

**ESTUDIO TÉCNICO, LEGAL Y FINANCIERO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE  
UN SISTEMA DE TRANSPORTE POR CABLE AÉREO INTEGRADO AL  
SISTEMA METROLÍNEA**

**Tramos: Centro- Chimitá-Aeropuerto Palonegro y  
Carrera 27- Mororico - Comuna 14**

**PROPUESTA TÉCNICA-ECONÓMICA**

**PRESENTADA A:  
METROLÍNEA S.A.**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
BUCARAMANGA  
NOVIEMBRE DE 2008**

## TABLA DE CONTENIDO

1	PRESENTACIÓN	4
2	MARCO DE REFERENCIA	5
3	OBJETIVOS	7
3.1	OBJETIVO GENERAL	7
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
4	METODOLOGIA Y ASPECTOS TECNICOS BÁSICOS	9
4.1	ANALISIS DE ALTERNATIVAS	9
4.2	ESTUDIO DE DEMANDA	10
4.3	TECNOLOGÍAS A UTILIZAR	10
4.4	DISEÑO DEL SISTEMA DE TRANSPORTE POR CABLE	10
4.5	ESTUDIOS DE SOPORTE	11
4.6	DISEÑOS DE REFERENCIA PARA LA SELECCIÓN DEL CONSTRUCTOR	11
4.7	ELABORACIÓN DEL PROGRAMA DE EJECUCIÓN	13
4.8	COSTOS DE OPERACIÓN	13
4.9	ANALISIS TARIFARIO	14
4.10	ESTRUCTURACIÓN FINANCIERA	15
4.11	ESTRUCTURACIÓN LEGAL	16
5	ALCANCE	17
6	VALOR DE LA PROPUESTA	18
6.1	TIEMPO DE EJECUCIÓN	18

6.2	VALOR DE LA PROPUESTA	18
6.3	FORMA DE PAGO	19
7	EXPERIENCIA ESPECÍFICA	20

## 1 PRESENTACIÓN

La Universidad Industrial de Santander UIS, por intermedio de La Escuela de Ingeniería Civil, presenta a Metrolínea S. A., una oferta técnica y económica para realizar *EL ESTUDIO TÉCNICO, LEGAL Y FINANCIERO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE POR CABLE AÉREO INTEGRADO AL SISTEMA METROLÍNEA*, tramos: Centro-Chimitá-Aeropuerto Palonegro y Carrera 27-Morrorico-Comuna 14; ajustada a los requerimientos especificados para este tipo de proyectos.

Esta propuesta se soporta en la amplia experiencia de la Escuela de Ingeniería Civil, derivada del acompañamiento que ha llevado a cabo en los diversos estudios previos que han precedido la toma de decisión definitiva sobre la implementación del Sistema Metrolínea, y a la realización de los diseños del Sistema Integrado de Transporte Masivo para el Área Metropolitana de Bucaramanga. Además, la Universidad presenta como asistente técnico la firma francesa Ingenieurs Conseils Transports par Cable - E.R.I.C, líder mundial en diseño de funiculares, telecabinas y teleféricos, diseñador entre otros del Metrocable de Medellín.

Para el logro cabal de los objetivos propuestos se requiere una fuerte integración entre Metrolínea S. A. y la Universidad, de forma que las decisiones que se tomen sean concertadas en forma oportuna y que el suministro de información requerida para el cabal cumplimiento de las obligaciones sea llevado a cabo en forma adecuada y eficaz.

