



Asistencia técnica especializada a TransCaribe

Informe Final

Wilmer Pipicano Ch

Calle 134 No. 17-16 Tels (57-1) 2589062 – 5260410 Bogotá, Colombia

www.movilidadesostenible.com

10/02/2013

ASISTENCIA TÉCNICA ESPECIALIZADA A TRANSCARIBE

Informe Final

Contenido

1	Presentación.....	5
2	Revisión en campo de las rutas del nuevo sistema y localización de paraderos.....	6
2.1	Rutas troncales.....	7
2.2	Rutas pre-troncales.....	9
2.3	Rutas alimentadoras.....	11
2.4	Rutas complementarias.....	12
2.5	Rutas suburbanas.....	13
3	Toma de datos de demanda.....	15
3.1	Localización de los puntos de medición.....	15
3.2	Variación horaria de la demanda en las estaciones maestras y específicas.....	17
3.3	Datos de la hora de máxima demanda en los puntos de aforo.....	22
3.4	Comparación con datos anteriores en puntos estratégicos.....	23
4	Actualización del modelo de transporte.....	27
4.1	Red vial y red de transporte público.....	27
4.2	Parámetros para la modelación.....	27
4.3	Matriz de viajes de transporte público colectivo y proceso de calibración.....	28
4.4	Resultados de la situación base.....	29
4.5	Resultados con el Sistema TransCaribe.....	30
5	Actualización de los parámetros del diseño operacional.....	33
5.1	Premisas básicas para el diseño operacional.....	33
5.2	Diseño operacional básico del sistema TransCaribe.....	34
5.3	Propuesta de distribución de la operación entre posibles concesionarios.....	36
6	Etapas de implantación del sistema TransCaribe.....	38
6.1	Etapas de implantación.....	38

6.2	Etapa 2 de implantación	41
6.3	Etapa 3 de implantación	41
7	Puesta en marcha.....	¡Error! Marcador no definido.
8	Conclusiones y recomendaciones	¡Error! Marcador no definido.

Tablas

Tabla 1.	Estaciones atendidas por las rutas troncales	8
Tabla 2.	Estaciones atendidas por las rutas pre-troncales del sistema	10
Tabla 3.	Pasajeros en la hora pico AM de un día hábil en los puntos de aforo.....	22
Tabla 4.	Capacidad de los vehículos para diseño operacional	34
Tabla 5.	Rutas troncales – Parámetros operacionales	34
Tabla 6.	Rutas pre-troncales – Parámetros operacionales	35
Tabla 7.	Rutas alimentadoras – Parámetros operacionales.....	35
Tabla 8.	Rutas complementarias – Parámetros operacionales.....	36
Tabla 9.	Resumen de flota operacional para el sistema	36
Tabla 10.	Estimación de flota solo con buses padrón en las pre-troncales.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 11.	Rutas troncales y pre-troncales de la Etapa 1	39
Tabla 12.	Rutas alimentadoras de la Etapa 1	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 13.	Rutas remanentes de la Etapa 1.....	39
Tabla 14.	Flota por empresa en la situación actual.....	40

Figuras

Figura 1.	Rutas troncales.....	8
Figura 2.	Rutas pre-troncales.....	10
Figura 3.	Rutas alimentadoras	12
Figura 4.	Rutas complementarias	13
Figura 5.	Rutas suburbanas municipales	14
Figura 6.	Rutas suburbanas intermunicipales	14
Figura 7.	Ejemplo de localización de aforadores del estudio	15
Figura 8.	Localización de las estaciones de medición de frecuencia de paso y ocupación	16
Figura 9.	Estación maestra Bazurto (Texaco 3) – Av. Pedro de Heredia.....	17
Figura 10.	Estación maestra Bazurto Plaza Caribe – Av. El Lago	18
Figura 11.	Estación Manga – Calle 29 x Peaje	18
Figura 12.	Estación Bocagrande – Cra 3 x CAI y Escuela Naval.....	19
Figura 13.	Estación Crespo – Av. Santander x CAI	19

Figura 14. Variación horaria de la demanda en estaciones específicas	20
Figura 15. Variación horaria de la demanda año 2010 y año 2012 en el Cordón Bazurto	24
Figura 16. Variación horaria de la demanda año 2010 y año 2012 en la Estación Bocagrande	25
Figura 17. Variación horaria de la demanda año 2010 y año 2012 en la Estación Crespo	26
Figura 18. Producciones y atracciones de viajes en transporte público colectivo – Pico AM.....	29
Figura 19. Carga del transporte público colectivo en la situación base.....	30
Figura 20. Carga general del sistema TransCaribe con resultados del año 2012.....	31
Figura 21. Carga en rutas troncales.....	31
Figura 22. Carga en rutas pre-troncales	32
Figura 23. Carga en rutas alimentadoras.....	32
Figura 24. Carga en rutas complementarias	33

Anexos

- Anexo 1. Directorio de rutas SIT Transcaribe 2012
- Anexo 2. Datos FOV Cartagena 2012
- Anexo 3. Banco de datos de Emme
- Anexo 4. Ejemplo de estructura del manual de operación
- Anexo 5. Licencia de TransCad con manuales

ASISTENCIA TÉCNICA ESPECIALIZADA A TRANSCARIBE

Informe Final

1 PRESENTACIÓN

- En el proceso de la implantación del Sistema TransCaribe se están desarrollando varias actividades, destacando el avance en la construcción de las infraestructuras y la preparación para licitar la operación. Por otra parte, a la fecha ya está adjudicado el sistema de recaudo y gestión de flota.
- TransCaribe también ha venido revisando periódicamente la demanda del transporte público colectivo en la ciudad y actualizando la modelación del nuevo sistema que se implantará en la ciudad.
- Desde el diseño conceptual del sistema se han realizado revisiones y actualizaciones al sistema. Inicialmente, no se consideraba la integración total del sistema y el sistema tronco-alimentador tendría únicamente buses articulados, quedando algunas zonas de la ciudad para una futura expansión del sistema troncal. Tomando en cuenta la experiencia de proyectos similares en el país se definió la integración total del sistema y la incorporación de buses tipo padrón para el nuevo sistema.
- Para la preparación de la licitación de la operación se ha decidido por parte de TransCaribe revisar el comportamiento de la demanda de transporte público colectivo en la ciudad. Pues de manera similar a lo que ocurre en otras ciudades del país, se tienen continuas reclamaciones por parte de los operadores del transporte público colectivo por la expansión del transporte informal (mototaxismo, taxis colectivos).
- El presente estudio ha sido contratado por parte de TransCaribe básicamente para:
 - Revisar en campo las rutas propuestas para el nuevo sistema y localizar los futuros paraderos en la red vial que utilizan.
 - Tomar datos de variación horaria de la demanda en puntos estratégicos de la ciudad y que han servido de control en años anteriores.

- Con los resultados y decisiones sobre el sistema, actualizar el modelo de transporte que tiene TransCaribe para la modelación y análisis.
 - Revisar y estimar los parámetros operacionales del nuevo sistema con los resultados de la presente revisión.
- Destaca de este trabajo la participación activa de los operadores actuales en la revisión de las rutas propuestas para el nuevo sistema. Así mismo, fueron informados de las fechas y lugares de la realización de los estudios de campo para que apoyaran en la supervisión.
- El equipo técnico de TransCaribe y la Dirección Administrativa de Tránsito y Transporte de Cartagena (DATT) participaron en la supervisión y apoyo para la realización de los estudios.
- Este documento contiene los resultados obtenidos en el desarrollo de la asistencia técnica especializada contratada por TransCaribe. Anexos y bases de datos hacen parte de los productos desarrollados en la presente consultoría.

2 REVISIÓN EN CAMPO DE LAS RUTAS DEL NUEVO SISTEMA Y LOCALIZACIÓN DE PARADEROS

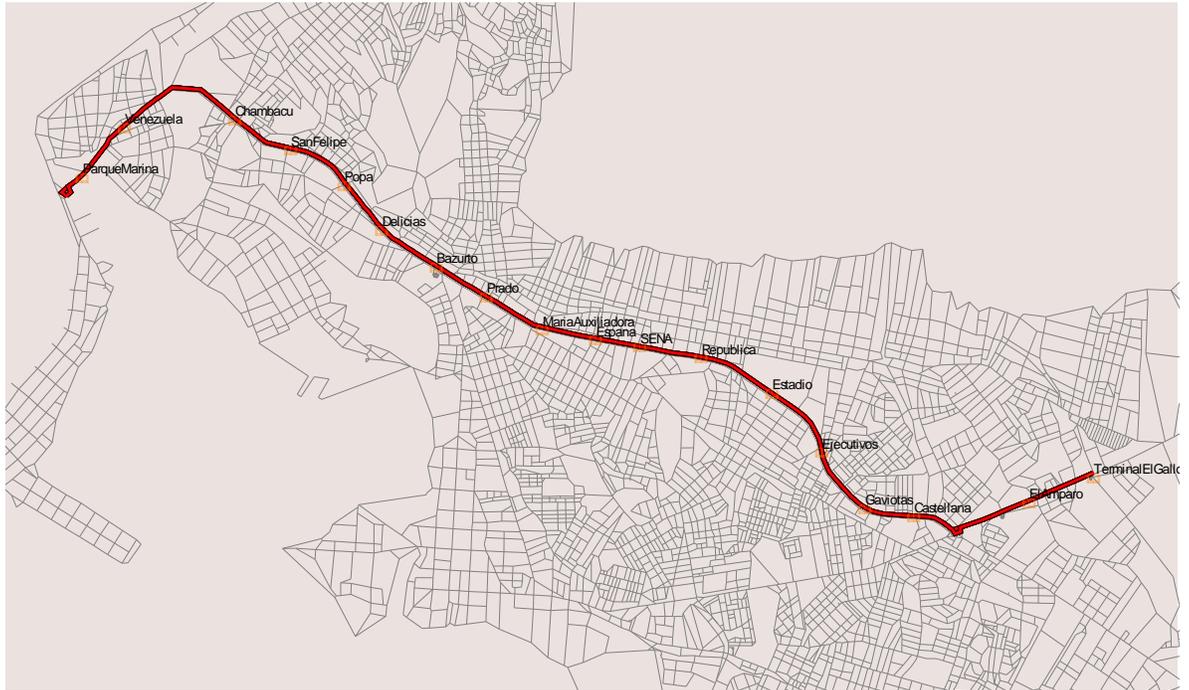
- TransCaribe tiene definido el sistema de rutas que conformará el sistema integrado de transporte para la ciudad. Para la zona urbana el nuevo sistema está conformado por rutas troncales, rutas pre-troncales, rutas alimentadoras y rutas complementarias.
- Existen poblaciones cercanas que serán atendidas por rutas que se han denominado como suburbanas. Por el carácter administrativo de la zona de influencia, hay rutas suburbanas municipales y rutas suburbanas intermunicipales. Las rutas suburbanas intermunicipales de Arjona y Turbaco llegan a la Terminal de Transporte Intermunicipal de la ciudad. Las rutas suburbanas municipales podrán llegar a la terminal del sistema integrado (Terminal El Gallo) o hacer recorridos por la zona urbana de la ciudad según necesidades de las comunidades que atienden.
- El diseño de los recorridos de las rutas del nuevo sistema ha sido producto de los análisis realizados y el reconocimiento en campo ha permitido revisar los pares origen-destino que atienden y las vías por las que circularán los vehículos.

- Para los reconocimientos en campo de las rutas propuestas se contó con la participación y apoyo del grupo técnico de TransCaribe y del DATT. Así mismo, con personal de las empresas actuales del transporte público colectivo interesadas en la operación del nuevo sistema.
- Los sentidos de circulación, estado de las vías y necesidades de dispositivos de control del tránsito en las vías que utilizará el nuevo sistema fueron revisados por el personal técnico de las autoridades. Para las rutas propuestas del nuevo sistema se asume que se tendrá un programa de mantenimiento vial, señalización y semaforización, tal como se ha realizado en varias de las vías del nuevo sistema. La cobertura espacial de las rutas es un aspecto importante que se tuvo en cuenta en la revisión de los recorridos y que se corrobora con el modelo de transporte para la demanda potencial de las mismas.
- El sistema de rutas ha sido georeferenciado para fácil administración y consulta de los datos. En el Anexo 1 – Recorridos Rutas Transcaribe 2012 se incluye la base de datos geográfica del sistema de rutas. La base de datos puede ser consultada con el programa TransCad.
- **Cabe mencionar que un sistema de transporte público colectivo la actividad de revisión, actualización y retroalimentación de los recorridos será una actividad permanente del organismo de gestión del sistema.** La expansión urbana, cambios de usos del suelo, modificaciones en sentidos viales y ajustes por demanda pueden ser llevados a cabo una vez entre en funcionamiento el sistema TransCaribe en la ciudad de Cartagena.

