo; se trata además de un municipio privilegiado para practicar el *surfing*. De allí se propone viajar a Quibdó por río en un trayecto de unas 2 horas utilizando el río Atrato.
- **Quibdó**, la capital del departamento de Chocó está ubicada a 100 km de Nuquí. La ciudad se considera patrimonio arquitectónico por la Catedral de San Francisco de Asís y el parque Centenario. Desde Quibdó se puede llegar a Unguía viajando en lancha sobre el río Atrato en un trayecto aproximado de 12 horas.
- **Unguía**, allí se encuentra el parque de los Katíos que es una de las reservas naturales que comparten Antioquia y Chocó. En la actualidad no se practica el ecoturismo en Unguía, sólo actividades de recuperación, preservación e investigación. Si la investigación no es algo atractivo, se puede ir en avión desde Quibdó hasta Capurganá.
- **Capurganá**: es una de las poblaciones con mayor turismo en Chocó y ofrece a sus visitantes diferentes actividades principalmente las que se relacionan con el turismo de naturaleza y aventura: ríos cristalinos, vestigios arqueológicos, arrecifes coralinos ideales para las prácticas del buceo y el *snorkeling*, caminatas por el bosque, hermosas enseñadas, playas de arenas blancas, mar de aguas multicolores y un reluciente sol⁸².

En síntesis, una posible ruta interoceánica que cuente con potencial turístico ha sido trazada, iniciando el recorrido en Bahía Solano, integrando varios modos de transporte y aprovechando la extensión navegable desde Quibdó hasta Unguía, tal como se aprecia en la Figura 106.

La ruta ha sido planteada de forma tal que se integre al proyecto de navegación desde Quibdó hacia el Atlántico y que la duración del tiempo de viaje, entre los nodos considerados, no sea muy alta. Así mismo, se ha tratado que la ruta tenga diferentes atractivos para que los visitantes disfruten de ella, teniendo en cuenta la distribución de las zonas en la guía turística Chocó 2012.

⁸² Guía Turística Chocó Colombia. Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. Fondo de promoción Turística Colombia.



Figura 106. Sitios Turísticos en Chocó
Fuente: Chocó Colombia, Guía turística, 2012

7.4. INFRAESTRUCTURA REQUERIDA

Colombia ha tenido un avance en la reglamentación del turismo y cuenta con los recursos humanos, naturales y culturales que hacen del país un destino elegible para descansar y conocer. La riqueza natural y cultural con la que cuenta el Chocó es innegable, pero uno de los indicadores de competitividad que se encuentra en déficit es el entorno comercial e infraestructura.

Así las cosas, para alcanzar el potencial turístico existente es imperativo que haya una mejora en la capacidad hotelera del departamento, pues en el escenario de ofrecer la ruta se esperaría la presencia de visitantes en cada uno de los municipios considerados. Según el documento de turismo por Colombia, allí se tienen hoteles de máximo 3 estrellas, lo que limita el tipo de visitantes que puede ir a estas zonas.



De la misma manera parece inminente que las conexiones viales sean mejoradas, de tal forma que el visitante tenga la posibilidad de movilizarse sin mayores traumatismos dentro de la red.

En el caso del transporte fluvial es necesario contar con equipos adecuados a las necesidades del turismo, que pueda brindar un servicio seguro, cómodo y ágil. Así mismo, los puertos destinados para el embarque y desembarque de pasajeros deben cumplir a cabalidad con los requerimientos turísticos en función de las facilidades que pueda darle al visitante.

Esto implica que se deba contar con muelle para atender pasajeros en los puertos de:

- Bahía Solano
- Nuquí
- Quibdó
- Unguía y
- Capurganá

Aunque es difícil de cuantificar en forma precisa, con base en las estadísticas de turistas extranjeros que entran al Chocó en diferentes épocas del año, se puede ver que en el mes más visitado el número de ingresos es inferior a 250 turistas extranjeros. En el caso del Parque Nacional Utría, en el mes de enero que es cuando más se reciben visitantes nacionales y extranjeros, las visitas no alcanzan una magnitud superior a las 400 visitas.

En el escenario más optimista, suponiendo un incremento del doble de visitas en el mes de mayor demanda, se tendría un total de 800 visitas, que al distribuir las de manera uniforme durante 20 días al mes, se alcanzaría un máximo de 40 visitas diarias, que podrían ser movilizadas con un par de embarcaciones menores, generando un mínimo impacto en el tráfico fluvial del corredor. De hecho, al comparar las 800 visitas de turistas esperadas en el escenario más optimista, con respecto a los 12,000 pasajeros que se mueven anualmente se tendría un efecto en el tráfico fluvial inferior al 7% anual.

