



# 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](http://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	Etapa 1 de implantación.....	¡Error! Marcador no definido.

6.2	Etapa 2 de implantación .....	¡Error! Marcador no definido.
6.3	Etapa 3 de implantación .....	¡Error! Marcador no definido.
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 .....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 12.	Rutas alimentadoras de la Etapa 1 .....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 13.	Rutas remanentes de la Etapa 1.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 14.	Flota por empresa en la situación actual.....	¡Error! Marcador no definido.

## 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**

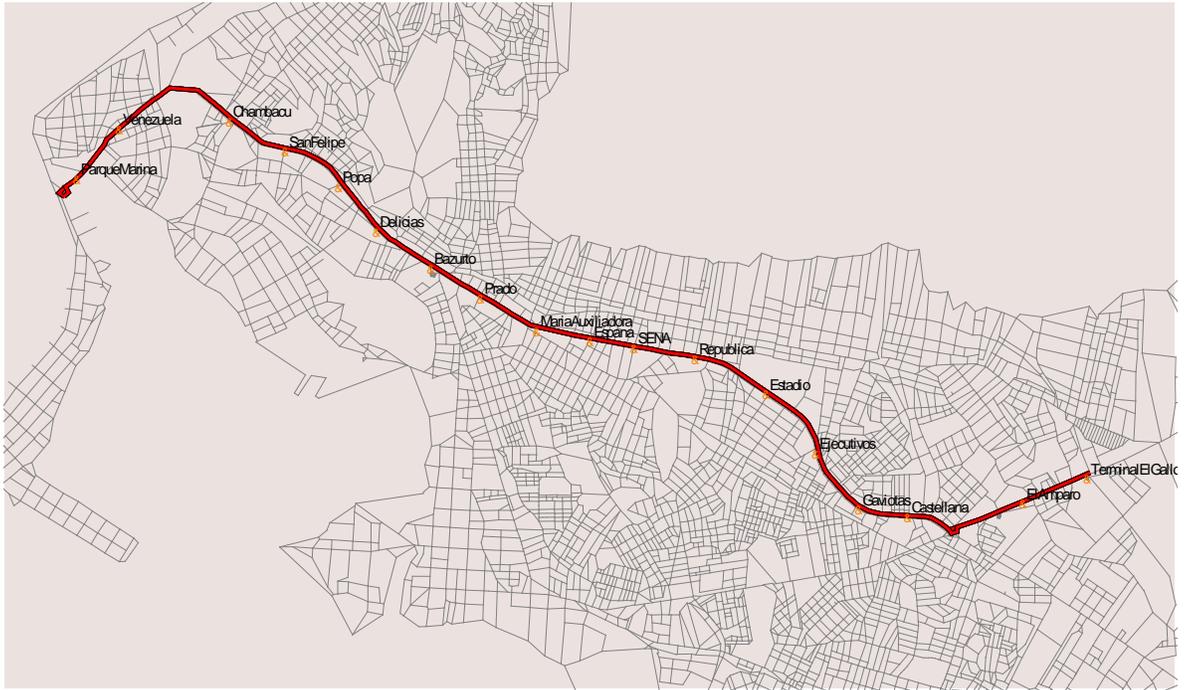
- TransCaribe tiene definido el sistema de rutas que conformará el sistema integrado de transporte para la ciudad. Para la zona urbana el nuevo sistema está conformado por rutas troncales, rutas pre-troncales, rutas alimentadoras y rutas complementarias.
- Existen poblaciones cercanas que serán atendidas 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	0	0
14	Delicias	0	0
15	Popa		
16	San Felipe		
17	Chambacú		
18	Venezuela	0	0
19	Parque Marina	0	0

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

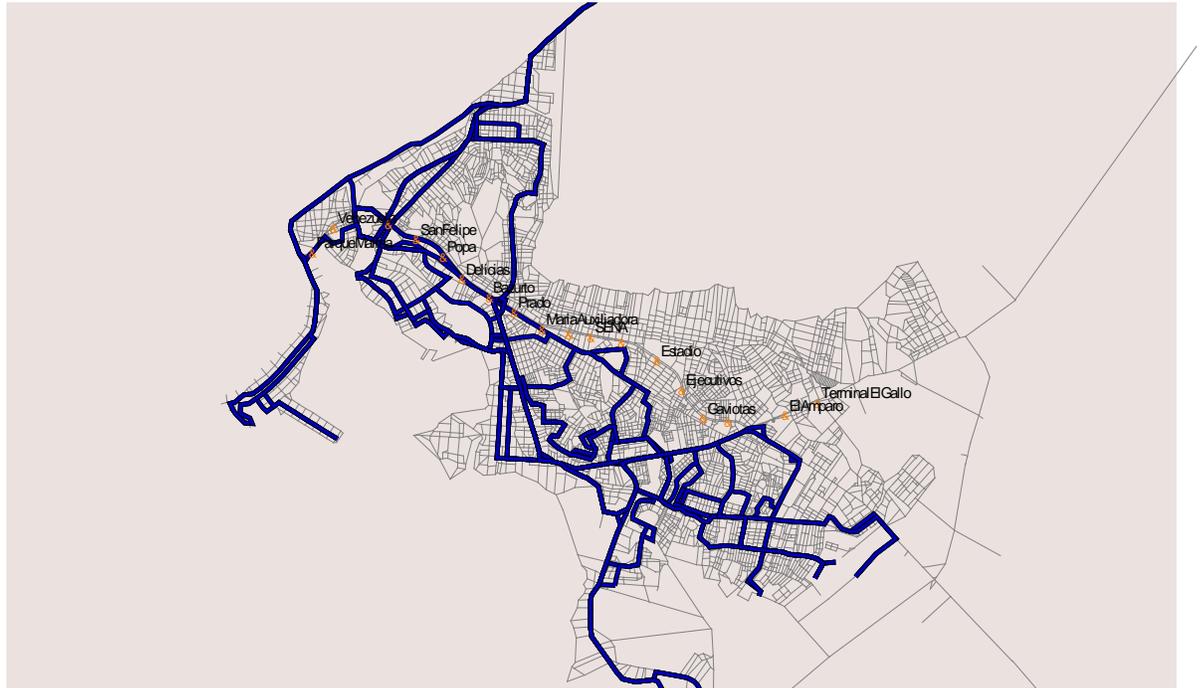


Fuente: Elaboración propia

## 2.4 Rutas Auxiliares

- 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 Auxiliares tienen vehículos de baja capacidad según las condiciones de la demanda.
- El sistema contiene dieciséis (16) rutas Auxiliares y tienen una cobertura geográfica que se muestra en la figura siguiente.
- Las rutas Auxiliares 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