2.1 Rutas troncales

- Las rutas troncales van por carriles exclusivos desde la Terminal de Integración El Gallo hasta el centro de la ciudad. Son del tipo expresas y paradoras. En el corredor troncal hay 16 estaciones con prepago de tarifa y embarque por el lado izquierdo y una terminal intermedia (El Amparo).
- Considerando la demanda se han diseñado dos rutas troncales para el nuevo sistema que serán atendidas con buses articulados. En el presente diseño se tiene dos (2) rutas troncales.

Figura 1. Rutas troncales



Fuente: Elaboración propia

- Tomando en cuenta la demanda se han diseñado las rutas troncales como servicios expresos o semi-expresos. En la tabla siguiente se muestra las estaciones definidas según las necesidades de la demanda. Esta definición deberá ser corroborada y retroalimentada en la etapa de implantación con mediciones directas en campo.

Tabla 1. Estaciones atendidas por las rutas troncales

No	Estación	t101e	t101s
1	Terminal Gallo	0	0
2	Amparo	0	0
3	Terminal Amparo		
4	Castellana	0	
5	Gaviotas		
6	Ejecutivos	0	
7	Estadio		
8	República	0	
9	SENA		0

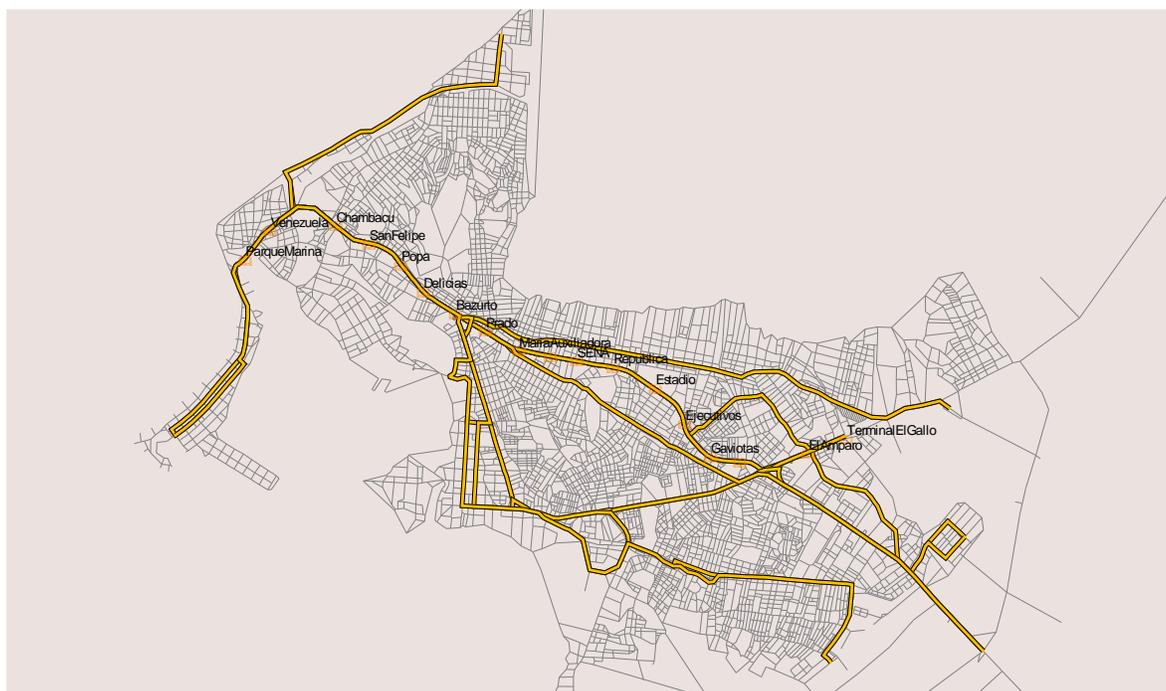
No	Estación	t101e	t101s
10	Espana		
11	María Auxiliadora		
12	Prado		
13	Bazurto	○	○
14	Delicias	○	○
15	Popa		
16	San Felipe		
17	Chambacú		
18	Venezuela	○	○
19	Parque Marina	○	○

Fuente: Elaboración propia

2.2 Rutas pre-troncales

- Las rutas pre-troncales tienen la característica de compartir el corredor troncal y hacer recorridos por fuera del carril exclusivo. Para esto son diseñadas con buses tipo padrón y Articulado, que tienen puertas del lado izquierdo a nivel de plataforma y puertas del lado derecho, similar a los buses convencionales.
- Las rutas pre-troncales pueden tener un extremo en las terminales de integración y conectar otros puntos de la ciudad. Así mismo, se tienen rutas pre-troncales que inician en otros sectores de la ciudad y luego entran al corredor troncal.
- Para el sistema se han diseñado ocho (8) rutas pre-troncales que cubren las zonas de la ciudad que se muestran en la figura siguiente.

Figura 2. Rutas pre-troncales



Fuente: Elaboración propia

- De manera similar a las rutas troncales, las rutas pre-troncales una vez llegan al corredor troncal con carril exclusivo y con estaciones de pre-embarque podrán ser expresas o paradoras, según las necesidades de la demanda.
- En la tabla siguiente se presentan las estaciones que atienden cada una de las rutas pre-troncales definidas para el sistema una vez llegan al corredor troncal. Por fuera del corredor troncal se adopta que paran en todos los paraderos del sistema en función de la demanda. Es decir, los buses cuentan con timbre y atienden la petición de los usuarios para detenerse en un paradero determinado o se detienen si en la vía el usuario levanta la mano solicitando el servicio.

Tabla 2. Estaciones atendidas por las rutas pre-troncales del sistema

No	Estación	t102p	t102s	x101p	x102p	x103p	x104p	x105p	x106p
1	Terminal Gallo	0	0						
2	Amparo	0							
3	Terminal Amparo								
4	Castellana		0						

No	Estación	t102p	t102s	x101p	x102p	x103p	x104p	x105p	x106p
5	Gaviotas	0	0						
6	Ejecutivos			0					
7	Estadio	0		0					
8	República	0		0					
9	SENA			0					0
10	Espana			0					
11	María Auxiliadora			0					
12	Prado		0	0		0			0
13	Bazurto			0	0	0	0	0	0
14	Delicias	0		0	0	0	0	0	0
15	Popa							0	0
16	San Felipe							0	0
17	Chambacú		0	0		0	0	0	0
18	Venezuela			0	0	0	0	0	0
19	Parque Marina	0		0	0	0	0	0	0

2.3 Rutas alimentadoras

- Las rutas alimentadoras integran los barrios de la periferia de la ciudad con las rutas troncales y pre-troncales en las terminales de transferencia (final o intermedia). Cumplen la función de captación y distribución de la demanda en la periferia y se prestan con vehículos de baja capacidad.
- El sistema ha sido diseñado con catorce (14) rutas alimentadoras con la cobertura geográfica que se muestra en la figura siguiente.

Figura 3. Rutas alimentadoras

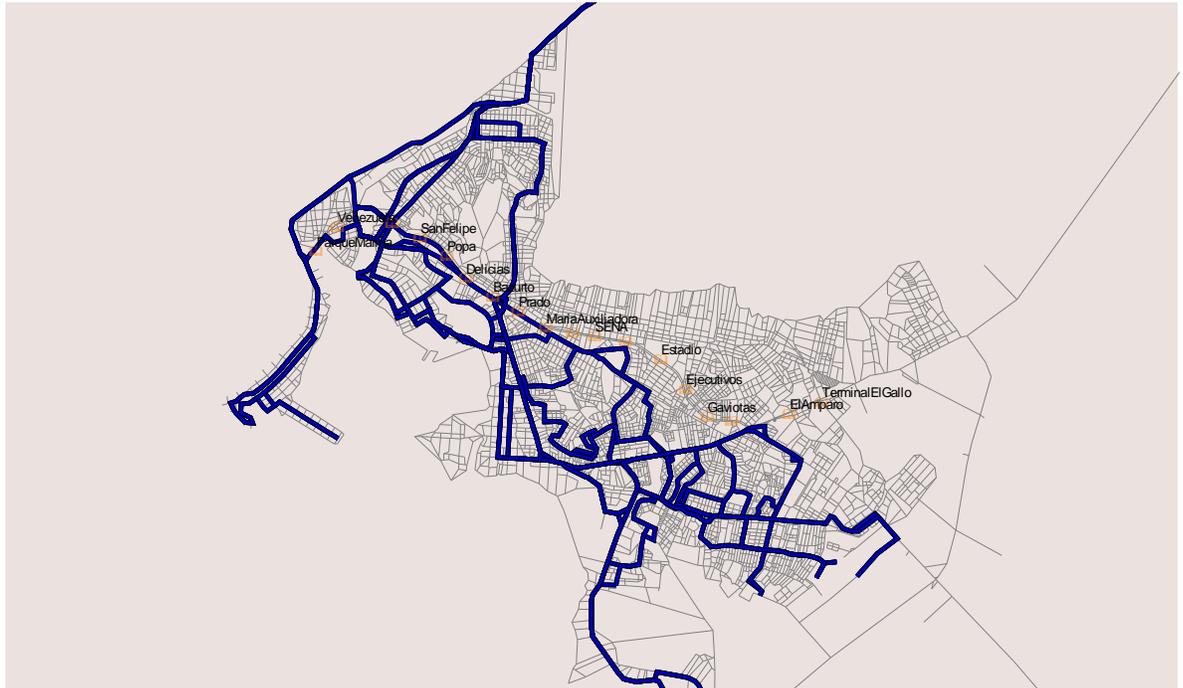


Fuente: Elaboración propia

2.4 Rutas complementarias

- Las rutas complementarias cubren zonas y pares origen-destino de la ciudad que no están cubiertos por las rutas alimentadoras, troncales y pre-troncales. Estas rutas se integran tarifariamente con las otras rutas del sistema, es decir, los usuarios podrán transferir sin tener que pagar otra tarifa (en el mismo sentido del viaje) durante un tiempo determinado (una hora por ejemplo).
- Las rutas complementarias tienen vehículos de baja capacidad según las condiciones de la demanda.
- El sistema contiene dieciséis (16) rutas complementarias y tienen una cobertura geográfica que se muestra en la figura siguiente.
- Las rutas complementarias hacen parte del sistema integrado de transporte de la ciudad y por tanto no se consideran como competencia del sistema tronco-alimentador.