7.5. CONCLUSIONES

Por su extensión y características propias, Chocó tiene deficiencias en conexiones entre sus municipios, lo que dificulta una ruta turística en el corto plazo, además en los circuitos turísticos sólo se tiene en cuenta sus costas y los beneficios que presentan, es decir que no hay una integración con la zona centro del departamento, en donde se encuentra Quibdó, que puede ser una ciudad que ofrece un atractivo importante para los visitantes en diferentes épocas del año.



Es complicado realizar una ruta turística si del aeropuerto de Quibdó no salen vuelos para sus propias costas. Para poder ir de la capital a alguno de sus costas, es necesario ir en un vuelo a Medellín y desde allí esperar a que salga un avión con rumbo a algunas de estas zonas. Ese itinerario segrega aún más a los visitantes que llegan desde otras zonas, pues pareciera ser una zona de Antioquia, y no un atractivo turístico del Chocó por la forma como se hacen sus conexiones.

El equipo de transporte actual con el que se cuenta para el modo fluvial para pasajeros es muy lento y genera incomodidad en el usuario, pues los tiempos en los recorridos entre diferentes lugares pueden ser bastante altos, y esto a su vez afecta la forma en que se hagan las conexiones.

Se puede afirmar que en términos generales, no son muchas las posibilidades de un incremento del turismo masivo a la región del Chocó, en un corto plazo. A mediano y largo plazo, depende de agilidad con la cual se mejoren las condiciones de infraestructura turística.

8. EVALUACIÓN CON RESPECTO A OTROS PUERTOS

Como quedó expuesto en el capítulo 4, el cálculo de las diferencias del costo generalizado de transporte de carga permitió concluir que difícilmente se podrían atraer las cargas que actualmente se manejan por el puerto de Buenaventura, ya que el costo de seguir movilizandando la carga por ese puerto sería menor a los costos estimados por el puerto de Tarena. En general, parece claro que podría atraerse, mediante un efecto de reasignación, buena parte de la carga de Cartagena e incluso parte de la carga de Santa Marta.

A pesar de lo anterior, con el ánimo de dar cumplimiento a los términos de referencia se hace una evaluación del puerto de Tarena con respecto a otros puertos, entre los que se encuentran el puerto de Buenaventura.

Como datos de referencia que sirven de base para la comparación se presentan las siguientes tablas de distancias y tiempos entre los principales tramos del corredor analizado.

Tabla 151. Ruta carretera Quibdó - Cartagena

Tramo	Distancia (km)	Tiempo (horas)
Quibdó - Medellín	189	4
Medellín - Hatillo	37	1
Hatillo - Yarumal	77	3
Yarumal - Cáceres	100	3
Cáceres - Planeta Rica	130	2.5
Planeta Rica - Sampués	104	2.5
Sampués - San Juan	116	2.5
San Juan - Cartagena	82	2
TOTAL	835	20.5

Fuente: Modelo de Transporte, 2012

Tabla 152. Ruta carretera Quibdó - Buenaventura

Tramo	Distancia (km)	Tiempo (horas)
Quibdó - Pereira	240	10
Pereira - Buenaventura	261	6
TOTAL	501	16

Fuente: Modelo de Transporte, 2012

Tabla 153. Ruta carretera Quibdó - Cartagena

Tramo	Distancia (km)	Tiempo (horas)
Quibdó - Medellín	189	4
Medellín - Hatillo	37	1
Hatillo - Yarumal	77	3
Yarumal - Cáceres	100	3
Cáceres - Planeta Rica	130	2.5
Planeta Rica - Sampués	104	2.5
Sampués - San Juan	116	2.5
San Juan - Ponedera	135	2
Ponedera - Barranquilla	27	1
TOTAL	915	21.5

Fuente: Modelo de Transporte, 2012

Tabla 154. Ruta carretera Quibdó - Santa Marta

Tramo	Distancia (km)	Tiempo (horas)
Quibdó - Medellín	189	4
Medellín - Hatillo	37	1
Hatillo - Yarumal	77	3
Yarumal - Cáceres	100	3
Cáceres - Planeta Rica	130	2.5
Planeta Rica - Sampués	104	2.5
Sampués - San Juan	116	2.5
San Juan - Ponedera	135	2
Ponedera - Barranquilla	27	1
Barranquilla - Santa Marta	94	2
TOTAL	1009	23.5

Fuente: Modelo de Transporte, 2012

Tabla 155. Ruta carretera Quibdó - Turbo

Tramo	Distancia (km)	Tiempo (horas)
Quibdó - Medellín	189	4
Medellín - Turbo	363	10
TOTAL	552	14

Fuente: Modelo de Transporte, 2012



En forma adicional a las distancias y tiempos mostrados en las tablas anteriores se adiciona el tiempo y la distancia que corresponden al canal navegable del río Atrato, equivalentes a 494 km y 68 horas respectivamente en el trayecto de Quibdó hacia Tarena.