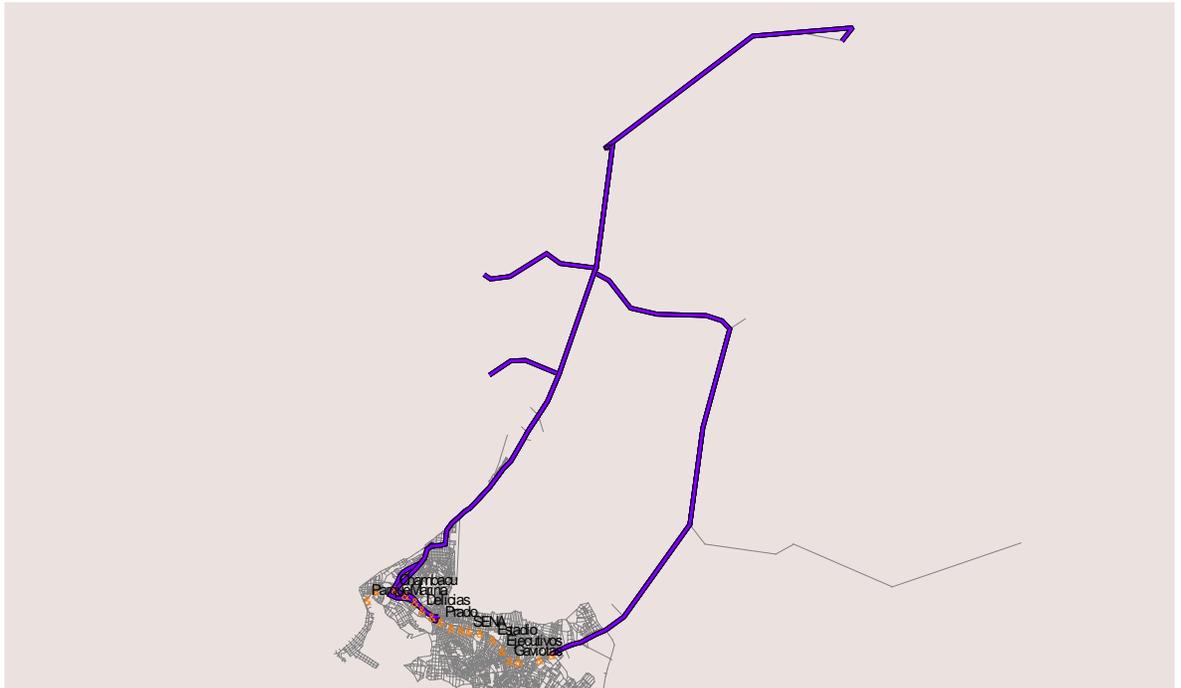


Fuente: Elaboración propia

## 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 Bazarito 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.

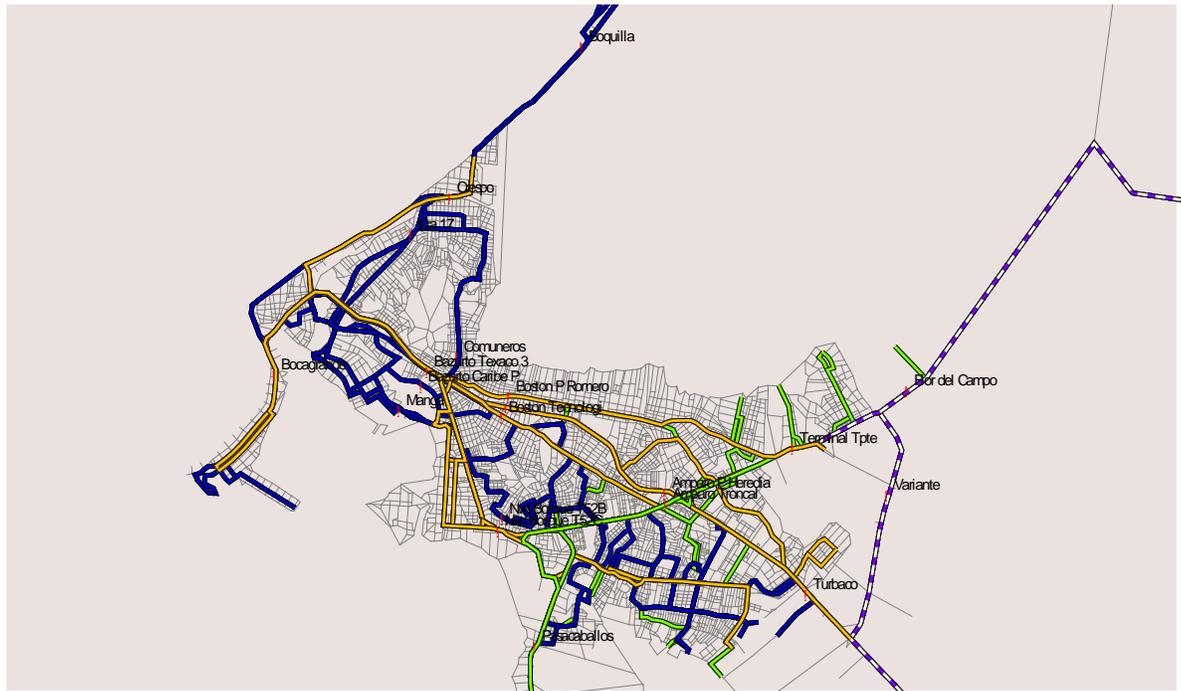
#### 3.1 Localización de los puntos de medición

- 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 horas (6:00-9:00 hrs) en el período pico de la mañana (3 estaciones maestras y 15 estaciones específicas).

- La figura siguiente muestra la localización de los puntos de medición en la red vial de la ciudad de Cartagena

Figura 8. Localización de las estaciones de medición de frecuencia de paso y ocupación



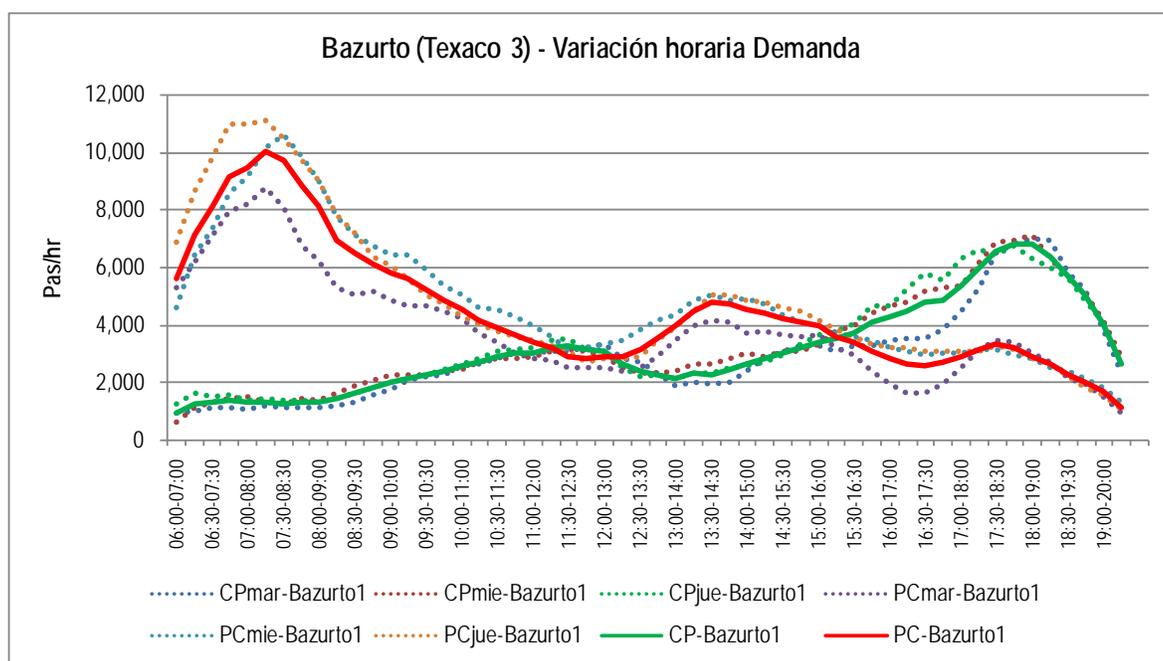
Fuente: Elaboración propia

- Las empresas de transporte público colectivo actuales y potenciales operadores del nuevo sistema solicitaron a TransCaribe realizar la toma de datos durante 3 días hábiles, en virtud de considerar las variaciones diarias de la demanda en la ciudad. De este modo, con la autorización de TransCaribe y acuerdo con los transportadores se programó la toma de datos para los días martes a jueves del 25 al 27 de septiembre de 2012.

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

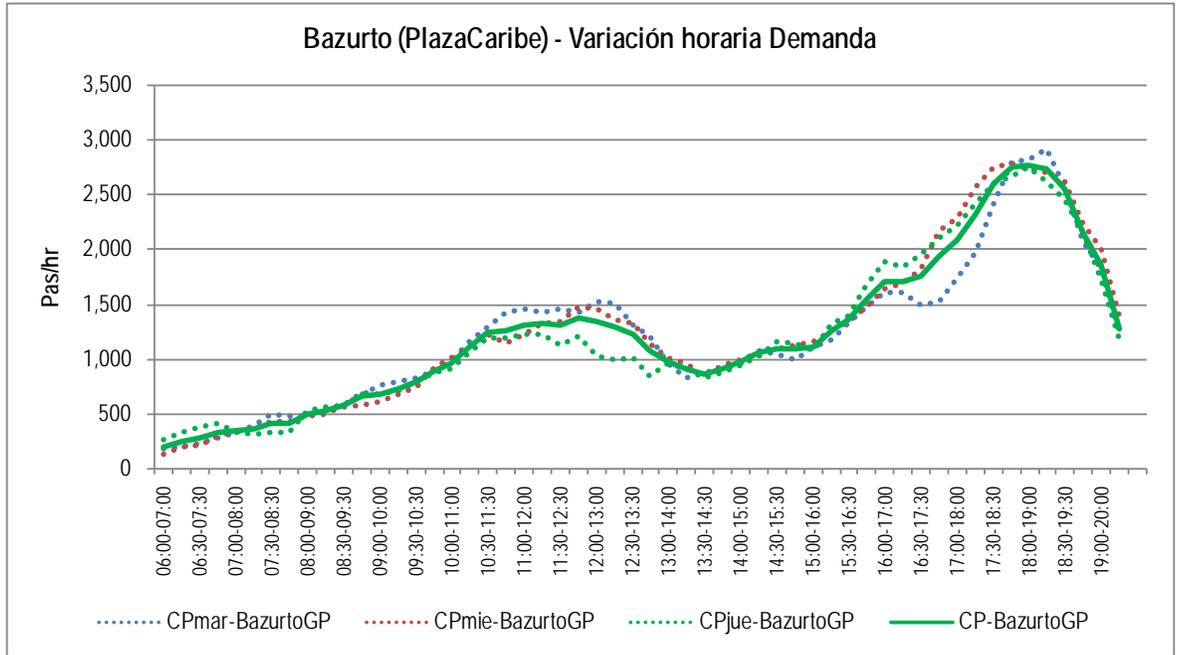
- Uno de los principales resultados de la observación de la demanda en puntos estratégicos de la red corresponde a la variación horaria a lo largo del día. Los períodos pico y valle de la demanda sirven para definir la programación de los servicios del transporte público colectivo en la ciudad.
- A continuación 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



