



TITULO DEL DOCUMENTO: METODOLOGÍA

DOCUMENTO N°: MB-GC-ME-0000

Referencia: GCMB

Fichero: MB-GC-ME-0000.doc

Revisión número: 0 Fecha revisión : Enero 2009

	Nombre	Firma	Fecha
Realizado por	Luis M. San Martín		Enero 2009
Verificado por	Diego F. Duque		Enero 2009
Aprobado por	Esteban Rodríguez		Enero 2009



REGISTRO DE CAMBIOS

REV.	FECHA	SECCIÓN / PÁRRAFO AFECTADO	INICIO DEL DOCUMENTO/ RAZONES DEL CAMBIO
0	Ene.2009	TODOS	DOCUMENTO INICIAL

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	5
2.	ETAPA 1. LÍNEA BASE DE DIAGNÓSTICO Y DEFINICIÓN DE ESCENARIOS – 5.3.1.....	6
2.1	Diagnóstico-Revisión de información secundaria – 5.3.1.1.....	6
2.2	Calibración y puesta a punto del modelo de demanda de transporte – 5.3.1.2.....	7
2.3	Construcción de los nuevos escenarios de modelación-5.3.1.3.....	12
2.4	Análisis de la normatividad vigente - 5.3.1.4.....	18
2.5	Alternativas de financiación - 5.3.1.5.....	18
3.	ETAPA 2. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS Y PRIORIDAD DE IMPLEMENTACIÓN - 5.3.2.....	20
3.1	Identificación de corredores potenciales – 5.3.2.1.....	20
3.2	Análisis conceptual y de costos de tecnologías y tipologías arquitectónicas de sistemas de Metro –	
5.3.2.2	21	
3.3	Alternativas de redes de transporte Metro dentro de SITP - 5.3.2.3.....	23
3.4	Evaluación de alternativas de red-5.3.2.4.....	26
3.5	Evaluación multicriterio y propuesta de selección de red - 5.3.2.5.....	27
3.6	Priorización de líneas de la red de transporte Metro del SITP - 5.3.2.6.....	27
3.7	Inventario de Redes de servicios para la primera línea- 5.3.2.7.....	28
3.8	Aspectos legales institucionales- 5.3.2.8.....	29
3.9	Elaboración de términos de referencia- 5.3.2.9.....	29



4.	ETAPA 3. DISEÑO OPERACIONAL DE LA PRIMERA LÍNEA	31
4.1	Diseño Operacional -5.3.3.1	31
4.2	Análisis de la estructura tarifaria del sistema -5.3.3.2.....	33
4.3	Parámetros de infraestructura-5.3.3.3.....	34
4.4	Sistema de recaudo, control y telecomunicaciones - 5.3.3.4.....	35
5.	ETAPA 4. AJUSTES AL DISEÑO OPERACIONAL Y DIMENSIONAMIENTO LEGAL Y FINANCIERO	40
5.1	Evaluación socioeconómica de la primera línea - 5.3.4.1	40
5.2	Ajustes diseño operacional - 5.3.4.2	42
5.3	Dimensionamiento financiero - 5.3.4.3.....	42
5.4	Dimensionamiento legal - 5.3.4.4.....	46
6.	ETAPA 5. ESTRUCTURACIÓN LEGAL Y FINANCIERA DE LOS CONTRATOS Y ACOMPAÑAMIENTO PRE-CONTRACTUAL Y CONTRACTUAL	47

1. INTRODUCCIÓN

La metodología, tal y como se debe entender en este documento, es el conjunto de acciones que rigen la elaboración de los objetivos teóricos y los productos concretos que en su conjunto constituirán el diseño de la Primera Línea de Metro de Bogotá. En esta metodología propuesta se parte de los condicionantes establecidos en los Términos de referencia y en la propia oferta del Grupo Consultor (GC).

Para desarrollar el contenido de los trabajos, el GC se constituyen cinco grupos de trabajo, que no serán estancos y que estarán integrados unos con otros, constituyendo un sólo equipo, asegurando la homogeneidad de los productos. Los grupos son:

- **Planeación del transporte.** Se centra en la actualización de un modelo de planeación de transporte.
- **Diseño operacional.** Es el equipo que determinará las características técnicas de la red de metro, su integración operacional con el SITP y los componentes tecnológicos .
- **Urbanismo.** Manejará durante las etapas 1 y 2 del proyecto, los análisis físico – territoriales dentro del ámbito del trabajo; los demográficos, los económicos, el uso del suelo y el valor de este, con probables estrategias inmobiliarias relacionadas con el proyecto, aspectos sociales (población directamente afectada), requeridos para el diagnóstico de la situación actual, las proyecciones futuras, la formulación y evaluación de escenarios y la medición del impacto de la implantación de la red, su articulación al SITP y la operación de la primera línea de metro.
- **Financiero.** El grupo de estudios financieros investigará las posibilidades de financiaciones provenientes de entes públicos posibles de ser empleadas en las obras del metro, y en las posibilidades de captación de otras fuentes de financiación.
- **Legal.** Su función será transversal a todos los temas del proceso. tanto en los propios de la normativa urbanística, como en el análisis y en las posibilidades legales posibles para constituir los entes que explotarán el sistema.

Se presenta en los apartados siguientes la descripción de las partes más relevantes de trabajo estructurados por las etapas del trabajo, siguiendo el articulado de los términos de referencia.

2. ETAPA 1. LÍNEA BASE DE DIAGNÓSTICO Y DEFINICIÓN DE ESCENARIOS – 5.3.1.

2.1 Diagnóstico-Revisión de información secundaria – 5.3.1.1

Como punto de partida de los trabajos a realizar, el Grupo Consultor revisará toda la información existente y disponible que esté relacionada con los distintos campos del proyecto y que, fundamentalmente haya sido puesta a su disposición por la Secretaría Distrital de Movilidad o por otros entes a su requerimiento,. El objetivo de estas actividades iniciales es la elaboración de un diagnóstico general del ámbito de estudio. El Grupo Consultor entiende esta primera tarea como el compendio de dos sub-tareas:

La primera sub-tarea consiste en la búsqueda de datos, informes, documentos, etc., y la síntesis de los mismos. Se tendrá como principal referencia la documentación que la Secretaría Distrital de Movilidad (SDM) ha dispuesto y que consiste en varios informes relacionados con el metro de Bogotá y estudios desarrollados por las entidades del Distrito en temas de movilidad y transporte. En el caso que se precise alguna información que no se haya recopilado en dicha base datos, se solicitará la colaboración de la SDM en su obtención. Paralelamente a la búsqueda que se llevará a cabo, se iniciará un proceso de síntesis y de tratamiento de datos, cuya finalidad es preparar la base sobre la que se asentarán las acciones previstas en la segunda sub-tarea.

La segunda sub-tarea tiene como misión la elaboración de un diagnóstico general del ámbito de estudio relacionado con el metro de Bogotá. En el documento que se presentará se tratarán como mínimo los temas que se listan a continuación:

- Delimitación del ámbito de estudio
- Demografía
- Economía
- Urbanismo -usos del suelo
- Infraestructuras asociadas al transporte urbano y regional
- Oferta de transporte urbano y regional
- Organización actual del sistema de transporte público en Bogotá
- Avanzar las posibilidades financieras con las que el proyecto podría contar
- Aspectos legales básicos

2.2 Calibración y puesta a punto del modelo de demanda de transporte – 5.3.1.2

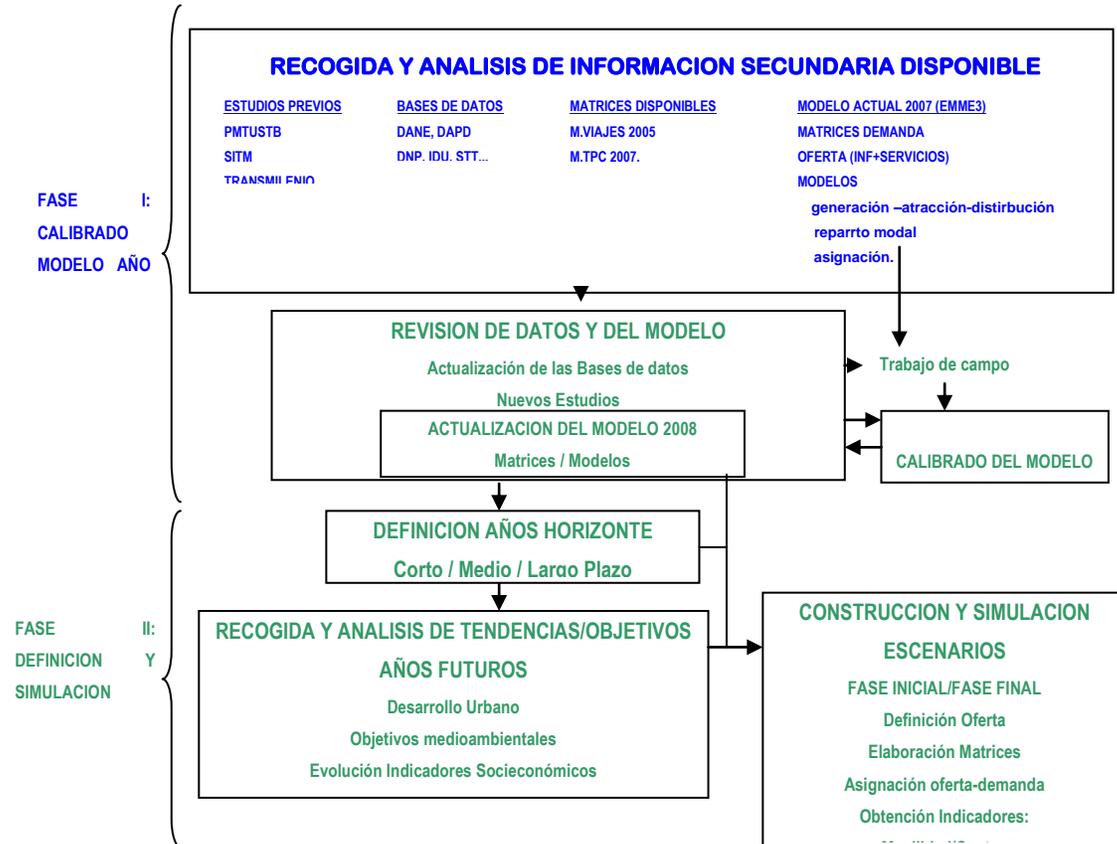
De acuerdo con los Términos de Referencia, sobre la base del modelo disponible en la ciudad (EMME/3) calibrado a 2007 por la consultoría del SITP, el consultor *“desarrollará y calibrará el nuevo modelo de transporte, para el año 2008, utilizando el mismo software.”*

Para proceder a la actualización y calibración del modelo se procederá según los siguientes pasos:

- Revisión del ámbito de estudio y zonificación
- Recogida y análisis de la información disponible
- Trabajos de campo
- Actualización de las bases de datos socioeconómicas y de movilidad para el años 2008, en un sistema de información geográfica (SIG)
- Actualización de la oferta (infraestructura y servicios de los diversos modos de transporte)
- Calibrado de los modelos.

A continuación se muestra el esquema metodológico con las diversas fases e interrelaciones entre ellas:

Figura 2.1 Esquema metodológico con las diversas fases



Revisión del ámbito de estudio, zonificación y período de modelación

Los estudios previos definieron un ámbito de estudio constituido básicamente por la Región Metropolitana de Bogotá (16 alcaldías locales), los municipios de Chía, Funza, Cota, Mosquera y Soacha y algunas zonas exteriores; en total 217 zonas internas, incluyendo las alcaldías locales y los municipios indicados + 6 zonas externas. Posteriormente, la reciente actualización de las matrices para el año 2007, incrementó el número de zonas hasta las 852 zonas actuales del modelo. Por su parte, el período de modelación empleado en los estudios previos ha sido de 2 horas de máxima utilización del sistema de transportes.

En un principio, se respetarán tanto el ámbito, como la zonificación y período de modelación. En cualquier caso, la revisión del ámbito de estudio, zonificación y/o período de modelización, tendrá como objetivo plantear (si se

cree oportuno) algún cambio sobre el ámbito y o zonificación empleadas en los estudios previos. Estos cambios vendrían justificados por hechos como la aparición de nuevos puntos o zonas singulares no tenidos en cuenta hasta el momento o por problemas identificados en los procesos de modelización de los estudios anteriores.

Recogida y análisis de la información disponible

En el proceso de calibración del modelo se realizará una labor de revisión y recopilación de información de:

- Estudios previos
- Bases de datos de modelos anteriores
- Otros datos.

