



GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO  
MUNICIPAL DE GUAYAQUIL  
AUTORIDAD DE TRÁNSITO MUNICIPAL DE  
GUAYAQUIL – ATM



ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE UN SISTEMA DE  
TRANSPORTE MASIVO ALTERNATIVO PARA LA CIUDAD DE  
GUAYAQUIL  
TRANSPORTE AEREO SUSPENDIDO - AEROVÍA

## Resumen ejecutivo

Guayaquil, 1 de junio del 2015

## CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN .....	5
1.1.	OBJETIVOS Y ORGANIZACIÓN DEL PRESENTE ESTUDIO .....	5
1.2.	CONTENIDO DEL INFORME .....	8
2.	FASE 1: DIAGNÓSTICO .....	9
2.1.	ELEMENTOS DE DIAGNOSTICO .....	9
2.1.1.	Área del proyecto .....	9
2.1.2.	Desarrollo del transporte .....	12
2.2.	IDENTIFICACIÓN DE LOS POTENCIALES, RETOS Y DESAFÍOS .....	17
2.3.	OBJETIVOS DE PROYECTO DE TRANSPORTE AÉREO SUSPENDIDO .....	19
2.4.	CONCLUSIONES DEL DIAGNÓSTICO .....	21
3.	FASE 1: ELECCIÓN DEL ESCENARIO DE ALTERNATIVAS DE PROYECTO .....	21
3.1.	TECNOLOGÍAS DE TRANSPORTE AÉREO-SUSPENDIDO .....	22
3.2.	PARÁMETROS DE ANÁLISIS PROSPECTIVO Y DEFINICIÓN DE LOS ESCENARIOS .....	25
3.3.	EVALUACIÓN MULTI-CRITERIOS DE LOS ESCENARIOS Y RECOMENDACIONES .....	26
3.4.	METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DEL PROYECTO .....	29
3.5.	CONSOLIDACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE TRAZADO .....	29
3.6.	ESTIMACIÓN DE DEMANDA PARA LAS ALTERNATIVAS ESCOGIDAS .....	33
3.7.	DEFINICIÓN TÉCNICA DE LAS ALTERNATIVAS SELECCIONADAS .....	36
3.7.1.	Requerimientos funcionales del sistema AEROVÍA de Guayaquil .....	36
3.7.2.	Principios generales para el diseño de las estaciones .....	36
3.7.3.	Propuestas de inserción para las estaciones del proyecto .....	39
3.7.4.	Oferta estimada .....	52
3.7.5.	Operación y mantenimiento .....	55
3.7.6.	Seguridad de la operación .....	56
3.7.7.	Impactos del proyecto .....	57
4.	FASE 3: ESTUDIO FINANCIERO Y SOCIOECONÓMICO .....	58
4.1.	DATOS DE ENTRADA E HIPÓTESIS COMUNES .....	59
4.1.1.	Cronograma de implementación del proyecto .....	59
4.1.2.	Periodo de evaluación .....	59
4.1.3.	Costos y calendario de inversión inicial .....	59
4.1.4.	Costos de operación .....	64
4.1.5.	Ingresos operacionales .....	65
4.2.	ANÁLISIS FINANCIERO DEL PROYECTO .....	66
4.2.1.	Objetivo del análisis .....	66
4.2.2.	Escenario de modelo institucional-financiero escogido .....	66
4.2.3.	Resultados de la evaluación global .....	67
4.2.4.	Resultados de análisis financiero .....	71
4.3.	ANÁLISIS SOCIOECONÓMICO DEL PROYECTO .....	74
5.	CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES .....	76

## CONTENIDO DE ILUSTRACIONES

Figura 1 : Ilustración esquemática de las fases del presente estudio.....	7
Figura 2 : Malecón 2000 .....	12
Figura 3 : Sistema Metrovía de la Ciudad de Guayaquil.....	13
Figura 4 : Buses Convencionales.....	14
Figura 5 : Mapa de la oferta y la demanda de transporte.....	17
Figura 6 : Telecabinas Monocable de Vin Pearl – Vietnam.....	23
Figura 7 : Áreas de enfoque de la evaluación multi-criterio .....	27
Figura 8 : Calificación de los escenarios de escenarios en la evaluación de referencia ....	27
Figura 9 : Evaluación de referencia - Peso de las áreas.....	28
Figura 10 : Metodología para la definición técnica del proyecto .....	29
Figura 11 : Alternativa 3 .....	30
Figura 12 : Alternativa 4 .....	30
Figura 13 : Alternativa 13 .....	31
Figura 14 : Alternativa 19 .....	31
Figura 15 : Alternativa 20 .....	31
Figura 16 : Alternativa 21 .....	32
Figura 17 : Alternativa 22 .....	32
Figura 18 : Alternativa 23 .....	32
<i>Figura 19 : Demanda estimada por las alternativas de primera etapa (tarifa de 60 centavos).....</i>	<i>33</i>
<i>Figura 20 : Carga en hora pico para la Alternativa 23 – Año 2020 - Tarifa de 60 centavos .....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 21 : Carga en hora pico para la Alternativa 21 – Año 2020 - Tarifa de 60 centavos.....</i>	<i>35</i>
Figura 22: Esquema de principio de una estación intermediaaria.....	39
<b>Figura 23: Entorno urbano para la estación “Samborondón” .....</b>	<b>40</b>
Figura 24: Línea alimentadora de Samborondón .....	41
<b>Figura 25: Implantación y funcionamiento de la estación “Samborondón” .....</b>	<b>42</b>
<b>Figura 26: Entorno urbano para la estación “Centro Cultural Simón Bolívar” .....</b>	<b>43</b>
<b>Figura 27: Implantación y funcionamiento de la estación “Centro Cultural Simón Bolívar” – Opción 2 .....</b>	<b>44</b>
<b>Figura 28: Entorno urbano para la estación “Avenida Quito” .....</b>	<b>45</b>
<b>Figura 29: Implantación y funcionamiento de la estación “Julian Coronel” .....</b>	<b>45</b>
<b>Figura 30: Entorno urbano para la estación “Parque Centenario” .....</b>	<b>46</b>

Figura 31: Vista de la estación “Parque centenario” desde el Sur Este.....	47
Figura 32: Implantación y funcionamiento de la estación “Parque Centenario”.....	48
Figura 33: Vista de la estación “Parque centenario” desde el Norte.....	48
Figura 34: Planos funcionales de la estación “Parque centenario” .....	49
Figura 35: Entorno urbano para la estación “Durán”.....	50
Figura 232: Líneas Alimentadoras para la estación Durán .....	51
Figura 36: Implantación y funcionamiento de la estación “Durán” .....	52
Figure 234 : Tiempos de recorrido por sección para la alternativa 23, con sistema de Monocable.....	54
Figure 235 : Tabla de los tiempos de recorrido entre estaciones para la alternativa 23, con sistema de Monocable .....	54
Figura 39: Distancias de sobrevuelo y gálibos para una red vial o edificios .....	58
Figura 40 : Alternativa 23 – Sistema de Monocable .....	61
Figura 41 : Alternativa 21 – Sistema de Monocable .....	61
Figura 42 : Desglose de los costos de inversión de las alternativas 21 y 23 por rubros ...	63
Figura 43 : Desglose de los costos de inversión de las alternativas 21 y 23 por rubros de construcción .....	63
Figura 44 : Costos de operación y mantenimiento para la alternativa 23 (hipótesis de inflación baja).....	64
Figura 45 : Modelo institucional financiero.....	67
Figura 47 : Tabla comparativa de indicadores financieros .....	68
Figura 46 : Alternativa 23 – Caja de flujo del proyecto (tarifa de 75 centavos).....	69
Figura 47 : Alternativa 23 – Excedente Bruto de explotación del proyecto (tarifa de 75 centavos) .....	69
Figura 48 : Alternativa 23 – Excedente Neto de explotación del proyecto (tarifa de 75 centavos) .....	70
Figura 49 : Flujo de caja – Base case – 75 centavos.....	74
Figura 52 : Alternativa 23 .....	76
Figura 53 : Alternativa 21 .....	76

# 1. Introducción

La Ilustre Municipalidad de Guayaquil a través del portal de compras públicas contrató a la Empresa A&V Consultores Cía. Ltda. para la elaboración del “ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE MASIVO ALTERNATIVO PARA LA CIUDAD DE GUAYAQUIL: TRANSPORTE AEREO SUSPENDIDO”, el mismo que ha sido desarrollado dentro de las condiciones contractuales y cumplido dentro de los plazos establecidos. El trabajo ha sido realizado por consultores ecuatorianos con el apoyo de la empresa SYSTRA en la modelación y estimación de demanda.

## 1.1. Objetivos y organización del presente estudio

El estudio tiene dos objetivos principales:

- Identificar un proyecto de transporte aéreo suspendido que permita responder a las más urgentes necesidades de movilización de la población. El estudio se basó en la revisión y actualización de los datos de movilidad disponibles, así como también en trabajos de campo que posteriormente fueron sistematizados y analizados mediante modelos de demanda de transporte.
- Sobre la base de la estimación de la demanda y de los costos de inversión, mantenimiento y operación del sistema el presente estudio ha establecido la factibilidad técnica, económica, financiera de la alternativa seleccionada.

El trabajo se desarrolló en tres fases:

- Fase 1: Diagnóstico y elección de proyecto

Se realizó un análisis de la situación actual con definición de los escenarios de diferentes alternativas, y finalmente el estudio y análisis de los escenarios para mediante matrices de multicriterio establecer las más adecuadas para la ciudad de Guayaquil.

Esta fase presentó un análisis del territorio y una descripción de los estudios realizados, con el objetivo de definir los escenarios de alternativas más convenientes para el proyecto.

También se realizó el análisis de alternativas del proyecto en función de una estimación preliminar de la demanda de pasajeros, de los costos de construcción, operación y mantenimiento; así como otros criterios más cualitativos.

Al final de esta fase, se escogió la alternativa que más se adaptó a las necesidades de la ciudad de Guayaquil.

- Fase 2: Definición del proyecto

En esta fase se realizó el análisis técnico de las alternativas elegidas para el escenario contenido en la fase 1. En particular se analizó más detenidamente la estimación de demanda.

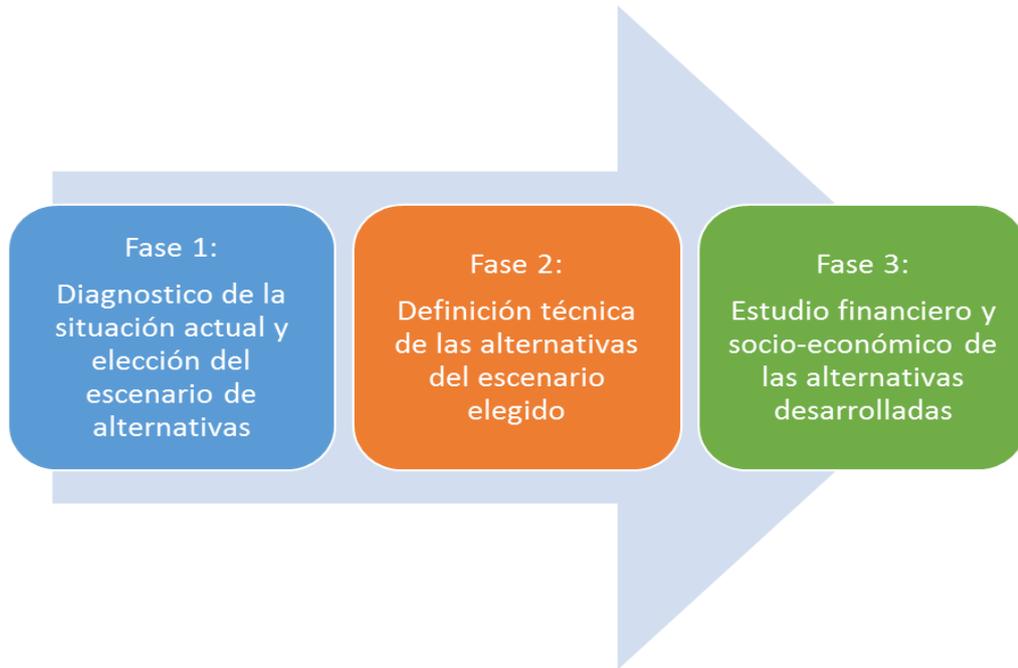
Esta fase permitió desarrollar en forma más detallada las características técnicas de las alternativas elegidas. En esta parte se analizaron todas las posibles variantes de trazado.

- Fase 3: Estudio financiero y socio-económico

La fase 3 contempló la elaboración del estudio financiero y socioeconómico de las alternativas desarrolladas durante la fase 2 del proyecto.

Después de la fase 2, y con el diseño ajustado se pudieron estimar los costos de inversión y operación, así como llevar a cabo una evaluación y una comparación económica y financiera de las alternativas de proyecto.

El análisis se realizó excluyendo aquellas alternativas que a primera vista no parecían las mejores en términos financieros; y se enfocó el análisis en las alternativas más rentables con el fin de estudiar las posibilidades de la estructuración financiera del proyecto.



*Figura 1 : Ilustración esquemática de las fases del presente estudio*

*Fuente y elaboración: A&V Consultores*

Consideraciones preliminares:

La Fase 1 de “diagnóstico y elección del proyecto” se dedica a comparar y evaluar los diferentes escenarios que contienen diferentes alternativas sobre la base de criterios comunes:

- En esta etapa se consideran ciertas hipótesis preliminares que todavía necesitan ser ajustadas. Esta metodología permite eliminar algunas alternativas a pesar de que los valores considerados sean preliminares, ya que estos afectan por igual a todos los escenarios. Por lo tanto, los valores utilizados diferirán en valores absolutos entre los considerados en la fase uno y los considerados en la fase tres. Evidentemente los valores utilizados en la fase tres son los que servirán para el análisis económico financiero final.
- Debe mencionarse también que en la fase uno no está terminada la definición técnica de las alternativas. La definición técnica se aborda en la fase número dos y con estas definiciones se puede llegar a determinar los costos que servirán de insumos para la fase tres.

## 1.2. Contenido del informe

El presente informe contiene una compilación de los cuatro informes presentados anteriormente expresados en forma sintética.

El informe contiene seis capítulos a saber:

- Capítulo 1: Introducción
- Capítulo 2: Características técnicas (referencial tecnológico) de los sistemas de transporte aéreo
- Capítulo 3: Diagnóstico del transporte de Guayaquil
- Capítulo 4: Elección del escenario del conjunto de alternativas del proyecto
- Capítulo 5: Definición de las características técnicas de las alternativas del proyecto
- Capítulo 6: Análisis financiero y socio-económico de las alternativas de proyecto

## 2. Fase 1: Diagnóstico

El objetivo del diagnóstico fue explorar de manera general y en retrospectiva los problemas urbanos y de transporte en Guayaquil y generar hipótesis que puedan ayudar en la identificación de corredores potenciales y en la selección de un proyecto inicial de transporte aéreo suspendido para la ciudad. Con estos antecedentes, se realizó un análisis completo del territorio: sus características poblacionales y de densidad, la disponibilidad del transporte público colectivo, la congestión del tránsito, etc. A continuación se presentan las características fundamentales de la ciudad de Guayaquil en lo referente a la planificación urbana y al sistema de transporte público.

Este capítulo incluyó el diagnóstico de la situación actual y la definición del problema (sus causas y efectos) y análisis previos de la oferta.

### 2.1. Elementos de diagnóstico

#### 2.1.1. Área del proyecto

En los últimos años, la M.I. Municipalidad de Guayaquil ha realizado exitosas intervenciones en el campo de movilidad, especialmente en materia de transporte masivo.

El sistema de Metrovía transporta cerca de medio millón de pasajeros por día y ha sido reconocido internacionalmente. Los proyectos en curso desde el centro urbano hacia el Batallón del Suburbio y Puente Portete, proponen un crecimiento y una expansión de la red de transporte colectivo estructurante hacia el oeste de la ciudad.

Hoy en día, la red estructural de transporte, compuesta por Metrovía y sus rutas alimentadoras, cubre todo el sector Este de la ciudad, comprendido entre el Guasmo Sur y la Terminal Río Daule. La segunda línea cubre toda el área Sur del puerto marítimo e Isla Trinitaria, recorriendo el corredor de las Av. 25 de Julio, Quito y Machala, pasando por el Aeropuerto José Joaquín de Olmedo, para llegar también a la estación Río Daule. La tercera línea sirve fundamentalmente a los sectores Nor-Occidentales de la ciudad, como son el sector de Prosperina, Pancho Jácome, Bastión Popular y Flor de Bastión, llegando

precisamente a la estación denominada Bastión Popular. A partir de las estaciones terminales existe toda una red de buses alimentadores que se encargan de servir a los barrios. Al momento la Municipalidad ha previsto la construcción de las troncales hacia el suburbio Oeste, las mismas que entrarán en funcionamiento en los próximos años.

Los proyectos a mediano plazo de la Metrovía, incluyen la Av. Juan Tanca Marengo y la Av. Francisco de Orellana, ejes fundamentales de desarrollo de la ciudad.

Sin embargo, hay que notar que a pesar que el límite político al Este de la ciudad de Guayaquil constituye el Río Guayas, en la realidad existe una gran demanda de viajes que llega desde los sectores de Durán, Milagro, Yaguachi, Samborondón, en lo que se podría denominar el área metropolitana de Guayaquil, o haciendo un símil con la capital argentina, “El Gran Guayaquil”. Por lo tanto, es importante también estudiar estos flujos, que están incidiendo directamente en el tráfico de Guayaquil por su estrecha relación. Las personas que viven en los lugares antes mencionados, normalmente trabajan o tienen su actividad económica en Guayaquil, por otro lado muchas industrias están asentadas en Durán, por lo que demandan también una mano de obra de residentes en Guayaquil. El sector de Samborondón, se ha constituido en un sitio de residencias y servicios y estas personas intercambian diariamente con Guayaquil. Durante las encuestas se detectó un número importante de viajes que llega de los sectores de Milagro y Yaguachi a través de la terminal terrestre de Durán.

Por esta razón fue importante estudiar y establecer servicios complementarios de transporte en función de las mayores necesidades de los ciudadanos.

En este contexto, para el proyecto de transporte aéreo suspendido, se priorizó el norte de la ciudad (desde de la calle 9 de Octubre) y los flujos entre Guayaquil y los cantones de Samborondón y Durán.

#### Desarrollo urbano

En los últimos años, la M.I. Municipalidad de Guayaquil lideró ambiciosos proyectos de desarrollo y renovación urbana. Muchos espacios de la ciudad se han recuperado gracias

a las intervenciones de las autoridades locales. Las acciones, entre otras, se han concentrado, en convertir áreas existentes en espacios urbanos de calidad.

El proyecto de regeneración urbana, liderado por el alcalde Jaime Nebot, comprende diversas intervenciones de la Municipalidad localizadas en diferentes segmentos, como recuperación de plazas, parques y mercados, recolección de desechos sólidos, agua potable, alcantarrillado y transporte. En el área de mejoramiento urbano se pueden mencionar las siguientes obras emblemáticas:

- Malecón del Salado, construido en el 2009, como parte del proceso de regeneración urbana de la ciudad, que recuperó y rehabilitó el brazo de mar más importante de la ciudad. El área está distribuida en dos plantas donde se encuentran un puente peatonal y varios jardines, zonas de descanso y plazas como la Plaza de los Escritores, y la Plaza de la Salud.
- El Malecón 2000, que actualmente es el principal atractivo de la ciudad, fue construido mediante un gran esfuerzo municipal a finales de los años 90 y principios de los años 2000, constituyéndose en el más importante referente del desarrollo de la ciudad. Es una obra de 2.5 kilómetros de longitud peatonal, que conecta museos, jardines, muelles y miradores, con vista al río Guayas.