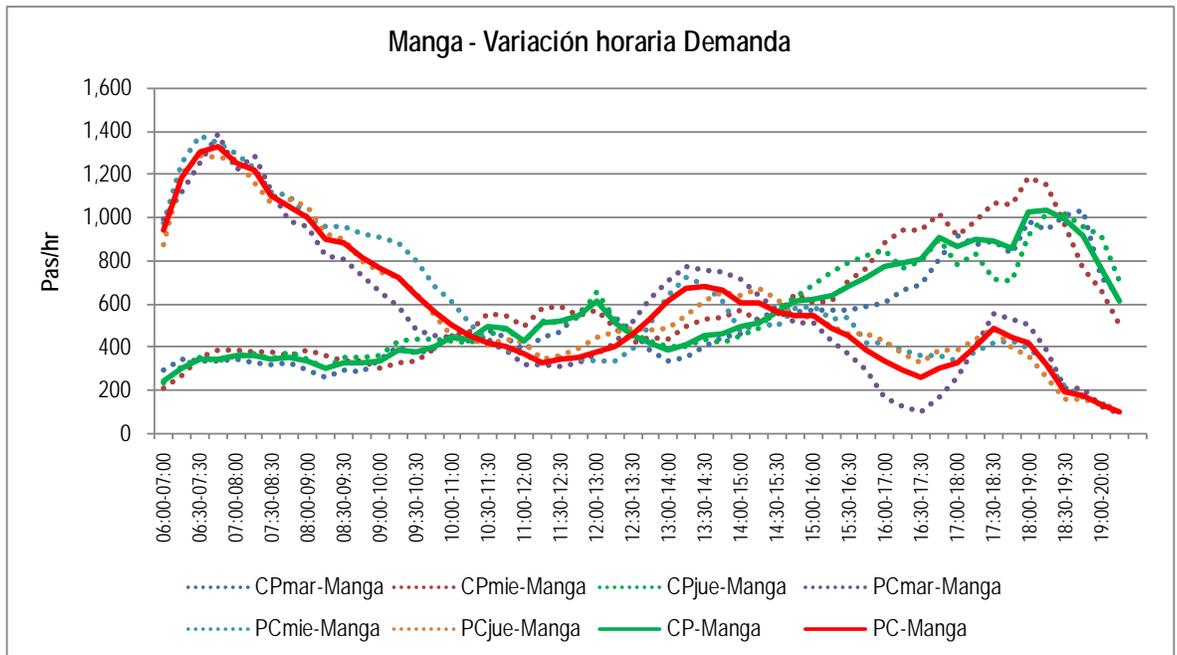
Fuente: Elaboración propia

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



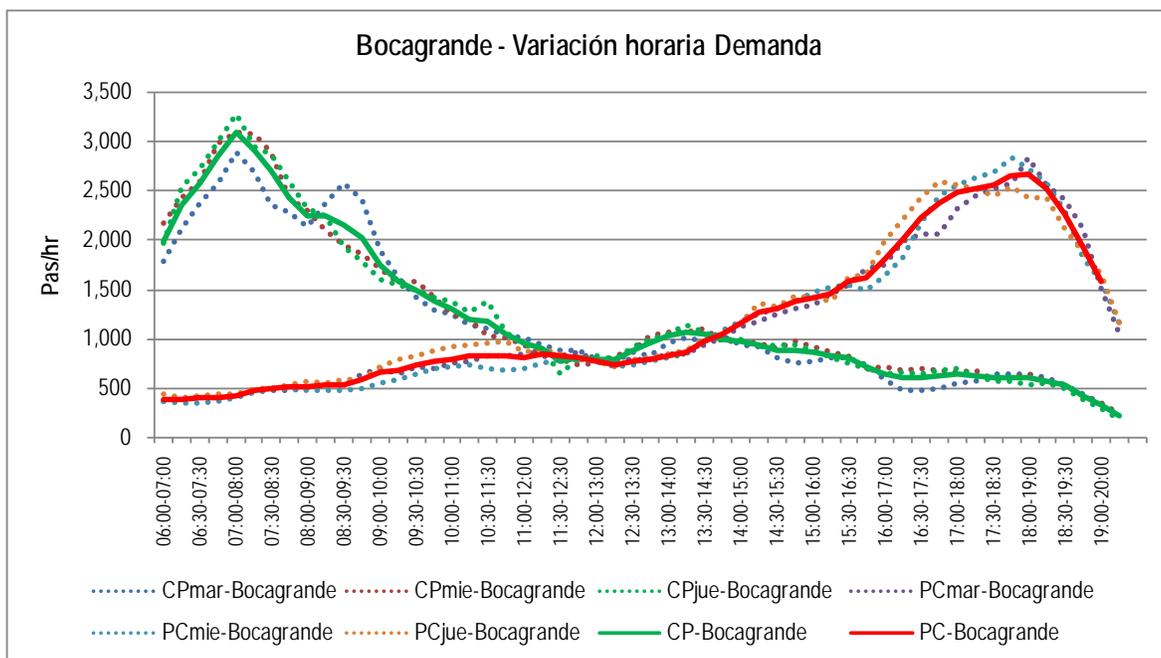
Fuente: Elaboración propia

Figura 11. Estación Manga – Calle 29 x Peaje



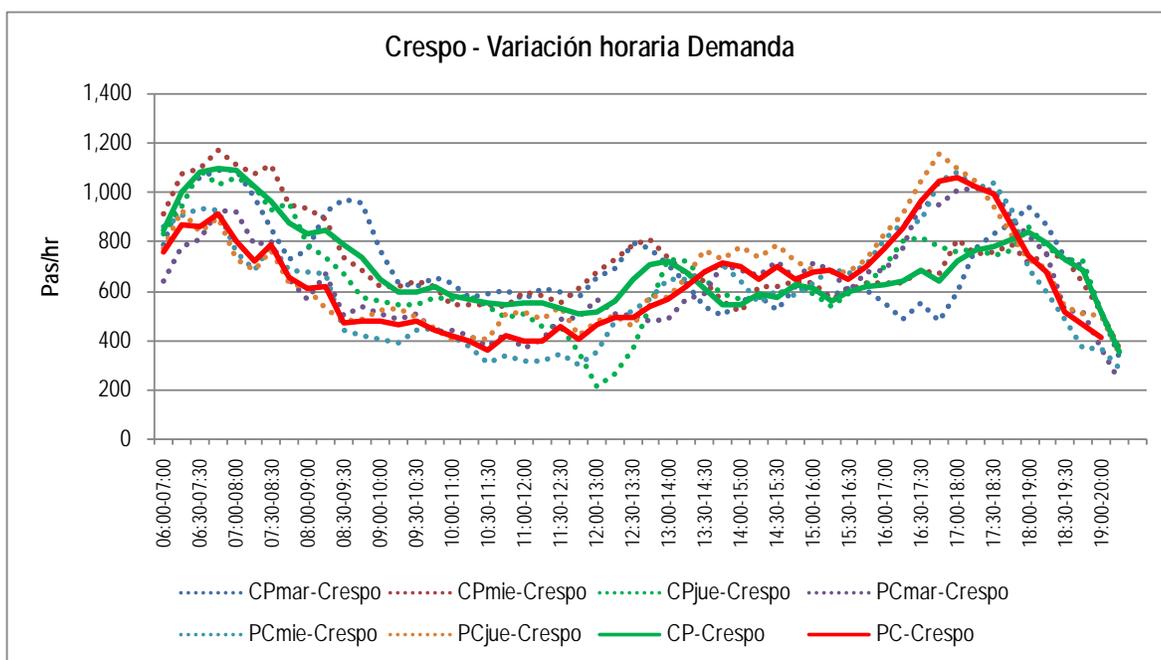
Fuente: Elaboración propia

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



