



ALCALDIA MAYOR
BOGOTA D.C.
Instituto
DESARROLLO URBANO

**“ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD
Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL,
EN BOGOTÁ D.C.”**



CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 1630 DE 2020

INF-TRA-CASC-045-21

**“DETERMINACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS A EVALUAR PARA LA SELECCIÓN
DEFINITIVA DEL TRAZADO CABLE SAN CRISTÓBAL”**

MOVILIDAD

Instituto de Desarrollo Urbano

CONSORCIO CS



CONSORCIO CS

Caly Mayor
Colombia S.A.S.



Supering
Supervisión e Ingeniería de Proyectos

BOGOTÁ, 2021 – junio - 30

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

PRODUCTO DOCUMENTAL

INF-TRA-CASC-045-21

**“DETERMINACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS A EVALUAR PARA LA SELECCIÓN
DEFINITIVA DEL TRAZADO CABLE SAN CRISTÓBAL”**

CONTROL DE VERSIONES

Versión	Fecha	Descripción de la Modificación	Folios
Versión 00	29/03/2021		66
Versión 01	01/04/2021	Observaciones Interventoría	75
Versión 02	21/04/2021	Observaciones Interventoría	102
Versión 03	30/06/2021	Observaciones Interventoría	147

EMPRESA CONTRATISTA

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Ing. Luis Antonio Espinosa Arellano Coordinador Consultoría	Ing. Luis Antonio Espinosa Arellano Coordinador Consultoría	Ing. Mario Ernesto Vacca G. Director de Consultoría

EMPRESA INTERVENTORA

REVISADO POR:	APROBADO POR:
Ing. Wilmer Alexander Rozo Coordinador de Interventoría	Ing. Oscar Andrés Rico Gómez Director de Interventoría



ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA
FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN
SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.



CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN.....	10
2	OBJETIVOS	12
2.1	OBJETIVO GENERAL	12
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
3	ANTECEDENTES	13
4	ALCANCE.....	14
5	METODOLOGÍA PARA LA SELECCIÓN DEL TRAZADO DEFINITIVO	16
5.1	MARCO TEÓRICO	16
5.1.1	Métodos de Decisión Multicriterio	17
5.1.2	Elementos del problema de decisión	18
5.1.3	Metodología aplicada en el informe	19
5.2	IDENTIFICACIÓN DE LAS SITUACIONES A EVALUAR (PROPUESTAS).....	21
5.3	DETERMINACIÓN PRELIMINAR DE LAS ALTERNATIVAS A EVALUAR	22
6	IDENTIFICACIÓN Y DETERMINACIÓN DE LAS PROPUESTAS A EVALUAR	25
6.1	PROPUESTAS A CONSIDERAR EN LA ESTACIÓN RETORNO DEL TRAMO PRINCIPAL	26
6.1.1	Parámetros Adoptados por la Consultora ETMVA para la Ubicación de Estaciones, en Especial la Estación Retorno.....	30
6.1.2	Estudio de Propuestas por Parte de la ETMVA y Ubicación de la Estación Retorno.....	31
6.1.3	Otras Propuestas a Considerar para la Localización de la Estación Retorno del Tronco Principal	32
6.2	PROPUESTAS A CONSIDERAR PARA DEFINICIÓN DE LA ESTACIÓN INTERMEDIA.	35
6.3	PROPUESTAS PARA LA UBICACIÓN DE LA ESTACIÓN TRANSFERENCIA.....	38
6.3.1	Propuestas de ubicación Estación analizada por la Consultora ETMVA	39
6.3.2	Otras Propuestas a Implementar en la Estación de Transferencia	41
7	EVALUACIÓN PRELIMINAR DE LAS PROPUESTAS PRESENTADAS EN ESTA ETAPA.....	46
7.1	ANÁLISIS SOBRE LA PRIORIZACIÓN DE CORREDORES PROPUESTA EN LA FACTIBILIDAD DEL CONSULTOR ETMVA.	46
7.2	PARÁMETROS DETERMINANTES EN EL ESTUDIO DE LOCALIZACIÓN DE TRAZADO	48
7.3	EVALUACIÓN DE CRITERIOS	49
7.3.1	Criterios para la Estación de Transferencia	49



ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA
FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN
SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.



7.3.1.1	Componente: Tránsito y Movilidad	49
7.3.1.2	Componente: Consideración Geológica – Geotécnica - Riesgos	52
7.3.1.3	Componente: Arquitectura y Urbanismo.....	54
7.3.1.4	Componente: Funcionamiento Estructural	57
7.3.1.5	Componente: Funcionamiento Electromecánico	64
7.3.1.6	Componente: Redes Húmedas	65
7.3.2	Criterios para la Estación Intermedia	65
7.3.2.1	Componente: Tránsito y Movilidad	65
7.3.2.2	Componente: Arquitectura y Urbanismo.....	66
7.3.2.3	Componente: Consideración Geológica – Geotécnica – Riesgos	69
7.3.2.4	Componente: Redes Secas.....	69
7.3.2.5	Componente: Redes Húmedas	71
7.3.2.6	Componente: Complejidad Constructiva	72
7.3.3	Criterios para la Estación Retorno Tronco Principal.....	72
7.3.3.1	Componente: Tránsito y Movilidad	72
7.3.3.2	Componente: Arquitectura y Urbanismo.....	74
7.3.3.3	Componente: Consideración Geológica – Geotécnica – Riesgos	77
7.3.3.4	Componente: Redes Secas.....	77
7.3.3.5	Componente: Redes Húmedas	77
7.3.4	Otras consideraciones tenidas en cuenta dentro de la evaluación de Criterios.	78
7.3.4.1	Componente Ambiental.....	78
8	EVALUACIÓN DE PROPUESTAS DE LOCALIZACIÓN.....	80
8.1.1	Calificaciones por propuesta especialidad Tránsito y Transporte	80
8.1.2	Calificaciones por propuesta especialidad Arquitectura y Urbanismo.....	82
8.1.3	Calificaciones por propuesta especialidad Diseño Estructural	84
8.1.4	Calificaciones por propuesta especialidad Geotecnia	84
8.1.5	Calificaciones por propuesta especialidad componente Funcionamiento Electromecánico....	85
8.1.6	Calificaciones por propuesta especialidad Redes Húmedas	86
8.2	PROPUESTAS SELECCIONADAS	86
8.2.1	Proceso de cálculo de puntuación final por propuesta.....	87
8.2.2	Puntuaciones obtenidas por propuesta	89
9	ANÁLISIS DE PROPUESTAS RAMAL AL SECTOR de JUAN REY	92
9.1	CONSIDERACIONES DE DEMANDA EN EL SECTOR.....	92
9.2	INTERFERENCIA EXISTENTES CON EL COMPONENTE DE REDES SECAS	94



ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA
FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN
SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.



9.3	ESTACIÓN DE RETORNO JUAN REY	97
9.3.1	Evaluación financiera (Privada).....	97
9.3.1.1	Supuestos financieros relevantes.....	98
9.3.1.2	Esquemas con Potencial	98
9.3.1.3	Tarifas	98
9.3.1.4	Project Finance	99
9.3.1.5	Préstamo de un Banco Multilateral de Desarrollo	99
9.3.1.6	Acceso al mercado de deuda	100
9.3.1.7	Apoyos gubernamentales.....	100
9.3.1.8	Análisis de sensibilidad	101
9.3.1.9	Conclusiones y recomendaciones.....	102
9.3.2	Evaluación socioeconómica (SOCIAL)	103
9.3.2.1	Análisis de la situación actual.....	103
9.3.2.2	Cuantificación y valoración de los tiempos y costos de traslado para los viajeros en la zona sur de La Gloria en la situación actual.....	106
9.3.2.3	Análisis de la situación con proyecto.....	112
9.3.2.4	Ventajas del sistema por cable.....	114
9.3.2.5	Estimación de costos para la implementación y operación	114
9.3.2.6	Cuantificación y valoración de los tiempos y costos de traslado para los viajeros en la zona sur de La Gloria en la situación con proyecto.....	116
9.3.2.7	Pronóstico y resumen de estimación de costos en la situación con proyecto	119
9.3.2.8	Evaluación del proyecto	120
9.3.2.9	Identificación y valoración de los costos sociales.....	120
9.3.2.10	Costos sociales en la etapa de ejecución.....	120
9.3.2.11	Identificación y valoración de los beneficios sociales.....	123
9.3.2.12	Cálculo de indicadores de rentabilidad social (económicos).....	125
9.4	ESTACIÓN DE RETORNO JUAN REY	129
9.4.1	Criterios de evaluación para la estación retorno Juan Rey	136
9.4.1.1	Componente: Tránsito y Movilidad	136
9.4.1.2	Componente: Costos y Presupuestos	136
9.4.1.3	Componente: Sistema de transporte aéreo.....	136
9.4.1.4	Componente: Evaluación Técnica.....	136
9.4.1.5	Componente: Urbanismo y Arquitectura.....	137
9.4.1.6	Componente: Ambiental	137
9.4.1.7	Componente: Social	137



ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA
FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN
SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.



9.5	EVALUACIÓN DE PROPUESTAS DE LOCALIZACIÓN ESTACIÓN DE RETORNO JUAN REY	137
9.5.1	Calificaciones por componente Tránsito y Transporte	137
9.5.2	Calificaciones por componente Costos y Presupuestos	139
9.5.3	Calificaciones por componente Sistema de Transporte Aéreo	140
9.5.4	Calificaciones por componente Evaluación Técnica	141
9.5.5	Calificaciones por componente Urbanismo y Arquitectura	142
9.5.6	Calificaciones por componente Ambiental	143
9.5.7	Calificaciones por componente Social	144
9.6	PROPUESTA SELECCIONADA RAMAL A JUAN REY	145
10	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	146
11	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	147



**ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.**
MOVILIDAD
Instituto de Desarrollo Urbano



ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA
FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN
SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.



LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 5-1. Metodología para la selección del trazado definitivo Cable San Cristóbal</i>	20
<i>Figura 5-2. Procedimiento para la identificación preliminar de propuestas que pasarán a la fase de análisis de alternativas</i>	24
<i>Figura 6-1. Propuesta 1 Tronco Principal</i>	28
<i>Figura 6-2. Propuesta 2 Tronco Principal</i>	29
<i>Figura 6-3. Resultado del Estudio de Alternativas</i>	31
<i>Figura 6-4. Propuesta 3, Estación Retorno, Tronco Principal</i>	33
<i>Figura 6-5. Propuesta 4, Estación Retorno, Tronco Principal</i>	34
<i>Figura 6-6. Propuesta 5, Estación Retorno, Tronco Principal</i>	35
<i>Figura 6-7. Propuesta 1, Estación Intermedia, Tronco Principal</i>	36
<i>Figura 6-8. Propuesta 2, Estación Intermedia, Tronco Principal</i>	37
<i>Figura 6-9. Propuesta 3, Estación Intermedia, Tronco Principal</i>	38
<i>Figura 6-10. Propuesta 1 – Estación de Transferencia</i>	39
<i>Figura 6-11. Propuesta 2 – Estación de Transferencia</i>	40
<i>Figura 6-12. Propuesta 3- Estación de Transferencia</i>	41
<i>Figura 6-13. Propuesta 4. Análisis del Consultor CS – Estación de Transferencia</i>	42
<i>Figura 6-14. Propuesta 5. Análisis del Consultor CS – Estación de Transferencia</i>	43
<i>Figura 6-15. Propuesta 6. Análisis del Consultor CS – Estación de Transferencia</i>	44
<i>Figura 7-1. Centralidades Urbanas - POT</i>	55
<i>Figura 7-2. N° de predios y áreas de referencia</i>	57
<i>Figura 7-3. Recorrido del puente que conecta a la plataforma</i>	60
<i>Figura 7-4. Afectación por implantación de Estación en la Propuesta 4</i>	61
<i>Figura 7-5. Areas de afectación de las estructuras existentes</i>	62
<i>Figura 7-6. Metodología determinación demanda potencial</i>	73
<i>Figura 9-1. Macrozonas para Ramal Juan Rey</i>	92
<i>Figura 9-2. Alternativas de trazado Cable Juan Rey - Redes A.T. (115kV) OR ENEL</i>	95
<i>Figura 9-3. Cruzamiento de las tres (3) alternativas de ruta con la red doble circuito 115kV Usme-Circo y La Victoria-Circo</i>	96
<i>Figura 9-4. Flujo para TIR</i>	101
<i>Figura 9-5. Proyecto línea troncal Cable Aéreo en San Cristóbal y sectores desatendidos de La Gloria</i>	105
<i>Figura 9-6. Imagen objetivo del proyecto y la tecnología empleada</i>	112
<i>Figura 9-7. Proyecto Tramo (Ramal) La Victoria - Juan Rey del sistema del Cable en San Cristóbal</i>	113
<i>Figura 9-8. Propuesta 1. Sector a localizar la Estación Retorno, Sector Juan Rey</i>	131
<i>Figura 9-9. Propuesta 2. Sector a localizar la Estación Retorno, Sector Juan Rey</i>	131
<i>Figura 9-10. Propuesta 3. Sector a localizar la Estación Retorno, Sector Juan Rey</i>	133
<i>Figura 9-11. Propuesta 4. Sector a localizar la Estación Retorno, Sector Juan Rey</i>	134
<i>Figura 9-12. Propuesta 5. Sector a localizar la Estación Retorno, Sector Juan Rey</i>	135



ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA
FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN
SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.



LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 6-1. Priorización de Corredores en el Estudio de Prefactibilidad.....</i>	<i>26</i>
<i>Tabla 6-2. Priorización de Corredores en el Estudio de Prefactibilidad.....</i>	<i>32</i>
<i>Tabla 7-1. Análisis comparativo de parámetros del Estudio de Localización.....</i>	<i>48</i>
<i>Tabla 7-2. Coeficientes de Respuesta Sísmica Local Trazado Cable San Cristóbal.....</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 8-1. Calificaciones por criterio especialidad Tránsito y Transporte Estación de Transferencia.....</i>	<i>80</i>
<i>Tabla 8-2. Calificaciones por criterio especialidad Tránsito y Transporte Estación Intermedia.....</i>	<i>81</i>
<i>Tabla 8-3.. Calificaciones por criterio especialidad Tránsito y Transporte Estación de Retorno Tronco Principal.....</i>	<i>81</i>
<i>Tabla 8-4.. Calificaciones por criterio especialidad Arquitectura y Urbanismo Estación de Transferencia.....</i>	<i>82</i>
<i>Tabla 8-5.. Calificaciones por criterio especialidad Arquitectura y Urbanismo Estación Intermedia.....</i>	<i>82</i>
<i>Tabla 8-6.. Calificaciones por criterio especialidad Arquitectura y Urbanismo Estación de Retorno Tronco Principal.....</i>	<i>83</i>
<i>Tabla 8-7.. Calificaciones por criterio especialidad Diseño Estructural Estación de Transferencia.....</i>	<i>84</i>
<i>Tabla 8-8.. Calificaciones por criterio especialidad Geotecnia Estación de Transferencia.....</i>	<i>84</i>
<i>Tabla 8-9.. Calificaciones por criterio especialidad Geotecnia Estación Intermedia.....</i>	<i>85</i>
<i>Tabla 8-10.. Calificaciones por criterio especialidad Geotecnia Estación de Retorno Tronco Principal.....</i>	<i>85</i>
<i>Tabla 8-11.. Calificaciones por criterio especialidad Funcionamiento Electromecánico Estación de Transferencia.....</i>	<i>85</i>
<i>Tabla 8-12.. Calificaciones por criterio especialidad Redes Húmedas Estación de Transferencia.....</i>	<i>86</i>
<i>Tabla 8-13.. Calificaciones por criterio especialidad Redes Húmedas Estación Intermedia.....</i>	<i>86</i>
<i>Tabla 8-14.. Calificaciones por criterio especialidad Redes Húmedas Estación de Retorno Tronco Principal.....</i>	<i>86</i>
<i>Tabla 8-15.. Ponderaciones por especialidad Estación de Transferencia.....</i>	<i>87</i>
<i>Tabla 8-16.. Ponderaciones por especialidad Estación Terminal.....</i>	<i>88</i>
<i>Tabla 8-17.. Ponderaciones por especialidad Estación de Retorno Tronco Principal.....</i>	<i>88</i>
<i>Tabla 8-18.. Alternativas seleccionadas Estación Transferencia.....</i>	<i>89</i>
<i>Tabla 8-19.. Alternativas seleccionadas Estación Intermedia.....</i>	<i>90</i>
<i>Tabla 8-20.. Alternativas seleccionadas Estación Retorno.....</i>	<i>90</i>
<i>Tabla 9-1. Resultados de demanda potencial HDM por Zonas Juan Rey.....</i>	<i>93</i>
<i>Tabla 9-2 Condiciones previstas para gestionar un crédito.....</i>	<i>100</i>
<i>Tabla 9-3 Resultados finales.....</i>	<i>102</i>
<i>Tabla 9-4 Nivel de ingresos en barrios de San Cristóbal.....</i>	<i>104</i>
<i>Tabla 9-5 Tiempos de traslado promedio por modo de transporte.....</i>	<i>105</i>
<i>Tabla 9-6 Caracterización de la demanda de viajes en la situación actual (sin proyecto).....</i>	<i>106</i>
<i>Tabla 9-7 Estimación del valor social del tiempo.....</i>	<i>109</i>
<i>Tabla 9-8 Cuantificación y valoración de los costos asociados a los viajes en situación actual.....</i>	<i>111</i>
<i>Tabla 9-9 Características básicas para ramal Estación La Victoria – Juan Rey.....</i>	<i>113</i>
<i>Tabla 9-10 Inversión inicial para el proyecto Tramo (Ramal) Estación La Victoria – Juan Rey (2021).....</i>	<i>115</i>
<i>Tabla 9-11 Costos de exploración anual para el proyecto Tramo (Ramal) Estación La Victoria – Juan Rey (2021).....</i>	<i>115</i>
<i>Tabla 9-12 Caracterización de la demanda de viajes en la situación con proyecto.....</i>	<i>116</i>
<i>Tabla 9-13 Cuantificación y valoración de costos asociados a los viajes en situación con proyecto.....</i>	<i>119</i>
<i>Tabla 9-14 Inversión inicial para el proyecto Tramo (Ramal) Estación La Victoria – Juan Rey (2021) para efectos de la evaluación social.....</i>	<i>121</i>
<i>Tabla 9-15 Programa anual de erogaciones (sociales) para la ejecución del proyecto.....</i>	<i>121</i>
<i>Tabla 9-16 Estimación de costos por molestias.....</i>	<i>122</i>
<i>Tabla 9-17 Estimación sociales en la etapa de explotación.....</i>	<i>123</i>
<i>Tabla 9-18 Cuantificación y valoración de los beneficios sociales del proyecto.....</i>	<i>124</i>



ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA
FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN
SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.