La idea fuerza del proyecto fue crear un gran espacio público y restablecer la relación de la ciudad con el Río Guayas para iniciar el proceso de regeneración urbana del centro de la ciudad.



*Figura 2 : Malecón 2000*  
*Fuente: Fundación Malecón 2000*

- El proyecto del Puerto Santa Ana, con una intervención público-privada, consiste en un complejo inmobiliario y turístico que tiene un área edificable de 30.000 metros cuadrados en su primera etapa. Se construye, como una ciudad dentro la ciudad, con diseños contemporáneos, como el edificio “The Point” que se perfila para ser el edificio más alto del país por tener 30 pisos.

#### 2.1.2. Desarrollo del transporte

Como se mencionó anteriormente, el transporte público colectivo de la ciudad de Guayaquil se presta a través del sistema integrado Metrovía y del sistema de buses convencionales.

#### *Sistema Metrovía y Alimentadoras*

Adicionalmente a las líneas existentes, están planificadas la troncal 6 a lo largo de la Avenida Juan Tanca Marengo y la troncal 7 sobre la Avenida Francisco Orellana. En la figura siguiente se presenta el sistema Metrovía en su integralidad.

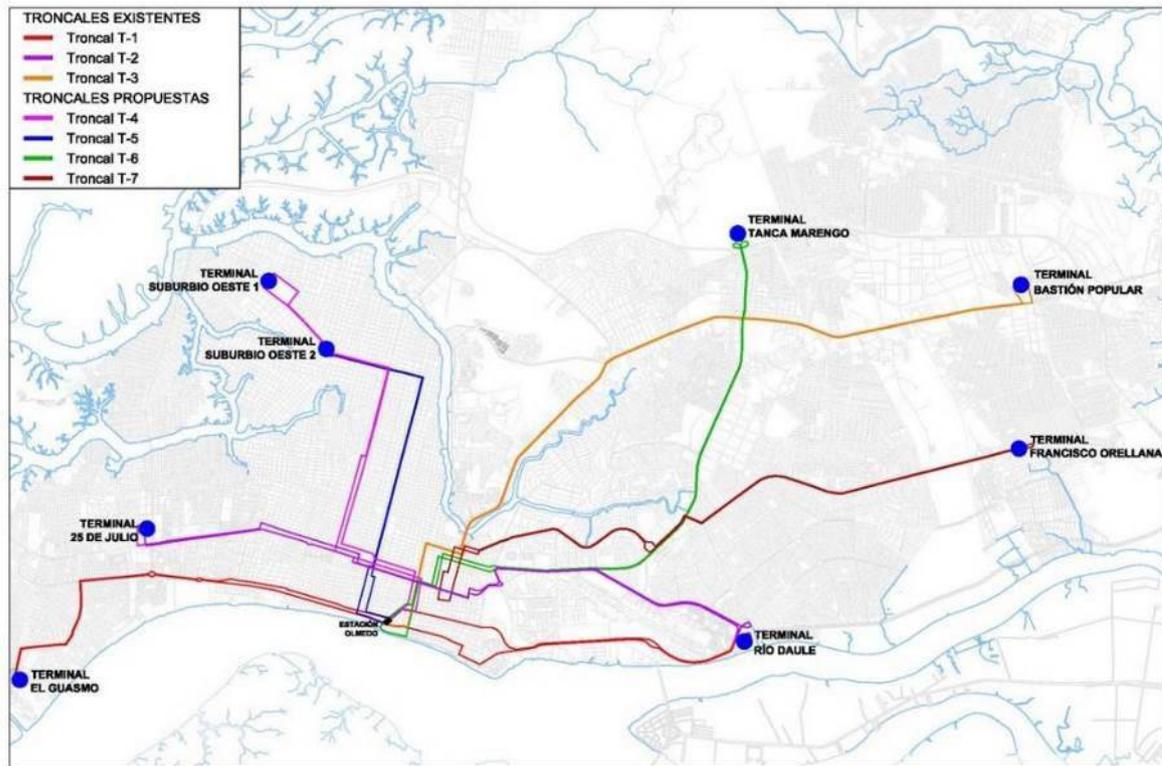


Figura 3 : Sistema Metrovía de la Ciudad de Guayaquil  
 Fuente: DOIT, Municipalidad de Guayaquil

### Buses convencionales

El sistema convencional de buses, que hasta el momento ha estado en manos del gobierno nacional, es un sistema con deficiencias y malas condiciones de confort, edad y seguridad. De acuerdo con el último estudio del inventario de rutas, realizado por la Autoridad Municipal de Tránsito, la flota de buses convencionales es de 2732 unidades, divididos en 2059 buses (de 80 pasajeros de capacidad) y 673 busetas (de 35 pasajeros de capacidad), que transportan un promedio diario aproximado de 650 pasajeros (bus) y 500 pasajeros (busetas) en día normal.



Figura 4 : Buses Convencionales  
 Fuente: El Comercio

### Taxis

La ciudad de Guayaquil con 2.350.915 habitantes, presenta una sobreoferta de taxis. La flota de taxis formales es de 9.000 unidades y 9.000 vehículos informales (Fuente Metrovía), que transportan un promedio diario de 20 pasajeros (Fuente CTE).

### Plan de Movilidad de la Ciudad

En el Plan de Movilidad de la Ciudad, se identifican en particular las siguientes políticas y objetivos:

- Consolidación del concepto de ciudad integrada
- Promoción de la participación público-privada en proyectos de infraestructura
- Atención prioritaria a las áreas de menor grado de desarrollo económico, mejorando su accesibilidad.
- Promoción de un sistema de transporte sustentable que potencie la intermodalidad
- Equidad en el acceso al transporte público.

- Expansión del uso de los medios de transporte público colectivo mejorando la capacidad y calidad de los servicios, desalentando el uso de los automotores privados y mejorando las condiciones logísticas de movilidad, seguridad y calidad ambiental.
- Fomento de los modos no motorizados de transporte: modo peatón y modo bicicleta privada y/o pública; a través de la construcción de infraestructura y la adopción de medidas de gestión que aseguren una circulación segura a peatones y ciclistas.
- Mejorar la calidad, disponibilidad, cobertura territorial y horaria del servicio de transporte público.

### *Análisis de oferta y demanda de transporte público*

De acuerdo con los objetivos del proyecto y utilizando la información del plan de movilidad de la Ciudad de Guayaquil se elaboró el mapa que identifica la oferta y la demanda de transporte público en la zona de estudio, la disponibilidad de transporte público y la congestión en general.

De este análisis se pudo ver que la zona norte es la que menos dispone de un sistema de transporte como Metrovía. Este sistema está previsto para operar en la Av. Juan Tanca Marengo y en la Av. Francisco de Orellana.

Desde el punto de vista de la Congestión del tráfico, existen nuevas centralidades en el área norte que tiene como punto fundamental de atracción los centros comerciales (Mall del Sol, Policentro, San Marino, Río Centro, CityMall entre otros). Estas centralidades atraen muchos viajes en transporte privado y en transporte público. La congestión del tráfico se ha incrementado en los últimos diez años de forma importante, y esta afecta especialmente al transporte público colectivo que tiene menor capacidad de maniobra y debe parar periódicamente.

Otros sectores importantes y que tiene directa relación con Guayaquil son: el sector de Samborondón, específicamente La Puntilla, el Cantón Durán y el Cantón Daule. Por esta

razón las propuestas en estos casos deberán ser consensuadas con los Municipios correspondientes.

Si bien es cierto que el sistema Metrovía va conformando paulatinamente una red de mejores características que el transporte convencional, brindando un servicio seguro y sobre todo rápido, no es menos cierto que existe la necesidad de sistemas complementarios que puedan absorber determinados estratos de la demanda que requieran de mayor confort, sirvan a sectores no cubiertos por el sistema Metrovía y que por otra parte también confluyan de forma multimodal a sitios de intercambio.

En la siguiente figura se observan las troncales del sistema Metrovía, los tramos críticos de transporte público, las zonas de alta densidad poblacional y los tramos que no tienen una vinculación directa con Metrovía. Estos últimos han sido objeto de análisis iniciales para las opciones del corredor en estudio.

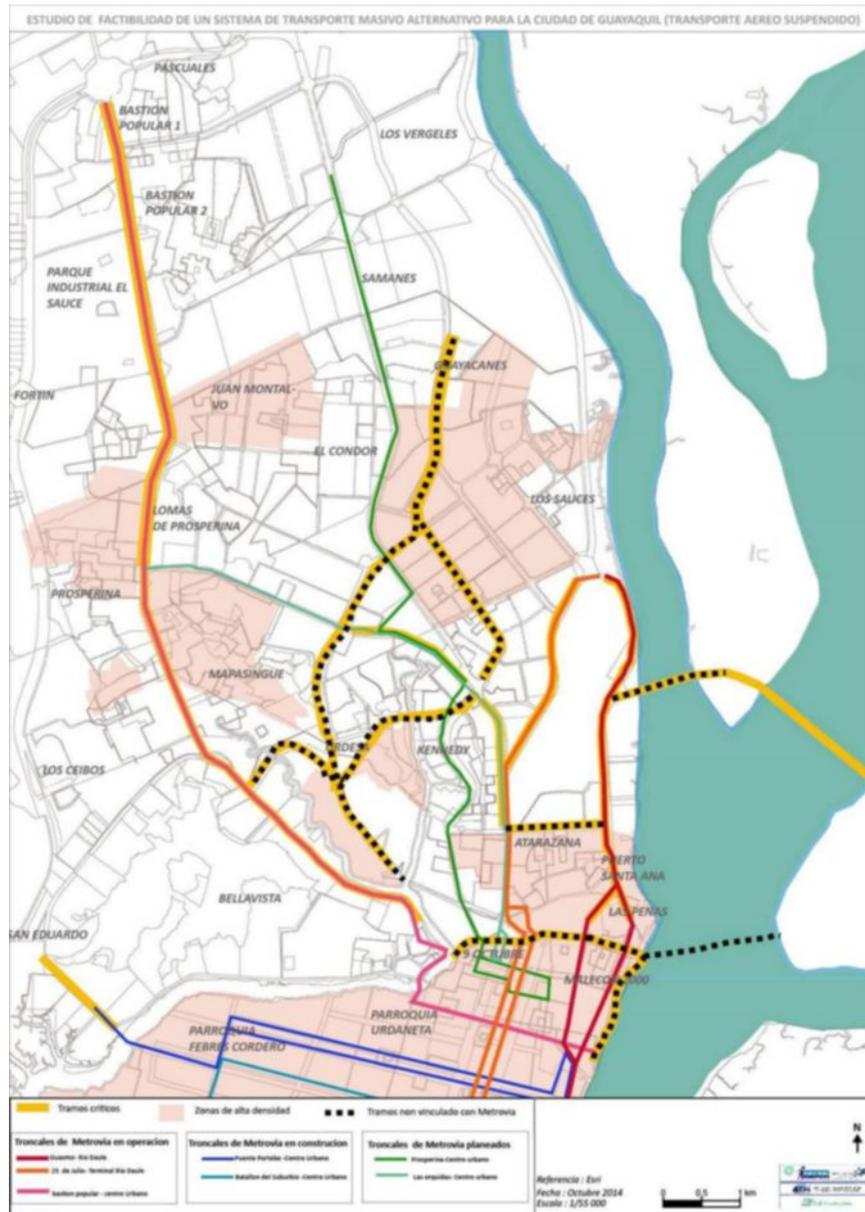


Figura 5 : Mapa de la oferta y la demanda de transporte  
Fuente y Elaboración: A&V Consultores

## 2.2. Identificación de los potenciales, retos y desafíos

El diagnóstico en las diferentes áreas del proyecto permite hacer una síntesis en la cual se identifican los potenciales, retos y desafíos de desarrollo, en relación con el transporte colectivo de la Ciudad:

- Área socio-económica

Las zonas de alta densidad y bajos ingresos del Sur y del Oeste de la Ciudad están servidas actualmente, o serán servidas en el futuro, por las troncales de Metrovía y sus alimentadoras.

En el Norte de la ciudad se ha desarrollado la troncal de Metrovía llamada Bastión Popular que entre otros sirve a barrios de alta densidad y bajos ingresos. En el corredor de las Av. Pareja Rolando (sectores de la Alborada y Garzota), no se han planteado servicios de transporte troncalizados ya que tienen mediana densidad.

Al Norte del centro urbano, se encuentran barrios importantes como los siguientes:

- Los barrios de Alborada, Sauces y Samanes, que son de media densidad y ingresos medios.
- Los barrios de Kennedy, Urdesa, Atarazana que son de medios y altos ingresos, y que concentran una parte importante de los empleos formales de la ciudad de Guayaquil

Estos barrios carecen de un transporte colectivo de buena calidad y ofrecen características interesantes para el desarrollo de un sistema estructurante de transporte colectivo.

También es interesante elaborar una propuesta de conexión con el Municipio de Samborondón y con el Municipio de Durán para constituir sistemas de transporte masivos complementarios. Ambos municipios presentan importantes densidades poblacionales que tienen directa relación con Guayaquil.

- Área urbana

El área Norte y la zona de vía La Costa (Oeste) son las zonas de desarrollo planteadas por el Municipio de Guayaquil y que tiene servicios de transporte

público limitado. El reto en este caso, en un futuro cercano, es el de coordinar e integrar el desarrollo urbano con el desarrollo de un transporte colectivo de calidad.

- Área institucional

En un contexto de descentralización y limitados recursos para la operación del transporte colectivo, el desafío del Municipio de Guayaquil consiste en desarrollar nuevos medios de transporte que sean eficientes, autosuficientes en operación, y cuyos mecanismos de inversión inicial se encuentren dentro del alcance del Municipio.

Bajo estas consideraciones, un proyecto de transporte aéreo suspendido que permita la movilización de pasajeros en sitios deficitarios es de extrema importancia para la Ciudad. La Congestión del tráfico hará cada vez más importante la presencia de transportes públicos que disminuyan la presión sobre el espacio de calles hoy congestionadas con los automóviles.

Por esta razón se hace necesaria la exploración de nuevos medios de transporte que disminuyan los tiempos de viaje de los usuarios.

### 2.3. Objetivos de proyecto de transporte aéreo suspendido

El diagnóstico realizado permitió identificar a la zona Norte de la ciudad de Guayaquil, así como a los vínculos entre Guayaquil y los Municipios de Samborondón y Durán, como las zonas de mayor interés para el desarrollo de un proyecto de transporte alternativo y complementario a la Metrovía.

Para el proyecto objeto de este estudio, se identificaron los siguientes objetivos:

- Objetivos socio-económicos
  - Proveer servicios de mejor calidad a los usuarios actuales del transporte colectivo que padecen el bajo nivel de servicio de los buses convencionales.

- Proveer alternativas al transporte privado o al taxi para los usuarios de las clases medias y altas que hoy en día no están usando el transporte colectivo.
- Objetivos urbanos
  - Consolidar el concepto de ciudad integrada, en concordancia con el plan de movilidad del cabildo: impulsar, y mejorar las condiciones de adaptación del sistema de núcleos de la ciudad de Guayaquil;
  - Consolidar y valorizar los barrios de la centralidad Norte;
  - Fomentar y articular el desarrollo de los sub-centros en el Norte de Guayaquil;
  - Promover la integración urbana con los municipios vecinos, en particular Duran y Samborondón.
- Objetivos del transporte
  - Ofrecer una red de transporte colectivo más amplia y estructurada;
  - Interconectar el nuevo proyecto con la red principal de Metrovía;
  - Implementar un salto cualitativo en la oferta de transporte y mejorar la imagen del transporte colectivo;
  - Mejorar y reforzar los flujos y las relaciones inter-cantonales, especialmente con Durán y Samborondón, tomando en cuenta que la división natural establecida por la presencia del río Guayas, hace muy vulnerable a las ciudades que están a sus costados, en cuanto a su inter-relación, así como en menor medida, pero a la vez importante, es la relación con la región.
  - Mejorar las condiciones de movilidad y de inter-modalidad para los habitantes del Norte de Guayaquil, de Duran y Samborondón
  - Ofrecer servicios de transporte colectivo que sean sostenibles financieramente, así como social y medio ambientalmente.

## 2.4. Conclusiones del diagnóstico

En la fase de diagnóstico se pudieron identificar algunos aspectos relevantes que se mencionan a continuación:

1. El análisis de la zona norte y de los sectores de la Puntilla y Durán, demuestra que existe un déficit en cuanto al transporte colectivo. En el plano presentado en este capítulo, se pudo ver que los sectores más conflictivos en cuanto a la circulación vehicular se encuentran localizados en el área norte de la Ciudad, complicados por la presencia del tráfico proveniente de Samborondón, Durán y Daule.
2. El sistema Metrovía ha sido desarrollado hasta hoy, preferentemente en el área sur de la Ciudad. Quedan dos troncales para desarrollarse en el Norte y se estima que podrían entrar a funcionar en los próximos cinco años.
3. El sistema convencional, regulado hasta el momento por el gobierno central, funciona bajo características especiales, y tiene un parque automotor que opera de forma ineficiente y que tiene muy pocas posibilidades de crecimiento y mejoramiento en el futuro cercano si es que no se interviene de forma importante en cambiar sus características operacionales.
4. Se han analizado varias posibilidades y alternativas para el funcionamiento de un **sistema de cable. Se conformaron tres “familias” de alternativas, una por el sector norte hacia el sector central, otra desde el sector de Urdesa y Mapasingue, y finalmente una tercera de conexiones hacia Samborondón y Durán.**
5. En todas las alternativas se analizaron los temas de demanda, conectividad y precio, entre otros.

### 3. Fase 1: Elección del escenario de alternativas de proyecto

El objetivo de esta etapa fue una preselección de un grupo (o escenario) de alternativas de proyecto sobre la base de un análisis “prospectivo” de las rutas y también mediante la

utilización de una matriz “multicriterio” que permitió evaluar diferentes escenarios. Previo a esta fase se identificaron las tecnologías más adecuadas.

### 3.1. Tecnologías de transporte aéreo-suspendido

Hoy en día existen varias tecnologías que se pueden clasificar como tecnologías de “Transporte aéreo suspendido”. Las tecnologías más apropiadas para recorridos largos son las siguientes:

- Monorraíl
- Transporte por cable (Monocable, Tricable, etc.)

Al comparar estos dos sistemas se puede indicar lo siguiente:

- Los sistemas de cable son más eficientes en términos de costos de inversión cuando se trata de preservar las vías para la circulación de vehículos automotores y cuando se deben salvar obstáculos geográficos, tales como, montañas y ríos. Adicionalmente, tienen una ventaja importante por ser sistemas que utilizan electricidad y no contaminan.
- Para la ciudad de Guayaquil se considera que la tecnología más adecuada y eficiente en costo para atender la demanda sobre las rutas escogidas para el proyecto es sin duda la tecnología de transporte por cable, porque cumple con los requisitos de no quitar espacio a la red vial y salvar obstáculos tales como los ríos y el cerro Santa Ana.
- Una tecnología de monorraíl se considera sobredimensionada para atender a la demanda estimada para las alternativas identificadas.