Fuente: Elaboración propia

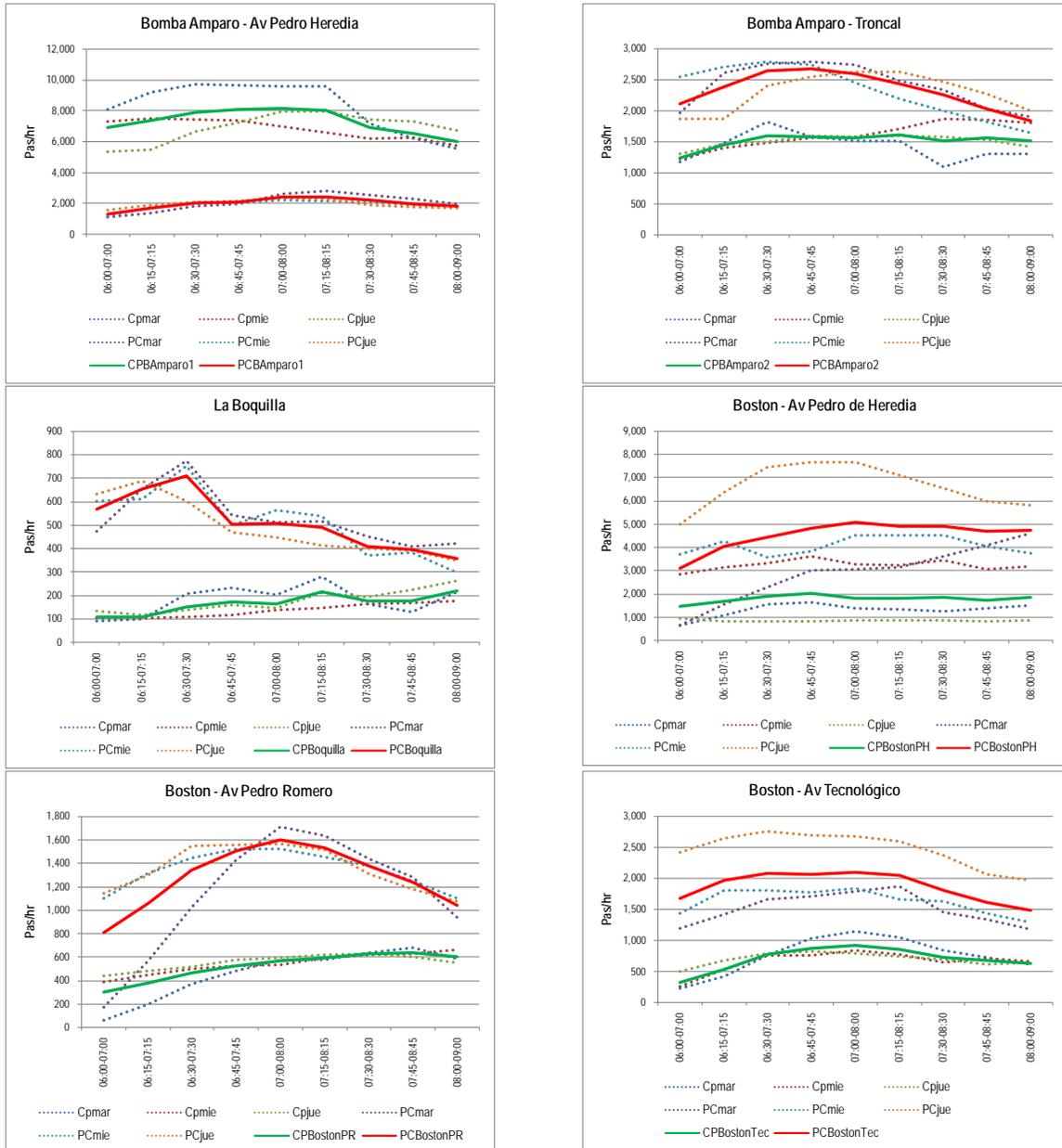
Figura 13. Estación Crespo – Av. Santander x CAI

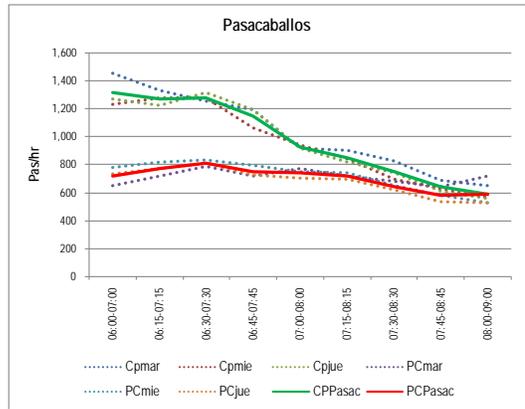
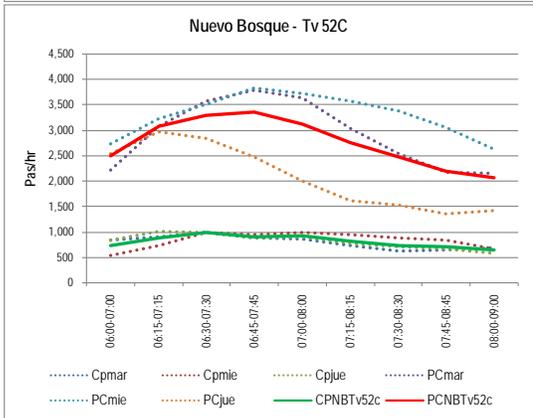
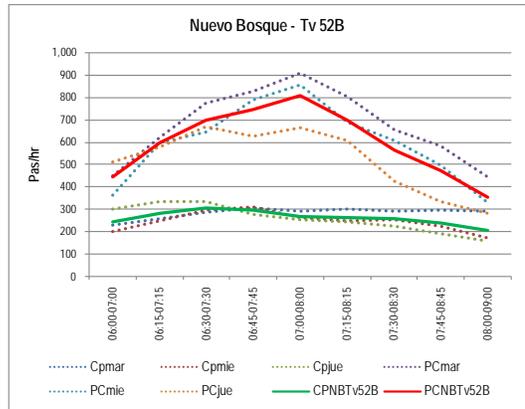
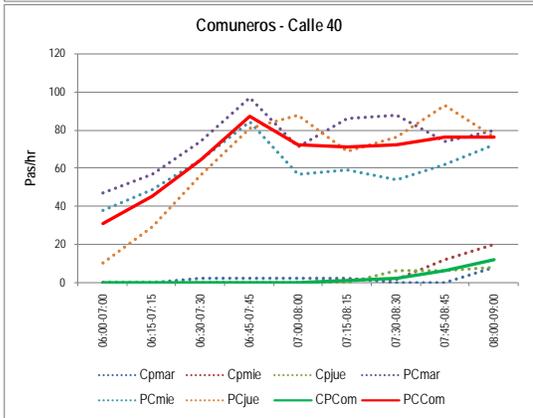
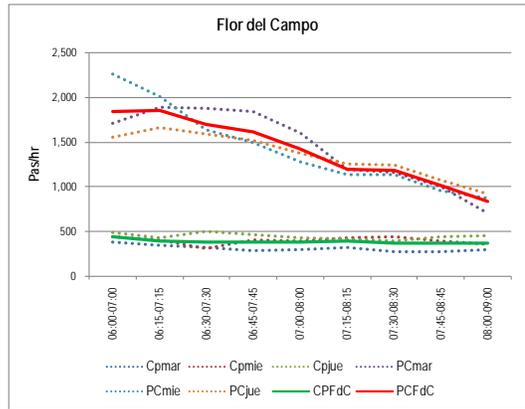
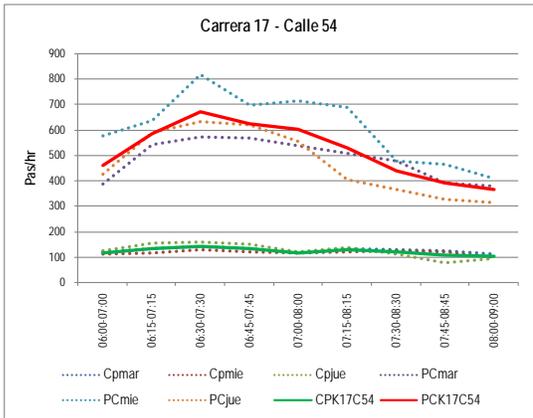


