



Programa de Desarrollo Profesional UPR/PUPR/ATI
Centro de Transferencia de Tecnología en Transportación
Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez
Mayagüez, Puerto Rico



Informe de Progreso
Grupo 2

Reestructuración de rutas paralelas al Tren Urbano: Caso Metrobús I

Sometido por:

Jorismar Torres Hernández, Estudiante Sub-Graduado
joris_129@hotmail.com
Departamento de Ingeniería Civil
Universidad de Puerto Rico – Mayagüez

Consejeros:

Didier Valdés, PhD
dvaldes@uprm.edu
Jaime Gutierrez, PhD
didi@coqui.net

Sometido a:

Benjamín Colucci, PhD, PE, PTOE
bcolucci@uprm.edu
Director del Programa

Diciembre 2005

REESTRUCTURACIÓN DE RUTAS PARALELAS AL TREN URBANO: CASO METROBÚS I





ACRONISMOS

ACT	Autoridad de Carreteras y Transportación
AMA	Autoridad Metropolitana de Autobuses
AMSJ	Area Metropolitana de San Juan
APC	Automatic Passenger Counter
ATI	Alternativa de Transporte Integrado
HR	Hato Rey
PUPR	Universidad Politécnica de Puerto Rico
RP	Río Piedras
SJ	San Juan
UPR	Universidad de Puerto Rico



ÍNDICE

Introducción	4
Definición del Problema	6
Enfoque	7
Objetivos	8
Metodología	9
Itinerario de Actividades	11
Revisión de Literatura	
Opciones para la recolección de data	12
Tipos de conteo y lecturas	13
Metrobús I	15
Progreso Alcanzado	16
Estudio de Campo	18
Pasos a Seguir	32
Referencias	33
Reconocimientos	34



INTRODUCCIÓN

El área metropolitana de San Juan (AMSJ) está compuesta de 13 municipios para un total de 1.4 millones de habitantes. Esto representa aproximadamente un 37 por ciento de la población total de la isla de Puerto Rico. En comparación con el área territorial que ocupa es un número excesivamente alto. Es por esto que el AMSJ se ha visto afectada grandemente por el comportamiento vehicular en los últimos años.

La dependencia excesiva al vehículo privado, y la pobre calidad de los servicios ofrecidos por el sistema de transportación pública han resultado en el aumento diario de la congestión vehicular reduciendo la velocidad de los vehículos y aumentando el tiempo de viaje.

En el AMSJ se está implantando un sistema de transporte colectivo compuesto por el Tren Urbano, la Autoridad Metropolitana de Autobuses (AMA), Metrobús, carros públicos, trolleys municipales, minibuses, y el acuaexpreso. Todos estos sistemas se han unido con el propósito de aliviar la situación de congestión vehicular estableciendo un sistema de transportación eficiente, económico, cómodo y moderno para de esta forma mejorar el ambiente y la calidad de vida de todos. Este sistema se conoce como Alternativa de Transporte Integrado (ATI).

El Tren Urbano es el componente principal de este sistema colectivo. Este cuenta con 16 estaciones para un recorrido total de 10.7 millas. En su primera fase, la cual ya está en funcionamiento, el Tren Urbano cubre desde Bayamón hasta Sagrado Corazón.



Figura 1. Alineación del Tren Urbano

Siendo la espina dorsal del sistema de transportación colectiva en el AMSJ, el Tren Urbano tiene la capacidad de mover mayor cantidad de pasajeros que los demás sistemas que alimentan a éste. Aunque la demanda esperada de pasajeros por día no se ha alcanzado aún, el Tren Urbano espera aumentar los usuarios a sobre 100,000 diarios en los próximos 5 años. Para poder lograr llegar a este número es necesario encontrar una forma mediante la cual las personas vean este sistema como una alternativa real la cual les ahorrará tiempo y dinero al mismo tiempo que le provee comodidad y confiabilidad.

A través de toda el AMSJ encontramos guaguas de la AMA y Metrobús las cuales sirven como alimentadores al Tren Urbano. Si se observa con detenimiento la alineación del Tren Urbano y las rutas de las guaguas de la AMA y de Metrobus se observa en muchos casos que las rutas de estos sistemas corren paralelas en gran parte de su recorrido a la alineación del Tren Urbano. La idea principal es evaluar las rutas paralelas al Tren Urbano y reestructurar éstas de manera tal que se aumente la demanda de la espina dorsal del sistema.



DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

A medida que la tecnología evoluciona en el mundo dinámico que nos rodea, es indispensable que las compañías se vuelvan más competitivas aumentando su eficiencia, efectividad, productividad y calidad en los servicios que proveen. La clave para alcanzar el éxito radica en la integración de la innovación, la creatividad y la calidad.

Con esto en mente y el compromiso de ATI de proveer los más altos y exigentes niveles de servicio y calidad, la importancia de este proyecto es que el mismo busca introducir los beneficios de las aplicaciones de ingeniería civil en la coordinación de los componentes del transporte colectivo.

Se necesitan idear formas de utilizar los recursos que tenemos disponibles de una manera más eficiente buscando siempre lograr obtener un mejor servicio y comodidad para los usuarios. El problema principal con el Tren Urbano es que aunque es un sistema capaz de mover un gran número de pasajeros, actualmente no cuenta con el patrocinio esperado por parte de los habitantes. Necesitamos entonces desarrollar nuevas estrategias para promover su uso.

Buscando soluciones a esta situación nos encontramos entonces con el problema de redundancia entre sistemas. El Tren Urbano siendo el sistema troncal del transporte colectivo necesita de los demás sistemas que lo componen para que sirvan de alimentadores. Es por esto que nos interesa estudiar estas rutas y estudiar en que forma estas pueden ser reestructuradas de forma tal que continúen ofreciendo un servicio de forma excelente pero a su vez promuevan el uso del Tren Urbano. El objetivo del transporte colectivo no es el que un sistema resulte competencia para otro, sino que se complementen.