Figura 4. Rutas complementarias



Fuente: Elaboración propia

2.5 Rutas suburbanas

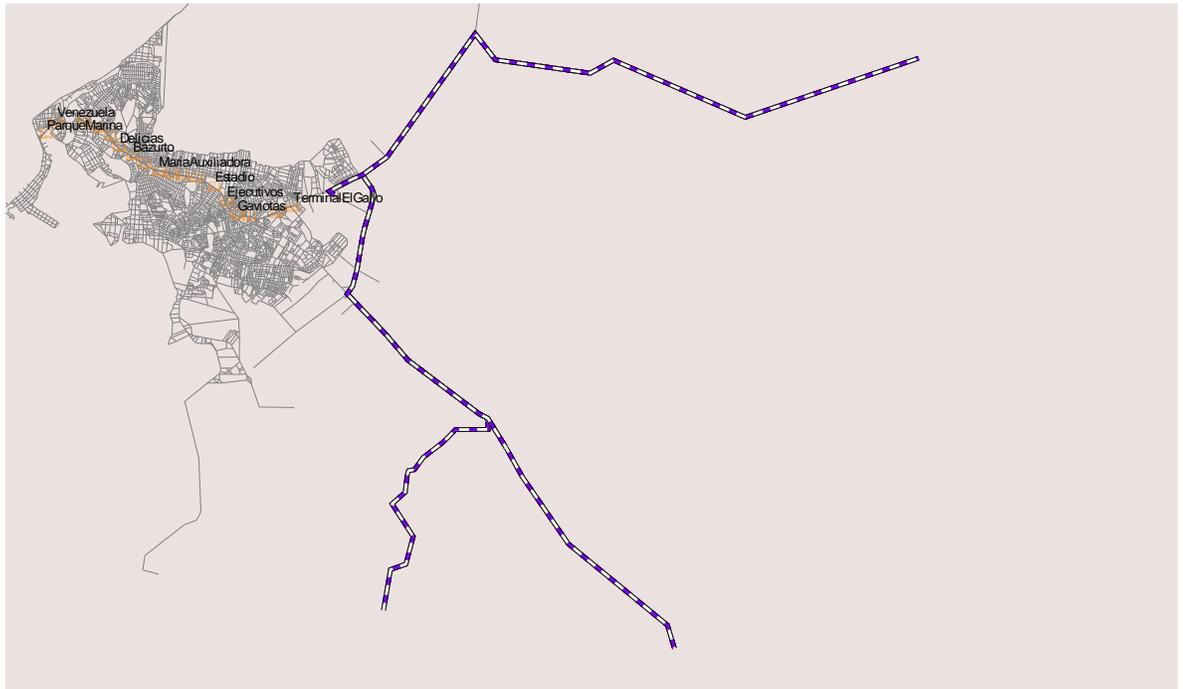
- Las rutas suburbanas municipales van de los corregimientos del municipio hasta la zona urbana. Las que llegan del lado nor-oriente de la ciudad se integran físicamente en la Terminal El Amparo. Las rutas que llegan del lado nor-occidente de la ciudad van al mercado Bazarro pasando cerca del centro histórico o del sistema urbano (Estación Chambacú).
- En total se tienen cinco (5) rutas suburbanas municipales con la cobertura geográfica que se muestra a continuación.
- Las rutas suburbanas intermunicipales son cinco (5) y llegan del lado oriente y sur-oriente de la ciudad. Se ha definido que estas rutas lleguen a la terminal de transportes. Ahí los usuarios podrán tomar rutas pre-troncales ó alimentadoras del sistema. Así mismo, se tiene prevista la adecuación de un paradero con espacio público para la integración a otras rutas del sistema en la intersección de la Variante y Prol. Av. Pedro de Heredia.

Figura 5. Rutas suburbanas municipales



Fuente: Elaboración propia

Figura 6. Rutas suburbanas intermunicipales



Fuente: Elaboración propia

3 TOMA DE DATOS DE DEMANDA

- De manera periódica TransCaribe ha realizado mediciones de demanda en puntos estratégicos de la red de transporte público colectivo, mediante el método de frecuencias de paso y ocupación visual.
- La ocupación de los vehículos de transporte público se hizo mediante la estimación directa de la cantidad de pasajeros a bordo. Se capacitaron los encuestadores para tomar en cuenta la cantidad de asientos por tipo de vehículo y facilitar el conteo de pasajeros. Se ubicaron al menos dos encuestadores por carril en los diferentes puntos. Este método ha sido probado en estudios similares para mejorar la estimación de pasajeros por el método convencional de niveles de ocupación (vacío, medio vacío, todos sentados, lleno) que se utiliza tradicionalmente.
- En la figura siguiente se muestran algunos de los aforadores ubicados en los puntos de medición.

Figura 7. Ejemplo de localización de aforadores del estudio



Fuente: Archivo del consultor

- En el Anexo 2 – Datos FOV Cartagena 2012.xls están los datos consolidados del estudio de frecuencia de paso y ocupación realizado.

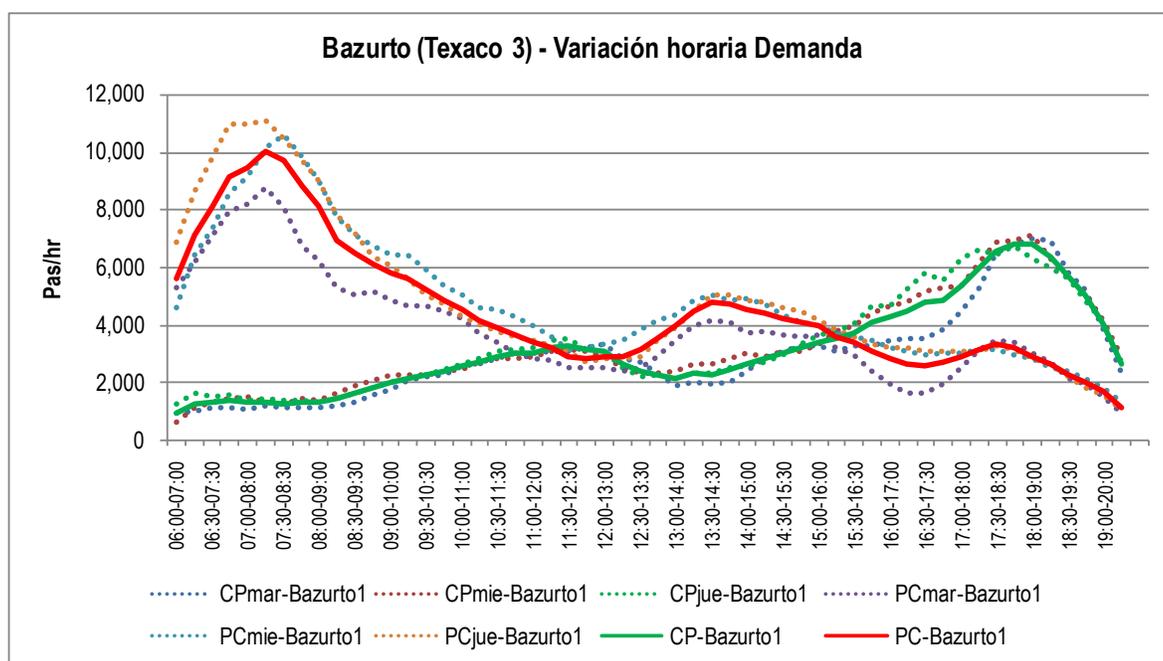
3.1 Localización de los puntos de medición

- Para este estudio se definió la toma de datos de frecuencias de paso y ocupación visual en el sistema actual de transporte público colectivo de la ciudad en un día hábil. La medición se programó en estaciones maestras de 14 horas (6:00-20:00 hrs) y estaciones específicas de

3.2 Variación horaria de la demanda en las estaciones maestras y específicas

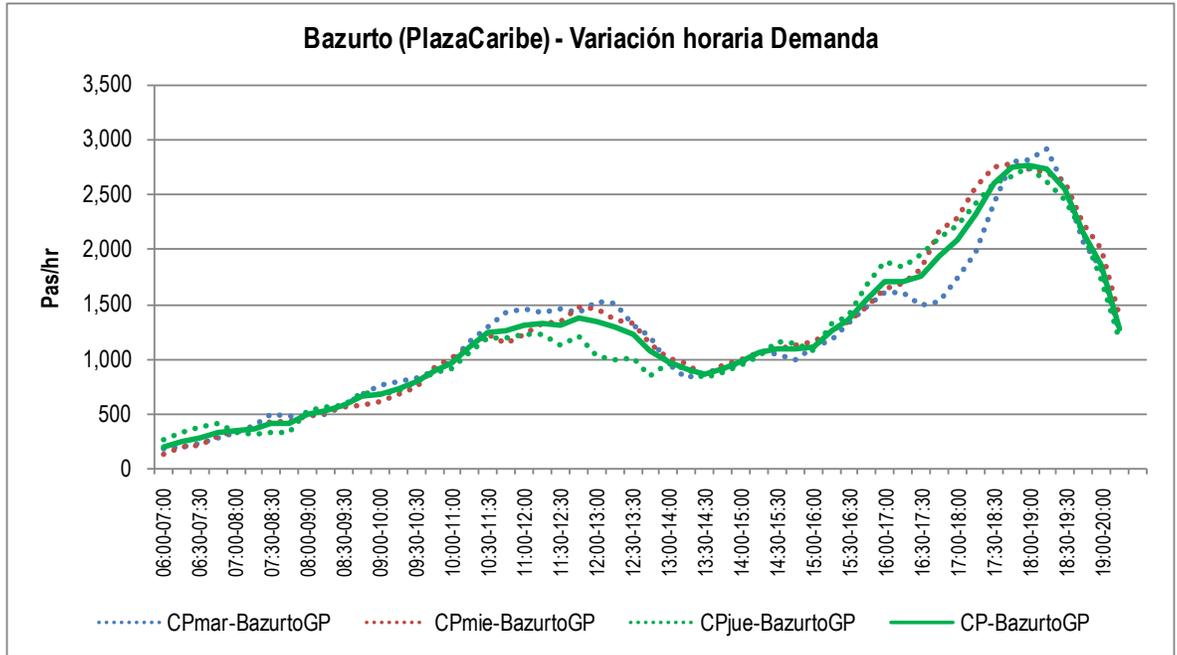
- Uno de los principales resultados de la observación de la demanda en puntos estratégicos de la red corresponde a la variación horaria a lo largo del día. Los períodos pico y valle de la demanda sirven para definir la programación de los servicios del transporte público colectivo en la ciudad.
- A continuación se presenta la variación horaria de la demanda en las estaciones maestras, en cada uno de los días del estudio (martes, miércoles y jueves) y el promedio de los tres días. Para la representación se toma en cuenta la dirección hacia y desde el centro histórico de la ciudad, es decir, periferia-centro (P-C) ó periferia-centro (C-P).