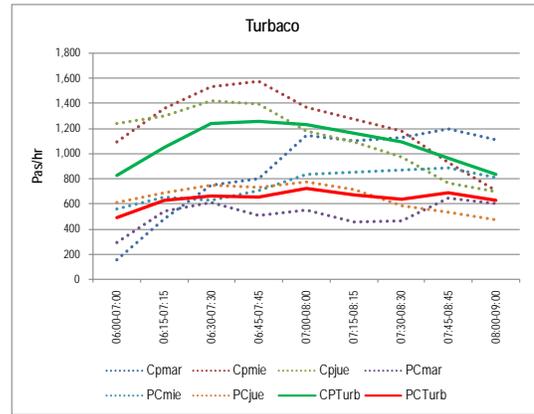
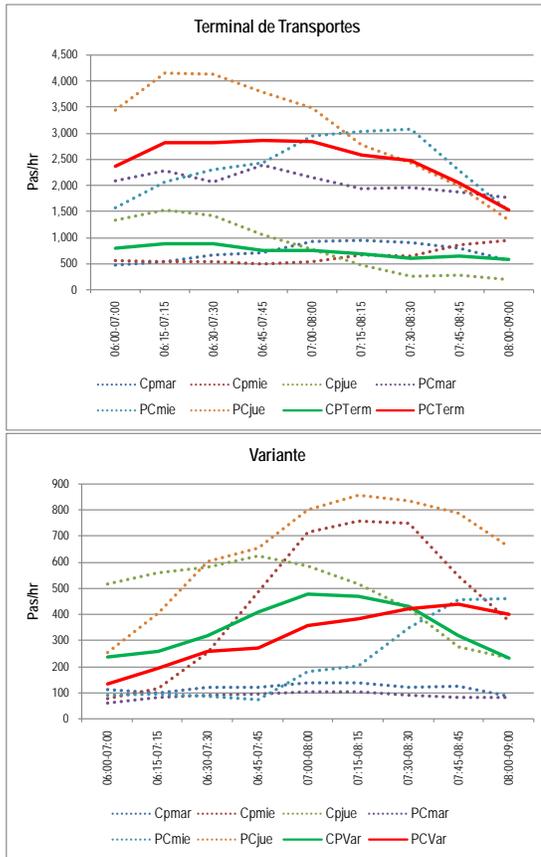
Fuente: Elaboración propia

- 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	Desv. 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

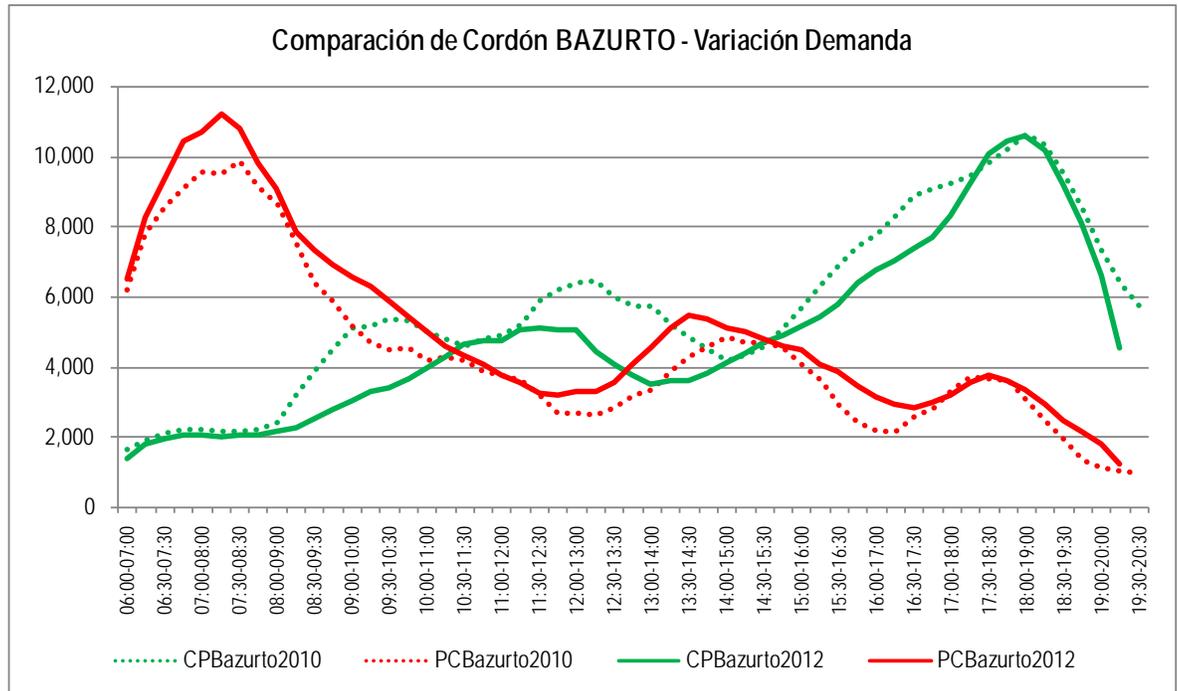
Fuente: Elaboración propia

### 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

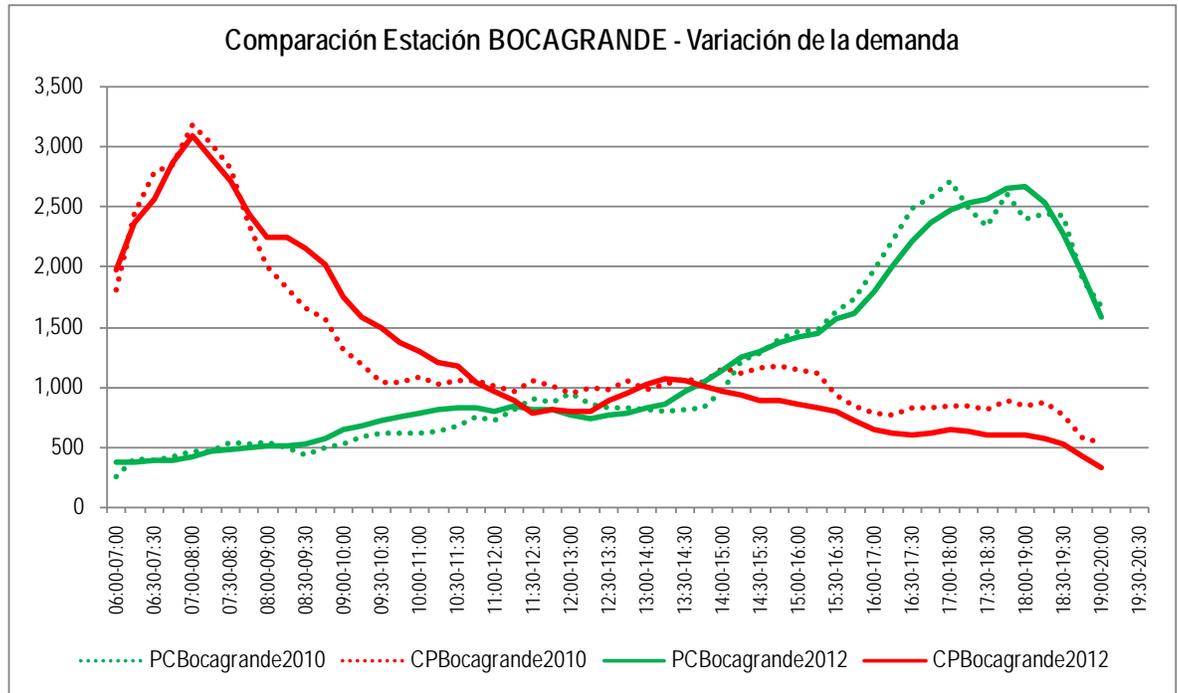


Fuente: Elaboración propia

- 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.