Existe una multitud de sistemas de transporte por cable. El estudio se enfocó en los sistemas para el transporte de personas en medio urbano, y convenientes para el caso de Guayaquil. Se analizaron sobre todo tecnologías modernas y probadas, y se dió mucha importancia al hecho de que estas tecnologías se adecuen al contexto de transporte colectivo urbano. Otro elemento importante fue la definición de un proyecto que pueda

ser particularmente interesante para la inversión privada y obviamente para el servicio público. Por lo tanto fue necesario reducir el riesgo tecnológico que implican tecnologías de reciente desarrollo y que al momento están en periodos de prueba.



*Figura 6 : Telecabinas Monocable de Vin Pearl – Vietnam*  
*Fuente: Internet*

Se escogieron tres tecnologías adecuadas para el entorno urbano, que son:

- Telecabinas Monocable;
- Telecabinas Bicable (esta tecnología tiene la limitación de que no es una tecnología suficientemente probada, como si sucede con las otras dos);
- Telecabinas Tricable.

No obstante, considerando el volumen de la demanda estimada para el proyecto, la tecnología de Monocable aparece la más recomendable. De hecho, la tecnología Monocable es la tecnología más probada en el ámbito urbano y especialmente en América Latina. Es la tecnología con el menor riesgo técnico de operación. Esta tecnología es tiene una capacidad de aproximadamente 3200 pphpd.

Con una tecnología de telecabinas Monocable, el único cable que se utiliza es portante y genera tracción a la vez. Todas las partes de apoyo del cable son móviles, ya que transmiten los esfuerzos mecánicos del cable (tensión y tracción).

En términos de inserción urbana, la infraestructura necesaria para este tipo de aparato permite limitar el impacto sobre el suelo.

	Telecabinas Monocable
Capacidad máxima	3200 personas/hora/dirección
Capacidad máxima de las cabinas	10 personas (15 personas máximo)
Velocidad máxima	21,6 km/h (6 m/s)
Vano máximo	300 m
Altura máxima	30 m (60 m para pequeños pendientes)

Estos sistemas se pueden usar para el transporte urbano en los siguientes casos:

- Proyecto con presupuesto limitado;
- Proyecto sin obstáculos importantes;
- Demanda menor a 3200 personas/hora/dirección.

Telecabinas Monocables	
Ventajas	Inconvenientes
<p>Tecnología muy común.</p> <p>Costos de inversión reducidos en comparación con otras tecnologías de movimiento unidireccional.</p>	<p>Gastos energéticos importantes.</p> <p>Numerosas partes en movimiento en la línea, requiriendo un mantenimiento significativo.</p>

*Nota: Se excluyeron del análisis aquellas tecnologías que podrían ser consideradas riesgosas debido fundamentalmente a que son de reciente desarrollo o que no han sido implementadas exitosamente, tales como:*

- *Tecnologías antiguas que no han sido desarrolladas suficientemente y que por lo tanto no han sido utilizadas en diversas ciudades para proyectos de transporte urbano en los últimos 30 años.*
- *Tecnologías de reciente desarrollo que no han sido probadas y que por lo tanto normalmente tienen altos costos de implantación, por su misma naturaleza.*

### 3.2. Parámetros de análisis prospectivo y definición de los escenarios

Uno de los parámetros más importantes considerados en la determinación de los escenarios para las rutas del sistema aéreo suspendido fue el equilibrio entre la oferta y la demanda, considerando la situación actual y la situación futura. Por otra parte se identificaron los tramos críticos en términos de tráfico vehicular y en términos de oferta de transporte público.

Con el análisis de oferta - demanda, se llegó a concluir que la mayor parte de los tramos críticos para este análisis se encuentran en el área centro norte, en el centro tradicional de la ciudad, así como en los cantones aledaños.

Se identificó claramente la importancia de la conexión entre los municipios de Samborondón y Duran con la ciudad de Guayaquil que actualmente constituyen un punto crítico de vinculación no solamente con estos cantones sino con la región. La conexión actualmente solo se realiza por medio del puente de la Unidad Nacional, aunque se están proponiendo nuevos puentes para vincular los cantones Samborondón y el cantón Daule, con el cantón Guayaquil.

Sobre esa base, se propusieron las siguientes “rutas” para el proyecto de aéreo suspendido:

- Ruta “Centro – Zona Norte” analizada a través de 5 alternativas preliminares
- Ruta “Centro – Urdesa” analizada a través de 5 alternativas preliminares
- Ruta “Centro – Samborondón” analizada a través de 3 alternativas preliminares
- Ruta “Centro – Duran” analizada a través de 3 alternativas preliminares

### 3.3. Evaluación multi-criterios de los escenarios y recomendaciones

Para evaluar escenarios de sistemas de transporte se analizaron varios elementos y se miraron como cada uno satisface los requerimientos. Se determinaron varias áreas de evaluación y se estimó el cumplimiento de cada escenario respecto de estas áreas, para luego hacer una comparación entre ellas. Al conjunto de la evaluación se le denomina “Performance de Movilidad Sostenible”.



Figura 7 : Áreas de enfoque de la evaluación multi-criterio  
 Fuente y elaboración: A&V Consultores

Sobre la base de la evaluación multi-criterio, se identificaron los escenarios más viables.

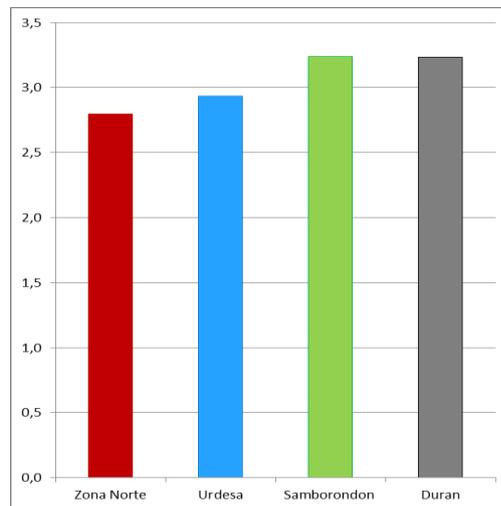


Figura 8 : Calificación de los escenarios de escenarios en la evaluación de referencia  
 Fuente y elaboración: A&V Consultores

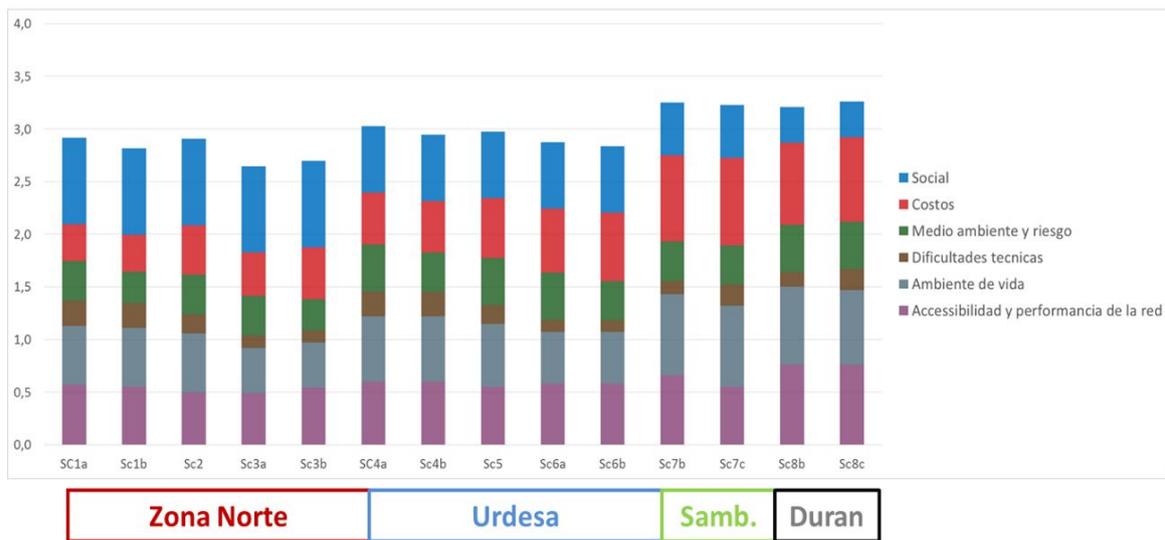


Figura 9 : Evaluación de referencia - Peso de las áreas  
Fuente y elaboración: A&V Consultores

La comparación de los escenarios que sirven dentro de la ciudad de Guayaquil (Zona Norte y Urdesa) llevo a la conclusión que Urdesa es la opción más conveniente. El escenario que sirve al Gran Guayaquil (Durán y Samborondón) presenta mejores condiciones que las de Urdesa.

De lo observado, la extensión del proyecto al área metropolitana del Gran Guayaquil se considera la opción más eficiente.

En este sentido los escenarios prioritarios a desarrollar son los que se dirigen desde Guayaquil hacia Duran y/o Samborondón. Sobre la base de los escenarios iniciales, entonces se analizaron varias alternativas hacia Duran y Samborondón con el objeto de afinar los valores, especialmente, en lo referente a la demanda y a la infraestructura necesaria.

## Fase 2: Definición del proyecto

La etapa de definición del proyecto consistió en un estudio más detallado de las alternativas más viables determinadas en la fase uno. Es decir, aquellas que relacionan a

Guayaquil con Samborondón y Durán. Con estos datos se realizó la evaluación económica financiera del proyecto que se presentó en la fase tres.

### 3.4. Metodología para la definición del proyecto

La definición del proyecto consistió en desarrollar los escenarios de servicios hacia Durán y/o Samborondón, la misma que se realizó en tres etapas:

- Consolidación de las alternativas de trazado :

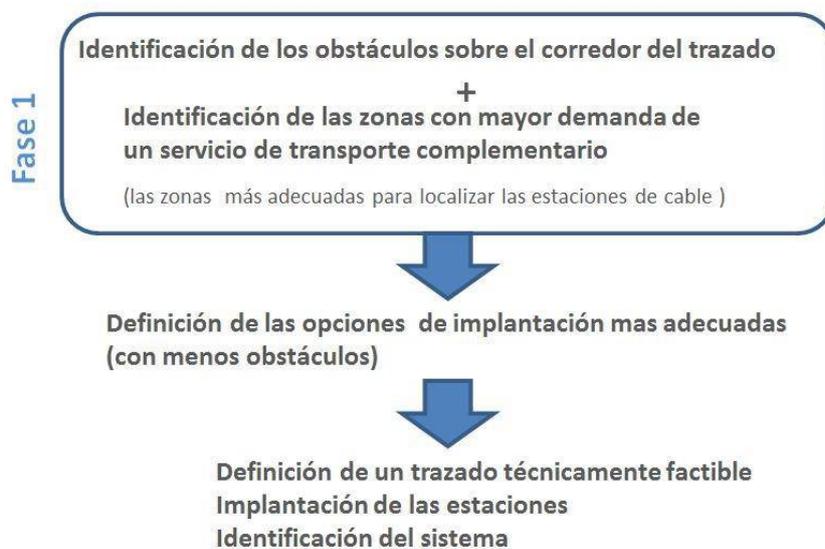


Figura 10 : Metodología para la definición técnica del proyecto  
Fuente y elaboración: A&V Consultores

- Estudio de demanda correspondiente a las alternativas de trazado escogidas
- Definición técnica de las alternativas seleccionadas, en función del trazado (inserción de las estaciones, impactos del proyecto), de la demanda, y de la oferta (requerimientos funcionales y de operación).

### 3.5. Consolidación de las alternativas de trazado

Después de la fase 1, se identificaron como las alternativas convenientes las que iban desde Duran y Samborondón hasta el centro de Guayaquil.

Sobre esta base, se investigaron en un primer momento 27 alternativas y sub alternativas sirviendo ambos Durán y Samborombón, de estas, sobresalieron tres. La calificación de la eficiencia de estas tres depende de la demanda así como de la comparación de su viabilidad financiera.

A continuación se presentan las sub-alternativas analizadas en función de las tres seleccionadas.



Figura 11 : Alternativa 3  
 Fuente y elaboración: A&V Consultores



Figura 12 : Alternativa 4  
 Fuente y elaboración: A&V Consultores



Figura 13 : Alternativa 13  
Fuente y elaboración: A&V Consultores



Figura 14 : Alternativa 19  
Fuente y elaboración: A&V Consultores



Figura 15 : Alternativa 20  
Fuente y elaboración: A&V Consultores



Figura 16 : Alternativa 21  
Fuente y elaboración: A&V Consultores



Figura 17 : Alternativa 22  
Fuente y elaboración: A&V Consultores

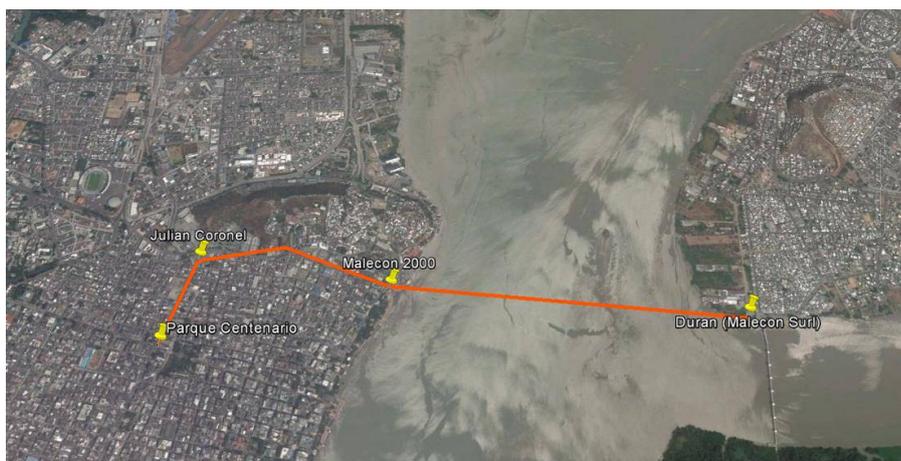


Figura 18 : Alternativa 23  
Fuente y elaboración: A&V Consultores

### 3.6. Estimación de demanda para las alternativas escogidas

A través del modelo de demanda se analizó el crecimiento entre los años 2020 y 2040 y también se hizo un análisis sobre la sensibilidad respecto de la tarifa.

Del análisis de demanda se desprende que en todas las alternativas investigadas, la demanda de pasajeros existentes está acorde con un sistema de Monocable. De hecho la demanda obtenida para la hora pico es la de 1.750 pphpd para el año 2020 y 2.600 pphpd para el año de horizonte (20 años) con una tarifa de 60 centavos de dólar. A continuación, se presentan los resultados de demanda para las siete alternativas del estudio.

El análisis considera dos escenarios conservadores, uno es el “el peor escenario” (worst case) y el otro “el escenario base” (base case). Para llegar al primer escenario se aplica un coeficiente de reducción de demanda de 0,7 y para el caso base es coeficiente es de 0,8. Estos coeficientes son internacionalmente aceptados para evitar sobre estimaciones de la demanda que pueden conducir a una sobre inversión. En los resultados presentados, la tarifa considerada es de 60 centavos de dólar.

Alternativa	Estaciones Principales	Frecuentacion diaria (2020)	
		Worst case	Base case
3	Duran - Samborondon - Centenario	29664	33902
19	Samborondon - Centenario	29206	33378
4	Duran - Samborondon - Centenario	28599	32684
20	Samborondon - Centenario	26763	30587
13	Samborondon - Centenario & Duran - Malecon	39394	45022
21	Samborondon - Centenario & Duran - Malecon	35630	40720
22	Duran-Malecon	7770	8880
23	Duran - Centenario	31822	36368

Figura 19 : Demanda estimada por las alternativas de primera etapa (tarifa de 60 centavos)  
Fuente y elaboración: A&V Consultores / Systra

Observando los resultados se puede llegar a las siguientes conclusiones generales:

- Si se comparan la alternativa 3 (Durán-la Puntilla-Guayaquil) con la 19 (La Puntilla Guayaquil) existe una reducción de demanda que no es significativa. Sin embargo, al analizar el costo, este se reduce considerablemente.

La reducción de demanda se explica porque se incrementa la distancia y por lo tanto el tiempo de viaje para los pasajeros de Durán ya que deben pasar por la estación de La Puntilla.

- Si se analiza las alternativas 4 y 20 se tienen resultados similares al análisis anterior. Es decir que cuando se suprime la sección Durán Samborondón existe un número menor de viajes, pero no es significativo en comparación con los ahorros de costos de construcción, debido a la mayor longitud de la línea.
- Al analizar la alternativa número 13 (Samborondón, Malecón, Parque Centenario directo) y Durán Malecón que implica un trasbordo para los pasajeros de Durán se puede observar que existen más pasajeros desde Samborondón, ya que estos no hacen trasbordo. Sin embargo en la alternativa 21 los viajeros de Durán realizan un viaje directo y los de Samborondón deben hacer trasbordo.
- La alternativa 13 tiene más pasajeros desde Samborondón por el hecho de que el tiempo de viaje resulta más competitivo en comparación con el actual servicio de buses.
- Analizando la alternativa 23 (Durán sur – Malecón – Parque Centenario) en comparación con la alternativa 22 (Durán sur – Malecón) la alternativa 22 tiene menor demanda ya que no permite a los viajeros llegar al sector del Parque Centenario donde existe una mayor intensidad de uso de suelo que es el atractor principal de los viajes.
- Si se comparan las alternativas 19 y 20 (Samborondón – Parque Centenario) en comparación con la alternativa 23 (Durán – Parque Centenario) se puede decir que es más conveniente en términos de demanda servir a Durán que Samborondón.

A continuación se presenta gráficamente los resultados del modelo de demanda de viajes expresados en pasajero por hora y por sentido para unas alternativas.