Entre los Estudios Previos hay que destacar los siguientes:

- Estudio del Plan Maestro del Transporte Urbano de Santa Fe de Bogotá en la República de Colombia. Manual de Planeación de Transporte Urbano -1996 - (JICA)
- Diseño conceptual del SITM de la Sabana de Bogotá -1997 - (DNP-FONADE)
- Estudio actualización de la demanda del SITM -1999 – (DNP-IDU)
- Plan de Ordenamiento Territorial, en la versión actualizada
- Unidades de Planeamiento Zonal definidas por el POT
- Estudio de demanda para el tren de cercanías de la sabana de Bogotá -2000
- Estructuración Técnica, Legal y Financiera del Tren de Cercanías de la Sabana de Bogotá-2008
- Asistencia técnica a la STT para la reorganización del TPC por la entrada en la operación de la Fase II del Sistema Transmilenio -2003- (FONDATT-STT)
- Formulación del Plan Maestro de Movilidad para Bogotá -2006- (FONDATT-STT)
- Actualización y validación de las matrices de TP y revisión de la Base de Datos de Oferta física y operativa del modelo de transporte de la ciudad de Bogotá -2007 – (FONDATT-STT)
- Estudio para la reformulación del PVT y EPP del POTB -2005 -(DAPD)

Como bases de datos habrá que recoger, analizar y tratar información tanto para la actualización de datos del año 2008 como para futuras previsiones, entre otras de las siguientes fuentes:

Para el años 2008:

- Variables socioeconómicas:
 - Población (DANE / DAPD / JICA)

- PIB
- Matricula Escolar (DNP / Estudio JICA)
 - Usos del Suelo:
 - Bases de valorización del IDU (Instituto de desarrollo urbano)
 - Recuento de unidades de industria, comercio, servicios y vivienda del DANE
 - Base del catastro
 - Previsiones del POT
 - Base de criterios de habitat del DAPD.
 - Red de TPC (Secretaria de Transito y Turismo: Fuente STT)

Inventario de rutas de transporte -2007- (SDM)

Escenarios de Futuro:

- Marco socioeconómico:
 - Población: Estimaciones para el años 2030 del DAPD
 - Empleo: Modelo sencillo en base a PIB y productividad del trabajo, respecto a la población total, población económicamente activa y población en edad de trabajar.
 - Capacidades de edificabilidad, con asignaciones de usos de suelo: vivienda (habitantes); comercio; industria; equipamientos.
- Red vial futura:
 - IDU (Obras planeadas a corto plazo)
 - DAPD (Medio y largo plazo: 2006 y 2009) según el Plan de Ordenamiento Territorial
 - TRANSMILENIO (Futuros servicios troncales de autobuses)
- Red de TPC de futuro:

Proyectos definidos en el SITM: Líneas de metro, vías troncales; rutas estructurales, rutas alimentadoras; puntos de alimentación, puntos de transferencia. Tren de Cercanías

Otros datos importantes serán:

- Matrices de viajes 2005 del Plan Maestro de Movilidad
- Matrices de TPC 2007

- Encuesta de movilidad (DANE) 2007
- Programa de monitoreo del tránsito y transporte (STT-SDM) 2003-2008

Trabajo de campo

Una vez analizada la información documental disponible (entre otra, la encuesta de preferencias declaradas para el estudio del 2007), se procederá a definir y poner en marcha el trabajo de campo necesario para completar la información necesaria para la definición y calibración del modelo.

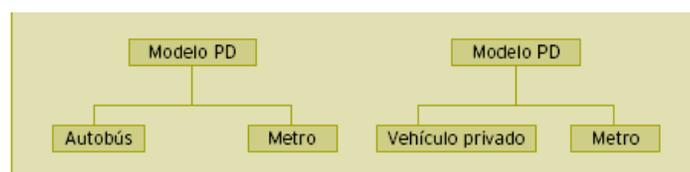
De acuerdo con los Términos de referencia y con la información inicialmente disponible el trabajo de campo consistirá en la realización de dos tareas:

- Una campaña de encuestas de preferencias declaradas a los usuarios potenciales de la futura línea de metro.
- Trabajos adicionales de cuantificación y recogida de información.

En cuanto a la campaña de encuestas, la utilización de modelos de reparto modal de Preferencias Declaradas (PD) permite reflejar en la estimación de la demanda de un nuevo modo como el metro o metro ligero, en aquellos aspectos valorados por los usuarios de autobús y de coche no recogidos en los modelos PR, como pueden ser la comodidad, seguridad, imagen, etc. del nuevo modo. Con estos modelos de PD se obtiene también el valor del tiempo en cada modo de transporte.

La estimación de estos modelos se realiza a partir de los datos de las encuestas de preferencias declaradas realizada en cada uno de los modos existentes. Si en el caso de los modelos de Preferencias Relevadas (PR) se estima un único modelo de reparto modal por tipo de movilidad (trabajo, estudios,...) en los modelos PD se realiza un modelo por cada uno de los modos existentes. Así por ejemplo, en el caso de la existencia sólo de autobús y coche se realizarían dos modelos diferentes.

Figura 2.2



Los resultados de los modelos de PD se aplican a las matrices O/D de cada uno de los modos preexistentes, así el modelo de PD de usuarios de autobús determinará cuántos usuarios del transporte público irán en metro y el modelo de usuarios de coche determinará, cuántos usuarios del coche irán en metro.

Con los modelos de reparto modal aplicados a las matrices del escenario correspondiente se obtiene directamente la matriz O/D de usuarios del nuevo modo como suma de las matrices captadas del resto de modos.

El trabajo de campo consistirá en la realización de las siguientes tareas:

- Definición e Identificación de la muestra
- Selección del método
- Elaboración del cuestionario
- Realización de la encuesta
- Extrapolación de los resultados al Universo

El universo de la muestra estará constituido por las personas físicas residentes en los ámbitos de influencia de las estaciones de la futura línea de metro y de las líneas de autobús alimentadoras de esta nueva línea de metro.

Para el diseño de la muestra de una encuesta de preferencias declaradas, (teniendo en cuenta su carácter cualitativo más que cuantitativo), al contrario de una muestra de preferencias reveladas, no suele ser determinante la estimación precisa de la muestra respecto al universo inicialmente establecido. Muestras en torno a pocos centenares de unidades para segmentos de comportamiento homogéneo respecto al objetivo perseguido, son suficientes para conseguir errores inferiores al 5% en universos infinitos.

Teniendo en cuenta lo anterior, y los datos disponibles (sobretudo los resultados de la encuesta realizada en el pasado) para la selección de la muestra del trabajo de campo, se procederá como sigue:

- Segmentación de la demanda en grupos de comportamiento homogéneo respecto a la selección modal.
- Determinación de la muestra para cada segmento.

- Selección del ámbito geográfico para la muestra.
- Reparto de la muestra de cada segmento entre los diversos ámbitos geográficos.

Como quiera que la campaña deba extenderse a los usuarios actuales, tanto del TPC como del vehículo privado, en principio, se proponen los siguientes tres segmentos:

- Estudiantes usuarios del TPC
- Trabajadores usuarios del TPC
- Trabajadores usuarios del Vehículo Privado

Caso de que convenga establecer un mayor número de segmentos, en función del análisis de los datos de la encuesta, se subdividirán los segmentos anteriores con los siguientes criterios:

- El tamaño máximo total de encuestas no superará las 1100
- El tamaño mínimo por segmento será de 100 encuestados.

Se propone en principio unas 350 entrevistas por segmento lo que significará un total de 1050 entrevistas.

Tal como se indicó con anterioridad, el ámbito geográfico estará constituido por los habitantes de los ámbitos de influencia de las estaciones de la futura línea de metro y de las líneas de autobús alimentadoras de esta nueva línea de metro. Se considerará como ámbito de influencia un círculo alrededor de las diversas estaciones de radio no superior a los 10 minutos caminando. En aquellas localizaciones con pendiente acusada, (mayor del 10 %), el área del círculo se minorará en función de la pendiente.

A partir de los datos disponibles de la encuesta anterior se determinará e identificará el número de elementos de cada uno de los segmentos en las zonas, intentando posteriormente un reparto proporcional a cada zona-segmento del total de la muestra del segmento.

Se emplearán dos métodos de encuesta diferenciados según se trate de usuarios de TPC y/o de Vehículo privado.

- Los usuarios de TPC podrán ser entrevistados en las paradas localizadas en las zonas indicadas de acuerdo con las muestras calculadas en cada caso, en los períodos de máxima afluencia.
- Los usuarios de vehículo privado podrán ser entrevistados telefónicamente y/o identificados en las zonas en el momento de retirada de sus vehículos de los aparcamientos (en la calle o en los parkings).

Para el cuestionario, se propone realizar una batería de preguntas similares a las empleadas en las campañas anteriores, con el objetivo de analizar el comportamiento respecto a los usuarios de TPC, teniendo presente que en este caso se trata de un nuevo modo (línea de metro) no existente. En un principio se plantea la presentación a cada entrevistado de 10 escenarios de producto diferentes en términos de tiempo, frecuencias y tarifas del nuevo producto respecto a su alternativa actual.

La encuesta deberá realizarse, como mucho, en dos semanas, al objeto de que pueda ser posteriormente tratada convenientemente y utilizada en el modelo en los plazos establecidos en la primera fase.

La extrapolación de los datos obtenidos al resto del universo se hará teniendo en cuenta:

- La proporción de cada muestra en los ámbitos de influencia correspondientes.
- El comportamiento de cada segmento bajo los diversos escenarios de proyecto posibles.

Respecto a los trabajos adicionales se propone la recopilación de información de flujos vehiculares, de vehículos livianos y TPC, pasajeros en la red, velocidades de livianos y transporte público y orígenes y destinos en vehículos de TP actualizados para el año 2008. Para esto se realizarán estudios por cordón (para el caso de los viajeros regionales) y por pantalla en la red vial de la ciudad y región y se seleccionarán las estaciones y tramos de aforo.

Actualización de las bases de datos y de movilidad

Las bases de datos disponibles más recientes se corresponden con el año 2007 y son las que han servido para la calibración del modelo en ese año por parte de la consultora SITP; estas bases de datos del modelo disponible cuentan, en principio, con los siguientes datos y niveles de categorización-segregación para el año 2007:

- Datos socioeconómicos:
 - o Población (ingresos bajos / medios / altos); Empleos (básico / en gobierno / terciario); Matriculas escolares; PIBs

- Usos del suelo:
 - o Residencial; Mixto; Informal; Industrial. Para los distintos usos en las diferentes Unidades de Planeación, se obtendrán del Plan de Ordenación, las densidades (m² construido por m² de suelo) definidas en el planeamiento, lo que permitirá asignando habitantes, puestos de trabajo, visitas comerciales por la superficie construida, la demanda de viajes que se producirá en cada Unidad de Planeación.

Datos de transporte zonales:

- o Paradas y estaciones de TPC; Equipamientos; Centros de atracción más importantes.

La actualización de las bases de datos al año 2008 se realizará en dos etapas y con el siguiente software en cada una de ellas: EMME3 en la primera y MAPINFO o ARC-VIEW en la segunda. Esta división está motivada por el diferente tratamiento de datos que implica cada una de ellas.

La primera fase tratará fundamentalmente de la conversión, homogeneización y creación de la topología de los nuevos datos (2008) cartográficos que así lo necesiten, por lo que se utilizará el sistema EMME/3 que cuenta con múltiples funciones de generación de topología, filtrado de líneas, unión entre hojas de cartografía y otras que permitirán la construcción de capas que cumplan los objetivos de calidad buscados. En esta fase se cargarán las bases cartográficas y alfanuméricas procedentes de diversas fuentes y escalas sobre el sistema EMME/3, uniformando formatos y codificación. Igualmente se realizará un recorte de la cartografía en aquellas áreas donde se produzca una redundancia de escalas. Con esto se consigue un mapa continuo como composición de diversas escalas.

La segunda fase se centra fundamentalmente en la obtención de consultas a medida con salida gráfica para la realización de los documentos solicitados por el cliente, y en la que se propone utilizar los programas MAPINFO y/o ARCVIEW

Respecto a la movilidad, las matrices de viajes más recientes, son las matrices de viaje del 2005 del Plan Maestro de Movilidad (todos los modos, nivel UPZ), y 2007 de transporte público colectivo (nivel zonas de transporte). La actualización de estas matrices al año 2008 se realizará siguiendo la siguiente metodología:

Actualización de las matrices al año 2008, utilizando las zonificaciones específicas de cada una de ellas:

o En el caso del transporte privado se plantean dos posibilidades diversas en función de la disponibilidad final de datos:

Aplicación de crecimientos (2005-2008) a los datos del año 2005 de acuerdo con los crecimientos observados en estaciones estratégicas de aforo de vehículos.

Determinación de los crecimientos esperados de los viajes generados y atraídos entre zonas ona en base a los crecimientos esperados de las variables explicativas y los modelos anteriormente calibrados.

o Para el transporte público colectivo se propone, asimismo, una doble posible metodología:

Estimación de los crecimientos de acuerdo con las variaciones identificadas en el período 2007-2008 en las frecuencias de los servicios (según datos de los propios operadores-SITP) y los cambios (si se han notado) en la ocupación de las líneas.

Determinación de los crecimientos esperados de los viajes generados y atraídos por cada zona en base a los crecimientos esperados de las variables explicativas y los modelos anteriormente calibrados; aplicación posterior de una metodología FRATAR para la obtención de los viajes entre zonas para el año 2008.