8.1. PUERTO DE BUENAVENTURA

El puerto de Buenaventura ofrece al transporte marítimo, conformado por los buques de línea regular y *tramp*, los siguientes servicios:

- Pilotaje.
- Remolcadores.
- Suministros de agua, combustibles, lubricantes y avituallamiento.
- Muellaje.
- Servicio a las naves: reparación de sistemas mecánicos, eléctricos, hidráulicos y de refrigeración.
- Manipuleo (cargue y descargue de motonaves).
- Servicios médicos, odontológicos y migratorios a la tripulación de los buques.
- Servicios de almacenamiento a la línea naviera almacenaje LCL.
- Monitoreo y control de contenedores de transbordo.
- Transbordo.
- Consolidación y des-consolidación de contenedores LCL.
- Tratamiento de desechos sólidos y líquidos.
- Uso de grúas.

Para el manejo de contenedores, el puerto de Buenaventura cuenta con línea de atraque de 830 metros, equipada con con cuatro (4) grúas pórtico sobre rieles *post-panamax ship to shore* y tres grúas móvil multipropósito.

Con respecto a la capacidad Máxima de Carga, el puerto de Buenaventura dispone de:

- Dos (2) Grúas Pórtico marca ZPMC:
 - Bajo Spreader 40.6 Toneladas.
 - Bajo Head Block 50.8 Toneladas.
- Dos (2) Grúas Pórtico marca NOELL
 - Bajo Spreader 41.6 Toneladas
 - Bajo Head Block 60.0 Toneladas
- Con Twin Lift 50.0 Toneladas
 - 1 Una Grúa Gottwald: 100 Toneladas
 - 2 Dos Grúas Liebherr: 104 Toneladas

Como medidas de eficiencia en el puerto de Buenaventura se encuentra:

- Grúa Pórtico NOELL: 32 Contenedores/hora.
- Grúa Pórtico ZPMC: 28 Contenedores/hora
- Grúa Móvil *Gottwald*: 18 contenedores/hora.
- Grúa Móvil *Liebherr*: 20 contenedores/hora.

Con relación a la capacidad de almacenaje se cuenta con:

- Hasta 19,298 TEUS diarios.
- 384 tomas para refrigerados.
- 16 Grúas Pórtico de patios sobre neumáticos RTG'S para traslado, arrume y entrega de contenedores.

También se dispone de *Reach Staker* y montacargas de diferentes capacidades para movimiento de contenedores.

8.1.1. Comparación de tiempos

La comparación de tiempos se propone para los principales orígenes considerados, tal como se muestra en las siguientes tablas.

Tabla 156. Ruta carretera Bogotá - Buenaventura

Tramo	Distancia (km)	Tiempo (horas)
Bogotá - Granada	30	1.5
Granada - Melgar	62	1.5
Melgar - Martinica	132	3
Martinica - Calarcá	127	5
Calarcá - La Uribe	79	2
La Uribe - Plan del Ciclista	48	2
Plan del Ciclista - Loboguerrero	72	1
Loboguerrero - Buenaventura	73	1.5
TOTAL	623	17.5

Fuente: Modelo de Transporte, 2012

8.1.2. Comparación de costos

La Tabla 157 presenta el resumen de tiempos y costos por carretera con respecto al puerto de Buenaventura.

Tabla 157. Resumen de tiempos y costos por carretera puerto de Buenaventura

Desde	Distancia (Km)	Tiempo (Horas)	Costo (\$/ton)
BOGOTÁ	623	17.5	84,159
MEDELLIN	520	13	78,278
PEREIRA	261	6	38,192
IBAGUE	315	8	50,809
MANIZALES	310	8	48,750
QUIBDÓ	501	16	75,418

Fuente: Modelo de Transporte, 2012

8.2. PUERTO DE CARTAGENA⁸³

Cartagena se considera uno de los puertos más avanzados en tecnología y modernización al contar con equipos apropiados para el manejo de contenedores. Los servicios con los que cuenta son:

- Cargue y descargue de contenedores, es decir, desplazamiento de la carga entre los módulos del puerto.
- Re-pesaje de contenedores como servicio adicional que cumple una tarea de verificación de la carga.
- Movilización de contenedores para inspección y movilización de contenedores para llenado, en cuanto al primero, el cliente lo requiere o es solicitado por petición de las autoridades competentes (DIAN, ICA, Antinarcóticos), este procedimiento consiste en llevar la mercancía desde donde se encuentra en la bodega de almacenaje hasta donde será realizada la inspección; por otro lado, la movilización de contenedores para llenado, es una actividad en la cual los

⁸³ Montoya, Dina A. y Gómez, Johana M. COMPETITIVIDAD E INFRAESTRUCTURA PORTUARIA DE LA COSTA ATLÁNTICA (PUERTO DE CARTAGENA – PUERTO DE BARRANQUILLA) FRENTE AL PUERTO DE MIAMI. Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario, Facultad de Administración, Administración de Negocios Internacionales, Administración de Logística y Producción, 2011



contenedores vacíos se movilizan para ser llenados en sitios específicos del puerto para nuevamente ocupar su lugar de origen.