Figura 20 : Carga en hora pico para la Alternativa 23 – Año 2020 - Tarifa de 60 centavos  
Fuente y elaboración: A&V Consultores / Systra

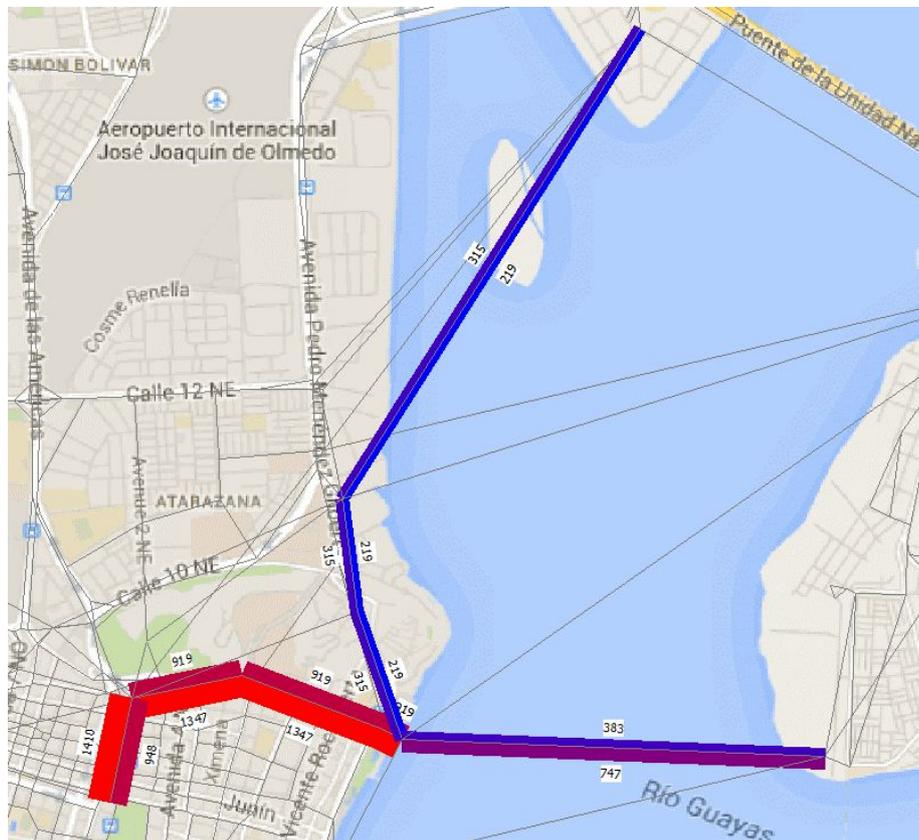


Figura 21 : Carga en hora pico para la Alternativa 21 – Año 2020 - Tarifa de 60 centavos  
Fuente y elaboración: A&V Consultores / Systra

### 3.7. Definición técnica de las alternativas seleccionadas

#### 3.7.1. Requerimientos funcionales del sistema AEROVÍA de Guayaquil

Siguiendo los estándares internacionales, los requerimientos funcionales que deberán observarse para el proyecto de transporte por cable para la ciudad de Guayaquil tendrán que llevar soluciones eficientes en los siguientes ámbitos:

- Nivel de servicio, fiabilidad y disponibilidad
- Accesibilidad al sistema
- Integración en la red de transporte urbana
- Aspecto de seguridad y lucha contra el vandalismo
- Integración urbana e impacto sobre el medio urbano
- Seguridad
- Explotación y mantenimiento

#### 3.7.2. Principios generales para el diseño de las estaciones

A continuación se describen los principios generales de funcionamiento de las estaciones de cable. Estos principios guardan relación con un proyecto de Monocable que es el que aconseja las estimaciones de demanda.

Se distinguen dos tipos de estaciones:

- Estaciones terminales (ubicadas en los extremos)
- Estaciones intermedias

Estos dos tipos de estaciones tienen funcionalidades diferentes, ya que mientras que las primeras acumulan pasajeros y son intermodales las segundas sirven para pasajeros en ruta.

### Principios generales para la circulación del usuario

Las cabinas llegan a la estación y después de una fase de desaceleración paran durante aproximadamente 25 segundos. Por otra parte, el sistema continuo con desembrague permite realizar lo siguiente:

Para el ingreso en las cabinas, se podría:

- Instaurar un control con personal en el andén para el desembarque y embarque de pasajeros;
- Instalar puertas de andén, con una apertura al llegar las cabinas.

En las estaciones intermedias, la gestión de los flujos de personas se puede hacer con puertas de andén. En el sistema de Monocable resulta difícil diferenciar las zonas de embarque y desembarque usando puertas de andén, por lo tanto se utiliza una apertura simultánea de las puertas de andén y de la cabina, por lo que los pasajeros solo pueden subir si hay sitios disponibles.

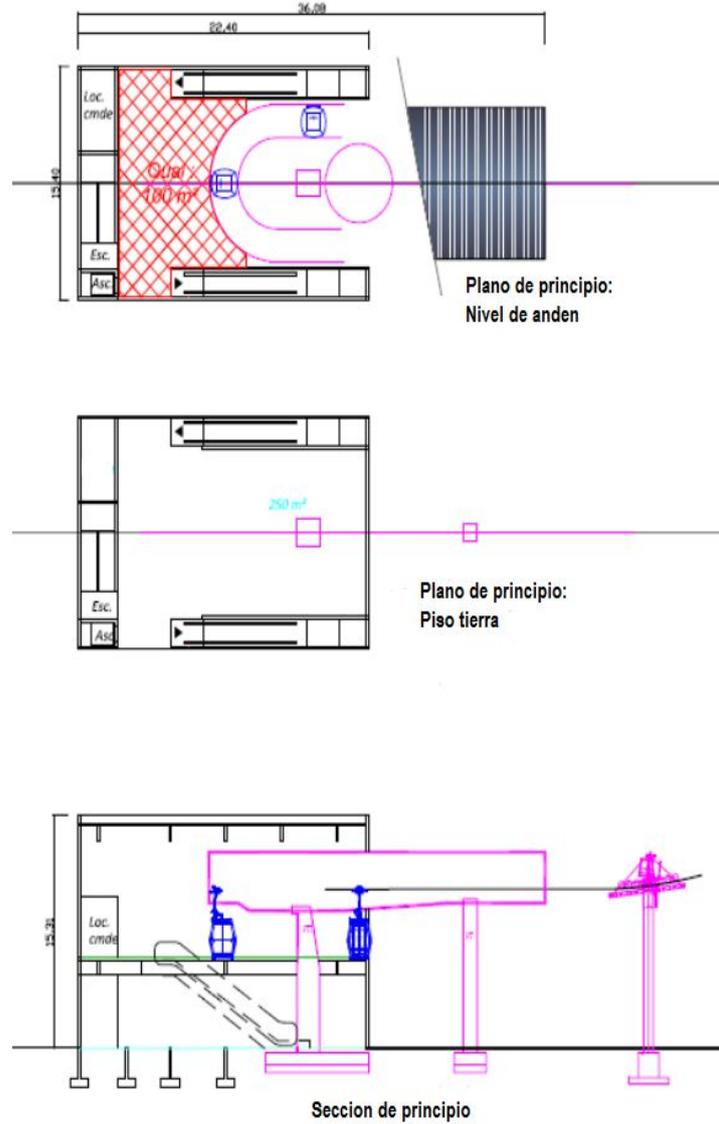
### Estaciones Terminales

Con respecto a las estaciones de los extremos, todos los usuarios desembarcan y las cabinas dan la vuelta a la estación para luego regresar en dirección contraria.

El principio de funcionamiento primero se compone de dos fases: una de desembarque y otra de embarque. Para optimizar las entradas/salidas y la comodidad de los viajeros, las dos fases serán gestionadas en dos puntos distintos de la estación con dos andenes diferentes.

Los esquemas siguientes, presentan principios de ordenamiento que ilustran las volumetrías mínimas requeridas para las estaciones terminales. Estos esquemas forman las bases para cuantificar las necesidades. Considerando las cargas finales, las superficies de circulación podrían ser mayores.

Esquema funcional – estación Monocable en un terminal



Leyenda:

Área mecánica de la estación

Superficies funcionales

Superficies de pasajeros

Estaciones intermedias

En lo que se refiere a las estaciones intermedias, los usuarios tienen la posibilidad de desembarcar o continuar el trayecto. El sistema realizará una única parada de 25

segundos con el fin de no deteriorar el tiempo de viaje y provocar demoras a los viajeros en tránsito por el sistema.

Así, cada cabina se detiene durante 25 segundos en el centro del andén para la subida y el desembarque de los usuarios. El ordenamiento de los andenes deberá impedir el efecto de la masa desorganizada en las horas punta, lo que puede afectar la velocidad del sistema.

En general, las estaciones intermedias están organizadas en 2 o 3 niveles. Se requiere entonces una gestión o manejo de los niveles entre el espacio urbano en la planta baja para alojar comercios, cajas y terminales de control, y los andenes en el piso superior. Además de las escaleras clásicas, se prevé para cada dirección de circulación la implementación de un ascensor para las personas con movilidad reducida y una escalera mecánica.

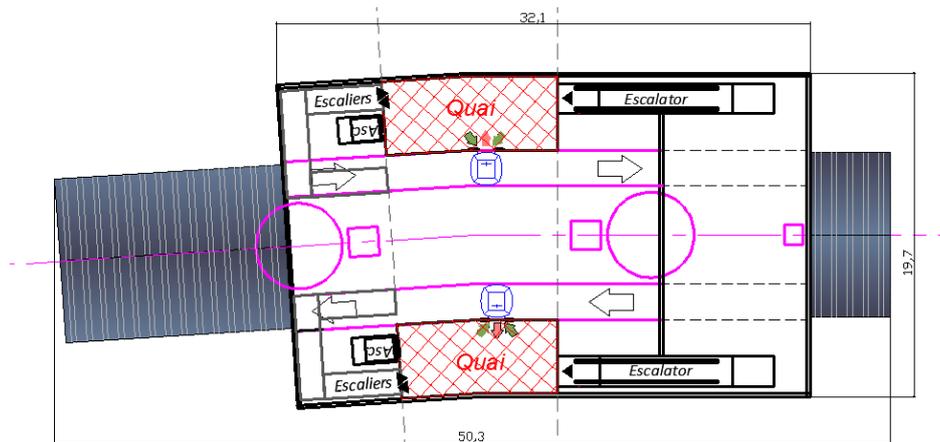


Figura 22: Esquema de principio de una estación intermedia  
Fuente y elaboración: A&V Consultores

### 3.7.3. Propuestas de inserción para las estaciones del proyecto

Un sistema de cable permite unir los barrios y acercar a los habitantes. Pero más allá de la instalación de un nuevo modo de transporte, constituye una transformación importante de la ciudad y de su entorno, gracias a importantes obras que ofrecen una nueva mejor imagen. Las estaciones en este sentido tienen una gran importancia.

A continuación, se describen las estaciones de pasajeros del proyecto con un enfoque relativo al entorno urbano de cada estación. En conjunto con las estaciones también se describen (Durán y Samborondón) los sistemas de rutas alimentadoras y de “Park & Ride” integrados.

**Estación “Samborondón” – Estación terminal de línea**

La estación “Samborondón” se ubicaría en la zona del intercambiador, en la Puntilla. La estación específicamente está ubicada en la intersección del puente de la Unidad Nacional con la vía La Puntilla, lo que permite una alimentación por autobuses provenientes de Samborondón o de Durán. También, los vehículos provenientes de Samborondón o Durán tendrían la posibilidad de estacionar en las cercanías de la estación con un servicio conveniente de Park & Ride que permite dejar estacionados los vehículos mientras las personas realizan el viaje en el sistema de cable.

En la estación terminal normalmente se localizan los motores del sistema de cable así como el taller para el estacionamiento y mantenimiento de las cabinas.



*Figura 23: Entorno urbano para la estación “Samborondón”  
Fuente y elaboración: A&V Consultores*

En Samborondón se prevé integrar:

- Un parqueadero para de “Park & Ride” de una capacidad mínima de 200 plazas (capacidad estimada a partir del modelo de tráfico)
- Un sistema de líneas alimentadora con aproximadamente 10 buses de 12m operando con una frecuencia de 5 minutos como se indica en la siguiente figura:

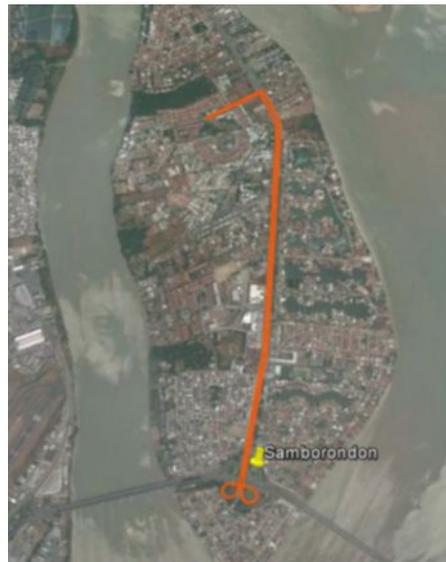


Figura 24: Línea alimentadora de Samborondón  
 Fuente y elaboración: A&V Consultores

Esa línea contaría con un recorrido total de 8,1km (ida y vuelta), y se plantea con una parada cada 200 metros en promedio, pero tomando en cuenta los mayores generadores de viajes.

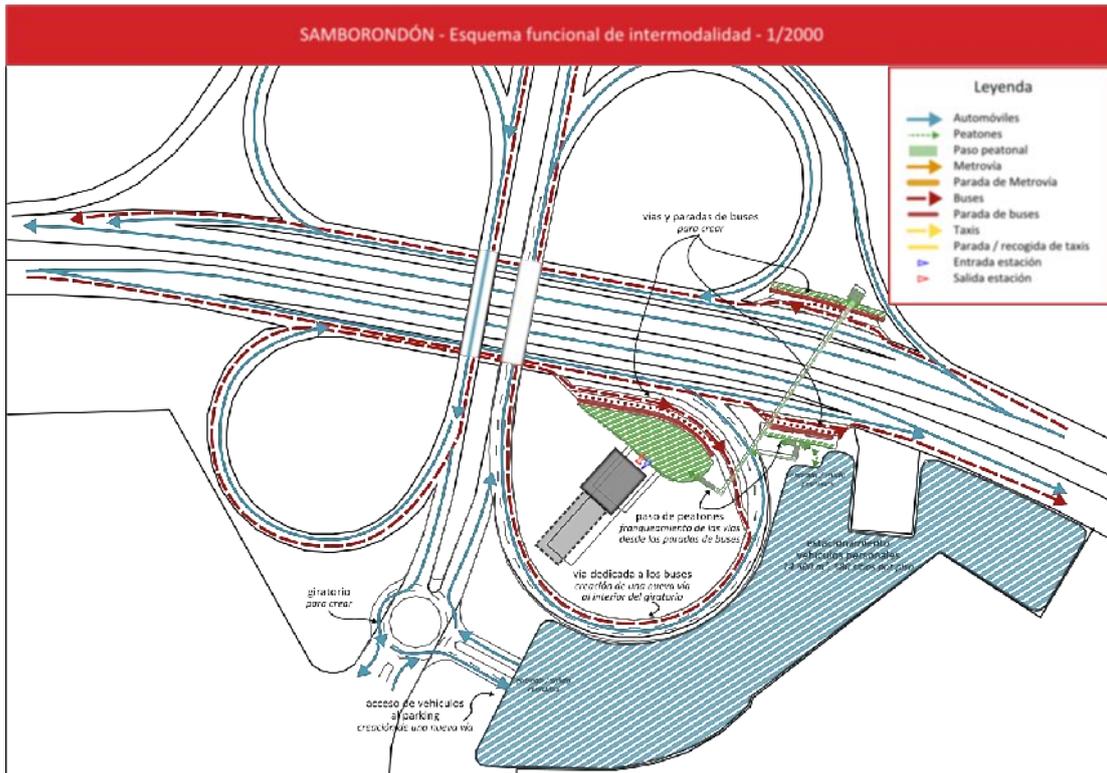


Figura 25: *Implantación y funcionamiento de la estación “Samborondón”*  
Fuente y elaboración: A&V Consultores

**Estación “Malecón 2000” – Estación intermedia o de interconexión**

La estación “Malecón 2000” se ubicaría frente al río Guayas, cerca del centro cultural, en un área gran de atracción. Sin embargo, esta localización deberá ser coordinada con los proyectos que tienen en marcha el Municipio como es la rueda moscovita y el complejo de salas de cine y restaurantes previstos.

La estación se inserta en el sector norte del Malecón y probablemente deberá ser soportada sobre pilotes. Esta ubicación tiene el obstáculo de la entrada del estacionamiento del Malecón 2000, y podría requerir una solución en pórtico, lo que deberá ser confirmado con los estudios definitivos. En cualquier caso es necesario estudiar detenidamente la ubicación definitiva en función de la infraestructura existente y de los futuros proyectos.



Figura 26: Entorno urbano para la estación “Centro Cultural Simón Bolívar”  
 Fuente y elaboración: A&V Consultores

La opción presentada a continuación ilustra cómo funcionaría la estación Malecón, en el caso de la alternativa 23 (línea Duran-Guayaquil). Es importante indicar que, en caso de ser necesario, se podría ser utilizar también el espacio de la vieja piscina de la escuela Politécnica.

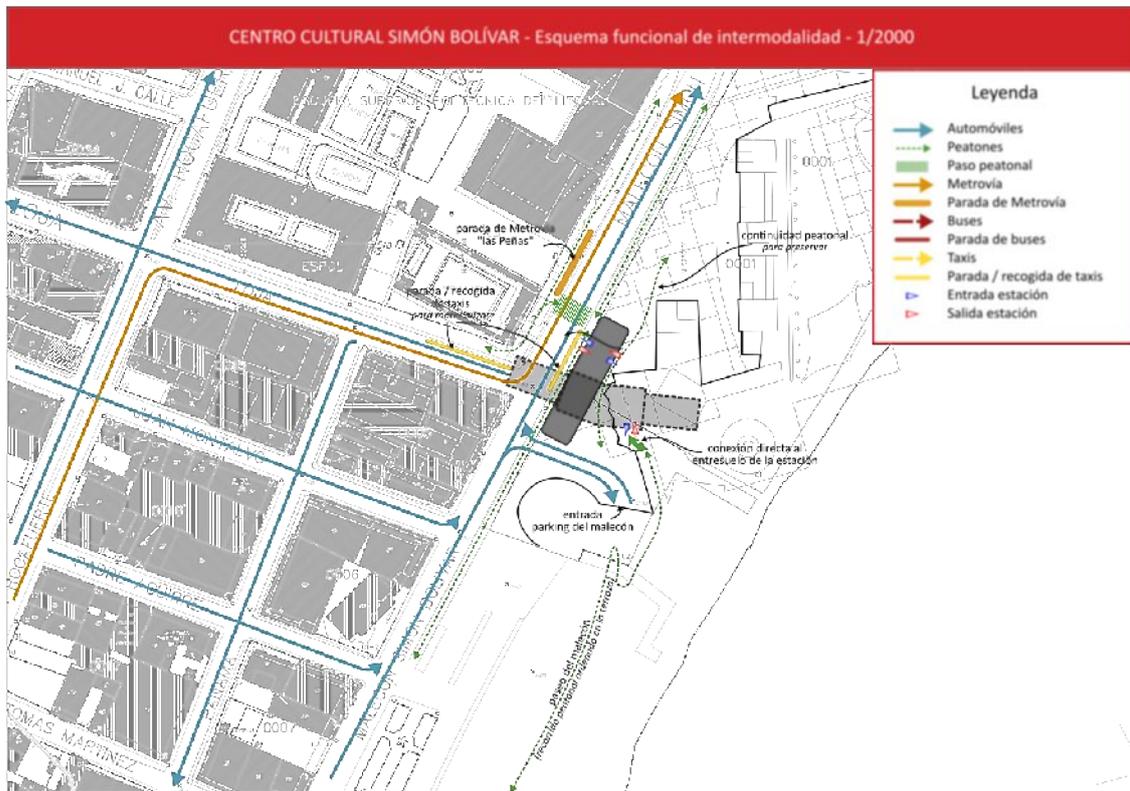


Figura 27: Implantación y funcionamiento de la estación “Centro Cultural Simón Bolívar” – Opción 2  
 Fuente y elaboración: A&V Consultores / Systra

**Estación “Julián Coronel” – Estación intermediaria**

La estación “Julián Coronel” se podría ubicar al principio de la Avenida Quito, en un área que al momento se encuentra sin ocupar. Esta ubicación de la Aerovía ofrece oportunidades de regeneración urbana de uso terciario. La estación propuesta se inserta en pórtico, por encima del intercambiador.