ENFOQUE

La AMA y Metrobús tienen varias rutas de guaguas que van, a través de su recorrido, paralelas a gran parte de la alineación del Tren Urbano. En esta investigación enfocaremos nuestro estudio a la ruta de Metrobús I la cual viaja paralela en casi todo el recorrido al Tren Urbano desde la estación Sagrado Corazón hasta Río Piedras.



Figura 2. Corredor San Juan – Río Piedras con Ruta Metrobús I

La Figura 2 muestra el corredor entre San Juan (Terminal Covadonga, marcado A) y Río Piedras (Terminal Capetillo, marcado B) con la alineación de la ruta Metrobús I (denominada M en el mapa). En la Figura también se puede observar las diferentes rutas de guaguas que circulan en este corredor así como las áreas cercanas. Las estrellas muestran la ubicación de las estaciones del Tren Urbano en el corredor de Santurce a Río Piedras.

OBJETIVOS

El propósito del estudio es calcular el impacto en la demanda que resultaría para el Tren Urbano y para Metrobús I cada una de las alternativas propuestas. El objetivo específico es obtener proyecciones de ocupancia para cada alternativa y seleccionar aquella que capte la mayor cantidad de usuarios, y por ende, produzca la mayor mejora para el Tren Urbano y Metrobús I. Para lograr el éxito de esta investigación se han establecido unos objetivos de estudio con el fin de enfocar nuestra búsqueda a ciertos puntos específicos.

- Estudiar mapa de Tren Urbano, AMA y Metrobús.
- Buscar información sobre la demanda del Tren Urbano.
- Buscar la demanda de Metrobús I.
- Calcular nivel de servicio, frecuencia y ocupancia, entre otros parámetros y variables.
- Generar alternativas a ser estudiadas.
- Hacer análisis de alternativas.
- Escoger la mejor alternativa y hacer recomendaciones.

Es importante señalar que este estudio tiene como propósito principal hacer una reestructuración de las rutas de guaguas que van a través de su recorrido paralelas a la alineación del Tren Urbano con el fin de aumentar la demanda del Tren Urbano, pero esto no implica que vamos a beneficiar a un sistema y perjudicar al otro. Es por esto que en la generación y evaluación de alternativas es muy importante tener en cuenta la importancia de ambos sistemas y buscar que de alguna manera ambos sistemas resulten beneficiados.



METODOLOGÍA

Para cumplir con los objetivos propuestos es necesario desarrollar un plan de actividades a llevar a cabo durante la investigación. Debido a el tiempo disponible para realizar esta investigación la misma ha sido limitada a el caso de Metrobús I. Para tomar la decisión de la ruta a ser estudiada se analizaron los mapas de las rutas de la AMA y Metrobús en conjunto con el mapa de la alineación del Tren Urbano y se observaron las rutas de mayor impacto.

Información de la demanda

Para poder realizar los cálculos necesarios que luego nos ayudarán a generar alternativas para el corredor Santurce – Río Piedras necesitamos obtener datos de demanda de ambos sistemas (Tren Urbano y Metrobús). Tenemos dos formas de obtener la información de la demanda de estos sistemas:

- 1) a través de ATI o de First Transit
- 2) mediante estudio de campo.

Análisis de Información

Una vez obtenida la información del número de pasajeros que suben y bajan de las guaguas, del tiempo de viaje, del tiempo entre paradas, entre otros, podemos realizar un análisis de los datos y los resultados que obtengamos de éstos.

Generación de Alternativas

Basado en los resultados del análisis de los datos podemos generar las alternativas y evaluar éstas para establecer las ventajas y desventajas de cada una y así poder seleccionar la que mejor cumple con los objetivos de ATI.

Para poder entender mejor la metodología a seguir se ha desarrollado un modelo gráfico de la misma:

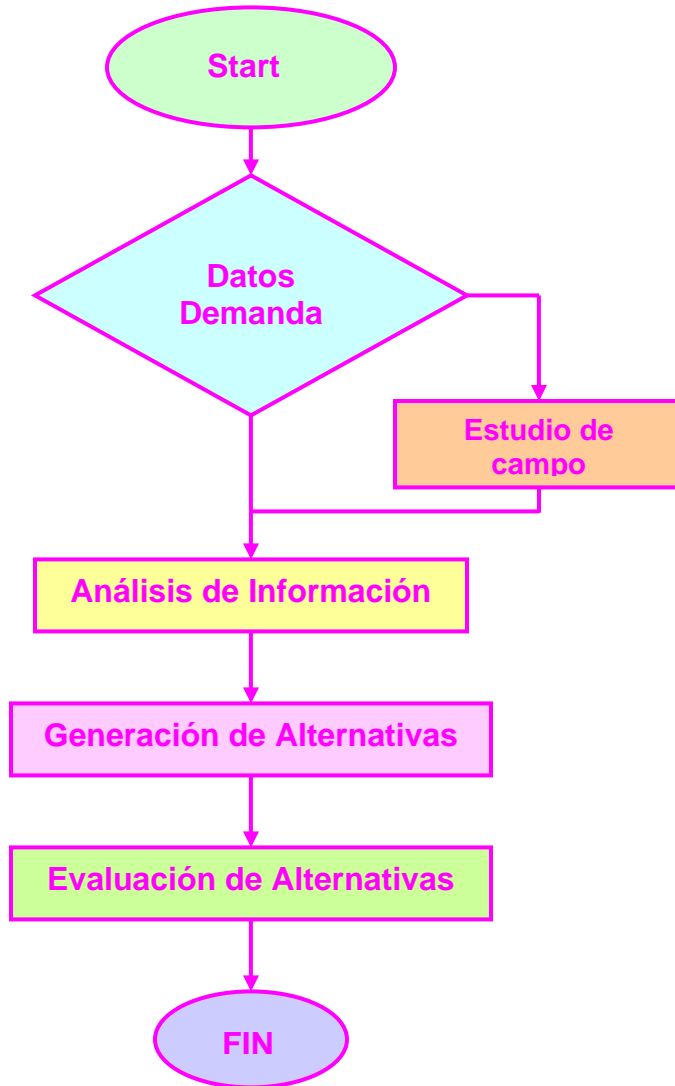


Figura 3. Diagrama de flujo: Metodología



ITINERARIO DE ACTIVIDADES

Con el propósito de realizar esta investigación de una manera organizada y cumplir con las fechas de entrega requeridas por el Programa de Desarrollo Profesional UPR-PUPR-ATI se ha diseñado un plan con las fechas de comienzo y las duraciones de cada actividad. De esta forma completaremos de forma satisfactoria y en el tiempo provisto esta investigación. Las mismas están sujetas a cambios de ser necesario durante el desarrollo de la investigación.

	Actividad	Nov	Dic	Enero	Feb	Marzo	Abril	Mayo
1	Desarrollo del tema de investigación							
2	Estudio de Rutas de Impacto							
3	Selección de Ruta a ser estudiada							
4	Estudio de Campo							
5	Análisis de datos recopilados							
6	Generación de Alternativas							
7	Evaluación de Alternativas							
8	Selección de la Mejor Alternativa							
9	Recomendaciones							

Durante toda la investigación se estará estudiando literatura que será de ayuda para este estudio, la cual influirá en los cálculos y las conclusiones.

Actividades adicionales como presentaciones y entrega de informe y poster son requisitos por parte del Programa y las fechas son:

30 de noviembre de 2005 – Entrega de Informe de Progreso

3 de diciembre de 2005 – Presentación Informe de Progreso

Finales de abril y mayo – Preparación, corrección de informe final y
 elaboración de Poster

Mayo – Entrega de Informe Final y Presentación

REVISIÓN DE LITERATURA

OPCIONES PARA LA RECOLECCIÓN DE DATA

Existen varias formas para posicionar personal y los recursos en el campo para la recolección de data.

1. “ride check”

Forma de recolectar data en el campo en la cual un observador está posicionado en la guagua a medida que recorre la ruta. Esta opción requiere un observador-hora para cada vehículo-hora por servicio.

2. “point check”

Un observador está al lado de la carretera y observa las guaguas cuando pasan.

Existen 4 tipos de point check:

1. “peak load check” - observador se encuentra en el punto de carga máxima de la ruta.
2. “undesigned point check” – el punto donde el observador se encuentra es mas flexible pero siempre dentro de un rango.
3. “multiple point check” – observadores localizados a cierto puntos seleccionados dentro de un espacio de tiempo.
4. endpoint check – observadores ubicados en un terminal.

3. “driver check”

El conductor u operador de la guagua recoge la data.

4. contadores automáticos

Las guaguas están equipadas con un sistema de contadores de pasajeros automáticos que detectan la subida y bajada de los pasajeros así como el tiempo desde que se abren hasta que se cierran las puertas de la guagua. (APC's)

TIPOS DE CONTEO Y LECTURAS

- “on/off count” es una recopilación de los pasajeros que suben y bajan en cada parada y el tiempo de llegada a las paradas. De este se puede determinar la carga entre cada parada, por lo que la carga real en cada viaje puede ser determinada así como la localización del punto de carga máxima. En algunos casos puede ser determinada por la cantidad de personas que pagan la tarifa. Si tenemos la distancia en millas entre cada parada consecutiva se puede determinar o medir pasajeros-millas.
- “boarding counts” – recopilación de pasajeros abordando por cada categoría de tarifa existente. Usualmente es recopilado por los conductores y la data recopilada normalmente es por viaje y no por parada. Para los conductores es más fácil ver el tipo de tarifa o la forma de pago que utilizan las personas.
- “load count” – recopilada por los “point checks”. Es la medida de el número de pasajeros a bordo al momento que una guagua llega o sale de una parada. También se mide el tiempo en la parada de la guagua y el comportamiento de las personas al llegar a esa parada (cuantas se suben y cuantas se bajan).
- “farebox reading” – esto se utiliza cuando las guaguas están equipadas con este sistema. Este mantiene el total de dinero colectado en una guagua. Usualmente se toma al principio y al final del día.
- Transfer counts – es el conteo de el número de boletos de transferencia usados por los pasajeros para entre guaguas o entre diferentes sistemas de transportación colectiva.
- Conteo de rutas origen-destino (“O-D count”) (“route origin-destination count”) – conteo especializado que mide el número de pasajeros que van de un punto a otro de la ruta.



- “Passenger surveys” – usado para obtener información directamente de los pasajeros.

Preguntas típicas incluyen:

- ruta en la cual la encuesta fue administrada
- tarifa que pago
- otras rutas usadas durante el viaje
- medio por el cual llego a la parada y distancia que tuvo que recorrer
- origen y destino
- propósito del viaje
- hora del día del viaje
- frecuencia con que usa la guagua
- edad y sexo
- ocupación o nivel social
- disponibilidad de auto privado

METROBÚS I

La ruta Metrobús I comenzó a operar en octubre de 1991. La Autoridad de Carreteras y Transportación (ACT) contrató a la compañía Motor Coach Inc. para operar esta ruta. Hoy día esta compañía se conoce como First Transit.

Metrobús I es un sistema de ruta fija, a esto nos referimos a la operación donde una serie de vehículos se mueven entre un punto inicial y un punto final (terminales), y viceversa. Durante este recorrido hacen una serie de paradas fijas para dejar y recoger pasajeros. En esta ruta los pasajeros se pueden dejar y recoger también en el terminal.

La trayectoria de Metrobús I se extiende desde el Terminal Capetillo en Río Piedras hasta el Terminal Covadonga en el Viejo San Juan. Metrobús I utiliza carriles exclusivos en las Avenidas Fernández Juncos, Muñoz Rivera y Ponce de León. El recorrido ida y vuelta es de aproximadamente 15.3 millas.