El terminal del puerto de Cartagena cuenta con una elevada competitividad a nivel internacional, es reconocida por las obras de dragado y demás servicios portuarios, por lo tanto, el Gobierno Nacional ha profundizado el canal de acceso a Cartagena, beneficiando el comercio exterior Colombiano. Es uno de los puertos que más atención ha recibido por parte de las inversiones; por su imagen internacional, el puerto de Cartagena es vista como un portal de entrada al país y las inversiones que se han realizado en él lo ponen a la vanguardia de los puertos con más avances tecnológicos y de control.⁸⁴

La Sociedad Portuaria Regional de Cartagena también cuenta con tres muelles que complementan las actividades del puerto:

- Terminales de Contecar
- Muelles el Bosque y
- Zona industrial de Mamonal.

Los terminales de CONTECAR (terminal de contenedores de Cartagena), Sociedad Portuaria de Cartagena y el Muelle Turístico de EDURBE (Empresa de Desarrollo Urbano de Bolívar) cuentan con 11 sitios de atraque, especializados en la atención a los pasajeros que lleguen al puerto y a barcos de carga. Estos sitios cuentan con los requerimientos y la tecnología para manipular la mercancía de forma adecuada, permitiendo optimizar los tiempos de tránsito y estadía, debido a estos avances y la infraestructura con la cual cuentan los terminales, el puerto puede atender barcos hasta de 5.500 TEUs (unidad de medida equivalente a 20 pies), contribuyendo con la economía Colombiana, toda vez que, incurre en ahorros para la nación.⁸⁵

A nivel de infraestructura, el puerto cuenta con 8 muelles, equipos tecnológicos que le permiten movilizar los contenedores adecuada y eficientemente como grúas, plataformas, montacargas entre otras y cuenta también con bodegas especializadas en almacenamiento de café, ferroníquel, productos químicos, con áreas totales de 7.430 m², 2.225 m² y 2.052 m² respectivamente. Cuenta de igual forma con bodegas de almacenamiento para mercancías de importación y exportación por separado con áreas de 8.244 m² y 7.110 m² respectivamente.

⁸⁴ Ibíd.

⁸⁵ Ibíd.

De acuerdo con CONTECAR, los nuevos retos que debe asumir el puerto de Cartagena son:

- Construcción de nuevo canal de acceso a la bahía de Cartagena (Varadero):
 - 17.5 metros de profundidad
 - 200 metros de ancho
- Finalizar construcción de Contecar y reconfigurar el Terminal de Manga para poder manejar 5 millones de contenedores anuales.
- Ubicar y estructurar el desarrollo de una nueva terminal de contenedores que permita a Cartagena eventualmente manejar hasta 10 millones de contenedores anuales
- Acompañar a la ciudad y municipios vecinos en el desarrollo de nuevas zonas industriales y logísticas.