Figura 9. Estación maestra Bazurto (Texaco 3) – Av. Pedro de Heredia



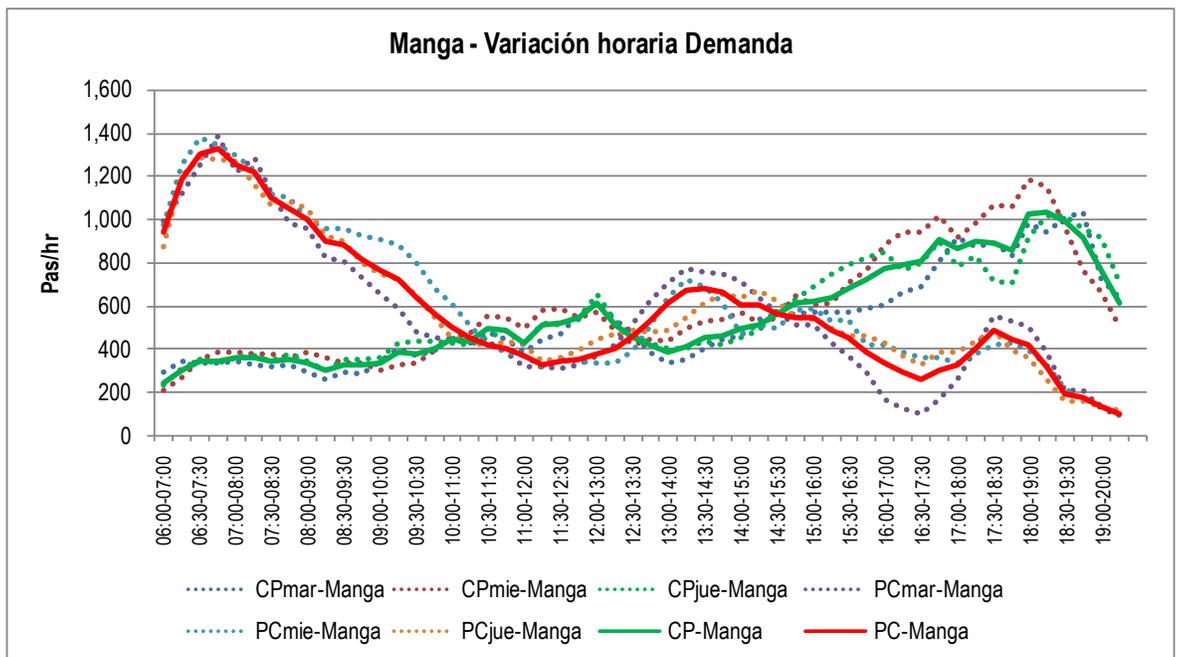
Fuente: Elaboración propia

Figura 10. Estación maestra Bazarto Plaza Caribe – Av. El Lago



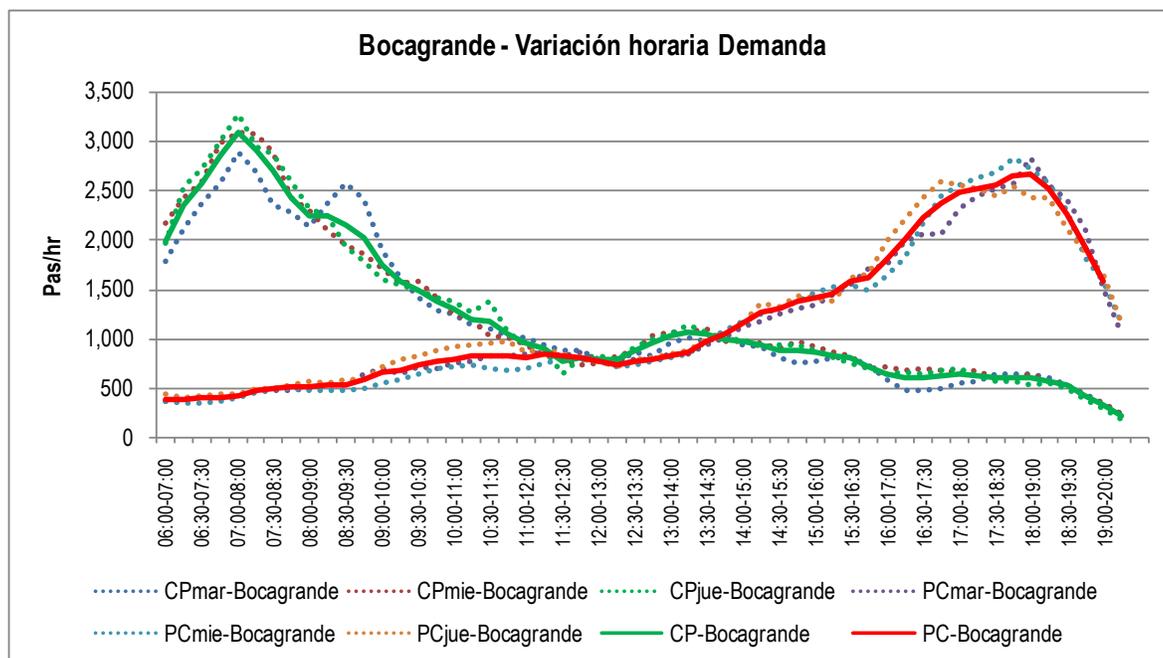
Fuente: Elaboración propia

Figura 11. Estación Manga – Calle 29 x Peaje



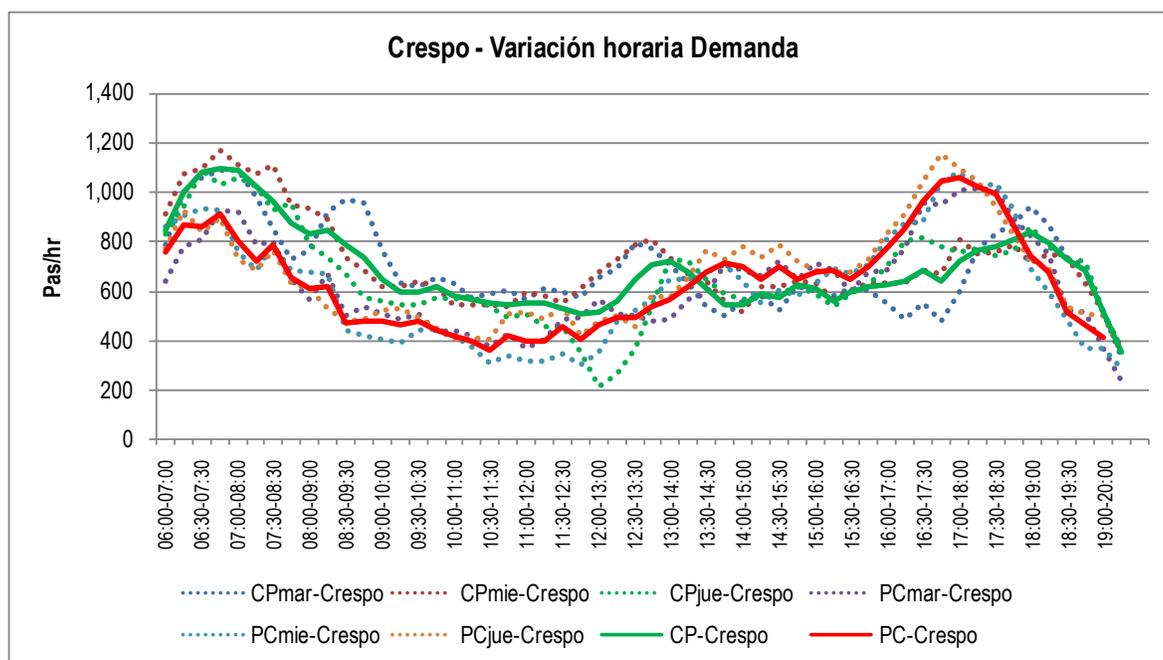
Fuente: Elaboración propia

Figura 12. Estación Bocagrande – Cra 3 x CAI y Escuela Naval



Fuente: Elaboración propia

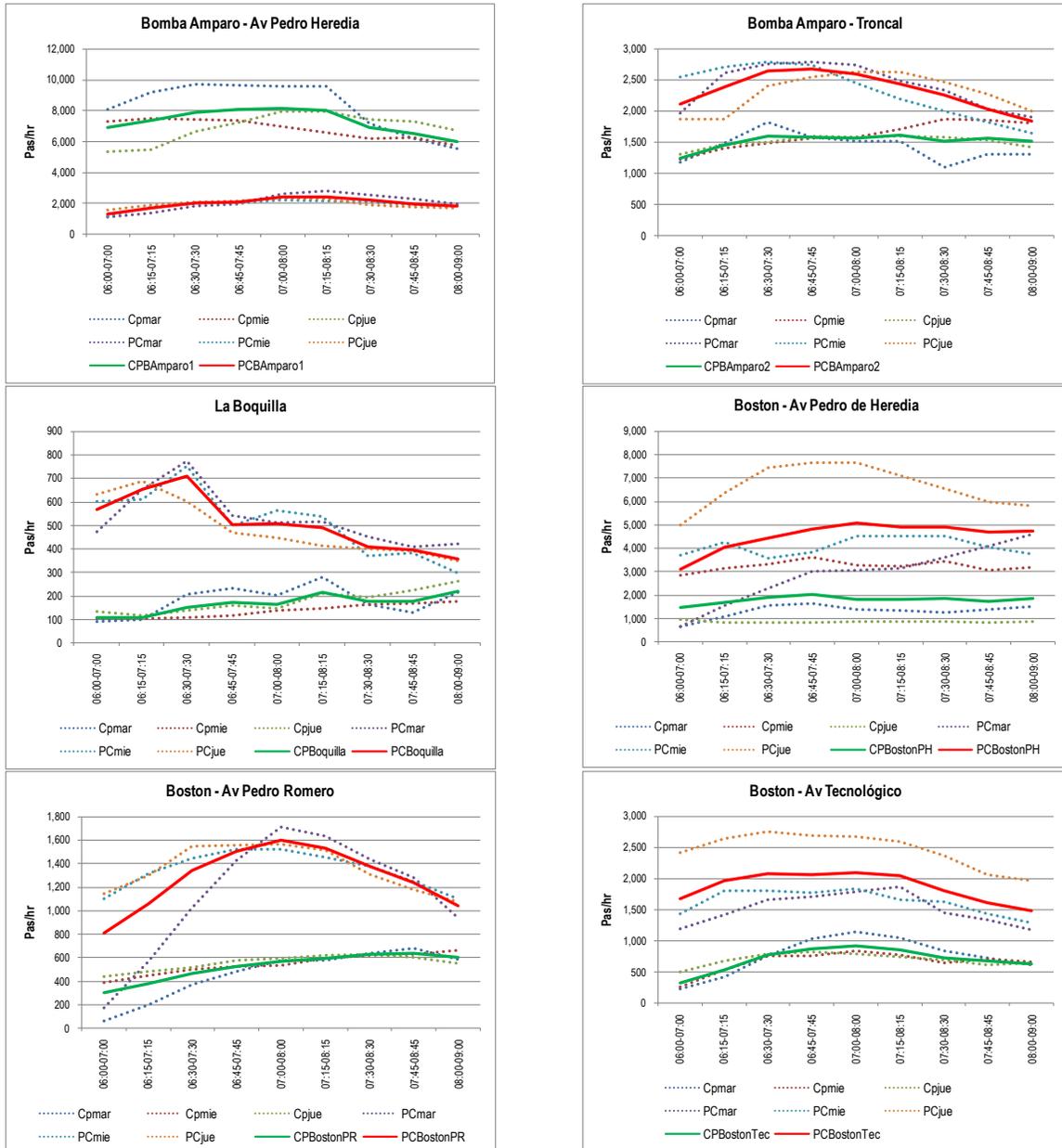
Figura 13. Estación Crespo – Av. Santander x CAI

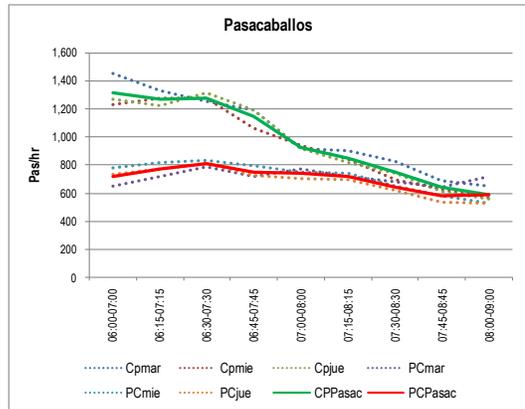
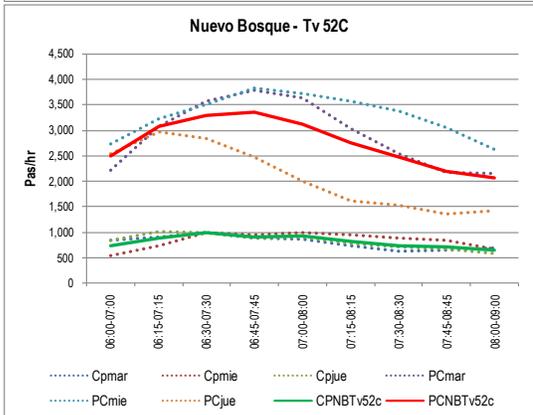
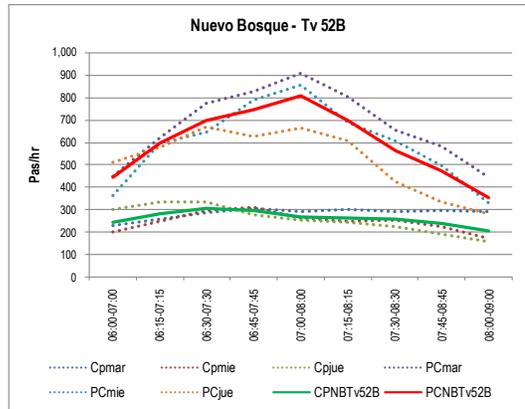
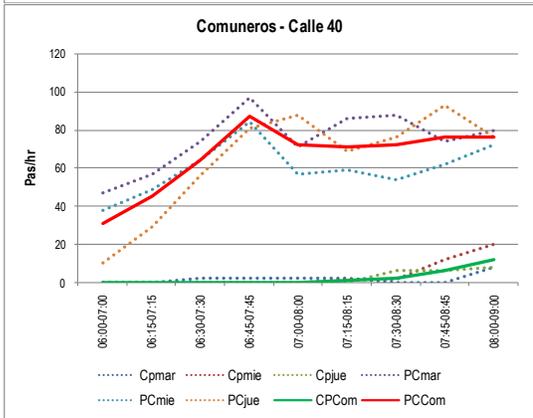
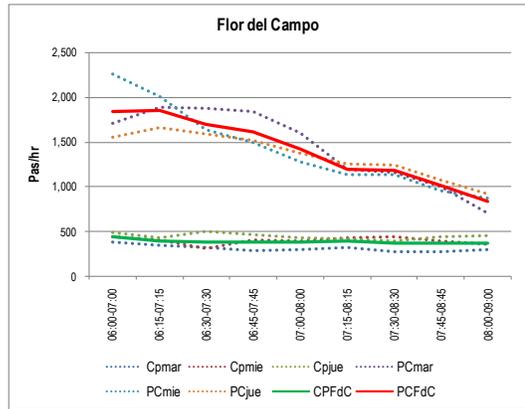
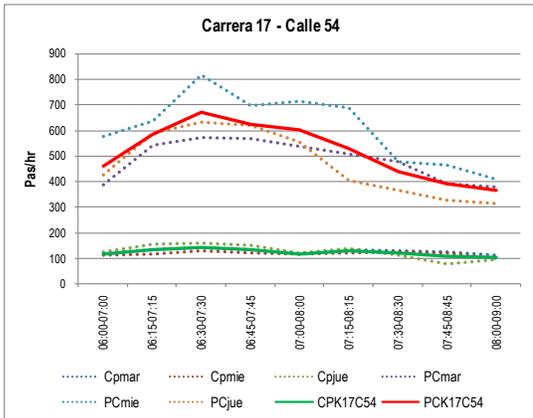