Figura 4. Guagua de Metrobús I

De la página electrónica del Departamento de Transportación y Obras Públicas obtuvimos que, el tiempo de viaje en cada dirección de esta ruta varía entre 31 y 41 minutos por dirección y su intervalo es de 6-7 minutos los Lunes a Viernes, de 12-15 minutos los sábados y las noches y de 12-20 minutos los domingos y los días feriados.

PROGRESO ALCANZADO

En esta sección se presenta hasta que punto ha avanzado el estudio una vez transcurrido el primer semestre del periodo de investigación. Las actividades se han realizado de acuerdo al itinerario de actividades antes presentado.

Actividad 1: Desarrollo de Tema de Investigación

El proceso de desarrollo de tema de investigación tomó aproximadamente una semana. Se establecieron los puntos de mayor preocupación, y dado el interés en ayudar a ATI a mejorar la coordinación existente entre los componentes del sistema de transporte colectivo se analizaron los aspectos que podrían estar influyendo más en el pobre patrocinio que la ciudadanía le está dando al Tren Urbano. Es allí donde nos percatamos que la redundancia entre sistemas es un factor muy significativo el cual se necesita atender.

Actividad 2: Estudio de Rutas de Impacto

Actividad 3: Selección de Ruta a ser estudiada

Se estudiaron los mapas de las rutas de la AMA y Metrobús, así como el mapa de la alineación del Tren Urbano para conocer las áreas que sirven cada uno de estos sistemas por separado. Luego estudiamos el mapa de AMA, Metrobús y Tren Urbano el cual presenta las rutas de los tres sistemas en conjunto. Observando sus rutas y los puntos estratégicos que sirven seleccionamos las rutas que mas impacto tienen en el tema bajo estudio y se seleccionó la ruta a ser estudiada.

Actividad 4: Estudio de campo

Parte esencial para cumplir con los objetivos del estudio es obtener información acerca de la demanda de ambos sistemas.

Se comenzó el estudio de campo que está programado para los meses de noviembre a febrero. El estudio se enfocó en recopilar datos de Metrobús I.

Como se explica en la información provista en la sección de Revisión de Literatura existen varios métodos de recopilar datos en estudios de campo. Para propósito de este estudio se utilizaron “ride checks” y “point checks”. Los tipos de conteo y lecturas que se utilizaron fueron: “on/off count” y “load count”.

En este estudio se seleccionó un día típico y se recopilaron datos de subida y bajada de pasajeros, así como los tiempos entre paradas de una guagua. También se tomaron datos en la parada de subidas y bajadas y de tiempos entre vehículos de la ruta.



Figura 5. Foto día de estudio de campo

Actividad 5: Análisis de Datos Recopilados

A medida que se va realizando el estudio de campo se van realizando los cálculos y el análisis de los mismos para que una vez culminado el proceso de estudio de campo ya tengamos claras las ideas y podamos detectar ciertos factores que nos ayudarán en el proceso de generación de alternativas. Los datos y resultados obtenidos del estudio de campo realizado se presentan a continuación.

ESTUDIO DE CAMPO

A continuación se muestra una foto aérea de la ruta Metrobús I la cual fue recorrida dos veces en este día de campo, por la mañana (am) y por la tarde (pm).



Figura 6. Foto aérea de ruta Metrobús I



Recorrido #1 AM

Fecha: **Jueves 17 de noviembre de 2005**

Recorrido Completo - HR @ SJ @ RP @ HR

Hora comienzo: **7:30 am**

Hora final: **9:13 am**

Tiempo total de viaje = **103 minutos**

"Ride checks" – "on/off count"

Número de pasajeros al llegar a la Parada Hato Rey = **40**

Parada	Pax Suben	Pax Bajan	Subida Acum	Bajada Acum	ocupancia
Hato Rey	6	2	46	2	44
1	2	0	48	2	46
2	10	3	58	5	53
3	2	1	60	6	54
4	0	1	60	7	53
5	5	0	65	7	58
6	0	5	65	12	53
7	3	10	68	22	46
8	8	1	76	23	53
9	0	8	76	31	45
10	2	5	78	36	42
11	3	4	81	40	41
12	3	1	84	41	43
13	0	2	84	43	41
14	0	7	84	50	34
15	0	1	84	51	33
16	2	8	86	59	27
17	1	2	87	61	26
18	0	0	87	61	26
19	0	0	87	61	26
20	0	1	87	62	25
21	0	1	87	63	24
22	0	3	87	66	21
23	0	3	87	69	18
Terminal Covadonga	0	18	87	87	0

Recorrido desde Hato Rey hasta el Terminal Covadonga 7:30 am – 7:59 am

Tiempo en el Terminal Covadonga hasta la próxima guagua 7:59 am – 8:06 am

Recorrido desde el Terminal Covadonga a Terminal Capetillo 8:06 am – 8:51am

Parada	Pax Suben	Pax Bajan	Subida Acum	Bajada Acum	ocupancia
Terminal Covadonga	18	0	18	0	18
1	0	1	18	1	17
2	1	0	19	1	18
3	2	1	21	2	19
4	0	0	21	2	19
5	2	0	23	2	21
6	2	1	25	3	22
7	2	1	27	4	23
8	0	1	27	5	22
9	3	0	30	5	25
10	0	1	30	6	24
11	1	1	31	7	24
12	3	6	34	13	21
13	2	2	36	15	21
14	2	1	38	16	22
15	1	0	39	16	23
16	3	3	42	19	23
17	3	2	45	21	24
18	4	1	49	22	27
19	2	0	51	22	29
20	8	2	59	24	35
21	6	4	65	28	37
22	2	0	67	28	39
23	2	0	69	28	41
24	0	3	69	31	38
25	2	2	71	33	38
26	0	6	71	39	32
27	2	2	73	41	32
28	1	1	74	42	32
29	0	7	74	49	25
30	0	1	74	50	24
31	0	3	74	53	21
32	0	1	74	54	20
33	0	1	74	55	19
34	0	5	74	60	14
35	0	4	74	64	10
Terminal Capetillo	0	10	74	74	0



