001813 -3 MAY 2012

Libertad y Orden
República de Colombia

MANUAL METODOLÓGICO PARA LA FORMULACIÓN Y PRESENTACIÓN DE PROYECTOS DE TRANSPORTE DE PASAJEROS POR CABLE AÉREO EN COLOMBIA

Bogotá D.C., Junio de 2011
Dirección de Infraestructura. Grupo Aéreo y Férreo

MINISTERIO DE TRANSPORTE

299

TABLA DE CONTENIDO

001813 -3 MAY 2012

(1) **TÍTULO -SUBTÍTULO** Manual Metodológico para la formulación y presentación de proyectos de transporte de pasajeros por cable aéreo en Colombia.	(2) **FICHA No** (3) **FECHA:** Julio de 2011
(4) **RESPONSABLES** Luis Ramón Pérez Carrillo Ingeniero Mecánico – Coordinador técnico Juan Alvaro González Vélez Sociólogo Adriana Lucía Arcila Duque Ingeniera Civil Norelly Vélez Montoya Administradora de Empresas Juan Felipe Vallejo Vélez Ingeniero Mecánico Juan Camilo Gómez González Ingeniero Civil Juan Camilo Vásquez Acosta Ingeniero Administrador María Patricia Bustamante Vélez Arquitecta	(5) **VOLUMEN N° 1** (6) **N° DE PAGINAS:** 181
(7) **UNIDADES RESPONSABLES** DIRECCIÓN DE PLANEACIÓN – Metro de Medellín	(8) **PROGRAMA-PROYECTO (Objeto de Trabajo):** Elaboración del Manual Metodológico y de Viabilización para el desarrollo de sistemas de transporte por cable aéreo para pasajeros en Colombia
(9) **DATOS COMPLEMENTARIOS** N/A	(10) **CONTRATO** 132 de 2010 Ministerio de Transporte CN 2010 -0254 ETMVA Ltda. (11) **TIPO DE DOCUMENTO** Manual Metodológico
(12) **RESEÑA:** En el Manual Metodológico se especifica la forma de presentación y nivel de profundidad de la información de soporte que deben tener los estudios de cable que se envíen al Ministerio de Transporte, para garantizar que los proyectos que justifiquen los entes territoriales, priorice el Gobierno y viabilice el Ministerio de Transporte, tengan los componentes mínimos para que se construyan y operen adecuadamente con eficiencia técnica, seguridad operativa y sostenibilidad de la obra en el tiempo.	
(13) **REFERENCIA DESCRIPTIVA.** N/A	
(14) **DISPONIBILIDAD:** N/A	(15) **CIRCULACIÓN:** N/A (16) **NÚMERO DE COPIAS:** 1
(17) **DIRECCIÓN** **Calle 44 No 46-001. Bello (Antioquia), Colombia. Conmutador (574) 454 88 88.** **Fax 4524450** **Correo electrónico: metro@metrodemedellin.org.co**	

TABLA DE ANEXO

MINISTERIO DE TRANSPORTE

MANUAL METODOLÓGICO PARA LA VIABILIZACIÓN DE PROYECTOS DE TRANSPORTE DE PASAJEROS POR CABLE AÉREO EN COLOMBIA

PRESENTACIÓN

La geografía agreste colombiana es un escenario ideal para el desarrollo de la tecnología de cable aéreo, razón por la cual cuando se plantean acciones para el mejoramiento de la movilidad en zonas urbanas o rurales no es extraño que aparezcan alternativas basadas en estos sistemas de transporte, especialmente cuando se buscan soluciones para atender dificultades de acceso a barrios anclados en laderas urbanas, poblados separados de sus cabeceras municipales o desarrollos del potencial turístico de una región.

Además de los atributos que destacan a la tecnología de cable como una alternativa de movilidad, se ha reconocido este tipo de sistemas como motor de desarrollo para comunidades con problemáticas sociales complejas, como vía para su mejoramiento integral y para construir de manera organizada soluciones que generen mayor equidad social, bajo el precepto de proyectos ambientalmente sostenibles y socialmente incluyentes.

Desde el inicio de los estudios para el aprovechamiento de los sistemas de cable como transporte masivo urbano, en donde Colombia fue pionera con los sistemas metrocable de la ciudad de Medellín, se ha generado un auge inusitado de demanda de este tipo de tecnologías para el desarrollo de la movilidad urbana, rural y turística en el país, motivo por el cual se hace necesario el desarrollo de una metodología estándar para la preparación y evaluación de este tipo de proyectos, que garanticen el desarrollo de nuevos sistemas bajo los conceptos de eficiencia técnica, seguridad operativa y sostenibilidad.

Como paso inicial para la organización normativa de este tipo de tecnología, el Ministerio de Transporte expidió el Decreto 1072 de 2004, que tiene como objeto y principios: "reglamentar el transporte público por cable y a las empresas prestadoras de este servicio, a fin de que ofrezcan un servicio eficiente, seguro, oportuno y económico, bajo los criterios básicos de cumplimiento de los principios rectores del transporte". En este decreto se solicita a las entidades interesadas en desarrollar proyectos de transporte por cable la presentación de estudios de soporte, sobre los cuales El Ministerio debe expedir su concepto de viabilidad técnica y financiera.

Con este documento el Ministerio de Transporte entrega el "Manual metodológico para la formulación y presentación de proyectos de transporte de pasajeros por cable aéreo en Colombia" con vocación urbana, rural y turísticas, especificando la forma de presentación y nivel de profundidad de la información de soporte que deben tener los estudios de cable que se envíen al Ministerio, para garantizar que los proyectos que justifiquen los entes territoriales, priorice el Gobierno Nacional y viabilice el Ministerio de Transporte, de conformidad con lo establecido en el Decreto 1072 de 2004, tengan los componentes mínimos para que se construyan y operen adecuadamente bajo los conceptos de eficiencia técnica, seguridad operativa y sostenibilidad de la obra en el tiempo.

Manteniendo la estructura de gestión de proyectos públicos en el país, la metodología contenida en este manual tiene en cuenta y es complementaria en los aspectos técnicos de la "Metodología General Ajustada – MGA del Departamento Nacional de Planeación - DNP" y, ambos manuales, deben diligenciarse y presentarse en forma conjunta para el trámite de proyectos de cable aéreo al Ministerio de Transporte.

Este manual desarrolla básicamente el módulo de PREPARACIÓN técnica de proyectos de transporte de pasajeros por cable aéreo; para establecer un enlace con la metodología MGA del DNP y para seguir la línea conceptual de la disciplina de formulación de proyectos, se presenta inicialmente un módulo de IDENTIFICACIÓN que permite al proponente reconocer y analizar el problema o la necesidad que se presenta en su región y que se desea solucionar con el proyecto. El Módulo detallado de IDENTIFICACIÓN del proyecto se deberá diligenciar en el manual MGA.

En la preparación técnica de un proyecto por cable este manual considera el desarrollo de los siguientes estudios, en un nivel de profundidad de PREFACTIBILIDAD BÁSICA:

- Estudio de localización
- Estudio topográfico
- Estudio de suelos
- Estudio de predios
- Estudio social
- Estudio ambiental
- Estudio del mercado: demanda de usuarios
- Estudio electromecánico

- Estudio arquitectónico
- Estudio de ingeniería (estructural, hidrosanitario y eléctrico)
- Estudio administrativo
- Estudio financiero
- Estudio legal

Aunque cada estudio corresponde con una disciplina técnica específica, el documento mantiene una unidad estructural que establece una correlación directa entre cada estudio. El orden en que se presenta cada uno está basado en la consolidación paso a paso del proyecto, pero en algunos casos se pide un análisis conjunto de algunos de ellos e incluso una iteración entre ellos para establecer el mejor escenario.

Para cada uno de los temas de estudio el manual desarrolla tres puntos:

a) Conceptualización. Este apartado presenta a nivel didáctico los detalles técnicos y particularidades de un sistema de cable en cada materia: Qué es, por qué es importante y cómo debe hacerse.

b) Requerimientos. Se define aquí la información básica que debe desarrollar el proponente del proyecto y la forma y nivel de profundidad en la que la debe presentar.

c) Formato. Se adjunta el formato que debe diligenciar el proponente del proyecto y que servirá de guía para la evaluación del proyecto por parte del Ministerio de Transporte.

El proponente debe enviar su propuesta de proyecto de cable aéreo al Ministerio de Transporte con los formatos y soportes solicitados en el manual, debidamente diligenciados.

FORMULACIÓN DEL PROYECTO

I. IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO[1]

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La principal condición para la identificación del proyecto es la de reconocer el problema o necesidad que se quiere solucionar. El propósito de todo proyecto de inversión pública es resolver un problema o necesidad que se presenta sobre una parte de la población del país, por tal razón la descripción del problema antecede a la preparación y estudio del proyecto.

El estudio del problema o necesidad es el principal aspecto a tratar dentro de la identificación del proyecto. Es necesario determinar los efectos y las características generales más relevantes del mismo, sus causas y los aspectos que lo rodean y que pueden ser importantes en el momento de buscar una solución.

Es muy importante considerar que el problema no debe ser expresado como la negación de una solución, sino que debe dejar abierta la posibilidad de encontrar múltiples alternativas para resolverlo.

Para diligenciar la identificación del problema o necesidad se deberá utilizar el Formato 1. 1. Identificación y descripción del problema o la necesidad. formato 1.1.

Formato 1. 1. Identificación y descripción del problema o la necesidad.

Módulo 1:	**Identificación**
Formato 1.1 :	**IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA O LA NECESIDAD**
1. Describa el problema o la necesidad en los términos más concretos posibles.	

Fuente: Metodología General Ajustada

[1] Tomado como referencia resumida de la Metodología General Ajustada – MGA - para la identificación, preparación y evaluación de proyectos de inversión del Departamento Nacional de Planeación, 2006.

1.2 IDENTIFICACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL Y DE LA SITUACIÓN ESPERADA

Para registrar la identificación de la situación actual y la situación esperada se deberá utilizar el Formato 1.2.

La correcta identificación de la situación actual parte del conocimiento de las causas que generan el problema, y las consecuencias del mismo, necesidad u oportunidad que se desea abordar con la elaboración del proyecto para alcanzar la situación esperada.

En términos generales, la identificación de la situación actual debe determinar la situación deseada, así como los caminos que se deben tomar para poder llegar a dicha situación.

Formato 1.2. Identificación de la situación actual y la esperada.

Módulo 1:	**Identificación**
FORMATO 1.2:	**IDENTIFICACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL Y LA ESPERADA**
1. Describa la situación existente en relación con el problema o la necesidad.	
2. Indique cómo evolucionará la situación esperada si se toma alguna medida para solucionarla.	
3. ¿Cuál podría ser el escenario futuro en la situación sin proyecto?	

Fuente: Metodología General Ajustada

1.3 OBJETIVOS

Una vez definida la situación problema, se debe, con base en el análisis de las capacidades reales con las que se cuenta, plantear el objetivo esperado con el proyecto, es decir, definir claramente la solución al problema o necesidad.

Los objetivos del proyecto, determinan cuánto, cómo y cuándo se va a modificar la situación actual y qué tanto se va a acercar a la situación esperada. El planteamiento de los objetivos puede dividirse en:

a. Objetivo general. Es el enunciado agregado de lo que se considera posible alcanzar, respecto del problema. Es importante tener un solo objetivo general para evitar desviaciones o mal entendidos en el desarrollo del programa.

b. Objetivos específicos. Es la desagregación del objetivo general. Corresponde a objetivos más puntuales que contribuyen a lograr el objetivo central o general del programa.

Presente en el
Formato **1.3** la información elaborada respecto a los objetivos, metas e indicadores.

Formato 1.3. Descripción del objetivo del proyecto.

Módulo 1:	**Identificación**	
Formato 1.3	**DESCRIPCIÓN DEL OBJETIVO DEL PROYECTO.**	
Objetivo	**Meta**	**Indicadores**
General		
Específicos		

Nota aclaratoria: Aunque la metodología que se presenta en este documento corresponde a estudios técnicos para la viablización de sistemas de cable aéreo, en esta fase de identificación debe tenerse claridad en que la posible solución podría ser la implantación de cualquier otro medio de transporte, en

cuyo caso no aplicaría la elaboración del formato para cables sino la metodología general MGA.

II. PREPARACIÓN PROYECTO DE CABLE AÉREO PARA EL TRANSPORTE DE PASAJEROS

2.1 ESTUDIO DE LOCALIZACIÓN Y DEFINICIÓN DEL POSIBLE TRAZADO (ALTERNATIVAS DE TRAZADO)

2.1.1 Conceptualización.

El estudio de localización es importante ya que dependiendo de la correcta selección del trazado de la línea y la ubicación de las estaciones del sistema se desprenderán aspectos críticos como su cobertura óptima (demanda de usuarios) y la complejidad en la construcción (costos de obra) que impactarán finalmente los indicadores financieros, ingresos y costos, permitiendo viabilizar el proyecto casi desde esta fase de estudio.

De la misma forma como es importante en los proyectos industriales la ubicación de la planta de producción, estudiando la facilidad de acceso, disponibilidad de servicios, orden público, entre otros, en los sistemas de cable se deben tener criterios claros al momento de hacer el estudio de alternativas, para seleccionar la que cumpla con los mejores atributos físicos y estratégicos que justifiquen y motiven su implantación.

El estudio de localización garantiza que se evaluaron varias alternativas de trazado, buscando la óptima para atender las necesidades del proyecto. El objetivo final será seleccionar el trazado de mayor impacto positivo para la comunidad, promediando beneficios sociales, mayores ingresos y menores costos de construcción, operación y mantenimiento en sus diferentes etapas.

Deben considerarse básicamente los siguientes temas:

a. Localización global. Evaluar aspectos de la región en donde se desea ubicar el sistema, tales como:

- **Características físicas de la zona.** Tratándose de un sistema que se planea para que permanezca en el lugar por un largo tiempo (más de 30 años en general) se debe verificar que el entorno no tenga problemas de calidad de suelo o afectación de eventos ambientales cíclicos (zonas de inundación, corredores de vientos crecientes, etc).
- **Restricciones para el desarrollo de proyectos.** Se debe verificar que la zona no esté afectada por aspectos normativos, socio-culturales o de

seguridad que puedan generar conflictos en la implantación del sistema, como resguardos indígenas, riqueza arqueológica, bosques protegidos, sobrevuelos sobre bases militares o conos de aproximación a aeropuertos, etc. Es posible, también, que exista alguna restricción inicial, pero si esta puede ser subsanada, debe explicarse claramente como se haría y sus implicaciones, especialmente financieras, deben ser incluidas en el proyecto.

Adicionalmente, se debe preferir un corredor lo más despejado posible de construcciones para generar el menor impacto económico y social por compra de predios.

- **Ubicación Geográfica y Social.** Es importante tener claramente definida la zona de ubicación del sistema: región, departamento, municipio, resguardo indígena, clase de centro poblado, etc, que permita determinar la participación de la región y los condicionantes sociales de su ubicación.

  Además debe identificarse la vocación del sistema: urbano, rural o turístico. Para delimitar si es urbano o rural deben tenerse en cuenta las consideraciones que el POT de cada municipio establece en cuanto a la zonificación de su territorio, dicha información da los parámetros para definir si el cable se encuentra en la zona rural o en la zona urbana determinada oficialmente para cada municipio.

  Por otro lado, los sistemas turísticos son sistemas concebidos para atender actividades netamente recreativas. En general estos sistemas de cables cumplirán con la única función de acercar a los usuarios a centros vacacionales, sitios de recreación, escenarios deportivos o cualquier otro sitio que ofrezca actividad netamente recreacional. El valor a pagar para su utilización generalmente es mucho más alto que el cobrado en los anteriores sistemas descritos y éstos podrán estar ubicados en la zona urbana o en la zona rural de la población.

b. Localización técnica puntual. Debe hacerse un estudio de alternativas que desarrolle un sistema funcional, útil y factible técnicamente, que permita la mayor cobertura de usuarios tanto a nivel peatonal como a través de la integración de los demás modos de transporte al sistema.

   Para el análisis de localización de una instalación de transporte por cable se consideran básicamente tres componentes: las estaciones (motriz, intermedias y de retorno), las pilonas (torres de sostenimiento del cable) y el cable de desplazamiento (tractor o portador).

Los aspectos técnicos a considerar son:

- **Geometría del trazado.** Los sistemas de un solo circuito (bucle) de cable deben ser preferiblemente en línea recta. En un caso extremo (conexión obligada de tres estaciones en sitios estratégicos no alineados), se podría tener un ángulo, en una estación intermedia ó punto entre estaciones, no mayor de 10 grados, ya que los giros generan sobre-esfuerzos en los cables, que son la fuente de desgastes en poleas de estaciones, fatiga del cable e incremento del ruido en general.

  Sin embargo, con los últimos desarrollos tecnológicos podría manejarse en forma eficiente una estación en ángulo, utilizando poleas de doble canal para dos tramos de cable, permitiendo entonces giros importantes, pero incrementando también los costos de inversión.

- **Longitud de la línea.** No es recomendable plantear sistemas con distancias muy largas, pues trazados así, que aparentemente atienden las necesidades del proyecto, son ineficientes en la movilidad y generan mayores costos por la cantidad de cabinas que podrían requerir. Normalmente se construyen a nivel urbano con longitudes no mayores de 3 Km y a nivel rural o de turismo no mayores a 5 Km Estas distancias pueden ser mayores en casos especiales, pero debe tenerse claridad sobre las ineficiencias que generan al sistema.

  La justificación de la distancia óptima se basa en la eficiencia en la movilización de pasajeros en un circuito. Por ejemplo, para un trazado de cable de un kilómetro y una velocidad de línea de 5 m/s, el tiempo de recorrido origen –destino es de unos 4.5 minutos (incluyendo el paso lento en estaciones) y el circuito completo se hace en 9 minutos, con lo cual una sola cabina podrá realizar 6.5 vueltas en una hora y tener un potencial de carga entre 60 y 65 pasajeros/sentido. En esa misma proporción en un trazado de 2 Km. la eficiencia será de la mitad (moviendo ya sólo unos 30 pasajeros/sentido con el mismo número de cabinas) y a medida que el trazado es más largo se requerirán más cabinas para cubrir la misma demanda y el tiempo de recorrido se incrementará, lo cual aumenta los costos de la infraestructura electromecánica y civil, y hace los tiempos de viaje menos atractivos.

- **Desnivel topográfico.** La consideración del desnivel se basa en que la tecnología de cable aéreo puede competir exitosamente contra los demás modos de transporte cuando se enfrenta a trazados que superan barreras geográficas importantes. Así, un cable no puede competir en una autopista

con los sistemas típicos de tracción con motor de combustión interna, pero si tiene mucha ventaja en zonas de topografía escarpada, considerando, además de los tiempos de desplazamiento menores, la menor afectación mecánica de los equipos (vida útil mayor) y el mejoramiento ambiental por ser una tecnología limpia.

- **Ubicación de estaciones.** Este es otro aspecto que se debe evaluar rigurosamente, buscando la ubicación de las estaciones, tanto extremas como intermedias, en los principales cruces de flujo de personas, sobre las vías de mayor tráfico (para permitir la integración del transporte) o cerca de las cabeceras municipales (si es posible).

Así mismo, la elección de los lotes para la construcción de las estaciones se convierte en un factor clave de éxito del proyecto. Teniendo en cuenta que los sistemas de transporte por cable aéreo se ubican en general en zonas con altas pendientes, es posible determinar previamente algunas pautas de selección de lotes que pueden beneficiar al proyecto desde el punto de vista de accesibilidad, arquitectura y sostenibilidad ambiental; ejemplo: topografía continua, geometría regular (rectángulo o cuadrado), pendiente moderada y áreas mínimas de lotes según requerimientos técnicos y normativos.

En la ubicación de las estaciones también debe tenerse en cuenta la facilidad de conexión de servicios públicos, ya que estas demandan del consumo de energía (equipos electromecánicos) y de redes de acueducto y alcantarillado que resultan muy costosos si no se tiene disponibilidad de ellos en una distancia cercana. En el caso de redes de telecomunicaciones externas, si bien son importantes, no son indispensables en la operación del sistema.

Por otro lado, debe considerarse la facilidad de acceso a las estaciones para el montaje de equipos durante la construcción del proyecto y en su fase operativa.

2.1.2 Requerimientos

Para verificar la adecuada elaboración del estudio de localización, el proponente deberá:

a) Indicar la ubicación geográfica del proyecto, describir las variables que llevaron al emplazamiento del proyecto en la zona referida e indicar departamento, municipio, resguardo y clase de centro poblacional.

b) Recopilar información secundaria de la zona de influencia del proyecto: aerofotografías, mapas satelitales, levantamientos existentes con información relacionada (mapas de riesgos, ambiental, etc).

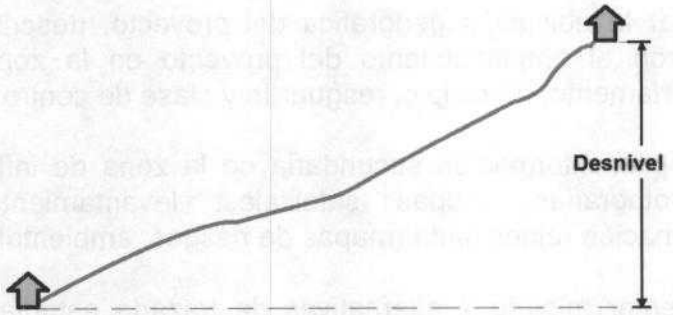
c) Presentar mínimo 2 alternativas de trazado estudiadas, en planta y en perfil, indicando a nivel esquemático:

- ✓ Ubicación espacial de las alternativas analizadas, incluyendo las posibles estaciones.
- ✓ Longitud horizontal y desnivel (distancia vertical entre las dos estaciones extremas de cada trazado en metros).
- ✓ Ubicación de usos y calidad del suelo y estratificación socioeconómica en una faja mínima de 50 metros a cada lado del eje y para toda la longitud del trazado, según información del POT o de la oficina de planeación local.
- ✓ Identificación de zonas de protección especial (reservas naturales, áreas militares o restringidas por seguridad, etc).

d) Elaborar cuadro técnico resumen con las características generales:

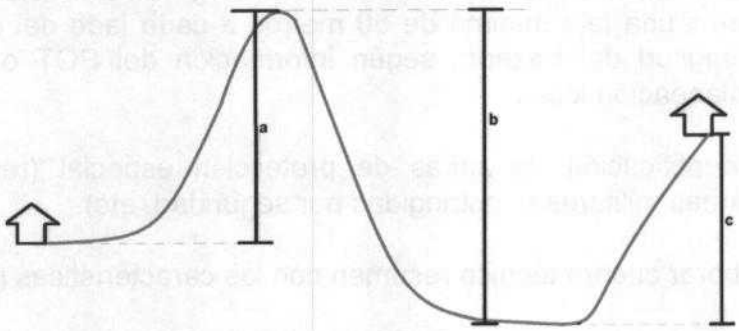
- ✓ longitud horizontal en metros medida desde el inicio hasta el final del trazado, Número de estaciones proyectadas y desnivel, entendido como la distancia vertical en metros, que según el comportamiento del terreno del trazado se debe medir de la siguiente manera:
  - Medición del desnivel en proyectos de pendiente continua. Entendida como la distancia vertical en metros medida de la estación inicial hasta la estación final (ver Imagen 1).

Imagen 1. Esquema de medición de desniveles en sistemas con pendientes continuas



- En el caso de trazados con pendientes discontinuas, se asumirá como desnivel efectivo la suma de las distancias verticales de las variaciones de la pendiente: a + b + c, tal como se muestra en la Imagen 2.

Imagen 2. Esquema de medición de desniveles en sistemas con pendientes discontinuas.



La medida del desnivel es: a + b + c en donde ninguno de los valores a sumar puede ser inferior a 50 m, en cuyo caso se hace la medición sin incluir este valor.

✓ Ventajas y desventajas de la ubicación de cada trazado

e) Definir la alternativa seleccionada como la óptima (Esta será el objeto de estudio en adelante)

2.1.3 Formatos

a) En el
b) Formato 2.1 **A**. se debe presentar la información de localización global de la zona del proyecto.

Formato 2.1 A. Ubicación geográfica del proyecto.

Módulo 2:	**Preparación**				
Formato 2.1A:	**UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO. REQUERIMIENTOS (a y b)**				
Departamento:					
Municipio:					
Clasificación especial:					
Clasificación del municipio según la Ley 617 de 2000					
Variables consideradas para la ubicación general del proyecto.					
Información secundaria existente de la zona del proyecto (Si/No)					
Aerofotografías:		**Mapas satelitales:**		**Mapa de riesgos:**	
Otros:					

c) En el Formato 2.1 B. se debe ingresar la información resumen del estudio de localización.

Formato 2.1 B. Cuadro resumen de alternativas.

Módulo 2:	**Preparación**				
Formato 2.1B :	**CUADRO RESUMEN DE ALTERNATIVAS ESTUDIADAS. (Requerimientos c y d)**				
ALTERNATIVA 1:					
Longitud (m):		**Número de estaciones:**		**desnivel (m):**	
(Esquema ilustrativo-planta)		**Ventajas**		**Desventajas**	
ALTERNATIVA 2:					
Longitud (m):		**Número de estaciones:**		Desnivel(m):	
(Esquema ilustrativo-planta)		**Ventajas**		**Desventajas**	
ALTERNATIVA 3:					
Longitud (m):		**Número de estaciones:**		**Desnivel (m):**	
(Esquema ilustrativo-planta)		**Ventajas**		**Desventajas**	
PLANOS DE ALTERNATIVAS(REQUERIMIENTO e)				**NÚMERO DE ALTERNATIVA SELECCIONADA:**	
(SI/NO)		**Número de Planos:**			

2.2 ESTUDIO TOPOGRÁFICO

2.2.1 Conceptualización

El levantamiento topográfico debe considerarse como el estudio principal a partir del cual se provee la información básica para el desarrollo del proyecto, convirtiéndose en el insumo inicial para la toma de decisiones, por cuanto provee la información sobre las condiciones propias del terreno y las barreras tanto naturales como artificiales existentes en la tierra y en altura, por lo cual debe ser un trabajo ejecutado con rigor, independiente de la naturaleza del proyecto (urbano, rural o turístico), para que en efecto se vea reflejada con precisión la realidad del terreno, pues esta información es trascendental para los prediseños básicos, la compra de predios y el proceso de construcción.

Una vez se cuente con la información sobre el trazado preliminar de la línea y definidos los sitios estimados de localización de las estaciones para el sistema planteado, se deberán adelantar los levantamientos altimétricos y planimétricos que proporcionen información acerca del trazado en estudios, estos trabajos deberán ser desarrollados por una comisión bajo la dirección de un ingeniero de topografía o de un topógrafo y utilizando los equipos adecuados para el tipo y alcance de los estudios a desarrollar.

Debido a que los sistemas de transporte por cable aéreo sobrevuelan las poblaciones en gran parte sobre áreas construidas, zonas residenciales e industriales y accidentes geográficos, será necesario conocer con una buena aproximación las características del terreno, áreas de bosques, cuerpos de agua y configuración de la zona en general, así como la ubicación y dimensiones de las construcciones existentes y las alturas de todos los elementos ubicados en el corredor, para garantizar durante el diseño electromecánico el cumplimiento de los retiros y los gálibos o distancias de seguridad verticales y horizontales mínimos requeridos por el sistema, el cumplimiento con los retiros normativos (POT, planes locales, etc.), la compra de predios, la intervención de carácter provisional o definitivo de las redes de servicio público (adecuación, construcción, renovación, rehabilitación, recuperación, traslado), el replanteamiento de vías existentes, entre otros.

Para el levantamiento topográfico del trazado a estudiar deben considerarse los siguientes aspectos:

a. **Información secundaria.** Para la ejecución de los estudios topográficos se deberá obtener la información existente sobre la zona de desarrollo del

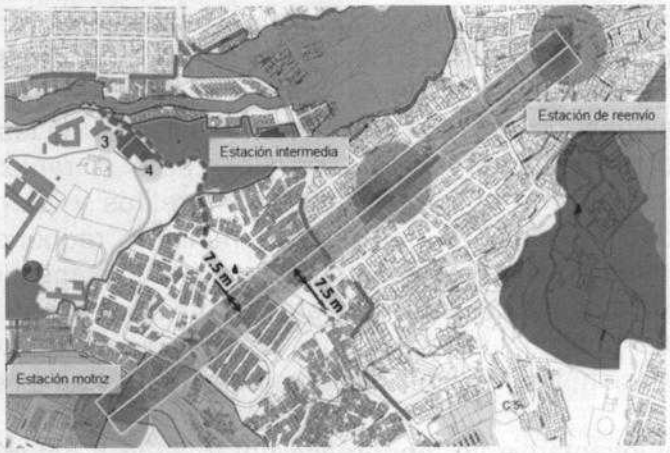
proyecto. Para esto se hará una búsqueda de información secundaria que permita tener un marco de referencia de las condiciones de la zona del proyecto, para lo cual puede hacerse uso de la información existente en los sistemas de información geográfica, levantamientos altiplanimétricos, mapas satelitales, planos topográficos, fotografías aéreas, etc.

En esta búsqueda, dentro de los principales documentos a consultar, revisten gran importancia los informes del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, las Secretarías de Planeación y Ordenamiento Territorial de los municipios y demás entes que adelanten estudios relacionados con el tema.

Es de suma importancia identificar la existencia de zonas de protección especial en el área de influencia del proyecto, tales como zonas de reserva forestal, guarniciones militares, edificios gubernamentales y demás sitios sobre los cuales no sea conveniente y/o permitido sobrevolar por un sistema de cable aéreo.

b. **Levantamiento del eje.** Los levantamientos básicos requeridos se deben desarrollar en una faja de afectación, en un corredor de 7.5 m a cada lado del eje del sistema y en los sitios de emplazamiento de las estaciones tal como se ilustra en la Imagen 3.

Imagen 3. Esquema de levantamiento de la faja de afectación.



A lo largo del eje se deberá levantar la cota de la superficie del terreno en la totalidad de su longitud, desde el inicio hasta el extremo propuesto, así como en puntos de quiebre muy pronunciados para determinar el desnivel total de la línea.

En general el levantamiento topográfico deberá proveer la información básica fundamental sobre elementos directamente relacionados con el proyecto que permitan visualizar obstáculos o beneficios para éste, se deberán identificar especialmente los cambios del terreno tanto transversales como longitudinales al eje del trazado del proyecto, como los obstáculos fijos críticos en el corredor (vías, cursos de agua, bosques nativos y en general todos los accidentes topográficos con elevación, pendiente y orientación, las construcciones a nivel y elevadas, entre otros) que se encuentren dentro de la faja definida.

Se tomará información del terreno para dibujo de las curvas de nivel mínimo cada 20 m cuando la visual, el terreno o las construcciones lo permitan, en caso contrario deberán tomarse suficientes puntos que permitan hacer la extrapolación para el dibujo completo de las curvas de nivel de la zona. Cuando se presenten cambios notorios en la topografía se deberán tomar puntos suficientes para poder determinar y dibujar el comportamiento del terreno.

Se prestará especial atención a la ubicación de redes de energía que crucen el eje identificando su altura y dirección y de ser posible el número y altura de cables que posea, las antenas, torres, postes y edificios o construcciones de altura igual o mayor a 5 m, entre otros.

Dentro de estos estudios se hará la identificación y delimitación de las áreas generales de predios requeridos para la construcción de estaciones y zonas afectadas por sobrevuelos y toda la información que sea relevante para la identificación futura de los predios a adquirir para el buen desarrollo del proyecto

c. **Levantamiento de áreas de estaciones**. Para cada uno de los posibles lotes de estaciones, se deberá realizar el levantamiento topográfico que permita determinar la configuración del terreno que evidencie la necesidad futura de realizar cortes o llenos para nivelación del mismo. Se requiere como mínimo una sección transversal, adicional al perfil general (por el punto más crítico abarcando las vías correspondientes), y otra longitudinal al trazado del eje en cada lote.

Se deberá hacer la identificación de todas las construcciones existentes en el perímetro de cada lote, indicando la altura, el número de niveles y la nomenclatura de cada edificación. Con esta información se dibujarán los

esquemas de éstas fachadas, los cuales se acompañarán de registros fotográficos.

Así mismo se debe tomar la información sobre la rasante de todas las vías aledañas existentes y ésta se debe indicar en las secciones transversal y longitudinal de cada lote de estación.

Se deberán identificar e indicar los puntos más altos de las construcciones o elementos existes en cada manzana, cuadra o predio que se encuentre sobre el trazado del eje, con el fin de determinar las alturas y gálibos de seguridad final del sistema, y señalar la existencia de calles, aceras, servicios públicos y edificios construidos en el terreno o sus cercanías.

En la zona de emplazamiento de las estaciones, las curvas de nivel deberán presentarse cada 2m.

2.2.2 Requerimientos

Para verificar la adecuada elaboración del estudio topográfico, el proponente deberá:

a) Presentar un plano de localización general del trazado en planta y en perfil con la ubicación de estaciones, con la información relevante en un faja de 7.5 m a lado y lado del eje del sistema y con curvas de nivel mínimo cada 20m.

b) Presentar un plano en planta de cada lote de estación, con dos secciones: una longitudinal y otra perpendicular al eje, con curvas de nivel cada 2m.

c) Presentar un plano con las áreas generales de predios requeridos en estaciones y zonas de pilonas.

2.2.3 Formatos

En el Formato 2.2 se debe presentar la información de los levantamientos topográficos realizados.

Formato 2.2 Estudio topográfico.

Módulo 2:	**Preparación**				
Formato 2.2:	**ESTUDIO TOPOGRÁFICO**				
1. Información suministrada				**SI**	**NO**
1.1 Plano de localización general del trazado en planta y en perfil con la ubicación de estaciones, en un faja de 7.5 m a lado y lado del eje del sistema y con curvas de nivel mínimo cada 20m.					
1.2 Plano en planta de cada lote de estación y con dos secciones: una longitudinal y otra perpendicular al eje, con curvas de nivel cada 2m.					
1.3 Plano con las áreas generales de predios requeridos en estaciones y zonas de pilonas.					
1.4 Plano de ubicación de zonas de protección especial					
2. Resultados del levantamiento					
2.1 Del trazado					
Longitud horizontal (m):		Desnivel (m):		Número de estaciones:	
2.2 De los predios					
Área estimada de predios (m2)		Número estimado de predios:			
¿Existen zonas de protección especial?		¿Cuáles?:			

2.3 ESTUDIO GEOTÉCNICO

2.3.1 Conceptualización

a. Definición de términos aplicables a estudios geotécnicos.

- Caracterización geológica. Es el reconocimiento básico de la naturaleza, la formación, la estructura y propiedades de los materiales que componen el terreno tanto al exterior como al interior del globo terrestre.

- Caracterización geotécnica. Es el reconocimiento básico de las características y cambios de la corteza terrestre.

- Perfil estratigráfico. Es la representación de la superposición de las diferentes capas o estratos del terreno y se hace con la finalidad de conocer sus características y comportamiento a diferentes profundidades, por lo cual durante las excavaciones es muy importante tener cuidado de extraer el material de forma ordenada para saber exactamente en qué estrato se encontró ya que dará información sobre el contexto, lugar y orientación para poder sacar conclusiones válidas.

b. Evaluación del suelo.

Será necesario adelantar trabajos de caracterización geológica y geotécnica básica que arrojen información referida a la zona de influencia del corredor propuesto para el sistema de transporte por cable, con el fin de tener una aproximación a las características del terreno y poder identificar los problemas que puedan afectar el proyecto para finalmente establecer las condiciones que limitan su aprovechamiento y definir los parámetros generales para su elaboración.