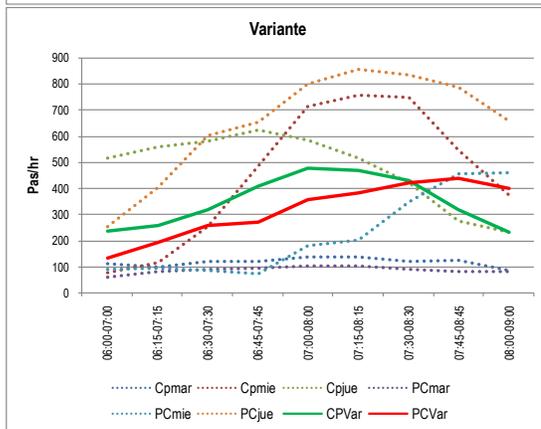
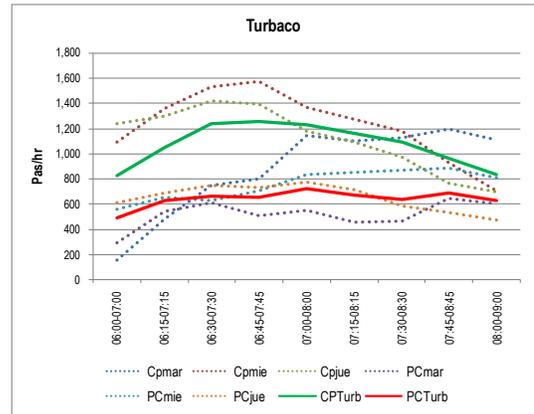
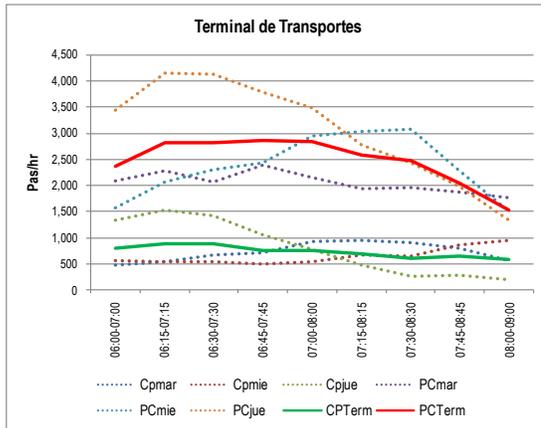
Fuente: Elaboración propia

- A continuación se presenta la variación horaria de la demanda en las estaciones específicas, en cada uno de los días del estudio (martes, miércoles y jueves) y el promedio de los tres días.

Figura 14. Variación horaria de la demanda en estaciones específicas







Fuente: Elaboración propia

3.3 Datos de la hora de máxima demanda en los puntos de aforo

- Los valores promedio de los pasajeros en la hora de máxima demanda de la mañana, así como el máximo y valor máximo del intervalo de confianza se presentan en la tabla siguiente. Estos valores sirven de referencia para el proceso de calibración de la matriz de origen y destino de viajes de usuarios de transporte público colectivo de la ciudad.

Tabla 3. Pasajeros en la hora pico AM de un día hábil en los puntos de aforo

Estación	Tipo	Sentido	Promedio	Máximo	Dev. Estándar	Valor máx esperado
Bazurto Texaco 3	Maestra	P-C	9,990	11,086	957	11,073
Bazurto Texaco 3	Maestra	C-P	1,385	1,656	184	1,593
Bazurto Plaza Caribe	Maestra	C-P	494	534	28	526
Bocagrande	Maestra	P-C	512	565	37	554
Bocagrande	Maestra	C-P	3,085	3,278	157	3,263
Crespo	Maestra	P-C	916	936	16	934
Crespo	Maestra	C-P	1,093	1,166	57	1,157

Estación	Tipo	Sentido	Promedio	Máximo	Desv. Estándar	Valor máx esperado
Manga	Maestra	P-C	1,331	1,382	46	1,384
Manga	Maestra	C-P	363	390	19	385
Bomba Amparo – Pedro Heredia	Específica	P-C	2,386	2,777	283	2,706
Bomba Amparo – Pedro Heredia	Específica	C-P	8,149	9,694	1,066	9,356
Bomba Amparo – Troncal	Específica	P-C	2,676	2,780	108	2,798
Bomba Amparo – Troncal	Específica	C-P	1,602	1,867	77	1,689
Boquilla	Específica	P-C	708	774	77	795
Boquilla	Específica	C-P	218	280	35	257
Boston – Pedro de Heredia	Específica	P-C	5,054	7,632	1,907	7,212
Boston – Pedro de Heredia	Específica	C-P	2,013	3,604	1,174	3,342
Boston – Pedro Romero	Específica	P-C	1,600	1,714	83	1,694
Boston – Pedro Romero	Específica	C-P	635	678	32	672
Boston – Tecnológico	Específica	P-C	2,091	2,747	402	2,546
Boston – Tecnológico	Específica	C-P	921	1,137	154	1,095
Carrera 17 – Calle 54	Específica	P-C	672	815	104	790
Carrera 17 – Calle 54	Específica	C-P	143	158	12	156
Flor del Campo	Específica	P-C	1,852	2,260	144	2,015
Flor del Campo	Específica	C-P	436	497	44	486
Los Comuneros – Calle 40	Específica	P-C	87	97	7	95
Los Comuneros – Calle 40	Específica	C-P	12	20	6	18
Nuevo Bosque – Tv 52 C	Específica	P-C	807	905	105	926
Nuevo Bosque – Tv 52 C	Específica	C-P	305	334	21	328
Nuevo Bosque – Tv 52 B	Específica	P-C	3,360	3,832	626	4,068
Nuevo Bosque – Tv 52 B	Específica	C-P	984	1,006	2	986
Pasacaballos	Específica	P-C	810	834	18	831
Pasacaballos	Específica	C-P	1,314	1,454	100	1,427
Terminal de Transporte	Específica	P-C	2,860	4,140	653	3,599
Terminal de Transporte	Específica	C-P	873	1,517	384	1,308
Turbaco	Específica	P-C	720	881	122	858
Turbaco	Específica	C-P	1,253	1,575	332	1,629
Variante	Específica	P-C	440	855	288	766
Variante	Específica	C-P	477	758	247	757

NOTA: C-P Centro – Periferia y P-C Periferia – Centro

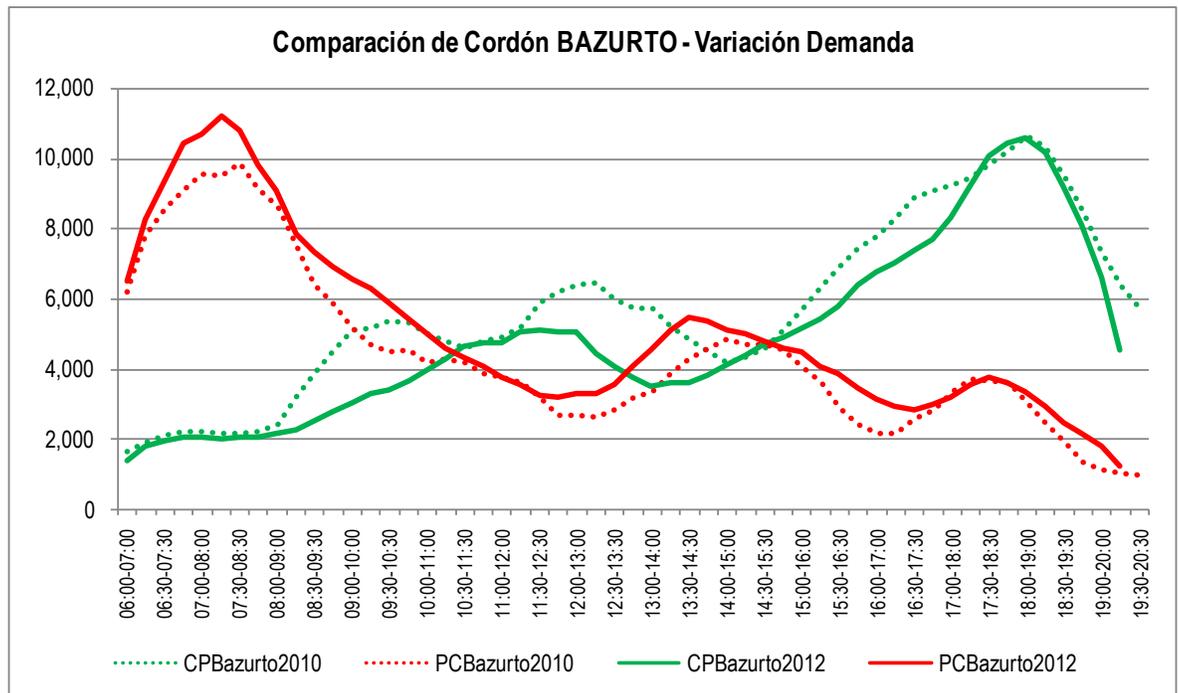
Fuente: Elaboración propia

3.4 Comparación con datos anteriores en puntos estratégicos

- La configuración geográfica de la ciudad permite definir como línea cordón de la demanda de transporte público colectivo las estaciones maestras de Bazurto (Av. Pedro de Heredia, Av. El Lago) y Manga (Peaje).

- En la figura siguiente se presenta la variación horaria de la demanda en el cordón de Bazurto tanto para el año 2012 como para el año 2010 (día jueves).

Figura 15. Variación horaria de la demanda año 2010 y año 2012 en el Cordón Bazurto

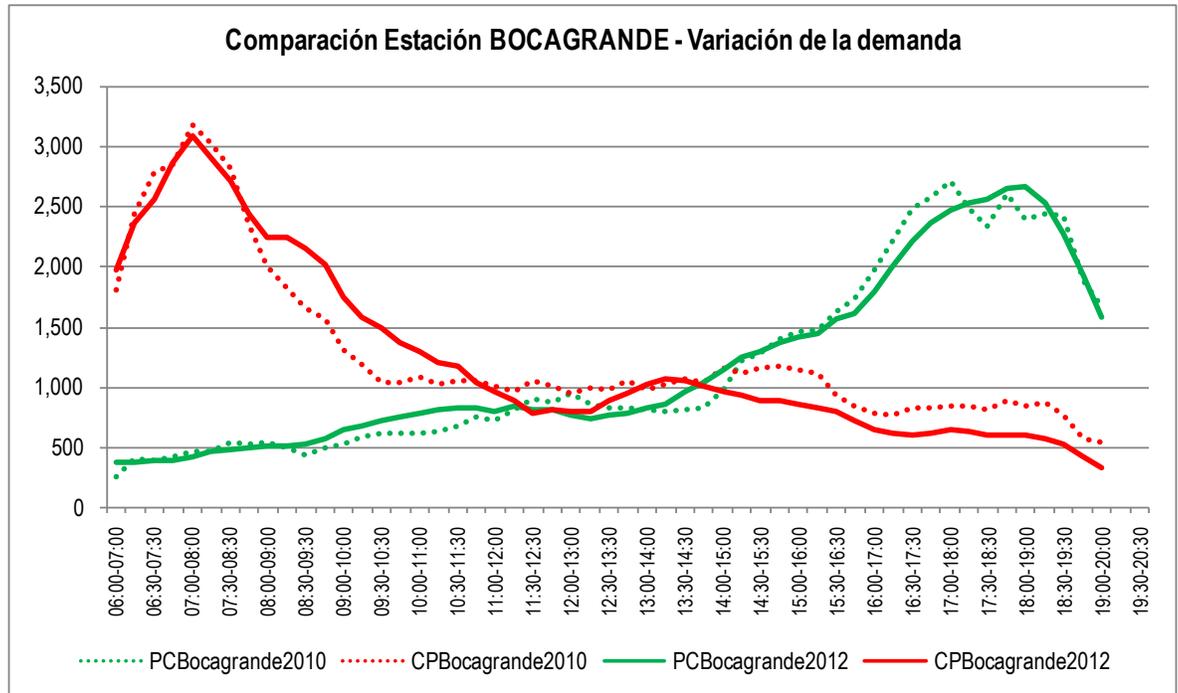


Fuente: Elaboración propia

- Tanto en el año 2010 como el año 2012 se observa dos picos de entrada al centro, uno máximo en la mañana y otro menor después del mediodía. La salida del centro se observa un pico menor al mediodía y el pico máximo de salida en la tarde. En las mediciones del año 2012, la hora pico de la mañana en el cordón Bazurto fue de 7:15-8:15 horas y en la tarde la hora pico fue de las 17:45-18:45 horas.
- En este cordón se observó un incremento en la hora pico de la mañana respecto al valor observado en el año 2010. Aproximadamente 1,300 pasajeros que representan un incremento del 13% en la demanda. Variaciones temporales de la demanda pueden explicar estas diferencias, dado que en el año 2010 los datos corresponden a finales de octubre y mediados de noviembre y los del 2012 al mes de septiembre. En la hora pico de la tarde se observó el mismo valor en el año 2010 y año 2012.