Tiempo en el Terminal Capetillo hasta la próxima guagua 8:51am – 8:52 am

Recorrido Terminal Capetillo @ Terminal Hato Rey 8:52am - 9:13am

Parada	Pax Suben	Pax Bajan	Subida Acum	Bajada Acum	ocupancia
Terminal Capetillo	24	0	24	0	24
1	1	0	25	0	25
2	0	0	25	0	25
3	2	0	27	0	27
4	2	0	29	0	29
5	0	0	29	0	29
6	0	3	29	3	26
7	2	1	31	4	27
8	1	3	32	7	25
9	3	1	35	8	27
10	1	0	36	8	28
11	0	0	36	8	28
12	1	1	37	9	28
Parada Hato Rey	3	2	40	11	29

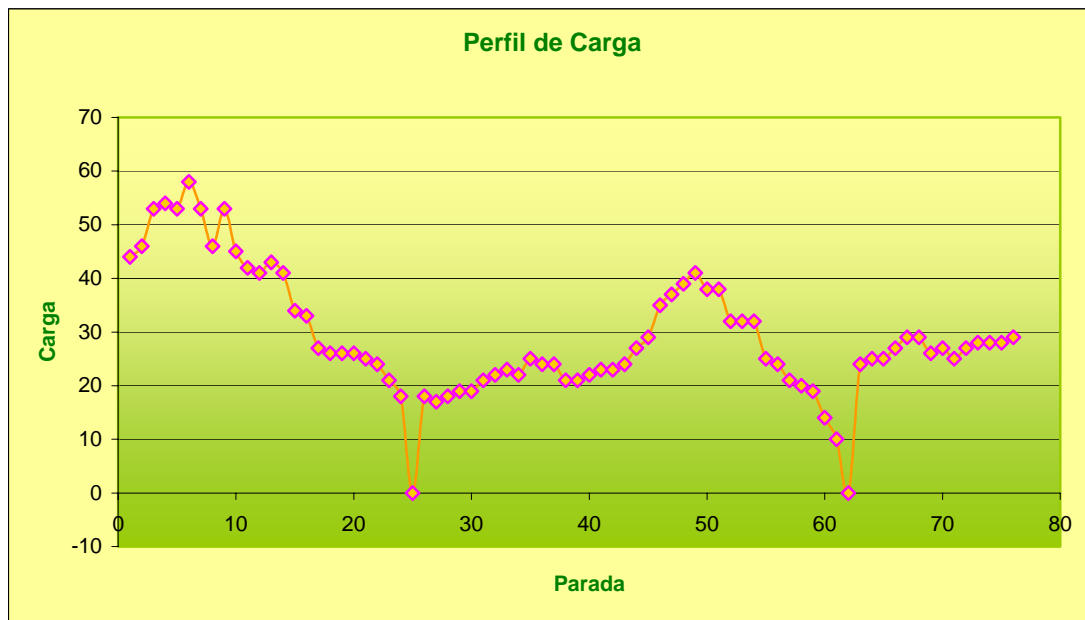
Estos datos fueron recopilados utilizando el método de “ride check” donde el observador o persona a cargo está posicionado en la guagua a medida que ésta recorre la ruta. En el campo se recogieron los datos del número de paradas, los tiempos y el número de pasajeros que subían y bajaban en cada parada (“on/off count”). Estos datos corresponden a las columnas 1 al 3 de las tablas presentadas. En las columnas 4 y 5 se encuentran las subidas y bajadas acumuladas las cuales son útiles para obtener la ocupancia de las guaguas que se encuentra en la columna 6.

Diagrama de Carga

Haciendo uso de los de la ocupancia de las guaguas entre paradas se puede graficar un Diagrama de Carga de la ruta. El mismo se muestra a continuación y en el podemos observar el punto de carga máxima así como el comportamiento de los pasajeros en cada parada. Los puntos donde la carga es cero corresponden a los Terminales.

De la gráfica podemos observar que la carga máxima es de 58 pasajeros en la parada 5.

Ruta Metrobús I – AM



Recorrido #2 PM

Fecha: **Jueves 17 de noviembre de 2005**

Hora comienzo **2:25pm**

Hora final **4:07pm**

Tiempo de viaje = **102 min**

Número de pasajeros al llegar a la Parada Hato Rey = **29**

Parada	Pax Suben	Pax Bajan	Subida Acum	Bajada Acum	ocupancia
Hato Rey	29	0	29	0	29
1	1	0	30	0	30
2	2	0	32	0	32
3	3	5	35	5	30
4	8	1	43	6	37
5	2	2	45	8	37
6	1	0	46	8	38
7	1	0	47	8	39
8	2	0	49	8	41
9	5	6	54	14	40
10	1	4	55	18	37
11	1	0	56	18	38
12	3	0	59	18	41
13	0	2	59	20	39
14	1	2	60	22	38
15	1	6	61	28	33
16	2	2	63	30	33
17	0	7	63	37	26
18	0	1	63	38	25
19	0	2	63	40	23
20	0	0	63	40	23
21	2	0	65	40	25
22	0	2	65	42	23
23	14	0	79	42	37
24	0	2	79	44	35
25	0	1	79	45	34
Terminal Covadonga	0	34	79	79	0