Los estudios deberán ser adelantados por un profesional especialista en estudios geotécnicos o ingeniero de suelos, quien debe dirigir la exploración de campo y los estudios de laboratorio mediante el empleo de los instrumentos adecuados para los estudios requeridos.

A partir de los resultados obtenidos se determinará la viabilidad de la construcción del sistema planteado de acuerdo con las características del suelo, ya que el estudio además de suministrar los parámetros y las recomendaciones necesarias para el diseño y la construcción de las

cimentaciones y obras relacionadas con el subsuelo, deberá establecer la necesidad de evitar áreas donde se presenten dificultades que impidan hacer edificaciones o que la construcción de éstas generen sobrecostos importantes al proyecto y en casos extremos obliguen al replanteamiento del trazado inicialmente propuesto.

A partir de la recopilación y estudio de información secundaria (planos topográficos, fotografías aéreas, información geotécnica y geológica de la zona de estudio, estudios de microzonificación sísmica, estudios de amenaza de movimientos en masa realizados en el sitio de emplazamiento del proyecto, entre otros), del trazado preliminar del sistema, de la definición de los sitios de salida y llegada y de la localización estimada de las edificaciones contempladas en el proyecto, se definirán las zonas críticas que serán objeto de estudios más detallados con énfasis en la identificación de procesos de inestabilidad de laderas que puedan comprometer la línea.

Existen algunas entidades que adelantan estudios relacionados con el tema como INGEOMINAS y las Secretarías de Planeación y Ordenamiento Territorial de los municipios, que proveen información de gran importancia para los proyectos a desarrollar.

Los estudios geotécnicos comprenderán, además de la investigación, recopilación y estudio de la información existente para la zona del proyecto, la ejecución de estudios de exploración de campo y ensayos de laboratorio.

Deberá realizarse una inspección de campo por parte de un especialista, la que deberá estar acompañada de una toma preliminar de muestras de material empleando equipos manuales, con el fin de determinar las características generales del terreno.

Adicionalmente se programarán trabajos de exploración del terreno, para lo cual deberá programarse la ejecución de apiques a lo largo del trazado de la línea, se recomienda hacer como mínimo un (1) apique por kilómetro de una profundidad entre 1.5m y 2.0m cada uno. Esto podrá variar dependiendo de las características de la zona.

En cada uno de los sitios de ubicación de las estaciones, deberán hacerse exploraciones del suelo aproximadamente hasta los 10m de profundidad. El procedimiento será acordado con el especialista en suelos que sea contratado para cada caso particular, según las condiciones de la

contratación y la disponibilidad de equipo especializado en la zona o la posibilidad de traslado de equipos.
Una vez obtenidas las muestras en campo se realizarán en el laboratorio, sobre las muestras alteradas e inalteradas recuperadas en los diferentes sondeos, los siguientes ensayos:

- Clasificación de los suelos:
  - ✓ Granulometría o lavado sobre tamiz 200.
  - ✓ Límites de consistencia de Atterberg.
  - ✓ Humedad natural.
- Resistencia y deformabilidad de los suelos:
  - ✓ Ensayos de resistencia a la compresión y esfuerzo cortante.
  - ✓ Ensayos de consolidación.

2.3.2 Requerimientos

Deberá presentarse un informe de los trabajos realizados (exploraciones de campo y resultados de ensayos de laboratorio), estudio, clasificación, conclusiones y recomendaciones sobre el manejo de los suelos de la zona del proyecto, que se enfoque en la presentación de los siguientes resultados:

a) Caracterización de la zona del proyecto con base en el reconocimiento de campo por parte del experto y el análisis de la información secundaria consultada con el fin de establecer su marco de referencia (amenazas por movimientos en masa, localización de sitios inestables, condiciones geológicas y geomorfológicas).

b) Zonificación del corredor desde el punto de vista de aptitud de uso, definiendo claramente las zonas que pueden ser objeto de restricción para la localización de edificios y pilonas para el soporte de la estructura.

c) Registro de las exploraciones del subsuelo y de los ensayos de laboratorio. Anexar registro fotográfico.

d) Análisis geotécnico de la zona a partir de los resultados arrojados por los estudios de exploración y los ensayos de laboratorios.

e) Análisis de alternativas de cimentación y recomendaciones preliminares para su diseño, basado en el estudio geotécnico realizado y las diferentes combinaciones de cargas suministradas por los prediseños electromecánicos y estructurales para las pilonas, estaciones de pasajeros y estructuras electromecánicas.

f) Conclusiones y recomendaciones generales relativas al manejo del movimiento de tierras (excavaciones y llenos), manejo de taludes, zonas de falla, empleo de estructuras de contención, sistemas de estabilización, drenaje y demás obras requeridas que permitan garantizar la estabilidad general del conjunto.

2.3.3 Formatos

En el Formato 2.3. se debe presentar la información de los estudios geotécnicos realizados.

Formato 2.3. Estudio Geotécnico.

Módulo 2:	**Preparación**		
Formato 2.3:	**ESTUDIO GEOTÉCNICO**		
1. Información suministrada		**SI**	**NO**
1.1 Informe del estudio geotécnico de la zona del proyecto			
2. Resultados del estudio			
2.1 Caracterización de la zona			
Condiciones geológicas:			
Condiciones geomorfológicas:			
Zonas de amenaza por deslizamiento:			
¿Cantidad de estaciones ubicadas en zona de riesgos geológicos?			
2.2 Análisis geotécnico de la zona de estaciones y pilonas.			
Perfil estratigráfico			
Clasificación de los suelos :			
2.3 Prediseño básico de cimentaciones.			

2.4 ESTUDIO PREDIAL

2.4.1 Conceptualización

La consecución de los predios debe tenerse en cuenta como una actividad de suma importancia, debido a que la no disponibilidad de los mismos puede ocasionar retrasos en el inicio de las obras y, en el peor de los casos, suspensión de los contratos en ejecución, generando pérdidas económicas, reclamaciones futuras, litigios y mayores costos para el proyecto.

La adquisición de los predios requeridos para este tipo de proyectos debe cumplir con el marco legal determinado en la materia, como son los procedimientos establecidos por la Ley 9ª de 1989, Ley 388 de 1997 y demás normas reglamentarias y complementarias que regulan la materia. Estas leyes establecen los instrumentos y mecanismos para la adquisición por enajenación voluntaria directa o expropiación judicial o administrativa, según el caso. Para la elaboración de los avalúos comerciales, en el momento en que sea necesario hacerlos, se deben contemplar los procedimientos indicados en el Decreto 1420 de 1988 y en la Resolución 620 de 2008.

Aunque existe un normatividad a través de la cual se debe adelantar todo el proceso de adquisición de los predios, se deben tener en cuenta las características sociales, económicas y culturales de la población afectada por las obras de infraestructura y procurar que los impactos se den de forma positiva, previendo que el aspecto social es el motor de las obras y por lo tanto su ejecución debe propender por no desmejorar las condiciones de dicha población, así como velar que las personas directamente afectadas con la adquisición de sus inmuebles, queden en condiciones iguales o mejores.

También debe garantizarse que el proyecto a desarrollar esté enmarcado en los planes y usos del suelo de cada localidad y en consonancia con el POT de cada municipio. Posteriormente, cuando se defina la ejecución del proyecto, debe preverse que todas las áreas a intervenir, especialmente las que son objeto de adquisición, cuenten con la declaratoria de utilidad pública e interés social.

Dentro de las consideraciones técnicas de los sistemas de cable se contemplan como zonas con requerimientos de predios:

a. **Áreas de estaciones con su urbanismo.** Especialmente las que permitan la accesibilidad directa desde la vía pública cercana hasta el ingreso a la estación.

b. **Zonas para la ubicación de las pilonas.** Como promedio pueden tomarse áreas mínimas de 5m x 5m para zonas urbanas (para ubicar pilonas tubulares) y de 8m x 8m en zonas rurales (para ubicar pilonas de celosía).

c. **Sitios de sobrevuelo.** Por normas internacionales se debe contemplar un gálibo mínimo de seguridad de 4m desde el borde inferior de la cabina hasta el obstáculo fijo más cercano. Esta consideración se hace especialmente crítica en la compra de predios en las zonas de salidas de las estaciones, en donde las cabinas están en ascenso y deben respetar igualmente el gálibo normativo referido.

Es importante referir aquí el concepto de servidumbre, que normalmente es el derecho en predio ajeno que limita el dominio en este y que está constituido en favor de las necesidades de un proyecto. En el caso de los proyectos de cable aéreo no existe una normativa nacional que regule la materia y se asume de acuerdo con los requerimientos técnicos del sistema y el POT de la localidad. Para cada zona se debe revisar el POT respecto al índice de construcción, que define el máximo desarrollo permitido en altura y a este valor se le suma el gálibo mínimo de seguridad mencionado, conformando así la distancia mínima a la que puede sobrevolar una cabina del sistema (Tope mínimo). Si una cabina pasa por una altura inferior a este tope, entonces se debe adquirir el derecho de uso de esta distancia (Servidumbre).

Como parte de la planificación del proyecto se deben definir las labores de la gestión predial que permitan estimar en forma global el valor de las inversiones en lo que corresponda a la futura adquisición de los predios que se encuentren ubicados en la zona de influencia directa del proyecto y definir un cronograma teniendo en cuenta los plazos legales y la fecha en que deben estar disponibles los inmuebles para su intervención. Una secuencia de trabajo recomendable es:

a) Disponer de la información de la entidad competente (planeación local) sobre los usos del suelo, su coherencia con el proyecto a ejecutar y la consonancia del mismo con el POT de cada localidad. Se debe tener claridad y seguridad sobre este tema, porque de él parte la declaratoria de utilidad pública e interés social para la adquisición de cada inmueble, así

como la declaratoria de urgencia para la expropiación en caso de ser necesario durante el proceso de adquisición.

b) Determinar las zonas a intervenir con el proyecto según el trazado definido del sistema. Esta información es necesaria para definir el área directa de influencia del proyecto y posibles zonas a intervenir con adecuación urbana, y/o mitigación de zonas de riesgo por impacto del proyecto.

c) Localizar las áreas requeridas para la construcción de estaciones, zona de pilonas y servidumbres según el planteamiento preliminar del trazado sobrepuesto en plano topográfico. Esta información es indispensable para conocer el número de inmuebles aproximados a afectar con el proyecto, la conformación de los mismos y el grado de afectación (si es parcial o total).

d) Para efectos de una valoración sistemática global de los predios en zonas de estaciones, pilonas (torres de sostenimiento) y sobrevuelos se deben ubicar sectores macro de valores comunes sobre el trazado y estimar el número de viviendas o lotes, para asignarles un valor genérico, por metro cuadrado (m^2) a cada zona demarcada que contemple el valor del terreno y el valor de las áreas construidas en caso de haberlas. Este trabajo corresponde a un estudio de mercado y debe ser realizado por un experto en el tema (avaluador), partiendo de investigación de campo, y de estudios del valor del suelo de la lonja local o del valor zonal por m^2 del IGAC (si se cuenta con él).

e) Estimar el valor de los predios requeridos para estaciones, pilonas y servidumbres, partiendo de los valores promedios definidos en el numeral anterior. Con este estudio se soporta el presupuesto de inversión.

En este nivel de estudio no se requieren avalúos específicos de cada inmueble afectado, pero sí es necesario un estimativo basado en la definición de áreas de intervención del proyecto.

f) Estimación de posibles compensaciones por reubicación, traslado, gastos legales y renta dejadas de percibir por actividades productivas informales, al igual que tener definida una metodología para aplicar a los casos de reubicaciones de familias y asignación de subsidios cuando se trate de Vivienda de Interés Prioritario (VIP).

2.4.2 Requerimientos

Para la evaluación del trabajo predial en la presentación del proyecto, el proponente debe:

a) Elaborar plano general del trazado con valoración global macro por sectores, para lotes y áreas construidas.

b) Presentar un documento de gestión de predios en donde se incluya la ubicación global de los inmuebles requeridos en zonas de estaciones y pilonas, la disponibilidad legal para su uso por el proyecto y su valoración estimada por m^2, de acuerdo con la valoración global de cada sector para lotes y áreas construidas.

2.4.3 Formatos

En el Formato 2.4 se debe presentar la información del estudio predial.

Formato 2.4. Estudio predial

Módulo 2:	**Preparación**					
Formato 2.4 :	**ESTUDIO PREDIAL**					
1. Información suministrada					**SI**	**NO**
1.1 Plano de localización general del trazado con valoración global macro por sectores, para lotes y áreas construidas.						
1.2 Documento de gestión de predios en donde se incluya la ubicación global de los inmuebles requeridos en zonas de estaciones, pilonas y servidumbres, la disponibilidad legal para su uso por el proyecto y su valoración estimada por metro^2.						
2. Resultados del levantamiento						
2.1 De los predios						
Área total estimada de predios requeridos(m^2)			Valor total estimado de predios ($):		Número total estimado de predios:	
Estimación del valor de los predios:						
Zona de intervención	Área de lotes (m^2)	Área construida (m^2)	Valor unitario de lote ($/m^2)	Valor unitario construido ($/m^2)	Valor total ($)	Número estimado predios
Estación 1						
:						
Estación n						
Zona de Pilonas						
Zona de servidumbres						
Totales:						

2.5 ESTUDIO SOCIAL

2.5.1 Conceptualización

Además del componente técnico característico de los proyectos de cable, uno de los aspectos de mayor relevancia en estos sistemas es su connotación social, ya que en general atienden problemas de accesibilidad y movilidad de comunidades aisladas, que son típicamente las de menores recursos.

Como un principio general del desarrollo de proyectos de infraestructura, en los proyectos de cable se plantea como paso inicial la definición de una línea base social que facilite la identificación de los posibles impactos o beneficios que pueda generar el proyecto en las comunidades y que, además, proporciona herramientas que facilitan la gestión social en las diferentes etapas del proyecto.

En este proceso se deben hacer las siguientes consideraciones

- **Caracterización socioeconómica de la zona de influencia del proyecto.** Es una "radiografía social" que incluye aspectos demográficos, culturales, económicos, políticos, entorno geográfico, equipamiento urbano habitacional, acceso a servicios públicos y aspectos organizacionales de las comunidades, que cualifican y cuantifican las fortalezas y las debilidades para trazar estrategias de intervención social (Plan de acción social) que minimice los riesgos y aumente la probabilidad de éxito del proyecto.

  La caracterización debe ser realizada con rigurosidad desde la búsqueda de fuentes de información secundaria hasta las observaciones minuciosas en el trabajo de campo y debe ser realizada por personas afines a las ciencias sociales.

- **Relación de la población beneficiada directa e indirecta.** Es importante ya que facilita dimensionar el impacto del proyecto, permitiendo a la población de referencia identificar a corto y largo plazo sus necesidades y valorar el avance de sus propuestas y estrategias para el desarrollo social. La cifra es un insumo para los aspectos técnicos, sociales y financieros del proyecto.

  Se debe indicar el número de municipios y/o barrios beneficiados por ubicación y colindancia. Esta cifra viabiliza alianzas económicas, políticas y administrativas, cuando el proyecto puede beneficiar a más de un municipio

y/o un número de barrios. Aquí aplica el concepto de cooperación para potenciar el desarrollo regional, unión de voluntades que puede generar capacidad financiera, técnica y política.

- **Descripción de alternativas de conectividad actuales entre el origen y el destino del trazado propuesto (tipo de vía y condiciones físicas).** Orienta las expectativas reales del horizonte del proyecto frente a la necesidad del mismo. Describiendo si a la fecha cuenta con otras alternativas de transporte como vía carreteable, camino real, y otros, de forma tal que nos permita tener una visión sobre la movilidad y conectividad existente en el territorio a estudiar

- **Identificación de costos y tiempos de movilización (personas y productos agricolas).** Reafirma lo relacionado con la infraestructura de movilidad existente y dar soporte a la viabilidad económica del proyecto, permite establecer la posible economía en gastos de movilidad que la comunidad recibiría. Con los proyectos rurales, esta información puede darle un perfil de doble propósito (pasajeros y productos agrícolas y/o artesanales) al proyecto, considerando el efecto positivo que puede tener el mejoramiento de la actividad comercial de productos agrícolas.

- **Justificación de la vocación turística (si aplica):** Es importante precisar que la región conoce y ha realizado un trabajo de planificación previo en el tema turístico, como prerrequisito para la gestión de un proyecto de cable aéreo para este uso en su entorno, ya que además de la infraestructura propia del sistema de transporte se debe contar con equipamientos complementarios que soporten y den sostenibilidad a un proyecto turístico, como atractivos que justifiquen la visita y servicios complementarios de alojamiento, alimentación, servicios públicos, manejo ambiental y paisajístico, etc.

  En este orden de ideas el municipio o la región debe tener un Plan Local (sectorial) de Turismo, en consonancia con la Ley general de turismo (Ley 300 de 1996 - actualizada con la Ley 1101 de 2006 y sus decretos reglamentarios) y las políticas del Viceministerio de Turismo, como un aval institucional y punto de partida para gestionar el proyecto. Este aval institucional debe ser un punto de partida legal para clarificar las características del proyecto, frente a las aspiraciones de los proponentes, especialmente cuando se pretende dar la connotación turística y se buscan recursos económicos desde esta línea.

La dimensión de "turístico" demanda explicaciones, requerimientos y procesos ante el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo y su Viceministerio de Turismo, lo que hace oficializar los municipios con vocación turística. El tener un icono, un atractivo natural, no hace automáticamente que un territorio sea una zona con vocación para el turismo.

2.5.2 Requerimientos

El proponente deberá presentar un documento que ubique la línea base social desde el ámbito de la perspectiva descrita, que incluya los siguientes aspectos:

a) Presentar una caracterización socioeconómica de la zona de influencia del proyecto, que incluya los aspectos socio demográfico, equipamiento urbano y habitacional, acceso a servicios públicos, aspecto económico, político-administrativo y organizacional de las comunidades.

b) Relacionar la población beneficiada directa e indirecta del proyecto y el número de municipios beneficiados por ubicación y colindancia.

c) Justificación de la vocación social o turística del proyecto, con indicadores de habitantes en la zona de influencia directa e indirecta, tiempo ahorrado en desplazamientos, ahorro de costos en desplazamiento de productos agrícolas, etc.

2.5.3 Formatos

En el Formato 2. 5 se presenta la información del estudio social realizado:

Formato 2. 5. Estudio social.

Módulo 2:	**Preparación**						
Formato 2.5:	**ESTUDIO SOCIAL**						
1. Información suministrada						**SI**	**NO**
1.1 Documento de caracterización socioeconómica de la zona de influencia del proyecto.							
1.2 Documento de justificación de la vocación social o turística del proyecto (Plan Local de Turismo). – Si aplica.							
2. Resultados del levantamiento							
2.1 De la población							
Municipios beneficiados:							
Población en zona de influencia (hab.)	Directa:			Indirecta:			
Población beneficiada en la zona de influencia indirecta perteneciente a un estrato menor o igual a 3 (habitantes)							
Tiempo ahorrado en cada pasaje/sentido (minutos)		Ahorro mensual en transporte (por persona.)		Se proyecta el transporte de productos agrícolas		**SI**	**NO**
Potencial turístico (si/ no)							
Histórico:		Arqueológico		Natural:			
Marque con una "x" la vocación del sistema.							
Urbana:		Rural:		Turística:			

2.6 ESTUDIO AMBIENTAL

2.6.1 Conceptualización

Por tratarse de una tecnología limpia, los sistemas de cables no requieren la expedición de licencia ambiental, de acuerdo con el Decreto 2820 de agosto de 2010 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, sino la expedición de permisos ambientales únicos (aprovechamiento de árboles aislados, de bosque natural o de plantación forestal, concesión de aguas superficiales o subterráneas, permiso de vertimientos -manejo de aguas residuales-, ocupación de cauce, entre otros); sin embargo, por el compromiso del Estado colombiano con la protección y el respeto del medio ambiente, se debe formular como parte del estudio ambiental un documento de gestión ambiental integral para el proyecto en estudio.

El estudio ambiental deberá corresponder en su contenido y profundidad a las características y entorno del proyecto, por lo cual se formulará en su área de influencia directa, en las zonas a lo largo del corredor del cable en donde se desplazarán los vehículos y se ubicarán las torres que servirán de soporte del sistema y en la zona de influencia indirecta.

El objeto del estudio ambiental consiste en la elaboración de una línea base ambiental, integrada por las dimensiones física, biótica y social; la identificación de los aspectos e impactos que pueda causar el proyecto al ambiente; la formulación de medidas de manejo para prevenir, mitigar, compensar y corregir los impactos negativos, así como potenciar los positivos; el plan de seguimiento y monitoreo y el plan de contingencias durante las fases de planeación, construcción y operación del sistema de transporte por cable. Entre los aspectos a considerar se tienen:

a. Aspectos físicos

- **Componente hidrología.** Se deben analizar las fuentes de agua existentes. Revisar la información de mapas que tenga de la zona en cuanto a los drenajes con el fin de identificar las posibles fuentes hídricas que se intervengan con el proyecto y para conocer la oferta existente y la capacidad de abastecimiento al proyecto, de acuerdo con el cálculo de demanda del recurso por el mismo. Presentar mapa de drenajes.

- **Condiciones atmosféricas.** Para la implantación de los sistemas de cable es importante tener conocimiento de aspectos críticos medioambientales de la zona sin proyecto (línea base), como la velocidad del viento y el nivel ceráunico (frecuencia de caída de rayos y tormentas eléctricas). Adicionalmente, para zonas urbanas, se debe tener información sobre los niveles de ruido, emisiones y material particulado de la zona de influencia directa del proyecto.

  En el caso de la velocidad del viento para los sistemas monocable, a nivel operativo se procede reduciendo la velocidad de éste cuando los equipos de control (anemómetros) miden una velocidad de viento de 40 Km/h; el sistema activa una alarma pero sigue operando, y, cuando la velocidad supera los 70 Km/h se activa una alarma de evacuación del sistema y las cabinas deben ingresarse al garaje. Los sistemas bicables resisten, en general, velocidades de viento mayores de 100 km/h. Entonces, para el caso Colombiano, se debe considerar como crítica una velocidad de viento superior de 40 Km/h. Debe tenerse en cuenta que la velocidad del viento promedio en el interior del país normalmente no sobrepasa valores de 20 km/h y el tema debe ser evaluado con rigor en las zonas costeras.

- **Componente geológico.** Se deben analizar las formaciones geológicas en el corredor regional del trazado del cable.

- **Componente suelo.** Observación de procesos erosivos en el trazado planteado, análisis preliminar de los movimientos de remoción en masa de la zona de influencia. Revisar información secundaria y de mapas en el documento de ordenamiento territorial del municipio. Identificación a través del mapa de ingeominas sobre las explotaciones de los recursos no renovables en la zona. (Esta información es parte también del estudio de suelos).

b. Aspectos bióticos

- **Componente flora y fauna:** Analizar la cobertura vegetal por la cual pasaría el trazado teniendo en cuenta una zona de servidumbre o derecho de paso de 30 metros a cada lado del eje de este. Revisar y/o construir el mapa de cobertura vegetal y la fauna asociada a ésta. Presentar unos porcentajes aproximados por los cuales pasaría el cable. Investigar si hay zonas de reserva natural, reservas de la sociedad civil y áreas protegidas.

c. Aspectos sociales

- **Línea base social.** El estudio ambiental también comprende la descripción de una línea base ambiental social, que involucra los componentes demográfico, económico, cultural y político. Al articular las actividades del proyecto desde los estudios previos hasta la operación, se pueden identificar impactos como la generación de expectativas de la comunidad, la posible generación de empleo y la dinamización de la economía local.

2.6.2 Requerimientos.

El proponente deberá presentar un documento técnico con una evaluación a nivel perfil, de los siguientes aspectos ambientales (en el caso que aplique), relacionados con el proyecto:

a) Definición de la línea base ambiental (información secundaria):

- Dimensión física (agua, aire, suelo).
- Dimensión biótica (flora y fauna).
- Dimensión social (componentes demográfico, económico, cultural y político)

b) Gestión ambiental integral en construcción y operación:

- Formulación y diseño de las medidas de prevención, mitigación, corrección, compensación y potenciación frente a los aspectos ambientales inherentes al proyecto, una vez valorados y priorizados.
- Formulación y diseño del plan de seguimiento y monitoreo.
- Formulación y diseño del plan de contingencias.

c) Monitoreos de campo:

- Ruido y contaminantes atmosféricos (específicamente para sistemas urbanos).
- Vientos.

2.6.3 Formatos

En el Formato 2.6 se presenta la información del estudio ambiental realizado:

Formato 2.6. Estudio ambiental.

Módulo 2:	**Preparación**				
Formato 2.6:	**ESTUDIO AMBIENTAL**				
1. Información suministrada				**SI**	**NO**
1.1 Definición de la línea base ambiental en los aspectos físicos, bióticos y sociales.					
1.2 Documento de Gestión Ambiental Integral en construcción y operación					
1.3 Realización de monitoreos de campo aplicables					
2. Resultados del estudio					
2.1. ¿Se encontraron zonas de reserva natural o áreas protegidas?		SI:		NO:	
¿Qué porcentaje del total de la línea posee estas zonas?:					
Estrategia de manejo:					
2.2. Se encontraron valores críticos de velocidad de vientos y nivel ceráunico?		SI:		NO:	
Valores promedio:	Vientos (m/s):		Nivel Ceráunico:		
Valores pico:	Vientos (m/s):		Nivel Ceráunico:		
2.3. Se cuenta con disponibilidad de:				SI:	NO:
Energía eléctrica trifásica a menos de 200 m de distancia de la estación motriz					
Acueducto y alcantarillado					
Observaciones:					
2.4 ¿Se requieren permisos ambientales puntuales?		SI:		NO:	
¿Cuáles?:					

2.7 ESTUDIO DEL MERCADO: DEMANDA DE USUARIOS.

2.7.1 Conceptualización

a. Caracterización y estimación inicial de la demanda de usuarios.

Para el caso de los proyectos de transporte por cable aéreo el estudio de mercado se centra en la estimación de la demanda potencial de usuarios del sistema y su cálculo se realiza dependiendo del tipo de aplicación del cable; en el caso de los cables urbanos en ciudades consolidadas normalmente se efectúan modelaciones de transporte con programas especializados que interrelacionan toda la red de transporte de la ciudad y para los sistemas rurales o turísticos se estima por la vía de las preferencias potenciales de los futuros usuarios o con base en el cálculo de la población y sus rutinas de movilidad permanente.

Este estudio permite obtener un perfil de los usuarios tipo que harían uso del sistema de cable, permitiendo a su vez definir componentes tanto de ubicación de estaciones cerca de centros generadores de gran actividad o potenciar la generación de viajes y otras actividades de puntos de interés, así como redefinir trazados, infraestructura de estaciones, entre otros.

Este estudio es fundamental ya que garantiza la selección de un sistema que pueda atender las necesidades reales de movilización futura, sin exagerar la estimación de su potencial uso, que puede resultar muy costoso por el lucro cesante de un sistema con mucha oferta pero poca demanda, ni minimizarlo, lo que puede resultar poco funcional y desestimulante por su congestión permanente.

Adicionalmente, el cálculo de la demanda es el insumo fundamental para la evaluación financiera del proyecto, pues por esta vía se recibirán los principales ingresos durante su operación, que permitirán su sostenibilidad en el tiempo, en las labores de operación y mantenimiento del sistema.

Debe realizarse un estudio de demanda que permita definir con la mayor certeza posible el volumen de usuarios a movilizar EN PASAJEROS POR HORA. Debe considerarse que un sistema óptimo se diseña para atender la movilización de usuarios en los periodos típicos de mayor demanda, cerca del 99% de los casos, pero no cubre completamente los picos atípicos de desbordada demanda.

b. Definición de términos aplicables a estudios de transporte

- **Modelo de transporte.** El modelo de transporte permite realizar la evaluación de las situaciones actuales y la planificación de situaciones futuras en materia de transporte, específicamente evaluar la implementación de cambios en el sistema de transporte, la extensión del mismo o la conexión intermodal.

  Para la elaboración de un modelo de transporte es necesario haber realizado inicialmente un levantamiento de información base que normalmente a nivel mundial corresponde a encuestas origen y destino de hogares que recogen todo tipo de información, como los motivos de viaje, los ingresos por hogar, las costumbres, los itinerarios de viajes, entre otros.

  Entre los principales objetivos de un modelo de transporte están la utilización óptima de las infraestructuras asociadas a este, establecer una planeación precisa, integral y eficaz de los sistemas urbanos, anticipar los cambios que se generen en la demanda del mismo como consecuencia de modificaciones y evaluar escenarios futuros de los sistemas de transporte asociados a variables socioeconómicas o de carácter físico.

- **Estudio origen y destino.** Las encuestas origen - destino (O-D) de viajes se realizan con el fin de aportar datos para satisfacer dos objetivos fundamentales: permitir una adecuada descripción de los patrones de movilidad de una ciudad o región, generalmente entendido como la estimación de matrices de viaje entre zonas, para distintos propósitos, modos y períodos, y posibilitar la estimación de modelos de demanda de transporte, en particular de generación y distribución de viajes, y elección modal y horaria.

- **Estudios de aforos.** Los estudios de aforos nos permiten conocer el volumen de usuarios de un determinado transporte, servicio o lugar, determinando las necesidades de implementación o no de un sistema adecuado de transporte. De igual manera el estudio de aforos sirve para conocer la frecuencia de viajes.

  Este estudio se realiza mediante el conteo de personas en lugares específicos de interés para la zona en estudio que permitan obtener un comportamiento generalizado de la zona; para dicho estudio es necesario definir el momento del día en que se desea tener información, el número

de horas a aforar y el número de personas necesarias para la realización adecuada y confiable del estudio.

- **Técnicas de preferencias declaradas.** Se denominan técnicas de preferencias declaradas a un conjunto de metodologías que se basan en juicios (datos) declarados por individuos acerca de cómo actuarían frente a diferentes situaciones hipotéticas que le son presentadas y que deben ser lo más aproximadas a la realidad. Estas técnicas utilizan diseños experimentales para construir las alternativas hipotéticas presentadas a los encuestados. A partir de allí se obtienen datos que permiten estimar funciones de utilidad con respecto a las alternativas presentes en el experimento como podría ser el caso de emplear o no un modo alterno de transporte para realizar sus viajes cotidianos. La técnica más utilizada es la encuesta.

  Las alternativas de elección presentadas a los encuestados son descripciones de situaciones o contextos construidos por el investigador que se diferencian a través del valor que toman sus atributos.

  Es de aclarar que el diseño de la encuesta debe ser objetivo y no orientar erróneamente al encuestado a una elección inducida de las respuestas, que para el caso del presente manual correspondería a la elección de un sistema de cable aéreo como medio de transporte.

- **Estudio de preferencias reveladas.** La teoría de la preferencia revelada es un método por el cual es posible discernir la mejor opción posible sobre la base del comportamiento del consumidor, que para el caso del transporte sería un consumidor de servicios de transporte. En esencia esto significa que las preferencias de los consumidores pueden ser reveladas por sus hábitos de uso de servicios, compras, viajes u otros.

  Este método permite definir las funciones de utilidad observando el comportamiento de los consumidores, en sí las preferencias reveladas son datos que reflejan el comportamiento actual de los individuos en sus decisiones de viaje. Estos se obtienen a partir de encuestas que permiten recoger información de las variables que explican la utilidad de las distintas alternativas y de las elecciones realizadas.

- **Factor de expansión de la demanda (FE).** El factor de expansión se interpreta como la variable que permite expresar a partir de una pequeña muestra de población, o demanda de cierto bien o servicio, el total de la

población objetivo de estudio, o demanda esperada para cierto periodo de tiempo.

Para los casos específicos de sistemas de transporte por cable se tiene que estos factores de expansión de la demanda se basan en horas de operación del sistema, donde dichas horas representan la cantidad de horas equivalentes que existen en un año o día de cada período modelado, de manera tal que al multiplicar las demandas modeladas por su respectivo factor y sumados los resultados, se obtenga la demanda total anual o diaria a partir de datos de horas pico.

- **Demanda estimada hora pico.** La hora punta u hora pico, se refiere a las distintas horas en las que regularmente se produce mayor afluencia de usuarios desde y hacia el sistema de transporte. Generalmente se manifiesta también como una sobredemanda o congestión de periodos pico, traduciéndose muchas veces en congestiones de la infraestructura disponible: esto obedece a que en dicho periodo de tiempo es donde confluyen la mayoría de los deseos de viaje de los individuos dependiendo esto muchas veces del motivo por el cual se realiza el viaje.

- **Demanda día típico laboral.** Corresponde a la cantidad de usuarios o viajeros que harían uso del sistema de transporte para un día de condiciones normales de operatividad, condiciones normales para los motivos de viaje y en donde por lo general no se presenten fechas anormales o eventos que cambien las condiciones regulares y cotidianas de viaje.

  Se habla de condiciones normales de operación cuando un sistema de transporte como tal no presenta interrupciones, disminuciones o sobre afluencias en su actividad comercial por motivos exógenos. Por condiciones normales para los motivos de viaje se entienden aquellos días en los cuales se presenta una cotidianidad en cuanto a los viajes de las personas, que en el caso de cables urbanos es normalmente días intermedios de semana y en el caso de cables rurales y turísticos días festivos y de fines de semana.

- **Factor de crecimiento promedio anual estimado de la demanda.** Corresponde a la tasa a la cual se estima podrá crecer o aumentar la demanda de usuarios de un bien o servicio, acorde con variables como cambios en usos del suelo, implementación de nuevas viviendas, oferta de nuevos servicios, así como los crecimientos de población para una zona específica entre otros.

c. Aspectos a considerar en un estudio de demanda de transporte.

Independiente de que se estudie un modelo urbano, rural o de turismo, deben considerarse los siguientes aspectos:

a) Análisis de los esquemas y tipos de integración del transporte de la zona con el sistema de cable aéreo, que se podrían emplear para potenciar el uso del mismo, sus beneficios y una adecuada sinergia con el entorno. Si se evalúa la integración del sistema con otros modos de transporte (metro, buses - BRT, interurbano) como escala macro, también se debe evaluar la integración por medios que son los que componen dichas escalas macro para describir adecuadamente el tipo de integración (operacional, física y tarifaria).

b) Identificación de puntos generadores y atractores de viajes y de zonas y vías que permitan una adecuada movilidad desde y hacia las diferentes zonas de acceso al sistema de cable. Es importante tomar como referencia que normalmente para los estudios de transporte se definen zonas de influencia directa e indirecta, que para el caso de zonas planas se estima en 500m y 1000m respectivamente. En los sistemas de cable, dado que atienden áreas con pendientes del terreno, una buena aproximación sería de 300m para la zona de influencia directa y 500m para la indirecta. Estas distancias pueden variar debido a que el usuario o viajero prefiere o no realizar recorridos dependiendo de la temperatura media del lugar donde se sitúe el proyecto.

c) Análisis de la reordenación del transporte colectivo, sea bien de carácter público o privado, que será reemplazado con el proyecto de transporte de pasajeros por cable aéreo.

d) Ubicación y esquematización de los lugares de toma de información que servirán como base a la estimación inicial de demanda del proyecto, mediante métodos conocidos y utilizados ampliamente en el medio, como encuestas origen y destino de la zona de influencia, encuesta de preferencias declaradas o encuentras de preferencias reveladas, así como los aforos y tomas de información primaría necesarios que permitan obtener una base confiable para la estimación de la demanda.

e) Se debe tener en cuenta que para la realización de estudios origen y destino se debe contar con al menos un 4% de la población a ser estudiada para contar con un 90% de confianza de la muestra y un 25 % de error como máximo admisible.

f) Para todo caso en que se requiera hacer tomas de información primaria como aforos, estudios origen y destino u otro tipo de encuestas se deberá hacer la respectiva Calibración (corrección), expansión y validación de datos respectiva.

g) Se debe validar y verificar que la totalidad de la información de carácter secundario a ser empleada como insumo de análisis para las estimaciones de demanda de usuarios, sea lo más actualizada posible y que corresponda a fuentes confiables.