<i>Tabla 9-19 Indicadores de rentabilidad social para el proyecto</i>	127
<i>Tabla 9-20 Variaciones máximas necesarias para igualar la TIRE y la TRIE con la tasa social de descuento</i>	128
<i>Tabla 9-21 Variaciones máximas del valor social del tiempo soportadas por el proyecto para considerar cambiar la decisión de su ejecución</i>	128
<i>Tabla 9-22. Características Técnicas del Portal del Transferencia – La Victoria – Juan Rey</i>	129
<i>Tabla 9-23. Resultados de la Evaluación de criterios del componente tránsito y transporte</i>	137
<i>Tabla 9-24. Resultados de la Evaluación de criterios del componente tránsito y transporte</i>	138
<i>Tabla 9-25. Ponderación de criterios del componente costos y presupuesto, Tramo Juan Rey</i>	139
<i>Tabla 9-26. Resultados de la Evaluación de criterios del componente costos y presupuesto,</i>	139
<i>Tabla 9-27. Ponderación de criterios componente sistema transporte aéreo, Tramo Juan Rey</i>	140
<i>Tabla 9-28. Resultados de la Evaluación de criterios del componente sistema de transporte aéreo,</i>	140
<i>Tabla 9-29. Ponderación de criterios del componente evaluación técnica, Tramo Juan Rey</i>	141
<i>Tabla 9-30. Resultados de la Evaluación de lo criterios del componente evaluación técnica,</i>	141
<i>Tabla 9-31. Ponderación de lo criterios del componente Urbanismo y Arquitectura, Tramo Juan Rey</i>	142
<i>Tabla 9-32. Resultados de la Evaluación de criterios del componente urbanismo y arquitectura,</i>	142
<i>Tabla 9-33. Ponderación de criterios del componente ambiental, Tramo Juan Rey</i>	143
<i>Tabla 9-34. Resultados de la Evaluación de criterios del componente ambiental</i>	143
<i>Tabla 9-35. Ponderación de criterios del componente social, Tramo Juan Rey</i>	144
<i>Tabla 9-36. Resultados de la Evaluación de criterios del componente Social.</i>	144
<i>Tabla 9-37. Ponderaciones por especialidad a evaluar en estación retorno Juan Rey</i>	145



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
MOVILIDAD
Instituto de Desarrollo Urbano



ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA
FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN
SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.



1 INTRODUCCIÓN

En el marco del Contrato de Consultoría No. 1630 de 2020, suscrito con el Instituto de Desarrollo Urbano - IDU, cuyo objeto es “Actualización, Ajustes y Complementación de la Factibilidad y los Estudios y Diseños del Cable Aéreo en San Cristóbal, en la ciudad de Bogotá D.C.” el Consorcio CS, se permite entregar a la Interventoría el presente documento que contiene un subproducto de la FASE 2 - FACTIBILIDAD, denominado: DETERMINACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS A EVALUAR PARA LA SELECCIÓN DEFINITIVA DEL TRAZADO CABLE SAN CRISTÓBAL.

Una de las primeras actividades a emprender en la presente Fase, es la revisión, actualización, ajuste y si fuere el caso la complementación del trazado definido en el Estudio de Factibilidad, con el fin de reconocer las condiciones actuales de las zonas, ya que han transcurrido al menos nueve (9) años desde la formulación del mencionado Estudio, por donde fueron inicialmente previstos los trazados para el Cable Aéreo de San Cristóbal; por lo tanto, se hace necesario validar dichos trazados y en caso de ser requerido plantear los ajustes o alternativas necesarios.

El presente informe, corresponde a la descripción de las propuestas de localización para las estaciones del sistema cable San Cristóbal que hacen parte de los requerimientos del Anexo Técnico del Proyecto, donde en uno de sus apartes manifiesta que *“El Contratista deberá presentar un informe con la presentación de las alternativas, calificación de la matriz multicriterio del componente de tránsito y selección de la mejor con criterios de seguridad vial y parámetros de ingeniería de tránsito, con base en la información secundaria recopilada.”* De igual forma, el análisis realizados en el presente informe, involucra otras especialidades que serán importantes al momento de presentar los variables, criterios y subcriterios a tener en cuenta para la formulación de la Matriz Multicriterio y así seleccionar la alternativa final de cable más conveniente.

En concordancia con lo anterior, resulta relevante en el presente informe establecer los objetivos y el alcance que se buscan con el desarrollo de este informe, desde la descripción de la Metodología a utilizar durante todo el proceso de selección inicial de Propuestas de Implantación de Estaciones, hasta lograr la definición y localización de las mismas, indicando las actividades que se deben adelantar en este proceso, hasta lograr el objetivo inicialmente planteado.

También en este documento se presenta la definición de propuestas para la ubicación de las estaciones en el tronco principal (Estación de transferencia portal 20 de Julio – Estación Intermedia La Victoria – Estación de retorno), así como la definición de un sector para el planteamiento de posibles lugares para la localización de la Estación Retorno en el sector de Juan Rey y con esto continuar con la definición de las alternativas más

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

convenientes analizar en la Fase 2 de este Contrato y finalmente concluir con la definición del trazado que será objeto de realizar los estudios y diseños finales del Proyecto.

Para el sector de Juan Rey, resulta necesario realizar algunas consideraciones adiciones y complementarias a la identificación del sector a implantar la estación, ya que resulta pertinente evaluar si la construcción de dicha cable es factible, a partir de un análisis social, económico y financiero y para ello, es pertinente, profundizar un poco más en las actuales condiciones que se tienen en ese sector, por lo tanto, en el presente documento se hará un análisis socioeconómico del Proyecto.



**ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.**
 MOVILIDAD

 Instituto de Desarrollo Urbano



ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA
FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN
SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.



2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Presentar la Metodología a establecer la mejor propuesta de implantación de las estaciones del Sistema de Transporte por Cable en la Localidad de San Cristóbal (Transferencia, Intermedia, Retorno y Ramal Juan Rey), la evaluación de los mismos y finalmente lograr una priorización de corredores.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Presentar la Metodología para lograr la evaluación y definición de la localización de las Estaciones del Cable de San Cristóbal
- Revisar las condiciones que en el pasado dieron viable la ejecución del Cable Aéreo en la Localidad de San Cristóbal en el estudio de factibilidad anterior, así como la posible ubicación de las estaciones del Cable.
- Revisar las propuestas de localización de la Estación de Retorno para el Tronco Principal conformado por el trazado Portal 20 de Julio – Estación Intermedia La Victoria – Estación de retorno definidas en los estudios de factibilidad.
- Revisar las propuestas de localización de la Estación de Transferencia dentro del Portal 20 de Julio definidas en los estudios de factibilidad.
- Definir alternativas de localización para la estación de retorno del tronco principal, para el desarrollo de la Fase 2 de Factibilidad.
- Realizar un análisis socioeconómico para analizar la conveniencia de la ejecución del cable en el sector de Juan Rey y si resulta viable, definir una zona o sector para establecer alternativas de localización para la estación de retorno del ramal a Juan Rey.
- Concluir acerca del proceso de identificación de propuestas y la definición de criterios de evaluación que se deben tener en cuenta para la evaluación de la localización de las diferentes estaciones.



ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA
FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN
SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.



3 ANTECEDENTES

Mediante el Contrato Interadministrativo de Consultoría No. 2012.1531 de noviembre de 2012, suscrito entre la Secretaria Distrital de Movilidad de Bogotá y la Empresa de Transporte Masivo del Valle de Aburrá Ltda (ETMVA), se incluyó entre otros alcances del mencionado Contrato, el desarrollo de los Estudios de Factibilidad del futuro Proyecto de Cable Aéreo para la Localidad de San Cristobal en la ciudad de Bogotá D.C.

El Consultor de la época, para dar cumplimiento a su obligación contractual, presentó en el Estudio de Localización del Corredor una descripción general del territorio donde se tiene prevista la implantación del nuevo sistema de transporte, los parámetros determinantes en la localización del trazado, un estudio de alternativas, una evaluación técnica de cada una de ellas; adicionalmente, consideró analizar las condiciones ambientales y sociales de los sectores a utilizar para la implementación de las estaciones y, finalmente, concluyó sobre los aspectos a considerar para el trazado a tener en cuenta en esta localidad.

Por otro lado, y como lo establece el Anexo Técnico del Contrato 1630 / 2020, una de las primera consideraciones a evaluar corresponde a la localización de la estación motriz; que, a su vez, es el punto de integración con el Sistema TransMilenio en el Portal 20 de Julio; adicionalmente, se requiere definir la estación y el garaje de cabinas del cable (también denominado parking de cabinas), ya que en el Estudio de Factibilidad se localiza en un área correspondiente al patio de maniobras, utilizado para el parqueo de los buses biarticulados de TransMilenio y por las existentes condiciones de operación del Sistema de Transporte Masivo, la flota troncal se ha incrementado y el patio está operando al máximo de su capacidad, incluso existe un déficit de las áreas de parqueo de buses del Sistema TransMilenio, por lo que actualmente los buses que deben atender la operación en las primeras horas de la jornada operación, se encuentran estacionados en vía pública, desde las últimas horas de la jornada anterior.

Bajo esta condición, se requiere analizar la ubicación del parking de la estación del cable, porque podría tener modificaciones en su ubicación o alcance. Es preciso entonces contemplar espacios en el Portal 20 de Julio, de tal forma que se logre la integración entre los dos (2) sistemas, o contemplar la posibilidad de construir el garaje de las cabinas en la estación intermedia o en la estación retorno del sistema.



ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA
FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN
SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.



4 ALCANCE

El presente Informe Técnico corresponde el desarrollo de un subproducto de la Fase 2: Factibilidad del Estudio, el cual contiene la definición de propuestas de localización de las estaciones de Transferencia, Intermedia y Retorno del Tronco Principal del Sistema Cable San Cristobal, así como la identificación de un sector que convenga realizar la localización de la Estación Retorno para un ramal hacia el parte de Juan Rey.

Con el fin anterior, este documento compende el resultado del proceso de revisión de dos (2) propuestas de localización establecidas en los Estudios de Factibilidad para la estación de Retorno del Tronco Principal en los sectores de Moralba y Altamira y la definición de tres (3) propuestas adicionales establecidas por el equipo Consultor, de acuerdo a lo señalado en los Términos de Referencia del presente Contrato. La presentación de Propuestas dentro de este análisis permitirán definir las alternativas a tener en cuenta en la fase de Factibilidad y finalmente una de estas alternativas será seleccionada y empleada para avanzar con los diseños a detalle en la Fase 3.

Asimismo, se presenta el proceso de revisión a tres (3) propuestas por la Empresa de Transporte Masivo del Valle de Aburrá (ETMVA), en la Etapa de Factibilidad para la localización de la Estación de Transferencia al interior del portal 20 de Julio, incluyendo tres (3) nuevas propuestas planteadas por el equipo Consultor, buscando identificar nuevas potenciales ubicaciones, de modo tal que cause el menor impacto físico, operacional y estructural a las condiciones actuales de configuración del Portal, a la vez que permita un funcionamiento armonizado con la estructuración de los flujos de buses y usuarios que convergen al interior del mismo.

Finalmente, se presenta el análisis para la selección de una zona donde se estableceran las propuestas de ubicación de la Estación Retorno para el ramal hasta el sector de Juan Rey, a un nivel de análisis de factibilidad. Por lo anterior, la evaluación de la ubicación de la Estación de Retorno de este ramal, tendrá un menor grado de especificidad y solamente involucrará un análisis macro de potencial localización, a partir de los criterios que sean establecidos.

Las nuevas propuestas presentadas para la localización de las Estaciones, tanto en la Estación Portal 20 de Julio, como en la Intermedia y Retorno, son producto del avance en el trabajo de Consultoría y de las visitas técnicas realizadas en las últimas semanas por el equipo de profesionales de las diferentes especialidades.

Para el desarrollo de este avance en el Proyecto se planteará un desarrollo metodológico que busca ir filtrando mediante 4 pasos principales las propuestas presentadas, hasta llegar a la definición de la localización de lo trazado más conveniente para la elaboración de los estudios y diseños requeridos en la Fase 3 de el presente Proyecto. En este



ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA
FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN
SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.



informe se presentan los dos (2) primeros pasos de la metodología que permitirán seleccionar cuales alternativas serán analizadas mediante un análisis multicriterio en una etapa posterior de esta consultoría.

Es importante destacar que el alcance del presente estudio es a nivel de detalle teniendo en cuenta que los estudios y diseños que se deben elaborar, servirán para llevar a cabo la construcción, montaje, puesta en marcha, operación y mantenimiento del cable aéreo en San Cristóbal, a excepción del Ramal a Juan Rey el cual se realizará a nivel de factibilidad, de acuerdo a lo establecido en los términos de referencia del Contrato. De ahí la importancia de este proceso de identificación y evaluación de propuestas, para llegar finalmente a las alternativas a evaluar.



**ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.**
MOVILIDAD
Instituto de Desarrollo Urbano



5 METODOLOGÍA PARA LA SELECCIÓN DEL TRAZADO DEFINITIVO

De acuerdo con el Anexo Técnico del Contrato de Consultoría, el objeto de la FASE 2: “FACTIBILIDAD” es revisar, actualizar, ajustar y complementar el trazado definido en el Estudio de Factibilidad, con el fin de reconocer las condiciones actuales de las zonas por donde fueron inicialmente previstos, validar los trazados y, en caso de ser requerido, plantear los ajustes o alternativas necesarios.

Lo anterior, considerando que a la fecha han pasado nueve (9) años desde que se realizaron los estudios de factibilidad (año 2012), por lo cual es preciso hacer una revisión integral del Proyecto, actualizando los estudios basados en la situación actual, contemplando modificaciones en la normatividad, cambios en el entorno urbano, crecimiento de las redes de servicios públicos, entre otros, lo cual podría generar ajustes o modificaciones al trazado.

En cumplimiento de lo anterior, el Equipo Consultor ha formulado la siguiente metodología de trabajo, en el marco de lo señalado en los términos de referencia del Contrato, la cual permitirá - a partir de una evaluación preliminar de todos los aspectos técnicos, legales, ambientales, sociales, patrimoniales arqueológicos, económicos, administrativos y prediales que puedan afectar o impedir el normal desarrollo del Proyecto - definir la alternativa de localización y trazado que a este nivel satisface en mayor medida los requisitos técnicos y financieros.

5.1 MARCO TEÓRICO

Los métodos de decisión son una herramienta que reduce la subjetividad en la toma de decisiones mediante la creación de una serie de filtros de selección y ayuda a la elección entre alternativas complejas. Pueden servir para un propósito diferente en cada etapa, en primer lugar puede ayudar a analizar el problema, tarea u objetivo al descomponerlo en un número finito de requisitos, y una vez establecido los requisitos ayuda a su ordenación por la importancia relativa, peso o ponderación de cada criterio para cada propuesta en evaluación.

Son numerosos los ejemplos que existen en la bibliografía de métodos de decisión multicriterio, varios de los cuales son analizados en este artículo, pero antes de ello, hay que indicar que todos ellos parten de una matriz de decisión y que no se puede olvidar que en todos ellos, en mayor o menor medida, interviene la subjetividad del decisor y es la que se busca minimizar en este tipo de análisis.



ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA
FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN
SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.



5.1.1 Métodos de Decisión Multicriterio

La aparición hacia 1943 de los trabajos de V. Neumann-Morgenstern, representa el punto de partida del tratamiento científico de los problemas de decisión individual (Baumol, 1951) y también de las decisiones de concurrencia: juegos de estrategia, negociaciones, etc. Las investigaciones de Arrow son paralelamente, a partir de 1951, el origen del estudio de los problemas de las decisiones colectivas, fundamentales en la vida política de las sociedades modernas, (Sixto, 1998).

Como indica Ríos (1998), una percepción de la magnitud de la importancia del tema se tiene al considerar que al menos doce Premios Nobel: Arrow, Debreu, Koopmans, Allais, Simon, Markowitz, Frisch, Nash, Selten, Harsanyi, Kantorovich, Lucas, entre otros, han dedicado buena parte de sus investigaciones a la matematización de los problemas de las decisiones humanas, los cuales requieren aplicaciones de matemáticas, estadísticas, informáticas, y el apoyo de psicólogos, economistas, ingenieros, militares, médicos, abogados, politólogos, etc., para de esta forma poder desarrollar metodologías que cada vez son más ambiciosas, pero siempre insuficientes y abiertas a nuevos progresos científicos, (Medina y García, 2016).

Es muy importante hacer una distinción entre casos, si tenemos un simple o múltiple criterio. Dentro de los problemas multicriterio se distinguen dos (2) grupos diferenciados, por un lado aquellos problemas de decisión en los que el conjunto de alternativas a considerar por parte del tomador de decisiones es infinito, tanto en el caso monocriterio como en el multicriterio, suelen denominarse problemas continuos dado el carácter matemáticamente continuo del conjunto de soluciones factibles.