En el caso de la Oferta, como en el caso de las bases de datos, el modelo disponible cuenta con la oferta actualizada para el año 2007. Se tratará simplemente de completar los datos disponibles con los nuevos proyectos y servicios que hayan entrado en servicio durante el último año. Para ello se procederá como sigue:

- Recogida de información de los nuevos proyectos de parte de las instituciones competencias (Ayuntamiento de Bogotá, Gobierno Colombiano, etc), no incluidos en el modelo anterior
- Recogida de información de los servicios de los responsables del SITP, o de los propios operadores (en caso que faltara información o debiera de ser contrastada).
- Introducción de la nueva oferta en el modelo EMME/3: arcos, nudos, frecuencias, velocidades, etc.

Calibrado de los modelos

Para el calibrado de los modelos, y siguiendo, metodologías tradicionales (empleadas también en estudios previos) se plantean dos herramientas de calibración:

- Las tablas comparativas
- Las gráficas de dispersión.

Las tablas comparativas consisten en tablas donde aparecen en columnas adyacentes los valores facilitados por el modelo y los valores reales (en caso de disponer de ellos); además, las tablas se completan con una columna que estima las diferencias (normalmente en valor absoluto y relativo) entre ambos valores, lo que facilita muchísimo la comprensión y permite de una forma muy fácil identificar los puntos donde se producen problemas de calibración.

Las gráficas de dispersión son gráficas bidimensionales que muestran en abcisas los valores del modelo y en ordenadas los valores reales (o viceversa). Una calibración perfecta haría que los valores del modelo fuera similares a los de la realidad y todos los puntos estarían alineados en una recta de pendiente unidad. La obtención de una regresión lineal sobre estos datos cosas y el análisis de sus parámetros – R^2 y GEH- (así como la propia visualización de la recta y los puntos) ofrece información muy válida sobre la robustez de la calibración obtenida. Se ajustarán las variables para obtener coeficientes R^2 cercanos a uno y GEH menores que 5.

En principio, se piensa aplicar estas herramientas de calibrado a los diversos modelos que constituyen el modelo de transportes completo; es decir:

- Modelo de generación y atracción de viajes
- Modelo de distribución de viajes
- Modelo de reparto modal
- Modelo de asignación.

Normalmente los dos primeros modelos suelen agruparse en un modelo único que permite obtener los viajes entre zonas en base a las características de las diversas zonas y la accesibilidad entre ellas. Calibrar el modelo significa aproximar los resultados de su aplicación a las matrices disponibles (obtenidas de la realidad a través

de encuestas o similares). En este caso serán las matrices del año 2008 obtenidas en la forma indicada con anterioridad.

La calibración del reparto modal es un elemento fundamental para asegurar el correcto funcionamiento del modelo en lo relativo al intercambio de viajes entre diferentes modos de transporte cuando cambian las condiciones de competitividad entre ellas. Calibrar el modelo significa reproducir de forma creíble las decisiones de los usuarios del transporte frente a modos de transporte con diversas prestaciones (normalmente tiempos y costos). En esta calibración se utilizarán los resultados del trabajo de campo realizado, de preferencias declaradas.

Finalmente, el modelo de asignación reparte los viajes entre las diversas alternativas dentro del mismo modo de transporte (diversos recorridos). Calibrar el modelo significa aproximar los resultados de su aplicación a conteos realizados sobre el terreno (obtenidos de la realidad a través de estaciones de aforo, observaciones, etc). En este caso, se utilizarán los valores de los aforos realizados según el trabajo de campo definido en puntos anteriores.

2.3 Construcción de los nuevos escenarios de modelación-5.3.1.3

Para la construcción de los nuevos escenarios de modelación se realizarán las siguientes tareas:

- Definición de los años de modelación.
- Actualización del modelo a los años de futuro
 - Elaboración de las matrices de futuro
 - Actualización de la oferta
- Construcción de escenarios y simulaciones del sistema para los años de modelación
- Caracterización del SITP en cada escenario

Definición de los años de modelación

De acuerdo con los Términos de referencia se considerarán los siguientes años de modelación:

- Situación actual (año 2008)
- Incorporación (o no) del Tren de Cercanías
- Corto Plazo (inicio de la operación del Metro.
- Medio Plazo (2028)

- Largo Plazo (2038)

Actualización del modelo a los años de futuro: matrices de futuro

Para la definición de los escenarios de futuro se tendrán en cuenta las proyecciones de desarrollo urbano, ambiental, social, económico y de movilidad, así como la evolución prevista para la oferta del sistema de transportes. La generación de escenarios debe contemplar los siguientes aspectos:

- Las tendencias de desarrollo urbano
- Los condicionantes ambientales/ de sostenibilidad del sistema
- La evolución de los indicadores económicos y sociales
- La implementación de los planes y proyectos de infraestructura vial y de transporte que tiene la ciudad y la región, incluidos en el Plan de Ordenamiento Territorial.
- El desarrollo del Sistema Integrado de Transporte Público de la ciudad con todos sus componentes, incluyendo Transmilenio, el Tren de cercanías, etc.
- Los proyectos del Plan Maestro de Movilidad, etc.

En cuanto a las tendencias del desarrollo urbano definidas en el POT y en los instrumentos que lo desarrollan, se deberán tener en cuenta:

- Áreas con mayor potencial de desarrollo y densificación, tales como: áreas con baja densidad poblacional, bajo valor del suelo, áreas de expansión, áreas con tratamiento de renovación urbana o susceptibles de incorporación a dicho tratamiento
- Necesidad de consolidación de las localidades, centralidades urbanas
- Localización de áreas de actividad (equipamientos, comercios y servicios, entre otras) actuales y potenciales.

También se deberán valorar algunas tendencias de los municipios vecinos (crecimiento y desplazamiento poblacional desde y hacia la ciudad, modos de transporte, actividades entre semana y fines de semana,...) con relación a su distancia y sus efectos sobre el desarrollo urbano y la movilidad del Distrito Capital, deberá considerar asimismo el fortalecimiento de la malla vial de la ciudad y el desarrollo del tren de cercanías.

En este punto se establecerá una discusión-consenso sobre el modelo de desarrollo urbano (abierto o cerrado) a considerar de acuerdo con el discurso habido en los últimos años en relación al modelo de ciudad-región planteado, que condicionará los escenarios de desarrollo en cada uno de los períodos temporales.

Será importante en cada caso, determinar las probabilidades de concretar cada una de las tendencias señaladas en los años indicados, de forma que sea posible establecer escenarios diversos en base a la mayor

o menor probabilidad de éxito de los mismos. Esto permitirá realizar posteriormente los análisis de sensibilidad en torno a escenarios centrales o de mayor probabilidad.

Ligado a las tendencias de desarrollo urbano, otro aspecto a tener en cuenta será el de posibles condicionantes y/u objetivos medioambientales a conseguir con el nuevo sistema de transporte. Podrán condicionar, no solamente desarrollos urbanos, sino también la implantación sobre el territorio de algunas infraestructuras.

Para el dibujo final de los escenarios, además del análisis de información disponible se propone la realización de algunas entrevistas personales con responsables y especialistas en urbanismo y territorio, en economía y en política de la ciudad y la región.

Esta participación se realizará a través de encuestas que se diseñarán y evaluarán a través del método del Cross Impact Matrix en donde las entrevistas –unas 25 como mínimo- se hacen con un patrón-encuesta, con respuestas cuantificables, que permitan establecer estadísticamente la tendencia de las personas relevantes encuestadas, a través de un tratamiento estadístico.

Para la estimación de la movilidad, deberá tenerse en cuenta la evolución de los principales indicadores socioeconómicos, y que son, conjuntamente y ligados a los desarrollos urbanos, las variables determinantes de los modelos de generación-atracción de viajes, esto es:

- La población, convenientemente segmentada en edades y actividades
- El PIB
- La productividad

En los estudios anteriores se consideraron para dichas variables crecimientos tendenciales alineados con las tendencias observadas en los años inmediatamente anteriores; así por ejemplo, los crecimientos de los últimos años de la población se habían situado en torno al 3,5%, aumento similar al producido en el número de empleos (3,7%) mientras que el PIB lo ha hecho bastante por encima (del orden del 5,5%), lo que ha significado un crecimiento en la renta per capita que ha experimentado subidas anuales medias por encima del 2%. También la Productividad Laboral ha mostrado crecimientos importantes en los últimos tiempos (en torno al 1,5% de media anual).

Las matrices de demanda totales (todos los modos) de cada año se obtendrán a partir de las formulaciones calibradas para el año 2008 en los modelos de generación-atracción-distribución de viajes y los nuevos valores de las variables explicativas obtenidas según las tendencias identificadas (población, pib, desarrollo urbano,...), de acuerdo con lo indicado con anterioridad.

Para la estimación de las matrices por modos se aplicará a las matrices totales de cada año los modelos de reparto modal calibrados en el año 2008. En caso de que estos modelos sean desagregados (por tipos de usuarios), previamente se segregará la matriz total en función de la distribución de segmentos.

Actualización del modelo a los años de futuro: la oferta de futuro.

Respecto al tema de la Oferta del sistema, habrá que considerar entre otros:

- La implementación de los planes y proyectos de infraestructura vial y de transporte que tiene la ciudad y la región, incluidos en el Plan de Ordenamiento Territorial.
- El desarrollo del Sistema Integrado de Transporte Público de la ciudad con todos sus componentes, incluyendo Transmilenio, el Tren de cercanías, etc.
- Los proyectos del Plan Maestro de Movilidad, etc.

Entre las principales actuaciones y proyectos incluidos en los referidos Planes y programas cabe destacar las actuaciones en el Aeropuerto de El Dorado y el Anillo de Distribución, el Plan de Ordenamiento Zonal del Norte, el de Usme, el Plan Zonal del Centro, etc.

Las fuentes a consultar en este caso serán:

- Plan de Ordenamiento Territorial
- Plan Maestro de Movilidad

Cada escenario vendrá determinado por:

- Una red viaria (con sus prestaciones de capacidad y velocidad)
- Una oferta de transporte público con indicación de:
 - Los modos de transporte: Autobuses, Taxis, metro y Cercanías

- Los servicios (recorridos y frecuencias)
- Las paradas y estaciones
- Una estrategia tarifaria.

Cada escenario se construirá a partir del escenario del año anterior, y, en particular, el escenario a corto tiempo se construirá a partir del escenario del año 2008.

Construcción y simulación de escenarios

Una vez recogida la información indicada, la construcción de cada uno de los escenarios. En principio, puede pensarse en los siguientes escenarios:

- Situación actual (año 2008)
- Corto Plazo: Metro Línea 1 + Transmilenio y sus ampliaciones en curso + Tren de Cercanías (?)
- Medio Plazo (2028):
- Largo Plazo (2038):

Cada escenario se simulará en dos fases:

Fase inicial

- Definición de la oferta de transporte inicial
- Elaboración de las matrices iniciales de transporte público y de otros modos de transporte
- Asignaciones previas oferta-demanda
- Obtención de los principales indicadores del sistema

Fase final

- Redefinición de la oferta de transporte inicial
- Elaboración de las matrices de transporte público y de otros modos de transporte
- Simulaciones oferta-demanda
- Obtención de los principales indicadores del sistema
- Caracterización-Segmentación de los usuarios de cada modo de transporte

Como resultado de la realización de la Fase 1 se obtendrán las cargas sobre las correspondientes redes de servicio: y algunos parámetros de operación:

- Pasajeros/Km/Vehículos/Km/Intercambios entre modos/Ocupación de los vehículos de transporte público.

Una vez corridos todos los modelos en la fase previa se procederá a un análisis crítico de algunos de los resultados obtenidos, como puede ser:

- Reparto modal y Ocupación de los vehículos de transporte público

En caso de que el reparto modal o la ocupación obtenida no resulten adecuadas, se procederá a redefinir el producto oferta de transporte público para iniciar la segunda fase de simulación de escenarios. Teniendo en cuenta que el producto se define a través de servicios, equipos y estaciones y política tarifaria, se aplicarán aquellos cambios que se crea puedan tener un efecto más positivo en los indicadores sobre los que se quiera incidir, y cuya implantación pueda resultar viable en los años escenario analizados; todo ellos se hará con el consenso de la Dirección del Estudio.

La fase siguiente consistirá en la realización de las mismas tareas que en la fase previa, con una diferencia substancial en la última parte de obtención y análisis de indicadores operacionales, donde se estimarán todos los indicadores necesarios para la caracterización del SITP. Entre otros:

- Viajes en cada uno de los modos de transporte; Viajes/km en cada uno de los modos; Vehículos/km; Transbordos efectuados; Tiempos de viaje.
- Costos del sistema
 - Costos Internos: Carburante-Energía; Lubricantes; Mantenimiento.
 - Costos externos: Emisiones de CO₂ e impacto sobre el cambio climático; Emisiones de partículas e impacto sobre la contaminación; Ruido; Accidentalidad; Efectos urbanos (efecto barrera)

Los indicadores de movilidad se obtendrán directamente de la aplicación del modelo EMME/3. Para los indicadores de costos, se propone, si el cliente lo estima oportuno, la aplicación de metodologías que han sido

desarrolladas últimamente por miembros del Grupo Consultor en recientes trabajos elaboradas en España y que completan y mejoran los trabajos más recientes realizados a nivel europeo (INFRAS):

- Metodología para la determinación de los costos externos del transporte en el sistema de transporte español. Ministerio de Fomento. 2007
- Metodología para la determinación de los costos del sistema de Transportes. Generalitat de Catalunya. 2007

A partir de los indicadores obtenidos se elaborará un documento de caracterización completa del SITP que, entre otros, tendrá los siguientes contenidos:

- Caracterización de la demanda: Volúmenes, orígenes/destinos (principales zonas y centros generadores-de atracción; reparto modal; segmentos)
- Indicadores de movilidad: Vehículos/km; Ocupaciones, tiempos de viaje,..
- Costos del sistema: Costos Internos/Costos Externos

2.4 Análisis de la normatividad vigente - 5.3.1.4

Además del análisis jurídico de los contenidos citados anteriormente en el apartado 2.5., se contemplan otras actividades y tareas como aporte adicional a los Términos de Referencia, las cuales se describen en el citado apartado.