## 2 MARCO DE REFERENCIA

Esta propuesta tienen como marco de referencia el Plan de Desarrollo Municipal 2008-2011 "Bucaramanga Empresa de Todos", el cual en la parte II – Estrategia General y sus componentes: Fundamentos, Líneas Estratégicas y Proyectos Estratégicos (Megaproyectos); Titulo 1 - Fundamentos del plan de desarrollo, ítem 1.3 El Modelo de Ciudad, reseña que:

"Bucaramanga necesita continuidad en su proceso de desarrollo sostenido, que debemos construir entre todos los ciudadanos alrededor de las estrategias y visión de largo plazo, para que lo cotidiano no nos absorba, para que al adoptar el Plan no se deseche lo anterior, sino que sirva de reflexión e insumo. No obstante los problemas de pobreza, seguridad, movilidad, subempleo e informalidad y limitaciones fiscales, se imponen unas metas ambiciosas que exigen de los Bumangueses trabajar intensamente y establecer acuerdos en torno a puntos fundamentales sobre la Bucaramanga que queremos".

Dando como resultado de esta necesidad los megaproyectos del Plan de Desarrollo, entre ellos: "Transporte por sistema de cable: Proyecto Comuna 14-SITM", enmarcado en el ítem V. Gestión Urbana.

Sumado a esto, la visión de la ampliación de la cobertura del servicio del Sistema Metrolínea hace necesario integrar a las comunidades que tienen difícil acceso, dadas sus características topográficas al sistema de autobuses que se ha previsto para el Sistema de Transporte Masivo del Área Metropolitana de Bucaramanga.

Sintiendo esta necesidad, el Banco Mundial a través de una donación del PPIAF (Public-Private Infrastructure Advisory Facility) está financiando parte del estudio y ha manifestado su intención de apoyar financieramente de ser viable el desarrollo de un proyecto de transporte aéreo por cable que integre comunidades que hoy tienen difícil acceso al Sistema Metrolínea, dada sus condiciones topográficas y de ubicación.

Teniendo en cuenta todos esos planteamientos la Universidad propone la realización de la primera fase del proyecto con las especificaciones y costos que se detallan en los capítulos siguientes del presente documento.

### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar el estudio técnico, legal y financiero para la integración de los trayectos: Centro-Chimitá-Aeropuerto Palonegro y Carrera 27-Morrorico-Comuna 14, a través de un sistema de transporte por cable aéreo, al Sistema Metrolínea.

#### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Definir el trazado de los nuevos corredores del Sistema Metrolínea a partir del análisis de las alternativas viables identificadas.
- Elaborar el estudio de demanda potencial de usuarios en los trayectos: Centro-Chimitá-Aeropuerto Palonegro y Carrera 27-Morrorico-Comuna 14.
- Seleccionar las tecnologías a utilizar en los sistemas de transporte por cable aéreo.
- Definir la ubicación de las estaciones y demás infraestructuras indispensables para la operación de los sistemas de transporte por cable aéreo.
- Elaborar, a partir de los ejes definidos, los estudios urbanísticos, topográficos, geológicos, geotécnicos, hidráulicos, ambientales y sociales requeridos.
- Elaborar los diseños: funcional, urbanísticos, arquitectónicos y de ingeniería, a nivel de predimensionamiento, de las estaciones y demás componentes de cada uno de los trayectos de transporte por cable aéreo.
- Elaborar el presupuesto estimado de construcción y el programa de ejecución del proyecto de cada uno de los tramos de transporte por cable.

- Elaborar el presupuesto de operación y mantenimiento del sistema de transporte por cable aéreo.
- Diseñar un esquema financiero que permita la construcción, operación e integración de los trayectos al Sistema Metrolínea.
- Definir la estructuración legal para la construcción, operación e integración de los trayectos al Sistema Metrolínea.

Para el logro de los objetivos de que trata este proyecto Metrolínea S. A. facilitará a la Universidad Industrial de Santander toda la información previa existente, así como cualquier otro tipo de información secundaria que se requiera para el desarrollo del presente proyecto.

## 4 METODOLOGIA Y ASPECTOS TECNICOS BÁSICOS

Los alcances aquí presentados parten del principio de cooperación entre las entidades interesadas en el proyecto, y se expresa mediante un breve resumen de las actividades a desarrollar y productos a entregar para lograr el objetivo propuesto.