Por otra parte se encuentran los problemas de decisión de tipo discreto en los que el conjunto de alternativas a considerar por parte del tomador de decisiones es finito y normalmente no muy elevado (Fülöp, 2005). El interés práctico de los problemas multicriterio discretos resulta evidente. Así pues existen multitud de contextos de decisión en los que un número reducido de alternativas o elecciones posibles deben evaluarse en base a varios criterios y corresponde a la situación de análisis que se desarrolla en este informe.

Dentro de los Métodos de Decisión Multicriterio (MCDM) se pueden distinguir dos grupos o familias principales, por una parte los métodos basados en la llamada Teoría de la Utilidad Multi-atributo (MAUT – Multi-attribute Utility Theory), propios de la Escuela Americana y por otro los métodos llamados de Superación o Sobreclasificación o Outranking, propios de la Escuela Europea, conocida hasta hace poco como Escuela Franco-Belga (Medina y García, 2016).



ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA
FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN
SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.



La familia de los métodos de MAUT consiste en agregar los diferentes criterios a una función, la cual tiene que ser maximizada. El concepto de superación o sobreclasificación fue propuesto por Roy (1968). La idea básica es como sigue: la alternativa A_i supera a la alternativa A_j si para la mayor parte de los criterios A_i es al menos igual de buena que A_j (condición de concordancia), mientras que no hay ningún criterio para el cual sea notoriamente inferior (condición de discordancia). Después de determinar para cada par de alternativas si una supera a otra, esta pareja debe ser combinada en un ranking parcial o completo. Contrariamente a los métodos MAUT, donde la alternativa con el mejor valor de la función agregada puede ser obtenida y considerada como la mejor alternativa, en un ranking parcial de un método de superación la mejor alternativa no se puede estimar como mejor alternativa directamente.

5.1.2 Elementos del problema de decisión

En primer lugar, antes de profundizar en el estudio del método de decisión que se desarrolla y aplica en este informe, es necesario conocer y definir los elementos que componen un problema de decisión (*Macharis et al., 2009*):

- **Criterios de decisión:** Los criterios de decisión pueden definirse como las condiciones o parámetros que permiten discriminar alternativas y establecer preferencias del decisor, son elementos de referencia en base a los cuales se realiza la decisión. En la mayoría de problemas de decisión multicriterio resulta complicado establecer los criterios, no obstante, su determinación resulta un paso esencial en el proceso y deben cumplir una serie de requisitos para ser adecuados.
- **Pesos:** Los pesos o ponderaciones son las medidas de la importancia relativa que los criterios tienen para el decisor. Asociado con los criterios, se asigna un vector de pesos. El peso refleja la relativa importancia de un determinado criterio en la decisión, y es asumido que es positivo. En los problemas de toma de decisiones multicriterio es muy frecuente que los criterios tengan distinta relevancia para el tomador de decisiones, aunque esto no significa que los criterios menos importantes no deban ser considerados. Existen en la bibliografía diferentes formas de asignación de pesos. Las más habituales son:
 - **Método de asignación directa:** Aquel en el que el decisor asigna directamente valores a los pesos. Se pueden asignar de diferentes formas: por ordenación simple, por tasación simple o por comparaciones sucesivas. El método de tasación simple, por ejemplo, consiste en pedir al decisor que dé una valoración de cada peso en una cierta escala (0 a 5, 0 a 10, etc.); una vez obtenidas las valoraciones, éstas se normalizan dividiendo cada valor por la suma de todos ellos.



ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA
FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN
SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.



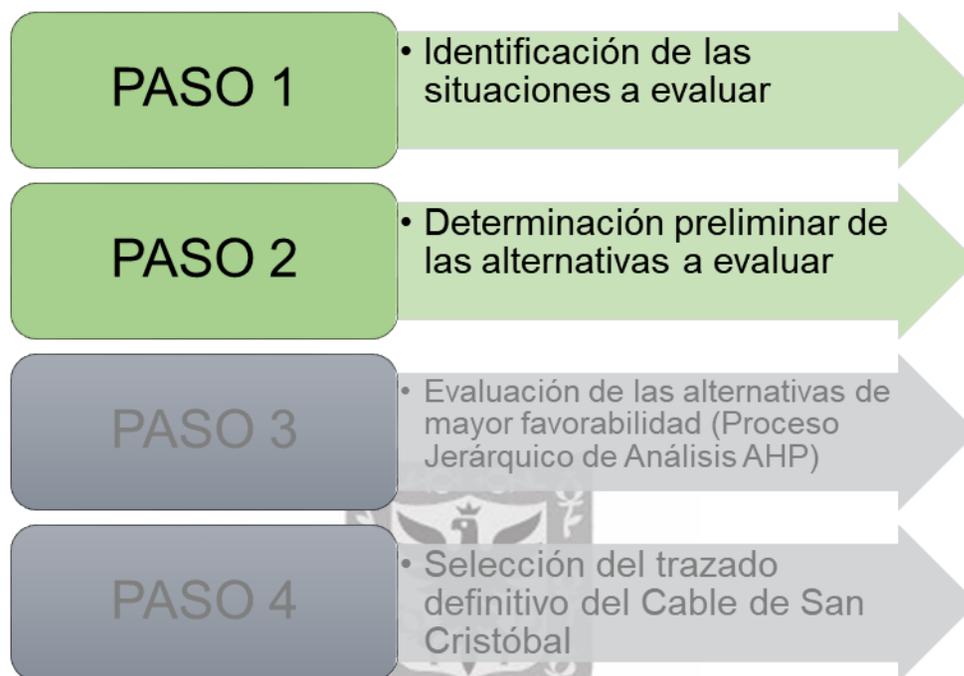
- **Método del autovector:** en este método los pesos asociados a cada criterio son las componentes del autovector asociado al autovalor dominante de una matriz de comparaciones pareadas entre los criterios.
- **Propuestas:** Las propuestas son los diferentes enfoques para la resolución del problema. En el caso de problemas de decisión multicriterio discretos, las propuestas se definen como el conjunto finito de soluciones, estrategias, acciones, decisiones, etc. posibles que hay que analizar durante el proceso de resolución del problema de decisión que se considere, para llegar a la definición de la Alternativa. La descripción de cada propuesta deber mostrar de manera clara cómo se resuelve el problema definido y en qué difiere de otras propuestas. Cada conjunto de propuestas A son alternativas diferentes, excluyentes y exhaustivas.
- **Alternativas:** será el resultado de favorabilidad o conveniencia, después de haber agotado el análisis de propuestas, descrito anteriormente
- **Matriz de valoración o decisión:** Una vez establecidos los criterios y sus pesos asociados, el tomador de decisiones es capaz de dar, para cada uno de los criterios considerados y para cada alternativa del conjunto de elección, un valor numérico o simbólico que expresa una evaluación o juicio de la alternativa respecto al criterio específico.

5.1.3 Metodología aplicada en el informe

La metodología que se presenta a continuación, garantizará que se evalúen diferentes propuestas de trazado, buscando la óptima para atender las necesidades del Proyecto. El objetivo final, será seleccionar el trazado definitivo del Cable de San Cristóbal, que genere un mayor impacto positivo para la comunidad, considerando beneficios sociales, superar barreras geográficas que dificultan la movilidad de pasajeros, condiciones financieras, mayores ingresos y menores costos de construcción, operación y mantenimiento en sus diferentes fases, desarrollando 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.

La *Figura 5-1*, ilustra el proceso que se adelantará, dividido en cuatro (4) actividades generales, iniciando desde la identificación de las diferentes situaciones que se deben evaluar, hasta la selección final del trazado definitivo del Cable, al que se le realizarán los diseños de detalle durante la Fase 3 de la presente Consultoría. Cabe aclarar que en este informe se presenta el desarrollo en detalle de las dos (2) primeras actividades de la metodología propuesta por el equipo Consultor para la selección de alternativas.

Figura 5-1. Metodología para la selección del trazado definitivo Cable San Cristóbal



Fuente: Elaboración propia

El desarrollo de los pasos 1 y 2 se basó en el método de Sobreclasificación o Outranking presentado en la sección 5.1.1, donde para cada propuesta de localización definida se comparó su favorabilidad con respecto a las otras propuestas y con respecto a cada uno de los criterios de evaluación definidos por cada especialidad.

Para aplicar el método de sobreclasificación el EQUIPO DE ESPECIALISTAS otorgó a cada criterio de evaluación establecido para cada propuesta de localización (estación de transferencia del tronco principal, estación intermedia del tronco principal, estación de retorno del tronco principal y estación de retorno del ramal a Juan Rey), una puntuación con relación a la favorabilidad que dicha propuesta presentaba ante el criterio evaluado.

La escala de puntuación que se usó fue la siguiente:

- Un (1) Punto: Corresponde a una propuesta de localización que ofrece un nivel de favorabilidad bajo o poco recomendable para el sistema cable con relación al criterio técnico que se está evaluando.
- Tres (3) Puntos: Corresponde a una alternativa de localización que ofrece un nivel de favorabilidad medio-bajo.

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

- Cinco (5) Puntos: Corresponde a una alternativa de localización que ofrece un nivel de favorabilidad medio.
- Siete (7) Puntos: Corresponde a una alternativa de localización que ofrece un nivel de favorabilidad medio-alto.
- Nueve (9) Puntos: Corresponde a una alternativa de localización que ofrece un nivel de favorabilidad alto y con ventajas muy positivas para el sistema cable con relación al criterio técnico que se está evaluando.

Así para cada propuesta de localización se tendría una puntuación total por especialidad, puntuación que posteriormente fue ponderada por el peso definido para cada especialidad. La ponderación por especialidad para esta etapa de análisis (antes de la generación de la matriz multicriterio), se hizo desde una perspectiva subjetiva basado en los hallazgos y revisiones hechas por el grupo de especialistas a cada una de las propuestas planteadas y las diferentes visitas de campo y revisión de información secundaria.

Esta ponderación no pretende reemplazar el análisis que se hará posteriormente en el paso 3, donde aplicará la metodología del Proceso Jerárquico de Análisis, sin embargo, se consideró como parte del proceso para definir las propuestas que pasarán al análisis por el método jerárquico. La ponderación obtenida por especialidad para el análisis de localización de cada estación se presenta en la sección 7.3 del presente documento.

Es importante mencionar que esta Fase del Proyecto permitirá dar a conocer las diferentes alternativas de implantación de estaciones y pilonas, así como conocer las diferentes condicionantes técnicas en cuanto a la tecnología que se podría aplicar. En ese mismo sentido, los estudios técnicos y los soportes a desarrollar permitirán definir la viabilidad del Proyecto. A continuación, se describe el proceso a adelantar, aclarando que en este informe se presenta en detalle el desarrollo de los pasos 1 y 2 de la Metodología para la selección del trazado definitivo Cable San Cristóbal.

5.2 IDENTIFICACIÓN DE LAS SITUACIONES A EVALUAR (PROPUESTAS)

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



ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA
FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN
SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.



Con este propósito, inicialmente se partirá de la identificación de las diferentes situaciones que deben ser evaluadas (Propuestas) con la finalidad de elegir la alternativa definitiva que en mejor medida satisfaga los objetivos del Proyecto, en equilibrio con sus beneficios socioambientales, financieros, técnicos, legales y demás.

Según lo establecido en los Términos de Referencia del Contrato, las situaciones que debe evaluar el Consultor, para la definición del trazado final del Proyecto, son las siguientes: i) Localización de la estación de transferencia del tronco principal, ii) Localización de la estación intermedia del tronco principal, iii) Localización de la estación de retorno del tronco principal, y iv) Localización de la estación de retorno del ramal a Juan Rey.

Cabe aclarar que para el análisis de propuestas de localización de la estación de retorno en el sector de Juan rey se utiliza la misma metodología que se presenta en este documento, la decisión final producto de dicho análisis corresponde a la definición de un sector donde se realizará el posterior análisis de alternativas de localización, esto debido a que el análisis para Juan Rey es a nivel de factibilidad y no a nivel de diseños definitivos, como si lo es para las demás estaciones del cable San Cristóbal.

5.3 DETERMINACIÓN PRELIMINAR DE LAS ALTERNATIVAS A EVALUAR

Una vez identificadas las diferentes situaciones que deben ser resueltas y definidas para el trazado del Cable (propuestas), se procederá con la determinación preliminar de las diferentes alternativas a evaluar dentro de cada situación prevista. En este sentido, se establecerán múltiples opciones de localización para diferentes propuestas, por medio del trabajo conjunto del Equipo de Especialistas del Consultor, hasta identificar aquellas que presentan una mayor favorabilidad, considerando diferentes aspectos técnicos, tales como: geometría del trazado, longitud de la línea, desnivel topográfico, cobertura óptima (demanda de usuarios), complejidad en la construcción de obras civiles (costos de obra), complejidad en el montaje de equipos (vías vehiculares, grúas telescópicas, torre grúa, helicópteros, etc.), ubicación de estaciones (buscando la ubicación de las estaciones, tanto extremas como intermedias, en los principales cruces de flujo de personas, sobre las vías de mayor tráfico), elección de los lotes para la construcción de las estaciones (privados, públicos, etc.), facilidad de conexión de servicios públicos y de acceso a las estaciones para el montaje de equipos durante la construcción del proyecto y en operación y mantenimiento, entre otros.

La determinación preliminar de las propuestas a evaluar en cada situación (estación de transferencia del tronco principal, estación intermedia del tronco principal, estación de retorno del tronco principal y estación de retorno del ramal a Juan Rey), se realizará mediante el desarrollo de las siguientes actividades:



ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA
FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN
SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.



- i) A partir de los principales resultados de la Fase 1: “Recopilación y Análisis de Información”, durante la cual el Consultor ha revisado y analizado la información de todos los estudios técnicos que se han realizado con anterioridad (tales como estudios de factibilidad, estudios de prefactibilidad y estudios a nivel de perfil, así como los demás documentos relacionados con el Proyecto), lo que le ha permitido comprender cabalmente los diseños de Ingeniería, los estudios ambientales y sociales y en general, todos aquellos estudios desarrollados hasta la fecha, se conformará un diagnóstico profundo de las condiciones actuales y futuras del sitio, detectando posibles dificultades que impidan el normal desarrollo del Proyecto.
- ii) De igual manera, el Equipo de Especialistas del Consultor adelantará diferentes labores de inspección y reconocimiento de la zona, revisando y verificando las condiciones actuales en cada punto donde se piensa desarrollar el Proyecto (portal 20 de Julio de Transmilenio, sector Altamira y Moralba, sector Juan Rey), lo que le posibilitará un conocimiento específico del área de influencia del mismo, identificando sitios de alta potencialidad para la localización de las diferentes estaciones que conformarán el tronco principal y el ramal a Juan Rey, así como aquellos que no resultan convenientes para su ubicación, desde diferentes puntos de vista técnicos.
- iii) Tomando como base la revisión documental adelantada hasta el momento, así como las visitas de reconocimiento en terreno y la experticia con que cuenta el equipo en la ejecución de este tipo de proyectos, se adelantarán mesas de trabajo en las cuales los diferentes especialistas que conforman la Consultoría realizarán propuestas de localización de alternativas para las situaciones a evaluar. Cada especialidad, a partir de sus consideraciones y conocimientos particulares, indicarán localizaciones, con alta potencialidad a priori, para la ubicación de las diferentes estaciones del Cable.

En este punto, solamente se dispondrá de la información secundaria recabada y analizada durante la Fase 1 y el conocimiento del área mediante las visitas de inspección desarrolladas. En consenso del Equipo, se limitará el número de alternativas a un máximo de entre tres (3) y seis (6) opciones, dependiendo de la complejidad de cada situación.

- iv) Posterior al establecimiento de las diferentes propuestas de localización de estaciones por parte del grupo de Especialistas del Consultor, estas se someterán a un proceso de valoración de experto, por parte de todas las especialidades, para lo cual se establecerá una escala de valoración cuantitativa (1, 3, 5, 7 y 9), que permitirá determinar, desde cada componente, la mayor o menor favorabilidad de cada alternativa propuesta preliminarmente. En este sentido, cada especialidad procederá a otorgar un nivel de favorabilidad a cada alternativa, según los criterios que establezca para dicha valoración.

Es importante precisar que esta valoración se deberá realizar a partir de consideraciones generales tomando como base la información y el detalle con que se cuenta en este punto de la Consultoría. Los criterios a considerar desde cada

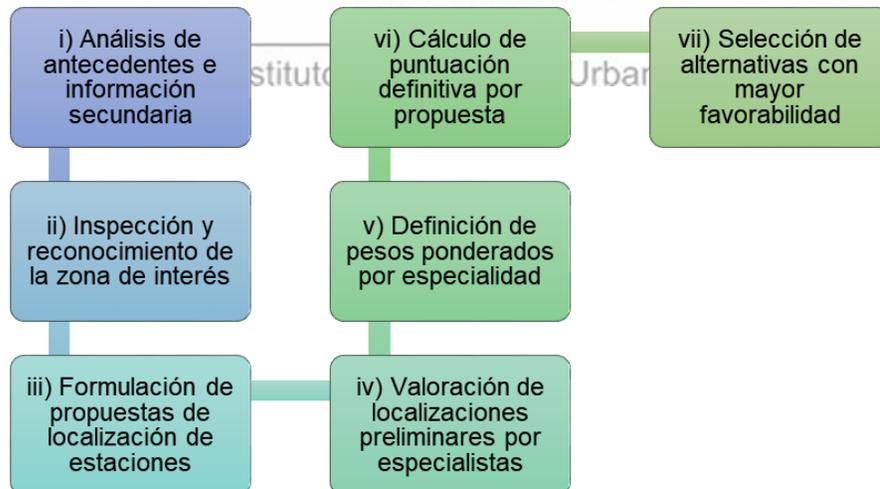
especialidad deberán ser generales, de tipo conceptual, pero que permitan realizar una valoración realista de las condiciones de cada propuesta, en función de la viabilidad de cada una para el desarrollo del Proyecto.