2.7.2 Requerimientos

Para verificar la adecuada elaboración del estudio de demanda de usuarios, el proponente deberá:

a. **Para cualquier tipo de sistemas (urbano, rural o turístico):** Presentar un documento que indique la metodología desarrollada para el cálculo de la demanda de usuarios del sistema y los resultados de dicho cálculo en pasajeros movilizado por hora (para la hora de mayor congestión de un día típico), la proyección de usuarios por día (indicando el factor de expansión de la demanda), el cálculo de la demanda para el primer año y la proyección de la demanda a veinte años, indicando el factor de crecimiento anual.

b. **Para sistemas urbanos:**

- Para ciudades de categoría especial (mayores de 2.000.000 habitantes), según Ley 617 de 2000: Presentar resultados de demanda del proyecto con base en el procesamiento de información con un modelo de transporte (debe existir el modelo-ciudad).

- Para ciudades de menor categoría: Presentar resultados de demanda del proyecto con base en la realización y procesamiento de encuestas Origen - Destino, aforos, cruce de información secundaria de planificación (indicadores de movilidad nacional o regional).

c. **Para sistemas rurales:**

- Presentar resultados de demanda del proyecto con base en la realización y procesamiento de encuestas origen – destino e información secundaria de movilidad y socioeconómica.

d. Para sistemas turísticos:

- Presentar resultados de demanda del proyecto con base en la realización y procesamiento de encuestas de preferencias declaradas y/o reveladas, encuestas origen – destino e información secundaria de movilidad y socioeconómica.

2.7.3 Formatos

Formato 2. 7. Estudio del mercado: demanda de usuarios.

Módulo 2:	**Preparación**	
Formato 2.7:	**ESTUDIO DEL MERCADO: DEMANDA DE USUARIOS**	
1. Información suministrada	**SI**	**NO**
1.1 Documento de cálculo de la demanda, indicando la metodología utilizada y los resultados en pasajeros movilizados por hora (para la hora de mayor congestión de un día típico), la proyección de usuarios por día, el cálculo de la demanda para el primer año y la proyección de ésta a veinte años, indicando el factor de crecimiento anual.		
1.2 Para ciudades de categoría especial (mayores de 2.000.000 habitantes): Estudio de demanda del proyecto con base en el procesamiento de información con un modelo de transporte (debe existir el modelo-ciudad).		
1.3 Para ciudades de menor categoría: Estudio de demanda del proyecto con base en la realización y procesamiento de encuestas Origen - Destino, aforos, cruce de información secundaria de planificación (indicadores de movilidad nacional o regional).		
1.4 Para cables rurales. Presentar resultados de demanda del proyecto con base en la realización y procesamiento de encuestas origen – destino e información secundaria de movilidad y socioeconómica		
1.5 Para cables turísticos. Presentar resultados de demanda del proyecto con base en la realización y procesamiento de encuestas de preferencias declaradas y/o reveladas, encuestas origen – destino e información secundaria de movilidad y socioeconómica.		

2. Resultados del estudio		
Ítem	**Valor**	**Unidad**
Demanda estimada hora pico		Pasajeros/ hora
Factor de expansión de la demanda(FE)		--
Demanda día típico laboral (para cables urbanos)		Pasajeros
Demanda promedio día (para cables rurales y turísticos)		Pasajeros
Demanda anual estimada		Pasajeros
Factor de crecimiento promedio anual de la demanda estimada.		% / año

2.8 ESTUDIO ELECTROMECÁNICO

2.8.1. Conceptualización.

Con base en el conocimiento de los estudios anteriormente mencionados, especialmente lo referente al dimensionamiento básico (longitud y desnivel) y la capacidad de transporte requerida se puede pasar a la selección de la tecnología a utilizar y, en un trabajo articulado con la arquitectura, a la definición de los espacios técnicos necesarios, los niveles de acceso a las plataformas de abordaje y los gálibos de ingreso y paso de la línea. Igualmente deben estimarse los aspectos relacionados con la operación y el mantenimiento del sistema para garantizar la sostenibilidad del mismo en el tiempo

a. Definiciones

Los siguientes elementos se reconocen como básicos en la definición (especificación) de la tecnología de los cables aéreos:

- **Brazo de suspensión.** Estructura metálica articulada que une el carretillo con la cabina.
- **Cabina.** Vehículo destinado para el transporte de personas y/o carga. Los vehículos constan de una pinza (desembragable o fija) para sujetarse al cable que los arrastra. Cuentan con una estructura de enlace, llamado brazo de suspensión, que une la pinza con el cubículo en donde van los pasajeros. Estos vehículos pueden ser cerrados (telecabinas o góndolas) o abiertos (telesillas, cabinas abiertas).
- **Cables.** Elaborados en acero de alta resistencia, ya sea trenzados alrededor de una alma plástica o ensamblados por medio de alambres con formas especiales alrededor centros igualmente de acero. Este elemento es el encargado de sustentar (portar) y/o jalar los vehículos durante todo el recorrido.
- **Cable portante.** Se utiliza con el único fin de soportar los vehículos que el sistema debe transportar.
- **Cable tractor.** Se utiliza con el único fin de dar tracción al vehículo que el sistema debe transportar.

- **Cadena cinemática.** Conjunto de elementos electromecánicos relacionados entre sí que proveen movimiento al sistema. Un motor acoplado a un reductor de velocidad que a su vez se conecta con la polea motriz constituyen la columna vertebral del sistema. Los frenos involucrados actúan principalmente en dos puntos que son la salida del motor principal y en la polea motriz (esta posee una superficie externa de frenado).

- **Carretillo.** Estructura con balancines y poleas que permiten el desplazamiento sobre el cable portante. Allí es donde el cable tractor se amordaza para transmitir la tracción al vehículo.

- **Gálibos.** Distancias determinadas para la libre circulación de las cabinas, bajo el concepto de funcionamiento seguro del sistema.

- **Operación automática.** La acción de un agente o de los mismos viajeros, se limita a la puesta en marcha de la instalación, sin ninguna intervención posterior. El viaje será supervisado por un sistema automatizado que verificará el buen funcionamiento del sistema durante el recorrido

- **Operación manual.** La marcha y operación del sistema la realiza un operador situado en la sala de máquinas o bien en los andenes o en las cabinas-telemando. La seguridad del sistema siempre estará bajo el mando de la unidad de control.

- **Pilonas (torres de sostenimiento).** Estructuras en forma de cilindro o entramado metálico (tipo celosía) que soportan elementos fijos o móviles en donde reposan los cables del sistema.

- **Sistema bicable.** Su nombre se debe a que posee tanto cable tractor como cable portante. Están dotados de uno o varios cables portantes, que sirven como soporte y guía, y de uno o varios cables tractores.

- **Sistema de control.** Conjunto de elementos redundantes encargados del monitoreo para un funcionamiento seguro de la instalación. Además monitorea los sensores especiales de amenazas externas (ambientales, vandálicas entre otras).

- **Sistema de respaldo.** En el caso de fallas en la cadena cinemática la instalación estará dotada de un motor con su respectivo reductor que tiene

la función de regresar las cabinas a la estación, permitiendo evacuar a los usuarios.

- **Sistema de tensión.** Encargado de mantener la tensión constante del cable que arrastra las cabinas. En la actualidad existe la opción de cilindros hidráulicos o de un sistema mecánico guiado con pesos generalmente de concreto (contrapesos).

- **Sistema Monocable.** Como su nombre lo indica éste posee solo un tipo de cable que está encargado tanto del soporte como de la traslación de los vehículos.

- **Sistema tipo vaivén.** La disposición del sistema busca que las cabinas tengan un movimiento de ida y de vuelta por su mismo sistema portante entre las estaciones.

- **Torón.** El torón de un cable es el enrollamiento helicoidal de un número determinado de alambres alrededor de un elemento central.

- **Transporte por cable aéreo**. Los sistemas de transporte por cable aéreo son aquellos que se valen de cables ya sean portantes y/o tractores para trasladar vehículos que movilizan carga y/o personas por el medio aéreo. En forma genérica a las instalaciones de transporte por cable se les denomina "Teleféricos", pero en el caso de sistemas con varias cabinas en circulación permanente se utiliza también el nombre de "Telecabinas".

En el anexo 2 "Cartilla Técnica de Sistema de Transporte por Cable Aéreo", se presentan mayores detalles sobre la tecnología aplicable.

b. Selección de la tecnología de cable aéreo

Para la definición de la tecnología a utilizar debe considerarse la combinación más eficiente entre las características físicas del trazado y la capacidad de carga esperada del mismo, en pasajeros por hora, que marcan el límite de la tecnología y finalmente la vocación que tendrá el sistema (urbano, rural o turístico) para evaluar la necesidad de paradas intermedias que también condicionan la funcionalidad de algunos sistemas y especialmente su costo.

De acuerdo con el tipo de movimiento y la demanda, para el transporte de pasajeros básicamente deben considerarse los sistemas reversibles (vaivén)

o sistemas circulantes (telecabinas o telesillas). Según el tipo de sujeción de la cabina al cable tractor pueden ser de pinza fija o de pinza desenganchable.

a) **Sistemas reversibles.** Consisten en dos cabinas sujetas a un cable sustentador y tiradas por un cable aéreo tractor, funcionando en sentido contrario (vaivén). Este sistema tiene la desventaja de ofrecer una frecuencia demasiado baja y un servicio poco eficiente para mover grandes flujos de pasajeros (por encima de 800 pasajeros/hora) y para trazados largos y su costo es elevado en comparación con otros sistemas.

Los sistemas de vaivén son ampliamente utilizados para el turismo, aunque también se podrían usar para el servicio urbano, como el antiguo teleférico de Roosevelt Island en Nueva York (ver Imagen 4.). En Colombia se tienen instalaciones de este tipo, como el Teleférico de Monserrate en Bogotá

Imagen 4. Teleférico tipo vaivén.

Doppelmayr

Cálculo simple. Como ejemplo, para un cálculo simple sin incluir detalles cinemáticos, podría estimarse que un sistema de vaivén con dos cabinas de 30 pasajeros cada una, longitud de trazado de 1000 metros, con una velocidad importante de 8 metros/segundo y sin paradas intermedias, haría un recorrido en cada sentido en un tiempo de 5 minutos (dos de recorrido y tres para abordar y desabordar), con lo cual en una hora podría brindar una oferta de 360 pasajeros/hora, que es relativamente poco, especialmente para sistemas urbanos. El caso se vuelve más crítico si se tienen trazados más largos ó se desean atender demandas más altas de usuarios, lo cual requeriría de cabinas muy grandes y velocidades mas

altas, que incrementarían las solicitaciones técnicas de la instalación e ostensiblemente los costos de inversión.

b) **Sistemas circulantes.** Funcionan en un circuito cerrado continuo. Pueden ser monocables o bicables y difieren en categoría de acuerdo con el tipo de vehículo y el sistema de sujeción.

- **Pinza desenganchable.**

✓ **Telesilla:** Normalmente se usa para el turismo por su configuración física simple en la cual el pasajero viaja en un compartimiento que no es totalmente cerrado, para alturas muy cortas del terreno (por seguridad) y para mover flujos importantes de pasajeros (cercanos a los 1000 pasajeros/hora). El sistema es circulante (ver Imagen 5.), lo cual requiere agilidad del usuario para esperar la telesilla al ingresar e igualmente para su salida, lo que lo limita para el uso de personas mayores, personas con movilidad reducida y niños.

Imagen 5. Telesilla.

Doppelmayr

✓ **Telecabinas.** El sistema de telecabinas con Góndolas Monocable Desenganchables (GMD) consiste en cabinas con capacidad para 6, 8, 10 ó 15 pasajeros cada una, suspendidas de un cable aéreo tractor que está en permanente movimiento, por lo cual las cabinas deben desengancharse del cable al llegar a las estaciones y reducir la velocidad para permitir el embarque y desembarque de pasajeros.

Este tipo de sistema es el más recomendado para el uso masivo, por su versatilidad al ser un sistema circulante que permite utilizar

un gran número de cabinas y el ascenso y descenso permanente de pasajeros en varias estaciones, aunque el límite óptimo de la relación costo-capacidad de transporte está en capacidades no mayores de 3600 pasajeros/hora en velocidades de 6m/s para pinzas monocable desenganchables. En Colombia se tiene sistemas de telecabinas para el transporte urbano en Medellín (Metrocable, ver Imagen 6.) y Manizales y para el transporte turístico en Santander (Teleférico de Chicamocha).

Imagen 6. Telecabinas desenganchables (GMD)

Poma

Doppelmayr

- ✓ **Otros sistemas circulantes.** Para requerimientos de mayor capacidad horaria existen sistemas bicables que pueden llegar a capacidades de 4500 pasajeros/hora, como los sistemas Funitel, 2S y 3S, sin embargo se requieren instalaciones civiles y electromecánicas de gran tamaño y costo (ver Imagen 7).

Imagen 7: funitel.

Doppelmayr

- **Pinza fija.** El sistema con pinza fija (telesillas o telecabinas) tiene como característica principal que el cable gira con los vehículos enganchados permanentemente a éste, por lo cual, cuando uno está detenido en la estación, los demás permanecen detenidos en el aire, lo cual lo hace poco atractivo. Una variación de este sistema es el de la telecabina pulsada, en la cual se conforman grupos de cabinas (normalmente dos grupos de 2, 3 ó 4 cabinas cada uno. (Ver Imagen 8.) en el cual se reduce la velocidad del sistema cuando los grupos de cabinas llegan a las estaciones. Se utilizan en instalaciones de poca longitud y con demandas de usuarios menores a 500 pasajeros/hora y su costo es considerablemente menor que el de los sistemas con pinza desenganchable.

Imagen 8. Telecabinas pulsadas o de grupo

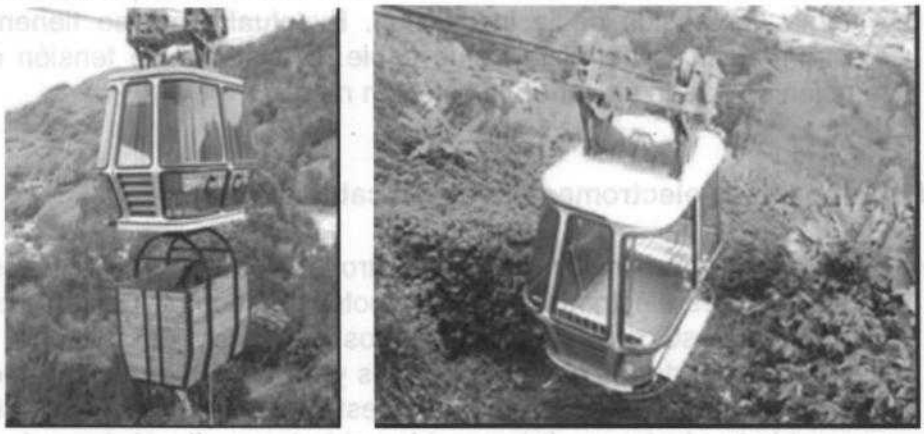
Doppelmayr

c) **Cables rurales**. En los cables rurales se viene trabajando en desarrollos nacionales desde los años noventa y poco a poco se va mejorando su confiabilidad operativa y la seguridad de las instalaciones (ver Imagen 9). Con una buena especificación y la homologación de una norma nacional se potenciará el uso de estos sistemas, que como característica especial permite el movimiento de un pequeño flujo de usuarios y una velocidad de operación por debajo de los 4 m/s.

Es necesario considerar en la selección de la tecnología a utilizar que si se quiere tener un sistema para mover altos flujos de usuarios y gran confiabilidad en su operación se debe recurrir necesariamente a una tecnología importada, ya que Colombia aún no está en capacidad de producir sistemas con estos atributos como las telecabinas desenganchables. En el proceso tecnológico actual de desarrollo de cables de este tipo, el país puede

aportar con la construcción civil y la integración de algunos elementos como torres y partes menores. Las inversiones en estos sistemas son importantes, incluyendo los costos de importación y transporte, aunque debe tenerse en cuenta que son instalaciones de larga vida útil, logrando, además de confiabilidad, recuperación de la inversión en el tiempo.

Imagen 9. Cables rurales.



Sistrac

c. Tipos de estaciones

En estrecha relación con el diseño arquitectónico se deben definir las dimensiones y características de las estaciones, que pueden ser:

- **Estación motriz.** Es aquella en la cual se encuentra la cadena cinemática que genera el movimiento del sistema: el motor eléctrico, el reductor, elementos de transmisión, motor de emergencia, entre otros y se ubica en ella una de las poleas que genera el movimiento. Esta estación normalmente es de mayor tamaño ya que para coordinar más eficientemente las labores de operación y mantenimiento del sistema, es una buena costumbre ubicar en ésta garaje de cabinas (para los sistemas circulantes), en donde se ubican los cuartos técnicos de apoyo a la operación y al mantenimiento (cuartos para taller de reparaciones, almacén, zonas de lavado, subestación eléctrica principal, etc).

- **Estación intermedia.** Se usa casi exclusivamente en sistemas circulantes. No tiene equipos motrices, excepto aquellos auxiliares para movimiento de cabinas y equipos electrógenos de suministro de energía.

- **Estación intermedia en ángulo.** Con los últimos desarrollos de esta tecnología se han introducido en los trazados de los cables ángulos no usuales anteriormente, con lo cual esta estación frecuentemente se convierte en estación motriz e incluye una polea de doble garganta que permite la operación de dos bucles de cable.

- **Estación retorno.** En esta estación se ubica la otra polea extrema y el sistema de tensión de la instalación. Eventualmente se tienen equipos electromecánicos del sistema de cable. El sistema de tensión del cable también se puede ubicar en la estación motriz.

d. Dispositivos electromecánicos del cable

- **Estación motriz**: Incluye el suministro de todos los elementos motrices como: motores eléctricos, reductor, motor de socorro, polea motriz, frenos, vías de ingreso de cabinas, armarios eléctricos de potencia y control, sistema de apertura y cierre de puertas y elementos de cubierta, entre otros dispositivos. En general en todas las estaciones debe definirse si se tendrá una cubierta electromecánica o si la cubierta arquitectónica cubre tanto las áreas técnicas como las generales.

- **Estación de retorno:** En forma similar a la estación motriz incluye sistemas para el ingreso de las cabinas y en lugar del sistema motriz se incluye el sistema de tensión.

- **Estación de intermedia (en sistemas circulantes):** Vías de ingreso y salida, armarios eléctricos, estructura portante, sistemas de apertura y cierre de puertas, otros dispositivos.

- **Aparcamiento (garaje) de cabinas (en sistemas circulantes):** rieles para todas las vías de parqueo, motores eléctricos, cambiavías, plataforma de mantenimiento.

- **Equipos de línea:** conformado por las pilonas de sostenimiento con sus accesorios, línea de seguridad, iluminación, anemómetros, sistemas antidescarrilamiento

- **Grupo de seguridad y control:** Incluye los elementos de supervisión de la operación del sistema, cable multipar, tableros de control de equipos de línea y estaciones.

- **Cables:** Tractores y/o portadores
- **Cabinas de pasajeros y de inspección:** Conformado baterías (si aplica), pinzas, brazo de suspensión, vitrales sistemas de comunicación entre otras.
- **Repuestos y herramientas:** Conformado por todas aquellas herramientas y repuestos necesarios para realizar cualquier tipo de mantenimiento y/o reparación regular.
- **Equipos y elementos varios:** equipos de salvamento, acompañamiento técnico, estudios.
- **Costos asociados.** Transporte, seguros, costos de nacionalización (si es equipo importado), impuestos.

e. Operación y mantenimiento.

El proceso de operación y mantenimiento es la columna vertebral de la sostenibilidad, confiabilidad y seguridad operacional de la instalación durante su vida útil, que con la racionalización de recursos e insumos y una gestión operativa eficiente permite garantizar su sostenibilidad económica.

En el mantenimiento de este tipo de sistemas, cualquiera que sea su finalidad (urbano, rural o turístico), están involucrados una gran cantidad de elementos que deben ser monitoreados constantemente con el fin de obtener la confiabilidad mínima permitida que brinde la máxima confianza a los pasajeros.

Los aspectos asociados están compuestos por:

a) Talento humano para la operación y el mantenimiento. Para estimar la cantidad, tipo y costo del personal necesario se debe elaborar un estudio administrativo. En el caso de los sistemas de transporte por cable aéreo para llevar a cabo la operación y mantenimiento se necesitan coordinadores, operadores de estación, técnicos y tecnólogos entre otros. En el ítem 1. de la tabla 2. "Ilustración: de variables de operación y mantenimiento", se hace referencia a este listado y, en el numeral 2.11 Estudio administrativo, se presentan mayores detalles sobre estos aspectos.

b) Elementos para la operación y el mantenimiento. Para cumplir con las expectativas es necesario contar con un inventario mínimo de piezas que permita atender los mantenimientos regulares y las inspecciones periódicas. En el caso de tener un sistema con elementos importados es necesario contar con disponibilidad de elementos esenciales, cuya ausencia puede generar una suspensión del servicio debido a los tiempos prolongados de suministro por parte de los fabricantes (motor, reductor, entre otros)

Algunos elementos que deben ser tenidos en cuenta para estimar los costos asociados para la operación y el mantenimiento están detallados en el ítem 2. de la tabla 1 "Ilustración: de variables de operación y mantenimiento".

c) Consumo de energía motriz. Es recomendable en el caso específico de la energía diferenciar entre la consumida en la estación motriz y la de los edificios (estaciones), Debido a que el consumo de energía más representativo se presentará en la estación motriz, que consume la potencia requerida para alimentar el motor eléctrico que hace parte de la cadena cinemática.

Los cálculos de consumo de energía deben efectuarse tomando en cuenta los estudios de demanda y electromecánico, considerando como variables la potencia del motor principal del sistema, la cantidad de viajeros transportados por hora, el costo del kilovatio/hora y los horarios proyectados para la prestación del servicio. Otra variable que es necesaria identificar es el comportamiento de los viajeros de acuerdo con la vocación del sistema; así, en el caso de estar estudiando un sistema urbano los picos en la demanda se deben dar temprano en la mañana y al terminar el día, lo que corresponde a la dinámica de la ciudad en un día típico laboral, esto permite establecer un método de proyección que esté acorde con los usos del proyecto. En el caso turístico los picos serán en fines de semana, días festivos y épocas vacacionales. Un análisis similar debe realizarse para el caso de sistemas rurales, en el cual se dependerá de las rutinas de la población en el trabajo, estudio y la producción agrícola.

Es necesario advertir que las condiciones del consumo de energía varían dependiendo de la tecnología elegida, ya que dependiendo de ésta los motores pueden o no estar en constante funcionamiento. Por esto se estima un factor de servicio como una forma de aproximación al tiempo real de funcionamiento. Es decir, se multiplica el tiempo de operación

comercial por el porcentaje de uso real en que el motor del sistema está encendido. En el ítem 3. de la tabla 1 "Ilustración: de variables de operación y mantenimiento" se muestra en más detalle los valores necesarios para este cálculo de consumo

Para el caso de los servicios públicos (agua, luz, teléfono, alcantarillado entre otros) es importante tomar como referencia los estudios eléctricos e hidrosanitarios, además de recolectar información secundaria del costo de éstos en la zona de cada estación. Esta información dará elementos para realizar un estimado del costo de los servicios públicos. Ver ítem 5. de la tabla 1 "Ilustración de variables de operación y mantenimiento"

d) Seguros. Con el fin de protegerse contra las pérdidas y daños materiales y patrimoniales es necesaria la contratación de seguros que amparen el sistema de cable aéreo. Un mayor detalle del tipo de seguros a contratar se presente en la Tabla 1. "Ilustración de variables de operación y mantenimiento".

Tabla 1. Ilustración de variables de operación y mantenimiento.

ITEM	DETALLE
1. PERSONAL "OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO O&M"	
Personal de dirección técnica O&M	Listado de personal encargado de la coordinación del proceso de operación y mantenimiento con su respectivo cargo.
Personal de Operación	Listado de personal operativo con su respectivo cargo necesario para la prestación eficiente y segura del sistema.
Personal de mantenimiento	Lista de técnicos y/o tecnólogos que se encargarán de realizar las labores rutinarias de mantenimiento, además de las inspecciones periódicas y otras.

2. COSTOS DE MANTENIMIENTO	
Elementos de estaciones.	Elementos encontrados en alguna de las estaciones: poleas, elementos de embarque y/o desembarque, gálibos, correas, sensores, elementos de control, visualizadores armarios de mando, piñones, módulos de PLC, actuadores agujas, armarios, fusibles, filtros, tarjetas elementos de aseo, entre otros.
Elementos de línea	Elementos que se encuentran a lo largo de la línea del cable (pilonas). Poleas, sensores, plataformas, balancines entre otros.
Elementos de cabinas	Se compone de baterías, rodamientos, elementos articulados, sistemas de enganche, equilibrio, mecanismos de puerta, sillas, vitrajes, entre otros.
Repuestos y consumibles	Se refiere a combustibles, lubricantes, elementos de aseo, reemplazo de equipos menores, accesorios y consumibles, entre otros.
Estudios Predictivos	Son inspecciones contenidas en el plan de mantenimiento: magnetografía, inspecciones con líquidos penetrantes, estudios de vibraciones y balanceo, medidas de alineamiento, medidas de desgaste entre otras.
Inspecciones periódicas	Se refiere a la gran inspección anual en la cual se hacen pruebas reglamentarias de funcionamiento a la cadena cinemática y sus componentes, y la inspección trianual en la cual se hace verificación de elementos críticos, verificación de ejes de balancines y poleas principales.
Mantenimiento instalaciones físicas	Costos asociados a las reparaciones y elementos de mantenimiento realizados a la infraestructura civil.
Gastos de transporte	Elementos necesarios para el transporte del personal operativo y de mantenimiento; es decir: gasolina, aceite entre otras.

3. CONSUMO DE ENERGÍA	
Consumo de energía motriz	Consumo promedio (KW).
	Horas de operación (h).
	Factor de servicio.
	Valor KW/h ($).
	Días de operación al año.
	Costo anual estimado (resultado de la multiplicación de los renglones anteriores).
4. COSTOS DE SEGUROS	
Seguros para la operación del sistema	Paquete de seguros que se puede componer de elementos como: -Daños materiales y lucro cesante. -Actos malintencionados de terceros. -Responsabilidad civil extracontractual.
5. GASTOS GENERALES	
Aseo estaciones y cabinas	Cantidad de personas encargadas del aseo regular a las instalaciones y cabinas, además de los encargados de hacer limpieza intensiva de las cabinas en el caso de los sistemas urbanos.
Servicios públicos estaciones	Valor estimado: energía, acueducto, alcantarillado, teléfono, tasa aseo
Vigilancia física	Planta de personal encargada de la seguridad de las instalaciones. Esta seguridad puede ser prestada ya sea por una empresa privada como por policía nacional.

f. Otros aspectos electromecánicos

Para dimensionar adecuadamente la instalación y, especialmente, para estimar con un buen nivel de certeza el monto de las inversiones del proyecto, deben considerarse otros aspectos que pueden pesar en el orden técnico del sistema en definición:

a) Montaje de equipos principales y suministro y montaje de equipos auxiliares: subestaciones eléctricas, sistema de peaje, comunicaciones (megafonía, Circuito cerrado de televisión, radios operativos, alarmas), ascensores, etc.

b) Evaluación de interferencias por líneas eléctricas (en general redes de servicio) y estimar los costos de su reubicación. Igualmente deben dimensionarse los sistemas de apantallamiento contra descargas atmosféricas.

c) Monitoreo de viento: Como se refirió en el estudio ambiental, un aspecto crítico a controlar en los sistemas de cable es la velocidad del viento. Es necesario que las estaciones cuenten con anemómetros que permitan monitorear esta variable y compararla en tiempo real con los valores propios del diseño de cada lugar, para tomar las medidas operativas que correspondan.

d) Suministro de energía para el sistema principal y equipos auxiliares.

e) Para el caso de sistemas urbanos debe considerarse también la facilidad de integración física con el sistema de transporte público existente (escaleras mecánicas, bandas, puntos fijos, etc).

f) Herramientas y repuestos para la fase de operación y mantenimiento.

g) Motor de socorro.

h) Pantalla mímica en consola de mando.

2.8.1 Requerimientos

a) Presentar un documento que indique la metodología desarrollada para el dimensionamiento electromecánico del sistema y como resultado las características funcionales básicas de este y sus equipos auxiliares, que permitan su costeo para presupuesto.

b) Presentar un documento básico (anexo) con los aspectos evaluados para la operación y mantenimiento del sistema.

c) Presentar un documento con las especificaciones básicas funcionales, que permitan adelantar procesos contractuales para la ejecución del proyecto.

2.8.2 Formatos

En el Formato 2. 8 se presentan las exigencias del estudio electromecánico.

Formato 2. 8. Estudio electromecánico

Módulo 2: Preparación		
Formato 2.8: ESTUDIO ELECTROMECÁNICO		
1. Información suministrada	**SI**	**NO**
1.1 Documento metodología para el dimensionamiento electromecánico del sistema y características funcionales básicas de este y sus equipos auxiliares		
1.2 Documento con los aspectos evaluados para la operación y mantenimiento del sistema.		
1.3 Especificaciones básicas funcionales, que permitan adelantar procesos contractuales para la ejecución del proyecto.		

2. Resultados del estudio	
DATOS DE ENTRADA	**Valor**
Tipo de sistema:	
Número de estaciones:	
L: Longitud horizontal (m):	
Diámetro del cable.	
H: Desnivel (m):	
Capacidad de diseño final (pasajeros/hora):	
Demanda estimada (pasajeros/hora):	
Oferta inicial (pasajeros/h):	
Capacidad por cabina (pasajeros):	
Velocidad máxima del sistema (m/s:)	
Uso promedio (horas/día):	
CÁLCULO PARA EL PROYECTO	
Lc: Longitud según pendiente (m):	
Número de cabinas requeridas final:	
Número de cabinas oferta inicial:	
Número de pilonas:	
Tiempo de viaje por sentido (minutos):	
Oferta del sistema (pasajeros/hora) final:	
Frecuencia de viaje (s):	
EQUIPOS AUXILIARES	**Disponibilidad(Si / No)**
Subestaciones eléctricas:	
Plantas eléctricas:	
Motor de socorro	
Sistemas de peaje:	
Apantallamiento eléctrico:	
Sistemas de comunicaciones:	
Equipo de monitoreo de vientos	
Accesibilidad para discapacitados y PMR	

2.9 ESTUDIO ARQUITECTÓNICO

2.9.1 Conceptualización

La construcción de un sistema de cable aéreo no sólo tiene que ver con el transporte, su función trasciende la simple actividad de llevar personas o productos agrícolas y/o artesanales de un lado a otro, descargarlas y recogerlas, su propósito no solo es descongestionar las vías, optimizar tiempos o conectar sectores. El objetivo primordial de estos sistemas es funcionar como circuitos de integración urbana y social, proporcionando a las comunidades una mejor calidad de vida, que transcurra y se pueda apreciar alrededor de cada una de las estaciones que, por su carácter y función, deben ser pensadas y construidas como hitos de referencia y motores de desarrollo urbano y rural.

El trabajo arquitectónico que corresponde al nivel de este Manual es el de esquema básico, entendido como el delineamiento general del proyecto y se elabora de manera global teniendo en cuenta que el terreno y el programa arquitectónico pueden variar durante el proceso. El esquema básico comprende dibujos esquemáticos a escala, cuya finalidad es indicar la localización y la zonificación de áreas, el funcionamiento y relación entre los ambientes, accesos y obras externas básicas.

a. Localización de estaciones

Entendiendo las estaciones como parte integral de un espacio público mayor, debe garantizarse su adecuada inserción dentro del entorno urbano o rural, mediante el establecimiento de criterios generales que ofrezcan, a los sectores de influencia, oportunidades de crecimiento y desarrollo.

Como política general, el proyecto debe propender por el desarrollo urbano o rural, mediante el apoyo a la consolidación de las centralidades resultantes de la implantación de estaciones y pilonas, y favorecer la generación de nuevos espacios públicos, en las áreas de influencia del sistema, en concordancia con las carencias de las comunidades y los programas expresados en los POT municipales. Todo esto articulado con los sistemas de movilidad existentes.

A continuación se listan algunos aspectos importantes a tener en cuenta para direccionar los proyectos hacia el crecimiento y desarrollo de las aéreas conexas y de influencia de las estaciones.

- Zonas densas. Identifique las zonas más densamente pobladas dentro del corredor elegido y, teniendo en cuenta la tipología y la longitud del sistema, señale puntos inmersos dentro las zonas con mayor masificación constructiva.

- Centralidades. Una vez ubicadas los puntos más densos, marque las centralidades urbanas o rurales (existentes o potenciales) identificadas por ser sitios de gran dinámica urbana, con acopio de infraestructura y diversidad de usos.

- Conectividad. Analice las vías principales de cada sector y delinee su recorrido, en un plano a escala urbana, con el fin de analizar las conexiones del sector con vías principales de cobertura urbana.

- POT. Investigue en los Planes de Desarrollo si existen proyectos viales o de infraestructura, como una herramienta de apoyo y guía para la localización de estaciones.

- Definición de lotes. Marque áreas de posible localización de estaciones y haga coincidir los aspectos "zonas densas", "centralidades", "conectividad" y POT. Busque lotes con características físicas adecuadas para ubicar las estaciones.

- Integración modos de transporte. Asegúrese que haya posibilidad de conectividad inmediata o futura con otros medios de trasporte.

- Desarrollo futuro. Visualice posibles lotes de desarrollo urbano entorno al AIE.

b. Criterios para el desarrollo de las zonas de intervención

Una vez elegidos los lotes con base en las consideraciones anteriores, y consientes de los condicionantes y limitantes topográficos inherentes a los terrenos donde normalmente se implantan los sistemas de transporte por cable aéreo, se enuncian los siguientes criterios a tener en cuenta, en pro del crecimiento y desarrollo de las zonas intervenidas:

- Conectar transversal, longitudinal y/o periféricamente los lotes de estaciones con la infraestructura vial y peatonal existente, principal o secundaria, para garantizar accesibilidad clara desde y hacia las

estaciones, estas conexiones se proyectan como futuros sistemas estructurantes.

- Vincular los nuevos espacios públicos generados por las estaciones, con el nuevo espacio público generado en torno a las estaciones, a través del equipamiento comunitario y amoblamiento urbano, favoreciendo la comunicación e interacción social.

- Diseñar, en la medida de lo posible, los ingresos a las estaciones a nivel de las vías para obtener espacios públicos abiertos y amigables con el entorno inmediato. Adicionalmente se logra la accesibilidad expedita de usuarios, herramientas y equipos.

- Analizar la consonancia entre los espacios públicos diseñados y las necesidades de la comunidad.

c. Selección de lotes estratégicos

Sin excepción, y en cualquier tipo de sistema (rural, turístico o urbano), cada redefinición del lugar implica nuevas aproximaciones para su comprensión y desarrollo, la cual se debe enfocar en la atención de las necesidades y demandas particulares de la comunidad y en la contribución, evolución y desarrollo de las poblaciones, sin detrimento del medio ambiente.

El diseño arquitectónico del proyecto empieza con la elección de lotes estratégicos, es decir, aquellos que reúnen las condiciones de funcionalidad, economía, afectación predial, conectividad, desarrollo y sostenibilidad, esenciales para su óptimo desarrollo.