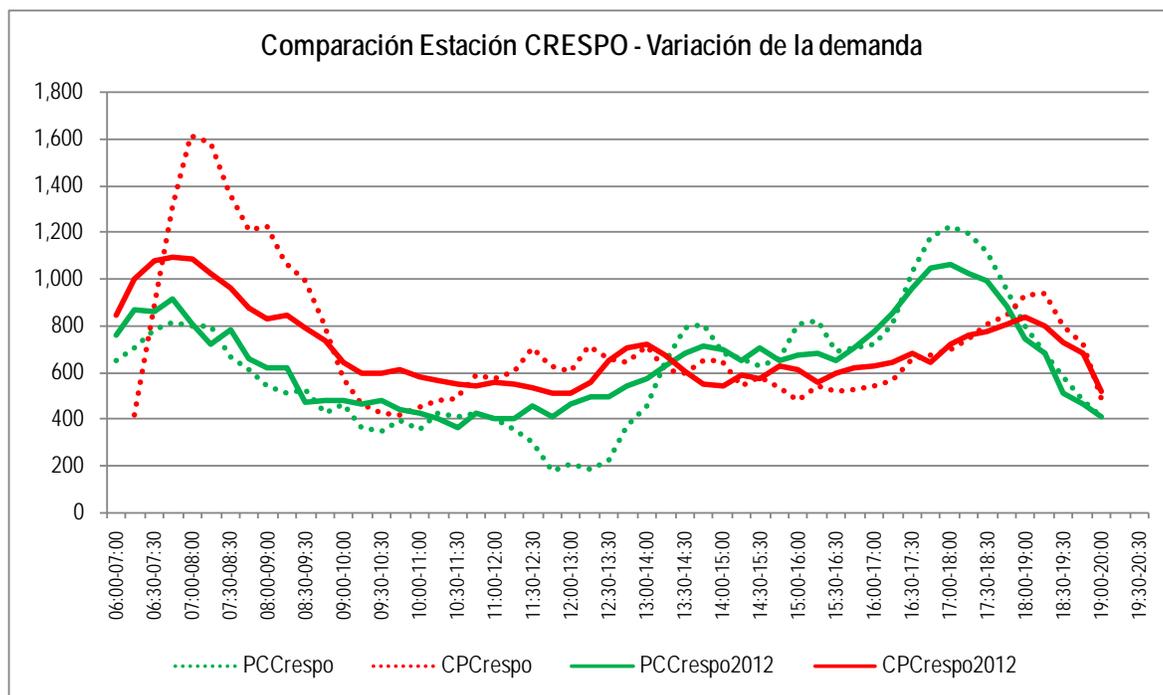
- De manera similar se pudo comparar la variación de la demanda en la estación Bocagrande, es decir, el acceso a la zona hotelera y en la estación Crespo (zona del aeropuerto y norte). Las figuras siguientes muestran los resultados de la comparación entre las mediciones realizadas.

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

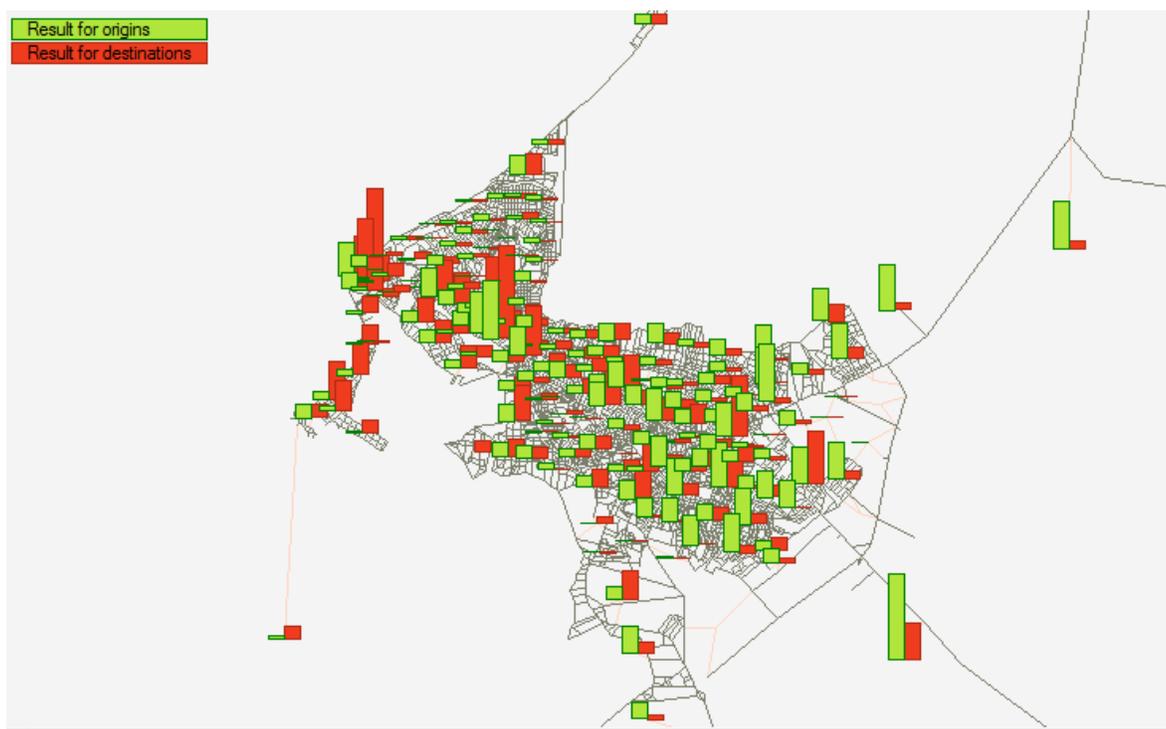
- Los parámetros básicos para la modelación de la situación base se adoptaron de proyectos similares y básicamente se refieren a:
  - Tarifa: Equivalente a 30 min. Valor general para todos los usuarios. No se tienen matrices desagregadas por nivel de ingreso de los usuarios.
  - Penalidad por transferencia: 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