No se considerarán criterios que demanden un desarrollo analítico o matemático profundo, puesto que esto hará parte del análisis multicriterio que se describe más adelante; en este punto, solamente se trata de realizar un descarte de aquellas propuestas que no presentan una favorabilidad importante para el Proyecto, limitando el número de alternativas a un máximo de dos (2) o tres (3) por situación, incluso podría resultar que solo una propuesta sea seleccionada para un análisis posterior mucho más riguroso. Lo anterior, con el fin de centralizar los análisis posteriores sobre aquellas alternativas altamente potenciales y decantar aquellas que no son viables, reduciendo procesamientos innecesarios de información.

- v) Finalmente, en función de la valoración realizada en el literal anterior por parte de los diferentes especialistas de la Consultoría, se identificarán aquellas alternativas de localización para cada situación que presentan una mayor favorabilidad y que, por tanto, deben avanzar a ser evaluadas de manera más profunda, en la siguiente actividad de la metodología, por medio de un análisis jerárquico. Como fue mencionado anteriormente, solo se considerarán un número máximo de dos (2) o tres (3) alternativas por situación.

La figura (5-2), resume el procedimiento a adelantar para la identificación preliminar de alternativas.

Figura 5-2. Procedimiento para la identificación preliminar de propuestas que pasarán a la fase de análisis de alternativas



Fuente: Elaboración propia.



ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA
FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN
SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.



6 IDENTIFICACIÓN Y DETERMINACIÓN DE LAS PROPUESTAS A EVALUAR

La Empresa de Transporte Masivo del Valle de Aburrá Ltda, consideró que el Estudio de Localización de Alternativas, debería ser la primera actividad a realizarse, con el objeto de obtener la factibilidad técnica del sistema de transporte por cable y se dio a la tarea de realizar la búsqueda de un trazado razonablemente lógico, teniendo en cuenta variables técnicas como el suelo, el componente ambiental, la geometría del trazado y la cobertura del servicio.

Las alternativas evaluadas surgen principalmente de los resultados obtenidos en los estudios anteriores realizados en la Etapa de Factibilidad del Proyecto Cable San Cristobal. Entre esos estudios se destaca principalmente el Estudio de Factibilidad realizado en el marco del *Contrato Interadministrativo de Consultoría No. 2012-1531 de noviembre de 2012, suscrito entre la Secretaría Distrital de Movilidad de Bogotá y la Empresa de Transporte Masivo del Valle de Aburrá Ltda. (ETMVA)*.

Otro estudio revisado corresponde al Estudio de Viabilidad Técnica para la Realización de un Sistema de Transporte por Cable Aéreo en las localidades de la periferia del distrito capital en el marco del *Contrato Interadministrativo no. 1457 de 2009, celebrado entre Transmilenio S.A. y la Secretaría Distrital de Movilidad*, así como los estudios de actualización de demanda realizados en el 2013 y 2020 por la Secretaría Distrital de Movilidad.

Para lograr este propósito, se realizaron los estudios de localización, topografía, suelos, gestión predial, ambiental, social, arquitectura, electromecánica; estudios de ingeniería, presupuestos y especificaciones técnicas; siendo el estudio de localización, la base sobre la cual se desarrollaron los demás estudios mencionados anteriormente.

Los primeros trabajos de consultoría realizados en el año 2009, para identificar posibles trazados del cable concluyeron con la priorización de ocho (8) posibles líneas para la implementación del sistema de transporte por cable en la ciudad; esta priorización se presenta en la Tabla 6-1. De dicha tabla, se resalta que en la localidad de San Cristobal, se podrían implementar dos (2) líneas de teleféricos

En el año 2012, después de realizar una nueva evaluación documental y en concordancia con la evaluación realizada en el año 2009, se observa que se mantiene la prioridad asignada en el estudio inicial, es decir, para el tramo Portal Oriente – sector de Moralba y Portal Oriente – Juan Rey; siendo estas dos (2) trazados objeto del presente Contrato; es decir, el primer tramo (Estación Transferencia Portal 20 de Julio) objeto de desarrollar estudios a nivel de detalle y el segundo (Estación La Victoria – Sector de Juan Rey), objeto de evaluación a nivel de factibilidad.

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

Tabla 6-1. Priorización de Corredores en el Estudio de Prefactibilidad.

MATRIZ PONDERADA			MATRIZ CON IGUAL PORCENTAJE		
Orden	Corredor	Puntaje	Orden	Corredor	Puntaje
1	7. Portal Tunal - Paraiso (Ciudad Bolívar)	0,78	1	7. Portal Tunal - Paraiso (Ciudad Bolívar)	0,72
2	5, Portal Oriente (San Cristóbal)	0,48	2	5, Portal Oriente (San Cristóbal)	0,52
3	8, Portal del Sur - Potosí (Ciudad Bolívar)	0,44	3	8, Portal del Sur - Potosí (Ciudad Bolívar)	0,45
4	1. Carrera 7a. Cerro norte (Usaquén)	0,41	4	1. Carrera 7a. Cerro norte (Usaquén)	0,43
5	4. Portal Oriente - Juan Rey (San Cristóbal)	0,38	5	4. Portal Oriente - Juan Rey (San Cristóbal)	0,42
5	3. Estación call 6a. - El Consuelo (Santa Fe)	0,35	5	3. Estación call 6a. - El Consuelo (Santa Fe)	
7	2. Cra. 7a. - Paraiso (chapinero)	0,33	7	2. Cra. 7a. - Paraiso (chapinero)	0,38
8	6, Portal Usme Arrayanes (Usme)	0,31	8	6, Portal Usme Arrayanes (Usme)	0,35

Fuente: *Estudio de Localización de corredores de transporte por cable en la Localidad de San Cristóbal – ETMVA 2012.*

6.1 PROPUESTAS A CONSIDERAR EN LA ESTACIÓN RETORNO DEL TRAMO PRINCIPAL

El Estudio de Localización del Trazado, realizado por la Empresa de Transporte Masivo del Valle de Aburrá Ltda, expresa que se encontraron dos (2) Propuestas de ubicación en el sector de Moralba, las cuales fueron evaluadas para determinar la más ajustada a los parámetros requeridos. Las propuestas evaluadas en el estudio fueron:

- Alternativa 1: Portal 20 de Julio – La Victoria – Moralba
- Alternativa 2: Portal 20 de Julio – La Victoria – Altamira

De la revisión realizada por esta Consultora, se presenta los resultados obtenidos por ETMVA.

➤ **Propuesta 1**

Para este trazado, la Estación de Transferencia se ubica dentro del Portal 20 de Julio, la estación intermedia se localiza en el sector de La Victoria entre las calles 40 Sur y 41 Sur y las carreras 3ª y 3c Este, con una longitud parcial de 1.596,40 metros y un desnivel de 122.22 metros. La estación de retorno se ubica en el sector de Moralba por encima de la carrera 13b Este. El barrio Moralba limita directamente con los cerros sur orientales pertenecientes a la zona de protección rural y urbana y conforma un paso ambiental para las especies, entre los cerros sur orientales y el parque Entre Nubes y viceversa, lo cual puede convertirse en una desventaja desde el punto de vista ambiental y de conservación del ecosistema. La localización aproximada de la estación estaría entre las calles 42 Sur y 42ª Sur y las carreras 16ª y 16b Este, obteniéndose una longitud total de 3.556 metros y

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

un desnivel total de 318 metros. En la Figura 6 - 1 se presenta la localización de esta alternativa.

➤ **Propuesta 2**

Para este trazado al igual que para la Alternativa 1 la estación de transferencia se ubica dentro del Portal 20 de Julio y la estación intermedia se localiza en el sector de La Victoria, con una longitud parcial de 1.596,40 metros y un desnivel de 122.22 metros. La estación de retorno se ubica en el sector de Altamira por debajo de la carrera 13b Este. El barrio Altamira está dentro de la categoría de urbanización, con lo cual no presentaría principalmente ningún problema ambiental asociado con su ubicación en el desarrollo de las obras para la fauna, flora y el ecosistema en general. La localización aproximada de la estación estaría entre las calles 43 Sur y 43ª Sur y las carreras 12ª y 12b Este, obteniéndose una longitud total de 2.830 metros y un desnivel total de 264 metros. En la Figura 6-2 se presenta la localización de esta alternativa.



**ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.**
 MOVILIDAD

 Instituto de Desarrollo Urbano



ALCALDÍA MAYOR
BOGOTÁ D.C.
INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO

ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA
FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN
SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.



CONSORCIO CS
Caly Mayor
Colombia S.A.S. Supering

Figura 6-1. Propuesta 1 Tronco Principal



DE BOGOTÁ D.C.
MOVILIDAD
Instituto de Desarrollo Urbano

Fuente: Elaboración propia.

6.1.1 Parámetros Adoptados por la Consultora ETMVA para la Ubicación de Estaciones, en Especial la Estación Retorno.

Los parámetros determinantes en el estudio de Localización de Trazado para la selección de las propuestas antes mencionadas, debidamente soportados en la reglamentación, normatividad vigente y el análisis de los sistemas operativos a implementar se pueden enunciar así:

- Demanda de Usuarios
- Costos de Obra
- Posibilidad Constructiva
- Óptima cobertura

Dentro del estudio, se consideraron otros aspectos como:

- Las características físicas de la zona
- Las restricciones para el desarrollo del Proyecto
- Localización técnica puntual. Correspondiente a un estudio para analizar el sistema funcional, útil y factible a implementarse, 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. En este análisis, se consideró tres componentes técnicos (Las Estaciones, las Pilonas y el Cable de desplazamiento)
- Geometría del trazado
- Longitud de la Línea
- Desnivel Topográfico
- Ubicación de las Estaciones

Para la localización el corredor en la Localidad de San Cristóbal, se realizó una evaluación del comportamiento poblacional de la localidad, detallando las unidades de planeamiento Zonal de la Localidad, la clasificación, extensión cantidad, y superficie de manzanas por UPZ, analizó los antecedentes migratorios poblacionales que han caracterizado a esta comunidad y la normatividad que se ha generado para la legalización y delimitación política dentro de la zona y límites geográficos y finalmente evaluó el área de influencia del Proyecto para el Sistema de Transporte por Cable.

Dentro de los análisis sociales realizados en el Estudio de Localización, el Consultor (ETMVA), concluye que *“En general, la población de la localidad se encuentra en condiciones socioeconómicas desfavorables por sus bajos ingresos y limitaciones espaciales, debido a la carencia de espacios públicos para la integración de los habitantes”*.

Con respecto a las vías de la Localidad, se manifiesta que infraestructura vial se articula con todo el sistema vial en la Avenida Ciudad de Villavicencio, las Avenidas Fernando

Mazuera y Primero de Mayo y la Avenida Guacamayas, que garantiza la conexión del Centro, pero en general, se encuentran en mal estado en un 59 %.

6.1.2 Estudio de Propuestas por Parte de la ETMVA y Ubicación de la Estación Retorno

Del Estudio de Localización, se destaca:

- De común acuerdo (Consultor y Secretaría Distrital de Movilidad), se toma como punto de partida la Estación Portal 20 de Julio del Sistema Transmilenio (condición concordante con los conceptos integración del sistema para mejorar la movilidad en la zona)
- En consenso institucional, se planteó la ubicación de la Estación Retorno (Altamira/Moralba), en función de los análisis de los parámetros tenidos en cuenta para la localización de Estaciones (pendiente, localización geográfica y densidad poblacional),
- Con respecto a la selección de la ubicación de la Estación Intermedia, se realizó en función del acopio de infraestructura institucional en el sector de La Victoria

En la siguiente Figura, se presenta los resultados obtenidos en el estudio de Alternativas emprendido por la ETMVA

Figura 6-3. **Resultado del Estudio de Alternativas**

	Alternativa 1 Portal 20 de Julio – La Victoria - Moralba	Alternativa 2 Portal 20 de Julio – La Victoria - Altamira
Longitud	3,556 m.	2,830 m
Desnivel	318 m	264 m
Trazado esquemático		

Fuente: Estudio de Factibilidad ETMVA.

En el Estudio de Localización se describe: “Los dos trazados son similares y tienen la misma direccionalidad, se diferencian en la llegada: en la primera opción la estación retorno se ubica en el sector Moralba, en un lote a borde de la Avenida Villavicencio y en la segunda opción, la estación retorno se ubica en el barrio Altamira, lo que hace que el primero tenga una longitud y desnivel superior que el segundo”. Las consideraciones analizadas por el Consultor, se encuentran plasmadas como ventajas y desventajas de cada una de la propuestas presentadas, las cuales se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 6-2. Priorización de Corredores en el Estudio de Prefactibilidad

No.	Criterios Evaluados	Moralba	Altamira
1	Características geométricas del Trazado (Longitud)	Desfavorable	Favorable
2	Características electromecánicas	Desfavorable	Favorable
3	Integración con Transporte Masivo	Neutral	Neutral
4	Cobertura del Servicio	Desfavorable	Favorable
5	Aspectos ambientales	Desfavorable	Favorable
6	Costos de Inversión	Desfavorable	Favorable

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto al Estudio de Alternativas (actualmente consideradas propuestas), promovido para la localización del trazado del Cable, se concluye después de realizar los análisis descritos en esta síntesis documental, que: “Se realizaron recorridos con el acompañamiento de funcionarios de la SDM, SDP y el IDU, para revisar el trazado inicialmente propuesto y analizar diferentes alternativas que posibilitan otras oportunidades desde la cobertura, lo urbano, lo social o lo técnico, encontrándose desde la cobertura, lo urbano, lo social o lo técnico, concluyendo que la alternativa Portal 20 de Julio – La Victoria – Altamira tenía más posibilidad de cobertura por su localización estratégica”

6.1.3 Otras Propuestas a Considerar para la Localización de la Estación Retorno del Tronco Principal

De las mesas de trabajo adelantadas entre los especialistas de la Consultora, se estudiaron otras tres (3) propuestas de implantación de estaciones, teniendo como criterio de selección la cercanía a otros modos de transporte público, cercanía a edificaciones de entidades educativas, de salud, de comercio y el equipamiento urbano del entorno a dicha implantación, entre otros criterios. A continuación se ilustran dichas propuestas:

➤ Propuesta 3

Desde el componente de Tránsito y Transporte la potencialidad de esta ubicación, recomendada por el Consultor, radica en los siguientes aspectos:

- Se ubica sobre el corredor principal de transporte de la zona, favoreciendo la conectividad con los demás modos (transporte público urbano, intermunicipal, especial, alimentación, tradicional, troncal, peatonal, biciusuarios, etc.) y su infraestructura asociada (paraderos, estacionamientos, portal, etc.), lo que posibilita su integración al sistema de la ciudad.
- Su ubicación tiene un potencial de captar la demanda de usuarios de las cuencas de Moralba y Altamira, puesto que se localiza en medio de los dos sectores, facilitando el acceso tanto a unos como a otros.
- Al encontrarse sobre la vialidad principal se acerca a importantes zonas de comercio, recreación, educación, servicios y demás dinámicas socioeconómicas de los habitantes.
- Esta localización favorece la operación, implementación y construcción del Cable de San Cristóbal dado que permite el acceso a infraestructura arterial para la circulación de vehículos de carga.
- Esta ubicación permite el diseño de soluciones de tránsito que favorecen y modernizan la red del sector, por tanto, es importante localizarla en una zona de alto impacto en temas de seguridad, conectividad y accesibilidad, como la propuesta.
- La localización recomendada favorece la inclusión social y convivencia de los habitantes del sector.

Figura 6-4. Propuesta 3, Estación Retorno, Tronco Principal



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6-6. Propuesta 5, Estación Retorno, Tronco Principal



Fuente: Elaboración propia.

6.2 PROPUESTAS A CONSIDERAR PARA DEFINICIÓN DE LA ESTACIÓN INTERMEDIA.

El Estudio de Localización de Trazado definió la ubicación de la Estación Intermedia en el barrio La Victoria, en un sector de gran actividad urbana y con vías importantes aledañas; de igual forma consideró los conceptos de cobertura, el potencial de desarrollo urbano y social, el menor impacto por compra de predios y la cercanía a vías importantes que faciliten la conexión con el sistema vial principal, permitiendo así la conexión con otros modos de transporte. De igual forma, la Consultora ETMVA considero pertinente proponer como estación motriz en la estación Intermedia. Sobre este último tema, la Consultora lo justificó con los siguientes criterios:

(...)

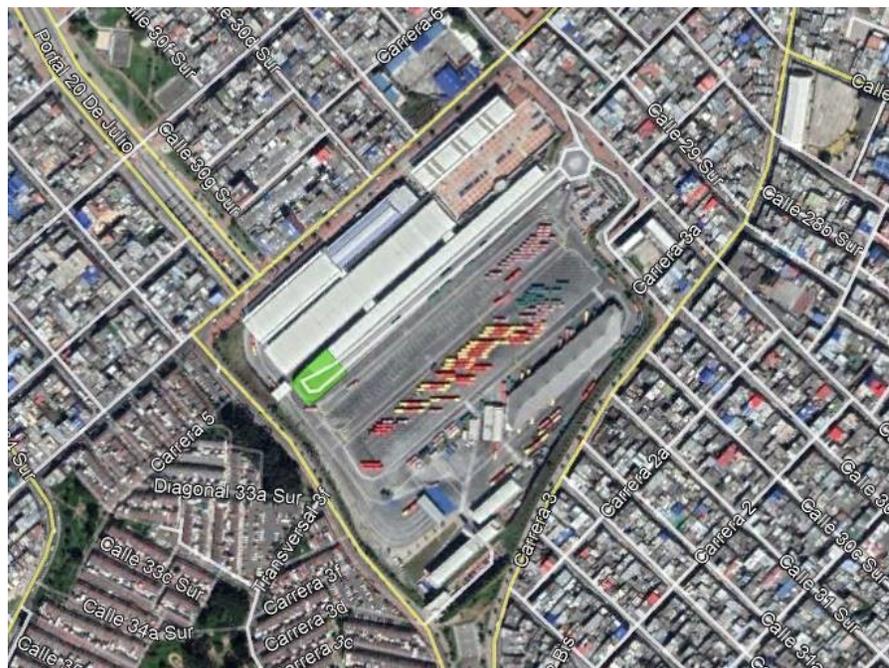
- *La Estación posee un ángulo que la hace óptima para instalar el eje de potencia del sistema*
- *Mejor eficiencia mecánica en relación a la transmisión de potencia*
- *Mejor coeficiente de seguridad para evitar el deslizamiento del cable sobre el volante*

La localización de la estación se encuentra sobre la losa existente cuyo uso actual es para parqueadero de buses justo en frente de la zona de ascenso y descenso de alimentadores y buses del SITP. Entre las características que hicieron sobresalir esta alternativa en el Estudio de Factibilidad es la disponibilidad de espacio plano para su construcción y el aprovechamiento del espacio disponible en el primer piso ya que la plataforma de abordaje se daría en un segundo nivel. Sin embargo, al encontrarse en una zona de maniobra y parqueo de buses troncales la operación puede llegar a ver afectada de manera considerable. En la Figura 6-10 se presenta la localización de esta alternativa.