Recorrido desde Hato Rey hasta el Terminal Covadonga 2:25 pm – 2:58 pm

Tiempo en el Terminal Covadonga hasta la próxima guagua 2:59 pm – 2:59 pm

Recorrido desde el Terminal Covadonga a Terminal Capetillo 2:59 pm – 3:45pm

Parada	Pax Suben	Pax Bajan	Subida Acum	Bajada Acum	ocupancia
Terminal Covadonga	22	0	22	0	22
1	4	0	26	0	26
2	15	0	41	0	41
3	1	0	42	0	42
4	0	0	42	0	42
5	0	0	42	0	42
6	2	0	44	0	44
7	6	1	50	1	49
8	9	2	59	3	56
9	10	1	69	4	65
10	4	2	73	6	67
11	1	8	74	14	60
12	6	1	80	15	65
13	5	4	85	19	66
14	0	2	85	21	64
15	15	4	100	25	75
16	4	0	104	25	79
17	6	2	110	27	83
18	6	0	116	27	89
19	1	1	117	28	89
20	10	3	127	31	96
21	3	6	130	37	93
22	0	3	130	40	90
23	0	2	130	42	88
24	0	2	130	44	86
25	0	2	130	46	84
26	0	2	130	48	82
27	0	1	130	49	81
28	1	1	131	50	81
29	0	2	131	52	79
30	1	2	132	54	78
31	0	3	132	57	75
32	0	9	132	66	66
33	0	5	132	71	61
34	0	14	132	85	47
Terminal Capetillo	0	47	132	132	0

Tiempo en el Terminal Capetillo hasta la próxima guagua 3:45 pm – 3:50 pm



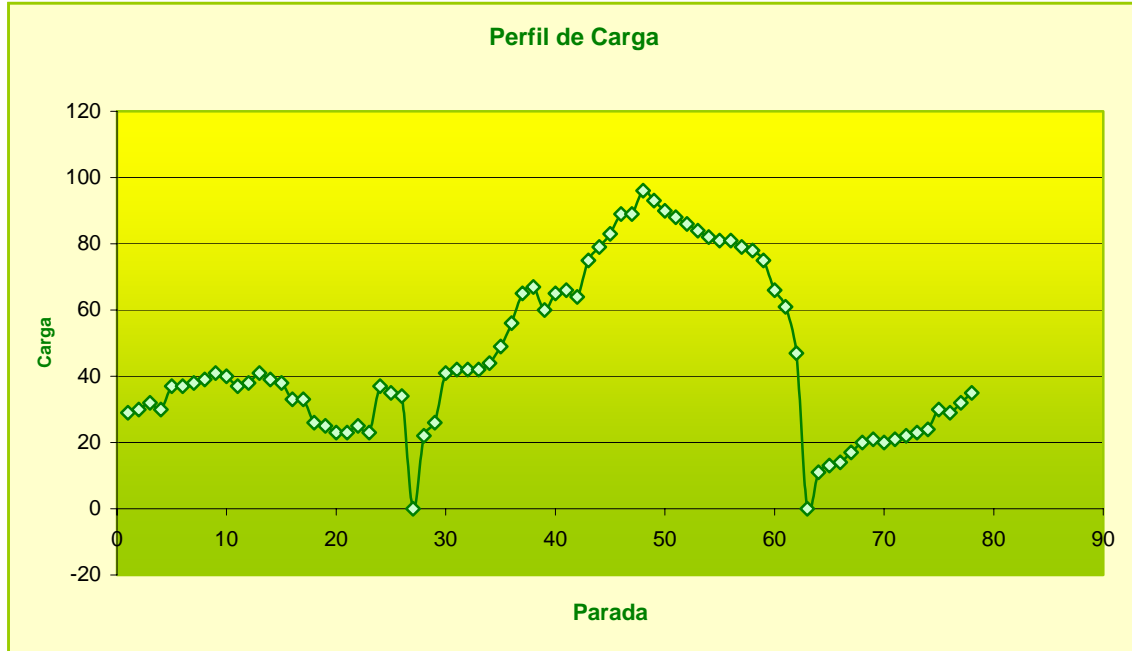
Recorrido Terminal Capetillo a Terminal Hato Rey 3:50 pm - 4:07 pm

Parada	Pax Suben	Pax Bajan	Subida Acum	Bajada Acum	ocupancia
Terminal Capetillo	11	0	11	0	11
1	2	0	13	0	13
2	1	0	14	0	14
3	4	1	18	1	17
4	3	0	21	1	20
5	1	0	22	1	21
6	0	1	22	2	20
7	1	0	23	2	21
8	2	1	25	3	22
9	1	0	26	3	23
10	2	1	28	4	24
11	6	0	34	4	30
12	0	1	34	5	29
13	3	0	37	5	32
Hato Rey	4	1	41	6	35

Estos datos fueron recopilados utilizando el método de “ride check” donde el observador o persona a cargo está posicionado en la guagua a medida que ésta recorre la ruta. En el campo se recogieron los datos del número de paradas, los tiempos y el número de pasajeros que subían y bajaban en cada parada (“on/off count”). Estos datos corresponden a las columnas 1 al 3 de las tablas presentadas. En las columnas 4 y 5 se encuentran las subidas y bajadas acumuladas las cuales son útiles para obtener la ocupancia de las guaguas que se encuentra en la columna 6.