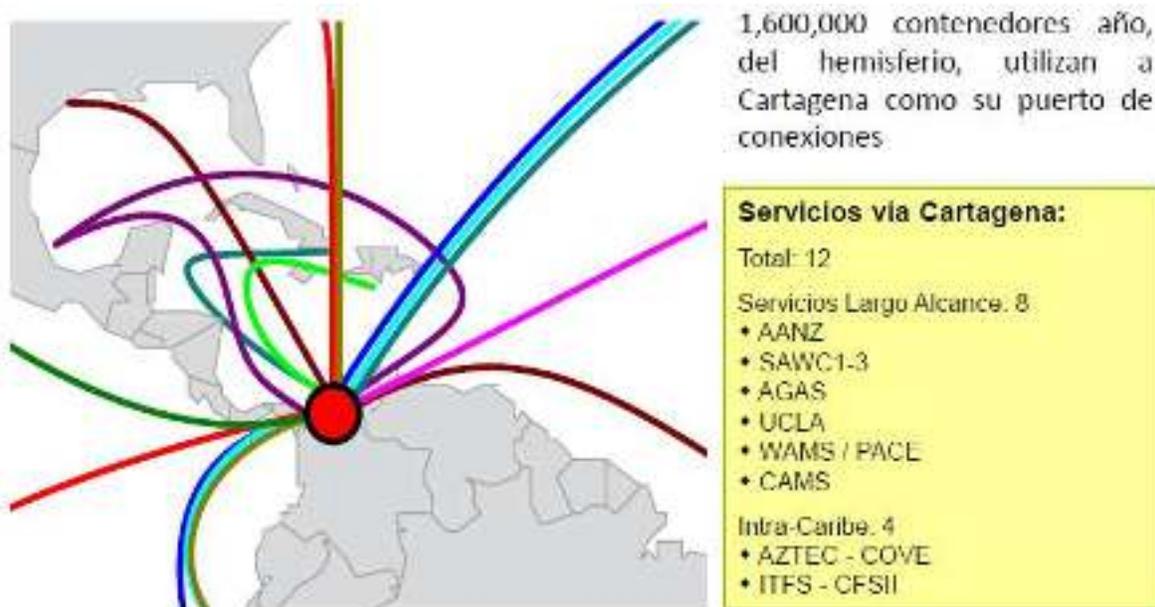


Figura 107. Servicios vía Cartagena

Fuente: CONTECAR, 2012

8.2.1. Comparación de tiempos

La Tabla 158 presenta información de longitud y tiempo de viaje para distintos tramos de la carretera Bogotá – Cartagena.

Tabla 158. Ruta carretera Bogotá - Cartagena

Tramo	Distancia (km)	Tiempo (horas)
Bogotá - Virgen Bojacá	35	1
Virgen Bojacá - Alto del Trigo	50	2.5
Alto del Trigo - La Dorada	83	8
La Dorada - El Veleño	182	3
El Veleño - La Lizama	100	2
La Lizama - Aguachica	236	3
Aguachica - Curumaní	111	2.5
Curumaní - Bosconia	101	2
Bosconia - El plato	95	3
El plato - San Juan	55	2
San Juan - Doña Cleme	60	2
Doña Cleme - Cartagena	30	1
TOTAL	1138	32

Fuente: Modelo de Transporte, 2012

8.2.2. Comparación de costos

La Tabla 159 presenta un resumen de tiempos y costos por carretera con respecto al puerto de Cartagena.

Tabla 159. Resumen de tiempos y costos por carretera puerto de Cartagena

Desde	Distancia (Km)	Tiempo (Horas)	Costo (\$/ton)
BOGOTÁ	1138	32	128,987
MEDELLIN	646	16.5	91,837
PEREIRA	861	21	122,386
IBAGUE	1016	26.5	128,042
MANIZALES	840	20.5	118,142
QUIBDÓ	835	20.5	117,439

Fuente: Modelo de Transporte, 2012

De acuerdo con los análisis de sensibilidad previamente realizados se puede observar que podría atraerse, mediante un efecto de reasignación, buena parte de la carga de Cartagena e incluso parte de la carga de Santa Marta. Para reducir la incertidumbre con respecto a la carga potencial del sistema de transporte intermodal se hizo un análisis de sensibilidad con respecto a los principales parámetros involucrados en el análisis. Inicialmente se duplicó el valor de cada uno de los parámetros en forma individual y luego se analizó el efecto de duplicar todos los valores simultáneamente.



En el caso más extremo, suponiendo que los parámetros inicialmente definidos duplicarán su valor, aún es posible identificar la ruta con origen o destino en Medellín como una ruta potencialmente atractiva.

Ciertamente, el caso de Medellín es singularmente importante ya que de tener acceso a un puerto marítimo conectado por el río Atrato tendría a su disposición rutas de transporte de carga de costo inferior a las actuales, con excepción del puerto de Buenaventura. Se puede deducir que si eso ocurre para el caso de Medellín, resultaría ser atractiva también la carga generada en el sur de Antioquia.

8.3. PUERTO DE BARRANQUILLA

La sociedad portuaria de Barranquilla cuenta con un muelle de 1,058 m y un calado autorizado de 36 pies en agua dulce. Adicionalmente se ofrece un muelle de 550 m con calado de 12 pies, para operaciones fluviales.

Barranquilla es un puerto multipropósito donde se maneja todo tipo de carga como carbón, graneles sólidos y líquidos, contenedores, café y carga general.

Para el manejo de granel sólido se cuenta con:

- 8 Bodegas con 24,155 m² de área, con una capacidad de almacenamiento de 60,000 toneladas, que incluyen 2 bodegas mecanizadas con las siguientes características:
 - Bodega No. 3: Es un silo horizontal con capacidad de 15,000 ton de carga puntual. Recibo mecanizado a través de tolvas de piso, transportadoras de arrastre y elevadoras de cangilones. Rata promedio de recibo de 200 ton/hora.
 - Bodega No 7: Es un silo horizontal con capacidad puntual de 24,000 tone. Ubicada a 14 m de la línea de atraque de la nave. Tolva de 70 m³ de capacidad que recibe con descargue directo del barco, manipulada por una Grúa *Liebherr*. Báscula de bache para pesaje automático al descargue. Transportadores de cadena para distribución del grano en la bodega. Rata promedio de recibo de 400 ton/hora.

En el manejo de granel líquido, como terminal multipropósito ofrece la posibilidad de recibir y almacenar aceite, químicos y otros. Para ello, cuenta con una batería con capacidad de almacenamiento de 2,250 m³ distribuidos en tres tanques de acero de carbono, con su correspondiente tubería de recibo, una central de cargue con dos llenadores a carro tanque, sistema eléctrico y sistema contra incendio.