➤ **Propuesta 2**

La Propuesta 2, también fue planteada en el Estudio de Factibilidad realizado en el 2012 y establece la localización de la estación sobre la cubierta de la plataforma de alimentadores y buses del SITP. Esta localización permite una articulación estratégica en la plataforma de sistemas integrados, sin embargo, disminuye el espacio útil de la plataforma de buses alimentadores. En la Figura 6-11 se presenta la localización de esta propuesta.

Figura 6-11. Propuesta 2 – Estación de Transferencia

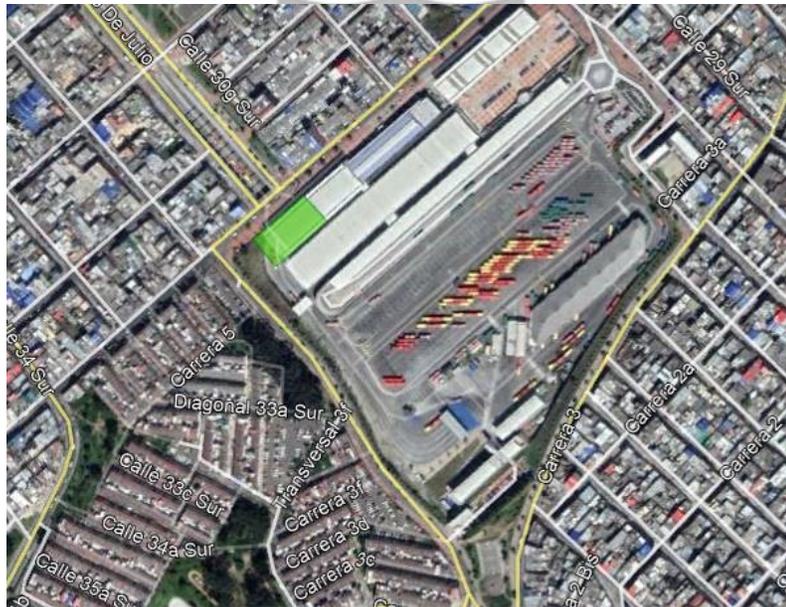


Fuente: Elaboración propia.

➤ **Propuesta 3**

Como se mencionó anteriormente el equipo Consultor considera que por motivos de conexión y de hacer mucho más atractivo y eficiente para los usuarios la transferencia entre bus y sistema cable la estación de transferencia debe estar ubicada dentro del Portal 20 de Julio y esta premisa se conservará para todas las alternativas. Esta primera alternativa fue planteada en el Estudio de Factibilidad realizado en el 2012 y establece la localización como una extensión del edificio de oficinas existente sobre la carrera 5ª en el costado sur-occidental del portal, justo en frente de la plataforma de ascenso y descenso de buses articulados. En la Figura 6-12 se presenta la localización de esta alternativa.

Figura 6-12. Propuesta 3- Estación de Transferencia



Fuente: Elaboración propia.

6.3.2 Otras Propuestas a Implementar en la Estación de Transferencia

La Estación de Transferencia del Sistema Cable San Cristóbal para cualquiera de las alternativas analizadas en el Tronco Principal, siempre estará ubicada dentro de los predios del Portal 20 de Julio. El análisis de alternativas se concentra en encontrar cual debe ser el sitio adecuado dentro de este portal para la ubicación de esta estación. Para encontrar dicha ubicación se han tenido en cuenta dos (2) aspectos principales:

- Causar la menor afectación posible a la operación del Portal durante el proceso constructivo de la Estación de Transferencia y en la posterior operación de la misma.

- Conectividad, control de accesos y flujos de usuarios entre los diferentes medios de transporte, cumpliendo con las condiciones normativas de seguridad y accesibilidad

El objetivo principal en este análisis de alternativas es revisar, actualizar y complementar la localización de la estación dentro del Portal definidas en el Estudio de Factibilidad, con el fin de identificar las ventajas y desventajas actuales de las ubicaciones que fueron inicialmente previstas y definir nuevas alternativas necesarias.

Considerando que han pasado nueve (9) años desde que se realizaron los Estudios de Factibilidad, fue preciso hacer una revisión integral de la localización de la Estación de Transferencia dentro del portal basados en la situación de operación actual y proyectada, contemplando posibles modificaciones en la normatividad, cambios en la operación interna y externa del portal que puedan interferir en lo estipulado en el Contrato de Concesión del Portal, así como cambios en la demanda, entre otros, lo cual generó el planteamiento de alternativas de ubicación adicionales. A continuación se explican cada una de las alternativas de localización de la Estación de Transferencia que esta Consultoría considera que deben ser evaluadas.

➤ **Propuesta 4**

La ubicación corresponde al parqueadero de vehículos particulares ubicado al costado izquierdo de la losa de estacionamiento de articulados sobre la calle 30ª Sur.

Figura 6-13. Propuesta 4. Análisis del Consultor CS – Estación de Transferencia



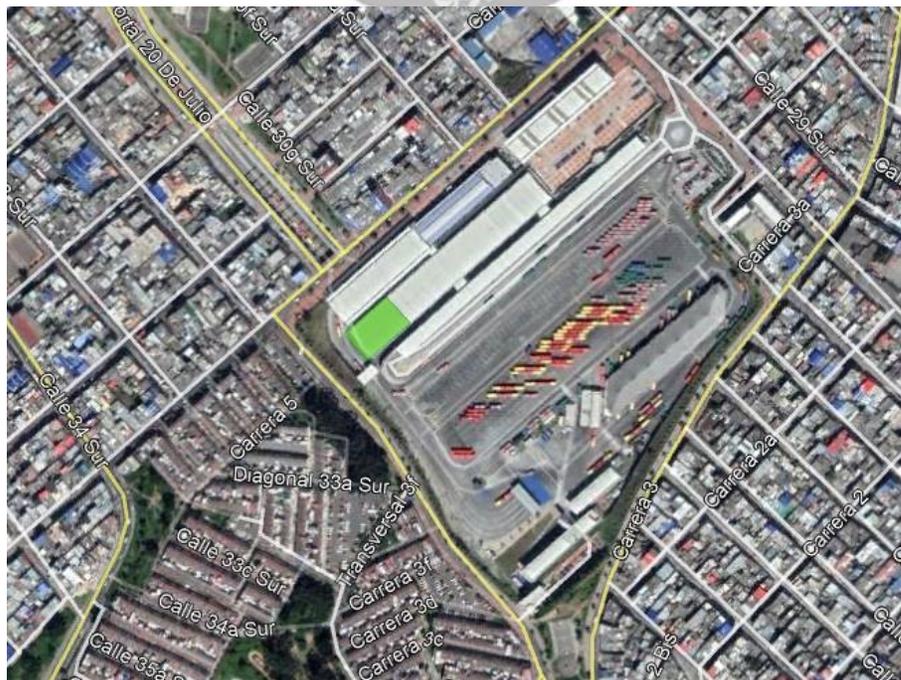
Fuente: Elaboración propia.

La ubicación corresponde al sector peatonal que se encuentra en el acceso a la plataforma de articulados del costado nor-occidental del portal por la calle 30ª Sur. Las ventajas que puede ofrecer esta opción de localización es que afecta de manera mínima la operación de los buses dentro del portal al encontrarse en una zona de uso peatonal, permite un acceso independiente a la futura Estación de Transferencia. Debido a que actualmente esa zona opera como encuentro de la comunidad y actividades comerciales, conlleva hacer una integración de la estación con su entorno, afectando lo menor posible las condiciones actuales.. Cabe mencionar que durante el periodo de Factibilidad se hará toda la investigación de redes de servicio del portal y su estructuración a fin de detectar las posibles interferencias y soluciones correspondientes,. En la Figura 6-14 se presenta la localización de esta alternativa.

➤ **Alternativa 6**

Esta Propuesta, también es propuesta por el equipo Consultor. La ubicación corresponde a un punto intermedio entre la Alternativa 1 y la Alternativa 2 del Estudio de Localización de ETMVA, es decir entre la plataforma de articulados y la plataforma de alimentadores.

Figura 6-15. Propuesta 6. Análisis del Consultor CS – Estación de Transferencia



Fuente: Elaboración propia.

Las ventajas que puede ofrecer esta opción de localización es que su ubicación potencial se da en un sector donde actualmente solo existe una cubierta y un espacio peatonal que

 <p>CONSORCIO CS Caly Mayor Colombia S.A.S.  Supering Supervisión e Ingeniería de Proyectos</p>	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	 <p>ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>
--	--	--

es usado para acceder a los buses articulados, se prevé tener menor afectación a infraestructura de servicios y existe una conexión más inmediata con el resto de rutas de transporte al estar inmersa en las instalaciones del Portal. Se evaluará en el desarrollo de la Factibilidad la posible afectación a la operación y maniobras de los buses articulados por la construcción propia de la estación y columnas del sistema electromecánico. En la Figura 6-15, se presenta la localización de esta alternativa.



7 EVALUACIÓN PRELIMINAR DE LAS PROPUESTAS PRESENTADAS EN ESTA ETAPA

Después de realizar una revisión de la información obtenida durante la Fase 1 del Contrato, en especial el Estudio de Localización de Trazado realizado por la ETMVA, de haber solicitado a las Empresas Distritales y de Servicios Públicos información asociada al área de influencia del Proyecto; de haber realizado visitas al Cable de Ciudad Bolívar para conocer el impacto de dicho cable en la zona y las inspecciones a la Localidad de San Cristóbal y Juan Rey, resulta pertinente consignar los análisis preliminares de la Consultora Consorcio CS sobre lo evidenciado en esta etapa del Proyecto y así poder concluir sobre la localización más conveniente para la Línea de Cable a desarrollar en la Localidad de San Cristóbal.

Asimismo, esta Consultoría a partir de las visitas realizadas en campo y la revisión de las condiciones del entorno físico y operacional de las zonas de influencia del Proyecto objeto de análisis, ha definido otras posibilidades de localización. Estas nuevas posibilidades buscan que se pueda contar con opciones de trazado que mejoren la cobertura del transporte, que aporten al desarrollo urbano y social a una localidad con necesidades de mejoramiento integral de su población.

7.1 ANALISIS SOBRE LA PRIORIZACIÓN DE CORREDORES PROPUESTA EN LA FACTIBILIDAD DEL CONSULTOR ETMVA.

La Priorización de Corredores obtenida del Análisis realizado por la Empresa de Transporte Masivo del Valle de Aburrá y en especial de la Propuesta 2 (5. Portal Oriente – Moralba (San Cristóbal)) y Propuesta 5 (4. Portal Oriente – Juan Rey (San Cristóbal)), no se encuentra consideración alguna que deba alterar el orden de Prioridad entre estos dos (2) planteamientos realizados de Cable a ejecutar, dado que las consideraciones evaluadas en su momento mantienen su misma proporcionalidad; es decir, no se ha generado un hecho detonante que permita considerar que se debe dar prioridad a Juan Rey para su ejecución.

En concordancia con lo anterior, esta Consultora considera que los Estudios y Diseños deben continuar para la consolidación de un cable que tenga como Estación de Transferencia en la Estación Portal 20 de Julio, una Estación en el Sector La Victoria y una Estación de Retorno, entre Moralba y Altamira; por lo tanto, esta Consultora comparte los Resultados obtenidos en el Estudio de Factibilidad ejecutados previamente.

Desde el punto de vista del componente de Tránsito y Transporte, este trazado para el tronco principal resulta favorable para el Proyecto, y debe mantenerse, por los siguientes aspectos:

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

- Permite la atención de una parte importante de la población que se localiza en el sector con una demanda potencial que oscila entre los 4.000 y 6.000 pasajeros durante la hora de mayor demanda, de acuerdo a los diferentes estudios previos que se han desarrollado.
- Garantiza la conectividad con los principales centros de atracción y generación de viajes que se encuentran localizados en la zona, ubicándose en el entramado de equipamientos de servicios, recreación, salud, educación y demás; así como en sitios de alta densidad poblacional.
- La ubicación de la Estación de Transferencia al interior del Portal 20 de Julio resulta preponderante para garantizar la articulación del cable con el sistema de transporte masivo de la ciudad, reduciendo la penalidad en la transferencia al usuario y favoreciendo su uso, lo que se ve reflejado en una mayor captación de demanda. No se considera una localización externa dado que podría inviabilizar el Proyecto, reduciendo de manera importante la demanda del mismo.
- La localización de la Estación Intermedia en el sector de La Victoria responde adecuadamente a una oferta favorable a los habitantes y visitantes del sector, dado que se encuentra a una distancia horizontal y vertical suficiente para incentivar el uso del sistema. Adicionalmente, el sector concentra importantes actividades que atraen y generan viajes durante todo el día.
- La localización de la Estación de Retorno en la parte alta de los cerros, en inmediaciones de los barrios Moralba y Altamira, atendería a un importante grupo de población desfavorecida y supliría importantes necesidades de infraestructura que existe en la zona, contribuyendo a la calidad de vida de los habitantes del sector y su desarrollo y competitividad.
- Adicional a lo anterior, este trazado permite la conectividad, accesibilidad, seguridad, movilidad, integración, confort, y demás, de los usuarios a través de una localización de estaciones en concordancia con la red de rutas de transporte público actuales, paraderos, red vial arterial, intermodalidad, prelación de flujos no motorizados, entre otros, por tanto, debe prevalecer y profundizarse en su análisis durante la fase 2 de la presente Consultoría.
- Se recomienda evaluar una tercera potencial localización de la estación de transferencia con el fin de buscar aumentar los indicadores de demanda, conectividad, accesibilidad, seguridad y demás, en inmediaciones de las dos localizaciones establecidas en la factibilidad. Respecto a la localización de la estación intermedia, no se recomienda explorar otras alternativas, puesto que la establecida resulta satisfactoria en materia de Tránsito y Transporte.

7.2 PARÁMETROS DETERMINANTES EN EL ESTUDIO DE LOCALIZACIÓN DE TRAZADO

Resulta importante poder comparar los parámetros tenidos en cuenta en el Estudio realizado por la ETMVA, con respecto a las condiciones que se están presentando actualmente.

Tabla 7-1. Análisis comparativo de parámetros del Estudio de Localización.

Descripción de Parámetros tenidos en cuenta por la ETMVA	Evaluaciones actuales realizadas por los Consultores
Las características físicas de la zona	Se mantienen. No se evidencia un existencia la construcción en el sector que hay alterado las condiciones analizadas en el Estudio de Factibilidad
Las restricciones para el desarrollo del Proyecto	No se encontró una condición que restrinja o limite el desarrollo del Proyecto
Localización técnica puntual.	Se mantiene. De acuerdo a las inspecciones realizadas, lo observado en el sector donde se ubica el tronco principal del cable, como el ramal a Juan Rey se mantienen. Con respecto a la localización del Parking de Cabinas, es importante tener presente la solicitud de transmilenio de reubicarlo, con el objeto de disminuir la intervención en la Estación Portal 20 de Julio. Esta solicitud es viable y es importante analizarla.
Geometría del trazado	Se mantiene. No se ha identificado de una condición especial que obligue a su modificación
Longitud de la Línea	Se mantiene. No se ha identificado una condición que modifique las condiciones propuestas por el Consultor ETMVA
Desnivel Topográfico	Se mantienen las condiciones evaluadas en el Estudio de Factibilidad
Ubicación de las Estaciones	Esta Consultoría ha considerado pertinente realizar un análisis adicional y/o más profundo a las propuestas realizadas por el Consultor ETMVA, tanto para la Estación de Transferencia como para la Estación Retorno y en menor escala para la Estación Intermedia.

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a la ubicación de las Estaciones, se hace pertinente realizar algunas consideraciones y análisis adicionales para la selección de la ubicación más conveniente; se considera que la matriz o matrices a formular para la evaluación de esta ubicación, estén enfocadas a resolver esta conveniencia.

En el análisis de propuestas de este componente se realizó una revisión y actualización, del trazado definido en el estudio de factibilidad del 2012, con el fin de reconocer las condiciones actuales de las zonas por donde fueron inicialmente previstos, validar los trazados y plantear los ajustes o alternativas necesarias.