Diagrama de Carga

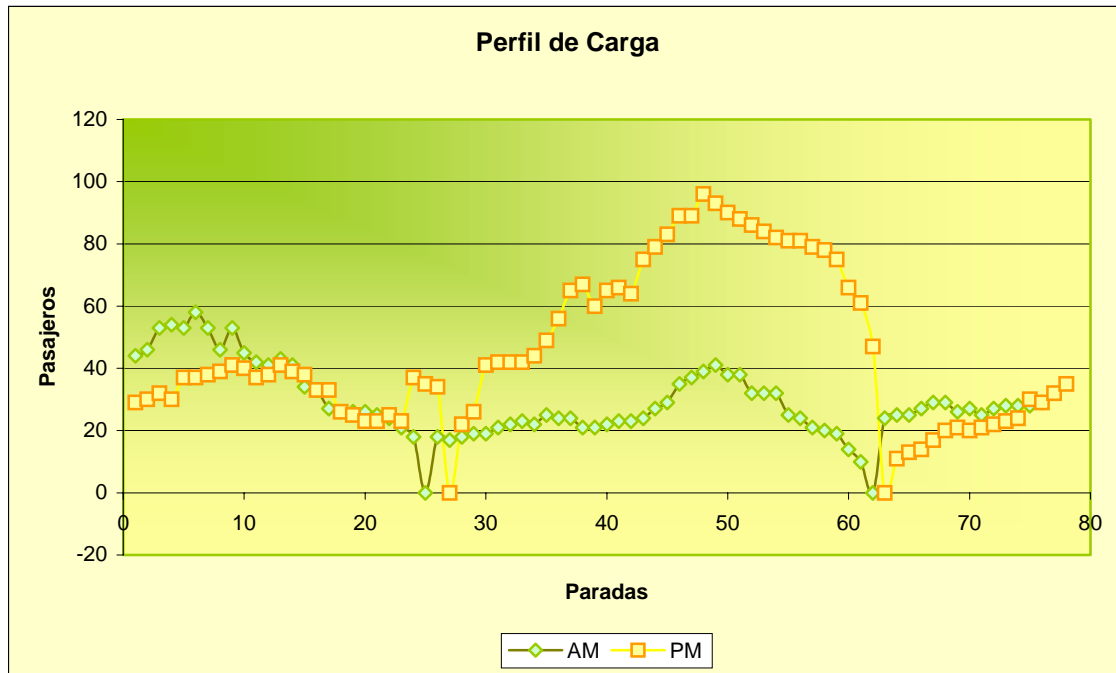
Ruta Metrobús I – PM



De esta gráfica podemos observar el número de pasajeros que había a través de la ruta dentro de la guagua. Se puede observar el punto de carga máxima y los momentos en que la guagua llega a un Terminal ya que la carga es cero.

Diagrama de Carga

Podemos también comparar la carga de esta ruta en horas de la mañana y horas de la tarde observando la siguiente gráfica.



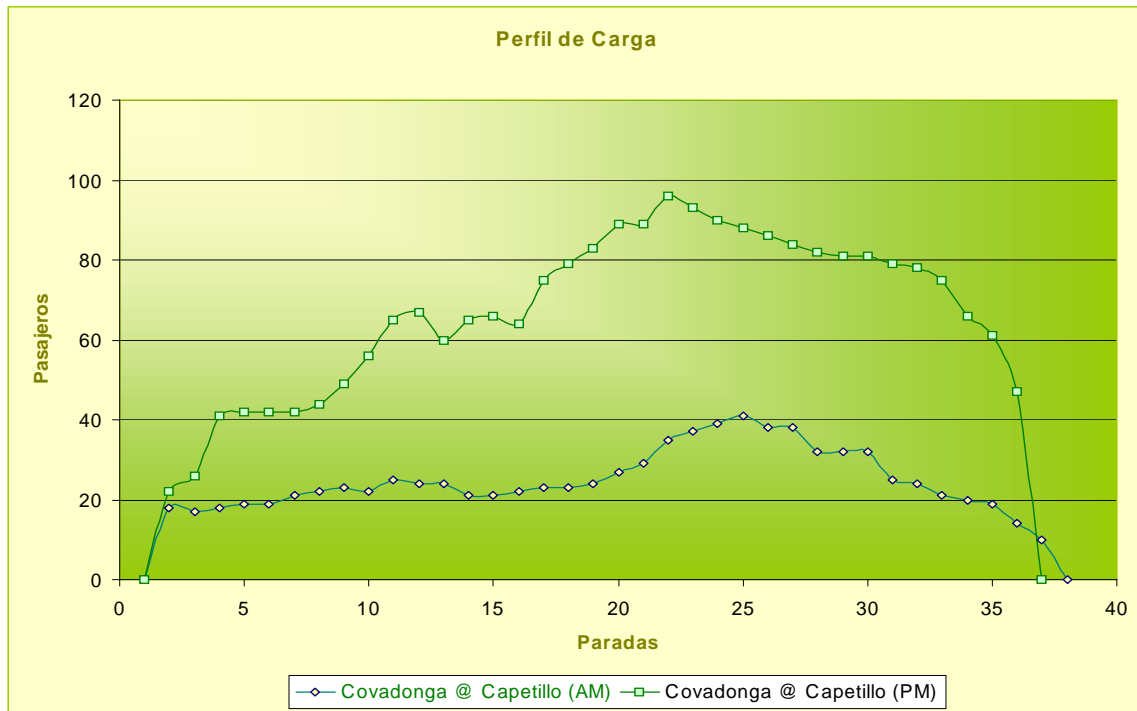
Observando este diagrama notamos que el número de paradas que hace cada guagua es diferente para cada recorrido, esto de acuerdo a las necesidades de los usuarios. Hay paradas donde nadie va a subir a la guagua y nadie va a bajar por lo que el operador no hace la parada.

Podemos notar que la demanda por las tardes es mayor que en la mañana.



La distancia de viaje entre el Terminal Covadonga y el Terminal Capetillo en esta misma dirección es aproximadamente 7.52 millas. La gráfica a continuación muestra el perfil de carga para esta dirección para horas de la mañana y horas de la tarde.

En este gráfico también podemos observar que la demanda es mayor del Terminal Covadonga al Terminal Capetillo por la tarde.