Antes de elegir el lote debe realizarse una evaluación sencilla que compruebe su funcionamiento para el fin específico requerido, es decir, cotejar que tenga las características relativas a su destinación y que además reúna los elementos urbanos que lo identifiquen como potencial de desarrollo. A continuación se enumeran los parámetros que califican a un lote como estratégico:

- Estrategia de funcionalidad y adaptabilidad específica. Desde esta perspectiva, funcionalidad y adaptabilidad, se percibe como el grado de posibilidad constructiva (desarrollo) que tiene el lote de terreno, de cara a la edificación preconcebida, analizando: disponibilidad de servicios públicos, topografía (continuidad, discontinuidad, posición, configuración, relieve, superficies) y geometría (regular, irregular).

- Pendiente. La pendiente optima es una variable que responde a la función de la estación dentro de la línea (transferencia, intermedia o retorno). Normalmente para las estaciones de transferencia los lotes planos resultan muy aprovechables, según sea la extensión del frente y fondo (geometría) mientras que para estaciones intermedias, el desnivel se aprovecha como una oportunidad de desarrollo, siendo preferibles aquellos con pendientes entre el 17 y 22%, por el tema de afectación, gálibos normativos y sobrevuelos.

- Terrenos con altimetría especial. En el tema de los cables rurales o turísticos es posible que el sistema sea la conexión de dos puntos separados por una depresión considerable y se ubiquen solo dos estaciones: salida y retorno, caso en cual los lotes planos serán los más adecuados.

- Geometría. Se considera como optima la geometría regular. Entre las figuras geométricas la ideal es el rectángulo, cuya orientación variará de acuerdo con la tipología de la estación: para intermedias y retorno la longitud más larga será en sentido a la línea, y para las estaciones dónde se ubiquen los garajes la mayor longitud será transversal a línea, esto con el fin de tener mayor área de desarrollo en la parte más aprovechable del lote (superior plana).

De lo anterior se deduce que un lote con servicio públicos, pendiente moderada (17% al 22%), topografía continua y de forma rectangular será el óptimo en funcionalidad y adaptabilidad

- Economía. Se mide por la menor área de terreno requerida (m^2) para el desarrollo de la estación, cumpliendo con la normatividad técnica, urbana y de constructiva aplicable. Sin embargo, elegir los lotes de las estaciones con áreas suficientes para la implementación de espacios complementarios, es una buena estrategia urbana, entendiendo el proyecto como una oportunidad de desarrollo urbano o rural.

- Afectación. Se evalúa por el valor de los predios afectados (ocupación estación y sobrevuelos).

- Sostenibilidad. Ver literal d

Imagen 11: Proyecto Cable Soacha. Estación intermedia Santo Domingo, fachada lateral. El terreno se aprovecha, en la cota más alta para el ingreso a nivel y en la media ladera para el desarrollo de cuartos operativos.

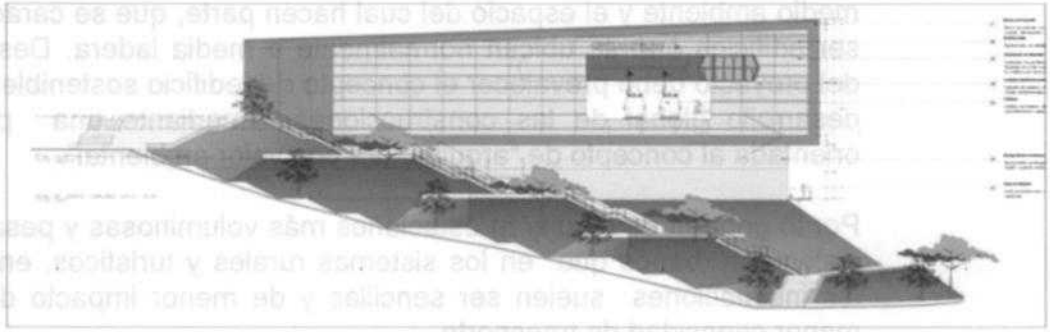


Imagen 10. Lote de intervención. Obsérvese la pendiente del lote (32%) y la propuesta urbana aterrazada como aprovechamiento del alto desnivel.

d. Funcionalidad de estaciones

- **Premisas técnicas: soluciones arquitectónicas.** Las estaciones de cable son edificios especiales para el transporte de pasajeros que deben cumplir un programa específico de acuerdo con los resultados de la demanda y la tecnología a utilizar. Normalmente son construcciones atípicas cuyo diseño arquitectónico responde más a condicionantes técnicos y operativos que a parámetros estéticos, debido a los componentes electromecánicos que las conforman y a las particularidades de los territorios escarpados donde usualmente se implantan.

  Con frecuencia, estas características, técnicas y geográficas, arrojan indicios muy previsibles que, una vez analizado el caso en particular, se convierten en premisas para el diseño arquitectónico y posterior construcción. Como ilustración en la tabla 2 se enuncian las hipótesis generales para el diseño de las estaciones de cable que, aunque no son mandatorias, se transforman con frecuencia en determinantes técnicos para el diseño urbano – arquitectónico.

- **Diseño arquitectónico.** Las estaciones de los sistemas de transporte deben ser estructuras seguras, estéticas, funcionales y en armonía con el medio ambiente y el espacio del cual hacen parte, que se caracterizan por ser edificios que se ubican normalmente a media ladera. Desde el inicio del proyecto debe prevalecer el concepto de "edificio sostenible" dentro del desarrollo global de las construcciones, mediante una planificación orientada al concepto de "arquitectura con valor ambiental".

  Por lo general se requieren estaciones más voluminosas y pesadas en los sistemas urbanos que en los sistemas rurales y turísticos, en los cuales las instalaciones suelen ser sencillas y de menor impacto debido a su menor capacidad de transporte.

- **Aspectos operativos.** Las estaciones deben ser primordialmente funcionales actuando como máquinas de distribución de flujos, permitiendo el direccionamiento expedito de los usuarios, según sus necesidades de desplazamiento.

  Podría afirmarse que dentro de un edificio coexisten dos estaciones: la electromecánica y la arquitectónica, que aunque tienen límites bien definidos pueden configurase como un conjunto funcional, agradable y estético.

Tabla 2. Determinantes técnicas

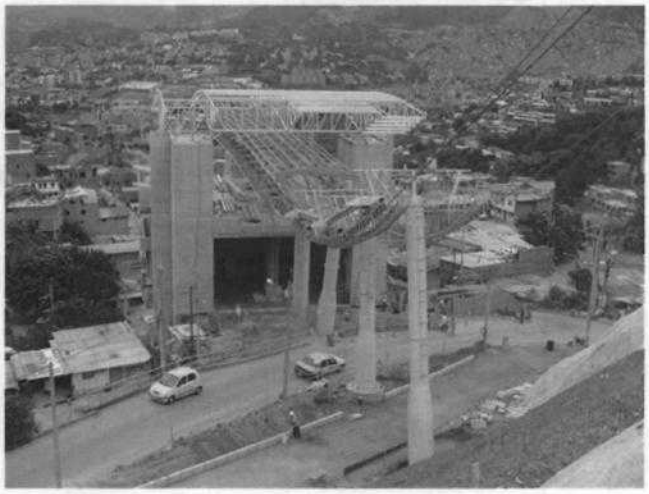
HIPÓTESIS Supuesto	JUSTIFICACIÓN TÉCNICA ¿Por qué?	RECOMENDACIÓN Premisa
Las estaciones de cables quedan en terrenos pendientes	Poblaciones de alta densidad habitan en laderas urbanas. Los cables son aptos para zonas de difícil accesibilidad	Desarrollar edificios en niveles. Manejar terrazas sobre terrenos acordes con las curvas de nivel. **Funcionalidad -Volumetría**

La estaciones se ubican en la cota más alta del lote	Facilidad de accesibilidad (PMR)*, caminantes y equipos. Disminución de circulaciones y facilidad de integración vial y de transporte. Menor impacto por compra de predios. Salida cómoda del cable. Edificios más bajos.	Diseñar ingreso a la estación a nivel del andén y la vía superior. Generar plazoletas de ingreso a nivel de la vía. **Estructura robusta** **Fachadas frontales de altura variable.**
Las estaciones intermedias son más altas que las de salida y retorno	Continuidad de la línea del cable.	Tener en cuenta los gálibos urbanos (4.5m) mínimos para cruce de vías y obstáculos fijos (edificios, antenas) **Volumetría**
Técnicamente las estaciones extremas son más bajas En estaciones con nivel de plataforma elevado las áreas a nivel de terreno quedan libres	Fin del sistema (retorno del sistema), no hay continuidad de la línea. Terrenos pendientes.	Diseñar estaciones de un nivel hacia el sitio más alto del lote. Proyectar espacios con servicios complementarios, comunitarios y espacio público.

Imagen 12. Imágenes durante la construcción (2006)

- Metrocable Medellín. Estación Intermedia, vista norte. Se destaca el diseño en niveles, hacia la pendiente.

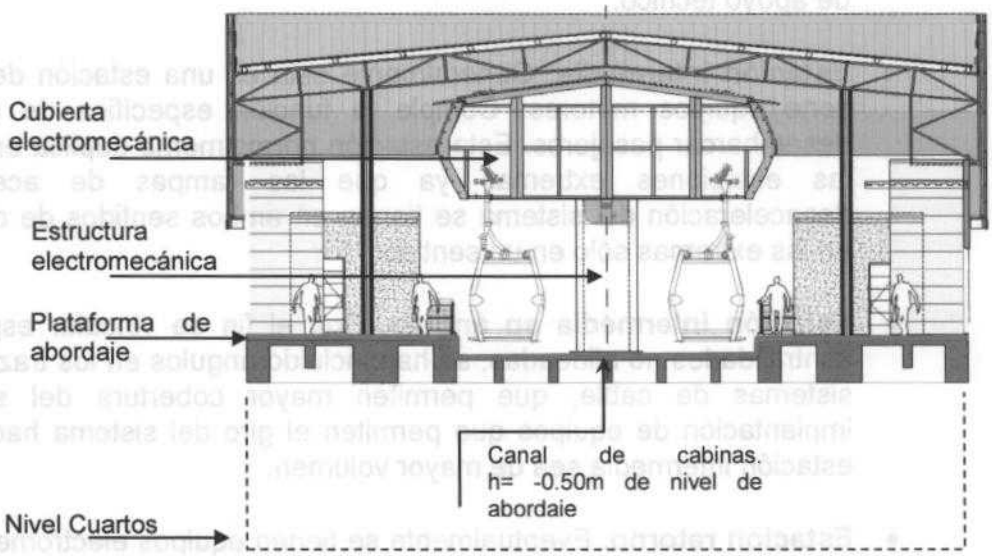
- Estación Intermedia vista sur. Ubicación del edificio en la cota más alta del lote, en contacto directo y a nivel de la vía pública.



Independientemente de la tipología de la estación, motriz, intermedia o retorno, existen elementos técnicos, de orden constructivo y electromecánico, que las identifican y las caracterizan como estaciones de cable. Se relacionan a continuación los elementos técnicos que inciden en el diseño de la estación:

- ✓ Canal de cabinas. Es el sitio por donde circulan las cabinas. Normalmente su nivel está a -0.50m del piso de abordaje, buscando que el acceso a las cabinas se haga al mismo nivel. La longitud depende de la tipología de la estación y de la clase de sistema.

Imagen 13. Fachada típica estación intermedia



- ✓ Plataforma de abordaje: Es el sitio donde los usuarios abordan el sistema. Normalmente esta plataforma se encuentra ubicada linealmente bordeando el canal de cabinas. El ancho se define de acuerdo con la demanda de pasajeros y la frecuencia del sistema. En los sistemas de transporte se manejan estándares de área de plataforma del orden de 4 personas/m^2.

- ✓ Estructura electromecánica: Representada en las columnas de soporte de equipos electromecánicos y su cubierta. Las columnas se encuentran ubicadas en las estaciones en el eje del sistema bajo la cubierta electromecánica. Esta estructura es independiente a la del edificio para evitar resonancias entre ambas.

- ✓ Cuartos técnicos. Son los requeridos para la disposición de equipos de operación y mantenimiento del sistema, como cuarto de control y potencia, de motores, entre otros (ver literal g)..

e. Las estaciones dentro de la línea del cable

De acuerdo con su ubicación dentro de la línea, las estaciones cumplen una función específica clasificándose en tres tipologías principales:

- **Estación motriz.** Esta estación contiene los equipos motrices. Normalmente es de mayor tamaño, ya que para facilidad de operación y

mantenimiento en esta se ubican los garajes de las cabinas y los cuartos de apoyo técnico.

- **Estación intermedia:** Generalmente esta es una estación de paso y no tiene equipos motores. Cumple la función específica de embarcar y desembarcar pasajeros. Esta estación normalmente duplica en tamaño a las estaciones extremas ya que las rampas de aceleración y desaceleración del sistema se tienen en ambos sentidos de circulación y en las extremas sólo en un sentido.

- **Estación intermedia en ángulo.** Con el fin de vincular espacialmente centralidades no alineadas, se han incluido ángulos en los trazados de los sistemas de cable, que permiten mayor cobertura del servicio. La implantación de equipos que permiten el giro del sistema hace que esta estación intermedia sea de mayor volumen.

- **Estación retorno.** Eventualmente se tienen equipos electromecánicos del sistema de cable y también es necesaria la presencia de personal operativo. Por general estas estaciones son más bajas que las intermedias porque no hay continuidad de la línea, ya que es el final del sistema. Adicionalmente, se pueden desarrollar en un solo piso ubicando la zona de abordaje a nivel de la vía.

f. Distribución de áreas

Para que las estaciones sean funcionales deben contar con áreas y espacios mínimos necesarios para los equipos técnicos, el personal operativo y los usuarios.

- **Acceso principal.** Incluye áreas de distribución de flujos, sistemas de circulación vertical, sistema de peaje y taquilla de venta de tiquetes.

- **Nivel de abordaje.** En este nivel se encuentra el canal de cabina, plataformas de abordaje y el cuarto de control.

- **Bajos de la estación.** Aprovechando los desniveles de los terrenos, los bajos se convienen en una zona útil para la ubicación de cuartos técnicos (subestación eléctrica, sistema de respaldo mecánico), zonas comerciales y equipamiento urbano.

g. Programa.

Obedece a los espacios requeridos para el funcionamiento de las estaciones. Aunque los cuartos pueden disminuir o aumentar de acuerdo con la necesidad técnicas y expectativas del propietario, a título ilustrativo en la tabla 3, se presentan algunos de los espacios que deben tenerse en cuenta en el diseño de los edificios de una instalación de cable.

Tabla 3. Cuartos requeridos para estaciones.

CUARTOS REQUERIOS PARA ESTACIONES			
ADMINISTRATIVOS	**OPERATIVOS**	**TÉCNICOS**	**FUNCIONALES**
Oficinas personal	Primeros auxilios	Garaje de cabinas*	Hall de ingreso
Sala de reuniones*	Seguridad física*	Taller reparaciones y herramientas	Puntos fijos ascensores y escaleras*
Punto de información*	Taquillas*	Zona de lavado de cabinas*	Circulación de cabinas
Servicios sanitarios personal interno	Cuarto de aseo*	Subestación eléctrica	Plataforma de abordaje
Cocineta*	Cuartos químicos*	Almacén	Área de colas (filas)
	Cuartos de control y potencia	Cuarto de tableros*	
		Zona de motores	

Los espacios listados son los recomendados, no obstante se señala con asterisco aquellos que, aunque siendo importantes para confort y eficiencia del personal interno de la estación, no son fundamentales para la operación el sistema.

Otros espacios asociados a las estaciones en el ámbito urbano son: plazoletas públicas, teatros al aire libre, locales comerciales, espacios comunitarios y/o institucionales, parques y otros que se generan en las áreas contiguas a las estaciones, como un aporte del proyecto al sector donde se ubica.

Los espacios mencionados deben priorizarse de acuerdo con el uso del sistema (transporte urbano, rural, o turístico), el dimensionamiento del sistema

(transporte masivo o rural), las restricciones normativas y la disponibilidad de recursos, pero considerando que no pueden eliminarse espacios que favorezcan la seguridad operativa o el buen servicio de transporte.

Es muy importante realizar todos los diseños requeridos, pero sólo los necesarios desde la perspectiva técnica y operativa y no cargar al proyecto espacios adicionales, con expectativas y usos diferentes que pueden incrementar los costos del proyecto haciéndolo incluso inviable.

h. Área de estaciones

Las áreas de estaciones dependen del tipo de sistema (rural, urbano o turístico), de la demanda de usuarios, del tipo de estación, del sistema electromecánico, del programa arquitectónico y de la estrategia operacional que se implemente (acceso directo a plataformas de abordaje, sistemas de colas previo al ingreso a plataformas, uso de escaleras como zona potencial de filas etc.). Por este motivo la definición de las áreas, que es un aspecto importante especialmente en su relación con los costos de inversión, debe ser estudiada en detalle para cada caso y no permite estimaciones desde el punto de vista técnico por la cantidad de variables que involucra.

i. Recomendaciones para el diseño arquitectónico

Aunque el diseño arquitectónico es subjetivo, se recomienda que las estaciones integren en su expresión arquitectónica elementos distintivos de la zona donde se emplace, presentando carácter, unidad expresiva y conceptual incluyendo además variaciones temáticas de tal forma que los edificios tengan una identidad propia y representativa a fin de favorecer la orientación de los usuarios. Se enuncian algunos criterios que se deben tener en cuenta:

- **Volumetría:** Si bien la volumetría está definida por requerimientos técnicos inevitables, se puede reducir su impacto: conservando distancias prudentes a las edificaciones contiguas (norma), diseñando la volumetría con proporciones armónicas y manejo del vacío, integrando la estructura como elemento compositivo del edificio y manejando superficies translúcidas.
- **Seguridad y durabilidad de elementos y acabados**: Todos los elementos y superficies de las estaciones se deben diseñar con formas y materiales resistentes al vandalismo, durables y de bajo costo de

mantenimiento, utilizando materiales y tecnologías convencionales disponibles en la región.

- **Fachadas:** Las fachadas de la estaciones deben ser abiertas en una proporción no menor del 60 %, tratadas con materiales transparentes pero resistentes e impermeables, que permitan una relación visual directa desde y hacia su interior.

j. Respuesta sostenible frente al entorno

Se deben realizar los diseños desde el concepto de Arquitectura Sostenible entendida como "aquella que garantiza el máximo nivel de bienestar y desarrollo de los ciudadanos y que posibilite igualmente el mayor grado de bienestar y desarrollo de las generaciones venideras y su máxima integración en los ciclos vitales de la naturaleza".

Para direccionar las edificaciones al concepto de la sostenibilidad se debe realizar el análisis y estudio, para cada caso en particular, de los siguientes aspectos:

- Lotes sostenibles, no inundables, con servicios públicos y sin fallas geológicas.
- Tratamiento adecuado de los suelos minimizando movimientos de tierra y direccionando las aguas.
- Estrategias de transporte procurando una distancia máxima de 600 m a medios de transporte público.
- Uso del agua. Reutilizar aguas lluvias o grises, por ejemplo diseñando techos con pendientes superiores a 30% para favorecer la recolección de aguas lluvias.
- Eficiencia energética.
- Energías renovables y renovables pasivas (aire, brisa, iluminación natural).
- Diseño de ventanas que propicien ventilación cruzada para lograr confort sin aires artificiales.

- Reutilizar materiales o productos de construcción y elegir materiales de la región a fin reducir tramos de transporte.

k. Tratamiento y diseño de elementos del corredor

Se designa "elementos del corredor" al espacio afectado por el eje del sistema, correspondiente a una franja de 7.5m a lado y lado del mismo y al manejo paisajístico y arquitectónico de los sitios de pilonas así como el diseño del espacio público de las vías de sobrevuelo.

Las pilonas de soporte del cable son elementos portantes de dimensiones y proporciones apreciables cuya implantación, por razones de mantenimiento, seguridad y estabilidad estructural y de suelos del sistema debe diseñarse de acuerdo con los siguientes criterios:

- Cuando la implantación de las pilonas sea en espacios privados, estos serán de una dimensión no menor de cuatro metros de lado y debe estar lo más cerca posible a una vía de acceso para facilitar el mantenimiento. Deben ser diseñadas como espacios públicos: pequeñas terrazas o áreas de permanencia con mobiliario y arborización.

- Cuando esta implantación sea sobre calzadas o andenes, se debe prever que no interfieran con la movilidad vehicular o peatonal de la zona o que se conviertan en elementos inseguros. Esta es una situación ideal para las pilonas por la facilidad que da para el mantenimiento y la mínima afectación de predios, pero debe garantizarse también su seguridad ante impactos de vehículos o acciones vandálicas.

- Se recomienda que las superficies de piso se traten con la misma especificación de los espacios públicos de las estaciones con el fin de generar una sensación de continuidad espacial.

2.9.2 Requerimientos

Se relaciona a continuación el material mínimo requerido para la fase referida:

a) Informe con el análisis de idoneidad técnica de los lotes elegidos para las estaciones.

b) Elaborar un cuadro con el programa arquitectónico, desde lo técnico y operativo de las estaciones de acuerdo con su función: transferencia, intermedia y motriz.

c) Presentar un cuadro general con el resumen de las áreas de las estaciones y de los terrenos a ocupar, identificando m^2 aproximados de las áreas de: lote, ocupación, niveles operativos y total construida.

d) Presentar un análisis con las medidas tomadas desde la arquitectura con el fin de aumentar el grado de "sostenibilidad" de los edificios y urbanismo, como una contribución sana para el planeta y la comunidad. Este documento es diferente al de las exigencias requeridas por autoridades ambientales.

e) Desarrollar los planos arquitectónicos a nivel de esquema básico, entregando la siguiente información:

- Localización general de las estaciones: Presentadas en planta y en perfil con escala variable de acuerdo con la longitud del corredor. Debe contener los niveles de ingreso peatonal e igualmente la delimitación de los lotes especificando el área mínima de desarrollo.

  Para cada una de las estaciones deben entregarse los siguientes planos, con sus correspondiente especificaciones generales.

- **Plantas**

  ✓ Localización: de la estación dentro del lote indicando sus conexiones a nivel rural o urbano con la infraestructura vial, redes peatonales e infraestructura existente. Deben indicarse, igualmente, los diferentes niveles de los bordes del lote y la solución del ingreso.

  ✓ Planta arquitectónica: por cada nivel a construir

- **Elevaciones**

  ✓ Fachada urbana (1): en sentido longitudinal al eje, en donde se observe la línea del cable cruzando las vías que enmarcan el lote, conservando los respectivos gálibos de seguridad.

  ✓ Dos fachadas: una en sentido transversal y otra en sentido longitudinal al eje de la línea del cable.

- ✓ Dos secciones: en sentido transversal y longitudinal mirando al lado opuesto al elegido para las fachadas,

Nota. Todos los planos deben cumplir con la reglamentación de los POT vigentes locales y/o las disposiciones especiales de la oficina de planeación o autoridad competente.

Se debe insertar, en las plantas y secciones correspondientes, la topografía y el diseño electromecánico, para garantizar su correspondencia y funcionalidad.

2.9.3 Formato

Formato 2. 9. Estudio arquitectónico.

Módulo 2:	**Preparación**			
Formato 2.9:	**ESTUDIO ARQUITECTÓNICO**			
1. Información suministrada			**SI**	**NO**
1.1 Informe de idoneidad en la elección del lote				
1.2 Informe del programa arquitectónico				
1.3 Cuadro resumen de aéreas por estación				
1.4 Informe de la propuesta de sostenibilidad de los edificios				
1.5 Localización general de estaciones – Planta				
1.6 Localización general de estaciones – Perfil				
1.7 Planta de cada estación con el planteamiento urbano				
1.8. Planta por cada nivel diseñado (ingreso-intermedios-plataforma)				
1.9 Una fachada urbana longitudinal				
2.0 Dos fachadas del edificio – transversal y longitudinal				
2.1 Dos secciones del edificio – transversal y longitudinal				
2. Resultados del estudio				
	Estaciones			
Áreas m²	Motriz	Intermedia 1	Intermedia 2	Retorno
Lotes de intervención				
Construcción de edificios				
Ocupación lote				
Describa brevemente al menos 4 medidas de manejo sostenible a implementar en los edificios.				
Lotes				
Pendiente crítica longitudinal			**%**	
Retorno – transferencia				
Intermedia 1				
Intermedia 2 (ángulo)				
Motriz				
Cuartos (SI o NO)				
Servicios sanitarios de personal interno		Almacen		
Circulación de cabinas		Primeros auxilios		
Subestación eléctrica		Control y potencia		
Taller de reparaciones y herramienta		Zona de motores		
Hall de ingreso		Plataforma de abordaje		
Área de colas (filas)				

2.10 ESTUDIO DE INGENIERÍA: ESTRUCTURALES, HIDROSANITARIOS Y ELÉCTRICOS

2.10.1 Conceptualización

a. Componentes del estudio de ingeniería

Las obras de ingeniería civil que se ejecutan de un proyecto de cable son básicamente la construcción de edificios de estaciones, las fundaciones de pilonas y equipos, la adecuación de redes de servicio público existentes en la zona del proyecto (acueducto, alcantarillado, energía, gas, comunicaciones), la construcción y adecuación de vías, obras de mitigación ambiental y obras de urbanismo.

Para poder determinar la magnitud de las obras civiles de un proyecto de transporte por cable aéreo, será necesario contar además de los resultados arrojados por los estudios topográficos y geotécnicos, con los prediseños electromecánicos y arquitectónicos, los cuales nos permitirán conocer los requerimientos y tipos de obras civiles necesarias.

Una vez se cuente con las cargas estimadas que deberá soportar el sistema, arrojados por los prediseños electromecánicos y arquitectónicos de las estaciones y urbanismo del proyecto, se podrá proceder a la elaboración por parte de especialistas de los prediseños estructurales de edificios y cimentaciones y de los prediseños de las instalaciones eléctricas e hidrosanitarias de las edificaciones y zonas de urbanismo.

Con el concurso de los especialistas en la materia se debe buscar un criterio técnico claro que permita un dimensionamiento básico de las instalaciones con fines de presupuestación de las obras, pero, en esta etapa de profundidad no se pide el procesamiento de modelos matemáticos que se utilizan para fases más detalladas de los estudios.

Para la elaboración de los prediseños eléctricos e hidrosanitarios, será de utilidad contar con información sobre la existencia, capacidad y calidad de las redes de servicios públicos existentes en la zona del proyecto, con el fin de evaluar las condiciones físicas en busca de una optimización en la futura conexión de las redes de acueducto, alcantarillado, eléctrico, telefónica, fibra óptica, entre otras.

Para cualquier instalación es importante tener claridad sobre las distancias de toma de la energía eléctrica trifásica para el accionamiento motriz, ya que si el suministro de esta se encuentra muy retirado se podrían generar costos considerables por el tendido de estas redes. De la misma forma, aunque no es tan crítico como la energía eléctrica, debe verificarse la disponibilidad de acometidas cercanas de acueducto y alcantarillado.

Todos los prediseños de redes de servicios públicos deben hacerse en coordinación con la empresa municipal correspondiente y se deberá gestionar ante la misma todo el proceso necesario para la elaboración de ésos y su aprobación final, siendo de responsabilidad del diseñador verificar, corroborar y complementar los datos técnicos suministrados.

En general todos los prediseños deberán garantizar calidad, estabilidad y funcionalidad y deberán abarcar las labores inherentes al ejercicio de la ingeniería necesarias para el desarrollo de las obras a ejecutar, contemplando estrictamente el cumplimiento de la normatividad existente para cada disciplina.

La información arrojada por estos prediseños será un insumo fundamental para los cálculos de presupuesto de las edificaciones del proyecto y para el desarrollo de las obras de construcción de fundaciones, estructuras y superestructura de las estaciones y pilonas, obras de implementación de redes de servicios públicos en estaciones, plazoletas y demás obras de acercamiento y acceso a las edificaciones así como de las instalaciones internas y externas de redes de servicios.

En general las obras de ingeniería de un sistema de cable son similares a las de una obra de infraestructura civil convencional, considerando sólo como elementos diferentes y exclusivos del sistema de cable, las estructuras de soporte de equipo en estaciones y el suministro de potencia eléctrico del sistema motriz:

- **Estructuras de soporte de las estaciones electromecánicas**. Consiste en el conjunto de las fundaciones de columnas y las columnas propiamente de sostenimiento de los equipos electromecánicos en las estaciones. Su cálculo obedece a las cargas que según los prediseños electromecánicos deberán ser soportadas por el sistema, incluyendo el peso de los equipos electromecánicos de las estaciones y la tensión que genera la tracción de los cables tractor y/o portador.

Aunque estas obras se ejecutan generalmente al mismo tiempo que las fundaciones para los edificios de las estaciones, su construcción es independiente de éstas y es posible que dentro de la programación de la obra puedan manejarse como obras prioritarias según la necesidad del cronograma del montaje electromecánico.

- **Suministro de potencia eléctrica del sistema de cable.** Especial consideración debe tener la definición del suministro eléctrico requerido por el sistema electromecánico y los equipos necesarios para su manejo y control, cuyo centro es la estación Motriz, la cual debe contar con espacios especialmente considerados para albergar los equipos electromecánicos principales: motores principales generalmente de corriente alterna, motor de socorro (diesel) y motores auxiliares del sistema. Igualmente, los armarios de potencia y control de cada uno de los motores principales y los tableros auxiliares. Así mismo todas las estaciones del sistema deben contar con sitios adecuados para ubicación de las subestaciones eléctricas.
  El planteamiento eléctrico debe contemplar sistemas de protección contra descargas atmosféricas "Apantallamiento" y como protección de las subestaciones se deben tener mallas de puesta a tierra.

  Para la elaboración de los prediseños eléctricos en general se debe tener en cuenta la normatividad vigente correspondiente al Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas, RETIE, la norma NTC 2050, el reglamento de alumbrado público RETILAP y en general recomendaciones de estándares internacionales para este tipo de proyectos, enfocados en la seguridad de las personas, de los equipos y en una adecuada operación de los sistemas.

b. Actividades incluidas en las obras civiles

En la tabla 4 se presentan en forma genérica y global las principales actividades que deben ser consideradas y costeadas en el desarrollo de las obras civiles de un sistema de cable.

Tabla 4. Listado general para la elaboración de un presupuesto de obras civiles

ITEM	DESCRIPCIÓN
Preliminares	Desmontes, talas, campamentos, entre otros.

ITEM	DESCRIPCIÓN
Demoliciones	Estructuras en concreto, en mampostería, vías y otras.
Movimiento de tierras	Excavaciones a mano o a máquina, llenos con diferentes materiales y otros.
Concretos	Subestructura, Estructura, superestructura, etc.
Aceros	De refuerzo, estructural, etc.
Mampostería	Sobrecimientos, mampostería estructural y no estructural, etc.
Cubierta y cielos	Cubierta de estaciones, cielos falsos, etc.
Revoques, estuco, pintura y enchapes	Muros interiores, fachadas, baños, etc.
Pisos	Piso en baldosa, zócalos, pisos especiales, línea amarilla de seguridad, peldaños y otros.
Carpintería metálica	Puertas, cortinas metálicas, cerramientos, celosías, mesones, ventanearía, espejos, módulos metálicos, y otros a considerar.
Accesorios y adecuaciones	Caja fuertes, gabinetes, aire acondicionado, mesón de taquilla, etc.
Redes de acueducto y alcantarillado	Acometidas, cajas, salidas sanitarias, tuberías, accesorios, tanques, pozo séptico, etc.
Accesorios y adecuación baños	Aparatos sanitarios, lavamanos, orinales, canillas, entre otros
Sistema de alumbrado y fuerza	Tomacorrientes, luminarias, postes, tuberías, cajas, conductores, etc.
Sistema de potencia	Subestación eléctrica, acometidas, grupo electrógeno, bandejas portacables, cajas, etc.
Sistema de apantallamiento y puesta a tierra	Cables, electrodos, uniones, conectores, cajas, etc.
Red de voz y datos. Comunicaciones	Racks, salidas de voz y datos, tuberías, etc.
Equipos de transporte de pasajeros en estaciones	Ascensores, rampas y escaleras eléctricas, etc.

c. Insumos de los estudios de ingeniería

Para el desarrollo de estos estudios, se requiere el levantamiento de información secundaria de las redes existentes, para lo cual será de gran utilidad la investigación en las oficinas de entidades prestadoras de servicios públicos en la zona, los estudios existentes sobre el tema en las Secretarías de Planeación y Obras Públicas del municipio y demás entidades que puedan tener información confiable sobre la zona.

La información secundaria consultada deberá comprender al menos:

a) Estudios sobre la existencia de redes de servicios públicos en la zona (acueducto, alcantarillado, redes eléctricas, telefónicas, fibra óptica).

b) Caracterización de la calidad y capacidad de las redes existentes.

c) Ubicación de las redes en la zona con respecto al sitio del proyecto.

Esta información deberá complementarse con visitas a la zona de ubicación del proyecto con el objetivo de obtener información preliminar, por observación directa y toma de datos en campo y registro fotográfico.

2.10.2 Requerimientos

Para verificar la adecuada elaboración de los estudios de ingeniería y teniendo presente la consideración de que el nivel de profundidad de éstos en la fase actual es de PREFACTIBILIDAD BÁSICA, se solicita al proponente la presentación de los estudios que se listan a continuación.

Dichos estudios deberán ser elaborados por expertos en las diferentes disciplinas y en ellos se deberá proponer un prediseño básico de los diferentes sistemas y redes a utilizar con sus respectivos esquemas y a manera de estimativo se considerarán las cantidades de obra y su valoración. Dichos estudios serán objeto de mayor profundidad en una instancia posterior de desarrollo del proyecto.

a) Informe de estudio estructural básico, para las estructuras civiles de estaciones, pilonas y de soporte de equipos electromecánicos en estaciones.

b) Informe de estudio hidrosanitario básico, para redes en estaciones.

c) Informe de estudio eléctrico básico, para acometidas de estaciones y equipos eléctricos de potencia y control del sistema electromecánico.

Estos informes deberán contener los resultados de los trabajos elaborados, especificando la normatividad bajo la cual se trabajó en cada una de las disciplinas, los cuadros de cantidades de obra estimadas con su correspondiente valoración y los planos con los esquemas planteados por cada disciplina, los cuales deberán conservar la misma escala de los planos arquitectónicos.

2.10.3 Formato

En el Formato 2. 10. Debe presentarse el estudio de ingeniería realizado.

Formato 2. 10. Prediseños estructurales, hidrosanitarios y eléctricos.

Módulo 2:	**Preparación**		
Formato 2.10:	**PREDISEÑOS ESTRUCTURALES, HIDROSANITARIOS Y ELÉCTRICOS**		
1. Información suministrada		**SI**	**NO**
1.1 Información secundaria de redes de servicio público existentes.			
1.2 Informe de prediseño estructural.			
1.3 Informe de prediseño hidrosanitario.			
1.4 Informe de prediseño eléctrico.			
2. Resultados del estudio			
2.1 Planos esquemáticos para cada disciplina			
2.2 Cantidades de obra y presupuestos estimados			
2.3 Especificaciones preliminares de obra			

2.11 ESTUDIO ADMINISTRATIVO

2.11.1 Conceptualización

El estudio administrativo consiste en determinar los aspectos que se deben tener en cuenta para la administración eficiente del sistema, tales como el modelo de gestión empresarial y operativa, y sus derivados funcionales: la estructura organizacional, los procesos de operación y mantenimiento, y las responsabilidades legales, laborales, y fiscales.