2.5 Alternativas de financiación - 5.3.1.5

Se definirán las diferentes alternativas de financiación para poder definir la participación de los inversionistas privados tanto técnicos como financieros:

Misión No 1: Diagnostico de las finanzas del Distrito de Bogotá

- Se hará un balance de las cifras históricas y proyectadas de las finanzas del Distrito, con base en información de la Secretaria de Hacienda, de acuerdo con los escenarios de corto, mediano y largo plazo establecidos para el proyecto.
- Se realizará un balance de los ingresos y egresos recurrentes del proyecto, comportamiento de los mismos,

requerimientos a futuro para determinar la capacidad del Distrito para aportar recursos a la PLM de Bogotá.

Misión No 2: Revisión financiera de los términos del convenio celebrado entre la Nación y el Distrito para aportes de la Nación a la PLM de Bogotá

- Se verificarán las fuentes de financiación proveniente de la Nación y del Distrito de Bogotá para lo cual se sostendrán reuniones con las personas necesarias en el Ministerio de Hacienda y la Secretaría de Hacienda.
- Se generará la recomendación de los ajustes a realizar al convenio entre la Nación y el Distrito de cara a las alternativas de estructuración financiera

Misión No 3: Análisis y recomendaciones financieras al Sector de Movilidad como resultado de la integración de la PLM de Bogotá al SITP

- Se realizará una revisión financiera del Plan de Desarrollo, el Plan de Ordenamiento Territorial y el Plan de Movilidad para ver el impacto financiero del proyecto PLM dentro del Sistema Integrado de Transporte en Bogotá.
- Revisión de las proyecciones entregadas por el Distrito de los diferentes sistemas de transporte que conforman el SITP con el fin de analizar el impacto financiero de la PLM de Bogotá.
- Se analizará el impacto financiero que tiene la PLM de Bogotá en el Plan de Desarrollo, el Plan de Ordenamiento Territorial y el Plan de Movilidad.

Misión No 4: Identificación de alternativas viables para la vinculación de capital público – privado

- Se analizarán mínimo dos (2) experiencias exitosas y dos (2) fallidas haciendo especial énfasis en América Latina, pero analizando otros casos que se puedan replicar en el caso de la PLM de Bogotá. Ejemplos de trenes ligeros que se analizarían: tren suburbano de la Ciudad de México (en el cual Santander fue estructurador), Santiago de Chile, Buenos Aires y Lima, aún en estructuración y en el cual Santander es estructurador; con el fin de estudiar formas de asociación público – privada.
- Se procederá a extrapolar los factores determinantes de dichas experiencias al caso de la PLM de Bogotá con el fin de ver cuáles son aplicables a este proyecto con base en las opiniones de nuestros especialistas y de esta manera definir posibles formas de asociación público – privada.
- Se analizará la normatividad española según la cual los PPP no se consideran endeudamiento público siempre y cuando se transfieran al sector privado el riesgo construcción y el riesgo disponibilidad/ demanda. Con base en lo antes mencionado se definirá la recomendación de la participación público – privada más idónea para el proyecto PLM buscando que los compromisos asumidos por el Distrito y la Nación no consolide con el endeudamiento público.

Misión No 5: Posibles alternativas de financiación en los mercados financieros y de capitales

- Con base en el estudio de experiencias en proyectos similares mencionados anteriormente se procederá a

estudiar estructuras de financiación empleadas en este tipo de proyectos extrapolándolas a las condiciones particulares de este tipo de proyectos en Colombia.

- Se realizarán lecturas de mercados financieros y de capitales para definir una estrategia de financiación (estructura, plazos y tasas). Para lo anterior se tomarán term sheets de proyectos similares, se realizarán consultas con miembros del equipo de riesgos del BANCO SANTANDER y a través de nuestra red comercial, que cuentan con un amplio acceso a inversores líderes a nivel global, se sostendrán reuniones y se realizarán llamadas telefónicas con diferentes entidades tales como bancos multilaterales, bancos comerciales nacionales e internacionales, Agencias de Crédito de Exportación; y jugadores relevantes del mercado de capitales como fondos de pensiones, fondos de capital de privado, aseguradoras, entre otras. para hacer una adecuada lectura de mercado.

Misión No 6: Análisis de las obligaciones contingentes de proyectos tipo metro aplicables a la PLM de Bogotá

- Con base en el estudio de experiencias en proyectos similares mencionados anteriormente, se estudiarán las posibles contingencias de proyectos tipo metro: (i) identificando los factores de riesgos para el proyecto, (ii) asignación eficiente de los riesgos entre el inversionista público y privado, (iii) mecanismos de cobertura o mitigación de los riesgos tanto para el público como para el privado.
- Se procederá a extrapolar dichas contingencias al caso colombiano para identificar cuales de ellas son aplicables o no al proyecto PLM de Bogotá.
- Se asignarán los riesgos de manera adecuada y eficiente entre el inversionista privado y el Distrito, siempre buscando mecanismo de cobertura para el contratista.
- Se determinarán las calidades de los terceros ajenos al proyecto que podrían asumir parte de los riesgos del proyecto PLM de Bogotá.

3. ETAPA 2. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS Y PRIORIDAD DE IMPLEMENTACIÓN - 5.3.2

3.1 Identificación de corredores potenciales – 5.3.2.1

La identificación de corredores potenciales tiene por objetivo adecuar de la forma más eficiente y eficaz la red de Transporte Colectivo de Futuro a las necesidades de movilidad del ámbito. Para ello es preciso establecer una relación entre las diversas alternativas de transporte (masivo, de media capacidad, baja capacidad,..) con las características de las líneas de deseo de demanda identificadas con el modelo calibrado. De esta manera, los modos (o tecnologías) de transporte más masivo se asociarán a las líneas de deseo de mayor volumen de

viajes, las medianas a las siguientes, y así consecutivamente. Actuando de esta manera se consigue una mayor eficiencia en la inversión y una mayor eficacia en la explotación, minimizando tiempos y transbordos en los viajes de los usuarios.

Las líneas de deseo de la demanda, que hasta este momento son arcos teóricos trazados entre puntos del espacio urbano, deberán compatibilizarse con este espacio, analizando entre otros, los siguientes aspectos:

- La clasificación y calificación del suelo, con el criterio urbanístico establecido en el POT, sobretodo en los puntos urbanos de acceso al sistema
- La estructura vial
- Las características geotécnicas de la traza
- La edificación circundante
- Las actuaciones urbanísticas importantes previstas o posibles de prever por la implantación del sistema
- Las redes de infraestructura de servicios
- La vegetación existente
- Las interferencias con el tránsito durante la etapa de construcción

Para la identificación de las líneas de deseo principales se obtendrán éstas del modelo EMME3, para los diversos escenarios. La línea más importante determinará el hipotético recorrido de la futura línea de metro. Una vez identificadas se realizarán pruebas de carga de vehículos con diversas tecnologías para obtener las ocupaciones correspondientes, e identificar otros posibles corredores para tecnologías masivas o de media capacidad. La superposición de las líneas de deseo en cada escenario determinarán los escenarios de desarrollo de la red.

3.2 Análisis conceptual y de costos de tecnologías y tipologías arquitectónicas de sistemas de Metro – 5.3.2.2

El GC realizará el alcance de este apartado teniendo en cuenta que los principales objetivos serán:

- Disponer de unos documentos que contengan todos los parámetros a tener en cuenta en el diseño de un sistema metropolitano.
- La formación o capacitación del personal de la Secretaría en todos aquellos aspectos que precisarán para la correcta toma de decisiones en los procesos futuros.

Evidentemente, se cubrirán todos los aspectos indicados en los Términos de referencia. Ahora bien, se propone un proceso metodológico en el cual, para cada unos de estos aspectos:

- Tecnología ferroviaria,
- Parámetros de Trazado,
- Estructura de la Línea,
- Instalaciones de Apoyo,
- Arquitectura de Estaciones, desarrolladas como anteproyectos
- Inserción urbana de los puntos de acceso
- Definición de estaciones intermodales y propuesta de sus posibilidades arquitectónicas e inmobiliarias
- Flota de Vehículos,
- Contenido medio-ambiental,
- Estimación de costos,
- Costos de operación,

Todos estos contenidos se desarrollarán evaluando su incidencia en los siguientes puntos fundamentales en un Sistema Metro:

- Seguridad.
- Calidad de servicio al usuario: velocidad comercial, accesibilidad, confort, etc.
- Calidad del puesto de trabajo de la plantilla, etc.
- Costos de construcción.
- Costos de operación y mantenimiento.

Desde el punto de vista de los costos es importante indicar que la elección correcta de las tecnologías, sobre todo en la parte de instalaciones, determina de manera muy significativa los costos de operación y de mantenimiento del sistema metro. Estos costos son de gran importancia y pueden llegar a superar a los costos de construcción a lo largo de la vida útil del sistema.

Para conseguir el resultado adecuado, se redactará informes de comparativos de las diferentes tecnologías (criterios de diseño, dimensionado, elección de las tecnologías más adecuadas, etc.), analizando sus ventajas e inconvenientes, desde los puntos de vista antes mencionados.

Además de los seminarios previstos, el GC propone como mejora la realización de una capacitación más específica a un grupo más reducido con el fin de dotarles de una mayor preparación para las futuras tomas de decisiones. Esta capacitación vendrá acompañada de visitas técnicas guiadas a diferentes metros.

3.3 Alternativas de redes de transporte Metro dentro de SITP - 5.3.2.3

El objetivo de esta actividad es la formulación de varias alternativas de red con los insumos que se tendrán de actividades anteriores. Con esta premisa y teniendo en cuenta de la especial relevancia que la nueva infraestructura asumirá en el desarrollo de la capital, el Grupo Consultor elaborará y describirá una serie de propuestas tomando como base los escenarios de modelación desarrollados en la Etapa 1, los corredores potenciales identificados en la primera actividad de la Etapa 2 y del análisis conceptual y de costos de tecnologías y tipologías de la actividad anterior.

Como punto de partida del análisis se utilizarán las propuestas de red que se hayan promovido en estudios anteriores así como la Alternativa 0 en la que no se implementaría ninguna línea de metro. Adicionalmente se propondrán, en función de lo que la administración distrital considere necesario, entre tres (3) y diez (10) alternativas nuevas con el fin de identificar los efectos de diferentes líneas sirviendo diferentes corredores, diferentes combinaciones entre ellas y diferentes esquemas de intercambios con el resto del SITP.

La propuesta “sin proyecto” se analizará con la misión de identificar las necesidades de movilidad de la ciudad y los problemas asociados a los desarrollos urbanos. Esto permitirá determinar conceptualmente la funcionalidad prevista para una Red de Metro sobre la base de los corredores principales y su impacto sobre los demás componentes del SITP.

Por otra parte, alternativas adicionales de Red de Metro deberán ser concebidas, tal y como se explicita en los términos de referencia, a partir de los criterios básicos que se exponen a continuación:

- El sistema debe integrarse en el SITP como el sistema de transporte masivo que estructure la movilidad de Bogotá.
- Establecer los ajustes necesarios para la complementariedad con los otros sistemas de transporte.
- Dar cobertura a las zonas existentes de la capital con mayor población.
- Reducir el impacto sobre el Patrimonio histórico y cultural de Bogotá, y sobre las redes subterráneas de servicios básicos.

De este modo, para todas las Alternativas sometidas a análisis el Grupo Consultor establecerá la jerarquía de los corredores integrantes de la red de metro en el marco del SITP, troncales, pre-troncales y demás niveles de la red.

Dicha jerarquización incluirá la determinación de los puntos de intercambio con los otros modos de transporte existentes en la capital.