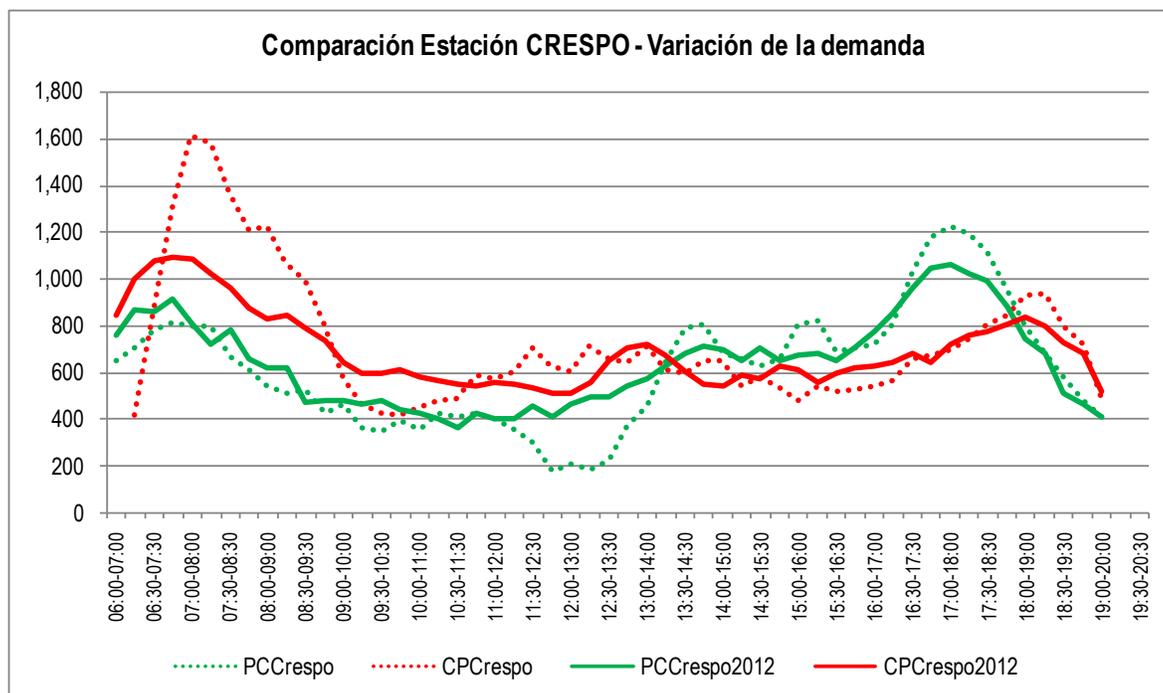
- De manera similar se pudo comparar la variación de la demanda en la estación Bocagrande, es decir, el acceso a la zona hotelera y en la estación Crespo (zona del aeropuerto y norte). Las figuras siguientes muestran los resultados de la comparación entre las mediciones realizadas.

Figura 16. Variación horaria de la demanda año 2010 y año 2012 en la Estación Bocagrande



Fuente: Elaboración propia

Figura 17. Variación horaria de la demanda año 2010 y año 2012 en la Estación Crespo



Fuente: Elaboración propia

- En la estación Bocagrande de acceso a la zona hotelera se observaron los mismos valores de hora pico y prácticamente el mismo perfil de variación horaria. En la estación de Crespo hay una variación significativa en la hora pico de la mañana. Se observó una disminución significativa en el año 2012 en el flujo de salida, sentido centro-periferia (CP) y en la tarde para el sentido periferia-centro (PC). No se tiene información de actividades que expliquen esa variación aparte de la temporalidad de la demanda.
- Cabe recordar que en el año 2010 se tomaron mediciones en día viernes (día sin moto) para compararlos con un día con motos. Se observó un incremento de la hora pico de aproximadamente el 6% en el día sin motos respecto al día con motos en el cordón de Bazurto.

4 ACTUALIZACIÓN DEL MODELO DE TRANSPORTE

- La modelación del sistema de transporte público colectivo de la ciudad de Cartagena ha sido realizada con el programa Emme3. Este software es de amplio uso para este tipo de proyectos y ha venido siendo utilizado desde el diseño conceptual del sistema TransCaribe.
- El Anexo 3 – Banco de datos contiene la información del modelo de transporte, para la situación base y para los escenarios de TransCaribe

4.1 Red vial y red de transporte público

- La red vial para el modelo de transporte fue exportada desde el sistema de información geográfica (arcos y nodos).
- Para la situación actual la velocidad en los arcos corresponde a mediciones realizadas en el sistema convencional. Para los arcos que no se tiene registros se adoptó la velocidad promedio.
- Los itinerarios de las rutas del sistema actual se tomaron del inventario registrado por el DATT. Las frecuencias de las rutas se revisaron de los resultados del estudio de frecuencia de paso y ocupación visual. Los cambios más recientes del sistema de rutas actuales no están incorporados en la base de datos, pero no se consideran relevantes para este proceso.

4.2 Parámetros para la modelación

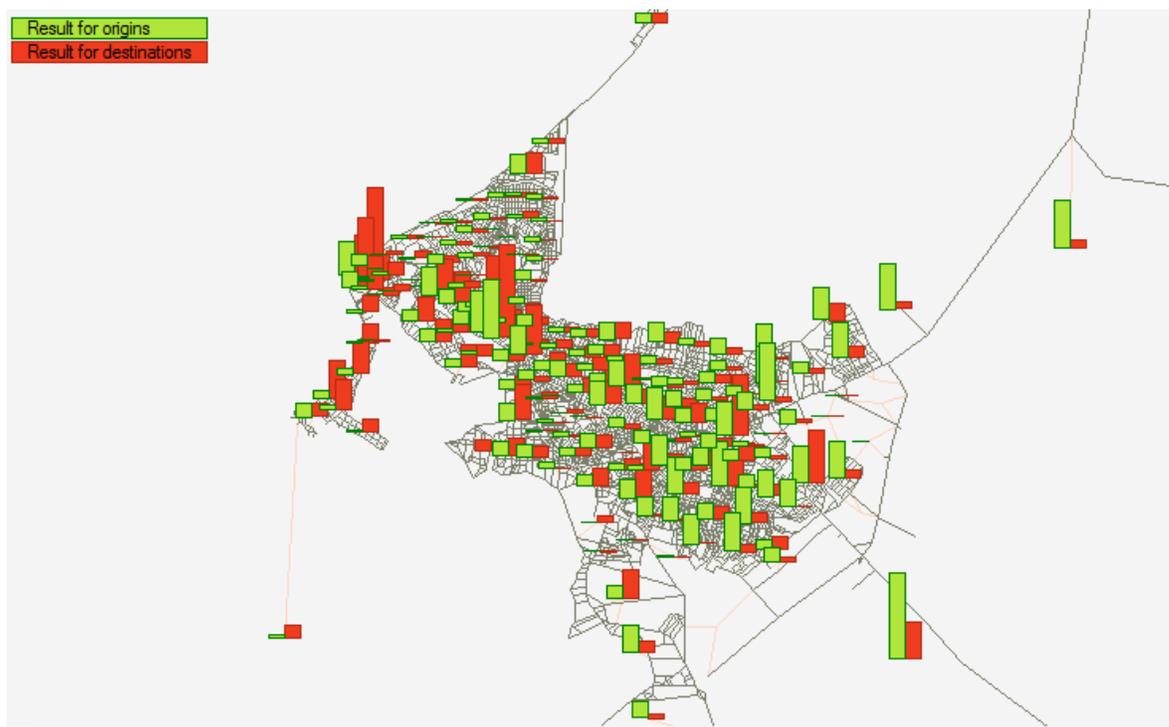
- Los parámetros básicos para la modelación de la situación base se adoptaron de proyectos similares y básicamente se refieren a:
 - Tarifa: Equivalente a 30 min. Valor general para todos los usuarios. No se tienen matrices desagregadas por nivel de ingreso de los usuarios.
 - Penalidad por transferencia: 5 min
 - Factor de penalidad por espera: 2.0
 - Factor de penalidad por caminata: 3.0
- La función de tiempo del transporte público colectivo está relacionada únicamente con la velocidad en los arcos. En los arcos se tiene la velocidad de recorrido del transporte público,

es decir, ya incorpora las demoras por semáforos, maniobras de ascenso y descenso y otras que se tienen en la operación normal del sistema.

4.3 Matriz de viajes de transporte público colectivo y proceso de calibración

- En procesos anteriores y más o menos recientes de revisión del sistema de transporte público colectivo de la ciudad de Cartagena se construyó la matriz de viajes en la hora pico de la mañana que ha servido de referencia para el diseño del nuevo sistema por corresponder a la de máxima demanda.
- Con los resultados del estudio de frecuencia de paso y ocupación en puntos estratégicos de la red en el presente año (2012) se llevó a cabo la actualización y/o calibración de la matriz de viajes del transporte público colectivo en la ciudad.
- Para la calibración se utilizó el programa Emme3 con las ayudas que ofrece para este proceso.
- La matriz final ajustada tiene un total de 40,884 viajes para la hora pico de la mañana. Para la ciudad se han considerado 179 zonas de transporte. Se incluyó una nueva zona para el sector de Flor del Campo y Bicentenario que no estaban en la zonificación anterior.
- La figura siguiente muestra las producciones y atracciones de viajes en las zonas de transporte que se han definido para la ciudad.

Figura 18. Producciones y atracciones de viajes en transporte público colectivo – Pico AM



Fuente: Elaboración propia

4.4 Resultados de la situación base

- En el proceso de calibración de la matriz se obtiene el diagrama de carga para la situación base, tal como se muestra en la figura siguiente.
- En la representación del sistema actual las rutas tendrían una flota de aproximadamente 1542 unidades. Es decir, con la velocidad y frecuencias de las rutas se necesita esta flota operacional. Este valor es similar a los datos que se tienen de referencia por parte de las autoridades.