### 4.1 ANALISIS DE ALTERNATIVAS

Se entiende por análisis de alternativas: el análisis crítico y sistemático de cada una de las etapas del proceso global que se denomina formulación del proyecto. La función principal de esta etapa es la de informar a las autoridades que toman las decisiones las posibles técnicas y los efectos económicos de las diferentes alternativas de solución que pueden definirse con el fin de optar por la mejor alternativa posible, para esto se deben desarrollar las siguientes actividades:

Identificación y definición del proyecto y de su zona de influencia.

Recopilación de la información existente en el Área Metropolitana de Bucaramanga.

Ubicación espacial georeferenciada de los posibles corredores por donde cruzarían los cables.

Estimación global de la demanda de los posibles corredores.

Tecnología apropiada a utilizar en cada uno de los corredores posibles.

Predimensionamiento técnico de las alternativas.

Inversión estimada en cada una de las alternativas factibles.

Definición de los impactos sociales y ambientales de las alternativas.

Definición de los indicadores técnicos, operacionales, económicos y sociales a tener en cuenta para la evaluación de las alternativas.

Valoración de cada una de las alternativas.

Concertación del trazado definitivo de cada uno de los dos corredores.

#### **4.2 ESTUDIO DE DEMANDA**

Definición de las cuencas de alimentación de los corredores por cable.

Caracterización de los clientes reales, potenciales y esperados.

Estudio origen destino en las cuencas de alimentación.

Definir y cuantificar el potencial de usuarios atraídos por el proyecto.

Estimar la demanda insatisfecha.

Análisis de demanda.

Estimar el volumen de demanda hora de usuarios por cada uno de los nuevos trayectos.

#### **4.3 TECNOLOGÍAS A UTILIZAR**

Recopilación de las tecnologías existentes en el mercado.

Ánalisis de las tecnologías existentes aplicables a los corredores seleccionados.

Definición de las tecnologías a utilizar.

#### **4.4 DISEÑO DEL SISTEMA DE TRANSPORTE POR CABLE**

Levantamiento de la topografía detallada de los corredores del sistema de transporte por cable aéreo.

Identificación de los circuitos eléctricos cercanos a la zona.

Prospectiva del desarrollo urbano metropolitano.

Estudio de accesibilidad peatonal y vial.

Estudio morfológico de los corredores.

Articulación con el Sistema Metrolínea.

#### **4.5 ESTUDIOS DE SOPORTE**

A partir de la ubicación de las estaciones y demás componentes del sistema de transporte por cable aéreo se llevará a cabo los estudios de soporte a los diseños:

Estudios urbanísticos de los corredores seleccionados.

Estudios geológicos y geotécnicos de los corredores seleccionados y de las redes y cimentaciones.

Estudios hidráulicos, hidrológicos y meteorológicos de las cuencas donde están ubicados los trazados definitivos.

Estudio de intensidades y distribución en altura de los vientos en los corredores seleccionados.

Estudios ambientales.

Estudios de impacto social.

#### **4.6 DISEÑOS DE REFERENCIA PARA LA SELECCIÓN DEL CONSTRUCTOR**

Con base en la caracterización técnica, social y ambiental de los trayectos del sistema de transporte por cable aéreo se efectuarán los diseños de referencia para la selección del ejecutor del proyecto, se contemplarán las siguientes actividades:

Diseño funcional de cada una de las áreas de los componentes del sistema de transporte por cable aéreo.

Diseño urbanístico y paisajístico de los accesos y de las estaciones del sistema de transporte por cable aéreo.

Diseño arquitectónico de los edificios de las estaciones y propuesta a nivel de anteproyecto de las cabinas de transporte.

Diseño a nivel de predimensionamiento de las estructuras de los diversos componentes del sistema de transporte por cable aéreo.

Realizar el proceso de cálculo y diseño a nivel de predimensionamiento de las componentes físicas y cinemáticas del sistema de transporte por cable aéreo (tipo y diámetro de cables, número y tipo de pilonas, flechas, vanos, velocidad de crucero, tiempos, número de capacidad de cabinas, frecuencias, etc.).