Así, la definición de todas las propuestas a evaluar (propuesta 0, antiguas y nuevas) contendrán como mínimo los siguientes puntos, que se ampliarán en función de la evolución de la asistencia técnica y las particularidades que se detecten en el desarrollo de la misma:

- Características técnicas de la infraestructura de metro: ancho de vía, nivel de la vía respecto el suelo urbano (elevado, subterránea o a nivel), separación entre dovelas, longitud de las estaciones, infraestructura de apoyo (cocheras, centro de control, talleres, playas de maniobra), tipologías arquitectónicas, etc.
- Tipología de los sistemas de operación: forma de alimentación energética (catenaria o en los rieles), segregación de la línea, etc
- Ingresos esperados: estimación de la composición de la demanda, sistema tarifario, impacto económico sobre el SITP, oportunidades de aprovechamiento de colaboración en el financiamiento por nuevos desarrollos urbanísticos y comerciales, etc.
- Características técnicas del material rodante: ancho de vagones, capacidad de servicio, composición del vehículo (cabezas motoras y remolques), etc
- Estructura de integración con el SITP y soluciones adoptadas en los intercambios con los otros modos presentes en Bogotá: TransMilenio, Tren de cercanías (suburbanos) y demás modos del SITP.
- Características del servicio: indicador de nivel de calidad, reestructuración de los servicios de transporte público afectados por la nueva infraestructura, metodología de coordinación entre servicios, etc.
- Costos: de construcción, operación, mantenimiento, de tecnología, personal, etc.
- Impactos urbanísticos y ambientales del trazado y del sistema de operación definido (establecer formulas de compensación)

El Grupo Consultor dedicará un tiempo concreto a la determinación y selección de las variables anteriormente citadas para cada uno de los campos, ya que éstas serán la base del análisis multicriterio que se describe en los siguientes párrafos.

Definición de la metodología de análisis multicriterio

En concordancia con los términos de referencia, la herramienta para la valoración de las alternativas será el análisis multicriterio. A partir de la formulación de un número de propuestas a acordar con la SDM (entre 3 y 5 suele ser un número habitual), el Grupo Consultor aplicará la técnica de selección para la posterior elaboración del diseño final de la red de transporte metro dentro del SITP.

En esta fase de la asistencia técnica, se definirá la metodología de selección que se empleará posteriormente. Así, se expondrá minuciosa y sistemáticamente los pasos que se seguirán en la fase de evaluación así como los criterios que se utilizarán para el cálculo de los puntajes en cada una de las variables de selección.

El Grupo Consultor considera especialmente importante la comunicación con la SDM durante el desarrollo de toda la actividad. En consecuencia para la formulación de una metodología compacta, confiable y con la cual el cliente se sienta confortable en su uso, se trabajará con una correspondencia continua en la que se propondrán y validarán bilateralmente las acciones a llevar a cabo.

Como punto de partida, se elaborará una lista de los parámetros que configurarán el análisis multicriterio (éstos se describen en el apartado siguiente). En ella se indicarán sus características y su incidencia en el sistema de transporte, es decir si son positivos o negativos para el éxito de la red de metro. Dicho elenco será puesto en conocimiento de la SDM y sometido a su valoración para su validación y en el caso que se considere oportuno incluir nuevas variables o descartar algunas propuestas.

Dentro de la descripción de los parámetros de análisis también se fijará la forma de cuantificación del mismo. De este modo, se establecerá un valor máximo, uno mínimo y la gradación entre ambos sobre los que se valorarán los distintos aspectos de cada una de las alternativas. Asimismo, se explicitarán los criterios que servirán, en cada variable, para valorar la propuesta dentro del rango de valores explicitado.

Finalmente, se determinarán los pesos de cada parámetro de evaluación. El objetivo es dotar al análisis de una mayor rigurosidad ya que no todas las variables deben tener la misma relevancia en el proceso de valoración.

De este modo, se creará una matriz en la que en un eje estarán las distintas propuestas, en el otro las variables de análisis y en los campos interiores los valores de su evaluación. En el último campo del eje de las variables se ubicará la puntuación total de la alternativa. A continuación se presenta la fórmula matemática definida por los especialistas del Grupo Consultor que resume este cálculo.

$$V_{total} = \sum \alpha_i * n_i$$

i: variable de análisis

n: valor resultante de la evaluación de la variable

α : peso de la variable

3.4 Evaluación de alternativas de red-5.3.2.4

Tomando como base la descripción de las alternativas propuestas y la metodología de análisis multicriterio definida en la fase anterior, se procederá al contraste de los distintos campos de evaluación que a continuación se listan:

- Socioeconómico
- Tarifario
- Urbanístico
- Constructivo
- Financiero
- Legal
- Integración con el PMM
- Accesibilidad
- Redes de servicios públicos
- Ambientales
- Adquisición y expropiación y/o recolocación
- Suministro de energía
- Captación de usuarios al SITP
- Riesgos naturales

El Grupo Consultor considerará la posibilidad de incluir nuevos campos en el análisis durante el desarrollo de esta Etapa.

3.5 Evaluación multicriterio y propuesta de selección de red - 5.3.2.5

En concordancia con la metodología expuesta en la actividad 5.3.2.3 y los criterios de evaluación descritos en la 5.3.2.4, el Grupo Consultor realizará la evaluación de las alternativas. El resultado de este proceso permitirá obtener la caracterización de las propuestas en análisis y la valoración de todos sus aspectos.

Sobre esta base se seleccionarán aquellas particularidades de cada alternativa que tienen mejores resultados previstos, conformando nuevas propuestas que a su vez serán evaluadas. Se concibe este proceso iterativo como una tarea que se desarrollará conjuntamente con la SDM, en la que ésta guiará el trabajo del Grupo Consultor mediante sus aportaciones y la exposición de sus necesidades.

A modo de conclusión de esta actividad, se configurará una recomendación de Red de Metro a implementar, que será el resultado de la mejor combinación de las propuestas evaluadas a lo largo de toda la actividad. La sugerencia estará dotada de una descripción exhaustiva de todos los aspectos de la red resultante, así como la valoración de sus impactos que se han utilizado en el modelo multicriterio.

3.6 Priorización de líneas de la red de transporte Metro del SITP - 5.3.2.6

Con la red de metro definida en cada escenario temporal, se propondrá una jerarquización de actuaciones más en detalle que, de acuerdo con los Términos de referencia, contendrá, entre otros:

Estrategias alternativas de desarrollo

Métodos constructivos (a un nivel muy preliminar)

Cronograma tentativo de desarrollo de la red

Listado de programa de actuaciones para conseguir la integración del sistema

Planos en planta a escala 1:10.000, para la primera línea y su área de influencia.

Esta jerarquización tendrá en consideración muchos de los factores tenidos en cuenta en análisis previos (Análisis multicriterio,...) pero en este caso entrará más en detalle sobre aspectos de viabilidad y optimización técnica de la construcción y puesta en marcha.

Este análisis conjunto podrá llevar, por ejemplo y entre otras decisiones, a la realización de actuaciones durante fases preliminares para más líneas de las consideradas en esa fase por motivo de economías de escala o centralización de operaciones en la red.

3.7 Inventario de Redes de servicios para la primera línea- 5.3.2.7

Se realizará la identificación de las redes de acueducto, alcantarillado, gas, eléctricas, telefónicas, fibra óptica, TV Cable y otras que puedan tener interferencias potenciales con la primera línea del Metro y se determinarán las localizaciones críticas y los parámetros de solución más viables para ser tenidas en cuenta en la etapa de diseños.

Se adelantarán las siguientes fases:

Recolección de información: se solicitará y eventualmente se adquirirá la información en medio magnético o en su defecto en planos físicos, que posean las entidades de servicios públicos y empresas privadas que tienen construidas o en proyecto redes aéreas y/o subterráneas localizadas en el área de influencia de la primera línea del Metro y que potencialmente interfiera con la misma. Se consultará esta información especialmente con la Empresa de Acueducto de Bogotá, CODENSA, Empresa de Teléfonos de Bogotá (ETB), EMTELCO, Empresas Públicas de Medellín (EPM), Capitel, Gas Natural, empresas de TV Cable, entre otras.

Incorporación de la información obtenida al Sistema de Información Geográfica (SIG) del proyecto de la primera línea: la información magnética obtenida se incorporará al SIG del proyecto para efectos de precisar los niveles de interferencia potencial con el proyecto. La información en planos físicos se digitalizará para poderla incorporar al SIG del proyecto.

Análisis de la información: Como resultado de los procesos de análisis del SIG se identificarán los puntos y zonas críticas de cada uno de los tipos de redes, caracterizando las potenciales interferencias y las alternativas de solución por medio de desvíos o relocalizaciones planteadas en cada caso.

Generación de productos: se producirán los planos con las redes matrices ubicadas en el área de influencia el corredor de la primera línea del Metro, identificando puntos y zonas críticas. Además se entregará un documento con los parámetros de manejo y solución para las potenciales interferencias de redes que se deberán tener en la etapa de diseños, definiendo un protocolo de gestión con cada una de las empresas y entidades de servicios públicos a cargo de las redes.

3.8 Aspectos legales institucionales- 5.3.2.8

Aspectos claves:

- Diseñar un esquema de gestión de suelo óptimo.
- Proponer uno o varios modelos contractuales válidos para el proyecto.

Relación de esta actividad con otras:

- Establece el modelo institucional y propone modelos contractuales que serán ajustados en Fase 4.

Entregables:

Producto nº 23.- “Documento de mecanismos alternativos de contratación del diseño, construcción, operación y mantenimiento de la primera línea del Metro”.

Producto nº 24.- “Formulación del esquema institucional requerido durante cada una de las etapas de desarrollo de la red de metro integrada: construcción, operación y mantenimiento”.

3.9 Elaboración de términos de referencia- 5.3.2.9

Se elaborarán los términos de referencia para dar comienzo a los procesos de selección conducentes a la contratación de los siguientes estudios y diseños de la primera línea del metro:

- Diseños de Infraestructura
- Estudio Ambiental
- Estudio social-predial.

Dichos términos de referencia se construirán en los componentes técnico y legal, de tal manera que la Secretaría de Movilidad pueda adelantar los procesos de contratación de los consultores e interventores en forma satisfactoria contando además con la permanente asistencia y asesoría del GC en todas las fases precontractuales y contractuales, apoyando la resolución de consultas y observaciones a especificaciones previas y/o definitivas, pliegos y adendas, así como las etapas de evaluación de propuestas, proceso de adjudicación y suscripción del contrato para lo cual se cuenta con el equipo de abogados y de profesionales especializados que realizarán una labor en estrecha colaboración con los funcionarios de la Secretaría de Movilidad de Bogotá.

Los componentes técnicos de los términos de referencia incluirán en su totalidad los contenidos y tópicos requeridos para cada uno de los estudios y diseños en los términos de referencia en el apartado 5.3.2.9 incorporando además aquellos que no se hayan enunciado inicialmente pero que por desarrollo de la consultoría se consideren pertinentes y que además cuenten con la aprobación de la Secretaría de Movilidad. En la elaboración de los componentes técnicos participarán los profesionales especializados de las diferentes disciplinas con los que cuenta el GC para garantizar que los diseños y presupuestos de infraestructura se realicen adecuadamente y con el cumplimiento de normas técnicas nacionales e internacionales para este tipo de proyectos, del mismo modo que los estudios ambientales y socio-prediales garanticen la exhaustiva y detallada investigación de impactos en las etapas de construcción y operación del proyecto permitiendo la correcta definición de los planes de manejo y gestión correspondientes.

Se incorporará la normatividad contractual vigente en la elaboración de los componentes legales de los términos de referencia y se aplicará la experticia jurídica y administrativa del GC en este tipo de procesos de selección que permita prever las posibles contingencias y desarrollar sus etapas con la mayor celeridad y acierto de tal forma que las consultorías e interventorías se desarrollen con la calidad, costo y oportunidad esperadas para el éxito de la construcción y operación de la primera línea del metro de Bogotá.

4. ETAPA 3. DISEÑO OPERACIONAL DE LA PRIMERA LÍNEA

4.1 Diseño Operacional -5.3.3.1

Para realizar el diseño operacional de una línea de metro es necesario conocer primero la demanda de cada uno de los tramos interestaciones tanto para el corto, mediano y largo plazo con el objetivo de que el diseño operacional entregue como resultado la oferta para responder al tramo más cargado de la línea.

La operación del servicio debe tratar de ajustarse al menos a la demanda esperada, teniendo en cuenta la estacionalidad anual y los horarios a lo largo del día para lo cual se deben realizar tablas horarias dentro de las cuales los datos más relevantes son la hora de inicio y término del servicio y los intervalos de servicio ofrecidos en los distintos períodos horarios del día.

El intervalo de servicio que se debe ofrecer está influenciado por la capacidad del material rodante seleccionado y como ya se dijo por la demanda en el tramo más cargado de la línea, es decir, dicho intervalo es una de las variables que permite compatibilizar la oferta con la demanda esperada aunque no se deben superar umbrales máximos que hagan que el sistema pierda atractivo.

Por otra parte dentro del análisis operacional se realizarán simulaciones de marcha que tienen como objetivo conocer los tiempos de viajes entre cada estación y del recorrido completo, además de otros datos como consumo de energía, velocidad comercial, etc. Los resultados de las simulaciones de marcha necesitan del trazado y del material rodante, además de criterios operacionales como limitar las aceleraciones (deceleraciones) con el objetivo de aumentar el confort de los pasajeros.

Para calcular la flota necesaria se calculará la oferta que se debe ofrecer en hora punta teniendo en cuenta una cierta tipología de material rodante con una capacidad definida, por lo cual la variable que se ajusta es el intervalo de servicio. Conociendo el intervalo de servicio se calculará la flota operativa del material móvil dividiendo el tiempo de ciclo completo o CTC el que incluye los tiempos de viaje de ida, vuelta y en ambas cabeceras. Conocida la flota operativa necesaria se calculará la flota en reserva operativa y reserva en mantenimiento.