A continuación se relacionan los elementos principales que se deben tener en cuenta en la elaboración del estudio administrativo.

a. **Definir el modelo de gestión empresarial.** Se debe definir la forma legal con la cual se va a operar el sistema, es decir si será una empresa pública, privada o mixta, lo cual marca el tipo de organización y los cargos en la parte operativa.

b. **Definir el esquema operativo del sistema y nivel de servicio.** Para cuantificar las necesidades de personal y demás aspectos logísticos de un servicio de transporte, la administración del sistema debe definir el horario de prestación del servicio, que variará de acuerdo con su vocación: para sistemas urbanos se esperará que sean jornadas largas y continuas todos los días de la semana, desde las primeras horas de la mañana hasta altas horas de la noche; para los cables rurales deberá atender básicamente las horas pico típicas de desplazamiento de la población hacia los centros de trabajo, estudio o movimiento de productos y en cables turísticos dependiendo de las demandas recreativas que se tengan, siendo normal operaciones desde la media mañana hasta inicios de la noche.

   Otro aspecto que impacta los costos de operación es el horario para mantenimiento, que en los cables urbanos deberá hacerse en horas de la madrugada, para no afectar el servicio, y en los rurales y turísticos puede hacerse en horario diurno, asignando un día específico de la semana sin operación comercial.

   También debe definirse el manejo de la venta de boletos, con personal en taquillas, máquinas expendedoras o venta externa en locales comerciales privados, etc. y otras acciones que pueden demandar personal adicional para atención de los usuarios como personal de ayuda al ingreso a cabinas, informadores, primeros auxilios y seguridad. En este último punto

es importante la gestión con las autoridades que manejan el tema (policía, ejército) para garantizar la seguridad física del sistema y de los usuarios y reducir costos de vigilancia privada.

c. **Definir la estructura organizacional.** Teniendo claro el modelo de gestión se puede pasar a la elaboración de la estructura organizacional, en la cual se establecen los puestos de trabajo requeridos para operar el proyecto y así garantizar la eficiencia en las operaciones del día a día, esta estructura debe ser clara y coherente, identificando las funciones y responsabilidades de cada uno de los funcionarios requeridos para la operación y administración del sistema de cable.

d. **Planta administrativa.** Esta depende del modelo de gestión asumido y básicamente debe cubrir las funciones normales de una empresa de servicio: Dirección General y áreas de Planeación, Operaciones, Finanzas y Tesorería, Administración de Personal, Jurídica o Secretaría General, Servicios Generales y, en el caso de ser públicas, las funciones de Control Interno (Ley 87 de 1993) y control Interno Disciplinario (Ley 734 de 2002).

El esquema administrativo de personal es un aspecto que debe mirarse con cuidado, ya que debe buscarse el cumplimiento de las funciones referidas, pero generando los menores costos. Así, especialmente para cables rurales y de pequeño formato, una buena práctica podría ser vincular las labores administrativas a los cargos existentes en la oficina municipal relacionada (si fuera pública) o a la de una empresa ya constituida del sector de transporte (si fuera privada).

e. **Planta de personal técnico para la operación y el mantenimiento.** La utilización de la tecnología de cable aéreo tiene una funciones específicas que deben preverse en la definición de la planta de personal técnico, sin embargo, sólo la experiencia que se vaya adquiriendo en la operación y el mantenimiento de la instalación es la que permite definir, dependiendo de los volúmenes de usuarios y la cantidad de puntos de atención (estaciones), el personal que se requiere en cada sistema.

De acuerdo con la funcionalidad, tamaño, horario, volumen de usuarios y nivel de servicio de la instalación se requiere cubrir las siguientes labores específicas:

- Dirección técnica de la instalación (operación y mantenimiento). Esta es la acción de mayor responsabilidad del sistema y deberá estar en manos de un profesional de la ingeniería mecánica, eléctrica o afín.

- Coordinación de la operación y el mantenimiento. Comprende el diseño y seguimiento del plan de mantenimiento, la coordinación de las acciones correctivas, preventivas y predictivas del cable, la gestión de compras técnicas y el manejo de personal de operación y mantenimiento, entre otras. De acuerdo con el tipo y tamaño de la instalación se deberá contar con ingenieros y/o tecnólogos de las disciplinas mecánica, eléctrica y electrónica.

- Conducción de la instalación. En la estación motriz del sistema se debe contar con un controlador del sistema, quien será el único responsable de poner en marcha y/o detener el equipo motriz, supervisando el control automático de la instalación y tomando decisiones de acuerdo con la situación de momento en cada estación (riesgos de usuarios, evento ambiental o de seguridad, acción correctiva, etc). Como apoyo al conductor de la instalación se debe contar también con un operador técnico en cada estación del sistema. Para su labor cada estación cuenta con un cuarto con control visual ubicado sobre las plataformas de abordaje denominado "cuarto de control". El perfil de estos conductores debe ser de Tecnólogo o Técnico, ya que debe realizar eventualmente acciones de manejo técnico de la instalación.

- Operación de la estación. Debe contarse con un funcionario encargado del manejo operativo y la prestación del servicio en cada estación, que supervise los horarios de apertura y cierre de la estación, la venta y recaudo de boletería, el servicio de seguridad y aseo y maneje en general la imagen institucional de la empresa administradora del sistema. El perfil de esta persona es preferiblemente administrativo.

- Asistencia a los usuarios en el abordaje y desabordaje de los vehículos. Aunque en general los sistemas de cable tienen una operación controlada, es una práctica de seguridad y buen servicio el disponer de personal auxiliar para ayudar a los usuarios (especialmente niños y personas mayores) en el ascenso y descenso de los vehículos y además asegurar que se cumplan las restricciones de pasajeros y/o carga permitida por cabina y se cuente en cada momento con las mejores condiciones físicas para el uso de estas. El perfil es de una persona de servicios generales.

- Labores de mantenimiento regular de la instalación. De acuerdo con el tamaño y disponibilidad exigida al sistema, se debe contar con

personal para los trabajos de mantenimiento mecánico, eléctrico-electrónico del sistema y también de las obras civiles en general. Para esta función se debe contar con tecnólogos ó técnicos de las disciplinas relacionadas.

- Venta de boletos de transporte. Según las políticas adoptadas para la comercialización de tiquetes del sistema, se debe contar con Informadores - vendedores para esta labor. El perfil de este personal es de bachiller.

- Seguridad y aseo de las instalaciones. Para brindar un buen servicio de transporte es importante garantizar la disponibilidad de estaciones seguras y limpias. En la parte de seguridad se puede contar con vigilancia pública (Policía Nacional) o privada y en el servicio de aseo se debe atender los espacios públicos, zonas técnicas y cabinas.

El personal requerido depende del tamaño del sistema, por eso si es un cable pequeño se pueden fusionar actividades con el fin de disminuir los costos operativos, siempre y cuando no se ponga en riesgo la integridad del sistema.

Se recomienda estudiar y aplicar los índices de administración de personal (IAP) para cada cargo, considerar el total de horas laborales por mes, la jornada laboral y la disponibilidad necesaria de acuerdo con los indicadores de horas extras, incapacidades, permisos, licencias, capacitaciones, entre otras. Debe tenerse presente que por ser un servicio de transporte, debe operarse todos los días de la semana, en jornadas largas (cerca de 18 horas en cables urbanos), de fin de semana e incluso en horas nocturnas.

Para el caso de la vigilancia es recomendable realizar convenios con la Policía Nacional con el fin de reducir los costos derivados de esta actividad. Así también para el manejo de los aspectos comunitarios y de sensibilización social, es conveniente definir una estrategia de manejo unida a las campañas sociales de la alcaldía, para permitir un trabajo coordinado con las entidades promotoras de turismo y un ahorro importante de recursos.

2.11.2 Requerimientos

Para verificar la adecuada elaboración del estudio administrativo, el proponente deberá:

- Presentar un documento con el estudio administrativo, en el cual se presente el modelo propuesto de gestión empresarial, el esquema operativo del sistema, estructura organizacional y planta de cargos estimados, con su costo asociado.

2.11.3 Formatos

Formato 2. 11. Estudio administrativo.

Módulo 2.	**Preparación**							
Formato 2.11.	**ESTUDIO ADMINISTRATIVO**							
1. Información suministrada							**SI**	**NO**
Documento con el estudio administrativo, en el cual se presenta el modelo propuesto de gestión empresarial, el esquema operativo del sistema, estructura organizacional y planta de cargos estimados, con su costo asociado.								
2. Resultados del estudio								
2.1. Modelo empresarial								
Empresa:	Pública:		Privada:		Mixta:		Otra (¿cuál?):	
2.2. Esquema Operativo								
Horario de servicio:					Días de operación por semana			
Horas de servicio en un día típico					Días de servicio al Año			
2.3. Planta de personal								
Administrativo:	Cantidad				Costo anual:			
Técnico:	Cantidad				Costo anual:			

2.12 ESTUDIO FINANCIERO

2.12.1 Conceptualización

El estudio financiero está integrado por elementos cuantitativos que permiten decidir la conveniencia o no de ejecutar un proyecto. En él se resume el resultado de las inversiones requeridas, los ingresos y egresos esperados por el proyecto y las percepciones sobre la rentabilidad deseada por los inversionistas. Los indicadores financieros de resultado (Valor Presente Neto – VPN y Tasa Interna de Retorno - TIR) nos muestran la rentabilidad financiera y se constituyen en un elemento en la toma de decisiones para ejecutar un proyecto.

En la elaboración del estudio financiero para un sistema de cable aéreo de transporte de pasajeros se deben tener en cuenta los siguientes aspectos.

a. **Elaboración del Presupuesto de Inversión.** Como resultado de cada uno de los estudios técnicos ejecutados para el proyecto se construye el presupuesto de inversión, conformado en forma global por los presupuestos de obras civiles, equipos electromecánicos y otras inversiones.

   La sumatoria de estos presupuestos se llevan al flujo del proyecto como inversiones en el año cero (0).

   a) **Presupuesto de obras civiles.** En este rubro se deben incluir todos los ítemes relativos a la construcción de las edificaciones, el urbanismo del proyecto y demás obras anexas necesarias para el sistema. A nivel general se deberán considerar los siguientes cuatro grandes grupos:

      - Construcción de estaciones.
      - Estructuras de concreto para soporte de equipos en estaciones.
      - Obras de urbanismo.
      - Otras obras civiles (adecuación de redes, obras de estabilización, vías, entre otras)

      Para la elaboración del presupuesto, en cada uno de los grupos anteriores, se deberá considerar los elementos y actividades que se presentaron en la tabla 4 del numeral 2.10 Estudio de Ingeniería.

El presupuesto, para efectos de una contratación, se puede presentar en un formato similar al que se anexa a continuación. En éste se hace la descripción de los ítemes, se especifica la unidad de medida para cada ítem valorado y se presenta un cálculo preliminar de las cantidades de obra con su valor unitario.

PROYECTO CABLE AÉREO
FORMULARIO DE CANTIDADES
FORMULARIO N°1: OBRAS CIVILES

1.1 CONSTRUCCIÓN DE ESTACIONES
1.1.1 EDIFICIO ESTACIÓN 1

No.	ITEM	Un	Cantidad	Valores en CO$	
				Vr. Unitario	Vr. Parcial
1					
2					
3					
	Subtotal				$

b) **Presupuesto de equipos electromecánicos.** En este rubro se deben incluir todos los elementos constitutivos de la tecnología de cable aéreo, sus costos asociados y los equipos auxiliares para la operación y el mantenimiento, que en general son:

- **Equipos electromecánicos del cable**

En el numeral 2.8.1d se presentó un listado de los elementos que constituyen el suministro principal de la instalación electromecánica y los costos asociados, que deben presupuestarse bajo el concepto de equipos electromecánicos del sistema de cable.

Debe tenerse en cuenta la modalidad de entrega de los productos en el caso de las importaciones, de acuerdo con la clasificación incoterm, con términos como FOB (Free On Board– puesto en el muelle del puerto convenido. El vendedor no asume ningún costo asociado al transporte), CIF (Cost, Insurance and Freight – el vendedor aume el coste, seguro y flete. El puerto de destino es convenido), Ex Work(En puerta de fábrica) y DDP (Delivered Duty Paid. El vendedor entrega el

producto en el lugar de destino convenido) que indican en donde termina la responsabilidad del proveedor y empieza la del comprador, que debe por lo tanto asumir costos de Embalaje, fletes y seguros.

El presupuesto, para efectos de una contratación, se puede presentar en un formato similar a este:

PROYECTO DE CABLE

FORMULARIO DE CANTIDADES

2.1 PRESUPUESTO EQUIPOS ELECTROMECÁNICOS DE CABLE

ACTIVIDAD	Un	Cant.	Valores en EUROS		Valores en CO$	
			Vr. Unit.	Vr. Parcial	Vr. Unit.	Vr. Parcial
Estación motriz	Glo.					
Garaje de cabinas	Glo.					
Estaciones intermedias	Glo.					
Estación de retorno	Glo.					
Equipos de línea	Glo.					
Grupo de seguridad y control						
Cable	un					
Cabinas de pasajeros	un					
Cabina de inspección	un					
Varios(equipos de salvamento, acompañamiento técnico, estudios, etc)	Glo.					
Repuestos	Glo.					
Herramientas	Glo.					
SUBTOTAL (Suministro Ex-works)						
Gastos Transportes y seguros, Nacionalización e impuestos	Glo.					
Valor DDP						
Total Formulario						

- **Equipos auxiliares.** Subestaciones eléctricas, sistemas de peaje, megafonía, radios operativos, alarmas, Circuito cerrado de televisión. etc.

c) **Otras inversiones.** En el cálculo de las inversiones del proyecto deben incluirse algunos costos y gastos inherentes a la gestión del proyecto, como:

- **Adquisición de predios y servidumbres.** De acuerdo con la metodología planteada en el estudio predial, deben estimarse los costos de los predios que requiere el proyecto de acuerdo con su valor comercial y adicionalmente los reconocimientos por efectos sociales (prima por reubicación, por afectación de negocio familiar, por ajuste a Unidad Básica de Vivienda, etc), los costos por avalúos previos a la compra y los gastos de estudio de títulos y gestión predial para legalización de las compras.

- **Interventoría.** Debe considerarse la supervisión técnica de la obra por parte de profesionales conocedores del tema técnico, para garantizar que se realice de acuerdo con las especificaciones previamente elaboradas y de las mejores prácticas de la ingeniería. Para las entidades públicas la contratación de la interventoría es de obligatorio cumplimiento.

  El cálculo de los costos de interventoría depende de los frentes de trabajo que deban abrirse, el plazo contractual de la obra y su complejidad. Como una aproximación preliminar en algunos casos se estima su costo en un 5% del valor de las obras civiles, pero lo mejor es hacer un estudio de mercado con firmas de experiencia en la materia. Este trabajo demanda de la participación de profesionales de la Ingeniería civil, mecánica, eléctrica, ambiental, salud ocupacional, entre otros, arquitectura, geología y el apoyo de inspectores de obra en construcción civil y montajes electromecánicos, en general.

- **Montaje electromecánico.** es un rubro básico que debe considerarse en la obra, como el encargado de instalar los equipos en las estaciones y en la línea (pilonas) y garantizar el correcto alineamiento y ajuste de ellos. Como una referencia en cálculos elementales se estima su costo entre el 3 y el 5% del valor de los equipos, pero lo más adecuado es hacer un presupuesto con firmas expertas.

- **Estudio y diseños de detalle.** Para la definición de los presupuestos de detalle y el control de la obra deben complementarse los estudios técnicos básicos con diseños de detalle de las obras civiles y los equipos electromecánicos. Su costo se calcula con las firmas que trabajan en cada especialidad.

- **Gestión social, ambiental y comunicacional.** Estas labores deben contemplarse en la fase previa al inicio de las obras y durante su ejecución, ya que en muchos casos constituyen la clave de éxito de los proyectos. Su costo se calcula estimando un número de profesionales que debe de desarrollarla, los plazos de la obra y los insumos para desarrollar las labores.

- **Gravámenes de contratación.** Los pagos tributarios (4x mil, IVA, Industria y comercio, etc) son rubros en la mayoría de los casos considerables y que deben estar incluidos dentro de los costos de preinversión, lo mismo, en algunos casos, del costo de manejo de los recursos por parte de

entidades fiduciarias.

b. **Cálculo de Ingresos operativos.** Los ingresos de un proyecto de cable están definidos por:

a) **Demanda de usuarios.** Este es el principal rubro de ingresos y la base justificativa de la aprobación del proyecto. Para efectos del estudio financiero es recomendable tomar un escenario racional basado en el estudio del mercado realizado y definir una tarifa competitiva con las tarifas del transporte convencional (si es urbano) o con la capacidad adquisitiva y la disponibilidad de pago de la comunidad (si es rural ó turístico).

b) **Otros Ingresos.** Debe evaluarse la posibilidad de generar otras entradas al proyecto, por la vía de la gestión comercial, publicitaria o de subsidios recibidos. También para efectos de la evaluación financiera deben incluirse el rubro de ingresos financieros.

El resultado del rubro de ingresos definidos en el estudio se lleva al flujo del proyecto en el año 1 y se proyectan al horizonte de evaluación (normalmente de 20 años) con la tasa de crecimiento de la demanda esperada para el escenario futuro y a valores constantes para la tarifa y otros ingresos.

c. **Cálculo de egresos operativos (costos y gastos).** Para la evaluación financiera deben tomarse los costos de operación y mantenimiento, los gastos generales (papelería, aseo y cafetería, servicios públicos, capacitaciones, etc) impuestos periódicos (industria y comercio) y gastos contables (depreciaciones y amortizaciones).

- **Costos de operación y mantenimiento.** En los sistemas de cable estos costos se componen de los costos de personal (operación, mantenimiento, puntos de venta, entre otros), costos de mantenimiento (repuesto, consumible) y costos asociados (servicios públicos, vigilancia, seguros, etc.). En el numeral 2.8.1 se hace una relación de los principales aspectos asociados con la operación y mantenimiento, que deben cuantificarse para la evaluación financiera del proyecto.

El resultado del rubro de egresos definidos en el estudio se lleva al flujo del proyecto en el año 1 y se proyectan al horizonte de evaluación a valores constantes.

d. **Definición de fuentes de financiamiento.** De acuerdo con la expectativa de ejecución del proyecto debe plantearse un ejercicio de fuentes de financiamiento esperadas para la inversión y para la operación del sistema: del dueño del proyecto, aportes de la región, aportes de la nación, recursos de crédito, etc. De acuerdo con lo plantado debe incluirse la información en el flujo de caja del proyecto.

e. **Elaboración del flujo de caja del proyecto.** El flujo de caja es la representación de los ingresos y egresos que una alternativa puede tener durante el horizonte de evaluación de la misma, con la característica que el ingreso o egreso se debe registrar en el momento exacto en el que se realiza la erogación monetaria (contabilidad de caja).

   En los estudios se debe complementar el flujo de caja del proyecto en un horizonte de evaluación de 20 años

f. **Cálculo de los indicadores financieros del proyecto.** Una vez realizado el flujo de caja se calculan los indicadores financieros: VPN y TIR, los cuales nos indican el comportamiento financiero del proyecto.

g. **Cronograma del proyecto.** Es importante tener claridad sobre los tiempos que demandan todas las actividades planteadas en el proyecto, por lo cual se debe hacer un cronograma ajustado que incluya las fases de preparación, gestión de recursos, ejecución y operación del proyecto.

   Aunque en este manual se presenta casi al final este requerimiento, es claro que la elaboración del cronograma es una actividad inherente a cada estudio, ya que de los plazos establecidos por actividad generan costos que deben estar incluidos en el proyecto, ya sea en la preinversión o en la ejecución e igualmente en los ingresos y egresos del proyecto.

2.12.2 Requerimientos

Para cumplir la elaboración del estudio financiero, el proponente deberá entregar un documento que contenga:

a) Formato 2.12. A. Presupuesto de inversión del proyecto.
b) Formato 2.12. B Costos de operación y mantenimiento.
c) Formato 2.12. C. Esquema de financiamiento de proyecto.
d) Formato 2.12. D Flujo de caja del proyecto. (flujo de caja) con los indicadores financieros de resultado VPN y TIR.
e) Formato 2.12. E. Cronograma de proyecto.

2.12.3 Formatos

Formato 2.12. A. Presupuesto de inversión del proyecto.

Módulo 2:	Preparación	
Formato 2.12A.	PRESUPUESTO DE INVERSIÓN DEL PROYECTO	
	ITEM	Total millones de CO$
1.	OBRAS CIVILES	
1.1	CONSTRUCCIÓN DE ESTACIONES	
	Estación Motriz	
	Estaciones Intermedia 1	
	Estación intermedia n	
	Estación retorno	
1.2	OTRAS OBRAS CIVILES	
	Estructuras de soporte de equipos	
	Fundaciones de Pilonas	
	Reubicación de Redes de Servicios Públicos	
1.3	URBANISMO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS	
	Urbanismo externo estaciones	
	Urbanismo pilonas	
	Compensación ambiental	
2.	EQUIPOS ELECTROMECÁNICOS	
2.1	EQUIPOS ELECTROMECÁNICOS DE CABLE	
	Sistema Básico	
	Cabinas	
	Pilonas (Equipos de línea)	
	Garaje de cabinas	
	Subestaciones eléctricas	
2.2	ARANCELES Y GASTOS DE IMPORTACIÓN	
2.3	OTROS EQUIPOS AUXILIARES	
	Sistema de peajes	
	Megafonía y CCTV	
	Otros equipos supervisión (radios, redes, relojes,)	
3.	OTRAS INVERSIONES	
	Adquisición de predios y servidumbres	
	Interventoría	
	Gerencia del proyecto	
	Montaje electromecánico	
	Estudios y diseños	
	Gestión social y comunicacional	
	Gravámenes contratación	
	Otros preoperativos	
	TOTAL	
	Participación de la industria nacional	%

Formato 2.12. B Costos de operación y mantenimiento.

Módulo 2:	**Preparación**
Formato 2.12B:	**COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

ITEM	COSTO ANUAL
PERSONAL OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	
Personal de dirección técnica	
Personal de Operación	
Personal de mantenimiento	
COSTOS DE MANTENIMIENTO	
Elementos de estaciones	
Elementos de línea	
Elementos de cabinas	
Consumibles	
Estudios predictivos	
Inspecciones periódicas	
Mantenimiento de instalaciones físicas	
Gastos de transporte	
CONSUMO DE ENERGÍA	
Consumo energía eléctrica sistema de cable	
COSTOS DE SEGUROS	
Seguros para la operación del sistema	
GASTOS GENERALES	
Aseo de estaciones y cabinas	
Servicios públicos estaciones	
Vigilancia física	
COSTOS TOTALES ESTIMADOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	

Formato 2.12. C. Esquema de financiamiento de proyecto.

Módulo 2:	**Preparación**					
Formato 2.12C.	**ESQUEMA DE FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO**					
1. Etapa de preinversión						
Entidad (1)	**Tipo de entidad (2)**	**Concepto de inversión (3)**	**Valor de inversión(4)**			
			20__	**20__**	**20__**	**20__**
2. Etapa de Inversión						
Entidad (1)	**Tipo de entidad (2)**	**Concepto de inversión (3)**	**Valor de inversión(4)**			
			20__	**20__**	**20__**	**20__**
3. Etapa de Operación						
Entidad (1)	**Tipo de entidad (2)**	**Concepto de inversión (3)**	**Valor de inversión(4)**			
			20__	**20__**	**20__**	**20__**

Formato 2.12. D Flujo de caja del proyecto.

Módulo 2:	**Preparación**			
Formato 2.11D:	**FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO**			
		0	**1**	**2**
	VENTAS			
-	Costos Variables			
=	Margen de contribución			
-	Costos Fijos			
-	Depreciación			
-	Amortización de diferidos			
=	Utilidad operativa antes de impuestos			
-	Provisión impuestos			
=	Utilidad operativa después de impuestos			
+	Depreciación			
+	Amortización de diferidos			
-	Inversión adicional Capital de Trabajo			
+	Valor liquidación capital de trabajo			
	VPN			
	TIR			
	FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO			

Formato 2.12. E. Cronograma de proyecto.

Módulo 2:	**Preparación**				
Formato 2.11E:	**CRONOGRAMA DEL PROYECTO**				
Actividades	**Año 0**	**Año 1**	**Año 2**	**.....**	**Año 20**
	20__	**20__**	**20__**	**.....**	**20_n**
- Preinversión					
- Inversión					
- Operación					

2.13 ESTUDIO LEGAL

2.13.1 Conceptualización

El estudio legal busca identificar la normatividad relacionada con el proyecto en estudio y garantizar que se han tenido en cuenta las observaciones, recomendaciones y restricciones que el marco jurídico establece en cada caso específico, para garantizar que el proyecto no tendrá inconvenientes de este tipo en su desarrollo y que se tienen planes de manejo para desarrollar acciones, ajustar procedimientos o subsanar situaciones que pueden ser potencialmente críticas para el proyecto.

El Estado colombiano tiene un marco regulatorio amplio que desarrolla, a través de leyes y decretos, las grandes políticas para los diferentes temas de manejo en los proyectos de infraestructura, pero, en general, ha delegado las responsabilidades especialmente a los municipios, dentro del marco constitucional que favorece la descentralización y la autonomía municipal. En este orden de ideas, todo proyecto debe cumplir con los requerimientos generales de la normatividad colombiana y estar debidamente articulado con los planes de desarrollo y programas nacionales y regionales.

En forma global, se presentan los principales aspectos a considerar dentro del marco normativo de los proyectos de cable aéreo:

a. **La gestión de proyectos en el país.** Desde la Constitución Política de Colombia se establece la responsabilidad y compromiso del Estado en la gestión de proyectos de inversión pública. El artículo 339 de la Constitución Política de Colombia reza: "*Habrá un Plan Nacional de Desarrollo conformado por una parte general y un plan de inversiones de las entidades públicas del orden nacional*"..."*Las entidades territoriales elaborarán y adoptarán de manera concertada entre ellas y el gobierno nacional, planes de desarrollo, con el objeto de asegurar el uso eficiente de sus recursos y el desempeño adecuado de las funciones que les hayan sido asignadas por la Constitución y la ley. Los planes de las entidades territoriales estarán conformados por una parte estratégica y un plan de inversiones de mediano y corto plazo.*"

El Estatuto Orgánico del Presupuesto Nacional (Decreto 111 de 1996) define el **BANCO NACIONAL DE PROGRAMAS Y PROYECTOS** (artículo 9°), como "*un conjunto de actividades seleccionadas como viables, previamente evaluadas social, técnica, económicamente y registradas*

sistematizadas en el Departamento Nacional de Planeación" y en su artículo 68 se especifica: "*No se podrá ejecutar ningún programa o proyecto que haga parte del Presupuesto General de la Nación hasta tanto se encuentren evaluados por el órgano competente y registrados en el Banco Nacional de Programas y Proyectos*".

Así, es claro que para que una entidad territorial acceda a recursos de la Nación para la ejecución de un proyecto de cable, debe cumplir con la reglamentación establecida para presentar proyectos al Banco Nacional de Programas y Proyectos, para lo cual debe seguir la Metodología General Ajustada diseñada por el Departamento Nacional de Planeación, de acuerdo con el artículo 1 de la Resolución 086 de 2005: "*Las entidades nacionales, departamentales, distritales y municipales deberán utilizar la Metodología General Ajustada diseñada por el Departamento Nacional de Planeación para la Identificación, preparación y evaluación de proyectos de inversión pública.*"

En el caso específico de los sistemas de cable, el Ministerio de Transporte expidió el Decreto 1072 de 2004, por el cual se reglamenta el Servicio Público de Transporte por Cable de Pasajeros y Carga, el cual tiene por objeto "*reglamentar el transporte público por cable y a las empresas prestadoras de este servicio, a fin de que ofrezcan un servicio eficiente, seguro, oportuno y económico, bajo los criterios básicos de cumplimiento de los principios rectores del transporte, como el de la libre competencia y el de la iniciativa privada*". La metodología que se incluye en el presente documento "*Manual Metodológico para la Formulación y Presentación de Proyectos de Transporte de Pasajeros por Cable Aéreo En Colombia*" corresponde a la explicación detallada de los estudios de soporte que exige el Decreto 1072.

De acuerdo con estas referencias, el proponente de un sistema de cable debe seguir el desarrollo técnico metodológico propuesto por el presente Manual, teniendo claro que para el registro del proyecto ante el Ministerio de Transporte y el Departamento Nacional de Planeación, debe diligenciar conjuntamente este Manual de Cables y la Metodología General Ajustada – MGA, de Planeación Nacional.

b. **La normatividad aplicable a los sistemas de cable.** En la gestión de un proyecto de cable en el país deben contemplarse, básicamente, los siguientes aspectos del orden legal:

a) Para el ordenamiento territorial.

- Ley 388 de 1997. Esta ley, que se ha denominado Ley de Desarrollo Urbano o Ley del Plan de Ordenamiento Territorial - POT, define la política para la planificación y el desarrollo físico del territorio, dándole a los municipios las principales herramientas de gestión urbana. Esta ley define y adopta el principal instrumento de planificación de los municipios. Para la gestión de los proyectos de cable es fundamental tener claro algunos criterios que regulan los POT:
  - ✓ Los usos del suelo y los aprovechamientos (densidades, índices de construcción, índices de ocupación).
  - ✓ Los asuntos ambientales, tales como los retiros a corrientes de agua, son competencia de las autoridades ambientales y se consigna en el POT, que avalan dichas autoridades.
  - ✓ Es importante que el proyecto de cable esté incluido como una iniciativa del POT, ya que éste es aprobado por el Concejo Municipal, que es la misma Corporación que debe avalar las inversiones del Municipio. Esta gestión le da un aval importante al proyecto, ya que el POT no sólo es el producto de un trabajo técnico de las administraciones municipales, sino que garantiza también la participación comunitaria, que es uno de los requisitos para su aprobación.

- Ley 99 de 1993. Por la cual se crea el Ministerio del Medio ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se reorganiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones. En esta ley se definen las políticas ambientales del país, se reorganizan y crean institutos y Corporaciones Regionales Ambientales, que son las fuentes de la información y la regulación para los proyectos que se ejecuten y las autoridades competentes para el trámite de las licencias y permisos requeridos para la ejecución de este tipo de obras.

b) Para la Gestión Predial

- **Ley 9 de 1989.** Por la cual se dictan normas sobre planes de desarrollo municipal, compraventa y expropiación de bienes y se dictan otras disposiciones. Establece las políticas para la adquisición de inmuebles destinados a la construcción de nuevos proyectos.

  Esta Ley fue modificada por la Ley 388 de 1997 y allí se dictaron normas complementarias para adelantar los procesos de adquisición voluntaria de predios y los trámites necesarios para efectuar la expropiación judicial y administrativa de los inmuebles requeridos para la ejecución de los proyectos.

- **Ley 44 de 1990.** Por la cual se dictan normas sobre catastro e impuestos sobre la propiedad raíz, se dictan otras disposiciones de carácter tributario, y se conceden unas facultades extraordinarias. Normatividad que regula la actividad legal de los predios y su legalización.

- **Decreto 1420 de 1998** y **Resolución 620 de 2008**. señalan normas, procedimientos, parámetros y criterios para la elaboración de avalúos que se requieren durante el proceso de enajenación voluntaria o posterior expropiación.

- **Decreto 1272 de 2009.** Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 564 de 2006 y se dictan disposiciones para la optimización del trámite de expedición de licencias de construcción y sus modalidades. Se establecen categorías para la solicitud y trámite de las licencias de construcción en función de la complejidad y áreas de construcción, documentos que se deben acompañar a la licencia y términos para pronunciarse sobre la misma.

c) Para las obras civiles y electromecánicas

- **Decreto 926 de 2010.** Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10). Para el desarrollo de los diseños estructurales debe tenerse presente el cumplimiento de la Norma Sismo Resistente, la cual establece criterios y requisitos mínimos para el diseño, la construcción y la supervisión técnica de edificaciones, con parámetros mínimos de seguridad con el fin de salvaguardar la vida ante la ocurrencia de un sismo.

- **Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE).** El diseño de los sistemas eléctricos debe regirse por este reglamento, el cual aplica para todos los profesionales que ejercen la electrotecnia y para los productores o importadores de materiales eléctricos, ya sean de origen nacional o extranjero y fija las condiciones técnicas que garanticen la seguridad en los procesos de Generación, Transmisión, Transformación, Distribución y utilización de la energía eléctrica en todo el territorio Nacional. El reglamento es de obligatorio cumplimiento y está regulada por la norma NTC 2050 "Código Eléctrico Colombiano".

- **Servicios públicos.** También deberá atenderse la normatividad existente en materia de redes de servicios públicos, acueducto y alcantarillado, de la empresa prestadora de dichos servicios. El régimen de los servicios públicos está regulado por la Ley 142 de 1994.

- **Normatividad técnica de los sistemas de cable.** En el país no existe una normatividad técnica específica aplicable a esta tecnología, por esta razón, el Decreto 1072 de 2004 estableció: "Articulo 18. Certificado de conformidad. Los equipos y demás elementos que conformen el sistema de transporte por cable deberán ajustarse a las normas reconocidas internacionalmente".... y "Hasta tanto se halle definida y debidamente adoptada por el Ministerio de Transporte la Norma Técnica Colombiana, NTC, para estos equipos, el Certificado de conformidad de satisfacción hará sus veces."

- **Ley 361 de 1997 y Resolución 4659 de 2008.** Por el cual se establecen mecanismos de integración social de las personas con limitación y se adoptan medidas en materia de accesibilidad a los sistemas de transporte público masivo.

d) Para los aspectos ambientales y de seguridad física

- **Decreto Ley 2811 de 1974.** Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. Se dictan normas generales sobre protección al Medio Ambiente, que aplica a las entidades públicas en la ejecución de proyectos.

- **Decreto 2820 de 2010**. Reglamentación de licencias ambientales. Por tratarse de una tecnología limpia, los sistemas de cables no requieren la expedición de licencia ambiental.

- **Ley 46 de noviembre de 1988.** Por la cual se crea y organiza el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres. Directriz nacional para la prevención y atención de desastres.

e) Para la regulación del transporte

- **Ley 105 de 1993.** Por la cual se dictan disposiciones básicas sobre el transporte, se redistribuyen competencias y recursos entre la Nación y las entidades territoriales, se reglamenta la planeación en el sector. Define los principios, normas rectoras y el tipo de transportes que se evidencia en el territorio colombiano, incluyendo los sistemas de transportes masivos de mediana y alta capacidad.

- **Ley 336 de 1996**. Estatuto General del Transporte. Crea, define y establece los principios y naturaleza de todos los modos de transporte, incluyendo la creación de empresas de transporte.

- **Decreto 170 de 2001**. Por el cual se reglamenta la habilitación de las Empresas de Transporte Público Colectivo Terrestre Automotor de Pasajeros del radio de acción Metropolitano, Distrital y/o Municipal y la prestación por parte de éstas, de un servicio eficiente, seguro, oportuno y económico, bajo los criterios básicos de cumplimiento de los principios rectores del transporte, como el de la libre competencia y el de la iniciativa privada, a las cuales solamente se aplicarán las restricciones establecidas por la ley y los Convenios Internacionales.

- **Decreto 1072 de 2004.** Regula los requisitos que deben tener en cuenta las empresas públicas o privadas para obtener la habilitación y el permiso de operación para prestar el servicio público de transporte por cable de pasajeros y carga.

f) Para la Contratación pública

- **Ley 80 de 1993**. Por la cual se expide el Estatuto General de Contratación de la Administración Pública. Normatividad que

establece, define y regula en todos los aspectos la contratación de las entidades públicas.