Por este sector transitan varias líneas de buses. El reto en este caso es permitir el transbordo y el intercambio modal de los pasajeros para pasar de un modo a otro.



Figura 28: Entorno urbano para la estación “Avenida Quito”  
Fuente y elaboración: A&V Consultores

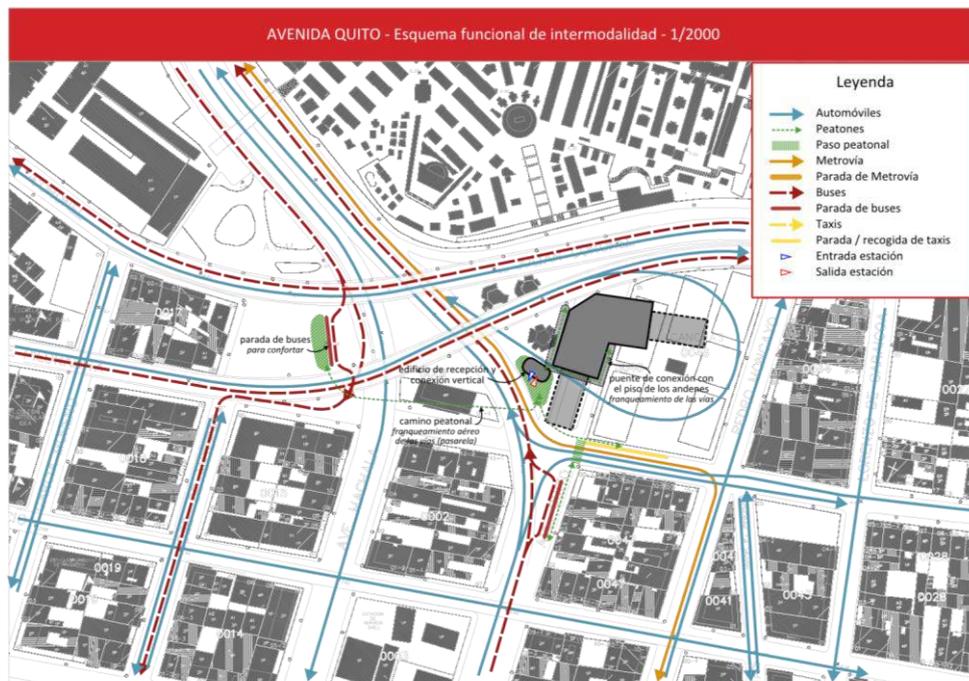


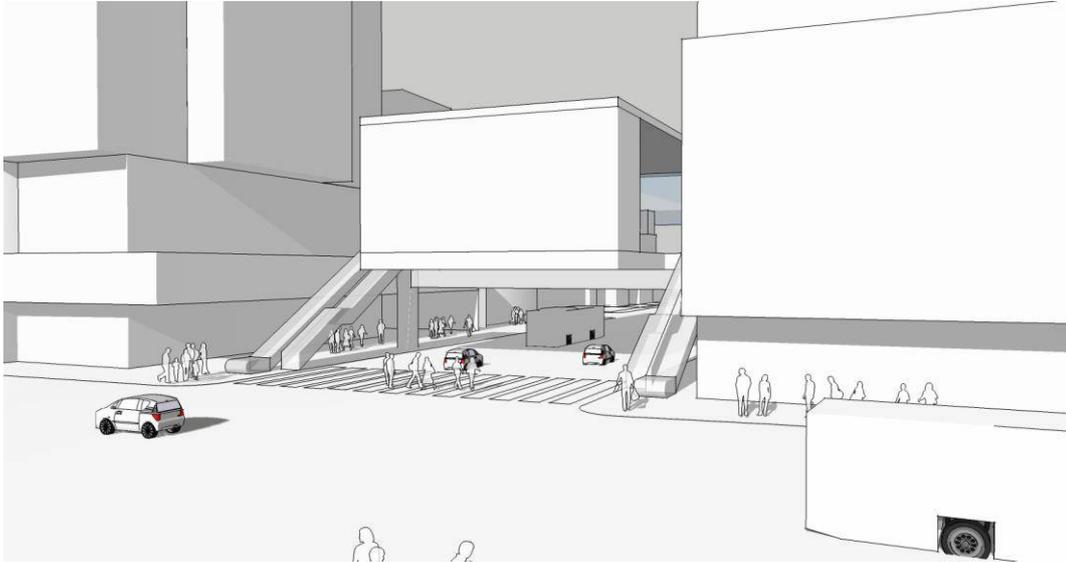
Figura 29: Implantación y funcionamiento de la estación “Julian Coronel”  
Fuente y elaboración: A&V Consultores / Systra

**Estación “Parque Centenario” – Estación terminal de línea o de retorno**

La estación “Parque centenario” se ubicaría en el cruce de la avenida 9 de octubre y la avenida Quito, cerca de la parada del sistema Metrovía denominada “Parada Parque Centenario”. Este sector de la ciudad (excepto la avenida Quito) se caracteriza por calles de ancho limitado y que en ocasiones bordean edificios de valor patrimonial. Instituciones administrativas y legislativas, como el Corte Provincial del Guayas, están próximas a esta estación.



*Figura 30: Entorno urbano para la estación “Parque Centenario”*  
 Fuente y elaboración: A&V Consultores



**Figura 31: Vista de la estación “Parque centenario” desde el Sur Este**  
 Fuente y elaboración: A&V Consultores

Esta estación, del tipo “retorno”, incluye todo el programa de necesidades en una sola planta. Los accesos se pueden realizar desde ambos lados de la vía a través de escaleras normales, escaleras mecánicas y un ascensor. Se llega a un espacio público donde podemos encontrar el área de operaciones que incluye dos oficinas para los responsables de la estación, baños, vestidores para los trabajadores y la boletería. Frente a esta área está la línea de control al andén. Éste, tiene la forma curva necesaria para que las cabinas puedan girar y retornar. Su perímetro dependerá de la frecuencia definitiva de las mismas, del ancho de acceso y del número de viajeros previstos. Se colocan además en forma simétrica las áreas técnicas cubiertas necesarios para el funcionamiento de la estación.

La estación al encontrarse sobre una vía encuentra dos restricciones en su diseño: el galibo de la cabina tiene que estar a una altura mínima de 6 metros y la estructura tanto de la estación como de la lanzadera debe apoyarse en pórticos que descansan en las aceras contiguas.

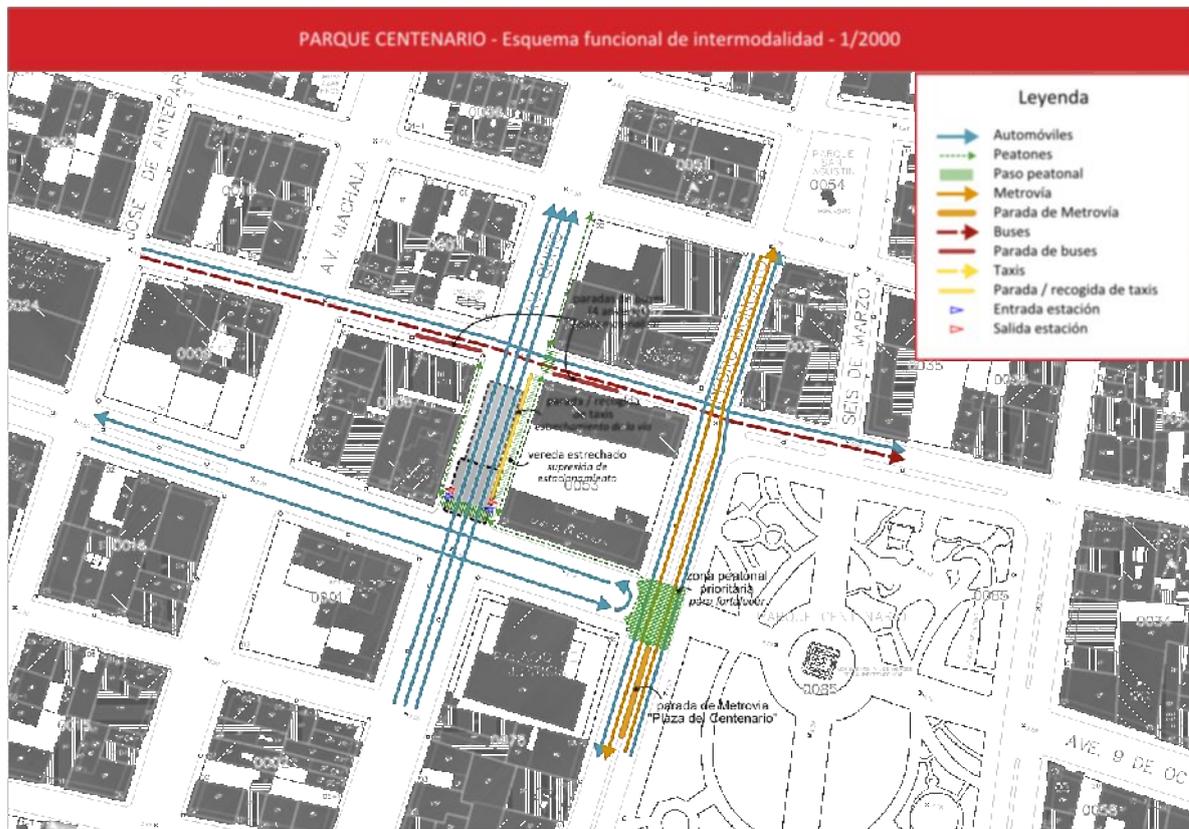


Figura 32: Implantación y funcionamiento de la estación “Parque Centenario”  
 Fuente y elaboración: A&V Consultores



Figura 33: Vista de la estación “Parque centenario” desde el Norte

Fuente y elaboración: A&V Consultores

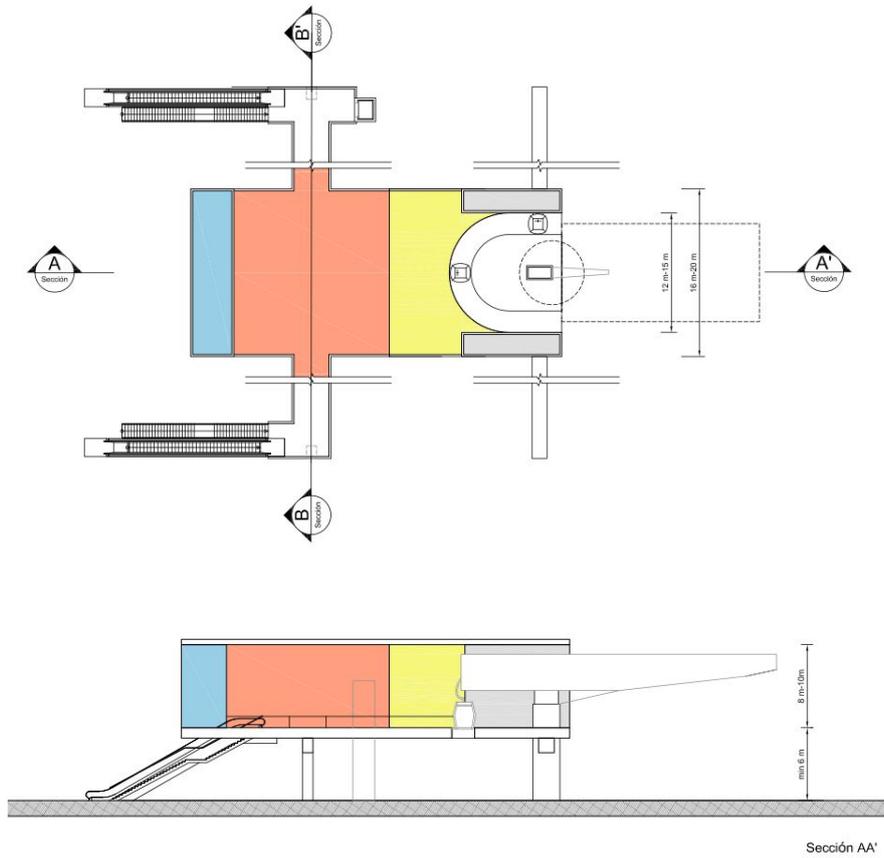


Figura 34: Planos funcionales de la estación "Parque centenario"

Fuente y elaboración: A&V Consultores

### Estación “Durán” – Estación terminal de línea

La estación “Durán” se ubicaría al sur del municipio de Durán (como la alternativa más eficiente es la que llega al Sur de Duran, no se presenta la opción en el sitio del malecón cercano al ferrocarril). Esta estación estaría ubicada en la prolongación del Malecón sur de la ciudad de Durán.

Esta zona se caracteriza por barrios residenciales, especialmente al este del sitio de implantación de la estación. Es una zona con vegetación natural y donde potencialmente existen proyectos de desarrollo urbano para uso residencial. Algunos proyectos están siendo construidos, y se encuentran previstos nuevos proyectos de vivienda. El área cuenta con dos ingresos, uno por la avenida Abel Gilbert y otro por el malecón del mismo nombre. Por este sector pasa una línea de buses que sirve a los habitantes.



Figura 35: Entorno urbano para la estación “Durán”
   
 Fuente y elaboración: A&V Consultores

En Durán se prevé en particular integrar:

- Un parqueadero para usos de “Park & Ride” de una capacidad mínima de 250 plazas (capacidad estimada a partir del modelo de tráfico), más un espacio para 50 bicicletas.

- Un sistema de tres líneas alimentadoras con 31 buses de 12m operando con una frecuencia entre 5 y minutos en los sectores ilustrados a continuación

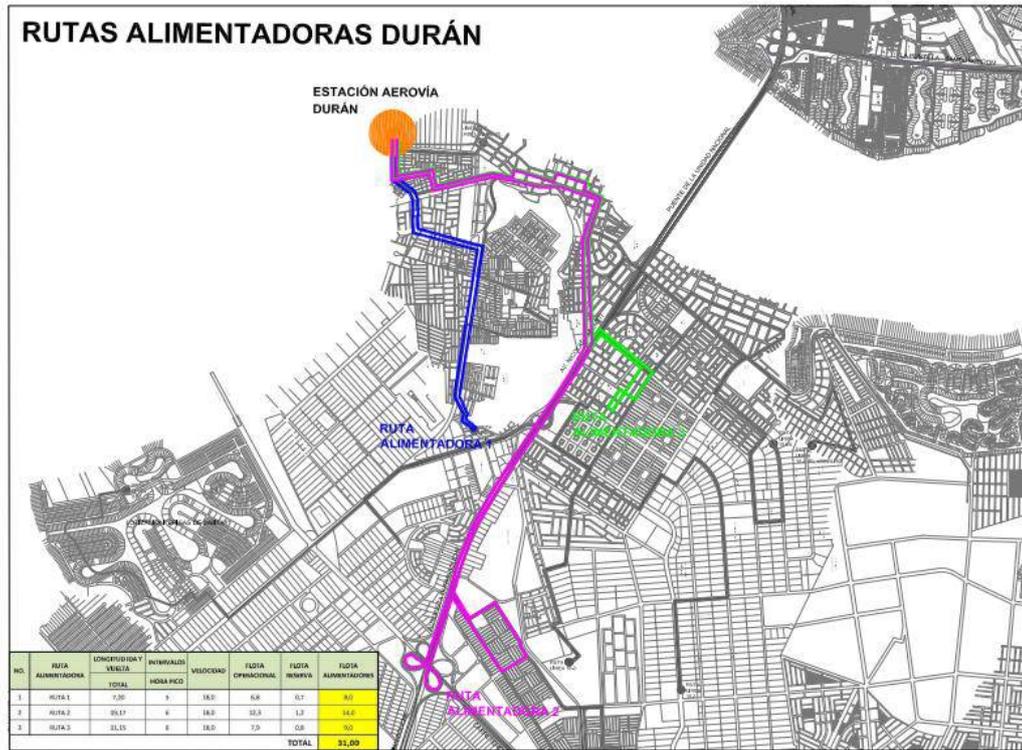


Figura 36: Líneas Alimentadoras para la estación Durán

Fuente y elaboración: A&V Consultores

Estas líneas tendrán una longitud de recorrido de 7.20, 19.17 y 11.15 kilómetros (ida y vuelta) y se plantea con una parada cada 300m.

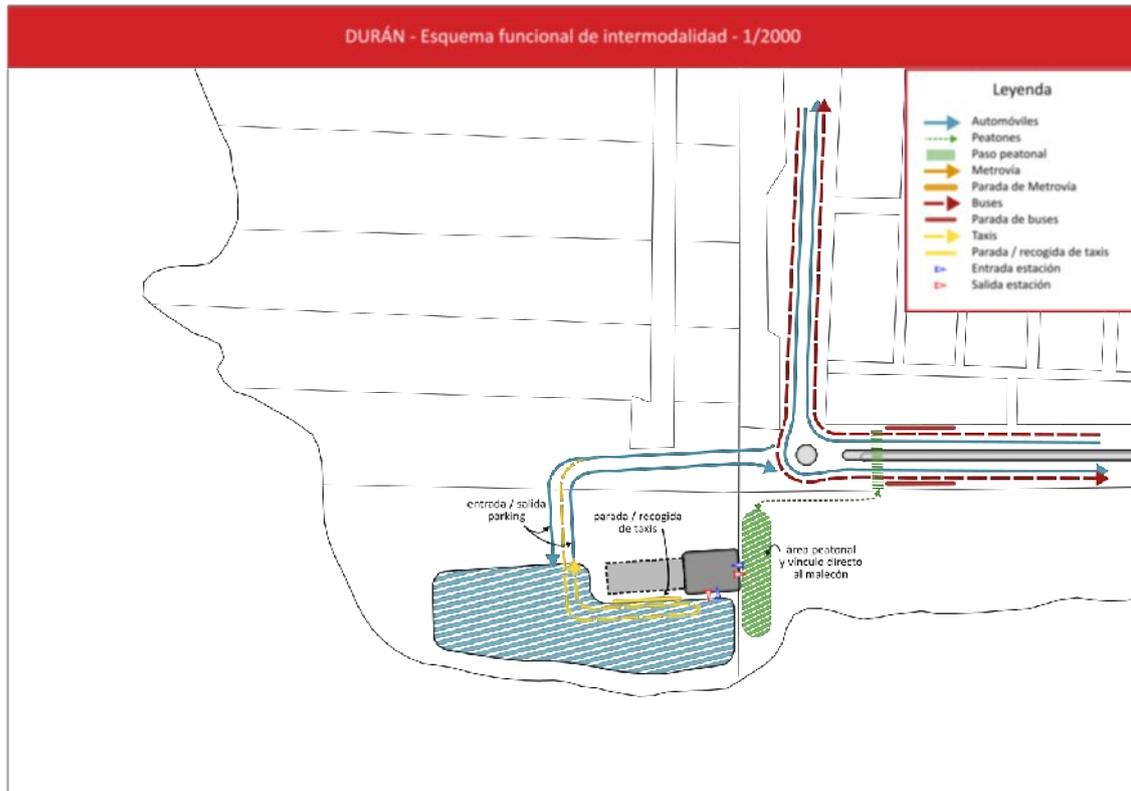


Figura 37: *Implantación y funcionamiento de la estación "Durán"*  
Fuente y elaboración: A&V Consultores

### 3.7.4. Oferta estimada

Para la estimación de la demandada se ha considerando la carga a mediano y largo plazo (1800 personas por hora y por sentido aproximadamente), la solución de telecabinas monocables se presenta como la más adecuada, ya que respondería al volumen de demanda estimado, ofrecería una inserción más fácil (estaciones más pequeñas, pilones, galibo reducido) y costos inferiores a los de la solución de Tricable.