En el caso en que la demanda por tramos del trazado propuesto esté desequilibrada o descompensada, es decir, exista un tramo con una demanda sensiblemente superior al resto, el consultor propondrá y analizará un esquema operacional con una rotura de frecuencias del servicio, dicho de otra forma, algunos viajes no llegarán hasta el final de la línea sino que se devolverán antes en estaciones terminales intermedias. Esto tiene como ventaja que la oferta se ajusta mejor a la demanda con un ahorro de inversión en material móvil y menores costos operativos a lo largo de la explotación del servicio.

Es importante recalcar que se realizará un análisis de operación para la puesta en marcha del servicio, el medio plazo y el largo plazo. Si se asume una demanda creciente a medida que pasa el tiempo, el esquema operativo tendrá que ajustar la oferta a esta mayor demanda, para aumentar la oferta existen 2 posibilidades, disminuir el intervalo de servicios o aumentar la capacidad del material móvil agregando nuevos módulos al material rodante existente o acoplando trenes. Esto se analizará desde un principio dado que se debe incluir en el diseño de la infraestructura en cuanto a los sistemas de señalización, longitud de las estaciones, potencia eléctrica instalada, equipos de vías, talleres y cocheras, etc.

Una vez realizado el esquema operacional el consultor podrá calcular las principales magnitudes operacionales como material rodante necesario, número de conductores, trenes-km-año, trenes-horas-año, viajes en vacío, personal necesario para las labores de mantenimiento del material móvil y de la infraestructuras, personal necesario en las estaciones y para la atención del público, etc. Los datos indicados anteriormente son los necesarios para estimar los costos operacionales del sistema y definir en algunos puntos el diseño de la infraestructura.

Mediante la información definida en las etapas anteriores se definirá el Diseño operacional de la Línea, así como los Parámetros de infraestructura de Señalización, Control y Comunicaciones.

El GC revisará toda la documentación disponible sobre el trazado, estudios de demanda, costos de operacionales y de mantenimiento; manteniendo además diversas reuniones con diferentes fabricantes punteros en el Sector ferroviario. Con toda esta información, además de los amplios conocimientos de la plantilla de GC, se realizarán los requerimientos tecnológicos de los Sistemas de recaudo, control, telecomunicaciones y señalización para la primera Línea del Metro. Entregando un Proyecto Básico para cada una de estas disciplinas.

Los gastos de explotación del nuevo sistema de transporte se obtendrán analizando los conceptos siguientes:

Personal: incluye el personal necesario para la explotación del nuevo sistema. Se determinará en función de las necesidades estimadas en personal vinculado al material móvil (conductores), al mantenimiento, a cocheras y talleres, a estaciones y paradas y, finalmente, el personal de administración y gestión diferenciándose por categorías profesionales. Las necesidades de personal van a variar de un escenario a otro por el incremento de personal de paradas y estaciones y por el vinculado con los servicios de material móvil (conductores).

Energía: se obtendrán a partir del precio unitario de la energía y del consumo unitario del material móvil, así como del consumo eléctrico (iluminación, fuerza, comunicaciones, etc.) en las diversas instalaciones (estaciones y paradas, cocheras y talleres, oficinas, etc.).

Operación y mantenimiento: en esta partida se incluirán materiales de reparación y conservación de línea, estaciones y paradas y otras instalaciones. También incluye la maquinaria auxiliar y el personal necesario para realizar el mantenimiento de infraestructuras y estaciones.

Conservación de material móvil: incluirá los costos de materiales preventivos y reparación del material móvil. Se obtendrán en función de la previsión del número de vehículos-kilómetro recorridos.

Limpieza y otros conceptos: en este grupo se incluirán conceptos no clasificables en los anteriores tales como limpieza, seguridad, seguros, gastos de oficina, uniformes, viajes, estudios, etc. Se obtendrán en función de la previsión del número de vehículos-kilómetro recorridos.

4.2 Análisis de la estructura tarifaria del sistema -5.3.3.2

Una vez determinados los sistemas y la tecnología asociados al recaudo, control y telecomunicaciones, necesarios para la puesta en marcha del metro, el Grupo Consultor diseñará una estructura tarifaria acorde con la implementación de la nueva infraestructura y la reorganización de los servicios de transporte urbano e interurbano que esta iniciativa supondrá.

Para la elaboración del producto final de esta actividad, se partirá de una revisión de la estructura tarifaria actual. En este sentido, la información recopilada en la primera actividad de la Etapa 1, así como la colaboración de la SDM resultará primordial en la realización de una descripción íntegra y exhaustiva. Dicha revisión servirá de base para el diagnóstico de la situación vigente y para la posterior integración del Metro. Así,

se presentarán las debilidades y las fortalezas asociadas a la oferta de transporte urbano y regional presente y futura.

El Grupo Consultor propondrá varias estrategias que se traducirán en distintos sistemas, las cuales serán validadas conjuntamente con la SDM.

4.3 Parámetros de infraestructura-5.3.3.3

El principal objetivo de este apartado será el disponer de la documentación técnica necesaria para poder realizar el siguiente proceso de licitación de proyecto, obra y concesión de operación de la línea.

Para ellos se prevé necesario ampliar el alcance definido en los términos de referencia con uno más amplio que contenga:

- 1) Proyecto Funcional de la PLM
- 2) Especificación de parámetros de la Infraestructura la PLM
- 3) Gestión de la vida de un proyecto

En los siguientes sub-apartados se describe el alcance de estos documentos, y en el documento “Aporte a los Términos de referencia” se plantean algunas interesantes soluciones tecnológicas a poner en práctica, respecto a:

- Sistemas Constructivos,
- Arquitectura y mobiliario de las estaciones,
- Energía
- Control y Seguridad Ferroviaria.

Proyecto Funcional de la PLM

El objetivo del proyecto funcional será la definición del Modelo de Explotación de la PLM. Este aspecto se considera de especial relevancia al tratase de definir qué tipo de metro se quiere construir, desde el punto de vista de operación y de mantenimiento, y que a través de dicho Proyecto Funcional, y de las decisiones tomadas sobre cuál es el Modelo de Explotación definido, se pueda proceder a escoger las soluciones tecnológicas más adecuadas para la consecución de dicho Modelo de Explotación, incorporando no sólo la

tipología de los equipos y sistemas sino además un Plan de Seguridad (Safety Plan) y un Plan de Mantenimiento básico.

Esta actividad, aún perteneciendo a la Etapa 3, deberá iniciarse, con suficiente antelación, para tenerla suficientemente avanzada antes de comenzar la Especificación de Parámetro de Infraestructura.

Se considera que esta es una actividad no incluida en los Términos de Referencia, por lo que en el apartado dedicado a los aportes a los Términos de referencia se presenta una descripción de su contenido.

Especificación de parámetros de la Infraestructura de la PLM.

Se cumplirán los objetivos planteados en el apartado 5.3.3.3. En base a la disponibilidad del proyecto funcional, la toma de decisiones en cuanto a las tecnologías de las instalaciones, sistemas etc., será realizada de manera más sólida, ya que responderá a unas necesidades funcionales de los procesos operativos ya definidos.

Con respecto a lo solicitado en el apartad 5.3.3.3 de los Términos de Referencia, el alcance de este punto será ampliado con la realización de una campaña de Geotecnia y los levantamientos topográficos necesarios para mejorar la ubicación de trazados y de estaciones.

Así mismo se realizará un estudio de todos los principales servicios afectados, con el fin de disponer de un primer listado de los mismos y de la valoración económica que requerirá su reposición.

4.4 Sistema de recaudo, control y telecomunicaciones - 5.3.3.4.

Sistema y tecnología de recaudo.- Se realizará un análisis de los requerimientos del sistema y un estudio de las alternativas viables, teniendo en cuenta el estado del arte y las implantaciones exitosas llevadas a cabo en los últimos años, así como los condicionantes propios existentes en el ámbito de la ciudad de Bogotá.

Este estudio de alternativas contemplará, entre otros, el análisis de las diferentes tecnologías que se podrían emplear para controlar el fraude, las posibilidades de integración de sistemas y servicios, los diferentes modelos de explotación, la interoperabilidad entre sistemas evaluando las posibilidades de sistemas abiertos o cerrados y aspectos clave como la integración del recaudo o la explotación. Se considera que este paso previo es fundamental para poder llegar a la especificación de un sistema tarifario integrado.

Una vez realizado el análisis de requerimientos del sistema y el estudio de alternativas, se expondrán los resultados y se recomendará seleccionar la solución tecnológica más adecuada. Una vez se haya diseñado el sistema tarifario en su conjunto y se hayan seleccionado las tecnologías a emplear, se dimensionarán los sistemas y equipamientos necesarios, y se redactarán los Términos de referencia correspondientes para la contratación del sistema.

Para llevar a cabo el dimensionado se deberán considerar factores tales como:

- Estudios de demanda de pasajeros, para diferentes horizontes temporales, especificando los valores en hora punta.
- Diseño arquitectónico de estaciones.
- Tecnología de los títulos de transporte a utilizar (magnética o sin contacto).
- Parámetros de diseño.
- Tiempos de paso.
- Grado de Servicio (tiempos de espera)
- Inversión económica objetivo.
- Etc.

El documento final especificará entre otros:

- Especificaciones técnicas y funcionales necesarias para el funcionamiento óptimo del Sistema.
- Requerimientos del sistema de gestión de integración tarifaria (con funciones de gestión económica y distribución de ingresos, gestión estadística y gestión del fraude; compatibilidad, interoperabilidad e integración).
- Requerimientos del soporte tales como la tecnología seleccionada (ISO 14443).
- Requerimientos de los canales de distribución y recarga (puntos de venta y recarga, centro de atención al cliente, etc.)
- Empleo de tecnologías que sean abiertas y universales, basadas en estándares, que permitan la interoperabilidad entre equipos de diferentes proveedores, compatibles con estructuras de ficheros según ISO 7816, etc.
- Requerimientos en niveles de seguridad. Módulos de seguridad en las fases críticas del ciclo de vida (pre-personalización, personalización, venta, carga y recarga, validación y cancelación, inspección y bloqueo).
- Requerimientos de suministro, transporte, instalación, operación y mantenimiento de elementos del sistema.

Mecanismos de Control y Seguridad Ferroviaria y requerimientos de señalización. En relación con la automatización de los procesos de estaciones y la Línea, son realmente múltiples los procesos funcionales que

se llevan a cabo en las estaciones de una línea de Metro. Todos ellos pueden ser realizados por personal de Metro o automatizados por completo:

- Apertura y Cierre de la estación.
- Venta de Billetes.
- Cancelación de Billetes.
- Información al usuario.
- Etc.

En relación con la automatización de los procesos en el PCC, los actuales sistemas de control de tráfico existentes en el mercado incluyen en sus paquetes aplicaciones de regulación de trenes y en función de las posibilidades del material móvil, de monitorización del mismo.

Este segundo aspecto, si bien no es estrictamente imprescindible, es muy necesario en una línea automática donde es conveniente mantener monitorizados los principales parámetros de los trenes para poderse avanzar a posibles averías y permitir, por ejemplo, retirar un tren de la línea antes de que este pueda afectar a la explotación.

La ausencia de personal embarcado obliga también a establecer sistemas de comunicaciones que permita informar al pasaje de cualquier incidencia o establecer video vigilancia en tiempo real del interior de los trenes.

En resumen, son muchos los sistemas que pueden llegar a centralizarse en una línea de metro. En este caso es importante conseguir una correcta integración de la información a presentar al Operador de forma que la interaz hombre-máquina que disponga, sea homogénea y clara, y muy importante, integrando todos los sistemas necesarios para la correcta monitorización de la línea.

Sistemas de telecomunicaciones y control operacional.- Se realizará un análisis de los requerimientos de cada sistema y un estudio de las alternativas viables, teniendo en cuenta el estado del arte y las implantaciones exitosas llevadas a cabo en los últimos años, así como otros condicionantes que pudieran existir.

Los requerimientos para las líneas de metro modernas en términos de operación, control y seguridad, obligan a implantar:

- Sistemas que incrementan la Seguridad de la Línea: Video vigilancia, Control de Accesos, Megafonía, Interfonía, Telemandos de Ventilación y Protección contra-incendios.
- Sistemas que garantizan, facilitan y aseguran la explotación ferroviaria: Telefonía, Información a usuarios, Cronometría, Red Administrativa, Telecontrol de Energía, Tráfico e Instalaciones Electromecánicas.
- Centros de Control, tanto el Centro de Control Central (o PCC), como los centros de control locales distribuidos a lo largo de la Línea (en estaciones, talleres, subestaciones y otros edificios).
- Sistema de Transmisión de Datos. Redes de transmisión multiservicio inalámbricas y fijas, soportadas a nivel físico por cables de fibra óptica y cables de cobre.
- Sistema de radiotelefonía.