Estudio de Campo: “Point Check” - “on/off count” y “load count”

Parada Hato Rey

Horario: 7:20am – 1:20pm

Guagua	Puertas		# Pasajeros antes de abrir puertas	Pasajeros		Observaciones
	abren	cierran		suben	bajan	
MI		7:20	30	0	0	
MI	7:28:19	7:28:54	30	2	1	
MI	7:36:42	7:37:00	35	3	0	
MI	7:44:43	7:45:18	43	8	0	
MI	7:51:55	7:52:15	30	4	0	
MI	8:00:08	8:00:35	14	3	0	
MI	8:05:56	8:06:03	26	1	0	
MI	8:14:17	8:14:31	30	3	0	
MI	8:22:17	8:22:45	25	4	0	
MI	8:34:10	8:34:23	45	2	0	
MI	8:40:18	8:40:29	35	2	0	
MI	8:56:30	8:56:40	25	0	0	No se detuvo
MI	8:56:30	8:56:55	6	2	0	
MI	9:02:13	9:02:29	30	0	3	
MI	9:12:16	9:12:56	25	3	2	
MI	9:17:00	9:17:23	17	0	1	
MI	9:24:19	9:24:37	20	3	1	
MI	9:35:18	9:35:30	25	2	2	
MI	9:41:19	9:41:30	12	2	0	
MI	9:56:13	9:56:33	18	4	1	
MI	9:59:06	9:59:26	12	0	1	
MI	10:01:15	10:01:22	17	2	0	
MI	10:20:55	10:21:26	35	5	3	
MI	10:21:30	10:21:30	20	0	0	No se detuvo
MI	10:30:30	10:30:51	19	3	1	
MI	10:36:25	10:36:37	12	1	0	
MI	10:41:26	10:41:34	16	1	0	
MI	10:50:32	10:51:13	29	6	0	
MI	10:59:20	10:59:27	42	2	0	
MI	10:59:28	10:59:28	25	0	0	No se detuvo



Guagua	Puertas		# Pasajeros antes de abrir puertas	Pasajeros		Observaciones
	Abren	cierran		suben	bajan	
MI	11:20:40	11:20:40	A capacidad	0	0	No se detuvo
MI	11:25:26	11:25:49	21	5	0	
MI	11:34:44	11:35:07	35	2	0	
MI	11:39:21	11:39:30	10	1	0	
MI	11:43:07	11:43:18	15	1	1	
MI	12:12:57	12:13:29	A capacidad	1	0	
MI	12:18:45	12:19:06	30	3	1	
MI	12:23:58	12:23:04	10	1	0	
MI	12:33:03	12:29:00	38	1	2	
MI	12:36:59	12:37:29	30	0	0	
MI	1:00:10	1:00:41	A capacidad	6	1	
MI	1:04:06	1:04:11	8	1	0	
MI	1:13:41	1:13:56	35	3	0	
MI	1:14:02	1:14:02	0	0	0	No se detuvo

Cálculo de frecuencia

Tiempo = 6 horas

vehículos = 44

Frecuencia = veh/hr

Frecuencia = 44 veh / 6horas

Frecuencia = 7.33 veh/hr



Parada Hato Rey
 Horario: **2:15 pm – 5:00 pm**

Guagua	Puertas		# Pasajeros antes de abrir puertas	Pasajeros		Observaciones
	Abren	cierran		suben	bajan	
MI	2:15:00	2:15:48	12	0	0	
MI	2:25:48	2:25:59	20	0	0	
MI	2:53:14	2:53:36	30	0	1	
MI	2:53:21	2:53:38	35	0	0	
MI	2:55:36	2:55:36	2	0	0	No se detuvo
MI	2:55:59	2:55:59	2	0	0	No se detuvo
MI	3:27:53	3:28:00	40	0	1	
MI	3:28:21	3:28:21	35	0	0	No se detuvo
MI	3:37:12	3:38:10	16	10	0	
MI	3:40:04	3:40:19	15	3	0	
MI	3:56:34	3:56:53	45	5	0	
MI	4:06:02	4:06:21	35	2	0	
MI	4:13:06	4:13:27	35	3	0	
MI	4:27:46	4:27:56	35	2	0	
MI	4:46:00	4:46:48	50	6	3	
MI	4:50:00	4:50:04	14	1	0	
MI	4:59:42	4:59:54	40	2	0	

Cálculo de frecuencia

Tiempo = 2 horas 45 minutos

vehículos = 17

Frecuencia = veh/hr

Frecuencia = 17 veh / 2.75 horas

Frecuencia = 6.18 veh/hr



PASOS A SEGUIR

La investigación continuará según se estableció en el itinerario presentado anteriormente.

Los datos de la demanda se están intentando obtener directamente de ATI o de First Transit, compañía encargada de Metrobús I. De no conseguirse, o de ellos no tener la información que se necesita para este estudio, se utilizarán los datos obtenidos mediante estudios de campo. Continuaremos realizando estudios de campo diferentes días hasta el mes de febrero.

Se continuarán analizando los datos obtenidos y realizando todos los cálculos posibles y necesarios con la información recopilada para poder pasar a las próximas actividades.

	Actividad	Dic	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
1	Revisión de Literatura						
2	Estudio de Campo						
3	Análisis de datos recopilados						
4	Generación de Alternativas						
5	Evaluación de Alternativas						
6	Selección de la Mejor Alternativa						
7	Recomendaciones						



REFERENCIAS

Departamento de Transportación y Obras Públicas

<http://www.dtop.gobierno.pr>

Transit Capacity and Quality of Service Manual, 2nd Edition

<http://www.trb.org>

Transit Data Collection Design Manual, Multisystems, Inc.,
June 1985, pag.19-38.

Autoridad Metropolitana de Autobuses

<http://www.dtop.gov.pr/ama/ama.htm>



RECONOCIMIENTOS

- Dr. Didier Valdés – Profesor Programa UPR-PUPR-ATI
- Dr. Sergio González – Profesor Dpto. Ingeniería Civil UPRM
- Dr. Jaime Gutiérrez – Profesor Programa UPR-PUPR-ATI
- Dr. Benjamín Colucci – Director del Programa UPRM-PUPR-ATI
- Ing. Gisela González – Asistente Coordinador Programa UPR-PUPR-ATI