Las características del sistema recomendado se presentan a continuación:

- A una telecabinas monocables
- Cabinas de 10 personas
- Tiempo de parada en estaciones = 25 segundos

- Velocidad maxima = 5,5 m/s en línea (que podría ser reducida fuera de las horas pico)

Para la alternativa 23 (alternativa más conveniente), se estima lo siguiente:

- El tiempo de recorrido total a 15 min
- Se necesitan 134 cabinas para responder a una carga máxima en el largo plazo (estimada en 2400 personas por hora y por sentido)

#### Análisis de los tiempos de recorrido

- Hipóthesis y características tomadas en cuenta para el cálculo de los tiempos de recorrido
- Velocidad en línea en horas pico: 5,5 m/s
- Velocidad en línea en horas valle: 2 m/s
- Tiempo de parada en estacion : 25 sec
- Acceleracion/deceleracion : 0,8 m/s<sup>2</sup>
- Intervalo entre las cabinas : 19,5 sec
- Capacidad de las cabinas : 10 personnes
- Tiempo total en estacion : 47 sec (acceleracion, deceleracion, tiempo de parada)



Figure 38 : Tiempos de recorrido por sección para la alternativa 23, con sistema de Monocable

Fuente y elaboración: A&V Consultores

El trazado permite recorrer en 15 minutos los 4,1km entre la estación de Durán y el Parque Centenario.

	Durán	Malecón 2000	Julián Coronel	Parque Centenario
Durán		7'54"	12'54"	15'00"
Malecón 2000	7'54"		5'00"	7'42"
Julián Coronel	12'54"	5'00"		2'42"
Parque Centenario	15'00"	7'42"	2'42"	

Figure 39 : Tabla de los tiempos de recorrido entre estaciones para la alternativa 23, con sistema de Monocable

Fuente y elaboración: A&V Consultores

Esos tiempos de recorrido corresponden a un tiempo de recorrido en hora pico (con una velocidad de 5,5m/s). Esos tiempos de recorrido se alargaran en caso de disminuir la velocidad (fuera de las horas pico).

Los tiempos de recorrido antes calculados no toman en cuenta los tiempos de acceso a los andenes, y tampoco el tiempo de espera en caso de gran afluencia.

### 3.7.5. Operación y mantenimiento

Debido a la operación cotidiana de gran magnitud, los riesgos de fallo tienen que ser mitigados mediante un mantenimiento adecuado, considerando el nivel de servicio y disponibilidad deseados y tomando en cuenta también que trabajar en un entorno urbano denso, es complicado y demanda intervenciones complejas.

El mantenimiento se realizará tomando en cuenta el diseño del sistema y será permanente durante todo su ciclo de vida. Para esto se requiere establecer un programa de mantenimiento específico, aprobado por los servicios de control adecuados (i.e. proveedores).

El sistema integra parámetros de seguridad en el diseño, utilizando un máximo de componentes estandarizados para la facilidad de mantenimiento. Por ejemplo, las piezas giratorias en los postes/torres son idénticas para facilitar las operaciones de sustitución.

Se prevén medidas específicas de mantenimiento preventivo para garantizar la disponibilidad de los dispositivos. El programa de mantenimiento tiene que establecerse con el objetivo de minimizar el impacto sobre el funcionamiento del sistema. Se contempla una base diaria para el mantenimiento rutinario, y una base anual o plurianual para el mantenimiento más pesado.

El mantenimiento diario se lleva a cabo principalmente en la noche durante las últimas horas del servicio. En el diseño del dispositivo, el impacto del ruido de estas operaciones se considera para permitir el establecimiento de dispositivos específicos que los reducen.

El mantenimiento se divide en tres tipos de acciones:

- El mantenimiento rutinario, diario y permanente ;
- El mantenimiento y las reparaciones anuales ;
- El mantenimiento y las reparaciones periódicas.

El mantenimiento se llevara a cabo principalmente en la noche, fuera de las horas de operación del sistema. Parte del mantenimiento diario y anual se puede realizar durante la operación del sistema, por ejemplo: el control en operación, el control de las cabinas que están aparcadas en el taller, etc.

El mantenimiento diario corresponde a todas las tareas "básicas" para permitir la operación diaria del sistema: controles y cambio de piezas por desgaste, limpieza en las estaciones de los carriles de circulación de los vehículos, controles de los niveles de tensión en estaciones y ajustes, controles de la apertura de las puertas de cabinas y andenes, etc.

El mantenimiento anual corresponde a operaciones más importantes que se pueden realizar durante la noche o durante el día, así como pruebas y ensayos específicos para validar el funcionamiento adecuado del sistema. Para llevar a cabo las pruebas y verificaciones adicionales específicas, se requerirá parar las instalaciones cada año por un período de aproximadamente 5 días.

El mantenimiento periódico (3 a 5 años) corresponde a controles regulares que requieren el remplazo de componentes pesados causando una interrupción del tráfico durante un período del orden de unos diez días.

#### 3.7.6. Seguridad de la operación

El sistema de transporte tendrá que cumplir con las normas de seguridad específicas para los sistemas de transporte por cable en un contexto urbano.

Las principales causas de la interrupción no programada del servicio en Guayaquil podrían ser de naturaleza meteorológica (viento y tormentas) o sísmica. Los límites aceptables en términos de viento son presentados en el referencial técnico. El riesgo sísmico tendrá que ser tomado en cuenta en el diseño definitivo.

Un sistema de cable está concebido para permitir la seguridad de los pasajeros en línea y en estación en caso de problema técnico. La concepción del sistema incluye el concepto de **“rescate integrado” que permite el retorno de las cabinas a la estación en cualquier caso y en cualquier tipo de avería.**

La maquinaria es concebida de manera redundante. La cadena cinemática debe ser duplicada. Los motores eléctricos pueden funcionar de manera independiente y un grupo generador permite sustituir la alimentación eléctrica de la red normal, o sea alimentar los motores de auxilio que se conectan directamente el cable.

El diseño de los equipos sobre los postes/torres está realizado de tal manera que en caso de incidente, como desembrague, se puede intervenir rápidamente con personal especialmente formado. Esto es especialmente importante cuando se consideran cabinas cargadas de pasajeros.

### 3.7.7. Impactos del proyecto

Durante el estudio fueron identificados de manera previa los potenciales impactos de una línea de transporte por cable:

- Impactos sobre las redes
  - Redes subterráneas
  - Redes aéreas
- Impactos sobre el uso de suelo
- Impactos sobre el ambiente
  - Impacto sobre el paisaje
  - Corte de arboles
  - Impacto sobre la calidad del aire y otros
  - Ruido
- Impactos sobre el tráfico
- Consideración de los riesgos en el entorno (incendio, caída de objetos, etc.)

Uno de los riesgos que fue analizado detenidamente, es el de incendios. El riesgo de incendio se debe considerar como proveniente de la cabina o del entorno. Este riesgo se considera a lo largo del trazado, especialmente en caso de sobrevuelo de vegetación, de obras civiles (carreteras, líneas HT), o de edificios residenciales y comerciales. También hay que tener en cuenta la proximidad de las fachadas. Tal como se ilustra a continuación, se propone aislar el sistema del entorno para mitigar este riesgo.



Figura 40: Distancias de sobrevuelo y gálibos para una red vial o edificios
   
 Fuente y elaboración: A&V Consultores

En todo caso, al tratarse de un proyecto que tiene poco impacto ambiental, en los estudios definitivos se deberá profundizar su análisis y proponer las medidas de mitigación correspondientes.

#### 4. Fase 3: Estudio financiero y socioeconómico

El propósito de este capítulo es presentar la evaluación económica y financiera del proyecto a partir de los resultados de la modelación de la demanda del sistema, de la determinación de las inversiones y de la determinación de los costos operativos.

#### 4.1. Datos de entrada e hipótesis comunes

Los datos presentados a continuación son los necesarios para las evaluaciones financiera y socio-económica.

##### 4.1.1. Cronograma de implementación del proyecto

El análisis realizado muestra que la terminación de la construcción del sistema “Aerovía” está previsto para finales del año 2017. Sin embargo, con respecto a la evaluación financiera, se utiliza una hipótesis conservadora, que permite tener resultados con mayor nivel de seguridad. Por lo tanto, en este escenario, se considera que la fase de inversión se extiende hasta el año 2018 y que la fase de operación (y cobro) empieza en el año 2019. En caso de que el sistema inicie sus operaciones a finales del 2017 los resultados serán más favorables.

##### 4.1.2. Periodo de evaluación

Se suele definir el periodo de evaluación en función la duración de vida económica del proyecto. Esta última se calcula como la duración de vida útil promedio de los diferentes activos que componen el sistema, o como la duración de vida útil de los componentes de mayor inversión.

En el presente caso, en función de las características de los diferentes componentes (ver el numeral ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.), se ha definido la duración de vida económica del proyecto en 30 años a partir del año de entrada en operación del sistema, es decir que el periodo de evaluación es 2019 – 2049 (los años 2015-2018 corresponden al periodo de implementación).

##### 4.1.3. Costos y calendario de inversión inicial

Después de la fase 1, se identificaron como las alternativas convenientes las que van desde Durán y Samborondón hasta el centro de Guayaquil.

Sobre esta base, se investigaron en un primer momento, 27 alternativas y sub alternativas sirviendo a Durán y Samborondón. De estas, sobresalieron tres. La eficiencia de estas alternativas depende de la demanda, así como de su viabilidad financiera. En un segundo momento de análisis se trabajó sobre las tres alternativas que se consideraron más convenientes y sobre esto se realizó el estudio de cinco sub-alternativas adicionales. Son las ocho alternativas más convenientes las que se presentan a continuación.

Alternativa	Estaciones Principales	Costo por línea		Costo Total*	
		Línea 1	Línea 2	Sin contingencias	Con contingencias
3	Duran - Samborondon - Centenario	\$134 157 503	-	\$134 157 503	\$164 199 224
19	Samborondon - Centenario	\$105 492 765	-	\$105 492 765	\$129 326 834
4	Duran - Samborondon - Centenario	\$122 967 891	-	\$122 967 891	\$150 226 397
20	Samborondon - Centenario	\$90 844 960	-	\$90 844 960	\$111 244 134
13	Samborondon - Centenario & Duran - Malecon	\$105 978 248	\$39 874 146	\$145 852 394	\$178 256 783
21	Samborondon - Centenario & Duran - Malecon	\$105 605 733	\$39 874 146	\$145 479 879	\$177 913 460
22	Duran-Malecon	-	\$39 874 146	\$39 874 146	\$48 775 148
23	Duran - Centenario	-	\$97 069 079	\$97 069 079	\$118 700 824

\*Estos costos no incluyen provisiones para compras o expropiaciones de terrenos

\*Los costos de fiscalización no están incluidos

En la siguiente tabla se presenta el calendario de inversión inicial para la alternativa 23, durante los tres años de implementación del proyecto, desglosado por categorías de activos utilizando la hipótesis conservadora. La tabla también presenta las hipótesis de repartición de los costos entre bienes y servicios adquiridos en Ecuador y adquiridos en el extranjero (con valores de la Zona Euro).

EN USD 2015	INVERSION TOTAL	Parte local	Parte extranjera	2015	2016	2017	2018
Obras de vía y reubicación de redes	\$1 440 019	80%	20%	\$0	\$896 009	\$544 011	\$0
Protección anti-incendios de edificios (+ decontaminación)	\$3 664 340	80%	20%	\$0	\$988 831	\$891 836	\$1 783 673
Infraestructura de líneas (fundaciones, postes y cables)	\$10 830 064	64%	36%	\$0	\$2 166 013	\$6 498 039	\$2 166 013
Cabinas	\$6 347 110	6%	94%	\$0	\$1 269 422	\$3 808 266	\$1 269 422
Equipamiento eléctrico	\$4 491 195	9%	91%	\$0	\$1 114 236	\$2 760 292	\$616 667
Telecomunicaciones y boletería	\$4 273 879	61%	39%	\$0	\$162 681	\$2 659 444	\$1 451 754
<b>Estaciones</b>							
Tecnologías de cable en las estaciones	\$22 562 595	8%	92%	\$0	\$0	\$15 793 817	\$6 768 779
Obra civil y arquitectura	\$22 709 024	80%	20%	\$0	\$7 323 561	\$13 195 844	\$2 189 619
Centro de mantenimiento - Samborondón	\$4 768 463	34%	66%	\$0	\$1 155 910	\$2 848 296	\$764 257
Operaciones adicionales : estacionamiento incitativo y buses alimentadores	\$3 321 204	80%	20%	\$0	\$0	\$1 489 947	\$1 831 257
Estudios y supervisión de obras	\$10 128 947	0%	100%	\$4 785 586	\$5 343 362	\$0	\$0
% gastos de Gestión externalizados (auditores, seguros)	\$2 532 237	0%	100%	\$633 059	\$633 059	\$633 059	\$633 059
<b>TOTAL (sin provisiones y fiscalización / sin contingencias)</b>	<b>\$97 069 079</b>	-	-	\$5 418 645	\$21 053 084	\$51 122 851	\$19 474 500
<b>TOTAL (sin provisiones y fiscalización / con contingencias)</b>	<b>\$118 542 461</b>						
Provisiones - Compra de terrenos para estaciones y servidumbres	\$2 562 500						
Fiscalización y trámites administrativos	\$4 820 395						
<b>TOTAL (sin contingencias)</b>	<b>\$104 451 974</b>						
<b>TOTAL (con contingencias)</b>	<b>\$127 150 627</b>						

Figura 41 : Alternativa 23 – Sistema de Monocable  
Costos y calendario de inversión inicial, en USD de 2015  
Fuente y elaboración: A&V Consultores / Systra

Se presentan también los costos del proyecto incluyendo la alternativa de Samborondón (alternativa 21), es decir, los costos del proyecto integrando las alternativas de Samborondón y Durán.

EN USD 2015	INVERSION TOTAL	Parte local	Parte extranjera
Obras de vía y reubicación de redes	\$1 640 930	80%	20%
Protección anti-incendios de edificios (+ decontaminación)	\$4 083 764	80%	20%
Infraestructura de líneas (fundaciones, postes y cables)	\$17 693 177	59%	41%
Cabinas	\$9 141 733	6%	94%
Equipamiento eléctrico	\$7 901 665	9%	91%
Telecomunicaciones y boletería	\$6 916 668	64%	36%
<b>Estaciones</b>			
Tecnologías de cable en las estaciones	\$33 843 893	8%	92%
Obra civil y arquitectura	\$32 127 603	80%	20%
Centro de mantenimiento - Samborondón	\$7 578 622	34%	66%
Operaciones adicionales : estacionamiento incitativo y buses alimentadores	\$5 575 553	80%	20%
Estudios y supervisión de obras	\$15 180 433	0%	100%
% gastos de Gestión externalizados (auditores, seguros)	\$3 795 108	0%	100%
<b>TOTAL (sin provisiones y fiscalización / sin contingencias)</b>	<b>\$145 479 150</b>	-	-
<b>TOTAL (sin provisiones y fiscalización / con contingencias)</b>	<b>\$177 698 434</b>		
Provisiones - Compra de terrenos para estaciones y servidumbres	\$10 062 500		
Fiscalización y trámites administrativos	\$6 925 180		
<b>TOTAL (sin contingencias)</b>	<b>\$162 466 831</b>		
<b>TOTAL (con contingencias)</b>	<b>\$197 997 035</b>		

Figura 42 : Alternativa 21 – Sistema de Monocable  
Costos y cronograma de inversión inicial, en USD de 2015

Fuente y elaboración: A&V Consultores / Systra

En los siguientes gráficos se presentan los costos desglosados por rubros de construcción para las alternativas 21 y 23.

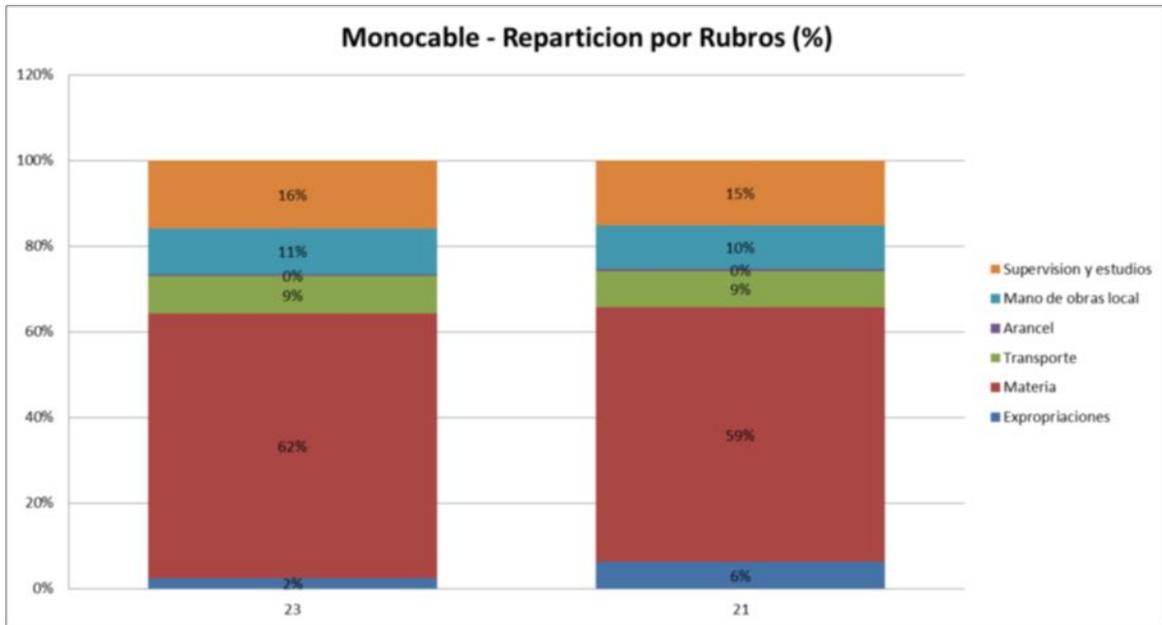


Figura 43 : Desglose de los costos de inversión de las alternativas 21 y 23 por rubros  
Fuente y elaboración: A&V Consultores / Systra

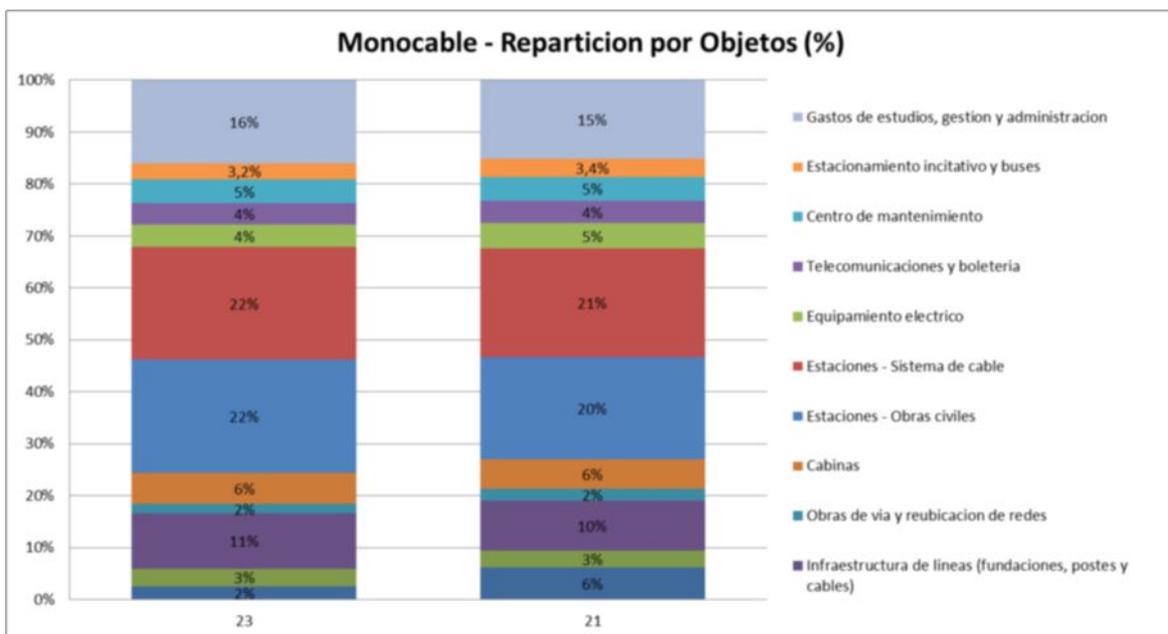


Figura 44 : Desglose de los costos de inversión de las alternativas 21 y 23 por rubros de construcción  
Fuente y elaboración: A&V Consultores / Systra

#### 4.1.4. Costos de operación

Los costos de operación y mantenimiento del sistema de transporte de cable han sido estimados a lo largo de la vida del proyecto. Los costos operativos están determinados, en su mayoría, por las necesidades de recursos complementarios para las grandes reparaciones de ciertos activos, especialmente el cable.