En general, para cada uno de los sistemas indicados, se llevarán a cabo las siguientes tareas:

- Análisis de Requerimientos y Alternativas, para la implantación de los sistemas de telecomunicaciones y de control operacional. Identificación y descripción de posibles configuraciones y alternativas de implantación, analizando parámetros tales como funcionalidades del sistema, tecnologías a aplicar, coste aproximado y plazo de implantación, reflejando además las ventajas e inconvenientes de cada una de ellas.
- Dimensionado de los Sistemas y Redacción de Términos de Referencia, para la contratación de los sistemas de telecomunicaciones y de control operacional. Se redactará un documento en donde se especifiquen los requerimientos técnicos y funcionales que deberá cumplir cada uno de los sistemas, así como la arquitectura general de cada sistema, con identificación de sus elementos integrantes, y los requerimientos para las interfaces entre los diferentes Sistemas de telecomunicaciones y de control operacional, de acuerdo con la solución finalmente adoptada.

En relación con el **Análisis de Alternativas Tecnológicas**, siempre se optará por tecnologías abiertas basadas en estándares de mercado y que garanticen la integración y la compatibilidad entre sistemas, así como la flexibilidad del sistema en su conjunto, facilitando las futuras ampliaciones.

Por su criticidad, merecerá una especial atención el diseño de los sistemas de telecontrol de tráfico, instalaciones, energía y catenaria. Se establecerá la configuración de cada sistema tanto en términos analíticos (identificación de las señales a ser controladas), como gráficos (representaciones en pantalla de las instalaciones telemandadas). Una vez definidos los elementos de cada telecontrol a instalar en la Línea, se procederá a analizar los requerimientos del sistema de transmisión y del sistema de Gestión del Telemando Integrado del Centro de Control Central (PCC), y de los Centros de Control locales.

También merecerá una dedicación especial el sistema de Radiotelefonía. Se evaluará la conveniencia de optar por la tecnología TETRA, como sistema de radiocomunicaciones frente a otros sistemas. TETRA es un

estándar ETSI que aporta fiabilidad, privacidad y confidencialidad en las comunicaciones, aumento de las funcionalidades de los servicios de voz, calidad de audio, transmisión de datos (para sistemas embarcados) y permite el establecimiento de redes virtuales que permiten que cada organización opere de forma independiente compartiendo los recursos existentes y las comunicaciones entre el personal de la Línea, además de comunicaciones tren-tierra.

Asimismo, merecerá especial atención la red de transmisión multiservicios. Se evaluará la conveniencia de optar por una red convergente IP, que integre una red fija Ethernet con redes inalámbricas Wi-Fi/WiMax. Hoy en día, la convergencia de las comunicaciones de voz, datos y vídeo en una única red IP es una tendencia imparable.

En relación con la Videovigilancia, los sistemas están evolucionando a sistemas sobre IP, basados en protocolos estándares de compresión que permiten tener una calidad aceptable, comparable al mundo analógico, añadiendo además la flexibilidad de los sistemas en cuanto a detección de eventos, almacenaje de imágenes y alarmas asociadas directamente en formato digital, exportación de imágenes, etc.

En relación con la redacción de términos de Referencia, para cada sistema, se definirán los requerimientos para los diferentes ámbitos de actuación:

- Estaciones, distinguiéndose requerimientos para cada tipo de dependencia (salas técnicas, cabina Jefe de Estación o similar, zona de vías, puertas de accesos a estaciones, salidas de emergencia, etc.)
- Talleres, distinguiéndose requerimientos para cada tipo de área o dependencia a controlar (zona de vías, oficinas, salas técnicas, accesos, perimetrales, etc.)
- Centro de Control Central, distinguiéndose requerimientos para cada tipo de área o dependencia a controlar (oficinas, salas técnicas, accesos, perimetrales, etc.)
- Tramos en Superficie, distinguiéndose requerimientos para cada tipo de área a controlar (accesos a túnel, zona de vías, perimetrales, etc.)

Asimismo, se definirá la arquitectura general de cada sistema, con identificación de sus elementos integrantes, distinguiendo:

- Arquitectura y equipamiento de Estaciones
- Arquitectura, equipamiento, en los accesos al Sistema
- Arquitectura y equipamiento de Talleres.

- Arquitectura y equipamiento de Centros de Control, analizando la integración de la información entre sistemas relacionados entre sí, poniendo especial atención en los sistemas relacionados con la seguridad y en los sistemas de comunicación, control y gestión.
- Definición de la Red de Comunicaciones y cableado asociados a los sistemas.

Se definirá la arquitectura informática, capacidad y características técnicas de las redes multiservicio fija e inalámbrica del Sistema de Transmisión de Datos, de forma que queden aseguradas las comunicaciones entre los diferentes sistemas que requerirán del soporte de este sistema para la transmisión de información.

Se pondrá especial atención en la descripción de la arquitectura y el dimensionado de la red de fibra óptica y de cableado estructurado, así como en la redundancia de las mismas para garantizar óptimas condiciones de seguridad. Para ello, se tendrán en cuenta los requerimientos de transmisión de cada sistema, así como la necesidad de reserva de cables para soportar la posible ampliación de funcionalidades soportadas por la red a largo plazo.

Asimismo, se definirán los requerimientos para la correcta instalación de los diferentes equipos y cableados de la red, la conducción de cables, el empalme de fibras, etc., indicándose los requerimientos para la instalación y el rutado de cables en línea y en estaciones o edificios.

5. ETAPA 4. AJUSTES AL DISEÑO OPERACIONAL Y DIMENSIONAMIENTO LEGAL Y FINANCIERO

5.1 Evaluación socioeconómica de la primera línea - 5.3.4.1

Siguiendo los lineamientos para la Evaluación Económica y Social de Proyectos de las Naciones Unidas, se procederá a evaluar cada una de las Alternativas de Red del Metro, aplicando el método Beneficio/Costo, para lo cual se seguirá este procedimiento:

Determinación y cuantificación de los Beneficios

Con base en el modelo de transporte y aplicando los determinantes y ajustes requeridos en las distintas variables, se cuantificarán los siguientes factores para cada alternativa:

- Población servida: cantidad, tipología y determinación de la demanda potencial
- Transbordos
- Ahorro de tiempo de los usuarios de transporte
- Ahorro de costos de operación de vehículos automotores
- Valorización inmobiliaria
- Ahorros por reducción de accidentes
- Beneficios ambientales
- Contribución a la disminución de los costos de transporte a los usuarios
- Contribución a la integración socioeconómica de la ciudad

Determinación y cuantificación de los Costos

Teniendo en cuenta experiencias internacionales con las adaptaciones pertinentes al caso de Bogotá, se realizará para cada alternativa de red, un estimativo de costos, siguiendo este detalle:

- Costos de construcción
- Costos de mantenimiento
- Costos de operación

Evaluación comparada

Con base en la Tasa Global de Descuento se procederá a aplicar la fórmula B/C para determinar la alternativa más favorable.

También, como mecanismo de verificación se aplicarán a los flujos de los factores de cada alternativa, otros métodos de Evaluación de Proyectos como: Valor Presente Neto (VPN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y Periodo de Recuperación de Capital (PRC); cuyos resultados serán analizados en torno a las expectativas del proyecto.

Definición de indicadores

Partiendo de los factores y variables que caractericen cada alternativa, se propondrá una Matriz de Indicadores Socioeconómicos, que se presentará espacialmente con el apoyo de las modelaciones pertinentes.

5.2 Ajustes diseño operacional - 5.3.4.2

Se realizarán diferentes reuniones con el Constructor para tratar las diferencias que pueda plantear con respecto a lo estipulado en el Diseño operacional.

5.3 Dimensionamiento financiero - 5.3.4.3

Con base en los diseños operacionales del metro y los trabajos adelantados en las etapas I, II, III de esta consultoría se establecerá un dimensionamiento financiero más preciso del proyecto a través de unas proyecciones financieras de la PLM y del SITP para lo cual se desempeñarán las siguientes actividades:

Actividad No 1: Análisis de costos y alternativas de financiación

- El equipo de Financiaciones Estructuradas identificará los esquemas de financiación empleados en la construcción, dotación de equipos, operación y mantenimiento de proyectos tipo metro y otros proyectos de infraestructura, como carreteras, que cuentan con una rentabilidad similar a la de trenes ligeros y cuya estructuración se realizó a través de esquemas de participación público – privada.
- Se analizará el impacto de corto y largo plazo en las finanzas de Bogotá la PLM con las ventajas y desventajas de las diferentes alternativas de financiación, tomando en consideración la recuperación de la inversión a través de impuesto por valorizaciones, desarrollos inmobiliarios y comerciales e impacto de plusvalía entre otros ingresos que se puedan generar.

Actividad No 2: Elaboración de modelos financieros

- Se recopilará toda la información proveniente de los estudios técnicos que tengan algún impacto financiero como es el caso de: compra de predios, adquisición de equipos para la construcción, costo de las obras civiles, maquinaria rodante, gastos operacionales, entre otros.
- Se definirá un escenario base de supuestos operacionales.
- Se realizarán un modelo financiero con proyecciones de Flujo de Caja, Estado de Resultados y Balance General con sus principales indicadores financieros que incluyan todas las variables del negocio como ingresos, costos operacionales, gastos operacionales, depreciación de activos, impuestos, entre otros. Se diseñará un modelo que permita hacer actualizaciones y seguimiento de resultados durante la vida del proyecto, para lo cual se hará una única hoja desde donde se podrá hacer las sensibilidades a las

principales variables del modelo.

- Se reflejarán las diferentes fuentes de financiación tanto internas (la Nación y el Distrito), reflejando las restricciones presupuestales que estas tengan, el capital del inversionista privado y también fuentes externas como es el caso de créditos con entidades financieras y otras fuentes de financiación como fondos de capital privado y fondos de pensiones, entre otros.
- Realizar el análisis del impacto que tienen los aportes de la Nación y el Distrito en el proyecto de la PLM de Bogotá con base en la legislación existente.
- Se estudiarán las potenciales fuentes de ingresos del proyecto que optimice las fuentes de financiación del proyecto; a través de nuestro equipo de Santander Asset & Capital Structuring se analizará potenciales ingresos por la venta de certificados de reducción de emisión de gases (CERs por sus siglas en inglés); además de otros potenciales ingresos como desarrollos inmobiliarios, entre otros.
- A través de Santander Asset & Capital Structuring se estructuraría la posible venta de CERs, Santander podría realizar las gestiones ante la ONU de certificación de las emisiones y su vez implementar un esquema de compra a futuro de dichos certificados, que al ser Santander una entidad de alta calidad crediticia daría respaldo a los flujos futuros provenientes de los CERs.
- Se analizará la rentabilidad esperada del proyecto y del inversionista buscando que el proyecto tenga rentabilidades atractivas para el inversionista privado de tal forma que la PLM sea vendible.
- Se elaborarán propuestas de remuneración al inversionista privado, además de definir la participación del Distrito.
- Con base en información suministrada por los asesores técnicos se analizará el impacto en el proyecto por cambios en la infraestructura y operación de otros modos de transporte, así como la de entregar a diferentes inversionistas las obras a realizar.
- Se diseñarán los incentivos para promover una estructura de financiación óptima que minimice los aportes de la Nación y el Distrito (incluyendo las potenciales contingencias).
- Se propondrán las inversiones en infraestructura (valor de obras) que deberán quedar a cargo del sector privado y las inversiones que quedarán a cargo del sector público, así como las condiciones financieras bajo las cuales los proponentes deberán presentar las ofertas relacionadas con las obras de infraestructura y las condiciones financieras bajo las cuales el Distrito de Bogotá puede aceptar su participación en la ejecución del proyecto.

Actividad No 3: Recomendación de la estructura financiera

- Con base en los escenarios operacionales más probables junto con el análisis de ratios de capacidad de endeudamiento como Ratio de Cobertura de Servicio de la Deuda (RCSD) y plazos estimados se definirán una estructura de capital y la capacidad máxima de endeudamiento.

- Se identificarán todas las herramientas financieras disponibles para este tipo de proyectos y se hará una lista de instituciones idóneas que prestan estos servicios tanto nacionales como internacionales del mercado financiero (multilaterales, bancos comerciales), y jugadores relevantes del mercado de capitales (fondos de pensiones, fondos de capital de privado, aseguradoras, entre otras).
- Se harán consultas a nuestro equipo de riesgos que estudian proyectos de financiaciones estructuradas para tener su visión de la estructura planteada, teniendo en cuenta que Santander es reconocida por su prudencia en el manejo del riesgo
- A través de acercamientos con las instituciones financieras de la lista seleccionada se hará una lectura de mercado que permitirá establecer estimaciones de: tasas, plazos, años de gracia, de garantías.
- Con base en la capacidad máxima de endeudamiento y con base en la experiencia de otros sistemas de trenes ligeros se incluirá en las proyecciones financieras la estructura de financiación que incluya las diversas fuentes de financiación seleccionadas siempre buscando la estructura que minimice el costo de capital y minimice los aportes del gobierno local y nacional.
- Con el análisis de la diversificación de las fuentes de ingresos del proyecto tales como: CERs (por sus siglas en inglés de Certificado de Reducción de Emisiones), arrendamientos de desarrollos inmobiliarios, entre otros. Con lo anterior se buscará optimizar las fuentes de financiación del proyecto.
- Con base en los análisis de capacidad de endeudamiento y en la lectura de mercado se precisará los aportes a ser desembolsados por la Nación y el Distrito teniendo en cuenta las restricciones presupuestarias de estas. En el caso que el proyecto llegará a ser superavitario se definirán las regalías a ser pagadas por el concesionario.
- Con los riesgos identificados en experiencias anteriores de metros, así como de la experiencia de nuestros especialistas en otros proyectos similares se buscará plantear una estructura de capital que ante sensibilidades de variables críticas no se vea afectado sustancialmente.
- Se planteará una forma de financiación que contemple mecanismos de liquidez, mecanismos de cobertura frente a variables como tasa de cambio, generar mecanismos de solución rápida de conflictos que evite la detención de las obras, es decir, que se reduzcan los costos de financiación y los aportes contingentes del Distrito.