7.3 EVALUACIÓN DE CRITERIOS

Para cada propuesta de localización de cada componente (estación de transferencia, estación de retorno del tronco principal y estación intermedia, la estación de retorno en Juan Rey se analiza en el capítulo 8 del presente informe), se realizó una definición de criterios para la posterior evaluación de cada uno de ellos por parte de los expertos en cada área. Las áreas que se tuvieron en cuenta y sus respectivos criterios para la calificación de cada componente se explican a continuación:

7.3.1 Criterios para la Estación de Transferencia

Los criterios que fueron tenidos en cuenta para evaluar cada estación se seleccionaron con base en un análisis de las condiciones operativas que presentaría cada estación, la identificación de las limitaciones físicas y técnicas que podrían presentarse antes, durante y posterior a la construcción y los términos de referencia definidos en el objeto del contrato. Por lo tanto, las especialidades evaluadas por estación no son iguales en todos los casos, y a su vez las ponderaciones otorgadas a cada especialidad por estación tampoco son iguales, dado que, dependiendo de la estación, una especialidad puede tener más peso (o menor) con respecto a otra estación. Los criterios por componente fueron:

7.3.1.1 Componente: Tránsito y Movilidad

➤ *Interferencia con la operación de los buses del portal*

En este criterio se analiza cuál de las propuestas puede causar la menor afectación posible a la operación del portal durante el proceso constructivo de la Estación de Transferencia y en la posterior operación de la misma. La definición del criterio se hizo de una manera cualitativa estableciendo cómo la ubicación de la estación puede interrumpir negativamente en la operación al interior del portal. Interrupción que puede manifestarse en la disminución de espacio de maniobra o de espacio de estacionamiento para los buses alimentadores o articulados. Otro aspecto negativo que se consideró en el análisis, correspondió a las posibles modificaciones que podría provocarse a la operación de las zonas que ya están definidas en su uso según el contrato de concesión vigente.

Para asignar la calificación a este criterio para cada propuesta se identificaron en primer lugar cada uno de los posibles movimientos vehiculares que se presentan al interior del portal, los cuales se explican a continuación:

- ✓ El primer recorrido de operación analizado corresponde a aquellos servicios de buses alimentadores que entran al Portal 20 de Julio viniendo por la Carrera 3 y entrando al portal por la calle 30b Sur para dejar los pasajeros en la plataforma de alimentación y salir nuevamente del portal por la calle 30ª Sur hacia la carrera 5ª hacia el sur.

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

- ✓ El siguiente recorrido de operación es el que hacen los buses troncales, los cuales entran al Portal 20 de Julio por el eje troncal mediante un paso a desnivel que se encuentra a lo largo de la calle 31 Sur y cruza por debajo de la carrera 5ª para entrar al portal por la puerta de acceso del costado sur-occidental. Una vez los buses adentro tienen dos opciones: dirigirse hacia a la plataforma de articulados para dejar y recoger pasajeros y salir nuevamente del portal rodeando la plataforma de articulados hacia el paso a desnivel y salir por la calle 31 sur. La otra opción es entrar al portal y dirigirse hacia el patio taller ya sea a la zona de estacionamientos o a la zona de mantenimiento y finalmente salir del patio taller recorriéndolo en sentido anti-horario para volver a salir por el paso desnivel que cruza la carrera 5ª y sale por la calle 31 Sur.
- ✓ Adicionalmente existen otros movimientos que, aunque no son realizados por buses, si los realizan vehículos particulares que entran al Portal ya sea por actividades temporales o que corresponden a los vehículos personales de los funcionarios que trabajan dentro del portal. Uno de ellos es el acceso vehicular por la calle 32 Sur hacia los parqueaderos del sector de oficinas del SITP ubicado en el costado sur – oriental del portal.
- ✓ Otro acceso de vehículos particulares es el que se hace al parqueadero ubicado en el costado norte del portal el cual tiene acceso por la calle 30b Sur. Este acceso es el mismo por donde entran los buses de rutas alimentadoras hacia el portal. Por lo cual existe en la actualidad un punto de conflicto o de entrecruzamiento entre buses y vehículos particulares en la zona vehicular que permite la distribución de flujos hacia la plataforma de alimentadores o hacia el parqueadero.

Una vez caracterizados los flujos vehiculares dentro del portal se procedió a identificar los conflictos que podrían producir cada una de las propuestas de localización y dar la calificación respectiva.

➤ **Conflicto entre flujos peatonales**

Este criterio se establece para identificar propuestas que mantengan una configuración lógica de flujos peatonales y de vehículos dentro del portal, que cumpla con todas las condiciones normativas de seguridad y accesibilidad. Para la definición de este criterio se partió de la revisión de los flujos peatonales y vehiculares al interior y exterior del portal. De esta forma se identificaron puntos donde pueden llegar a presentarse conflictos peatón – peatón o peatón – vehículo. Dichos puntos fueron:

- Puertas de acceso al portal
- Zonas de compra de tiquete
- Puentes peatonales al interior del portal
- Escaleras y rampas para acceder a los puentes peatonales
- Bahías de llegada de alimentadores y articulados
- Bahías de ascenso a alimentadores y articulados

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

- Estacionamientos administrativos
- Estacionamientos de buses
- Puertas de salida del portal

Al igual que se hizo el cálculo para el criterio de grado de interferencia con la operación de los buses dentro del portal, en el criterio de conflictos peatonales en primer lugar se establecieron cada uno de los movimientos peatonales posibles al interior del portal y luego se identificaron los conflictos que se podrían generar con cada una de las alternativas de localización de las estaciones de transferencia. A continuación, se explican cada uno de los posibles movimientos peatonales que se pueden dar al interior del portal.

- ✓ El primer recorrido peatonal típico que se presenta principalmente en horas de la mañana para un usuario que llega en una ruta alimentadora al portal y desciende en las bahías de alimentación A1 hasta la A6. Luego hace el respectivo pago del tiquete y accede por el puente norte hacia las bahías (T1 a la T10) de la plataforma de buses troncales donde toma su servicio troncal.
- ✓ El segundo movimiento peatonal característico se presenta principalmente en la noche cuando un pasajero llega en una ruta troncal y desciende en las bahías (T1 – T10) de la plataforma de articulados, luego atraviesa el puente sur sin tener que pagar tiquete y se dirige hacia la plataforma de alimentación (A7 – A15) y toma su ruta alimentadora.
- ✓ El tercer movimiento peatonal característico se presenta cuando un usuario llega en una ruta troncal y desciende en las bahías (T1 – T10) de la plataforma de articulados, luego cruza por el puente peatonal para dirigirse caminando hacia la salida del portal que se encuentra sobre la carrera 5ª.
- ✓ El cuarto movimiento peatonal característico corresponde a aquellos peatones que ingresan al portal por el acceso principal ubicado sobre la carrera 5ª, cruzan los torniquetes validando su pasaje, cruzan por el puente peatonal y caminan hacia la plataforma (T1 – T10) de rutas troncales donde toman su servicio.
- ✓ El quinto movimiento peatonal característico se presenta cuando un usuario que llega en una ruta alimentadora al portal y desciende en las bahías de alimentación A1 hasta la A6. Luego hace el respectivo pago del tiquete y cruza por el puente norte hacia la plataforma de articulados y sigue caminando luego cruza el puente peatonal para dirigirse caminando hacia la salida del portal por el acceso principal que se encuentra sobre la carrera 5ª.
- ✓ El sexto movimiento peatonal característico corresponde a aquellos peatones que ingresan al portal por el acceso principal ubicado sobre la carrera 5ª, cruzan los torniquetes validando su pasaje, cruzan por el puente peatonal y caminan hacia el puente del costado sur para dirigirse caminando hacia la plataforma de alimentadores y ahí tomar su ruta.

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

- ✓ Finalmente, el último movimiento característico se da en el exterior del portal donde los usuarios caminan para ingresar a la zona peatonal ubicada detrás del edificio de la plaza ferial. El acceso se puede hacer caminando por las escaleras ubicadas en el costado norte de este edificio, o por las escaleras al interior del edificio o por el acceso peatonal ubicado sobre la calle 30ª Sur.

➤ **Tiempo de desplazamiento hacia la estación**

Este criterio define el tiempo en minutos que debe caminar un usuario desde el momento en que está en el portal (ya sea que ingresó caminando por alguno de los accesos del portal o llegó en un bus de una ruta troncal) hasta el momento en que accede a la estación de transferencia. Este criterio busca identificar que tan largo o corto puede ser el trayecto que debe realizar un usuario del sistema cable y que dado lo tortuoso que sea el trayecto eventualmente puede causar que desista de dicho viaje. Para el análisis se identificaron las trayectorias posibles de un usuario para acceder a la estación de transferencia según la localización planteada en cada alternativa y el punto de origen del usuario, además en la estimación del tiempo se consideraron dos situaciones; una que dicha caminata era realizada por un peatón con movilidad reducida y la segunda un peatón sin ningún tipo de dificultad para desplazarse. Se hizo de esta forma ya que las propuestas seleccionadas deben garantizar la accesibilidad universal y propender por la autonomía de los usuarios para acceder a las estaciones.

7.3.1.2 Componente: Consideración Geológica – Geotécnica - Riesgos

Dependiendo de la cantidad y calidad de la información disponible en la localización de las diferentes alternativas de ubicación para las estaciones, se asignan los criterios para la estación de transferencia (Portal 20 de Julio), al ser la estación con mayor cantidad de información disponible para todas sus propuestas y de donde se puede obtener los datos de espesores del depósito y características de resistencia del suelo del sector.

Para la evaluación y calificación de cada una de las propuestas de estudio desde el componente de geotecnia, se seleccionaron los siguientes criterios de evaluación los cuales se calificarán como 3, 5 y 7, siendo 7 la mejor calificación y 3 para el criterio de menor favorabilidad o calificación:

➤ **Espesor del depósito**

A partir de la información disponible recolectada (registros de perforación y resultados de laboratorio de sondeos ejecutados en estudios pasados), se identifica el nivel al cual se encuentra la roca. Si la roca se encuentra a profundidades comprendidas entre 5.0 m y 10.0 m, se califica este criterio con el valor de 7. Si la roca aflora entre 10.0 m y 20.0 m, se califica este criterio con el valor de 5. Finalmente, si la roca se encuentra a profundidades mayores a 20.0 m, la calificación será de 3.

Entre mayor sea la profundidad en donde se encuentra la roca, se requerirían de cimentaciones más profundas para llegar al estrato competente, lo que significa un mayor costo de construcción.

➤ **Características de resistencia del depósito**

A partir de la información disponible recolectada (registros de perforación y resultados de laboratorio de sondeos ejecutados en estudios pasados), se identifican las características de resistencia del depósito principalmente mediante los valores de SPT de campo. Depósitos con N de campo promedio inferior a 20 golpes/pie tendrán calificación de 3 y depósitos con N de campo promedio superior a 30 golpes/pie tendrán una calificación de 7.

Depósitos con buenas características de rigidez impactarán también en las dimensiones de la cimentación, por ende, en los costos de construcción.

➤ **Condiciones de sitio (visita técnica)**

A partir de los hallazgos de las visitas técnicas realizadas, se califican las condiciones de sitio de cada implantación de las estaciones. En zonas construidas en donde no se evidenció procesos de remoción en masa, se observa buena estabilidad de las construcciones y no se tiene históricamente condiciones de inestabilidad cercanos (distancia de procesos históricos > 200 m) se califican con 7. Por el contrario, si la ubicación de la alternativa se encuentra en zonas de fuerte pendiente, con evidencia de procesos de remoción en masa o en cercanías a zonas con problemas de inestabilidad en el pasado (distancia inferior a 100 m), se califica con 3.

➤ **Microzonificación sísmica**

De acuerdo con el mapa de microzonificación sísmica, el proyecto pasa por 3 zonas sísmicas con diferentes aceleraciones máximas. Un valor elevado de aceleración puede impactar la infraestructura cuando se presenta un sismo. De acuerdo con lo anterior, las zonas sísmicas y sus valores de aceleración de acuerdo con la microzonificación sísmica de Bogotá son las siguientes:

Tabla 7-2. Coeficientes de Respuesta Sísmica Local Trazado Cable San Cristóbal

Zona	Aceleración Horizontal $A_{0.475}$	Coeficiente de amplificación F_a	Coeficiente de amplificación F_v
Piedemonte B	0.26	1.95	1.70
Cerros	0.18	1.35	1.30
Depósito Ladera	0.22	1.65	1.70

Fuente: IDECA

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

De esta manera, para las estaciones implantadas en la zona “Cerros”, se calificará con 7, para la zona “depósitos de ladera” se calificará con 5 y para la zona “Piedemonte B” se calificará con 3.

➤ **Zonificación por remoción en masa**

De acuerdo con la zonificación por remoción en masa de la ciudad de Bogotá, la implantación de las diferentes alternativas de estaciones se encuentran en zonas de amenaza baja, media o alta. Para las estaciones ubicadas en zonas de amenaza baja, se calificará con 7, para amenaza media con 5 y para amenaza alta con 3, indicando así la necesidad de medidas de mitigación.

7.3.1.3 Componente: Arquitectura y Urbanismo

Para la evaluación y calificación de cada una de las alternativas de estudio desde el componente de Urbanismo, se seleccionaron los siguientes criterios de evaluación los cuales se calificarán como 1, 3, 5, 7 y 9 siendo 9 la mejor calificación y 1 la peor calificación, siendo estos criterios:

➤ **Identificación de Zonas Densas**

Según anexo técnico, deben identificarse zonas más densamente pobladas dentro del corredor elegido, tener en cuenta la tipología y la longitud del sistema, señalando los puntos inmersos dentro las zonas con mayor masificación constructiva. Los planos de análisis correspondientes a morfología y llenos y vacíos, permite identificar las áreas de manzana construida, así como aquellos vacíos urbanos posiblemente susceptibles para la localización de elementos de apoyo.

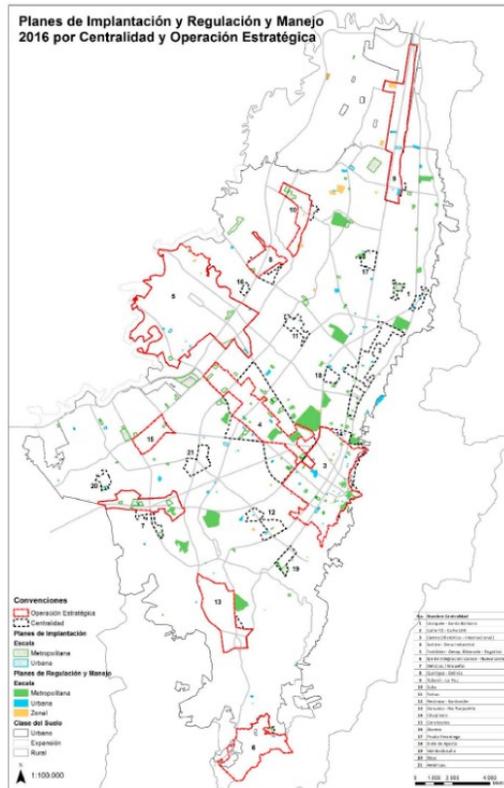
Ahora bien, entendiendo que a lo largo del corredor deben identificarse las zonas mas densamente pobladas, según boletín No 22 Densidades urbanas el caso de Bogotá, la densidad urbana es analizada en función de la cantidad de habitantes por hectárea (Ha) o kilómetro cuadrado (Km²), y por tanto corresponde a una medida específica del tamaño de la población sobre un área determinada de la ciudad. Para el caso específico del presente indicador se revisará la densidad poblacional

➤ **Cercanía a centralidades o áreas de gran dinámica urbana.**

Según anexo técnico, una vez ubicados los puntos más densos, y para el caso específico las manzanas seleccionadas como resultado de la evaluación del ejercicio preliminar de selección de lotes estratégicos avalado por la interventoría, es necesario identificar no solo las centralidades de integración urbana previstas en el POT, sino aquellas áreas del territorio que en conjunto posean una gran dinámica urbana, con acopio de infraestructura y diversidad de usos, en otra palabras que concentren actividades económicas y de servicios.

Para el área de influencia del corredor aéreo cable San Cristóbal, aplica la Centralidad del 20 de Julio.

Figura 7-1. Centralidades Urbanas - POT



Instituto de Desarrollo Urbano
Fuente: Plan de Ordenamiento Territorial

La centralidad urbana anteriormente mencionada genera una gran cantidad de flujo de población por temas asociados al culto religioso, especialmente representado por la iglesia del divino niño ubicada a pocas cuadras del portal 20 de Julio. Ahora bien, y dado que prácticamente la estación de transferencia se localiza en inmediaciones del portal el puntaje propuesto por la consultoría para este indicador corresponde a un 5%, para las estaciones intermedia y retorno se analizarán las zonas de gran dinámica urbana con el fin de ponderar la mejor ubicación basados en este criterio.

➤ **Conectividad y facilidad de acceso vías existentes.**

Según Anexo Técnico, deben analizarse las vías principales de cada sector, marcar su recorrido, en un plano a escala urbana, con el fin de analizar las conexiones del sector con vías principales de cobertura urbana, este indicado deberá construirse con base a la información suministrada por la Dirección de vías, transporte y servicios públicos de la Secretaria de Planeación, recomendaciones del área de tránsito y de esta forma validar la

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

cercanía de los lotes estratégicos seleccionados con respecto a la infraestructura vial, rutas de transporte, existente y proyectada. La consultoría propone dar un 10% de peso en la evaluación desde el componente de urbanismo a este indicador.

➤ **Integración otros modos de transporte.**

Según Anexo Técnico, para el caso específico las manzanas seleccionadas como resultado de la evaluación del ejercicio preliminar de selección de lotes estratégicos avalado por la interventoría deben asegurarse que haya posibilidad de conectividad inmediata o futura con otros medios de transporte, en ese sentido este indicador se complementa con el análisis de conectividad descrito con anterioridad, la consultoría estima un peso del 10%.