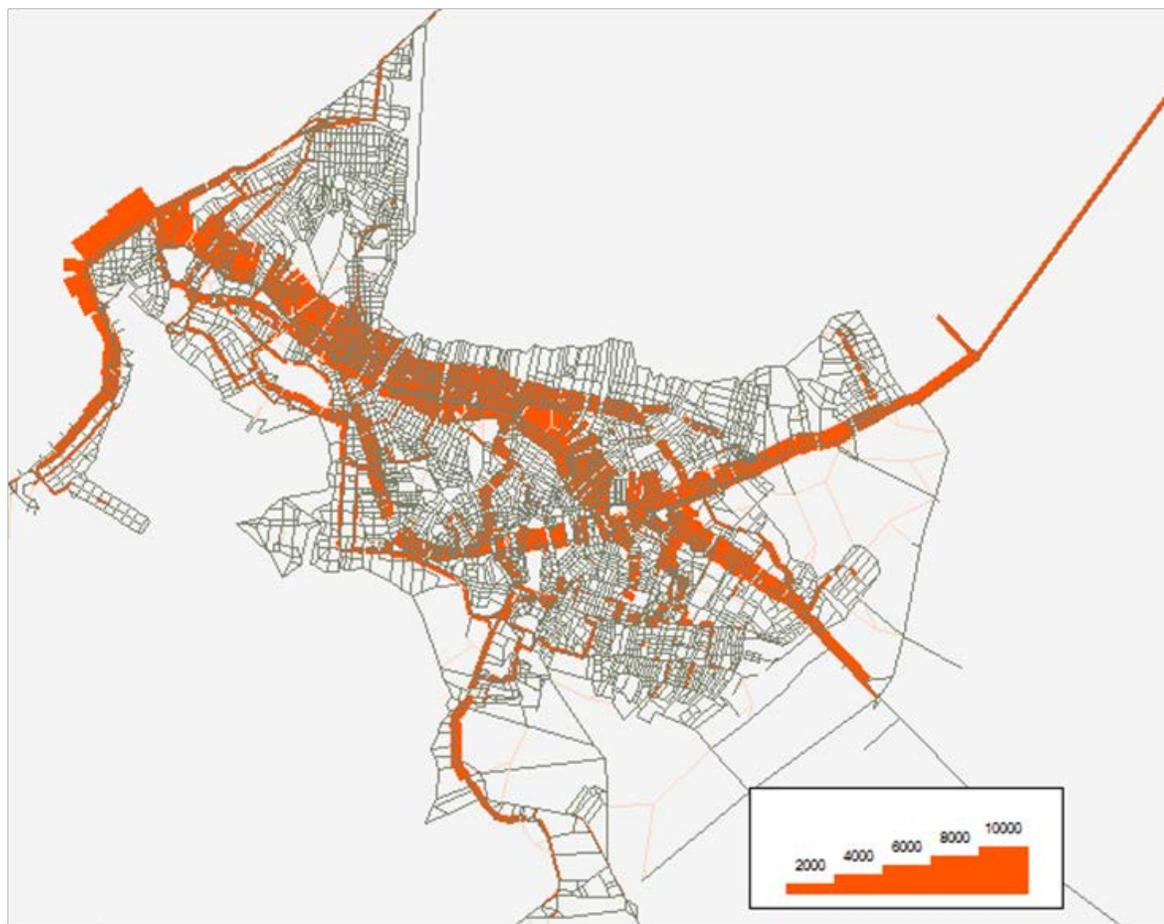


Fuente: Elaboración propia

#### 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

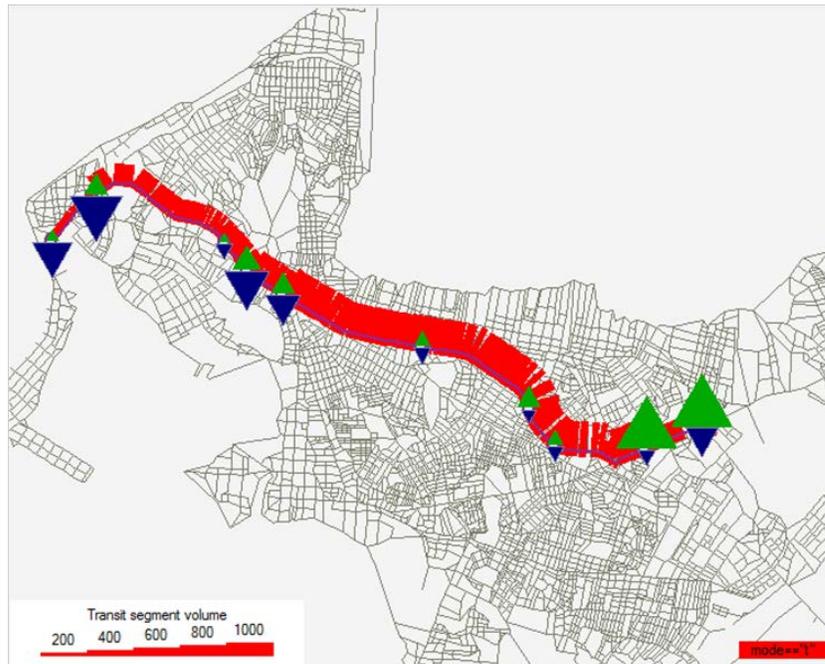
- Con la matriz actualizada para el año 2012 y con el sistema de rutas revisado en campo se realizó la asignación.
- En este caso se incluye la transferencia gratuita entre las rutas del sistema integrado de transporte TransCaribe. Es decir, los usuarios no pagan tarifa en las zonas pagas ni fuera de 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



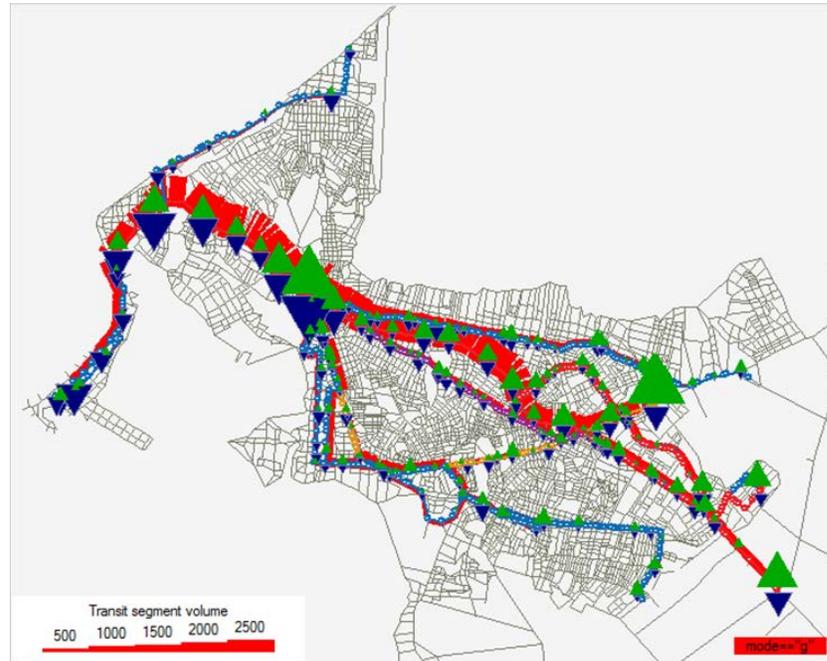
Fuente: Elaboración propia

Figura 21. Carga en rutas troncales



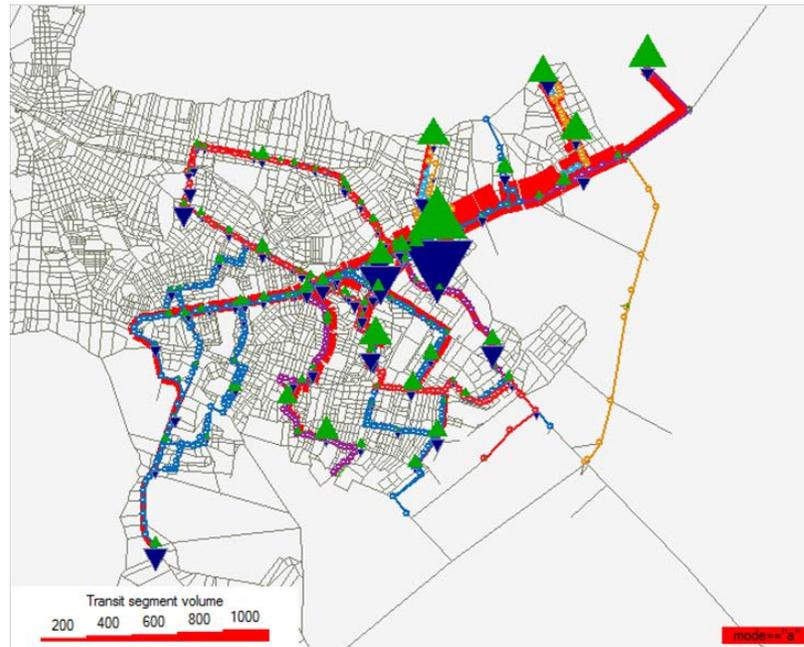
Fuente: Elaboración propia

Figura 22. Carga en rutas pre-troncales



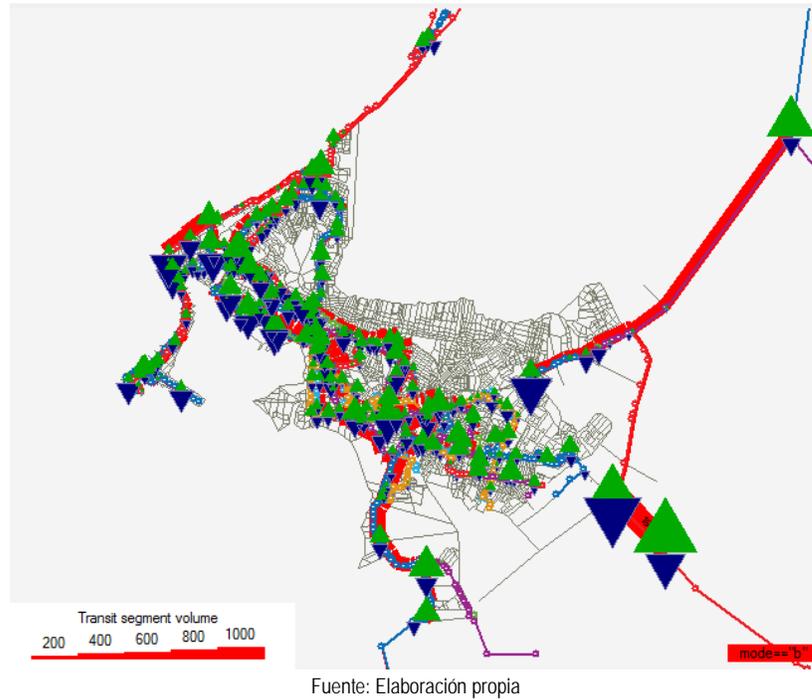
Fuente: Elaboración propia

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 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(140 y 130)	140 y 130
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	OrigDest	Tipo Veh	capacidad	Long(km)	Ciclo(min)	Vel(kph)	Dem(pas/hr)	Vol Máx(pas/hr)	Intervoperativ	Flota operativa	RPD
t101ei	Portal-centro	Articulado	140	21,3	53,29	24,0	2.354	1.691	5,0	11	2.912
t101si	Portal-centro	Articulado	140	21,3	45,45	28,1	2.543	1.821	4,5	11	3.233