Actividad No 4: Estudio de análisis de riesgos y formulación de garantías y compensaciones

- Con base en el análisis de otros metros y de la experiencia de nuestros especialistas se identificarán cada uno de los potenciales riesgos, con los agentes que intervienen en el proceso y se propondrán mecanismos de cobertura o mitigación de los mismos.
- Una vez identificados los riesgos se establecerán los rangos de variación de los mismos a través de análisis de distribución de probabilidades utilizando programas como “Cristal Ball” o un paquete estadístico similar.
- Se realizará el análisis de los riesgos financieros en que se puede incurrir, como fluctuación de tasas de interés, tasa de cambio, riesgo presupuestal y se analizarán posibles mecanismo de mitigación del riesgo.

- Se cuantificarán las eventuales contingencias de estos riesgos y se les asignará una probabilidad de ocurrencia.
- Se elaborarán las matrices de riesgos para cada uno de los escenarios.
- Se identificarán los riesgos que se pueden constituir en contingencias y las contingencias que eventualmente afectarían las finanzas del Distrito y la Nación.

Actividad No 5: Análisis de sensibilidades del modelo financiero

- Se realizarán sensibilidades a variables críticas del proyecto, entre estas, pero sin limitarse a: variables macroeconómicas, niveles de demanda, tarifas, montos de inversión, cronograma de inversiones, valor de los predios, aspectos tributarios y todas las demás variables que afectan el negocio.
- Se identificarán escenarios críticos que serán reflejados en las proyecciones financieras en donde uno o varios eventos afecten el negocio (incluyendo escenarios adversos).
- Se cuantificará la utilización y distribución de subsidios cruzados entre los modos de transporte para determinar si el Distrito tendrá que subsidiar las tarifas y en que magnitudes y la forma en que se entregarían.
- Con base en los subsidios cruzados y con base en el rediseño de la estructura tarifaria del SITP se analizarán los probables efectos en los ingresos del proyecto de la PLM y del SITP.
- Se analizarán las alternativas de financiación de la tarifa del usuario y la tarifa técnica, entre las opciones está que otros sistemas de transporte subsidien el metro.

Actuación No 6: Evaluación de la estructura financiera del SITP (incluyendo el Metro)

- Se realizarán reuniones con representantes de la Secretaría de la Movilidad y de Hacienda para recopilar toda la información como estudios existentes sobre los otros sistemas de transporte que forman parte de SITP (Transmilenio, operadores de SITP, recaudadores).
- Se realizarán proyecciones del SITP en conjunto con la Secretaría de Movilidad y las personas que estos designen. Las proyecciones incluirán: ingresos, costos operacionales, gastos operacionales, planes de inversión, ahorros por economías de escala, potenciales ingresos colaterales.
- Se realizará un modelo de tarifa que incluya el análisis de la tarifa técnica y la tarifa usuario.
- Se realizará el análisis de rentabilidad del proyecto y del inversionista con base en los aportes de capital realizados o a realizar para los escenarios más probables.
- Se realizarán sensibilidades a diferentes variables que afectan el funcionamiento del negocio como el caso

de variables macroeconómicas, demanda, tarifa técnica y tarifa usuario.

- Se analizará el impacto de la entrada en funcionamiento de la PLM de Bogotá en los ingresos de los otros sistemas de transporte, teniendo en cuenta que habrá una redistribución del tráfico, entre otras sensibilidades que se encuentren convenientes.
- Con base en los posibles impactos de la entrada en funcionamiento del Metro, se realizarán al menos tres (3) sensibilidades de eventuales escenarios de redistribución del ingreso entre los diferentes sistemas de transporte.
- Tomando un escenario base se procederá a analizar la sostenibilidad del SITP y se darán recomendaciones sobre métodos de reajuste en los pagos a los diferentes operadores del SITP.
- A través de la experiencia de nuestra unidad de negocio Santander Investment Trust (Fiduciaria del Grupo Santander en Colombia) se analizará la estructura fiduciaria que eventualmente se requiera para integrar todos los componentes del SITP.
- Con base en el análisis se procederá a dar una recomendación de la estructura y funcionamiento de las finanzas del SITP en el corto y largo plazo.

5.4 Dimensionamiento legal - 5.3.4.4

Aspectos claves

- Proporcionar el modelo de ejecución del proyecto.
- Proponer el procedimiento para la adquisición de predios.
- Proponer las medidas de seguimiento y control por el esquema institucional diseñado.

Entregables

Producto nº 40.- “Recomendación frente al esquema contractual previsto para cada una de las etapas descritas (construcción operación y mantenimiento), la cual deberá ser presentada dentro de los 6 primeros meses de esta etapa”.

Producto nº 41.- “Análisis de procedimiento para la adquisición de predios”.

Producto nº 42.- “Esquema de seguimiento y control por parte de las entidades competentes”.

6. ETAPA 5. ESTRUCTURACIÓN LEGAL Y FINANCIERA DE LOS CONTRATOS Y ACOMPAÑAMIENTO PRE-CONTRACTUAL Y CONTRACTUAL

Con base en los estudios de experiencias exitosas de metros, así como de las proyecciones financieras, y del análisis de riesgos se procederá a:

Tarea No 6.1: Consolidar la información recopilada de las anteriores etapas

- Con base en el análisis de las etapas anteriores, se procederá a recomendar y asesorar al Distrito en la escogencia del esquema de financiación con las diferentes fuentes y entidades de financiación que sean idóneas para este proyecto.
- Recomendar las condiciones de financiación que minimice el costo financiero, tiempos de ejecución y aportes públicos al proyecto.
- Se procederá a plantear el cronograma que ligue la financiación con el plan de inversión y demás objetivos planteados para la ejecución del proyecto.
- Con base en reuniones con el resto del equipo técnico, representantes de la Secretaria de la Movilidad se procederá a definir las inversiones en cabeza del inversionista privado y las condiciones financieras bajo las cuales el Distrito de Bogotá puede aceptar su participación en la ejecución del proyecto.
- Se realizarán reuniones con los diferentes asesores del proyecto, así como con representantes de la Secretaría de la Movilidad y la Secretaría de Hacienda para definir un plan de mitigación de riesgos y desarrollar mecanismos de compensación, con base en la cuantificación de contingencias realizada en la etapa 4.
- Se realizarán reuniones con representantes de la Secretaria de Hacienda y del Ministerio de Hacienda y con los organismos de control involucrados para analizar el impacto de las contingencias sobre las finanzas de la Nación y del Distrito.
- Adicional al manual del usuario del modelo financiero, se dará soporte en el manejo del modelo financiero para poder hacer las sensibilidades y cambios que sean requeridos.

Tarea No 6.2: Promoción del proyecto ante inversionistas del proyecto

- Se realizarán reuniones con el equipo técnico y representantes de la Secretaria de la Movilidad para que con base en todo el análisis técnico y financiero se definan las actividades que por su viabilidad financiera pueden ser licitadas.
- Se realizarán reuniones con el equipo técnico y representantes de la Secretaria de la Movilidad para definir las variables financieras que tengan efecto en la modelación para definir el escenario base para cumplir con las tareas de la etapa contractual y para que los participantes privados en el proceso de selección realicen las siguientes actividades:

- Análisis de ingresos
- Análisis de costos y gastos operacionales
- Análisis de rentabilidad del activo y del inversionista.
- Estudio de la opción de otros ingresos complementarios para el inversionista privado, tales como: espacios publicitarios, desarrollos inmobiliarios, certificados de reducción de emisiones, entre otros.
- Usar las variables operativas de las proyecciones para que elaboren sus propias proyecciones de estados financieros del negocio.
- Análisis de riesgos y sensibilidades.
- Se elaborará un listado de potenciales inversionistas en Latam, Europa y Estados Unidos que hayan demostrado su interés en el proceso o en procesos similares en el mundo. Constructoras como: Camargo Correa, Andrade Gutierrez, CCR en Brasil, Constructora OAS, Dragados, ACS y OHL en España, entre otras con las cuales Santander ha estudiado otros proyectos de infraestructura como la Ruta del Sol.
- Dada la relación con que Santander cuenta a muy alto nivel con muchos de los potenciales inversionistas
- Se diseñará, elaborará y presentará un programa de mercadeo y promoción nacional e internacional entre los potenciales inversionistas. Este programa deberá incluir, entre otros, lo siguiente: objetivos, estrategia, cronograma de actividades y eventos a realizar.
- Se preparará el memorando de información del proyecto que incluirá:
 - Descripción del proyecto
 - Proyecciones financieras
 - Información técnica del proyecto
 - Descripción del(os) esquema(s) de participación propuesto(s).
 - Perfil del inversionista que se busca
 - Principales aspectos de la regulación colombiana relacionada con el proyecto.
 - Proceso que se seguirá para seleccionar al inversionista y calendario del proceso.
- Se implementará la página de Internet donde se encuentre la información más relevante del proceso, con el propósito que el público en general y los posibles interesados puedan consultar la información allí contenida. Para lograr la realización de la página se propone realizar las siguientes tareas:
 - Preparación Página de Internet. Se desarrollará una página en Internet que incluya la descripción del proceso, cuarto de datos de la información del proceso, información relevante y los nombres de los encargados de la estructuración que puedan resolver inquietudes.
 - La página de Internet será actualizada quincenalmente siempre y cuando se presente un cambio sustancial y/o se tomen decisiones definitivas.

Tarea No 6.3: Promoción del proyecto ante inversionistas financieros

- En esta etapa, se elaborará el programa de mercado y promoción. Este programa tendrá como mínimo los siguientes puntos: objetivos, estrategia, cronograma de actividades y eventos a realizar.
- Se elaborará un listado de potenciales inversionistas financieros nacionales e internacionales que para el esquema de financiación del proyecto tengan relevancia y que además hayan demostrado su interés en el proceso.
- Se participará en reuniones informativas que el Distrito encuentre convenientes para promocionar el proyecto frente a la comunidad y demás que encuentre conveniente.
- Se prepararán todos los documentos necesarios para presentar a las entidades financieras el proyecto, documentos tales como: resumen ejecutivo, memorando de información, presentaciones descriptivas que incluyan:
 - Descripción del proyecto.
 - Descripción del(os) esquema(s) de participación propuesto(s)
 - Principales aspectos de la regulación colombiana relacionados con el proyecto.
 - Proceso que se seguirá para seleccionar al financiador y calendario del proceso.
 - Proyecciones financieras e indicadores financieros.
- Se elaborará la estrategia de mercadeo que permita la vinculación al proyecto de entidades financieras a través de:
 - A través de la página de Internet se promocionará del proyecto con actualización permanente y de fácil acceso.
 - Elaboración de catálogos informativos del proyecto.
- Se organizarán mesas redondas y reuniones con potenciales inversionistas financieros (bancos, fondos de pensiones, fondos de capital privado, entre otros), los técnicos y asesores legales que participaron en la estructuración para que tengan un conocimiento más cercano del proyecto y puedan plantear sus inquietudes y opiniones.
- Se resolverán las inquietudes de las entidades financieras para lo cual se les entregará el modelo financiero y se realizarán las sensibilidades que se acuerden entre las entidades financieras, el Distrito y nosotros como asesores.

Tarea No 6.4: Elaboración de contratos, acompañamiento al Distrito en las actuaciones administrativas y asesoría en la toma de decisiones

- Se sustentará a través de informes y presentaciones a los diferentes organismos de control los supuestos operativos y financieros utilizados en la realización de los modelos financieros, así como el

sustento del escenario base escogido para determinar: (i) la forma de asociación y (ii) la estructura de financiación.

- Se organizarán reuniones con las diferentes áreas técnicas involucradas en el presente estudio para la coordinación de los diferentes contratos definiendo cronograma de las diferentes etapas y su empalme con los desembolsos de los recursos, sistemas de seguimiento para cada actividad, control y penalizaciones.
- Participación en las reuniones que programe el Distrito para explicar y documentar los aspectos que se requieran para elaborar los documentos licitatorios y la contratación de la ejecución del proyecto.
- Se creará un diccionario de todos los términos financieros que conforman la estructura de contratos a celebrar.
- Apoyar al distrito en la redacción de los documentos que formarán parte de los documentos de crédito.
- Apoyo en la revisión y negociación de los documentos de crédito.
- Verificar y certificar el proceso del cierre financiero. El consultor apoyará al distrito en la elaboración o consecución de la información requerida para la validación de los recursos obtenidos por parte del inversionista.