Con respecto al manejo de carga general la sociedad portuaria regional de Barranquilla presenta una ventaja competitiva al disponer de áreas cercanas al muelle, para el manejo de carga extra-dimensional y de proyectos especiales. Así mismo cuenta con espacios adyacentes a las bodegas y muelles que permiten el almacenamiento de más de 50.000 toneladas de carga como alambrón, rollos de acero y todo tipo de estructuras metálicas. También ofrece 5 bodegas especializadas para el manejo de carga general, con área de 22.466 m², con estantería para almacenamiento de cargas de especial cuidado y un manejo logístico de inventarios.

En general el puerto cuenta con:

- Bodegas inteligentes para el almacenamiento de carga general
- Equipos y bodega especializada para el manejo de papel
- Rampa para recepción y despacho de carga terrestre
- Control de inventarios en línea y servicio de trazabilidad de la carga
- Básculas internas con capacidad para 5,000 kilos cada una
- 9,721 m² de patio enmallado
- Cobertizo para productos peligrosos
- 39,400 m² de patio para el almacenamiento
- 60,000 m² como zona de expansión para futuros proyectos

Para el manejo de café se cuenta con una bodega cafetera que tiene un área de 2,622 m² y ofrece:

- Laboratorio "Control de calidad", de la Federación Nacional de Cafeteros, para la certificación del grano.
- Zona para el llenado del camión contenedor o *pallet*.
- Espacio para el llenado simultáneo de hasta 50 contenedores.
- Máquina *Famag* para el llenado *in-sac* a granel y báscula certificada.
- Zona de *pre-stacking* en el muelle
- Inspección cafetera permanente
- Extractores que mantienen niveles necesarios de humedad

Para el carbón se ofrece un manejo y tarifas integrales que incluyen servicios de pesaje, descargue en patio, manejo interno, transporte y servicio de cargue con ratas de 9,000 ton/día. Así mismo se ofrecen controles sobre el servicio terrestre y de inventarios, para todo tipo de granulometrías de carbón: Coque, Metalúrgico y Térmico.

- El muelle de carbón cuenta con 57.378 m² distribuidos de la siguiente manera:
- Muelle para cargue directo con 30 pies de calado autorizado
- Área para almacenamiento de 57.378m² con capacidad de 120.000 toneladas



- Oficina de Operaciones
- Taller de mantenimiento mecánico
- Bodega para almacenamiento de repuestos
- Cobertizo

Los equipos disponibles abarcan:

- Grúas
- 2 Grúas Multipropósito *LIEBHERR LHM 1300* con capacidad hasta de 104 toneladas
- 1 Grúa Multipropósito *LIEBHERR LHM 250* con capacidad hasta de 64 toneladas.
- Aparejos de carga del montacargas
- Gancho Pesado: 2 x 100 Ton y 1 x 70 Ton de capacidad.
- Gancho Rotador: 2 x 52 Ton de capacidad.
- Cucharas Tipo Almeja: 2 x 28 m³, 1 x 25 m³ y 1 x 10 m³ de capacidad.
- *Spreader* automáticos: 2 (Para contenedores de 20', 40' y 45').

Cargadores

- Un cargador 966 y otro 988 para el arrume y cargue de carbón.
- Bobcat: Un Bobcat 751 para el despacho de granel en la Bodega No. 3.
- 2 bandas para hacer arrumes de 5 m de altura, capacidad de recibo de 170 toneladas hora.
- Bodegas semi-automatizadas:
 - Bodegas 3 y 7 para el recibo y despacho semi-automatizado de granel; estas bodegas trabajan como una especie de silos.
- Bodegas convencionales: La S.P.R.B cuenta con seis (6) bodegas convencionales para el almacenamiento de graneles sólidos como mercancía empacada.

Finalmente, el puerto de Barranquilla ofrece los siguientes servicios complementarios:

- Acceso directo a más de 100 hectáreas que constituyen la Zona Franca
- Sistema en línea aduanero -SIDUNEA- para la nacionalización de la carga y oficinas regionales de la DIAN dentro de sus instalaciones
- Almacenes de depósito adicionales cercanos al puerto
- Centro Integrado de Servicio al Cliente y demás entidades para la nacionalización y transporte de su carga.
- Control antinarcóticos para la carga de exportación.
- Cafetería.
- Servicio de telefonía nacional e internacional.

8.3.1. Comparación de tiempos

La Tabla 160 presenta la información de longitud y tiempo para distintos tramos de la carretera Bogotá – Barranquilla.