Figura 19. Carga del transporte público colectivo en la situación base



Fuente: Elaboración propia

4.5 Resultados con el Sistema TransCaribe

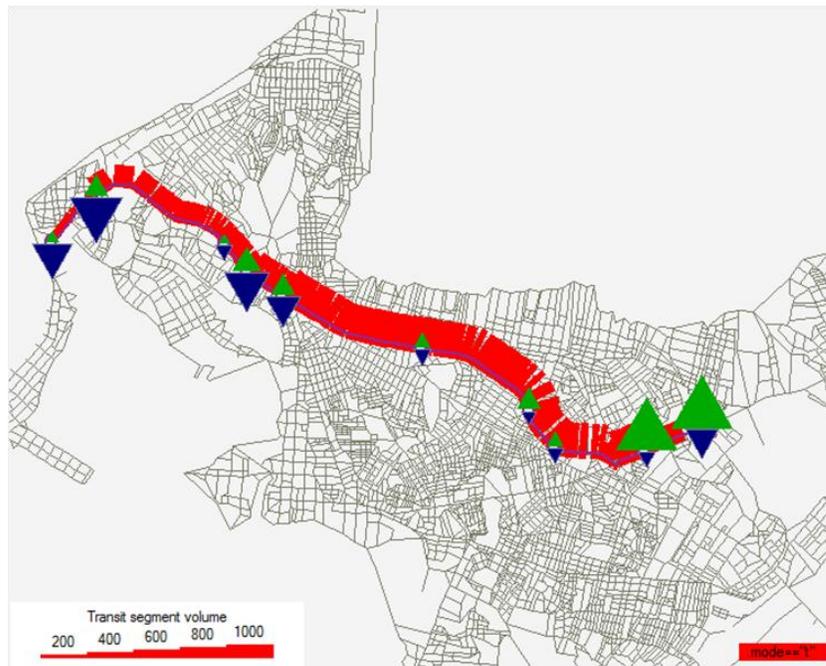
- Con la matriz actualizada para el año 2012 y con el sistema de rutas revisado en campo se realizó la asignación.
- En este caso se incluye la transferencia gratuita entre las rutas del sistema integrado de transporte TransCaribe. Es decir, los usuarios no pagan tarifa en las zonas pagas ni fuera de las mismas para cambiar entre las rutas del sistema (troncales, pre-troncales, alimentadoras y complementarias). Las rutas suburbanas incluyen una tarifa adicional.
- En las figuras siguientes se muestran los diagramas de carga en el sistema y por tipos de rutas.

Figura 20. Carga general del sistema TransCaribe con resultados del año 2012



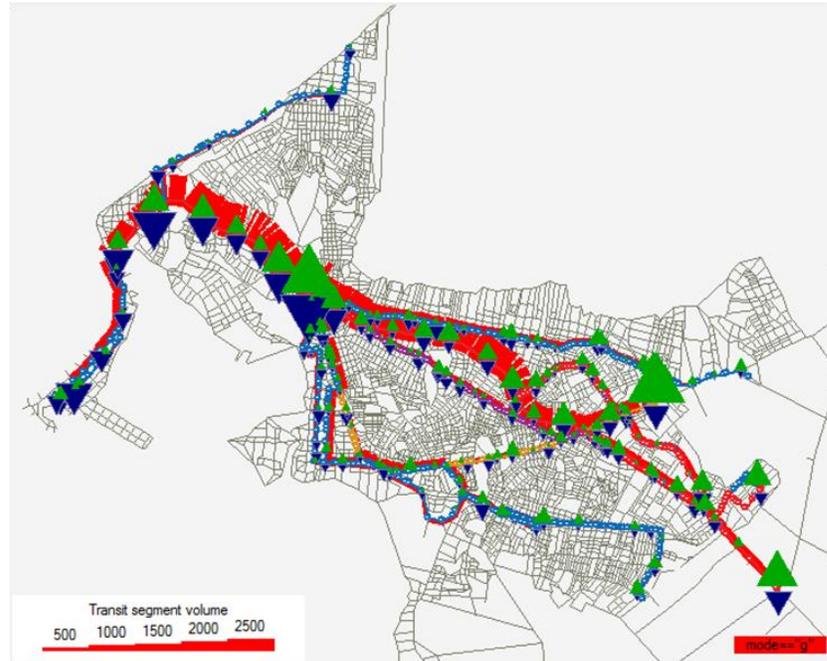
Fuente: Elaboración propia

Figura 21. Carga en rutas troncales



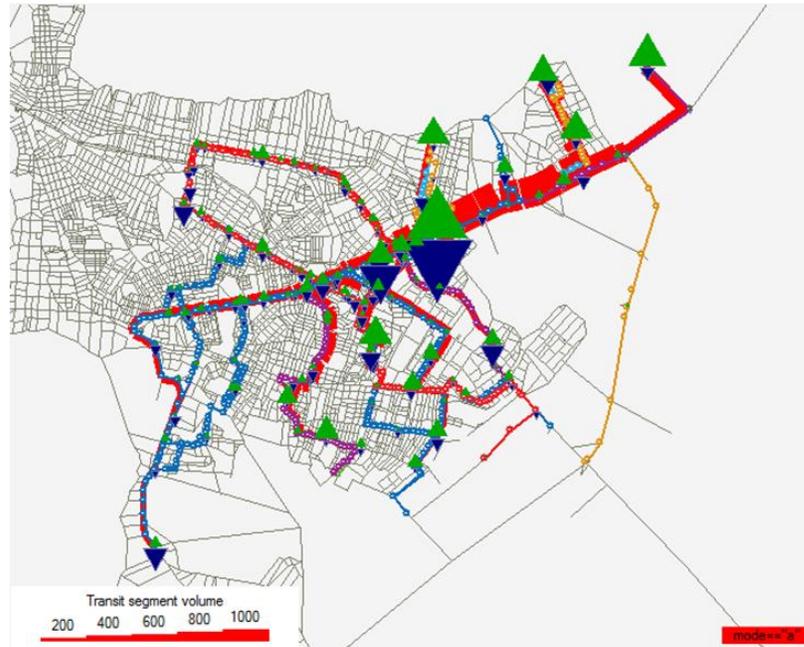
Fuente: Elaboración propia

Figura 22. Carga en rutas pre-troncales



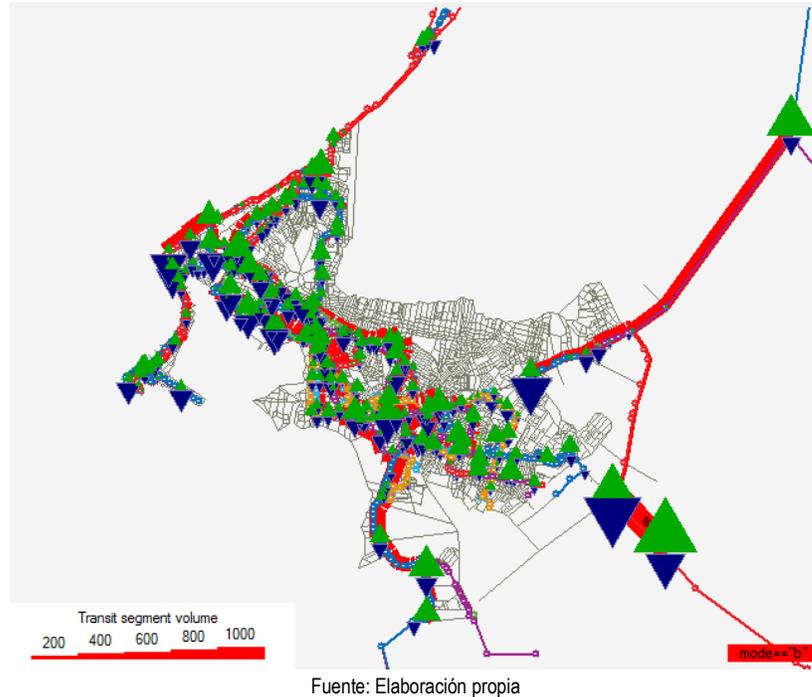
Fuente: Elaboración propia

Figura 23. Carga en rutas alimentadoras



Fuente: Elaboración propia

Figura 24. Carga en rutas complementarias



5 ACTUALIZACIÓN DE LOS PARÁMETROS DEL DISEÑO OPERACIONAL

- La revisión del sistema de rutas y la actualización de la demanda derivan en modificaciones en los parámetros básicos del diseño operacional del sistema TransCaribe.
- Los parámetros básicos del diseño operacional corresponden a la estimación del número de vehículos y los kilómetros promedio recorridos por las unidades en cada una de las rutas del nuevo sistema.

5.1 Premisas básicas para el diseño operacional

- Con los resultados de la asignación del nuevo sistema de rutas se han estimado los parámetros básicos tomando en cuenta los siguientes aspectos:
 - Se adopta una capacidad menor a la nominal en los articulados y padrón con el fin de dejar un margen para el nivel de servicio en las horas pico.

Tabla 4. Capacidad de los vehículos para diseño operacional

Tipo	Capacidad Diseño
Bastón (50)	50
Articulado(160)	160
Padrón(90)	90
Flota	

- El intervalo máximo del servicio en las rutas es de 15 min. Es decir, si por razones de demanda se obtiene un intervalo mayor a 15 min se adopta el valor de 15 min para la ruta.

5.2 Diseño operacional básico del sistema TransCaribe

- El cálculo de la flota operacional se realiza a partir de los resultados del modelo de transporte. Con ajustes menores de parte del consultor y en conjunto con el grupo técnico de TransCaribe se han estimado los parámetros para cada uno de los tipos de rutas del nuevo sistema.
- Las tablas siguientes muestran los datos del diseño operacional para las rutas del sistema TransCaribe. Se ha adoptado el uso de buses articulados en rutas pre-troncales, es decir, con puertas del lado derecho y del lado izquierdo, similar a los buses tipo padrón.

Tabla 5. Rutas troncales – Parámetros operacionales

Servicio	Tipo Veh	Long(km)	Ciclo(min)	Vel(kph)	Dem(pas/hr)	Vol Máx(pas/hr)	Interv operativo	Flota operativa	RPD
t101e	Articulado	21,29	56	22,7	2.354	1.691	5,50	11	2.649
t101s	Articulado	21,29	51	24,8	2.543	1.821	5,00	11	2.912
t102p	Padron	26,97	69	23,4	3.573	2.031	2,50	28	7.345
t102s	Padron	28,00	77	21,8	2.073	1.212	4,50	18	4.248

Fuente: Elaboración propia en conjunto con TransCaribe

Tabla 6. Rutas pre-troncales – Parámetros operacionales

Servicio	Tipo Veh	Long(km)	Ciclo(min)	Vel(kph)	Dem(pas/hr)	Vol Máx(pas/hr)	Interv operativo	Flota operativa	RPD
x101p	Padron	28	100	17	3.456	1.554	4	29	5.549
x102p	Articulado	27	85	19	1.951	837	10	9	1.830
x103p	Articulado	27	113	14	3.009	1.355	7	17	2.633
x104p	Articulado	24	98	15	2.559	1.436	6	17	2.695
x105p	Padron	36	122	17	4.394	1.728	3	41	8.056
x106p	Padron	27	103	16	2.090	993	5	21	3.675

Fuente: Elaboración propia en conjunto con TransCaribe

Tabla 7. Rutas alimentadoras – Parámetros operacionales

Servicio	Tipo Veh	Long(km)	Ciclo(min)	Vel(kph)	Dem(pas/hr)	Vol Máx(pas/hr)	Interv operativo	Flota operativa	RPD
a101p	Padron	14	45	19	197	105	15	3	666
a102p	Padron	10	41	15	851	381	14	3	518
a103p	Buseton	10	44	14	1.024	724	4	11	1.799
a104p	Buseton	11	34	19	540	351	9	4	864
a105p	Buseton	13	54	15	1.064	446	7	9	1.412
a106p	Buseton	6	24	15	776	628	5	5	813
a107p	Buseton	11	44	15	1.243	967	3	15	2.462
a108p	Buseton	12	44	16	297	125	15	3	567
a109ca	Buseton	7	30	14	144	90	15	3	330
a109ch	Buseton	7	29	14	223	111	15	2	322
a110ca	Buseton	9	42	13	881	487	6	8	1.021
a110ch	Buseton	10	51	12	827	302	10	6	678
a113p	Buseton	9	30	17	1.787	1.337	2	15	2.939
a114p	Buseton	9	30	18	1.204	937	3	11	2.125
a115p	Buseton	5	16	18	343	213	14	2	239
a116p	Buseton	15	52	17	1.159	638	5	12	2.241

Fuente: Elaboración propia en conjunto con TransCaribe

Tabla 8. Rutas complementarias – Parámetros operacionales

Servicio	Tipo Veh	Long(km)	Ciclo(min)	Vel(kph)	Dem(pas/hr)	Vol Máx(pas/hr)	Interv operativo	Flota operativa	RPD	
c001p	Buseton		33	148	13	920	383	8	19	2.791
c002p	Buseton		31	120	15	424	151	15	8	1.421
c003p	Buseton		24	93	16	2.170	1.049	3	32	5.516
c004p	Buseton		25	99	15	755	340	9	12	1.900
c005p	Buseton		26	103	15	218	121	15	7	1.217
c006p	Buseton		26	104	15	218	121	15	7	1.218
c007p	Buseton		32	136	14	1.639	589	5	28	4.405
c008p	Buseton		26	90	18	240	105	15	6	1.216
c009p	Buseton		39	145	16	1.514	921	4	42	7.516
c010p	Buseton		30	132	14	781	358	9	16	2.406
c011p	Buseton		24	104	14	495	175	15	7	1.130
c012p	Buseton		26	102	15	492	186	15	7	1.179
c013p	Buseton		31	129	14	1.962	788	4	33	5.233
c014p	Buseton		25	96	15	1.780	823	4	28	4.803
c111p	Buseton		23	105	13	830	410	8	14	2.087
c112p	Buseton		31	126	15	1.035	623	5	26	4.179

Fuente: Elaboración propia en conjunto con TransCaribe

Tabla 9. Resumen de flota operacional para el sistema

VEHICULO	TRONCAL	PRETRONCAL	ALIMENTADOR	COMPLEMENTARIO	SUB-TOTAL
ARTICULADO	22	43			65
PADRON	46	97			143
BUSETON			106	292	398
TOTAL	68	140	106	292	606

Fuente: Elaboración propia en conjunto con TransCaribe

5.3 Propuesta de distribución de la operación entre posibles concesionarios

- Para la operación del sistema TransCaribe se está considerando la estructuración de 3 concesionarios. Para esto se asignan las rutas del nuevo sistema resultando en una cantidad de flota y kilómetros.
- En conjunto con el grupo técnico de TransCaribe se hicieron distribuciones de rutas por concesionario y se generaron los siguientes resultados para análisis del componente financiero.