Diseños a nivel de predimensionamiento de los equipos electromecánicos.

Diseños de las redes hidrosanitarias y eléctricas de los edificios que harán parte del sistema de transporte por cable aéreo.

Determinar las características del sistema de control.

Determinar las características del sistema de comunicación.

Determinar las características del sistema de rescate y salvamento.

Establecer requerimientos de acceso y movilidad de personas discapacitadas.

Establecer requerimientos para la operación del sistema frente a eventos considerados fuera de lo común.

Definición de las especificaciones técnicas de las etapas de preconstrucción y construcción.

Elaboración de los planes de manejo ambiental.

#### **4.7 ELABORACIÓN DEL PROGRAMA DE EJECUCIÓN**

A partir de los diseños de referencia y predimensionamientos del punto anterior se elaborará el presupuesto estimado de la inversión requerida para cada uno de los trayectos del sistema de transporte por cable aéreo, para lo cual se desarrollarán las siguientes actividades:

Calcular las cantidades de obra basados en los prediseños.

Calcular las cantidades de equipos requeridos.

Valorar la obra a ejecutar y los equipos a instalar.

Estimar los costos de las demás inversiones requeridas para operar el sistema de transporte por cable aéreo.

Definir una propuesta metodológica para adelantar de manera sistemática todas las actividades requeridas para lograr la operación del sistema de transporte por cable aéreo.

#### **4.8 COSTOS DE OPERACIÓN**

En esta fase se debe definir los costos asociados a la operación del sistema de transporte por cable aéreo:

Definir la estructura administrativa del sistema.

Elaborar el presupuesto de mantenimiento de los equipos y de la infraestructura del sistema.

Elaborar el presupuesto de operación.

#### 4.9 ANALISIS TARIFARIO

La retribución del servicio de transporte por cable aéreo será a través de una tarifa establecida a través de un análisis de la multiplicidad de factores que la afectan. Se debe considerar al menos los siguientes elementos:

**Proporcionalidad.** Las tarifas deben ser justas y razonables. La proporcionalidad supone la adecuada equivalencia entre el servicio prestado y su retribución. La proporción es relativa, no absoluta; no tiene carácter matemático.

**Efectividad.** El cobro de la tarifa requiere la efectiva prestación del servicio, la que actúa como causa para demandar el cobro del precio, pues es ilegítimo el cobro por un servicio que no se presta o no funciona.

**Legalidad.** La retribución debe ser fijada o aprobada por la autoridad estatal competente.

La tarifa es desde su definición, la relación económica administrativa entre los usuarios de un servicio público, prestado por un tercero ajeno al Estado, pero autorizado, reglado y controlado por este; que importa la retribución económicamente rentable para el prestador/concesionario.

En esta fase se debe efectuar:

Un análisis preliminar que contemple todos los posibles usuarios: los regulares, los trabajadores del sistema de transporte, los miembros del sistema educativo, las personas con capacidades diferentes etc... Igualmente, debe sopesarse el contenido social del servicio en materia de recorridos, desarrollo, seguridad, tránsito en horas pico, la inversión, la sustentabilidad, la existencia de empresas, la rentabilidad, etc...

Elaboración del marco tarifario a través de la definición de los factores que componen la ecuación económico – financiera administrativa.

Definir un adecuado proceso de validación de costos que garantice el acceso universal, la sustentabilidad del servicio y el privilegio de los usuarios por sobre la rentabilidad empresarial.

Un análisis de sensibilidad tarifaria.

#### **4.10 ESTRUCTURACIÓN FINANCIERA**

Para la definición y selección de la modalidad de participación privada y de la estructura financiera más conveniente para el adecuado desarrollo del proyecto, se efectuarán las siguientes actividades:

Diseñar un modelo financiero que permitan a los potenciales inversionistas efectuar sus proyecciones financieras, analizar sus ingresos, elaborar los análisis de sensibilidad y riesgo, entre otros.

Diseñar y sustentar financieramente los aspectos relacionados con la integración del sistema de transporte por cable aéreo con el Sistema Metrolínea.