Tabla 160. Ruta carretera Bogotá – Barranquilla

Tramo	Distancia (km)	Tiempo (horas)
Bogotá - Virgen Bojacá	35	1
Virgen Bojacá - Alto del trigo	50	2.5
Alto del trigo - La Dorada	83	8
La Dorada - El Veleño	182	3
El Veleño - La Lizama	100	2
La Lizama - Aguachica	236	3
Aguachica - Curumaní	111	2.5
Curumaní - Bosconia	101	2
Bosconia - El Copey	21	0.5
El Copey - Barranquilla	140	2
TOTAL	1059	26.5

Fuente: Modelo de Transporte, 2012

8.3.2. Comparación de costos

La Tabla 161 presenta un resumen de tiempos y costos por carretera con respecto al puerto de Barranquilla.

Tabla 161. Resumen de tiempos y costos por carretera puerto de Barranquilla

Desde	Distancia (Km)	Tiempo (Horas)	Costo (\$/ton)
BOGOTÁ	1059	26.5	129,357
MEDELLIN	726	17.5	96,047
PEREIRA	941	22	127,083
IBAGUE	1096	27.5	134,932
MANIZALES	920	21.5	122,793
QUIBDÓ	915	21.5	122,126

Fuente: Modelo de Transporte, 2012

8.4. PUERTO DE SANTA MARTA

Es un puerto multipropósito, por donde se movilizan carga general, contenedores, carga granel sólido, carga granel líquido y carga granel carbón y pasajeros. Este puerto está ubicado en el extremo noroccidental de la ciudad de Santa Marta, y único puerto de la costa atlántica con servicio de ferrocarril, que puede ofrecer a estos, el servicio directo de cargue y descargue directo en los muelles.

En esta sociedad portuaria laboran aproximadamente (110) operadores portuarios, realizando actividades de cargue y descargue marítimo (carga general, granel sólido, granel carbón, granel líquido y contenedores), transporte terrestre, cargue y descargue terrestre, llenado y vaciado de contenedores, estiba, desestiba, trincado, destrincado, inspección, clasificación, trincado, tarja, pilotaje, amarre y desamarre, servicio de lancha y remolcadores⁸⁶. Dentro de sus instalaciones, como todas las demás sociedades portuarias regionales de servicio público cuenta con el edificio administrativo, oficinas de la DIAN, oficinas de seguridad y oficina de operaciones, basculas de pesajes para la carga, zona de inspección y zona de llenado y vaciado de contenedores.

8.4.1. Comparación de tiempos

La Tabla 162 muestra la distancia y el tiempo estimado de viaje para la carretera Bogotá – Santa Marta.

Tabla 162. Ruta carretera Bogotá – Santa Marta

Tramo	Distancia (km)	Tiempo (horas)
Bogotá - Virgen Bojacá	35	1
Virgen Bojacá - Alto del Trigo	50	2.5
Alto del Trigo - La dorada	83	8
La Dorada - El Veleño	182	3
El Veleño - La Lizama	100	2
La Lizama - Aguachica	236	3
Aguachica - Curumaní	111	2.5
Curumaní - Bosconia	101	2
Bosconia - El Copey	21	0.5
El Copey - Santa Marta	130	2.5
TOTAL	1049	27

Fuente: Modelo de Transporte, 2012

⁸⁶ Superintendencia de Puertos y Transporte. “La logística portuaria”. Yolima Paredes Morato. Bogotá, 2010.

8.4.2. Comparación de costos

La Tabla 163 presenta un resumen de tiempos y costos por carretera con relación al puerto de Santa Marta.

Tabla 163. Resumen de tiempos y costos por carretera puerto de Santa Marta

Desde	Distancia (Km)	Tiempo (Horas)	Costo (\$/ton)
BOGOTÁ	1049	27	122,314
MEDELLÍN	820	19.5	112,160
PEREIRA	1035	24	131,532
IBAGUÉ	1190	29.5	117,608
MANIZALES	1014	23.5	121,125
QUIBDÓ	1009	23.5	120,528

Fuente: Modelo de Transporte, 2012

8.5. PUERTO DE URABÁ

Lo que existe hoy en Urabá es un embarcadero, construido por los empresarios del banano para exportar y con operación desde 1969. Un canal artificial que empata con la desembocadura del río León y después con el mar.

La operación se hace por medio de barcazas o planchones halados que viajan desde y hacia los barcos fondeados. La idea es superar ese sistema para que los buques carguen en la costa. A eso le apunta el sector privado y la nación para contar con un proyecto de aguas profundas. Por el embarcadero de Urabá también salen flores y otros productos y llegan por allí papel, algodón, maquinaria, resinas y fertilizantes para ciertos cultivos. El terminal está subutilizado debido a falta de comunicación por carretera. Medellín está más cerca de Urabá que de Barranquilla, Cartagena y Santa Marta y por esa razón algunos consideran inaceptable no contar allí con la infraestructura necesaria para el comercio.