Tabla 10. Distribución de Flota por Concesionario

Tipo de Vehiculo	Concesionario 1	Concesionario 2	Concesionario 3	Sub-Total
Articulado	65	0	0	65
Padron	0	81	63	144
Buseton	160	122	116	398
Total	225	203	179	607

Tabla 11. Distribución de kilómetros día por Concesionario

KILOMETROS	KILOMETROS TOTALES SISTEMA			
	concesionario 1	Concesionario 2	Concesionario 3	Sub-Total
articulado	12719	0	0	12719
Padron	0	17086	12970	30056
Convencional	26283	20263	19484	66029
Total	39002	37349	32453	108.804,72

Tabla 12. Distribución de Kilómetros y Demanda por concesionario por tipología de Vehículo

Servicio	Tipo de Vehiculo	concesion	flota	demanda	kilometros dia
t101ei	Articulado	1	11	2354	2.649
t101si	Articulado	1	11	2543	2.912
t102pi	Padron	2	28	3573	7.345
t102si	Padron	3	18	2073	4.248
x101pi	Padron	2	29	3456	5.549
x102pi	Articulado	1	9	1951	1.830
x103pi	Articulado	1	17	3009	2.633
x104pi	Articulado	1	17	2559	2.695
x105pi	Padron	3	41	4394	8.056
x106pi	Padron	2	21	2090	3.675
a101pi	Padron	3	3	197	666
a102pi	Padron	2	3	851	518
a103pi	Buseton	3	11	1024	1.799
a104pi	Buseton	2	4	540	864
a105pi	Buseton	3	9	1064	1.412
a106pi	Buseton	1	5	776	813
a107pi	Buseton	2	15	1243	2.462
a108pi	Buseton	3	3	297	567
a109ca	Buseton	2	3	144	330
a109ch	Buseton	2	2	223	322
a110ca	Buseton	1	8	881	1.021
a110ch	Buseton	1	6	827	678
a113pi	Buseton	1	15	1787	2.939
a114pi	Buseton	1	11	1204	2.125
a115pi	Buseton	1	2	343	239
a116pi	Buseton	3	12	1159	2.241
c001pi	Buseton	1	19	920	2.791
c002pi	Buseton	1	8	424	1.421
c003pi	Buseton	1	32	2170	5.516
c004pi	Buseton	1	12	755	1.900
c005pi	Buseton	1	7	218	1.217
c006pi	Buseton	1	7	218	1.218
c007pi	Buseton	1	28	1639	4.405
c008pi	Buseton	3	6	240	1.216
c009pi	Buseton	2	42	1514	7.516
c010pi	Buseton	2	16	781	2.406
c011pi	Buseton	2	7	495	1.130
c012pi	Buseton	3	7	492	1.179
c013pi	Buseton	2	33	1962	5.233
c014pi	Buseton	3	28	1780	4.803
c111pi	Buseton	3	14	830	2.087
c112pv	Buseton	3	26	1035	4.179
Total			606,00	56.035,00	108.804,72

6 ETAPAS DE IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA TRANSCARIBE

- La implantación del Sistema TransCaribe será gradual, tal como lo han definido las autoridades locales. Esta gradualidad asume que a medida que van entrando rutas del nuevo sistema serán eliminadas rutas del sistema convencional. **La eliminación de rutas implica reducción de capacidad de las empresas y chatarrización de la oferta actual.**
- El nuevo sistema no está conceptualizado para coexistir con el sistema actual. En varios de los sistemas implantados en nuestro país no se ha llevado a cabo efectivamente el plan de reestructuración de rutas y de chatarrización. Esto ha derivado en múltiples inconvenientes, en especial con la demanda esperada.
- TransCaribe en estudios anteriores ha definido la implantación del sistema en 3 etapas. En este documento se presentan los resultados de la actualización de los parámetros operacionales con la nueva matriz de demanda.

6.1 Etapa 1 de implantación

- Para la Etapa 1 entran en operación las rutas troncales, pre-troncales y alimentadoras del nuevo sistema. Quedan pendientes de entrar las rutas complementarias.
- En esta etapa se eliminan rutas convencionales y quedan únicamente 20 rutas remanentes. Los recorridos definidos para estas rutas se pueden observar en el banco de datos del programa. En caso de modificaciones a estos recorridos se tendrán cambios en los parámetros estimados. Se recomienda en lo posible, cuidar el impacto sobre el nuevo sistema.
- Los parámetros operacionales de la Etapa 1 de implantación del sistema se presentan a continuación.

Tabla 13. Rutas por Etapas

Servicio	Tipo de Vehículo	concesion	flota	demanda	kilometros día	Etapa 1			Etapa 2			
						concesion 1	concesion 2	Concesion 3	Concesion 1	concesion 2	Concesion 3	
t101ei	Articulado	1	11		2354	2.649						
t101si	Articulado	1	11		2543	2.912	11					
t102pi	Padron	2	28		3573	7.345		28				
t102si	Padron	3	18		2073	4.248			18			
x101pi	Padron	2	29		3456	5.549		29				
x102pi	Articulado	1	9		1951	1.830	9					
x103pi	Articulado	1	17		3009	2.633	17					
x104pi	Articulado	1	17		2559	2.695	17					
x105pi	Padron	3	41		4394	8.056			41			
x106pi	Padron	2	21		2090	3.675		21				
a101pi	Padron	3	3		197	666			3			
a102pi	Padron	2	3		851	518		3				
a103pi	Buseton	3	11		1024	1.799			11			
a104pi	Buseton	2	4		540	864		4				
a105pi	Buseton	3	9		1064	1.412			9			
a106pi	Buseton	1	5		776	813	5					
a107pi	Buseton	2	15		1243	2.462		15				
a108pi	Buseton	3	3		297	567			3			
a109ca	Buseton	2	3		144	330		3				
a109ch	Buseton	2	2		223	322		2				
a110ca	Buseton	1	8		881	1.021	8					
a110ch	Buseton	1	6		827	678	6					
a113pi	Buseton	1	15		1787	2.939	15					
a114pi	Buseton	1	11		1204	2.125	11					
a115pi	Buseton	1	2		343	239	2					
a116pi	Buseton	3	12		1159	2.241			12			
c001pi	Buseton	1	19		920	2.791			19			
c002pi	Buseton	1	8		424	1.421			8			
c003pi	Buseton	1	32		2170	5.516			32			
c004pi	Buseton	1	12		755	1.900			12			
c005pi	Buseton	1	7		218	1.217			7			
c006pi	Buseton	1	7		218	1.218			7			
c007pi	Buseton	1	28		1639	4.405			28			
c008pi	Buseton	3	6		240	1.216					6	
c009pi	Buseton	2	42		1514	7.516				42		
c010pi	Buseton	2	16		781	2.406				16		
c011pi	Buseton	2	7		495	1.130				7		
c012pi	Buseton	3	7		492	1.179					7	
c013pi	Buseton	2	33		1962	5.233				33		
c014pi	Buseton	3	28		1780	4.803					28	
c111pi	Buseton	3	14		830	2.087					14	
c112pv	Buseton	3	26		1035	4.179					26	
Total				606.00	56.035.00	108.804.72	1112	105	97	113	98	81

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14. Rutas remanentes de la Etapa 1

Ruta	Vehic	Long	Ciclo	VelOper	Pas	CargMax	Int	Flota Op
R15	Micro19	25.2	96	15.8	760	281	3.0	32
R16	Micro19	44.5	186	14.4	1,282	525	3.5	53
R20	Micro19	33.4	144	13.9	1,087	439	4.5	32
R25	Micro19	56.4	225	15.1	2,792	927	3.0	75
R26	Micro19	45.0	189	14.3	952	319	6.5	29
R27	Micro19	44.0	173	15.3	905	342	7.5	23
R29	Micro19	43.6	152	17.2	1,360	552	4.0	38
R31	Micro19	46.1	204	13.6	2,035	441	4.0	51
R33	Micro19	38.3	144	16.0	473	118	4.5	32
R34	Micro19	45.3	180	15.1	1,042	715	12.0	15

Ruta	Vehic	Long	Ciclo	VelOper	Pas	CargMax	Int	Flota Op
R38	Micro19	43.3	168	15.5	3,332	1,375	3.5	48
R42	Micro19	43.2	171	15.2	1,357	673	5.5	31
R43	Micro19	42.4	180	14.1	375	93	10.0	18
R44	Micro19	48.6	225	13.0	464	132	15.0	15
R46	Micro19	45.1	188	14.4	745	195	7.5	25
R47	Micro19	50.3	230	13.1	1,053	295	5.0	46
R48	Micro19	64.8	288	13.5	747	278	6.0	48
R50	Micro19	50.0	160	18.7	763	685	10.0	16
R52	Micro19	55.6	240	13.9	142	120	15.0	16
R53	Micro19	99.0	330	18.0	132	114	15.0	22
								665

Fuente: Elaboración propia

- En total, según datos de estudios anteriores el DATT administra 35 rutas de transporte público colectivo en la ciudad de Cartagena. Las rutas suburbanas intermunicipales no son administradas por el DATT. En las rutas del DATT se tienen en operación aproximadamente 1,589 vehículos, en las empresas actuales. La tabla siguiente muestra el dato de flota por empresa en la situación actual.

Tabla 10. Flota por empresa en la situación actual

EMPRESA	VEHICULOS
FLOTA DE LUJO	68
RENACIENTE	214
ETUL	76
MEDIA LUNA	30
PEMAPE	232
METROCAR	84
MONTERO	146
VEHITRANS	157
RODRIGUEZ TORICES	155
COINTRACAR	207
COOTRANSURB	220
	1589

Fuente: Datos de TransCaribe 2012

- El plan de retiro de rutas y de chatarrización para la primera etapa del sistema TransCaribe considera el retiro de aproximadamente el 50% de la flota actual. Es fundamental para la puesta en marcha del nuevo sistema cuidar de esta variable y de los plazos propuestos. Los impactos por deficiencias en este proceso derivan en mayores conflictos, tal como se ha observado en sistemas similares.
- Se recomienda revisar con el DATT la configuración de las rutas remanentes y posteriormente hacer el plan de socialización con las empresas y usuarios en general.

6.2 Etapa 2 de implantación

- En la Etapa 2 de implantación se eliminan las rutas remanentes y entran en operación las rutas complementarias.
- Los parámetros operacionales de la Etapa 2 corresponden a los mismos del sistema completo, ya presentado anteriormente.

6.3 Etapa 3 de implantación

- En la Etapa 3 se tendrá retroalimentación de la transformación del sistema. Como meta para la Etapa 3 se propone la integración de las rutas suburbanas y del transporte acuático en la ciudad.

Nota: Todas y cada una de las fases de implantación del sistema serán coordinadas por los actores dentro del sistema (Concesionarios de Operación, Concesionario de Recaudo, Concesionario de Portal y Patio, Transcaribe y DATT).