Fuente: Elaboración propia en conjunto con TransCaribe

Tabla 6. Rutas pre-troncales – Parámetros operacionales

Servicio	OrigDest	Tipo Veh	capacidad	Long(km)	Ciclo(min)	Vel(kph)	Dem(pas/hr)	Vol Max(pas/hr)	Intervoperativ	Flota operativa	RPD
t102pi	Portal-Bocagrande	Padron	90	27,0	69,15	23,4	3.573	2.031	2,5	28	7.345
t102si	Portal-Bocagrande	Padron	90	28,0	77,10	21,8	2.073	1.212	4,5	18	4.248
Servicio	OrigDest	Tipo Veh	capacidad	Long(km)	Ciclo(min)	Vel(kph)	Dem(pas/hr)	Vol Max(pas/hr)	Intervoperativ	Flota operativa	RPD
x101pi	Campanos-13 junio-gaviotas-centro	Padron	90	28,5	100,3	17,0	3.456	1.554	3,5	29	5.549
x102pi	Portal-bosque-centro	Articulado	130	26,6	82,4	19,4	1.951	837	9,0	10	2.031
x103pi	Rodeo-España-Centro	Articulado	130	26,9	112,1	14,4	3.009	1.355	5,5	21	3.343
x104pi	Term intermunicipal-Pedro Romero-crespo	Articulado	130	23,6	95,7	14,8	2.559	1.436	5,5	18	2.938
x105pi	Ciudadela 2000-crisanto luque-Bocagrande	Padron	90	35,5	122,2	17,4	4.394	1.728	3,0	41	8.056
x106pi	Variante-Centro por Av. Pedro de Heredia	Padron	90	26,9	103	15,6	2.090	993	5,0	21	3.675

Fuente: Elaboración propia en conjunto con TransCaribe

Tabla 7. Rutas alimentadoras – Parámetros operacionales

Servicio	OrigDest	Tipo Veh	capacidad	Long(km)	Ciclo(min)	Vel(kph)	Dem(pas/hr)	Vol Max(pas/hr)	Intervoperativ	Flota operativa	RPD
a101pi	Variante-portal	Padron	90	14,4	44,9	19,2	197	105	15	3	666
a102pi	U tecnologica-portal	Padron	90	10,4	41,1	15,2	851	381	14	3	518
a103pi	Bayao-sbolivar-amparo	Buseton	50	10,5	43,9	14,4	1.024	724	4	11	1.799
a104pi	Mandela-amparo	Buseton	50	10,6	33,7	19,0	540	351	9	4	864
a105pi	U tecnol-socorro-portal	Buseton	50	13,4	53,8	14,9	1.064	446	7	9	1.412
a106pi	Fredonia-portal	Buseton	50	5,9	24,0	14,7	776	628	5	5	813
a107pi	Blasdelezo-amparo	Buseton	50	10,8	44,0	14,7	1.243	967	3	15	2.462
a108pi	Campestre-amparo	Buseton	50	12,2	44,5	16,5	297	125	15	3	567
a109ca	Nuevo bosque-amparo	Buseton	50	7,1	30,1	14,1	144	90	15	3	330
a109ch	Portal-Gallo-comfenalco-Portal	Buseton	50	6,9	29,2	14,2	223	111	15	2	322
a110ca	Boquilla-Bazurto-Esperanza-Boquilla	Buseton	50	8,9	42,5	12,6	881	487	6	8	1.021
a110ch	Boquilla-Centro	Buseton	50	9,8	50,7	11,6	827	302	10	6	678
a113pi	pozon-portal	Buseton	50	8,6	29,5	17,4	1.787	1.337	2	15	2.939
a114pi	El Gallo-Pradera	Buseton	50	9,3	30,3	18,4	1.204	937	3	11	2.125
a115pi	El Gallo- Kra 92	Buseton	50	4,8	16,3	17,6	343	213	14	2	239
a116pi	El Gallo- Vikingos	Buseton	50	14,7	51,7	17,1	1.159	638	5	12	2.241

Fuente: Elaboración propia en conjunto con TransCaribe

Tabla 8. Rutas complementarias – Parámetros operacionales

Servicio	OrigDest	Tipo Veh	capacidad	Long(km)	Ciclo(min)	Vel(kph)	Dem(pashr)	Vol Max(pashr)	Intervoperativa	Flota operativa	RPD
c001pi	Mandela-centro	Buseton	50	32,6	147,9	13,2	920	383	8	19	2.791
c002pi	Campestre-centro	Buseton	50	30,8	119,7	15,4	424	151	15	8	1.421
c003pi	Biasdelezo-bazurto	Buseton	50	24,3	93,0	15,7	2.170	1.049	3	32	5.516
c004pi	Socorro-centro	Buseton	50	24,9	99,4	15,0	755	340	9	12	1.900
c005pi	Tierra baja-centro	Buseton	50	26,3	103,1	15,3	218	121	15	7	1.217
c006pi	U tadeo-centro	Buseton	50	26,4	104,1	15,2	218	121	15	7	1.218
c007pi	Santa lucia-Crisanto Luque-centro	Buseton	50	32,3	135,6	14,3	1.639	589	5	28	4.405
c008pi	Membrilla-bazurto	Buseton	50	26,3	89,6	17,6	240	105	15	6	1.216
c009pi	Pasacaballos-bazurto	Buseton	50	38,6	144,7	16,0	1.514	921	4	42	7.516
c010pi	U tecnologica-Crisanto Luque-centro	Buseton	50	29,8	131,7	13,6	781	358	9	16	2.406
c011pi	Boquilla-manga	Buseton	50	24,4	103,9	14,1	495	175	15	7	1.130
c012pi	Ciudad2000-bazurto	Buseton	50	25,5	101,9	15,0	492	186	15	7	1.179
c013pi	Ciudad2000-tonices	Buseton	50	30,7	129,1	14,3	1.962	788	4	33	5.233
c014pi	La Paz- Castillo Grande	Buseton	50	24,7	95,8	15,4	1.780	823	4	28	4.803
c111pi	La Boquilla-Bazurto	Buseton	50	22,8	104,9	13,1	830	410	8	14	2.087
c112pv	La Boquilla-El Laguito	Buseton	50	30,6	125,6	14,6	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	49			71
PADRON	46	97			143
BUSETON			106	292	398
<b>TOTAL</b>	<b>68</b>	<b>146</b>	<b>106</b>	<b>292</b>	<b>612</b>

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	71	0	0	71
Padron	0	81	62	143
Buseton	160	122	116	398
<b>Total</b>	<b>231</b>	<b>203</b>	<b>178</b>	<b>612</b>

Tabla 11.

Distribución de kilómetros día por Concesionario

KILOMETROS	KILOMETROS TOTALES SISTEMA			
	concesionario 1	Concesionario 2	Concesionario 3	Sub-Total
articulado	14.457	-	-	14.457
Padron	-	17.086	12.970	30.056
Convencional	26.283	20.263	19.484	66.029
<b>Total</b>	<b>40.740</b>	<b>37.349</b>	<b>32.453</b>	<b>110.543</b>

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	2.912
t101si	Articulado	1	11	2543	3.233
t102pi	Padron	2	28	3573	7.345
t102si	Padron	3	18	2073	4.248
x101pi	Padron	2	29	3456	5.549
x102pi	Articulado	1	10	1951	2.031
x103pi	Articulado	1	21	3009	3.343
x104pi	Articulado	1	18	2559	2.938
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
			612	56.035	110.543

## 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.