- Ley 1150 de 2007. Introdujo algunas modificaciones a Ley 80 de 1993, entre las que definió las modalidades de selección de contratistas para la ejecución de obras públicas y el procedimiento que se debe seguir en cada una de ellas.

g) Para la gestión Turística

- Ley 300 de 1996. Ley General de Turismo. Se crea el Viceministerio de Turismo y se asignan funciones para la reorganización del sector.

- Ley 1101 de 2006. Por la cual se modifica la Ley 300 de 1996 y se dictan otras disposiciones. Es importante especialmente la reglamentación del Fondo de Promoción Turística y del Banco de Proyectos Turísticos.

h) Para la gestión Turística

- Ley 21 de 1991. Por medio de la cual se aprueba el Convenio número 169 sobre pueblos indígenas y tribales en países independientes, adoptado por la 76a. reunión de la Conferencia General de la O.I.T., Ginebra 198

2.13.2 Requerimientos

Para verificar la adecuada elaboración del estudio legal, el proponente deberá:

a) Elaborar un documento con el estudio legal, en el cual se presente una relación de las normas aplicables al proyecto, confirmando su total cumplimiento o el tratamiento que se dará a la no conformidad para llevarla al estándar requerido.

2.13.3 Formatos

Formato 2. 14. Estudio Legal.

Módulo 2: Preparación			
Formato 2.13: ESTUDIO LEGAL			
1. Información suministrada		**SI**	**NO**
Documento con el estudio legal, en el cual se presenta la relación de las normas aplicables al proyecto, confirmando su total cumplimiento o el tratamiento que se dará a la no conformidad para llevarla al estándar requerido.			
2. Resultados del estudio (Normas estudiadas)			
Norma estudiada	**Cumplimiento**		**Observaciones**
	SI	**NO**	

III. EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE CABLE AÉREO PARA EL TRANSPORTE DE PASAJEROS

En los capítulos I y II de este manual se presentaron los elementos necesarios para hacer una adecuada identificación y preparación de un proyecto de cable aéreo y se indicaron los requerimientos, para cada estudio técnico, que debe cumplir ante el Ministerio de Transporte un proponente que desee desarrollar un sistema de este tipo.

En este capítulo se aclara el procedimiento que debe seguir un proyecto hasta su viabilización. Como se mencionó en la presentación de este documento, para mantener la estructura de gestión de proyectos públicos en el país, la metodología contenida en este manual tiene en cuenta y es complementaria en los aspectos técnicos de la "Metodología General Ajustada – MGA del Departamento Nacional de Planeación - DNP", por lo cual los dos manuales deben diligenciarse y son complementarios para definir el esquema de viabilidad de un proyecto de cable aéreo

3.1 ALCANCE DE ESTE MANUAL: ELEGIBILIDAD TÉCNICA DE LOS PROYECTOS DE CABLE AÉREO.

La información que entrega el proponente al Ministerio de Transporte, según los requerimientos del manual de cables, es evaluada por el Ministerio para concluir si el proyecto es técnicamente elegible y puede pasar a la evaluación ex – ante definida en el manual MGA, en la cual se da el concepto final sobre la viabilidad del mismo.

El "Manual Metodológico para la Formulación y Presentación de Proyectos de Transporte de Pasajeros por Cable Aéreo en Colombia" busca establecer la forma de cuantificar los elementos presentados por el proponente del proyecto, encontrando desde el punto de vista técnico, de impacto socio-ambiental y de optimización de la solución de transporte, los atributos que muestren un proyecto sólido en su estructura técnica y que sea justificable como alternativa de desarrollo en un entorno en el que se deben priorizar los recursos de inversión.

En resumen, se busca garantizar que los proyectos que justifiquen los entes territoriales, priorice el Gobierno Nacional y viabilice el Ministerio de Transporte tengan los componentes mínimos para que se construyan y operen adecuadamente bajo los conceptos de eficiencia técnica, seguridad operativa y sostenibilidad de la obra en el tiempo.

Como metodología de viabilización técnica se establecen tres etapas:

Etapa I - Lista de chequeo de información solicitada
Etapa II - Criterios de desestimación
Etapa III - Matriz de viabilización

3.1.1 Etapa I - Lista de chequeo de información solicitada

Como paso inicial en la viabilización del proyecto se revisará el cumplimiento por parte del proponente en la entrega de la documentación solicitada en el Manual Metodológico. Se verificará el completo y correcto diligenciamiento de todos los formatos establecidos para la formulación del proyecto y de todos sus anexos, que se solicitan en el numeral "Requerimientos" de cada uno de los estudios.

La evaluación arrojará como resultado el paso a la siguiente etapa o la devolución del proyecto al proponente para que complete y/o complemente la información faltante.

3.1.2 Etapa II - Criterios de desestimación

En esta etapa se presentan dos aspectos que serán evaluados conceptualmente por los técnicos del Ministerio de Transporte, para verificar que la estructura de los informes presentados y el proyecto en si estén fundamentados técnicamente.

Se debe contestar positivamente a dos interrogantes estratégicos para el proyecto:

1. ¿El proyecto garantiza que el trazado no sobrevuela zonas con restricciones severas: guarniciones militares, aeropuertos, entidades de carácter gubernamental, minas o canteras activas y otras zonas críticas según lo determine la autoridad competente?
2. ¿Los estudios de soporte del proyecto cumplen con el rigor técnico y metodológico establecido en el Manual Metodológico para la Formulación y Presentación de Proyectos de Cable Aéreo en Colombia?

La evaluación de este formulario indicará el paso a la etapa final de viabilización, la descalificación del proyecto o la devolución de este, para complementar la información faltante.

3.1.3 Etapa III - Matriz de viabilización

Después de superar las dos primeras etapas de evaluación presentadas se enfrenta el proyecto a una matriz en la cual se dan puntajes a la formulación eficiente del proyecto, para definir la elegibilidad técnica del mismo.

Se implementa una metodología de evaluación buscando una viabilidad en sus aspectos técnicos: localización y tamaño adecuados, infraestructura funcional, tecnología acorde con la demanda de usuarios y vocación del sistema y en sus aspectos estratégicos: beneficio social, protección ambiental, sostenibilidad operativa y participación de la industria nacional, que permitan una priorización de proyectos eficientes y sostenibles en el tiempo.

La selección de los criterios y factores de evaluación técnica se fundamentan en los aspectos considerados de mayor impacto al definir un sistema de cable aéreo y buscan generar un equilibrio entre la inversión y la funcionalidad del sistema. El formulario de evaluación cubre básicamente los siguientes aspectos, cada uno con un puntaje teórico máximo y un puntaje de evaluación según las características del proyecto presentado.

Los aspectos que se evalúan son:

Tabla 3. 1. Matriz de viabilización

Item	% Global	Indicador	
		Definición	Explicación
1. Predial	5%	Afectación comunitaria por compra de inmuebles (AC_i)	Se mide por la población afectada debido a la construcción de la infraestructura civil, al requerirse sus sitios de residencia o comercio. ACi= Total de habitantes de inmuebles afectados /Total. de habitantes en la zona de influencia directa * 100%
		Participación del costo de los predios en las inversiones del proyecto (PCP)	Mide el impacto de la compra de predios en el proyecto, indicando el nivel de optimización de este rubro según su localización. PCP = Población perteneciente de los estratos 1 a 3 en la zona de influencia indirecta/Total de población de la zona de influencia indirecta * 100%
2. Social	15%	Inclusión social (IS)	Estímulo a la inversión para los municipios de menores posibilidades económicas según la categoría del municipio - Ley 617 de 2000. IS = Categoría del Municipio

Item	% Global	Indicador	
		Definición	**Explicación**
		Estratificación (ES) (política pública para el análisis de la segregación social)	Se mide por la cantidad de población de la zona de influencia indirecta del proyecto que vive en estratos bajos
		Servicios complementarios (SC)	Se mide por la posibilidad del sistema de permitir un desarrollo económico de la región, por medio de un transporte mixto de personas y productos agrícolas de la zona SC=Posibilidad de servicio mixto
3. Ambiental	10%	Afectación de reservas naturales o áreas protegidas (AAP)	Mide el grado de influencia (afectación) del trazado sobre zonas protegidas, en aspectos físicos y bióticos. AAP= Longitud de sobrevuelo sobre zonas protegidas/Longitud total del trazado *100%
		Disponibilidad de energía eléctrica (DEE)	Mide la disponibilidad de energía eléctrica trifásica en la zona y la afectación ambiental y de costos que significaría su abastecimiento para la estación motriz DEE= Distancia al punto de conexión
		Riesgo geológico (RG)	Mide la cantidad de estaciones del sistema ubicadas en zonas de riesgo geológico. RG= Cantidad de estaciones en zonas de riesgo geológico.
4. Mercado	10%	Demanda efectiva (DE)	Mide la utilización efectiva del sistema comparado con la capacidad óptima según la tecnología y la vocación de uso (urbano, rural o turístico), indicando que tan apto es el sistema seleccionado.
5. Electromecánico	30%	Dimensionamiento físico (DF)	Mide la proporción entre el desnivel y la longitud horizontal del trazado(pendiente promedio), buscando un sistema equilibrado para la tecnología de cable.DF= Desnivel (m) /Longitud horizontal (m)
		Capacidad Adecuada (CA)	Mide el dimensionamiento del sistema para atender la demanda inicial de usuarios, bajo la relación : CA = Oferta inicial / Demanda inicial
		Tiempo de Viaje (t)	Mide la relación optima entre la longitud del trazado y la velocidad del sistema, utilizada para la selección de la tecnología. t=Longitud/ Velocidad

Item	% Global	Indicador	
		Definición	Explicación
		Protecciones electromecánicas (PE)	Mide un adecuado prediseño que incluye los equipos básicos de control. - Apantallamiento eléctrico - Equipos de monitoreo de vientos - Motor de socorro - Pantalla de detección de fallas PE= Numero de protecciones incluidas
6. Arquitectónico	15%	Áreas funcionales promedio de estaciones (AF_p)	Mide el prediseño óptimo de los espacios requeridos en las estaciones, tomando un área funcional promedio de estación, según la vocación de uso del sistemaAFP= Sumatoria de las áreas de las estaciones/ número de estaciones
		Programa arquitectónico básico (PA)	Mide el cumplimiento y ejecución del programa arquitectonico, incluyendo los espacios operativos y técnicos requeridos para el funcionamiento de la estación.
		Potencial de desarrollo (PD)	Mide la capacidad que tiene el proyecto para generar cohesión y desarrollo urbano o rural. Se evalúa según la cantidad de equipamientos en el área de influencia del proyecto(radio=500m): comercial, educativo, institucional, industrial, recreativo y deportivo, religioso y de salud.
7. Financiero	15%	Relación de inversiones (REC)	Mide el balance de las inversiones entre equipos y obras civiles, de acuerdo con el comportamiento usual de estos rubros para proyectos estándar.REC=Inversión en equipos electromecánicos / Inversión en obras civiles
		Sostenibilidad operativa del proyecto (SOP)	Mide el resultado del ejercicio financiero operacional : SOP= Ingresos operativos - Egresos operativos (EBITDA) sin incluir la gestión financiera (créditos) ni impositiva
		Porcentaje de participación de la industria nacional (IN)	Se mide por el porcentaje de participación de la industria nacional en el costo total del proyecto. IN= Pocentaje de la participación de la industria nacional en el proyecto.

3.1.4 Concepto de elegibilidad

De acuerdo con los puntajes asignados, se construye la tabla resumen siguiente y se ingresan los puntajes obtenidos.

Tabla 3. 2. Tabla resumen de puntajes de la matriz de viabilización

RESUMEN DE PUNTAJES			
	ÍTEM	PUNTAJE ASIGNADO	PUNTAJE OBTENIDO
1	Predios	5	
2	Social	15	
3	Ambiental	10	
4	Mercado	10	
5	Electromecánico	30	
6	Arquitectónico	15	
7	Financiero	15	
	TOTAL	100	

Finalmente, como criterio de elegibilidad, el Ministerio considerará proyectos técnicamente elegibles a aquellos que tengan un puntaje mayor de 60 puntos.

Los proyectos que superen el puntaje referido pasarán a su viabilización a través de la evaluación Ex – ante, considerada en la metodología MGA, lo que estén por debajo de este puntaje se devolverán para los ajustes técnicos correspondientes, que permitan hacerlos elegibles.

3.2 PASO FINAL: EL CONCEPTO DE VIABILIDAD DEL PROYECTO. LA EVALUACIÓN EX – ANTE DE LA METODOLOGÍA MGA.

Tradicionalmente la evaluación cuantitativa de proyectos utiliza como herramienta decisoria para la toma de decisiones el flujo de caja y los indicadores financieros (TIR, VPN, CAE, entre otros) cuando los proyectos son de corte netamente financieros, cuando es una evaluación socio – económica se introducen factores a los flujos de caja (razones precio cuenta, entre otros) y cuando se habla de evaluaciones económicas se analizan externalidades.

Para la viabilización de los proyectos que demandan recursos del estado en Colombia, el Departamento Nacional de Planeación en su Metodología General Ajustada – MGA, utiliza este tipo de herramientas y todos los proyectos pasan así, en forma obligatoria, por el filtro financiero, económico y social, que permite priorizar los recursos públicos de inversión.

3.2.1 La evaluación Ex – ante en la metodología MGA del DNP

En el módulo 3: evaluación exante, de la metodología MGA se presentan las siguientes definiciones:

Se entiende por evaluación exante, el resultado del análisis efectuado a partir de la información de las alternativas de solución propuestas. Con base en este análisis se decide la alternativa de solución o proyecto.

Convencionalmente, se han distinguido tipos de evaluación según diferentes puntos de vista y criterios utilizados para analizar las alternativas de solución. Los puntos de vista y criterios de análisis, a su vez, se relacionan con los diferentes objetivos que diversos agentes pueden lograr mediante las alternativas. Estos son:

- **Evaluación financiera:** Identifica, desde el punto de vista de un inversionista, los ingresos y egresos atribuibles a la realización de la alternativa y en consecuencia su rentabilidad.
- **Evaluación económica:** Tiene la perspectiva de la sociedad o la nación como un todo e indaga el aporte que hace la alternativa al bienestar socioeconómico, sin tener en cuenta su efecto sobre la distribución de ingresos.
- **Evaluación social:** Igual que la económica, analiza el aporte neto de la alternativa al bienestar socioeconómico, pero además, pondera los impactos de la alternativa que modifican la distribución de la riqueza."

La fase de evaluación exante del manual MGA incluye los siguientes estudios:

Módulo 3: Evaluación Exante

Formato	Descripción	Estado
EV-01	Flujo de Caja a Precios Constantes (en Miles de Pesos) de la Alternativa de Solución	C
EV-02	Costo de oportunidad de la Alternativa de Solución	C
EV-03	VPN Financiero a Precios de Mercado, VPNF de la Alternativa de Solución	C
EV-04	Tasa Interna de Retorno Financiera de la Alternativa de Solución	C
EV-05	CAE Financiero a Precios de Mercado de la Alternativa	C
EV-06	Indicadores de Costo Eficiencia Financiero de la Alternativa	C
EV-07	Flujo de Caja a Precios Económicos o Sociales (en Miles de Pesos) de la Alternativa de Solución	C
EV-08	VPN a Precios Económicos o Sociales (VPNES) de la Alternativa de Solución	C
EV-09	Cálculo de la Tasa Interna de Retorno Económica o Social de la Alternativa de Solución	C
EV-10	Indicadores de Costo Eficiencia Económicos y/o Sociales de la Alternativa	C
EV-11	Costo Anual Equivalente a Precios Económicos o Sociales, CAEES, de la Alternativa de Solución	C
EV-12	Ponderación en el Uso de los Factores de Origen Nacional de la Alternativa de Solución	C

Convenciones:

C Completo	I Incompleto	V Vacío

El formato EV-02 debe cambiar a C 'Completo', así el sistema habilitará Decisión

3.2.2 El aporte de la metodología de cables a la evaluación Ex – ante de la MGA.

Al realizar la formulación técnica del proyecto según el presente manual de cables, se tendrán los insumos para construir todas las tablas requeridas en la evaluación exante, que combinados con los criterios que explica el manual MGA, permitirá llegar a los resultados financieros, económicos y sociales que facilite la conclusión sobre la viabilidad del proyecto.

- La información presupuestal de costos de inversión (formato 2.12.A) y el estimativo de costos de operación y mantenimiento (formato 2.12.B), permite sin problemas construir el flujo de caja del proyecto (formato 2.12.D), que llevado a pesos constantes en el formato EV-01 del manual MGA, corresponde al estudio básico del flujo de caja de la metodología del DNP.
- Igualmente el diligenciamiento de los formatos 2.12.C (Esquema de Financiamiento del proyecto) y 2.12.E (cronograma del proyecto) facilitan la comprensión de los procesos de formulación, construcción y operación del futuro proyecto.

Es importante aclarar, finalmente, que dada las condiciones de la topografía escarpada de las zonas rurales y urbanas del país, los proyectos de cable aéreos son infraestructuras atractivas y adecuadas para atender la problemática de su movilidad, por lo cual, su implementación cumple fundamentalmente un propósito social. En este orden de ideas, si al estructurarse técnicamente un proyecto, según el presente manual, este cumple con el porcentaje mínimo exigido de 60 puntos sobre 100, el proyecto será elegible para que a continuación se pueda validar socialmente con las evaluaciones socio – económicas del MGA.

ANEXO 1: FORMATOS

1. Formato 1.1. Identificación y descripción de problema o la necesidad.

Módulo 1.	Identificación
Formato 1.1.	IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA O LA NECESIDAD
1. Describa el problema o la necesidad en los términos más concretos posibles.	

2. **Formato 1.2. Identificación de la situación actual y la esperada**

Módulo 1.	**Identificación**
FORMATO 1.2.	**IDENTIFICACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL Y LA ESPERADA**
1. Describa la situación existente en relación con el problema o la necesidad.	
2. Indique cómo evolucionará la situación esperada si se toma alguna medida para solucionarla.	
3. ¿Cuál podría ser el escenario futuro en la situación sin proyecto?	

3. Formato 1.3. Descripción del objeto del problema

Módulo 1:	Identificación	
Formato 1.3	DESCRIPCIÓN DEL OBJETIVO DEL PROYECTO.	
Objetivo	Meta	Indicadores
General		
Específicos		

4. **Formato 2.1A. Ubicación geográfica del proyecto (Requerimientos a y b).**

Módulo 2.	**Preparación**				
Formato 2.1A.	**UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO. REQUERIMIENTOS (a y b)**				
Departamento:					
Municipio:					
Clasificación especial:					
Clasificación del municipio según la Ley 617 de 2000					
Variables consideradas para la ubicación general del proyecto.					
Información secundaria existente de la zona del proyecto (Si/No)					
Aerofotografías:		**Mapas satelitales:**		**Mapa de riesgos:**	
Otros:					

5. Formato 2.1B. Cuadro resumen de alternativas estudiadas (requerimientos c al e)

Módulo 2.	**Preparación**				
Formato 2.1B.	**CUADRO RESUMEN DE ALTERNATIVAS ESTUDIADAS. (Requerimientos c y d)**				
ALTERNATIVA 1:					
Longitud (m):		**Número de estaciones:**		**desnivel (m):**	
(Esquema ilustrativo-planta)		**Ventajas**		**Desventajas**	
ALTERNATIVA 2:					
Longitud (m):		**Número de estaciones:**		Desnivel(m):	
(Esquema ilustrativo-planta)		**Ventajas**		**Desventajas**	
ALTERNATIVA 3:					
Longitud (m):		**Número de estaciones:**		**Desnivel (m):**	
(Esquema ilustrativo-planta)		**Ventajas**		**Desventajas**	
PLANOS DE ALTERNATIVAS(REQUERIMIENTO e)				**NÚMERO DE ALTERNATIVA SELECCIONADA:**	
(SI/NO)		**Número de Planos:**			

6. Formato 2.2. Estudio topográfico

Módulo 2.	**Preparación**				
Formato 2.2.	**ESTUDIO TOPOGRÁFICO**				
1. Información suministrada				**SI**	**NO**
1.1 Plano de localización general del trazado en planta y en perfil con la ubicación de estaciones, en un faja de 7.5 m a lado y lado del eje del sistema y con curvas de nivel mínimo cada 20m.					
1.2 Plano en planta de cada lote de estación y con dos secciones: una longitudinal y otra perpendicular al eje, con curvas de nivel cada 2m.					
1.3 Plano con las áreas generales de predios requeridos en estaciones y zonas de pilonas.					
1.4 Plano de ubicación de zonas de protección especial					
2. Resultados del levantamiento					
2.1 Del trazado					
Longitud horizontal (m):		Desnivel (m):		Número. de estaciones:	
2.2 De los predios					
Área estimada de predios (m2)		Número estimado de predios:			
¿Existen zonas de protección especial?		¿Cuáles?:			

7. Formato 2.3. Estudio geotécnico.

Módulo 2.	**Preparación**		
Formato 2.3.	**ESTUDIO GEOTÉCNICO**		
1. Información suministrada		**SI**	**NO**
1.1 Informe del estudio geotécnico de la zona del proyecto			
2. Resultados del estudio			
2.1 Caracterización de la zona			
Condiciones geológicas:			
Condiciones geomorfológicas:			
Zonas de amenaza por deslizamiento:			
¿Cantidad de estaciones ubicadas en zona de riesgos geológicos?			
2.2 Análisis geotécnico de la zona de estaciones y pilonas.			
Perfil estratigráfico			
Clasificación de los suelos :			
2.3 Prediseño básico de cimentaciones.			

8. Formato 2.4. Estudio predial.

Módulo 2.	**Preparación**		
Formato 2.4.	**ESTUDIO PREDIAL**		
1. Información suministrada		**SI**	**NO**
1.1 Plano de localización general del trazado con valoración global macro por sectores, para lotes y áreas construidas.			
1.2 Documento de gestión de predios en donde se incluya la ubicación global de los inmuebles requeridos en zonas de estaciones, pilonas y servidumbres, la disponibilidad legal para su uso por el proyecto y su valoración estimada por metro^2.			
2. Resultados del levantamiento			
2.1 De los predios			
Área total estimada de predios requeridos(m^2)	Valor total estimado de predios ($):	Número total estimado de predios:	

Estimación del valor de los predios:

Zona de intervención	Área de lotes (m^2)	Área construida (m^2)	Valor unitario de lote ($/m^2)	Valor unitario construido ($/m^2)	Valor total ($)	Número estimado predios
Estación 1						
:						
Estación n						
Zona de Pilonas						
Zona de servidumbres						
Totales:						

9. Formato 2.5. Estudio social.

Módulo 2.	**Preparación**					
Formato 2.5.	**ESTUDIO SOCIAL**					
1. Información suministrada					**SI**	**NO**
1.1 Documento de caracterización socioeconómica de la zona de influencia del proyecto.						
1.2 Documento de justificación de la vocación social o turística del proyecto (Plan Local de Turismo). – Si aplica.						
2. Resultados del levantamiento						
2.1 De la población						
Municipios beneficiados:						
Población en zona de influencia (hab.)	Directa:			Indirecta:		
Población beneficiada en la zona de influencia indirecta perteneciente a un estrato menor o igual a 3 (habitantes)						
Tiempo ahorrado en cada pasaje/sentido (minutos)		Ahorro mensual en transporte (por persona.)		Se proyecta el transporte de productos agrícolas	**SI**	**NO**
Potencial turístico (si/ no)						
Histórico:		Arqueológico		Natural:		
Marque con una "x" la vocación del sistema.						
Urbana:		Rural:		Turística:		

10. Formato 2.6. Estudio ambiental.

Módulo 2.	**Preparación**				
Formato 2.6.	**ESTUDIO AMBIENTAL**				
1. Información suministrada				**SI**	**NO**
1.1 Definición de la línea base ambiental en los aspectos físicos, bióticos y sociales.					
1.2 Documento de Gestión Ambiental Integral en construcción y operación					
1.3 Realización de monitoreos de campo aplicables					
2. Resultados del estudio					
2.1. ¿Se encontraron zonas de reserva natural o áreas protegidas?		SI:		NO:	
¿Qué porcentaje del total de la línea posee estas zonas?:					
Estrategia de manejo:					
2.2. Se encontraron valores críticos de velocidad de vientos y nivel ceráunico?		SI:		NO:	
Valores promedio:	Vientos (m/s):		Nivel Ceráunico:		
Valores pico:	Vientos (m/s):		Nivel Ceráunico:		
2.3. Se cuenta con disponibilidad de:				SI:	NO:
Energía eléctrica trifásica a menos de 200 m de distancia de la estación motriz					
Acueducto y alcantarillado					
Observaciones:					
2.4 ¿Se requieren permisos ambientales puntuales?		SI:		NO:	
¿Cuáles?:					

11. Formato 2.7. Estudio del mercado: demanda de usuarios.

Módulo 2.	**Preparación**		
Formato 2.7.	**ESTUDIO DEL MERCADO: DEMANDA DE USUARIOS**		
1. Información suministrada		**SI**	**NO**
1.1 Documento de cálculo de la demanda, indicando la metodología utilizada y los resultados en pasajeros movilizados por hora (para la hora de mayor congestión de un día típico), la proyección de usuarios por día, el cálculo de la demanda para el primer año y la proyección de ésta a veinte años, indicando el factor de crecimiento anual.			
1.2 Para ciudades de categoría especial (mayores de 2.000.000 habitantes): Estudio de demanda del proyecto con base en el procesamiento de información con un modelo de transporte (debe existir el modelo-ciudad).			
1.3 Para ciudades de menor categoría: Estudio de demanda del proyecto con base en la realización y procesamiento de encuestas Origen - Destino, aforos, cruce de información secundaria de planificación (indicadores de movilidad nacional o regional).			
1.4 Para cables rurales. Presentar resultados de demanda del proyecto con base en la realización y procesamiento de encuestas origen – destino e información secundaria de movilidad y socioeconómica			
1.5 Para cables turísticos. Presentar resultados de demanda del proyecto con base en la realización y procesamiento de encuestas de preferencias declaradas y/o reveladas, encuestas origen – destino e información secundaria de movilidad y socioeconómica.			
2. Resultados del estudio			
Ítem	**Valor**	**Unidad**	
Demanda estimada hora pico		Pasajeros/ hora	
Factor de expansión de la demanda(FE)		- -	
Demanda día típico laboral (para cables urbanos)		Pasajeros	
Demanda promedio día (para cables rurales y turísticos)		Pasajeros	
Demanda anual estimada		Pasajeros	
Factor de crecimiento promedio anual de la demanda estimada.		% / año	

12. Formato 2.8. Estudio electromecánico.

Módulo 2	**Preparación**		
Formato 2.8.	**ESTUDIO ELECTROMECÁNICO**		
1. Información suministrada		**SI**	**NO**
1.1 Documento metodología para el dimensionamiento electromecánico del sistema y características funcionales básicas de este y sus equipos auxiliares			
1.2 Documento con los aspectos evaluados para la operación y mantenimiento del sistema.			
1.3 Especificaciones básicas funcionales, que permitan adelantar procesos contractuales para la ejecución del proyecto.			
2. Resultados del estudio			
DATOS DE ENTRADA		**Valor**	
Tipo de sistema:			
Número de estaciones:			
L: Longitud horizontal (m):			
Diámetro del cable.			
H: Desnivel (m):			
Capacidad de diseño final (pasajeros/hora):			
Demanda estimada (pasajeros/hora):			
Oferta inicial (pasajeros/h):			
Capacidad por cabina (pasajeros):			
Velocidad máxima del sistema (m/s:)			
Uso promedio (horas/día):			
CÁLCULO PARA EL PROYECTO			
Lc: Longitud según pendiente (m):			
Número de cabinas requeridas final:			
Número de cabinas oferta inicial:			
Número de pilonas:			
Tiempo de viaje por sentido (minutos):			
Oferta del sistema (pasajeros/hora) final:			
Frecuencia de viaje (s):			
EQUIPOS AUXILIARES		**Disponibilidad(Si / No)**	
Subestaciones eléctricas:			
Plantas eléctricas:			
Motor de socorro			
Sistemas de peaje:			
Apantallamiento eléctrico:			
Sistemas de comunicaciones:			
Equipo de monitoreo de vientos			
Accesibilidad para discapacitados y PMR			

13. Formato 2.9. Arquitectónico.

Módulo 2.	**Preparación**			
Formato 2.9.	**ESTUDIO ARQUITECTÓNICO**			
1. Información suministrada			**SI**	**NO**
1.1 Informe de idoneidad en la elección del lote				
1.2 Informe del programa arquitectónico				
1.3 Cuadro resumen de aéreas por estación				
1.4 Informe de la propuesta de sostenibilidad de los edificios				
1.5 Localización general de estaciones – Planta				
1.6 Localización general de estaciones – Perfil				
1.7 Planta de cada estación con el planteamiento urbano				
1.8. Planta por cada nivel diseñado (ingreso-intermedios-plataforma)				
1.9 Una fachada urbana longitudinal				
2.0 Dos fachadas del edificio – transversal y longitudinal				
2.1 Dos secciones del edificio – transversal y longitudinal				
2. Resultados del estudio				
	Estaciones			
Áreas m²	Motriz	Intermedia 1	Intermedia 2	Retorno
Lotes de intervención				
Construcción de edificios				
Ocupación lote				
Describa brevemente al menos 4 medidas de manejo sostenible a implementar en los edificios.				
Lotes				
Pendiente crítica longitudinal			**%**	
Retorno – transferencia				
Intermedia 1				
Intermedia 2 (ángulo)				
Motriz				

Cuartos (SI o NO)			
Servicios sanitarios de personal interno		Almacen	
Circulación de cabinas		Primeros auxilios	
Subestación eléctrica		Control y potencia	
Taller de reparaciones y herramienta		Zona de motores	
Hall de ingreso		Plataforma de abordaje	
Área de colas (filas)			

14. Formato 2.10. Prediseños estructurales, hidrosanitarios y eléctricos.

Módulo 2:	**Preparación**		
Formato 2.10:	**PREDISEÑOS ESTRUCTURALES, HIDROSANITARIOS Y ELÉCTRICOS**		
1. Información suministrada		**SI**	**NO**
1.1 Información secundaria de redes de servicio público existentes.			
1.2 Informe de prediseño estructural.			
1.3 Informe de prediseño hidrosanitario.			
1.4 Informe de prediseño eléctrico.			
2. Resultados del estudio			
2.1 Planos esquemáticos para cada disciplina			
2.2 Cantidades de obra y presupuestos estimados			
2.3 Especificaciones preliminares de obra			

15. Formato 2.11. Estudio administrativo.

Módulo 2.	**Preparación**							
Formato 2.11.	**ESTUDIO ADMINISTRATIVO**							
1. Información suministrada							**SI**	**NO**
Documento con el estudio administrativo, en el cual se presenta el modelo propuesto de gestión empresarial, el esquema operativo del sistema, estructura organizacional y planta de cargos estimados, con su costo asociado.								
2. Resultados del estudio								
2.1. Modelo empresarial								
Empresa:	Pública:		Privada:		Mixta:		Otra (¿cuál?):	
2.2. Esquema Operativo								
Horario de servicio:					Días de operación por semana			
Horas de servicio en un día típico					Días de servicio al Año			
2.3. Planta de personal								
Administrativo:	Cantidad				Costo anual:			
Técnico:	Cantidad				Costo anual:			

16. Formato 2.12A. Presupuesto de inversión del proyecto.

Módulo 2: Preparación		
Formato 2.12A: PRESUPUESTO DE INVERSIÓN DEL PROYECTO		
	ITEM	**Total millones de CO$**
1.	**OBRAS CIVILES**	
1.1	**CONSTRUCCIÓN DE ESTACIONES**	
	Estación Motriz	
	Estaciones Intermedia 1	
	Estación intermedia n	
	Estación retorno	
1.2	**OTRAS OBRAS CIVILES**	
	Estructuras de soporte de equipos	
	Fundaciones de Pilonas	
	Reubicación de Redes de Servicios Públicos	
1.3	**URBANISMO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS**	
	Urbanismo externo estaciones	
	Urbanismo pilonas	
	Compensación ambiental	
2.	**EQUIPOS ELECTROMECÁNICOS**	
2.1	**EQUIPOS ELECTROMECÁNICOS DE CABLE**	
	Sistema Básico	
	Cabinas	
	Pilonas (Equipos de línea)	
	Garaje de cabinas	
	Subestaciones eléctricas	
2.2	**ARANCELES Y GASTOS DE IMPORTACIÓN**	
2.3	**OTROS EQUIPOS AUXILIARES**	
	Sistema de peajes	
	Megafonía y CCTV	
	Otros equipos supervisión (radios, redes, relojes,veh)	
3.	**OTRAS INVERSIONES**	
	Adquisición de predios y servidumbres	
	Interventoría	
	Gerencia del proyecto	
	Montaje electromecánico	
	Estudios y diseños	
	Gestión social y comunicacional	
	Gravámenes contratación	
	Otros preoperativos	
	TOTAL	

17. Formato 2.12B. Costos de operación y mantenimiento.

Módulo 2: Preparación	
Formato 2.12B: COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	
ITEM	**COSTO ANUAL**
PERSONAL OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	
Personal de dirección técnica	
Personal de Operación	
Personal de mantenimiento	
COSTOS DE MANTENIMIENTO	
Elementos de estaciones	
Elementos de línea	
Elementos de cabinas	
Consumibles	
Estudios predictivos	
Inspecciones periódicas	
Mantenimiento de instalaciones físicas	
Gastos de transporte	
CONSUMO DE ENERGÍA	
Consumo energía eléctrica sistema de cable	
COSTOS DE SEGUROS	
Seguros para la operación del sistema	
GASTOS GENERALES	
Aseo de estaciones y cabinas	
Servicios públicos estaciones	
Vigilancia física	
COSTOS TOTALES ESTIMADOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	

18. Formato 2.12C. Esquema de financiamiento del proyecto.

Módulo 2: Preparación						
Formato 2.12C: ESQUEMA DE FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO						
1. Etapa de preinversión						
Entidad (1)	Tipo de entidad (2)	Concepto de inversión (3)	Valor de inversión(4)			
			20__	20__	20__	20__
2. Etapa de Inversión						
Entidad (1)	Tipo de entidad (2)	Concepto de inversión (3)	Valor de inversión(4)			
			20__	20__	20__	20__
3. Etapa de Operación						
Entidad (1)	Tipo de entidad (2)	Concepto de inversión (3)	Valor de inversión(4)			
			20__	20__	20__	20__

19. Formato 2.12D. Flujo de caja del proyecto.

Módulo 2:	**Preparación**			
Formato 2.11D:	**FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO**			
		0	**1**	**2**
	VENTAS			
-	Costos Variables			
=	Margen de contribución			
-	Costos Fijos			
-	Depreciación			
-	Amortización de diferidos			
=	Utilidad operativa antes de impuestos			
-	Provisión impuestos			
=	Utilidad operativa después de impuestos			
+	Depreciación			
+	Amortización de diferidos			
-	Inversión adicional Capital de Trabajo			
+	Valor liquidación capital de trabajo			
	VPN			
	TIR			
	FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO			

20. Formato 2.12E. Cronograma de proyecto.

Módulo 2: Preparación					
Formato 2.12E: CRONOGRAMA DEL PROYECTO					
Actividades	Año 0	Año 1	Año 2	.....	Año 20
	20__	20__	20__	.....	20_n
- Preinversión					
- Inversión					
- Operación					

21. Formato 2.13. Estudio legal.

Módulo 2: Preparación		
Formato 2.13: ESTUDIO LEGAL		
1. Información suministrada	**SI**	**NO**
• Documento con el estudio legal, en el cual se presenta la relación de las normas aplicables al proyecto, confirmando su total cumplimiento o el tratamiento que se dará a la no conformidad para llevarla al estándar requerido. .		