Definir los mecanismos de coordinación entre los diferentes contratos que garanticen el adecuado funcionamiento del Sistema Metrolínea.

Apoyar, preparar y organizar toda la información necesaria para que Metrolínea S.A., entidad responsable de la implementación del sistema de transporte por cable aéreo, adelante la consecución y aseguramiento de los recursos y créditos necesarios para contratar la construcción de la infraestructura a su cargo, de ser así necesario.

Desarrollar un esquema para la asignación y mitigación de riesgos, determinación del valor de las contingencias y la definición de mecanismos de compensación, que contenga las herramientas de administración y la distribución de riesgos más adecuada para Metrolínea S.A. y los inversionistas.

Coadyuvar en la promoción del proyecto.

#### 4.11 ESTRUCTURACIÓN LEGAL

La estructuración legal comprende las actividades relacionadas con:

La revisión de los estudios y demás elementos del proyecto que definan la estructura, las características económicas, financieras y administrativas, y las especificaciones técnicas del caso, con el fin de determinar si deben ser adicionadas en los aspectos que incidan en la elaboración de los pliegos de condiciones o términos de referencia. Se verificarán y validarán los aspectos que tengan relevancia desde el punto de vista jurídico para el desarrollo del proyecto.

Se conocerán las políticas y directrices de Metrolínea S.A. para la elaboración de los pliegos de condiciones. Y se concertará una propuesta de diseño del esquema legal para la integración del sistema de transporte por cable aéreo con el Sistema Metrolínea, que incluya un plan de trabajo con la forma y modalidad de los procesos contractuales por desarrollar.

Elaborar los pliegos de condiciones y las minutas de los contratos, de tal forma que éstos reflejen la legislación con claridad, especifiquen la asignación de riesgos, provean herramientas jurídicas para la mayoría de los eventos, no den pie a vacíos jurídicos y sean equitativos para las partes.

Colaborar en la habilitación de Metrolínea S.A. como empresa operadora del servicio público de transporte por cable de pasajeros de acuerdo con el decreto número 1072 del 13 de abril de 2004.

## 5 ALCANCE

La presente propuesta comprende los estudios técnicos, financieros y legales para la integración de sistema de transporte por cable aéreo, de los tramos:

- Centro-Chimitá-Aeropuerto Palonegro
- Carrera 27-Morrorico-Comuna 14

## 6 VALOR DE LA PROPUESTA

### 6.1 TIEMPO DE EJECUCIÓN

El tiempo de ejecución total de la propuesta será de seis (6) meses si se contrata en su totalidad.

En caso de contratarse por fases estos tiempos serán:

Fase I: Tres (3) meses.

Fase II: Cinco (5) meses.

### 6.2 VALOR DE LA PROPUESTA

El valor total estimado de la presente propuesta es de Mil Seiscientos Millones de Pesos (\$1.600.000.000).

Nota: La UIS no factura IVA, Según Ley 223 de 1995 artículo 13 se encuentra excluida del IVA

#### 6.2.1 Fase I : Elaboración Estudio de Factibilidad

El alcance de esta fase comprende la elaboración del estudio de factibilidad para la implementación de los corredores aéreos tipo cable, integrados al Sistema Metrolínea, de los trayectos: Centro-Chimitá-Aeropuerto Palonegro y Carrera 27-Morrorico-Comuna 14. Ver Anexo 1.

El valor total estimado de esta fase es de Doscientos Sesenta y Siete Millones Trescientos Mil Pesos (\$267.300.000).

### 6.2.2 Fase II : Elaboración Estudio de Técnico, Legal y Financiero

El alcance de esta fase comprende la elaboración del estudio técnico, legal y financiero para la implementación de un sistema de transporte por cable aéreo integrado al Sistema Metrolínea, trayectos: Centro-Chimitá-Aeropuerto Palonegro y Carrera 27-Morrorico-Comuna 14.