Con base en la información recopilada con respecto al puerto⁸⁷, se logró establecer que una vez arriba el buque al Puerto, este debe fondear en la zona de pilotos, área que se encuentra demarcada en la carta del golfo de Urabá, a la espera de la visita oficial de la autoridad marítima, en compañía de los agentes marítimos y demás entidades de control. Posteriormente a la visita, si este no presenta ninguna novedad, es abordado

⁸⁷ Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas



por un Piloto Práctico de los que operan en la zona quien lleva la nave hasta la zona de cargue, en esta zona el buque fondea para iniciar las maniobras de cargue y descargue.

La carga de banano y plátano es empacada en cajas de cartón en Pallett y en Container, traídos desde los embarcaderos de las distintas Compañías Bananeras ubicados en los canales de Zungo y Nueva Colonia, en bongos halados por remolcadores hasta la zona de cargue frente a la desembocadura del río León en tiempo de invierno, la cual queda a una distancia aproximada entre 4 y 7 millas náuticas dependiendo del embarcadero, o a la Zona de cargue frente al río Leoncito en épocas de verano, la cual está a una distancia aproximada entre 8 y 13 millas náuticas, el mismo procedimiento se realiza para el descargue de Insumos, que por el contrario son llevados a los distintos embarcaderos de las Compañías Bananeras.⁸⁸

Las embarcaciones por lo general son de bandera colombiana, una vez arriban al puerto atracan en el muelle de la estación de guardacostas a la espera de la visita oficial, de no presentar ninguna novedad posteriormente fondea frente a dicho muelle para empezar la maniobra de descargue, la cual se realiza a través de embarcaciones de madera con motores fuera de borda, las que se encargan de llevar las mercancías a tierra para ser distribuidas en las distintas bodegas.

En cuanto a la carga nacional, se moviliza por tres tipos de embarcaciones de bandera colombiana, la gran mayoría con tonelajes inferiores a 200 TRB, debido a esto y a la carga que transportan, así mismo es su sistema de cargue y descargue y las diferentes infraestructuras portuarias utilizadas, para mejor comprensión se describen individualmente el tipo de maniobra que realizan dichas embarcaciones en el puerto de Turbo y la carga que movilizan incluido sus puertos.

- **Motonaves con tonelajes inferiores a 200 TRB**

Estas embarcaciones transportan carga general como: Víveres, madera, cemento, abono y coco, entre otras; unas navegan dentro de la misma jurisdicción y las otras son procedentes de los puertos de Cartagena, principalmente y Barranquilla. El procedimiento al arribo al puerto es el siguiente: Las embarcaciones que vienen de la población de Sapzurro, atracan en el muelle de la estación de guardacostas, a la espera de la visita oficial de la Capitanía de Puerto, una vez es practicada proceden para el muelle del Waffe donde se realiza la maniobra de descargue, esta se hace con obreros los cuales empacan el producto en sacos y posteriormente es llevado a los camiones.

⁸⁸ Ibíd.



Dentro de este tipo de naves existe una gran cantidad por la general construidas en madera, que traen carga de los puertos de Cartagena y Barranquilla como son: abonos, cemento, azúcar y víveres en general, éstas al momento del arribo atracan o fondean frente al muelle de la estación de guardacostas, inmediatamente se les efectúa la visita oficial de la autoridad marítima, cuando traen abonos y/o cemento proceden a descargar en los embarcaderos de las diferentes compañías bananeras que quedan ubicados en el río León en los canales de Zungo y Nueva Colonia, esta maniobra se realiza con coteros los cuales llevan la carga directamente de la embarcación a los camiones que posteriormente la llevan a las diferentes bodegas. Cuando la embarcación trae víveres son descargadas, en el muelle el Waffe, haciendo la misma maniobra de descargue que los anteriores, por lo general son las naves de menor tonelaje. Posteriormente estas embarcaciones se dirigen hacia el río Atrato, en donde son cargadas de madera para llevarla al Puerto de Cartagena.

8.6. CONCLUSIONES

El solo hecho de que el puerto marítimo-fluvial de Tarena se encuentre más cerca de los principales centros productivos que los demás puertos marítimos, o que se pueda acceder a él a un menor costo desde ciertos orígenes, no es suficiente para que ciertas cargas que actualmente se movilizan por otros puertos puedan llegar a ser manejadas por Tarena.

Para que el puerto marítimo-fluvial de Tarena sea competitivo con respecto a los demás puertos marítimos y fluviales de la región es necesario que cuente con otras ventajas competitivas, tales como, servicios complementarios, establecidos en función de las tipologías de carga a manejar, menores costos, etc. En el manejo de contenedores será necesario que el puerto cuente con los requerimientos y la tecnología para manipular la mercancía de forma adecuada, permitiendo optimizar los tiempos de tránsito y estadía, utilizando los mismos avances tecnológicos y de infraestructura con que cuentan los terminales alternos.