2. Resultados del estudio (Normas estudiadas)			
Norma estudiada	**Cumplimiento**		**Observaciones**
	SI	**NO**	

ANEXO 2

CARTILLA TÉCNICA DE SISTEMAS DE TRANSPORTE POR CABLE AÉREO

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN

Esta cartilla brinda una guía técnica y metodológica a las personas y entidades vinculadas a la formulación de proyectos de transporte por cable aéreo en Colombia y a su vez permite la apropiación de la terminología técnica utilizada en este Manual.

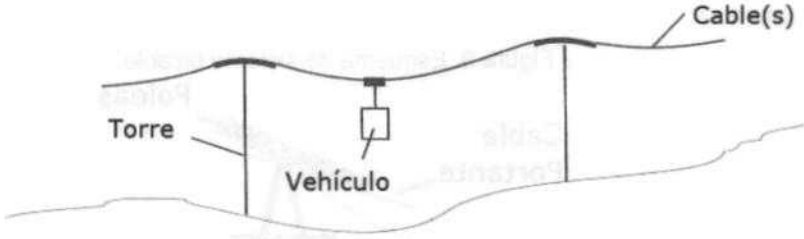
La presente guía técnica y metodológica tiene además entre sus objetivos dar información que permita obtener mejores resultados tanto en la formulación como en el desarrollo de la fase de ejecución de los proyectos.

La formulación de un proyecto de esta naturaleza, se inicia con la idea de atender una necesidad de movilidad de una región particular. Inicialmente se deberán adelantar algunos estudios para definir la ubicación del proyecto y conocer las características del sitio seleccionado, para continuar posteriormente con los estudios electromecánico, arquitectónico, de ingeniería, financiero y legal.

El presente documento se enfoca, principalmente, en el estudio electromecánico, a partir del cual se definen los elementos mecánicos, eléctricos y electrónicos requeridos para que el sistema de transporte por cable proyectado pueda satisfacer las necesidades identificadas, cumpliendo con los estándares de seguridad establecidos para este tipo de sistema.

Debido a lo específico de los términos técnicos que se emplean en un estudio de esta naturaleza, a continuación se presenta una serie de definiciones con el ánimo de facilitar la comprensión global de este documento.

Figura 1. Esquema de un sistema de transporte por cable aéreo



Esquema Doppelmayr

Un sistema de transporte por cable aéreo es aquel que emplea cables como medio de soporte y tracción de vehículos para el traslado de carga y/o personas. Los cables pueden tener en sus extremos poleas (en cables circulantes) o terminar en estructuras fijas (en cables portadores) y pueden requerir o no de elementos de soporte intermedios (pilonas). Ver Figura 1.

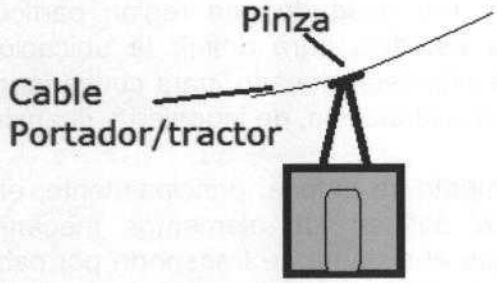
En forma genérica a los sistemas de transporte por cable aéreo se les denomina "Teleférico", pero en el caso de sistemas con varias cabinas en circulación permanente se utiliza también el nombre de "Telecabinas".

1. CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRANSPORTE POR CABLE AÉREO

1.1. Según el tipo de cables que requiere

a. **Sistema Monocable.** Es un sistema que se compone de uno o varios cables portadores-tractores que cumplen la función simultánea de soportar y arrastrar las cabinas durante el recorrido (Figura 2). Los vehículos se sujetan de este cable por medio de pinzas que pueden ser fijas o desenganchables.

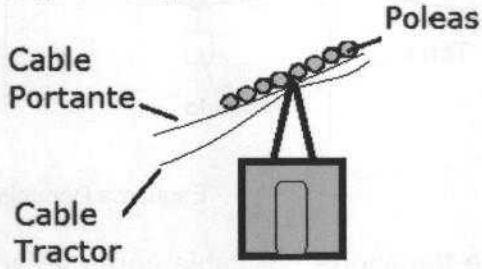
Figura 2. Esquema de un sistema monocable



Esquema Gondolaproject

b. **Sistema Bicable.** Es un sistema compuesto por uno o varios cables portadores y tractores, los cuales cumplen su función de manera independiente. Sobre cada cable portador que posee el sistema se instala un grupo de poleas que permite el desplazamiento del vehículo sobre este. El cable tractor, a su vez, le da el movimiento al vehículo.

Figura 3. Esquema de sistema bicable.



Esquema Gondolaproject

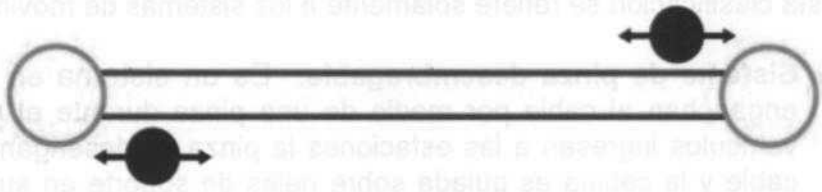
Es de aclarar que el prefijo "bi" no se refiere al número de cables utilizado sino a la variedad de cables según sus funciones (portador, tractor o portador-tractor). Los sistemas bicable más comunes que se encuentran poseen de uno a dos cables portadores y sólo un cable tractor.

1.2. Según el sistema de movimiento.

a. **Sistema Reversible (vaivén).** Compuesto por dos cabinas o por dos grupos de cabinas (2, 3 o 4 cabinas por grupo) los cuales van y vuelven cada uno por su propia vía y en sentido contrario (Figura 4).

Estos generalmente son sistemas bicable y ofrecen una frecuencia baja y un servicio poco eficiente para mover grandes flujos de pasajeros (por encima de 800 pasajeros/hora), por lo cual son utilizados en lugares donde se presenta flujos discontinuos de usuarios.

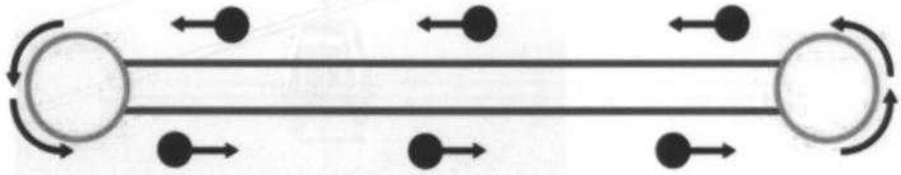
Figura 4. Esquema de sistema reversible.



Esquema Gondolaproject

b. **Sistema de Movimiento circulante.** El sistema circulante funciona en un circuito cerrado de cable, el cual posee una polea en cada extremo para cerrar el bucle. (Figura 5).

Figura 5. Esquema de sistema circulante continuo



Esquema Gondolaproject

Este tipo de sistema puede ser monocable o bicable y difiere en categoría de acuerdo con el tipo de vehículo y el sistema de sujeción. Se utilizan en lugares donde el flujo de pasajeros sea constante. Los sistemas de movimiento circulante se dividen en:

- **Continuo.** En este sistema, las cabinas están sujetas a un cable de tracción que se desplaza con velocidad constante. Cuando éstas llegan a las estaciones se desenganchan del cable para permitir el embarque/desembarque de los pasajeros y posteriormente las cabinas se enganchan nuevamente al cable siguiendo su ciclo continuo.

- **Intermitente.** En este sistema las cabinas están sujetas a un cable con pinzas fijas y tiene como característica principal que el cable gira con las cabinas enganchadas permanentemente a él, por lo cual cuando una cabina

está detenida en la estación, las demás cabinas permanecen detenidas en el aire, lo cual lo hace poco atractivo.

Una variación de este sistema es el de la telecabina pulsada, en la cual se conforman grupos de cabinas (normalmente dos grupos de 2, 3 ó 4 cabinas cada uno) y se reduce la velocidad del sistema cuando los grupos de cabinas llegan a las estaciones. Se utilizan en instalaciones de poca longitud y con demandas bajas de usuarios.

1.3. Según el sistema de pinza.

Esta clasificación se refiere solamente a los sistemas de movimiento circulante.

a. **Sistema de pinza desembragable**. Es un sistema en el cual las cabinas se enganchan al cable por medio de una pinza durante el recorrido. Cuando los vehículos ingresan a las estaciones la pinza se desengancha o desembraga del cable y la cabina es guiada sobre rieles de soporte en su recorrido dentro de la estación, tiempo en el cual se realiza el desabordaje y/o abordaje de las cabinas; para salir de la estación la cabina alcanza la velocidad del sistema y se engancha nuevamente al cable (Figura 6).

Figura 6. Sistema monocable de telecabinas desembragables. Metrocable de Medellín.

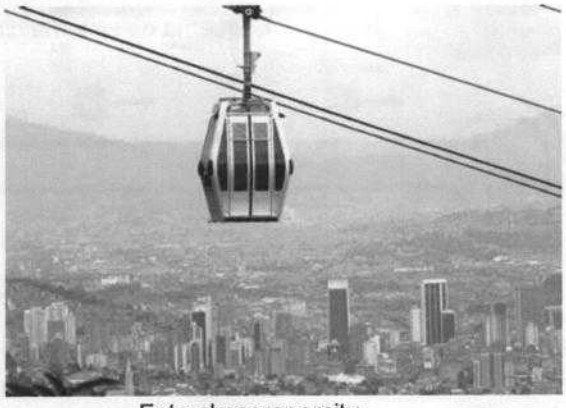


Foto skyscrapercity

b. **Sistema de pinza fija.** En estos la pinza permanece cerrada sobre el cable que la desplaza. Cuando los vehículos entran a las estaciones para permitir el embarque y desembarque de pasajeros, se puede presentar una de las siguientes situaciones:

- Se detiene completamente el movimiento del sistema.
- Se da una velocidad constante muy baja del sistema, permitiendo que los usuarios realicen la maniobra con la mayor seguridad posible.

La inversión en este tipo de sistemas es menor que en los sistemas con pinza desenganchable debido a que la tecnología es más sencilla.

2. TIPOS DE SISTEMAS DE TRANSPORTE POR CABLE MÁS COMUNES.

A continuación se listan los tipos de sistemas de transporte por cable más usados.

a. **Sistemas tipo vaivén.** Son sistemas bicables fijos que tienen una cabina por sentido. Son utilizados para transporte turístico y rural de baja demanda.

Figura 7. Sistema bicable con un cable portadores y otro tractor

Foto Cerro Monserrate

b. **Telesillas.** Son sistemas monocables o bicables que pueden tener pinza fija o desenganchable. El sistema de telesilla es una buena opción para sistemas circulantes con vocación turística y que se desplazan a baja altura.

Figura 8. Sistema de telesillas

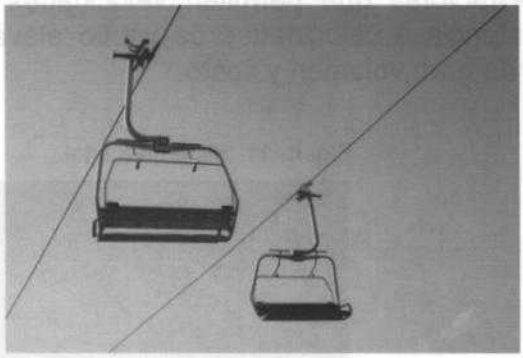


Foto Doppelmayr

c. **Telecabinas.** Sistemas circulantes que están dotados de pinza fija o desenganchable, pueden ser sistemas monocables o bicables. La telecabina ofrece un viaje más cómodo para todo tipo de viajeros ya sea para transporte rural o turístico.

Figura 9. Sistema bicable con dos cables portadores y uno tractor.

Foto doppelmayr

d. **Sistema combinado.** Es un sistema circulante que reúne, al mismo tiempo, las características de los sistemas de telecabinas y de telesillas. Son sistemas aptos para uso turístico.

Figura 10. . Instalación de sistema de cable con telesillas y telecabinas.

Foto Doppelmayr

e. **Sistema Funitel.** Es un sistema circulante monocable que posee dos cables portadores–tractores que permiten velocidades de traslación más elevadas y mayor resistencia a velocidades de viento elevadas. Se caracterizan por tener estaciones de gran volumen y costo.

Figura 11. Sistema funitel.

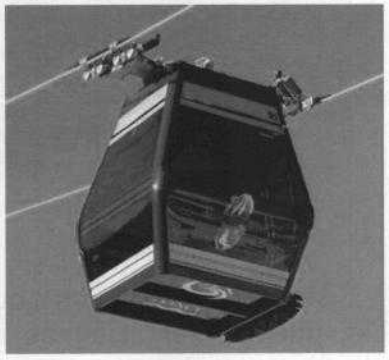


Foto Doppelmayr

3. COMPONENTES ELECTROMECÁNICOS DE LOS SISTEMAS.

3.1. Pinzas

Es el dispositivo mecánico que fija el vehículo al cable y puede ser de dos tipos:

a. **Pinza fija.** Elemento de sujeción que está permanentemente cerrado, es decir, que independientemente de donde se encuentre el vehículo la pinza siempre está sujeta al cable (ver Figura 12).

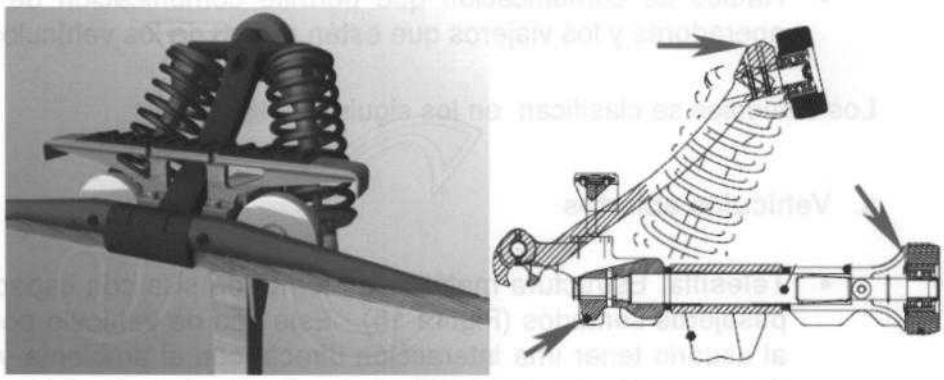
Para el caso de los sistemas vaivén se utilizan mordazas que aprisionan el cable sin causarle ningún tipo de daño.

Figura 12. Esquema y foto de una pinza fija.

Esquema Leitner

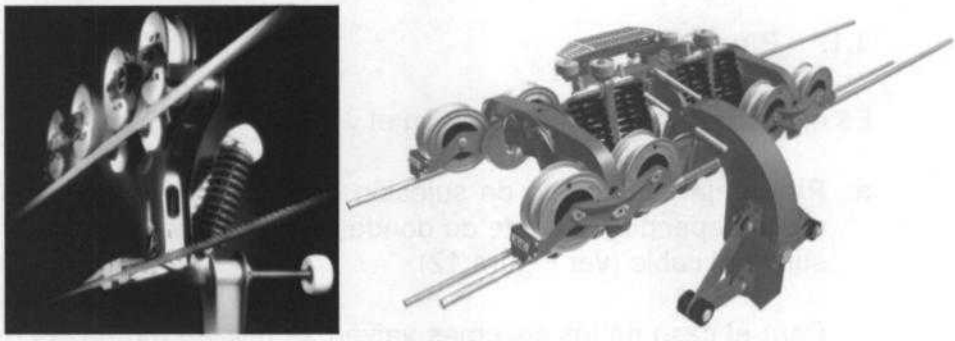
b. **Pinza desenganchable.** Sistema compuesto por una pinza que obtiene su fuerza de agarre de resortes que se comprimen cuando el vehículo ingresa a la estación, soltando el cable para que la cabina disminuya su velocidad y permita el embarque o desembarque.

Figura 13. Esquemas de pinza desenganchable para sistemas monocables utilizadas en la actualidad.



Esquemas Poma

Figura 14. Pinza para sistemas bicables. A la izquierda con un solo cable portador y a la derecha con dos cables portadores.



Fotos Doppelmayr

3.2. Vehículos.

Los vehículos utilizados para los sistemas de transporte por cable aéreo se seleccionan de acuerdo con la vocación del sistema y, en general, están dotados de elementos y características tales como:

- Pisos antideslizantes y que no retengan el agua
- Barandas internas para la sujeción de los viajeros
- Vitrales resistentes a los rayones
- Puertas con bloqueos de seguridad para que no se puedan abrir durante el recorrido.
- Sillas con materiales resistentes y preferiblemente abatibles, para uso mixto y de personas con movilidad reducida.
- Ventilación natural e iluminación interna
- Impermeabilidad total
- Radios de comunicación que permite comunicación de doble vía entre los operadores y los viajeros que están dentro de los vehículos

Los vehículos se clasifican en los siguientes tipos:

a. Vehículos abiertos

- **Telesilla.** Estructura metálica en forma de silla con capacidad para 2, 4 ó 6 pasajeros sentados (Figura 15). Este tipo de vehículo por ser abierto permite al usuario tener una interacción directa con el ambiente y debe tener sistema de protección contra accidentes. Es un tipo de vehículo muy utilizado en instalaciones turísticas.

Figura 15. Esquema de Telesilla.

Esquema Leitner

Para los sistemas ubicados en zonas que presentan condiciones climáticas severas (vientos, nieve, lluvia), se cuenta con un tipo especial de telesilla que posee un cerramiento en forma de burbuja (Figura 16), la cual permite al usuario un viaje confortable y más seguro.

Figura 16. Telesilla con sistema de burbuja.

Foto Doppelmayr

Estos sistemas requieren una cierta destreza física para su uso. Si la telesilla es de pinza fija, la velocidad de desplazamiento se conserva cuando los vehículos ingresan a la estación, lo que obliga a un desembarque rápido de los usuarios. En las de pinza desenganchable, aunque la velocidad de ingreso a las estaciones disminuye, es necesario tener precaución con el desembarque de los usuarios para evitar accidentes.

- **Góndola.** Es un vehículo utilizado en sistemas turísticos de vuelo rasante (a baja altura) y al igual que la telesilla permite que el usuario tenga contacto con el entorno. Su capacidad normalmente no pasa de 8 pasajeros. (Figura 17).

Figura 17. Góndola. Parque Nacional del Café – Colombia.

b. Vehículos cerrados.

- **Cabina de baja capacidad - Telecabina.** Vehículos con una capacidad máxima de 20 pasajeros. Los sistemas de telecabinas con góndolas desenganchables utilizan vehículos que pueden tener diferentes capacidades (6, 8, 10 ó 15 pasajeros cada una). Ver Figura 18.

Figura 18. Telecabina para 10 pasajeros.

Foto Metrocable Medellín

En sistemas rurales de tipo vaivén en Colombia, se utilizan vehículos de fabricación nacional con capacidades de hasta 12 pasajeros (ver Figura 19).

Figura 19. Proyecto Teleférico San Sebastián de Palmitas – Vehículo de fabricación nacional.

Foto Funitel LTDA

- **Cabina de gran capacidad.** Vehículos de gran tamaño y alta capacidad de transporte (Figura 20), que son utilizados en sistemas tipo vaivén con flujo discontinuo de pasajeros. En estos la consola de mando va integrada al vehículo.

Figura 20. Teleférico Suizo - Cabina de gran capacidad

Foto skyscrapercity

c. Otros Tipos de Vehículos

- **Cabinas de grupo.** Telecabinas de técnica sencilla de pinza fija que se opera en grupos de 2 a 4 vehículos, ubicados uno tras otro (Figura 21). Normalmente se utilizan dos grupos en los extremos, pero según la demanda puntual pueden adicionarse más grupos.

Figura 21. Telecabinas de grupo

Foto Doppelmayr

Foto Poma

Esta telecabina es muy apropiada para distancias de viaje cortas y también para el turismo de verano e invierno.

- **Cabina de Mantenimiento.** Es un vehículo que se utiliza para adelantar las actividades de mantenimiento de la línea, por lo cual debe ser funcional para facilitar la ejecución de las actividades (Figura 22).

Figura 22. Metrocable Medellín - Cabina de mantenimiento

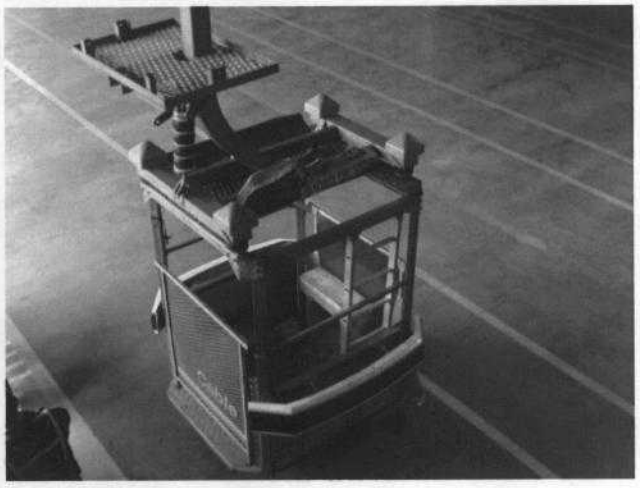


Foto Metrocable Medellín.

3.3. Cables de Acero

Los cables de acero constituyen el soporte de los vehículos de este tipo de sistema de transporte y su selección depende de la capacidad del sistema concebido y de sus exigencias mecánicas.

En la actualidad la calidad de los cables de acero ha evolucionado mucho en cuanto a su resistencia por lo que estos sistemas han podido llegar a tener mayor confiabilidad.

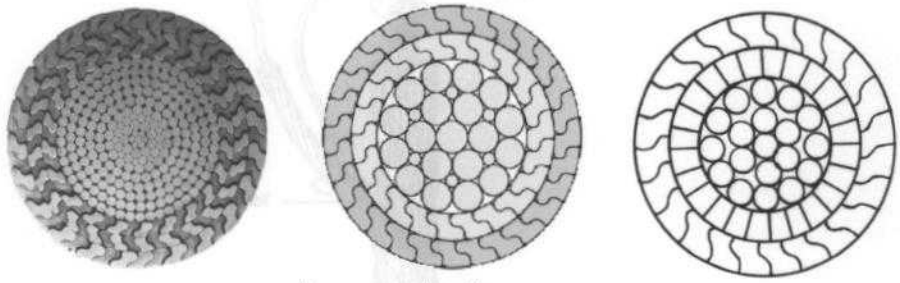
Los cables se clasifican según la función que cumplen dentro del sistema, a saber:

a. **Cable portador:** Sirve de guía para el desplazamiento del vehículo y soporta su peso. Generalmente para este uso se utiliza un cable formado por un núcleo interno y alambres exteriores de acero, cuyas formas especiales permiten un ensamble casi perfecto, logrando que las poleas de los vehículos rueden con suavidad sobre ellos. Los cables formados son conocidos como cables tipo Z (ver Figura 23).

   Uno de los principales objetivos del uso de los alambres exteriores de acero especiales es evitar que en el caso de la rotura de uno de ellos, éste sobresalga y se enganche en algún punto del vehículo causando un accidente.

   A continuación se muestran algunos esquemas de la configuración de los cables tipo Z.

Figura 23. Esquemas de cables tipo Z.



Esquemas Trefile-europe

b. **Cable tractor:** Arrastra la cabina, trasmitiéndole la potencia del motor.

c. **Cable portador-tractor:** Cumple la función de los dos anteriores tipos de cables: soporta, guía y arrastra la cabina.

Para los cables tractores y los portadores/tractores, se recomienda el uso de cables helicoidales con alma de fibra compacta (Figura 25) cuyas características van variando según las necesidades y el avance tecnológico.

Figura 24. Cable helicoidal.

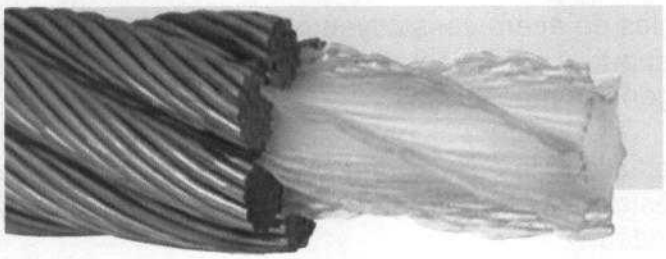


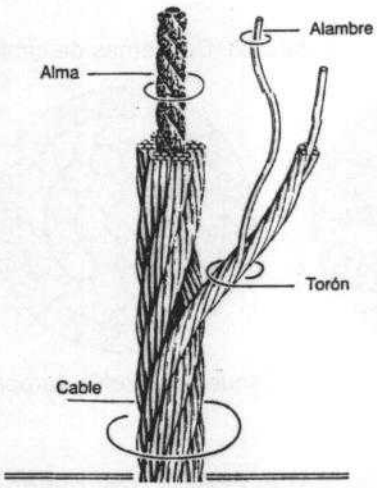
Foto Fatzer

Según como se muestra en la Figura 25 los cables helicoidales están formados por:

- **Torón:** Es la estructura formada por alambres trenzados entre sí formando un cuerpo único, que mejora la capacidad portante del cable. Los torones, a su vez, se trenzan sobre un núcleo central conformando el cable propiamente dicho.

- **Alma.** Es la parte central del cable. Consiste en un relleno de material plástico o de fibra que actúa como interfase entre los torones evitando su deformación inclusive cuando éste está sometidos a la carga máxima.

Figura 25. Partes de un cable helicoidal.



Esquema Wikipedia

Comercialmente se referencian indicando la cantidad de torones que conforman el cable y la de alambres que conforman el torón. Ej: 6x32.

Los fabricantes de este tipo de cable han modificado algunas características en la forma de los alambres, logrando que éstos se acoplen de una mejor manera,

mejoren su rendimiento y se disminuya el ruido en las estaciones y apoyos, produciendo un cable de mejores características conocido como cable compacto (Figura 26).

Figura 26. Cable compacto

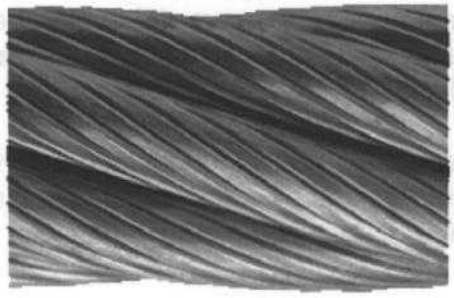


Foto Fatzer

Así mismo, para disminuir al máximo las vibraciones que se producen por el desplazamiento del cable en las poleas de los apoyos o en las estaciones, se ha introducido un material elastómero entre los torones de los cables, el cual simula una forma de cilindro perfecto. Ver Figura 27.

Figura 27. Cable compacto con recubrimiento elástico en la interfase de los torones.

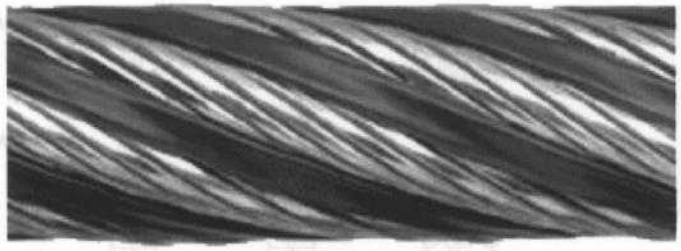


Foto Fatzer

3.4. Pilonas (apoyos o torres de sostenimiento)

Las pilonas son los elementos de soporte del cable en la línea y están instaladas entre las estaciones.

Una pilona posee, sin excepción, balancines dotados con poleas que sirven de guía al desplazamiento libre y suave del cable que le imprime el movimiento al vehículo. Las torres de los sistemas bicables poseen, además, una estructura rígida tipo patín sobre el cual reposan los cables portadores.

Las pilonas o apoyos a nivel funcional pueden ser de soporte (de carga, con el cable por encima del balancín) o de compresión (con el cable por debajo del balancín), esto para evitar el desplazamiento vertical del cable en la línea.

a. Tipos de pilonas

- **Pilonas de celosía:** Son estructuras conformadas por entramados metálicos, similares a las utilizadas como apoyos de las líneas de transmisión eléctrica (ver Figura 28).

Figura 28. Esquema de apoyo tipo celosía.

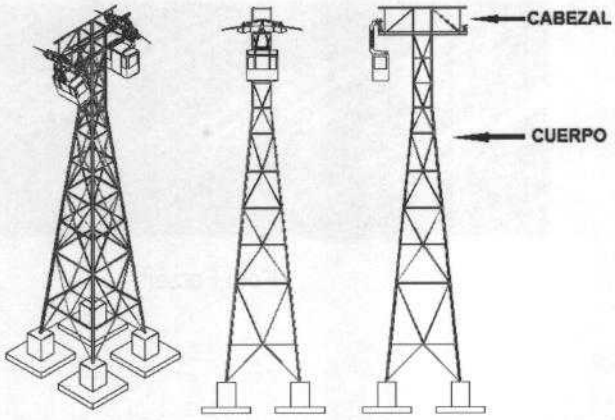
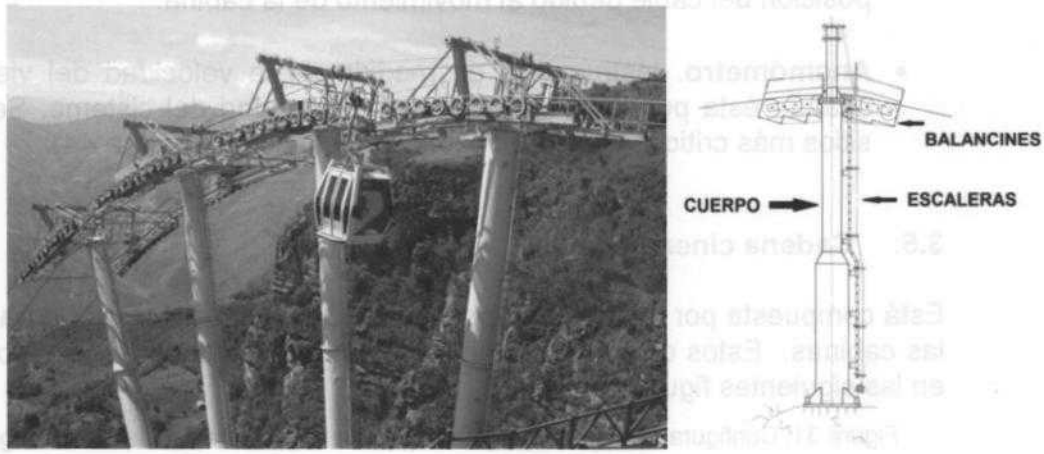


Foto. Diseño del cable rural del municipio de Montebello – Metro de Medellín

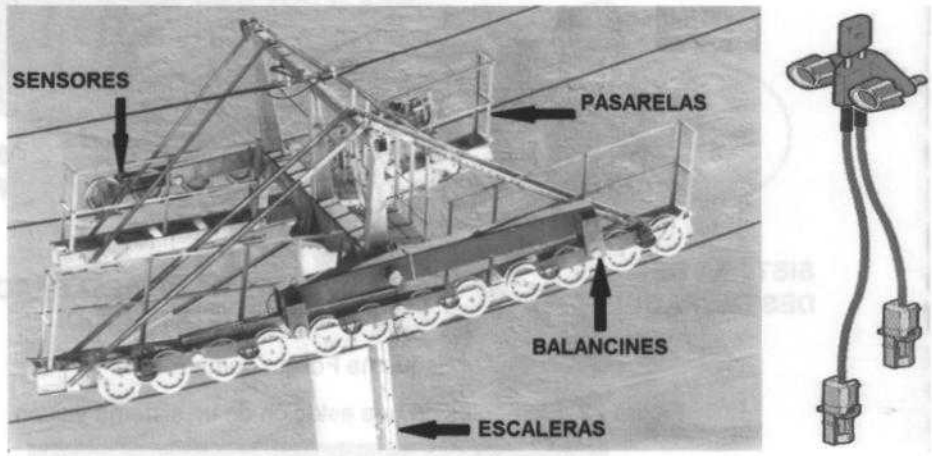
- **Pilonas tubulares:** Formadas por segmentos de tubos, los cuales se ensamblan por medio de bridas pernadas (ver Figura 29).

Figura 29. Foto de un apoyo de tipo tubular del teleférico del Parque Chicamocha – Santander y esquema de un apoyo tipo tubular.



Esquema Leitner

Figura 30. Elementos que pueden estar involucrados en un apoyo. A la derecha esquema de un sensor de descarrilamiento



Esquemas Folleto poma

b. Elementos constitutivos de las pilonas

- **Sensores de descarrilamiento.** Son elementos que detectan cuando el cable se sale de los canales o poleas por acción de una fuerza externa y envían una señal al sistema para que este se detenga inmediatamente

- **Escaleras para mantenimiento.** Concebidas para permitir un mantenimiento más expedito de los elementos de las pilonas. No debe llegar hasta el suelo por seguridad.

- **Sensores antivandálicos.** Detectan la presencia de personas en la plataforma de mantenimiento de las pilonas.

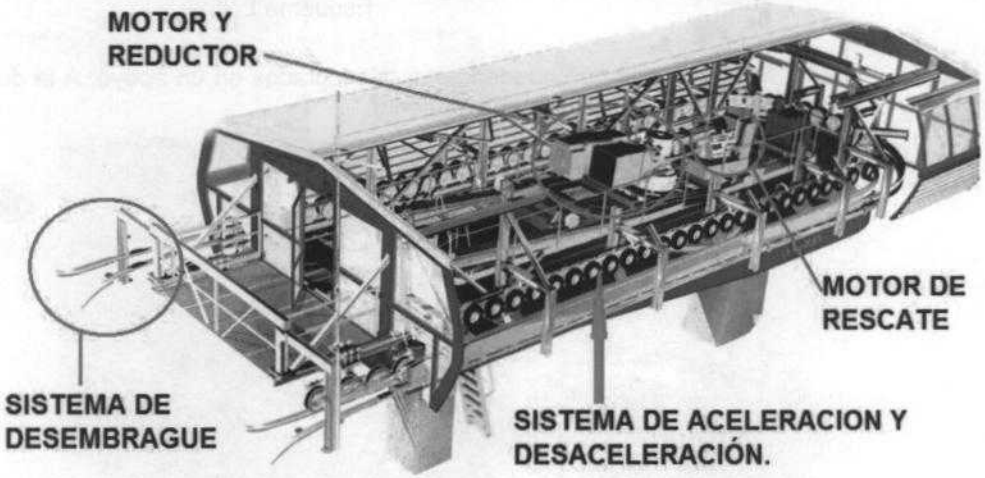
- **Balancines.** Son elementos articulados dotados de poleas que permiten el libre desplazamiento del cable. Estos elementos compensan los cambios de posición del cable debido al movimiento de la cabina.

- **Anemómetro**. Instrumento de medida de la velocidad del viento que indica cuando ésta puede atentar contra la seguridad del sistema. Se ubican en los sitios más críticos ya sea en pilonas o estaciones (Figura 44).

3.5. Cadena cinemática

Está compuesta por todos los dispositivos móviles del sistema que dan movimiento a las cabinas. Estos dispositivos varian según el tipo de sistema tal como se muestra en las siguientes figuras 31 y 32.

Figura 31. Configuración típica de una estación de un sistema circulante desenganchable.



Esquema Folleto poma

Figura 32. Elementos de una estación de un sistema vaivén.