➤ **Posibilidades de desarrollos futuros.**

Según anexo técnico, la consultoría deberá visualizar posibles lotes de desarrollo urbano entorno al área de influencia. En ese sentido serán tenidas en cuenta las manzanas resultado de la evaluación del ejercicio preliminar de selección de lotes estratégicos avalado por la interventoría, por otra parte, y dado que la norma en general presenta tratamiento urbanístico de mejoramiento, según documento de diagnóstico por localidades elaborado por la SDP para la localidad de San Cristóbal se cita:

...” *Tratamiento de Mejoramiento Integral.*

La gestión de estas intervenciones se enfoca en territorios definidos como aquellas secciones de ciudad localizadas en torno a proyectos estratégicos, con características geoespaciales que los delimitan, y donde confluyen condiciones urbanas particulares asociadas a la posibilidad de potenciar vocaciones, generar espacio público o equipamientos, e iniciar procesos de legalización o regularización urbanística. La intervención se plantea de acuerdo con la oportunidad que se identifique desde el desarrollo urbanístico, entendida la oportunidad como el criterio para determinar las áreas de intervención temprana, así como el desarrollo de proyectos a diferentes escalas generando conectividad de los territorios con la estructura de la ciudad”.

La Consultoría estima un peso del 10%, para este indicador.

➤ **Criterios Costos y Gestión del suelo**

➤ **Menor número de predios requeridos para el proyecto.**

Una vez definidas las manzanas resultado de la evaluación del ejercicio preliminar de selección de lotes estratégicos avalado por la interventoría, y con base a información secundaria se construirá una base de datos por manzana con el fin de identificar, su localización, área de terreno, área construida y valor de referencia de m2 por manzana, como un insumos que deberá ser revisado y avalado por el especialista de costos con el

fin de determinar tanto el número de predios, como su posible valor comercial. La Consultoría estima dar un peso del 30% para este indicador.

Figura 7-2. N° de predios y áreas de referencia.

Codigo del Lote	Localización	Tipo de Uso	Area Terreno	Area Construcción	Identificador Chip	Estrato	Valor por manzana \$/m2
1310014001		Corredor Comercial en NPH	100	259,92	AAA0003MES Y	Estrato 2	\$ 545.026,00

Fuente: Consultoría

➤ **Menor afectación a la infraestructura existente.**

Una vez definidas las manzanas resultado de la evaluación del ejercicio preliminar de selección de lotes estratégicos avalado por la interventoría, y con base a información secundaria se revisarán las posibles afectaciones a la infraestructura existente y correspondiente a infraestructura vial, espacio público y equipamientos existentes. Así las cosas, se requiere del apoyo de los especialistas de redes con el fin de complementar y dar mayor sustento técnico a las posibles afectaciones que puedan ocasionarse debido a la nueva ubicación de del proyecto cable. La Consultoría estima dar un peso del 20% para este indicador.

➤ **Menor Altura Promedio de edificaciones preexistentes por Manzana.**

Una vez definidas las manzanas resultado de la evaluación del ejercicio preliminar de selección de lotes estratégicos avalado por la interventoría, y con base a información secundaria previa construcción de la base de datos para la identificación del número de predios, se revisará la altura promedio por manzana para cada eje de los corredores previstos en las alternativas de evaluación seleccionadas. La Consultoría estima dar un peso del 10% para este indicador.

7.3.1.4 Componente: Funcionamiento Estructural

Para el componente de funcionalidad estructural se presentan los siguientes criterios los cuales se describen a continuación:

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

➤ *Complejidad de construcción de obras:*

En este criterio se evalúan dos aspectos importantes: el primero corresponde al área probable de demolición de estructuras existentes que requieran mantener su nivel de servicio para pasajeros y buses, este criterio se incluye teniendo en cuenta que algunas propuestas afectan directamente la operación del portal y por ende unas zonas quedarían inutilizadas durante un tiempo para la elaboración de los trabajos de construcción.

El segundo aspecto que se evalúa son las áreas consideradas de difícil acceso para desmonte de estructuras existentes, este aspecto tiene que ver con la necesidad de equipos especiales para el desmonte, mantenimiento, y construcción en altura de la edificación, se incluye teniendo en cuenta los requerimientos del Anexo Técnico. Desde estos criterios, en el Anexo 1 del presente informe, se presenta una evaluación de la favorabilidad de estos conceptos, al igual que la cuantificación en este mismo sentido.

Para la evaluación cuantitativa se toma un factor de complejidad que se mide como uno (1), para una estructura que no requiere complejidad estructural teniendo en cuenta que se encuentra fuera de la zona de afectación de estructuras existentes en la estación de transferencia.

Como un ejemplo de lo enunciado anteriormente se tiene que para la propuesta 1 (ubicada dentro del patio al costado sur) la complejidad de construcción es baja, teniendo en cuenta que la estructura se encuentra en una zona plana sin ninguna interferencia con elementos estructurales existentes, por lo tanto, los factores DE (Demolición de estructuras existentes) y DM (Dificultad de montaje) se toman iguales a 1 y esta información se puede evidenciar en el Anexo 1 del presente informe.

Por otro lado, si se evalúa la complejidad de construcción en la propuesta tres (3), se observa que las áreas de afectación son bastante importantes, principalmente por las interferencias con el deprimido de acceso al portal.

Para darle un valor a este criterio que sea ponderable en una matriz multicriterio a nivel de tamizaje y teniendo en cuenta la experticia de la presente consultoría en proyectos similares, se optó por considerar que esta propuesta corresponde a la más desfavorable junto con la propuesta 5, por lo anterior, se toman valores de 2 y 2,5 para las propuestas 3 y 5 respectivamente, lo cual significa que estas alternativas podrían llegar a tener sobrecostos en un 100% o 150% comparados con la propuesta más favorable (propuesta 1) relacionados con la complejidad constructiva.

Cabe anotar que como no se cuenta con prediseños arquitectónicos en esta etapa del proyecto, estos valores nacen a partir de las áreas de intervención de estructuras medidas en planta, por otro lado, es importante resaltar que la determinación de los sistemas estructurales definidos para cada alternativa serán de gran importancia para determinar con mayor precisión las áreas reales de intervención, este procedimiento se realizará una vez se cuente con las 3 alternativas que se extraigan de esta etapa de tamizaje a nivel experto.

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

➤ **Tiempo de ejecución del proyecto:**

Este criterio tiene como objetivo evaluar el tiempo de ejecución de las obras teniendo en cuenta que algunas de ellas estarán en operación, lo que demanda realizar una evaluación a este criterio, en función de estimar si los tiempos estimados por la entidad para la ejecución del Proyecto son cumplibles o no; de igual forma, este criterio está ligado con el criterio anterior y con el área de afectación de estructuras existentes.

Tal y como se evalúa el criterio anterior, las propuestas que se estima tienen menor tiempo de ejecución corresponden a las propuestas 1 y 4; teniendo estas un factor de calificación de 1. A partir de este punto, se empiezan a evaluar las otras propuestas, teniendo en cuenta el tiempo adicional de ejecución del proyecto.

Se estima que el tiempo de ejecución del proyecto para la alternativa 3 es el doble que el de las alternativas 1 y 4, lo anterior está relacionado con los tiempos de demolición y desmonte de estructuras existentes, así como la necesidad de trabajos nocturnos para no afectar la operación propia del portal.

➤ **Necesidad de estructuras de conexión al sistema, horizontales y verticales:**

En este criterio se evalúan dos aspectos: el primero corresponde al área de pasarela o puente necesaria para conectarse a las plataformas BRT y de alimentadores, estas áreas están cuantificadas según los recorridos suministrados por el componente arquitectónico; otro aspecto que se evalúa, es la necesidad de recorridos verticales, es decir, si requiere ascensores o no.

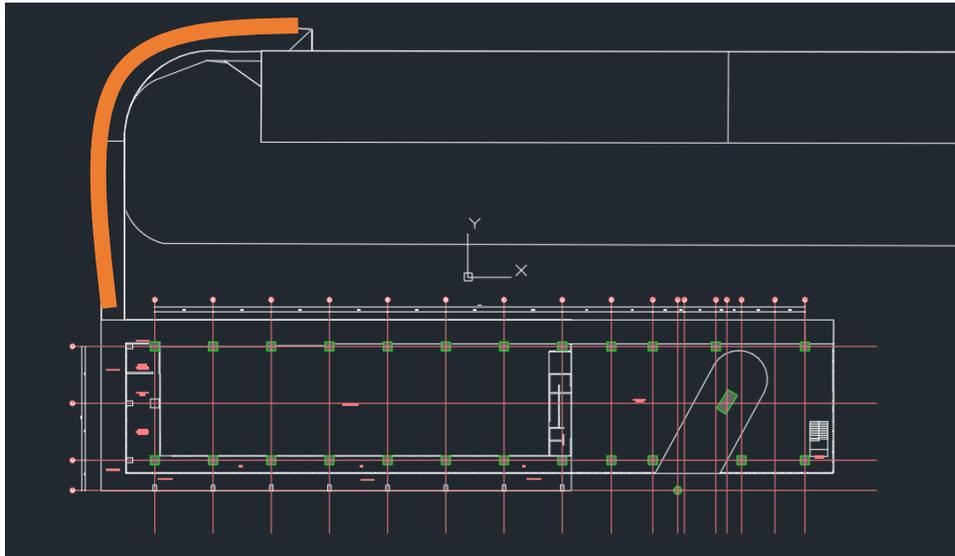
El segundo aspecto que se evalúa son las áreas de afectación sobre las plataformas; este factor es importante teniendo en cuenta que se disponda de áreas que antes eran utilizadas como áreas útiles para la circulación de pasajeros en las plataformas.

Las propuestas que cuentan con un mayor recorrido de pasarela o mayor área de estructura de conexión, son las que cuentan con los mayores valores calificativos.

Por lo tanto, El valor tomado como 1, corresponde a las estructuras que no requieren conexión al sistema por medio de puentes, por otro lado, las propuestas 1, 2 y 4 que si requieren de algún tipo de conexión, se evalúan según el área del recorrido.

Por ejemplo, para el caso de la propuesta 1, el recorrido del puente que conecta con la plataforma de articulados es de aproximadamente 75 m (línea marcada en naranja) según los esquemas preliminares arquitectónicos del estudio de factibilidad del año 2013 tal y como se muestra a continuación:

Figura 7-3. Recorrido del puente que conecta a la plataforma



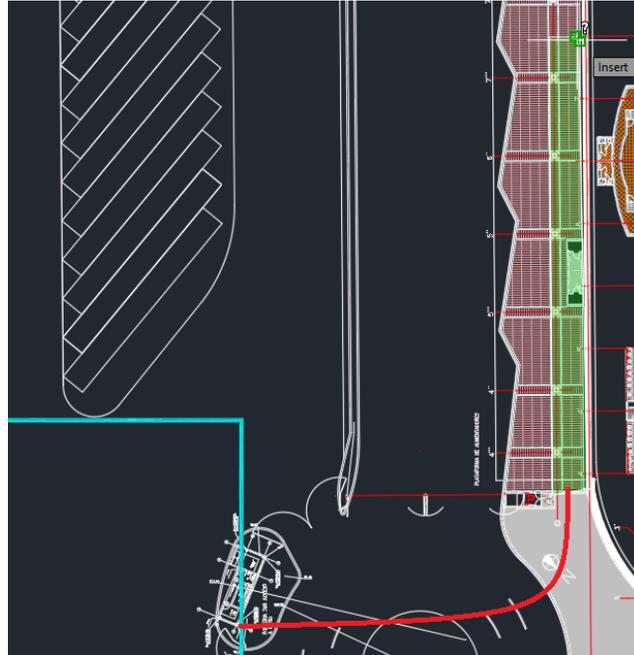
Fuente: Elaboración Propia

Con base en esta información arquitectónica y basada también en esquemas base realizada por la presente Consultoría se llega a las áreas probables que involucren puentes peatonales.

Por otro lado, se evaluaron las áreas de afectación del portal, teniendo en cuenta que las rampas se desarrollan en espacios dentro de las plataformas de abordaje de peatones.

Al igual que el criterio anterior, estas áreas se evaluaron teniendo en cuenta la factibilidad anterior y adicionalmente determinando las áreas probables en planta tal y como se muestra en la siguiente imagen en donde se calcula la afectación para la Propuesta 4 (area sombreada en verde).

Figura 7-4. Afectación por implantación de Estación en la Propuesta 4



➤ **Afectación a estructuras existentes y solución de mástiles dentro de la estación:**

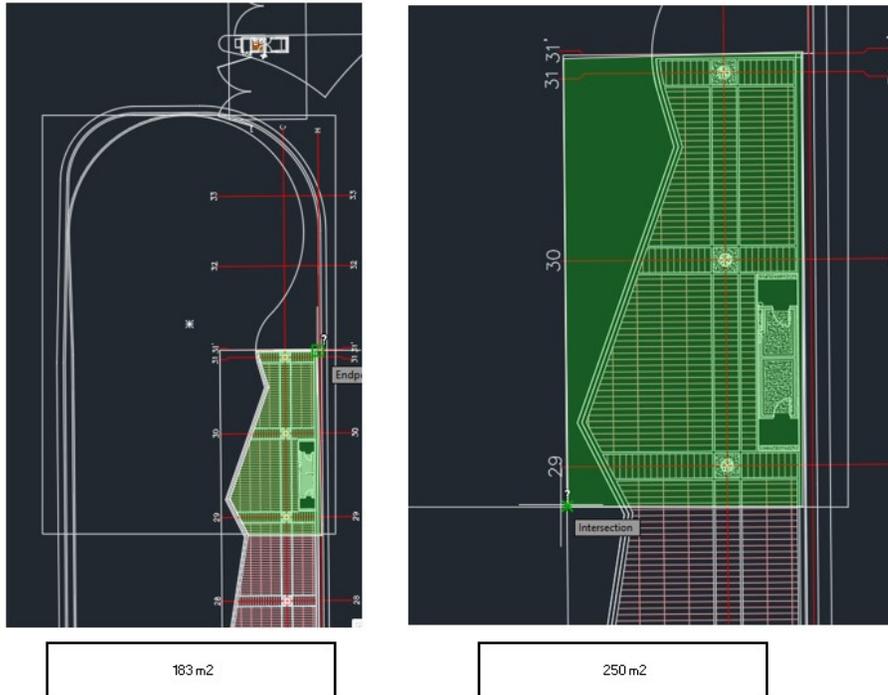
En este criterio se evalúan dos aspectos: El primero tiene que ver con el área de intervención de estructuras existentes, en donde se tiene en cuenta el área posible de cubierta a desmontar, posibles demoliciones e intervenciones en placa, cimentaciones, vigas aéreas entre otras estructuras.

El Segundo aspecto tiene que ver con el área disponible para la configuración de los mástiles dentro de la estación retorno el cual, en algunos casos, irrumpirá de manera muy clara la operatividad del portal, ya sea por irrupción del tráfico de buses, pasajeros o ambas.

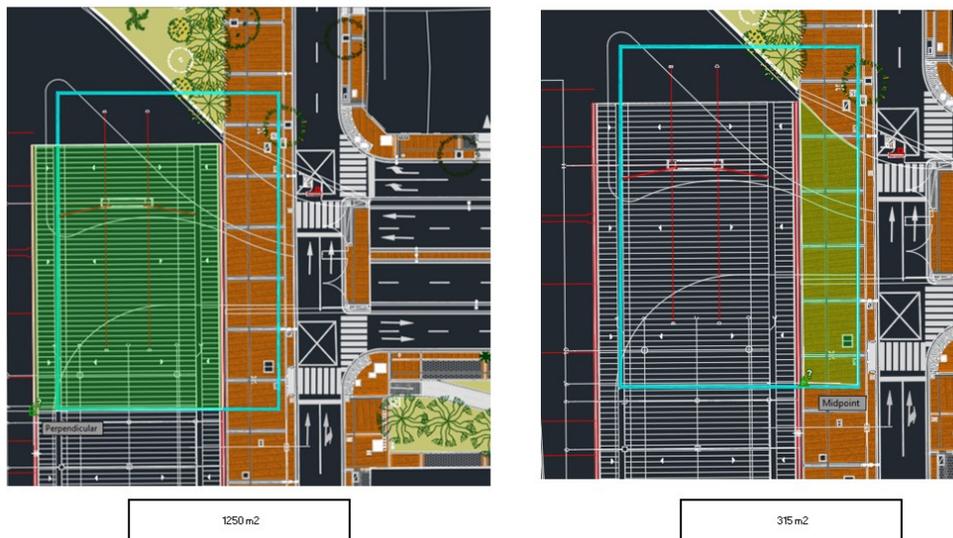
En este capítulo, se determinaron las posibles áreas de afectación de las estructuras existentes las cuales se muestran a continuación:

Figura 7-5. Areas de afectación de las estructuras existentes

ALTERNATIVA 2



ALTERNATIVA 3

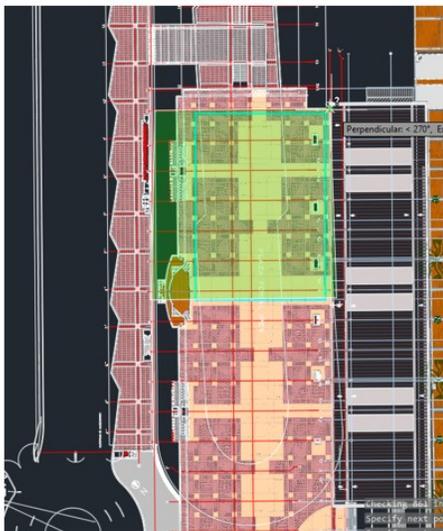


ALTERNATIVA 4



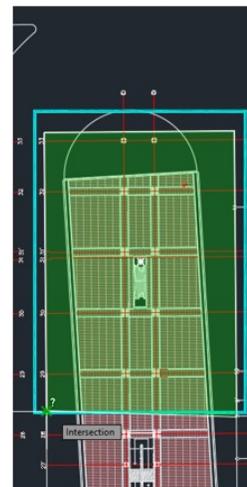
35 m²

ALTERNATIVA 5



2415 m²

ALTERNATIVA 6



1450 m²

Fuente: Elaboración propia.

Una vez determinadas estas áreas aproximadas, se ponderan los valores de áreas con respecto a la metodología trabajada para los otros 3 criterios en donde el valor de 1 corresponde a las propuestas que no intervienen estructuras existentes, y a partir de allí se empieza a incrementar este valor hasta 2.