La figura siguiente ilustra la repartición de esos costos a lo largo de la vida del proyecto para la alternativa 23, en dólares constantes al año 2015:

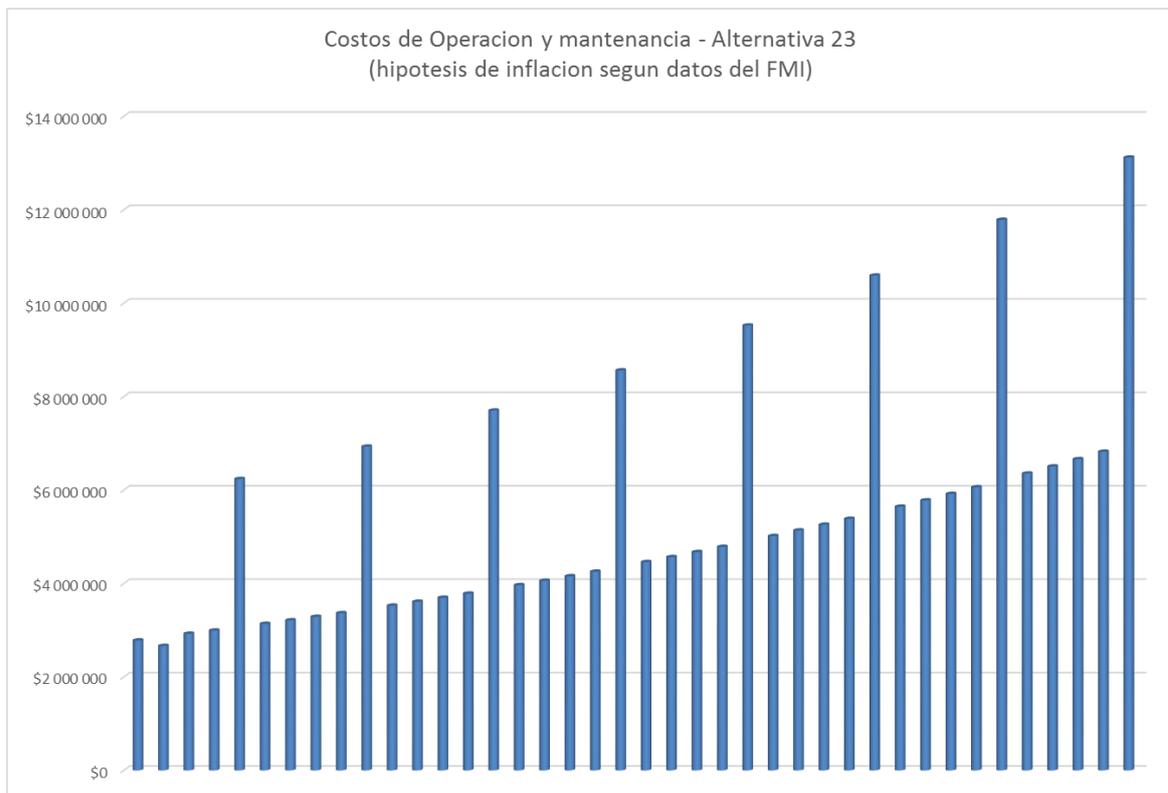


Figura 45 : Costos de operación y mantenimiento para la alternativa 23 (hipótesis de inflación baja)  
Fuente y elaboración: A&V Consultores / Systra

#### 4.1.5. Ingresos operacionales

La estimación de los ingresos por pasajeros transportados se basa sobre los resultados de la modelación de la demanda en el sistema propuesto.

Con el modelo de demanda se investigaron varios escenarios tarifarios y de integración.

Para proponer una tarifa social, se escogió trabajar sobre la base de una tarifa comprendida entre 0,60\$ y 0,75\$ (USD 2019). Para todos los escenarios se consideró una porcentaje de tarifa reducida del 15% (media tarifa para estudiantes menores de 18 años y personas de tercera edad).

En cuanto a escenarios de integración tarifaria, se analizó lo siguiente:

- o Escenarios con gratuidad de un nuevo sistema de líneas de buses alimentadores para Samborondón;
- o Escenarios con gratuidad de un nuevo sistema de líneas de buses alimentadores para Durán;
- o Escenarios con gratuidad del parqueadero para los vehículos en Samborondón y Durán;
- o Escenarios integración tarifaria con Metrovía.

El sistema de transporte de cable también estará caracterizado por altos niveles de tráfico de usuarios y estaciones con infraestructura dedicada (andenes, espacios para el acceso y la salida de viajeros), en cuales se concentra los movimientos de pasajeros. Tales características ofrecen posibilidades de ingresos comerciales complementarios. En el modelo financiero se integraron ingresos de alquileres para las superficies comerciales disponibles en las estaciones. El alquiler se evalúa a 20\$/m<sup>2</sup> por mes.

## 4.2. Análisis financiero del proyecto

### 4.2.1. Objetivo del análisis

El objetivo de la evaluación financiera es:

- Evaluar la rentabilidad del proyecto en términos financieros, comparando los ingresos netos generados por el proyecto con las necesidades de inversión y el costo del capital;
- Confirmar la factibilidad de un determinado modelo institucional-financiero, desde el punto de vista de la rentabilidad financiera para el inversionista/operador privado. También se busca establecer en forma general sus condiciones de viabilidad como negocio, especialmente con relación a niveles de tarifas, niveles aportes públicos, y estructura de financiamiento

Para este análisis se han considerado dos premisas fundamentales: la primera define que es necesario que el proyecto sea auto-sustentable durante la operación. La segunda considera que es necesario que exista un porcentaje de inversión privada en la infraestructura (inversión inicial).

Estas premisas se han utilizado para seleccionar las alternativas. Este enfoque se justifica aún más cuando se sabe que la rentabilidad financiera del proyecto es directamente proporcional con su eficiencia en términos de transporte: a más demanda, más ingresos de operación.

### 4.2.2. Escenario de modelo institucional-financiero escogido

Durante las reuniones mantenidas con las autoridades del M.I. Municipio de Guayaquil se presentaron diferentes alternativas para el modelo institucional financiero y se determinó que el siguiente era el más adecuado:

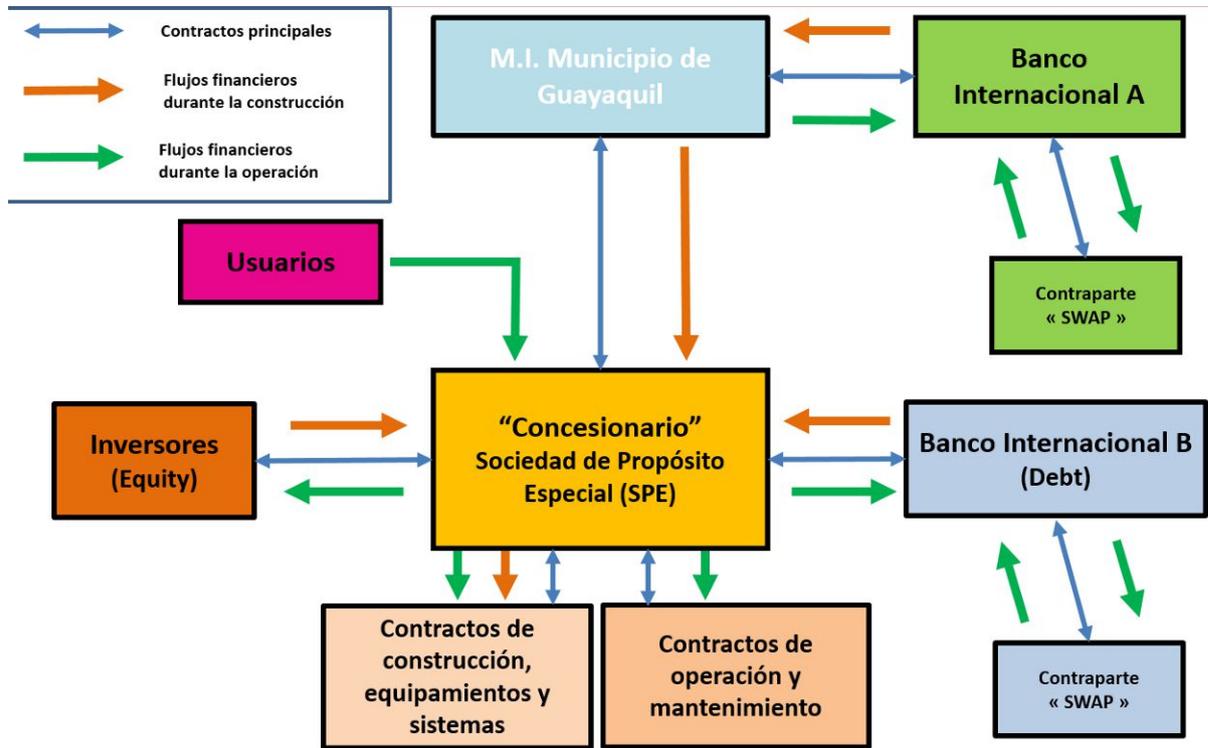


Figura 46 : Modelo institucional financiero  
Fuente y elaboración: A&V Consultores

Este modelo es un modelo de concesión con una hipótesis para un contrato de 30 años.

#### 4.2.3. Resultados de la evaluación global

Como se indicó en las secciones anteriores, se seleccionaron ocho alternativas, cuyos resultados se presentan a continuación, comparados sobre la base de una tarifa de 60 centavos.

Alternativa	Estaciones Principales	TRI		VAN (actualización de 13%)	
		Worst case	Base case	Worst case	Base case
3	Duran - Samborondon - Centenario	-5,1%	-2,2%	-\$ 144 949 803	-\$ 109 359 721
19	Samborondon - Centenario	-3,1%	-0,3%	-\$ 108 778 166	-\$ 79 786 142
4	Duran - Samborondon - Centenario	-7,4%	-4,2%	-\$ 135 008 401	-\$ 103 351 556
20	Samborondon - Centenario	-3,0%	-0,2%	-\$ 96 987 032	-\$ 71 724 722
13	Samborondon - Centenario & Duran - Malecon	-2,9%	-0,3%	-\$ 148 391 735	-\$ 109 962 588
21	Samborondon - Centenario & Duran - Malecon	-3,8%	-1,0%	-\$ 152 668 112	-\$ 113 357 659
22	Duran-Malecon	-14,0%	-8,2%	-\$ 50 783 128	-\$ 38 703 748
23	Duran - Centenario	-1,1%	1,4%	-\$ 93 860 678	-\$ 67 629 849

Figura 47 : Tabla comparativa de indicadores financieros  
Fuente y elaboración: A&V Consultores

De la comparación de las TRIFs de las alternativas, sobresale la No. 23 como la más conveniente. Este resultado es lógico y en concordancia con las estimaciones de la demanda y con los costos de proyecto, por ejemplo:

- La demanda estimada para la alternativa 23 es la tercera más alta.
- Los costos de inversión de la alternativa 23 están entre los más bajos.

A continuación, se presentan los flujos de caja libre netos para la alternativa 23, sobre la base de tarifas a 0,60\$ y 0,75\$. El flujo de caja suma el Excedente Bruto de Explotación del proyecto (diferencia entre los ingresos comerciales de operación y los costos de operación y mantenimiento) y las inversiones. Los gráficos presentan los flujos a precios nominales para un periodo de 30 años.

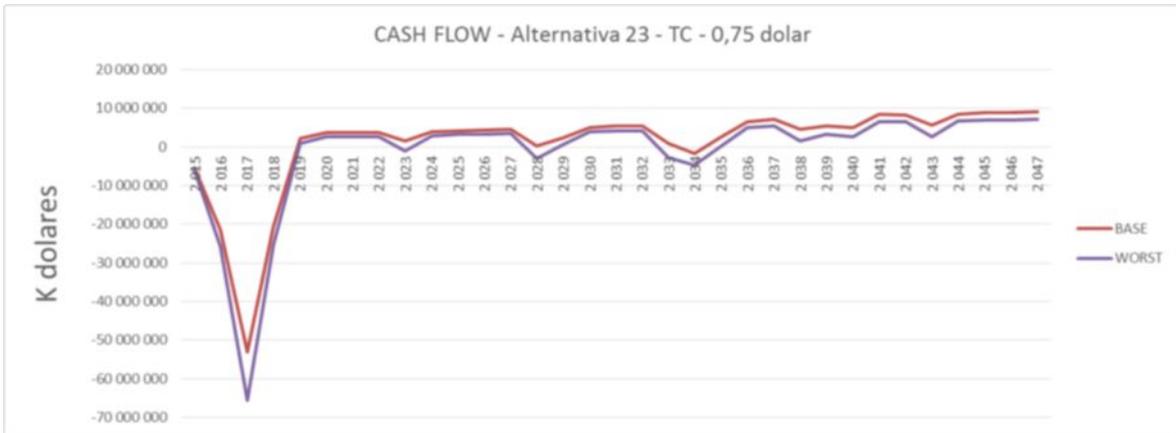


Figura 48 : Alternativa 23 – Caja de flujo del proyecto (tarifa de 75 centavos)  
Fuente y elaboración: A&V Consultores

A continuación se presentan la evolución de los excedentes Bruto y Neto de Explotación de la operación del sistema de cable en \$USD, a precios nominales para la alternativa 23, sobre la base de tarifas a 0,60\$ o 0,75\$.

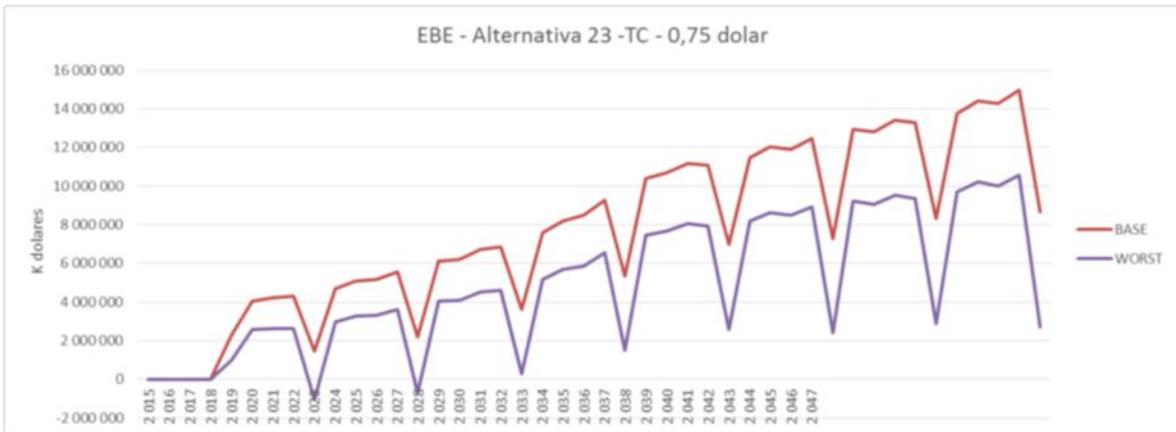


Figura 49 : Alternativa 23 – Excedente Bruto de explotación del proyecto (tarifa de 75 centavos)  
Fuente y elaboración: A&V Consultores

El valor del EBE para la alternativa 23 indica que, a partir de 0,75\$ (escenario económico de base) la operación del sistema de cable puede ser viable y rentable como negocio para un operador privado (sin participación en el financiamiento de la inversión inicial, sino solo para el capital de trabajo inicial).

Más aún, si se considera los márgenes netos del operador, la operación del sistema sería rentable (salvo durante los periodos de mantenimiento mayor: reemplazo del cable, etc.) y justificaría el pago de “derechos” (o “royalties”) al dueño de la infraestructura (en caso que sea el Municipio). Otra posibilidad es que el operador participe en el financiamiento de los costos de infraestructura. En este caso el operador podría beneficiarse de una transferencia de propiedad de la infraestructura en el porcentaje de su participación en el financiamiento.

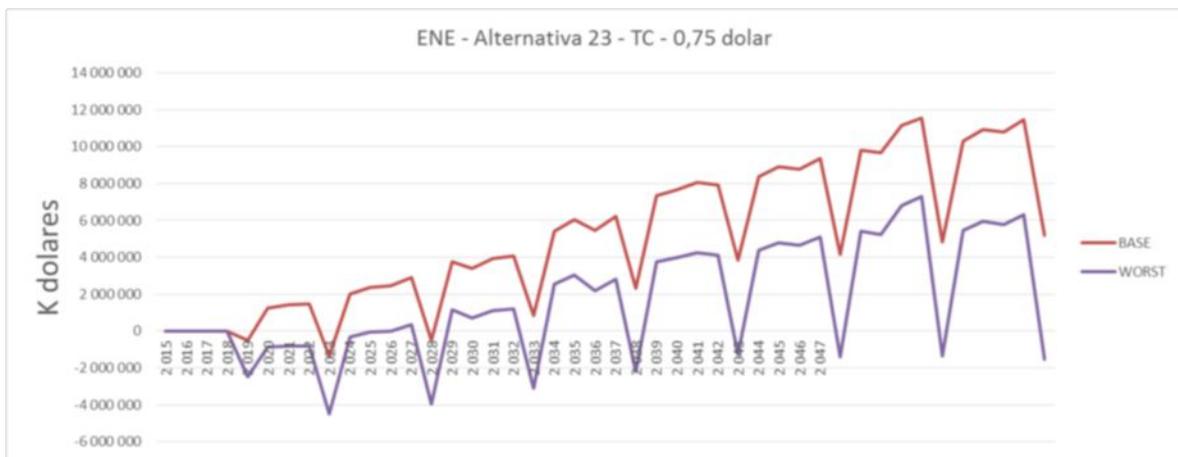


Figura 50 : Alternativa 23 – Excedente Neto de explotación del proyecto (tarifa de 75 centavos)  
Fuente y elaboración: A&V Consultores

Por el contrario, aún para la alternativa 23, el ENE del proyecto es negativo (en los primeros años). Los ingresos de operación no bastan para cubrir el costo de la depreciación del capital fijo. Además, la TIRF del proyecto es baja, particularmente si uno la compara a los costos de financiamiento del capital (tasas de interés de la deuda, tasas exigidas de retorno sobre el capital privado) vigentes en los mercados de capitales.