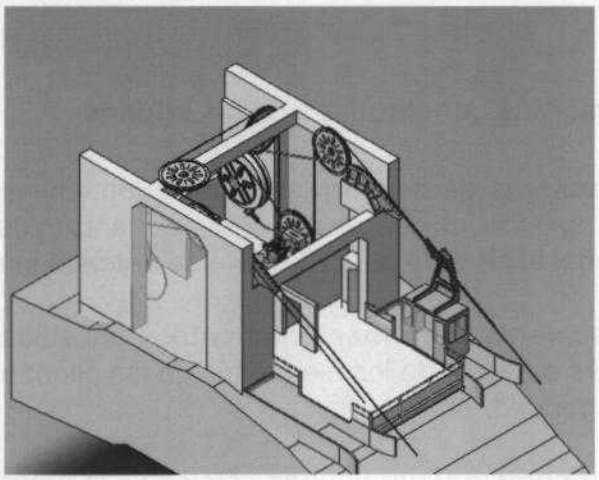
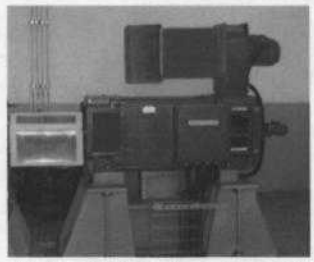


Imagen del diseño del sistema del Municipio de Montebello - Metro de Medellín

a. **Motor principal.** Está ubicado en la estación motriz. Es un elento de potencia encargado de imprimir el movimiento al sistema a través de reductores y acoples. En instalaciones de gran potencia se utilizan motores de corriente directa, (Figura 33), pero en instalaciones más pequeñas como las de los sistemas rurales, puede utilizarse motores de corriente alterna.

Figura 33. Motor de corriente directa



Fotos Remontees-mecaniques

b. **Reductor.** Es un equipo que tiene como función adaptar la velocidad estándar de salida del motor a la velocidad y potencia adecuadas o necesarias para poner en movimiento la polea en las condiciones de servicio requeridas (Figura 34).

Figura 34. De color azul y al frente se observa un reductor de un sistema circulante.

Foto Poma

c. **Polea motriz:** Se encuentra ubicada en la estación motriz. Es un elemento de fabricación metálica que tiene como función transmitir al cable la potencia generada por el motor. Cuenta con un recubrimiento de material plástico en la garganta para evitar el desgaste del cable por rozamiento.

d. **Polea de reenvío.** Se encuentra ubicada en la estación extrema (reenvío). Cuenta con las mismas características de fabricación de la polea motriz. Tiene como función reenviar al cable hacia la estación motriz cerrando el bucle que éste conforma.

Los sistemas circulantes tienen ambas poleas posicionadas horizontalmente con el fin de dar mayor facilidad al funcionamiento y evitar interferencias con las

cabinas. (Figura 35) Los sistemas tipo vaivén usan generalmente un entramado de poleas, que direcciona el cable desde la polea motriz en posición vertical hacia la línea.

Figura 35. De amarillo se observa la polea de reenvío de un sistema circulante desenganchable de Kuala Lumpur.

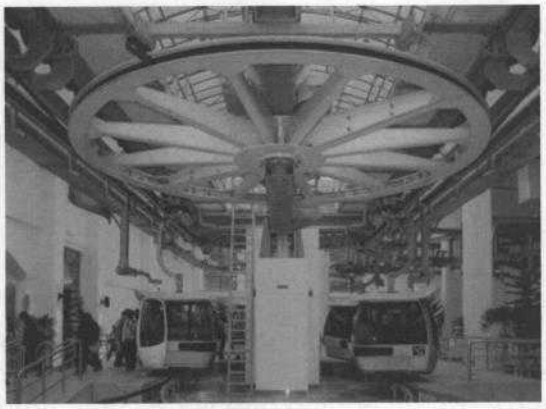
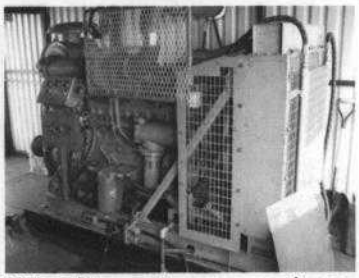


Foto Leitner

e. **Motor auxiliar de rescate.** Generalmente se encuentra posicionado cerca de la unidad reductora. Su función es proporcionar potencia al sistema que permita la evacuación de los pasajeros en el caso de que exista una interrupción en el suministro del fluido eléctrico o cuando ocurra una avería en el motor principal, generalmente es un motor de combustión interna (Figura 36). En el caso de que se emplee un motor auxiliar de rescate eléctrico, será necesario contar con una planta electrógena que permita su funcionamiento.

Figura 36. Motor auxiliar de rescate (diesel).

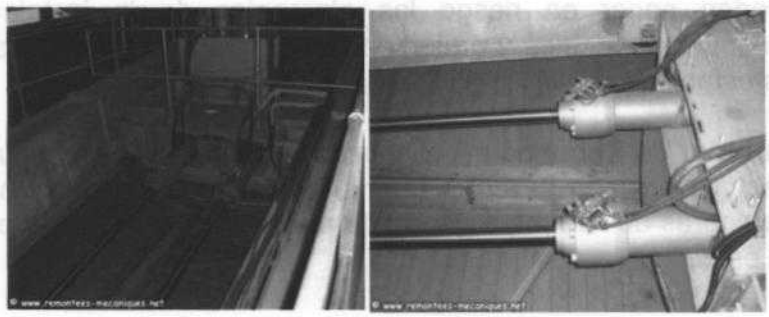


Fotos Remontees-mecaniques

f. **Cilindros hidráulicos y/o contrapesos**. Tienen como función mantener la tensión de diseño del cable, corrigiendo las variaciones propias del comportamiento mecánico de éste. Estos elementos, que pueden estar ubicados en cualquiera de las estaciones extremas, están unidos a la polea motriz o a la polea de reenvío, las cuales, en cada caso, deben estar ubicadas sobre una plataforma móvil para facilitar su movimiento durante las correcciones de tensión. (Figura 37).

Para los sistemas bicables es más utilizado el sistema de peso muerto tal como bloques de concreto suspendidos del cable para dar tensión a los cables tractores (Figura 37). En el caso de los cables portadores es posible que se empotren en ambos lados o que se suspenda peso muerto en una de las esquinas. Las instalaciones rurales generalmente usan sistemas de peso muerto ya que su costo es mucho menos al de los cilindros hidráulicos.

Figura 37. Fotos de cilindros hidráulicos de un sistema de cable aéreo.

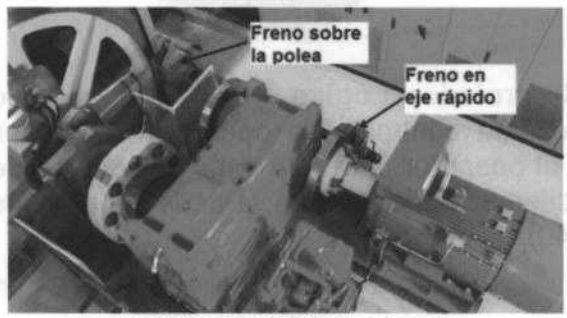


Fotos Remontees-mecaniques

g. **Frenos.** Generalmente están ubicados en el eje de salida del motor (eje rápido) y directamente en las poleas motrices, independientemente del tipo de sistema, (Figura 38). Tienen como función limitar la velocidad de funcionamiento del sistema o detener éste.

Eventualmente en un sistema bicable que tenga una diferencia significativa de alturas entre estaciones se puede instalar un freno en el tren de poleas de la mordaza que sujeta al cable tractor, el freno se activa por falta de tensión en este cable o por una aceleración anómala del vehículo.

Figura 38. Posiciones de frenos en los sistemas.



Fotos Remontees-mecaniques

3.6. Dispositivos eléctricos y de control.

Es el conjunto de elementos destinados a facilitar la operación de una forma automatizada además de brindar mayor confiabilidad al sistema. Algunos de estos dispositivos son:

a. **Sistemas de malla a tierra o apantallamiento.** Es el conjunto de dispositivos que absorben las descargas atmosféricas y las sobretensiones eléctricas que pueden poner en riesgo los elementos de la instalación, garantizando la continuidad eléctrica y protegiendo los elementos del sistema electromecánico y las estaciones.

b. **Variador de frecuencia.** Dispositivo encargado de la regulación de la frecuencia eléctrica enviada al motor (aumenta o disminuye las rpm). Es utilizado en las maniobras de arranque y parada del sistema con el fin de evitar sobreesfuerzos en éste.

En los sistemas tipo vaivén donde las cabinas estan constantemente parando y arrancando es muy utilizado para generar rampas de aceleración controladas que evitan movimientos molestos para los viajeros. Figura 39.

Figura 39. Imagen de variadores de frecuencia.

c. **PLC (Controlador Lógico Programable).** Equipo electrónico programable, diseñado para controlar la operación del sistema en tiempo real o enviando señales al operador para que tome correctivos de las irregularidades detectadas en los diferentes dispositivos. Puede considerarse como el cerebro del sistema (Figura 40).

Figura 40. Imagen de un PLC siemes.

d. **Tableros de potencia.** Gabinetes metálicos donde se aloja el PLC, el variador de velocidad y los demás elementos de potencia con sus respectivos dispositivos de seguridad. Figura 41.

Figura 41. Interior de un tablero de potencia.

e. **Consola de mando.** Gabinete metálico que contiene los elementos que permiten cambiar la configuración del sistema, según las necesidades de operación; debe contar con una pantalla mímica y dispositivos para el cambio de variables del sistema. En el caso de sistemas vaivén debe contar con un joystick para controlar la velocidad de movimiento de los vehículos.

Figura 42. Consola de mando.

Foto Remontees-mecaniques

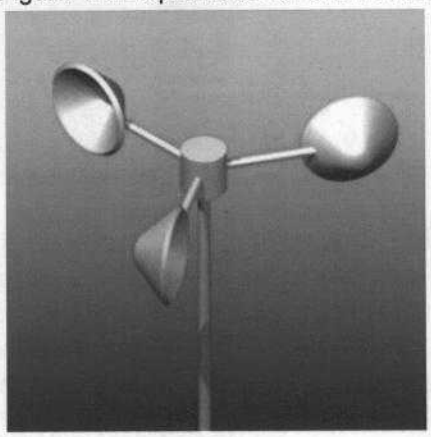
f. **Pantalla mímica.** Dispositivo electrónico en donde se visualiza el esquema funcional de todo el sistema y sus elementos y que permite realizar algunos ajustes operativos e identificar cualquier anomalía presentada en el mismo. (Figura 43).

Figura 43. Ejemplo de pantalla táctil

g. **Sistema de medición de vientos.** Tiene como función medir la velocidad del viento y generar alarmas cuando detecte velocidades que puedan atentar contra la seguridad operativa del sistema. Esta medición se hace a través de un elemento conocido como anemómetro

Estos sistemas se deben instalar en los sitios considerados como críticos.

Figura 44. Esquema de un anemómetro



4. ESTACIONES

4.1. Infraestructura física de estaciones

Las estaciones de los sistemas de cable aéreo conforman la infraestructura física de soporte de todos los sistemas electromecánicos, que permiten un funcionamiento confiable y cuentan además con los cuartos operativos y técnicos requeridos para su operación.

Las estaciones de los sistemas de transporte por cable aéreo pueden ser de tres tipos:

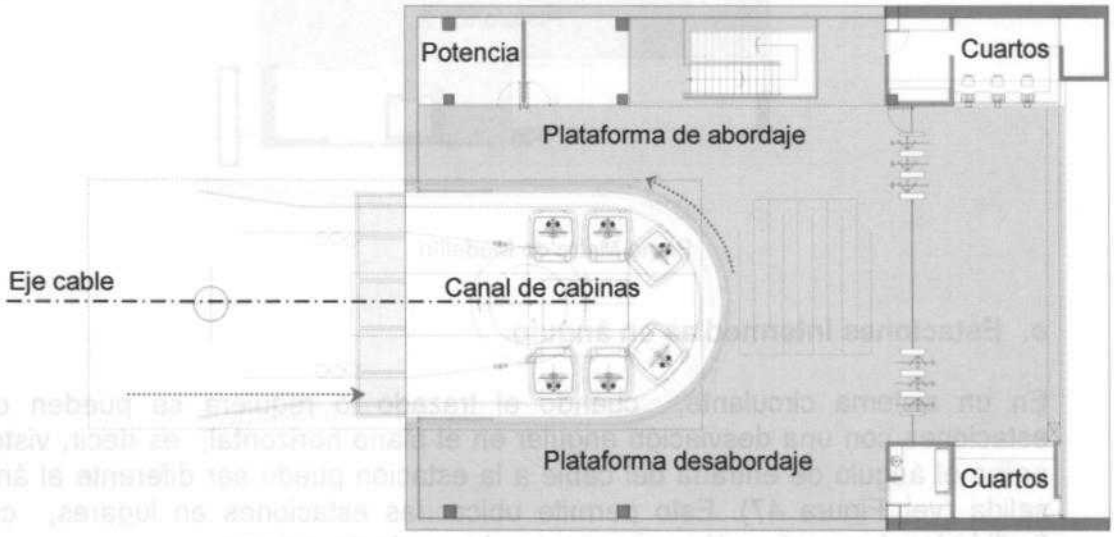
a. Estaciones extremas.

Son aquellas donde el cable da la vuelta para conformar el bucle del cable portante-tractor, en sistemas circulantes y del cable tractor en sistemas bicable.

Estas estaciones pueden ser motrices, es decir aquellas que albergan todos los elementos de potencia que le dan movimiento al sistema. También pueden ser estaciones de reenvío, donde están las poleas que cierran el bucle del cable. Generalmente en esta última se ubica el sistema de tensión del cable.

Estas estaciones tienen un canal en forma de medialuna por donde se desplazan las cabinas en el momento de abordaje/desabordaje (Figura 45).

Figura 45. Planos de una estación extrema tipo.



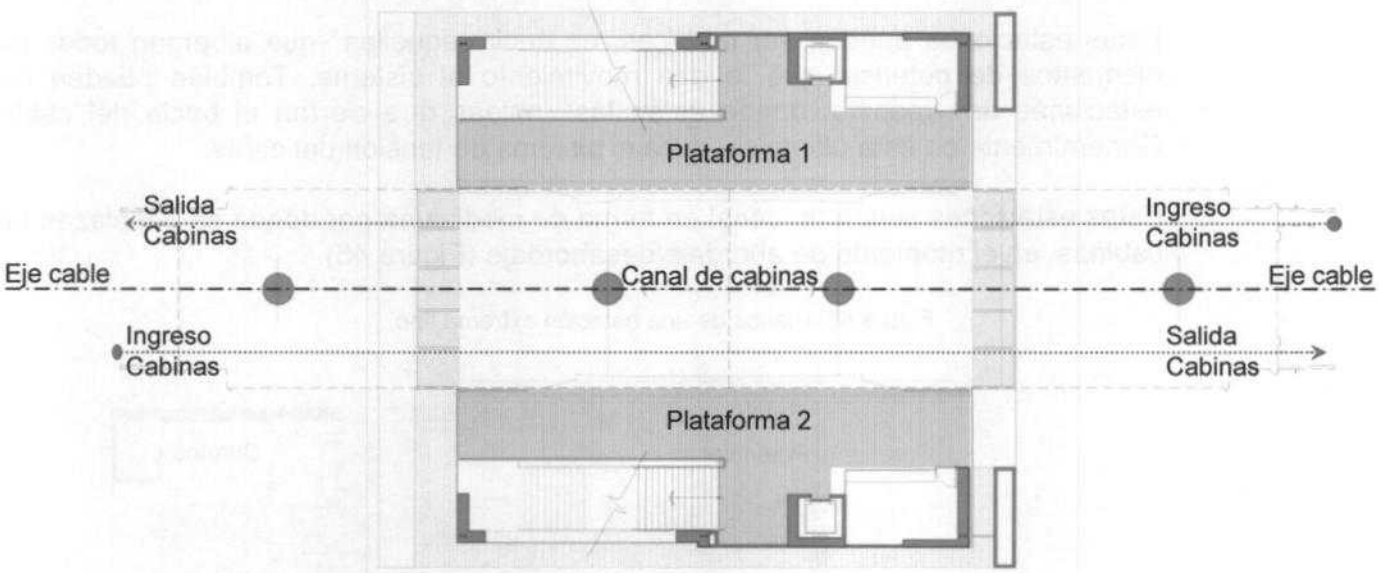
Plano Metro de Medellín

b. Estaciones intermedias.

Estas estaciones cuentan con dos plataformas de abordaje laterales. Los vehículos entran por un costado de la estación, se desembragan (desenganchan) del cable, siguen la marcha con una velocidad que permite a los viajeros abordar o desabordar el sistema y salen por el otro costado de la estación, siguiendo la línea del trazado del cable, tal como se ilustra en la Figura 46.

En el caso de los sistemas con pinza fija, las cabinas realizan el mismo recorrido pero se detienen completamente en las plataformas, ya que dada su frecuencia y características requieren estar algunos segundos en la plataformas para permitir el ingreso de los pasajeros. Las estaciones intermedias son propias de sistemas circulantes.

Figura 46. Planos de una estación intermedia.

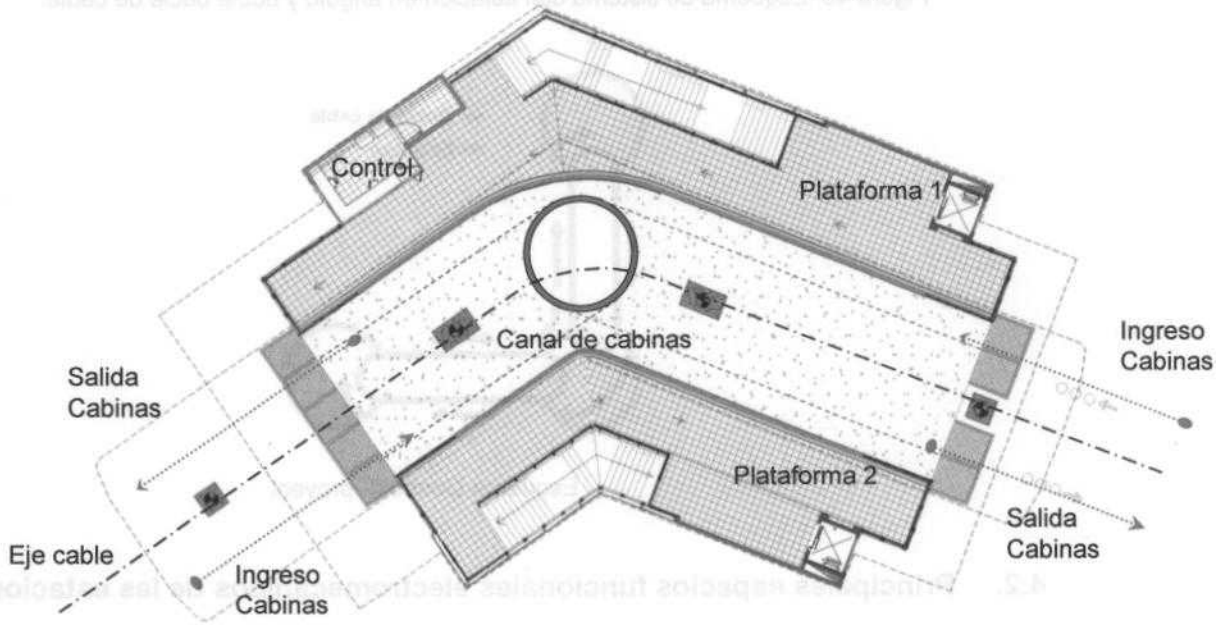


Plano Metro de Medellín

c. Estaciones intermedias en ángulo.

En un sistema circulante, cuando el trazado lo requiera se pueden construir estaciones con una desviación angular en el plano horizontal, es decir, visto desde arriba el ángulo de entrada del cable a la estación puede ser diferente al ángulo de salida (ver Figura 47). Esto permite ubicar las estaciones en lugares, con más facilidades de construcción o con mayor demanda de viajeros.

Figura 47. Planos de una estación en ángulo.



Plano Metro de Medellín.

Para estaciones con ángulos mayores de 10 °, los avances tecnológicos han permitido el uso de dos bucles de cable independientes que se unen en una polea de doble garganta. En cada garganta se ensambla uno de los dos bucles de cables, permitiendo así ángulos pronunciados sin deterioro del cable por esta acción. Tal como se observa en la Figura 49, cada bucle de cable sale en diferente dirección, el cable que entra por el frente de la estación es diferente al que sale detrás, permitiendo que la diferencia de dichos ángulos cree una estación extrema virtual donde se unen dos bucles de cable.

Figura 48. Imagen tridimensional de una estación con doble bucle de cable.

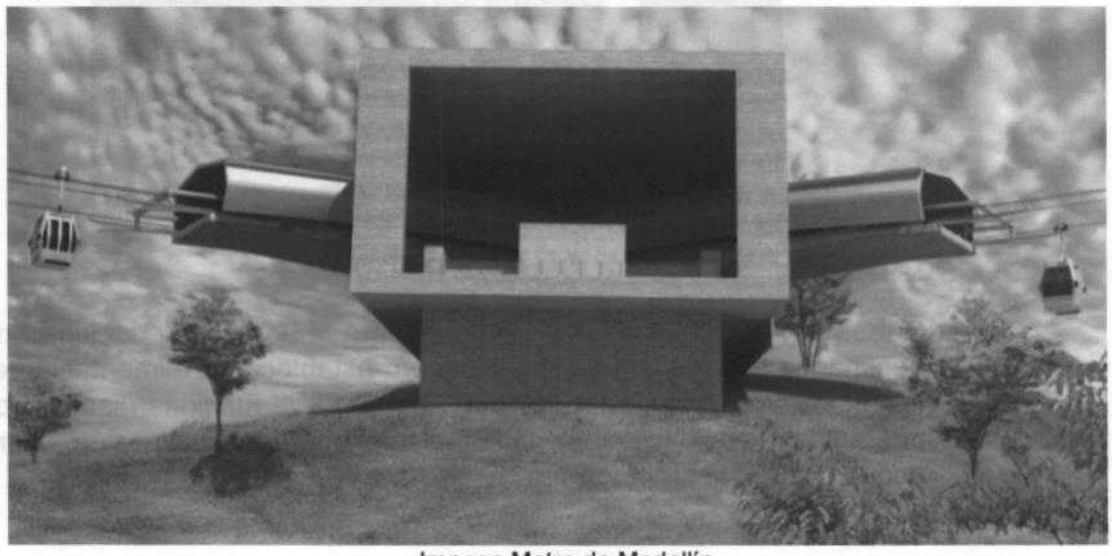
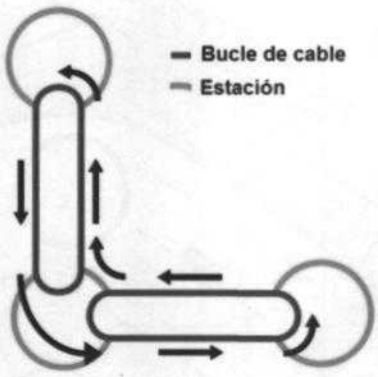


Imagen Metro de Medellín.

Figura 49. Esquema de sistema con estación en ángulo y doble bucle de cable.



Esquema Gondola- proyect

4.2. Principales espacios funcionales electromecánicos de las estaciones.

a. **Garajes.** Área destinada para ubicar las cabinas, para su mantenimiento, limpieza o en caso de algún evento que requiera su revisión. Ver Figura 50. Esta área puede estar ubicada en cualquiera de las estaciones y es utilizada en los sistemas circulantes en donde se requieren gran cantidad de vehículos.

Figura 50. Garaje de cabinas. Se pueden ver las cabinas saliendo del garaje hacia la estación ubicada en la parte superior.

Foto Poma

b. **Subestación eléctrica.** Espacio para albergar el conjunto de elementos destinados a transformar, modificar y/o establecer la alimentación eléctrica de la instalación, con el fin de adecuarlos al nivel de funcionamiento necesario de los diferentes dispositivos asociados al sistema, como tracción, iluminación, aire acondicionado, etc. (Figura 51)

Figura 51. Subestación eléctrica.

En la subestación se incluyen equipos como transformadores, interruptor principal, tableros eléctricos, etc

c. **Cuarto de Control.** Allí se encuentra el operador del sistema y los gabinetes principales de control. Desde aquí se monitorean los circuitos de seguridad de toda la línea y si es necesario se apaga de forma manual la instalación con el fin de evitar cualquier accidente. Todas las estaciones poseen un cuarto de control y/o monitoreo. (Figura 52).

Figura 52. Cuarto de operaciones con sus respectivos gabinetes y consolas.

Foto. Remontes-mecaniques

d. **Plataformas de mantenimiento.** En cualquier sistema de cable deben ubicarse plataformas en los sitios de aproximación de las cabinas a las estaciones y en el caso de los sistemas circulantes la plataforma debe seguir el recorrido de las cabinas ya que esto disminuye tiempos de mantenimiento (Figura 53).

Figura 53. Plataforma para mantenimiento ubicada en la parte superior de la estación.

Foto. Remontes-mecaniques

5. OTRAS CONSIDERACIONES.

a. **Del estudio de línea electromecánico.** Este estudio es el encargado de indicar cuáles y cuántos son los elementos electromecánicos que se han de instalar, dando herramientas para el inicio de los otros estudios del proyecto. Los principales resultados arrojados por éste son:

- Cantidad de apoyos y esfuerzos a los que van a estar sometidos.
- Altura, número de balancines y cantidad de poleas de cada apoyo.
- Ubicación de los elementos de estaciones.
- Número de cabinas
- Diámetro y tensión de los cables
- Características de los motores, reductores y demás elementos de potencia.

Este estudio de ingeniería tiene como insumo principal los estudios de topografía de la zona, la demanda estimada de pasajeros y en general las condiciones dadas por el trazado.

b. **De la selección del tipo de sistema.** En el momento en que se esté haciendo la selección entre un sistema de vehículos fijos o desenganchables se debe reflexionar sobre cuál es tipo de viajeros que se esperan, ya que algunos sistemas fijos y las telesillas son restrictivos para algunas personas con movilidad reducida y personas de edad avanzada aun cuando el costo de su instalación sea más bajo.

c. **De los Cables**

- Cuando se plantea un proyecto de transporte por cable aéreo, se debe tener en cuenta las características de la unidad de empaque de los cables (peso y volumen), para definir si éstos se pueden transportar a través de la infraestructura física de carreteras y puentes hasta los sitios de instalación.

- Los cables de acero y en especial los cables helicoidales después de su instalación poseen un periodo de estiramiento normal, el cual va disminuyendo la posibilidad de recorrido del sistema de tensión del cable, por lo cual es necesario hacer un recorte de éste. Por esta razón cuando se realice contratos de montaje de estos sistemas es recomendable comprometer al instalador con un recorte del cable, o si es el caso con el número de recortes que sea necesario realizar durante el primer año de operación.

  Los cables que se recortan regularmente, son los que se utilizan en los sistemas monocables o los cables tractores de los sistemas bicable, ya que los cables tipo z que se recomienda utilizar para los cables portadores tienen muy poco estiramiento.

d. **De los aspectos eléctricos.** Cuando se trata de sistemas rurales se debe tener en cuenta si en el lugar proyectado para la instalación se tiene energía monofásica o trifásica ya que esta variable influye en la selección de los elementos eléctricos.

e. **De las distancias de seguridad.** Los sistemas de transporte por cable tienen algunas normas de estricto cumplimiento en cuanto a las distancias (gálibos de seguridad) que se deben guardar con respecto a elementos móviles o estacionarios a lo largo de la línea de funcionamiento.
Se deben tomar en cuenta todos los gálibos determinados para la libre circulación de las cabinas, bajo el concepto de funcionamiento seguro del sistema. Algunas de las distancias a tomar en cuenta son:

- Franja a cada lado del eje de la línea del sistema.
- Distancias entre la base de la cabina y los elementos móviles.
- Distancia entre la base de la cabina y todos los elementos fijos.
- Distancias entre las cabinas y los elementos fijos o móviles y pasajeros en las estaciones (regulaciones especiales para lugares con accesos restringidos).
- Cruces y distancias con líneas eléctricas.

f. **De las estaciones.**

- El tamaño de los canales en el piso de las estaciones que permiten la entrada de la cabina a nivel, está determinado por las dimensiones de la cabina seleccionada. Se debe tener en cuenta que mientras más grandes las cabinas se requieren estaciones de mayor tamaño, que a su vez son más costosas y elevan el área de compra de predios.

- Debido a la facilidad de montaje y de mantenimiento del sistema, las estaciones motrices deben estar ubicadas lo más cerca posible a carreteras o de lugares de fácil acceso.

- Es recomendable instalar dispositivos en los motores para absorber las vibraciones generadas por el funcionamiento del sistema y así evitar incomodar el entorno. Igualmente en esta zona se debe contar con dispositivos de alzado (puente grúa ó diferenciales), para momentos en los que se deban hacer desmontajes o manipulación de elementos pesados.

g. **Del débito de las cabinas.** Los sistemas circulantes pueden trabajar con diferentes configuraciones de número de cabinas, llamadas débitos, según la demanda de usuarios de una jornada diaria, así, por ejemplo, es posible tener débitos del 100%, 80%, 60% y 50%, que permite una flexibilidad en el uso de las cabinas por demanda. Estas configuraciones deben definirse durante el diseño del sistema, para solicitarlas al proveedor de los equipos.

h. **De los repuestos y herramientas.** En el planteamiento del proyecto, se recomienda considerar la inclusión de repuestos necesarios para cualquier tipo de mantenimiento y/o reparación regular en un periodo razonable de tiempo, con el fin de evitar suspensiones inesperadas del servicio.

Para sistemas masivos que utilicen reductores que requieran tiempos de importación elevados es recomendable que en la compra inicial se tenga incluida un reductor de respaldo con el fin de evitar que el sistema deba ser detenido por el tiempo de consecución del equipo. Así mismo es recomendable tener un motor de respaldo que supla la necesidad en caso de avería del motor principal, ya que la consecución de éstos es demorada y ocasionaría la inoperancia del sistema durante un tiempo prolongado.

i. **Del mantenimiento.**

- Con el fin de que los sistemas tengan una máxima confiabilidad durante su operación, se deben realizar controles programados cada tres, seis o doce meses según la necesidad y la intensidad de la operación. Estos controles deben incluir pruebas no destructivas en cables, poleas y ejes mínimo una vez al año.

- Se debe comprometer al diseñador con la instalación de mecanismos de fácil mantenimiento.

- Se recomienda instalar niveles y ductos para el fácil recambio de aceites, además de guardas de seguridad.

j. **Del protocolo de pruebas de operación.** Para la puesta en operación del sistema los fabricantes deben proporcionar protocolos de pruebas para certificar que el sistema construido cumple con todas las garantías de seguridad exigidas, que a su vez debe ser aprobado por la interventoría. Se recomienda mencionar este punto en las especificaciones técnicas para la contratación del sistema.

k. **De la asistencia técnica postventa.** Se debe asegurar que todos los elementos que el fabricante del sistema proporcione tenga un tiempo mínimo de vigencia en el mercado. Además el fabricante debe comprometerse con un tiempo mínimo de suministro de repuestos con el fin de evitar paros inesperados del sistema por la imposibilidad de conseguirlos.

l. **De los equipos de rescate.** Se deben solicitar al fabricante todos los elementos necesarios para un rescate en alturas, teniendo en cuenta las condiciones particulares del sistema y de su lugar de emplazamiento.

m. **De la normativa.** En el caso de los sistemas importados la normativa aplicada será la del país de origen del fabricante. En el caso de los sistemas de construcción nacional se recomienda exigir el uso de las normatividades existentes en el país.

n. **De la licencia de operación y habilitación como transportador de cable aéreo.** Para obtener la licencia es necesario cumplir con todos los requisitos de ley exigidos en el decreto 1072 del 2004 el cual tiene como objeto reglamentar el transporte público por cable y a las empresas prestadoras de este servicio, a fin de que ofrezcan un servicio eficiente, seguro, oportuno y económico, bajo los criterios básicos de cumplimiento de los principios rectores del transporte, como el de la libre competencia y el de la iniciativa privada, a las cuales solamente se aplicarán las restricciones establecidas por la Ley y los Convenios Internacionales.

REPÚBLICA DE COLOMBIA

MINISTERIO DE TRANSPORTE

RESOLUCION No. 001813 DE 2012

(- 3 MAY 2012

"Por la cual se adopta el Manual Metodológico para la Formulación y Presentación de Proyectos de Transporte de Pasajeros por Cable Aéreo en Colombia".

EL MINISTRO DE TRANSPORTE

En ejercicio de las facultades legales, en especial las conferidas por los artículos 5 de la Ley 105 de 1993, 4 del Decreto 1072 de 2004 y 6 numerales 6.2 y 6.3 del Decreto 087 de 2011 y

CONSIDERANDO:

Que el Ministerio de Transporte tiene como objetivo principal la formulación y adopción de las políticas, planes, programas, proyectos y regulación económica en materia de transporte, tránsito e infraestructura de los modos de transporte carretero, marítimo, fluvial, férreo, aéreo y la regulación técnica en materia de transporte y tránsito.

Que mediante el Decreto 1072 de 2004 se reglamentó el transporte público por cable y a las empresas prestadoras de este servicio, a fin de que ofrezcan un servicio eficiente, seguro, oportuno y económico, bajo los criterios básicos de cumplimiento de los principios rectores del transporte, como el de la libre competencia y el de la iniciativa privada, a las cuales solamente se aplicarán las restricciones establecidas por la Ley y los Convenios Internacionales.

Que el artículo 6 del Decreto 1072 de 2004, señala que los entes territoriales que estén interesados en implementar un proyecto de transporte mediante el sistema por cable y para el cual pretenda acceder a recursos de la Nación para su financiación, deberán estar soportados en estudios elaborados por una empresa o entidad con reconocida experiencia, sobre los cuales el Ministerio de Transporte emitirá un concepto de viabilidad técnica y financiera. Dichos estudios deben contener como mínimo los aspectos señalados en la misma disposición.

Que el Ministerio de Transporte consideró de fundamental importancia contar con un documento que ilustre a los entes territoriales y demás interesados en implementar proyectos de transporte por cable en el país de conformidad con lo establecido en el Decreto 1072 de 2004.

"Por la cual se adopta el Manual Metodológico para la Formulación y Presentación de Proyectos de Transporte de Pasajeros por Cable Aéreo en Colombia".

Que el Ministerio de Transporte y la Empresa de Transporte Masivo del Valle de Aburrá LTDA – Metro de Medellín LTDA, suscribieron el Contrato Interadministrativo 132 de 2010 para la elaboración del Manual Metodológico y de Viabilización para el desarrollo de sistemas de transporte por cable de pasajeros rurales, urbanos y con fines turísticos en Colombia.

Que de acuerdo con lo anterior se hace necesario adoptar por parte del Ministerio de Transporte el Manual Metodológico para la Formulación y Presentación de Proyectos de Transporte de pasajeros por Cable Aéreo en Colombia.

Que en mérito de lo expuesto,

R E S U E L V E:

ARTÌCULO PRIMERO. Adoptar "El MANUAL METODOLÓGICO PARA LA FORMULACIÓN Y PRESENTACIÓN DE PROYECTOS DE TRANSPORTE DE PASAJEROS POR CABLE AÉREO EN COLOMBIA", el cual hace parte integral del presente acto administrativo.

ARTÍCULO SEGUNDO: La presente Resolución rige a partir de la fecha de su publicación.

PUBLÍQUESE Y CÚMPLASE,

-3 MAY 2012

Dada en Bogotá D. C.,

GERMÁN CARDONA GUTIÉRREZ

Luz Marina Ramírez Fontecha – Grupo Infraestructura Transporte Intermunicipal
Juan Camilo Granados Riveros- Director de Infraestructura
Nazly Janne Delgado Villamil – Jefe Oficina Asesora de Jurídica
Dora Inés Gil La Rotta – Abogada Grupo de Apoyo Legal y Administrativo