El valor total estimado de esta fase es de Mil Trescientos Treinta y Dos Millones Setecientos Mil Pesos (\$1.332.700.000).

### 6.3 FORMA DE PAGO

- Un 40% del valor del contrato al perfeccionamiento del mismo
- Un pago parcial equivalente al 20% del valor del convenio a los dos meses de la firma del convenio previo informe de avance y entrega parcial de resultados.
- Un pago parcial equivalente al 20% del valor del convenio a los cuatro meses de la firma del convenio previo informe de avance y entrega parcial de resultados.
- Un pago parcial equivalente al 20% del valor del convenio a la liquidación del convenio previa entrega del informe final y de la totalidad de los productos contratados.

## 7 EXPERIENCIA ESPECÍFICA

Para la Fase II se proponen:

La experiencia específica en diseño de sistemas de transporte por cable aéreo se soporta sobre la firma francesa E.R.I.C Ingenieurs Conseils Transports par Cables de la cual se adjunta dossier.

Y la experiencia específica en estructuración financiera se soporta sobre la firma Equity Invesment S.A. de la cual se adjunta dossier.

## ANEXO 1

### ALCANCE FASE 1

#### ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

El alcance de esta Fase comprende el análisis preliminar técnico-financiero de las alternativas detectadas para los dos trayectos: Centro-Chimitá-Aeropuerto Palonegro y Carrera 27-Mororrico-Comuna 14.

Los productos a entregar en esta fase son:

#### **1. BENCHMARKING**

Comprende la elaboración de un análisis detallado de por lo menos 2 (dos) sistemas de cable implementados, incluyendo el Sistema Cable Metro de la ciudad de Medellín. Se realizarán los viajes necesarios (al menos uno) a Medellín para reunirse con las agencias y operadores competentes en materia de cable, y evaluar las necesidades, condicionantes y variables técnicas/financieras (capacidad en términos de pasajeros/hora, nivel tarifario, costos de operación/mantenimiento, gastos de seguro, integración con otras redes de transporte, desempeño financiero, etc...) asociadas a la implementación de un proyecto de cable integrado a la red de transporte municipal.

La responsabilidad de la programación de la visita estará a cargo de Metrolínea S.A.

#### **2. ESTUDIO DE DEMANDA**

Definición de las cuencas de alimentación de los corredores por cable.

Caracterización de los clientes reales, potenciales y esperados.

Estudio origen destino en las cuencas de alimentación.

Definir y cuantificar el potencial de usuarios atraídos por el proyecto.

Estimar la demanda insatisfecha.

Análisis de demanda.

Estimar el volumen de demanda hora de usuarios por cada uno de los nuevos trayectos.

Evaluuar alternativas de transporte (tiempos de viaje) para el escenario con proyecto (cable aéreo) y sin proyecto (bus, taxi, a pie).

### **3. ALTERNATIVAS PRELIMINARES**

Se entiende la búsqueda de las alternativas de trazado posibles y la concertación con las autoridades locales de las mejores alternativas posibles.

### **4. TECNOLOGÍAS A UTILIZAR**

Recopilación de las tecnologías existentes en el mercado.

Análisis de las tecnologías existentes aplicables a los corredores seleccionados.

Definición de las tecnologías a utilizar.

### **5. COSTOS**

En esta actividad se deben estimar los costos de inversión necesarios para la implementación, los costos de la operación y los costos del mantenimiento de cada línea de cable, con base en el análisis de los puntos 1., 3. y 4.

### **6. EVALUACIÓN DE CADA TRAMO**

Se realizará una evaluación técnica, financiera y económica de cada proyecto (tramo) valorando los gastos de operación y mantenimiento, así como las tarifas técnicas y el costo del pasaje al usuario. Se tendrá en cuenta el acceso real posible del usuario a la tarifa.

## 7. INFORME FINAL

Se elaborará un reporte, describiendo los análisis preliminares de viabilidad y las recomendaciones sobre cada alternativa para cada línea de cable y la alternativa sin proyecto.