Por estas razones, parece inviable que los ingresos del proyecto de fase de operación permitan financiar la totalidad de las inversiones en las condiciones de mercado existentes. Por lo tanto es necesario considerar las siguientes reflexiones:

- Un aporte público es necesario, sea en fase de inversión o de operación;
- La participación del sector privado en la inversión inicial tiene que ser limitada, y no puede englobar todos los activos fijos.
- No parece viable un modelo de “concesión total” o similar, en el que un concesionario privado asume el financiamiento de todo el sistema.

#### 4.2.4. Resultados de análisis financiero

##### Comparación de los escenarios elegidos

Se realizó el análisis de las 8 alternativas pre-seleccionadas utilizando los siguientes indicadores financieros:

- La anualidad máxima pagada por el Municipio de Guayaquil para repagar la inversión inicial;
- Las necesidades de aportes anuales por parte del Municipio;
- El porcentaje de participación privada en la inversión inicial;
- Las posibilidades de extensión en caso de escenarios de una sola línea.

El análisis se hizo para valores de tarifa de \$0,60 dólares y \$0,75 dólares, y para los escenarios económicos “Base case” y “Worst case”. Los resultados se presentan a continuación.

De los resultados obtenidos en las tablas precedentes, se puede concluir que:

- Una tarifa de 75 centavos permitiría incrementar la seguridad sobre la factibilidad del montaje financiero del proyecto. Sin embargo, este es un valor estimado que deberá ser ajustado por los proponentes.

- La alternativa 22 que solo conecta Durán con el Malecón 2000 en Guayaquil no parece conveniente. Los indicadores financieros para esa alternativa son negativos.
- Las dos alternativas que sirven a Durán pasando por Samborondón (alternativas 3 y 4) son las menos rentables y eficientes. Eso se explica por el hecho de que, en comparación con las alternativas 19 y 20, se incrementa el costo del proyecto con el tramo Durán-Samborondón sin atraer pasajeros de Durán. El recorrido es mayor y además existe competencia de los buses inter-cantoniales.
- La alternativa 23 que vincula Durán con el Parque Centenario es la que presenta la mejor tasa interna de rentabilidad (TIR). Es también la alternativa con las menores anualidades para el Municipio de Guayaquil y presenta además buenas posibilidades para extender la red hacia Samborondón en una segunda etapa;
- La alternativa 20 que vincula Samborondón a Guayaquil presenta resultados financieros interesantes, pero no presenta opciones para extender la red hasta Durán;
- Las alternativas 13 y 21 con dos líneas son las que atraen el mayor número de pasajeros pero tienen una inversión en capital muy alta y necesitan anualidad municipales muy altas;
- La alternativa 19 de una sola línea desde Samborondón al Parque Centenario, vía el Malecón, es la que tiene flexibilidad para extender el proyecto hacia Durán en una segunda fase (Durán-Malecón), pero no es tan rentable como la de Durán-Malecón-Parque Centenario, y adicionalmente necesita una inversión mayor.

Los resultados de análisis financieros detallados confirman los análisis de la demanda (§3.6) y los resultados de la evaluación global. Los resultados muestran que lo más conveniente es desarrollar la alternativa 23 que vincula Durán con el Centro de Guayaquil. La alternativa 23 ofrece opciones para extender el sistema desde el Malecón hacia Samborondón.

### Estructura de financiamiento de la Sociedad de Propósito Especial (SPE)

En este modelo se supone que el financiamiento de las inversiones es realizado parcialmente por la SPE. Se estructura con aportaciones presupuestarias de capital privado y una deuda privada. Para la inversión inicial, la relación capital (aportación privada) / deuda es de aproximadamente 10% / 90%, lo que se considera muy aceptable para los prestamistas.

La estructura de financiamiento resultante para la SPE es la siguiente:

#### Saldos de la empresa - Base case – 75 centavos

Usos y recursos del concesionario (flujos de caja)					
Usos	USD 2015	%	Recursos	USD 2015	%
Durante la construcción			Durante la construcción		
Inversión inicial	\$100 473 865	21%	Deuda privada	\$2 329 658	0%
Interés durante la construcción	\$188 726	0%	Aportación de capital privado	\$21 858 955	5%
Upfront fee	\$23 297	0%	Aportación municipal	\$76 597 275	16%
Durante la operación			Durante la operación		
Operación y mantenimiento	\$144 223 108	30%	Deuda	\$0	0%
Renovaciones	\$23 016 013	5%	Aportación de capital privado	\$0	0%
Impuesto a la renta	\$45 414 456	9%	Aportación municipal	\$0	0%
Intereses	\$1 617 503	0%	Autofinanciamiento sobre Tesorería	\$25 449 978	5%
Principal de la deuda	\$2 329 658	0%	Ingresos de operación	\$357 198 030	74%
Constitución de la Tesorería	\$25 007 090	5%			
Dividendo a privados (Equity)	\$141 140 179	29%			
<b>Total</b>	<b>\$483 433 896</b>	<b>100%</b>	<b>Total</b>	<b>\$483 433 896</b>	<b>100%</b>

### Viabilidad financiera de la STE

A continuación se presentan los indicadores de viabilidad financiera para la STE.

Base case – tarifa de 75 centavos de USD

Min DSCR		5,95 x
		31-Dec-23
LLCR		16 x
NPV project	\$	-54 766 754
IRR Project		1,91%
PRIVATE FINANCE		
NPV Equity	\$	62 827
IRR Equity		13,04%
Debt / Equity		10,00%

### Flujo de caja para la Municipalidad de Guayaquil

En términos generales para el Municipio, los flujos de caja en la vida útil de un proyecto, podrían ser los siguientes, de los cuales se pueden escoger uno o varios:

- Egresos para repagar la Deuda (principal e interés);
- Egresos para aportes en la operación;
- Egresos para pagar la transferencia de activos al final de la concesión (sobre la base del valor residual).

En el caso de la Aerovía, se asume la hipótesis que no habrá transferencia de activos con pago del Municipio al final de la concesión. La transferencia se hace gratuitamente.

En el caso de la alternativa seleccionada (23), no hay necesidad de aportes para la operación. A continuación se presentan los flujos de caja netos a lo largo del periodo de evaluación:

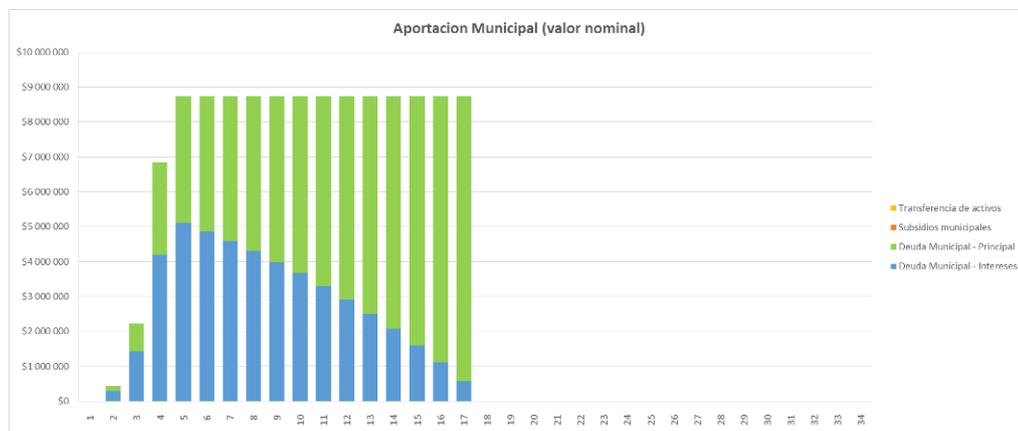


Figura 51 : Flujo de caja – Base case – 75 centavos  
Fuente y elaboración: A&V Consultores

#### 4.3. Análisis socioeconómico del proyecto

El análisis socio-económico cuantifica y valora los beneficios sociales y económicos del proyecto, los cuales junto con los costos de construcción y mantenimiento permiten construir los flujos económicos correspondientes a los impactos del proyecto para la

sociedad y obtener los indicadores tradicionales de rentabilidad como son la tasa interna de retorno económica (TIRE) y el valor presente neto económico (VPNE).

Los resultados de la evaluación muestran la rentabilidad socioeconómica de la alternativa 23, en el escenario de base, con una tarifa de 75 centavos:

- La Tasa Interna de Rentabilidad Económica (TIRE) es en este caso de 14,5% y el Valor Presente Neto Económico del proyecto es positivo: + 32 Millones de USD2015.
- Los ahorros de tiempo en los viajes en transporte público representan el principal beneficio económico del proyecto.

Para la alternativa 21, los resultados de la evaluación en el escenario base, con una tarifa de 75 centavos muestran que la rentabilidad socioeconómica es positiva:

- La Tasa Interna de Rentabilidad Económica (TIRE) es en este caso de 9,8% y el Valor Presente Neto Económico del proyecto es positivo: -38 Millones de USD2015.
- Los ahorros de tiempo en los viajes en transporte público representan el principal beneficio económico del proyecto.

Los resultados del análisis socio económico recomiendan la implantación de la alternativa 23. Por otra parte, la alternativa 21 que consiste en una extensión del proyecto a mediano plazo, debe prever una evaluación socioeconómica en una segunda etapa, previo a lo cual se deberá investigar los niveles de demanda, su crecimiento y costos que influirán en la evaluación final.

## 5. Conclusión y recomendaciones

En conclusion, se recomienda desarrollar el proyecto de Aerovía en dos etapas:

- Una primera etapa de corto plazo (2017) que implica la construcción de la alternativa 23 hacia Durán con cuatro estaciones.

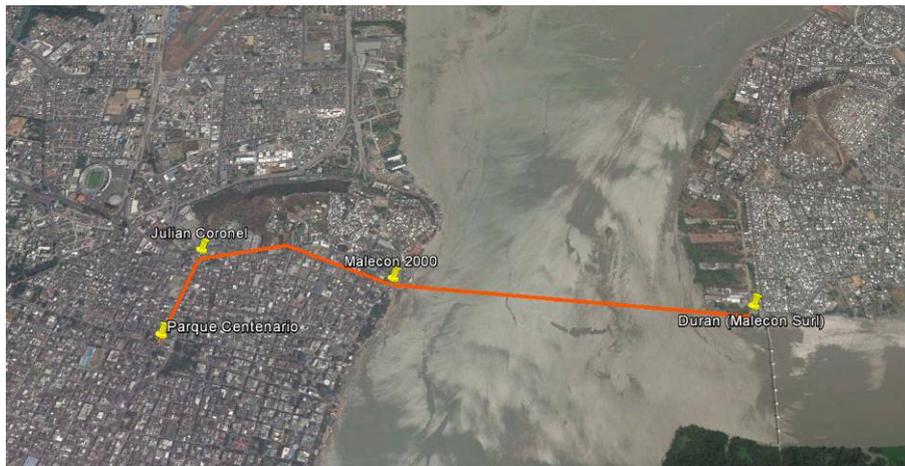


Figura 52 : Alternativa 23

Fuente y elaboración: A&V Consultores

- Una segunda etapa donde la aerovía se extiende hacia Samborondón de acuerdo con la configuración presentada en la alternativa 21 con 2 estaciones

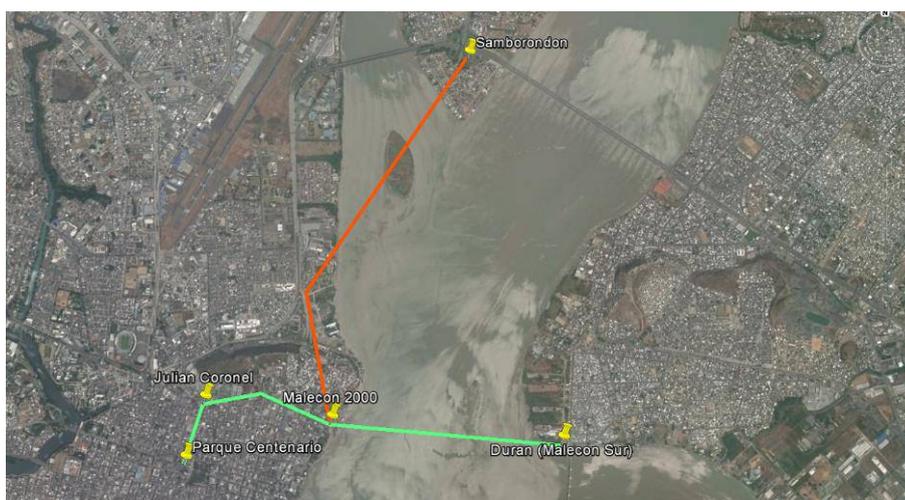


Figura 53 : Alternativa 21

Fuente y elaboración: A&V Consultores

Para la alternativa desarrollada a corto plazo se recomiendan las características siguientes:

- Un **proyecto de teleferico de tipo “Monocable”** (o sea un sistema con cabinas de 10 plazas sentadas) con 134 cabinas operando
- Una tarifa máxima de 75 centavos de dólar, sin embargo para efectos del concurso se puede establecer un rango entre 60 y 75 centavos de dólar.
- 4 estaciones de pasajeros: Durán Malecon, Malecon 2000, Julian Coronel y Parque Centenario
- 1 estación técnica por el cerro del Carmen
- Una longitud de 4100

El tiempo de recorrido se estima a 15 minutos entre Durán y la estación del Parque Centenario, lo que corresponde a una velocidad comercial de 17km/h.

Con esa alternativa se estima que se podrian transportar diariamente 36 000 pasajeros a corto plazo (2020), y hasta 55 000 pasajeros a largo plazo (2050).

El trazado ha previsto dos posibilidades de llegar al Parque Centenario; por una parte la utilización de la Av. Quito y por otra parte la utilización de la calle Pedro Moncayo. Los estudios hechos en esta factibilidad han tomado la Av. Quito para limitar los efectos que tendría el proyecto en la Av. Pedro Moncayo ya que esta última tiene un menor ancho que la Av. Quito. La definición final del trazado podría variarse eventualmente hacia la Av. Pedro Moncayo si es que los impactos no son mayores en los estudios definitivos.

El presupuesto del proyecto para sus dos fases responde a parámetros internacionales que pueden tener una variación de más/menos 25%, como corresponde en los estudios de factibilidad. Sin considerar costos especiales y basandose sobre un referencial de costos de proyectos estandares, el presupuesto de la línea Durán – Parque Centenario se estima \$83.5M y el de Samborondón – Guayaquil (Malecón) se estima a \$42.2M.

Sin embargo, en el caso de Guayaquil, Samborondón y Durán, habrá que considerar costos especiales en función de varios aspectos propios de la urbe, tales como: pilotaje para la cimentación en el río, pilotaje para la cimentación en las estaciones, protección contra riesgos en las cubiertas de edificios por donde sobrevuela la cabina de la Aerovía, costo de los buses alimentadores, estacionamientos para vehículos particulares que lleguen al sistema y paradas de buses para integrar la Aerovía con el sistema de buses alimentadores.

Se recomienda que el precio referencial del proyecto, en cada una de sus fases, sea determinado a detalle en el presupuesto referencial que constará en las bases de la licitación pública internacional respectiva en función de la experiencia local.

El valor de inversión inicial del proyecto en su primera etapa (Durán – Malecón – Julian Coronel – Centenario) se estima en aproximadamente 83.5 MUSD con una variación de mas menos 25% (a valores del año 2015), valor al que se sumarán los costos especiales descritos previamente.

Es necesario indicar que cada proyecto de transporte aerosuspendido tiene sus condiciones específicas. De hecho, se han analizado los costos estandares internacionales como una referencia para el presente estudio, en especial el caso del teleférico de La Paz y el Alto, que es la experiencia más reciente en América Latina (construido en el 2013), y el caso de Medellín que fue construido en los años 2003 y 2008.

Pero tambien se integro una evaluacion de los posibles costos especiales en Guayaquil en los analisis financieros y socio-economicos de proyecto. De hecho, como se indicó anteriormente, en el caso de Guayaquil es menester tomar en cuenta que la cimentación de pilotes para el cruce del río podría generar costos especiales, así como el sistema de alimentación de buses y otros. Los valores obtenidos por los costos especiales podran ser ajustados al momento de preparar el presupuesto para la licitación pública internacional sobre la base de la experiencia del Municipio.

Además, dentro de los costos del proyecto, se han incluido provisiones para compra de terrenos, gastos de estudios, gestión y administración del proyecto. Las provisiones recomendadas para tales gastos se presentan en el anexo 3 del informe.

Los diseños finales que sean desarrollados por la empresa ganadora deberán ser debidamente auditados por el Municipio. La construcción también deberá ser fiscalizada para que se ajuste a los parámetros y calidades del diseño.

En los términos de referencia la Municipalidad podría analizar la posibilidad de establecer una tasa máxima de rentabilidad para el operador del sistema que incluya el valor de los costos finales de construcción y los ingresos operacionales, ya que los estudios de factibilidad como el presente, tienen una variación normal de más/menos 25%, tanto en el costo como en la demanda estimada de los pasajeros. En el caso de que existiese una rentabilidad mayor a la considerada por el Municipio (13% anual), se recomienda establecer un mecanismo para que la municipalidad pueda recuperar estos excedentes.

Se estima que en la licitación abierta que se realice, estos costos podrían variar producto de los diseños definitivos realizados por las empresas proponentes y por la potencial incorporación de elementos nacionales que eventualmente no hayan sido incorporados en este análisis.

Se recomienda un modelo institucional financiero en el cual la línea sea operada en un modelo de concesión o similar con una duración de 30 años, y en el cual el concesionario o la entidad a cargo de la operación participa de la inversión inicial.

Con una tarifa de 75 centavos, según las hipótesis económicas que se tomen en cuenta, según el margen de seguridad de la demanda y según el costo final consolidado del proyecto, el proyecto podría ser financiado parcialmente con fondos privados que varían entre el 6% y 28% en el caso que se implemente en primer etapa la alternativa Durán-Guayaquil; En caso que se implemente también la línea hacia Samborondón, el financiamiento privado podría ser entre el 4,5% y el 13%.

Para las bases de la licitación pública internacional, se recomienda incluir como requerimiento la presentación de un estudio de impacto ambiental de acuerdo con la caracterización y coordenadas del proyecto, una vez que estas sean definidas por el Municipio y las entidades correspondientes.

El plazo de la licitación pública internacional deberá considerar el tiempo suficiente para que los potenciales oferentes puedan realizar los estudios que fundamenten los costos presentados en las ofertas, (por ejemplo el pilotaje en el río) y de esta forma permitir que sus ofertas consideren un menor riesgo y un menor presupuesto global.