Las propuestas con calificación de 2, corresponde a las propuestas 3, 5 y 6, en donde se evidencia una gran afectación teniendo en cuenta el área de intervención en planta mostrada anteriormente, así mismo, se evalúa el nivel de intervención de los mastiles para cada una de las áreas estimadas.

Una vez determinados los valores de ponderación mayores a la unidad, la suma de dichos valores corresponderá a un valor entre 1 y 9 de acuerdo con la metodología general que trabajan las otras especialidades del proyecto. La equivalencia entre valores se muestra a continuación:

Para criterios 1, 3 y 4	Bajo	Medio-Bajo	Medio	Medio-Alto	Alto
	1	3	5	7	9
	4	3.5	3	2.5	2

Para criterio 2	Bajo	Medio-Bajo	Medio	Medio-Alto	Alto
	1	3	5	7	9
	2	1.75	1.5	1.25	1

7.3.1.5 Componente: Funcionamiento Electromecánico

Desde el componente electromecánico, se considera que las evaluaciones a tener en cuenta para la selección de alternativas más convenientes para el proyecto, a partir de las propuestas realizadas, son aquellas que generen menor interferencia en los predios de la Estación o que puedan tener un menor riesgo para la operación del sistema por su cercanía a infraestructuras existentes que puedan generar alguna dificultad con el cable.

➤ **Numero de Pilonas a implantar en el patio de maniobras del Portal**

La propuesta más favorable a ser implantada en la Estación de Transferencia, será aquella que tenga una menor ocupación en los predio del patio de maniobras de la estación.

➤ **Riesgo por sobrevuelo por tanques de combustible (portal 20 de Julio)**

La propuesta más favorable a ser implantada en la Estación de Transferencia, será aquella que se encuentre a la mayor distancia posible de cualquier infraestructura existente asociada a tanques de combustible y que puedan alcanzar el cable, en una condición adversa que se pueda generar.

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

7.3.1.6 Componente: Redes Húmedas

En el componente de redes húmedas, se consideraron dos criterios para efectuar la evaluación de análisis y selección de alternativas:

➤ *Identificación de Interferencia de redes acueducto y alcantarillado con la Estación.*

En el primer criterio, se identifica y cuantifica en una primera instancia, la infraestructura de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado que puede ser afectada por las construcción de las estaciones del cable. Para efectuar esta identificación, para cada una de las alternativas propuestas de localización de estaciones, se evaluó y analizó las posibles interferencias con las redes de acueducto y alcantarillado, con lo cual se estableció:

- ✓ Tramos de redes de acueducto y alcantarillado interferidas por el proyecto; las redes afectadas por el proyecto serán objeto de protección y/o traslado.
- ✓ Tramos de redes de acueducto y alcantarillado que no cumplen normas vigentes de la EAAB-ESP. Lo anterior, en atención a lo indicado en los datos técnicos entregado por la EAAB para el diseño del Cable; de actualizar las redes de acueducto y alcantarillado que no cumplan las normas vigentes.

➤ *Disponibilidad de servicios públicos.*

En el segundo criterio, se evalúa la disponibilidad de la infraestructura existente de la EAAB-ESP, para realizar la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado sanitario y pluvial. En este criterio, se evalúa la existencia de redes de acueducto y alcantarillado y si en el área de influencia de la estación existen redes de alcantarillado pluvial y/o combinado.

7.3.2 Criterios para la Estación Intermedia

A continuación, se hace una explicación de los criterios evaluados por especialidad para las propuestas de localización de la estación intermedia

7.3.2.1 Componente: Tránsito y Movilidad

➤ ***Conectividad con infraestructura de otros modos***

Este criterio busca identificar la cercanía de la propuesta de localización a arterias viales principales en las zonas aledañas a la estación, así como la cobertura de rutas de transporte público y la presencia de paraderos que garanticen un eventual intercambio modal para los usuarios. Además, identifica mediante inspección visual el estado de las vías locales aledañas que se convierten en los corredores por donde los futuros usuarios de la estación llegaran caminando.

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

➤ **Proximidad a equipamientos atractores y generadores de viajes.**

Este criterio revisa que tan cerca de la estación (un radio de hasta 500 mts caminando) se encuentran equipamientos que se conviertan en polos generadores y atractores de viajes. Dichos equipamientos corresponden a entidades de salud como hospitales, puestos de salud, oficinas de IPS, instituciones educativas como colegios, escuelas, jardines infantiles, congregaciones religiosas, plazas de mercado, supermercados, entre otros.

➤ **Facilidad en la accesibilidad a la estación**

Este criterio permite analizar el grado de accesibilidad principalmente para el modo caminata a la estación de retorno. Hay que tener en cuenta que las alternativas de localización se ubican en zonas urbanas con una pendiente considerable, dicha inclinación del terreno puede convertirse en un elemento negativo y poco atractivo para usuarios que por decisión propia o por dificultades físicas (personas con movilidad reducida o algún tipo de discapacidad) no puedan o decidan no caminar hasta dichas zonas. Además, se tienen en cuenta el estado de la infraestructura de andenes alrededor de la estación, ya que dadas las pendientes de la zona en algunas calles los andenes poseen muchas escaleras que provocarían que un usuario con movilidad reducida o discapacidad deba bajarse a la calle para poder desplazarse hacia o desde la estación.

7.3.2.2 Componente: Arquitectura y Urbanismo

Para la evaluación y calificación de cada una de las alternativas de estudio desde el componente de Urbanismo, se seleccionaron los siguientes criterios de evaluación los cuales se calificarán como 1, 3, 5, 7 y 9 siendo 9 la mejor calificación y 1 la peor calificación, siendo estos criterios:

➤ **Identificación de Zonas Densas**

Según anexo técnico, deben identificarse zonas más densamente pobladas dentro del corredor elegido, tener en cuenta la tipología y la longitud del sistema, señalando los puntos inmersos dentro las zonas con mayor masificación constructiva. Los planos de análisis correspondientes a morfología y llenos y vacíos, permite identificar las áreas de manzana construida, así como aquellos vacíos urbanos posiblemente susceptibles para la localización de elementos de apoyo.

Ahora bien, entendiendo que a lo largo del corredor deben identificarse las zonas mas densamente pobladas, según boletín No 22 Densidades urbanas el caso de Bogotá, la densidad urbana es analizada en función de la cantidad de habitantes por hectárea (Ha) o kilómetro cuadrado (Km²), y por tanto corresponde a una medida específica del tamaño de la población sobre un área determinada de la ciudad. Para el caso específico del presente indicador se revisará la densidad poblacional

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

➤ **Cercanía a centralidades o áreas de gran dinámica urbana.**

Según anexo técnico, una vez ubicados los puntos más densos, y para el caso específico las manzanas seleccionadas como resultado de la evaluación del ejercicio preliminar de selección de lotes estratégicos avalado por la interventoría, es necesario identificar no solo las centralidades de integración urbana previstas en el POT, sino aquellas áreas del territorio que en conjunto posean una gran dinámica urbana, con acopio de infraestructura y diversidad de usos, en otra palabras que concentren actividades económicas y de servicios.

La centralidad urbana genera una gran cantidad de flujo de población por temas asociados al culto religioso, especialmente representado por la iglesia del divino niño ubicada a pocas cuadras del portal 20 de Julio. Ahora bien, y dado que prácticamente la estación de transferencia se localiza en inmediaciones del portal el puntaje propuesto por la consultoría para este indicador corresponde a un 5%, para las estaciones intermedia y retorno se analizarán las zonas de gran dinámica urbana con el fin de ponderar la mejor ubicación basados en este criterio.

➤ **Conectividad y facilidad de acceso vías existentes.**

Según anexo técnico, deben analizarse las vías principales de cada sector, marcar su recorrido, en un plano a escala urbana, con el fin de analizar las conexiones del sector con vías principales de cobertura urbana, este indicador deberá construirse con base a la información suministrada por la Dirección de vías, transporte y servicios públicos de la Secretaría de Planeación, recomendaciones del área de tránsito y de esta forma validar la cercanía de los lotes estratégicos seleccionados con respecto a la infraestructura vial, rutas de transporte, existente y proyectada. La consultoría propone dar un 10% de peso en la evaluación desde el componente de urbanismo a este indicador.

➤ **Integración otros modos de transporte.**

Según anexo técnico, para el caso específico las manzanas seleccionadas como resultado de la evaluación del ejercicio preliminar de selección de lotes estratégicos avalado por la interventoría deben asegurarse que haya posibilidad de conectividad inmediata o futura con otros medios de transporte, en ese sentido este indicador se complementa con el análisis de conectividad descrito con anterioridad, la consultoría estima un peso del 10%.

➤ **Posibilidades de desarrollos futuros.**

Según anexo técnico, la consultoría deberá visualizar posibles lotes de desarrollo urbano entorno al área de influencia. En ese sentido serán tenidas en cuenta las manzanas resultado de la evaluación del ejercicio preliminar de selección de lotes estratégicos avalado por la interventoría, por otra parte, y dado que la norma en general presenta

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

tratamiento urbanístico de mejoramiento, según documento de diagnóstico por localidades elaborado por la SDP para la localidad de San Cristóbal se cita:

...” *Tratamiento de Mejoramiento Integral.*

La gestión de estas intervenciones se enfoca en territorios definidos como aquellas secciones de ciudad localizadas en torno a proyectos estratégicos, con características geoespaciales que los delimitan, y donde confluyen condiciones urbanas particulares asociadas a la posibilidad de potenciar vocaciones, generar espacio público o equipamientos, e iniciar procesos de legalización o regularización urbanística. La intervención se plantea de acuerdo con la oportunidad que se identifique desde el desarrollo urbanístico, entendida la oportunidad como el criterio para determinar las áreas de intervención temprana, así como el desarrollo de proyectos a diferentes escalas generando conectividad de los territorios con la estructura de la ciudad”.

La consultoría estima un peso del 10%, para este indicador.

- **Criterios Costos y Gestión del suelo**
- **Menor número de predios requeridos para el proyecto.**

Una vez definidas las manzanas resultado de la evaluación del ejercicio preliminar de selección de lotes estratégicos avalado por la interventoría, y con base a información secundaria se construirá una base de datos por manzana con el fin de identificar, su localización, área de terreno, área construida y valor de referencia de m² por manzana, como un insumos que deberá ser revisado y avalado por el especialista de costos con el fin de determinar tanto el número de predios, como su posible valor comercial. La Consultoría estima dar un peso del 30% para este indicador.

- **Menor afectación a la infraestructura existente.**

Una vez definidas las manzanas resultado de la evaluación del ejercicio preliminar de selección de lotes estratégicos avalado por la interventoría, y con base a información secundaria se revisarán las posibles afectaciones a la infraestructura existente y correspondiente a infraestructura vial, espacio público y equipamientos existentes. Así las cosas, se requiere del apoyo de los especialistas de redes con el fin de complementar y dar mayor sustento técnico a las posibles afectaciones que puedan ocasionarse debido a la nueva ubicación de del proyecto cable. La Consultoría estima dar un peso del 20% para este indicador.

- **Menor Altura Promedio de edificaciones preexistentes por Manzana.**

Una vez definidas las manzanas resultado de la evaluación del ejercicio preliminar de selección de lotes estratégicos avalado por la interventoría, y con base a información secundaria previa construcción de la base de datos para la identificación del número de predios, se revisará la altura promedio por manzana para cada eje de los corredores

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

previstos en las alternativas de evaluación seleccionadas. La Consultoría estima dar un peso del 10% para este indicador.

7.3.2.3 Componente: Consideración Geológica – Geotécnica – Riesgos

La cantidad y calidad de la información disponible en la Estación Intermedia es menor, en comparación a la existente en la Estación Tranferencia, lo que limita a la formulación de criterios para evaluar las condiciones de favorabilidad en la implantación de la estación, desde la especialidad de Geotecnia. Con esta consideración, se utiliza para su evaluación y ponderación, los criterios de condiciones de sitio (visita técnica), microzonificación sísmica y zonificación por remoción en masa.

7.3.2.4 Componente: Redes Secas

Desde el punto de vista del componente de redes secas (Media Tensión, Baja Tensión, Alumbrado Público y Telemáticas), se ha establecido como parametros fundamentales de evaluación de las propuestas de localización de estaciones, el grado de afectación de estas redes como resultado de la implantación de la estación en cada una de estas areas.

Así, para determinar el grado de la afectación de redes se ha recurrido a las fuentes de información provenientes de la primera etapa contractual, de Recolección y Análisis de Información, como son:

- Contrato Interadministrativo No. 2012-1531 del 7 de noviembre 2012,
- Información cartográfica de redes secas en el área de influencia del Proyecto, obtenida del sistema IDECA en virtud de los Convenios Interadministrativos celebrados entre el IDU y las E.S.P, según los procedimientos establecidos en la ley 1682 de 2013.
- Archivo KMZ recibido de la empresa operadora local de redes Enel – Codensa, con el trazado de circuitos de Media Tensión, en el área de influencia del proyecto.
- Del avance en el desarrollo de la segunda etapa de factibilidad, en la cual se ha recurrido a la toma de información primaria, con el desarrollo del inventario y levantamiento de redes eléctricas y de comunicaciones en las áreas específicas de las propuestas de localización de estaciones.

A partir de la consolidación de esta información recopilada y de su análisis, se plantean las siguientes consideraciones aplicables a la definición de criterios de evaluación.

- Se presenta afectación sobre redes de media tensión en las diferentes propuestas de localización y en diferentes grados de magnitud en cada una de ellas, en razón a la diferencia de densidad de redes sobre las ubicaciones.

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

Para esta afectación de redes de media tensión, se tiene como solución conceptual el soterrado de las mismas, teniendo en cuenta la posible trayectoria de entrada y salida del cable aéreo para la estación intermedia y la salida o la llegada del cable aéreo para las estaciones de transferencia y de retorno, respectivamente.

- Se presenta afectación sobre equipos de alumbrado público en orden de magnitud similar en las propuestas de ubicación, dado que la localización de luminarias responde a un patrón similar de interdistancia entre ellas por el uso de las mismas fuentes luminosas.
- Se presenta afectación sobre redes de baja tensión en orden de magnitud similar en las propuestas de ubicación, debido a que, por similitud del tipo de usuarios, las redes de baja tensión tienen las mismas características en cuanto tipo de redes, distribución y calibres de las mismas.
- Se presenta afectación sobre redes de comunicaciones o telemáticas en orden de magnitud similar en las propuestas de ubicación, debido a que, por similitud del tipo de usuarios, se encuentran los mismos tipos de redes de comunicaciones, que se prolongan y ramifican en las diferentes manzanas del área de implantación.

Para las interferencias sobre las demás redes secas, se tiene como posibilidades de solución, el traslado de las mismas o en su defecto el desmonte, teniendo en cuenta que, dependiendo de la propuesta urbanística, los inmuebles a los que sirven podrán desaparecer para darle paso a la construcción y urbanismo de la estación.

- En el tronco principal 20 de Julio – La Victoria – Altamira, no se encuentran interferencias de redes de Alta Tensión, razón por la cual no es un criterio de calificación de estas propuestas.
- Se plantea además un criterio adicional de comparación y que sería el referente a la disponibilidad de servicio de energía en la ubicación de las diferentes propuestas, considerando en principio la capacidad requerida por estación de acuerdo a su función en el sistema de transporte por cable, así, las estaciones de transferencia y retorno requieren una capacidad instalada similar entre ellas, del orden de 112,5kVA, según datos obtenidos de los diseños elaborados por la Empresa Metro de Medellín en el año 2012/2014, y del orden de 1.6MVA para la estación motriz.

De las anteriores consideraciones, se concluye que:

- El criterio diferencial en la evaluación de favorabilidad o des favorabilidad de las propuestas de ubicación de las estaciones, lo constituye el grado de interferencia de las redes de media tensión y esta afectación se puede ponderar en razón a la longitud de soterrado de las mismas como solución a la afectación encontrada.

Se plantea un rango de longitud de soterrado menor a 300 ml (equivalente al perímetro aproximado de una manzana) como el criterio más favorable, longitud de

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

soterrado entre 300ml y 600ml como favorabilidad media y soterrado en longitud superior a 600ml como el criterio más desfavorable.

- Que la afectación en los demás tipos de redes secas, por ser de órdenes de magnitud muy similares, no constituyen un criterio diferenciador para las propuestas, teniendo para cualquiera de las mismas, el mismo valor de calificación.
- De igual manera el criterio de la disponibilidad de servicio no es un factor de comparación, dado que de acuerdo a la información recibida por el operador de red Enel – Codensa, en los circuitos de distribución de media tensión, se tiene capacidad remanente para suplir estas necesidades, por lo cual se podría ponderar con una calificación muy favorable para cualquiera de las propuestas.

7.3.2.5 Componente: Redes Húmedas

En el componente de redes húmedas, se consideraron dos criterios para efectuar la evaluación de análisis y selección de alternativas:

➤ *Identificación de Interferencia de redes acueducto y alcantarillado con la Estación.*

En el primer criterio, se identifica y cuantifica en una primera instancia, la infraestructura de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado que puede ser afectada por las construcción de las estaciones del cable. Para efectuar esta identificación, para cada una de las alternativas propuestas de localización de estaciones, se evaluó y analizó las posibles interferencias con las redes de acueducto y alcantarillado, con lo cual se estableció:

- Tramos de redes de acueducto y alcantarillado interferidas por el proyecto; las redes afectadas por el proyecto serán objeto de protección y/o traslado.
- Tramos de redes de acueducto y alcantarillado que no cumplen normas vigentes de la EAAB-ESP. Lo anterior, en atención a lo indicado en los datos técnicos entregado por la EAAB para el diseño del Cable; de actualizar las redes de acueducto y alcantarillado que no cumplan las normas vigentes.

➤ *Disponibilidad de servicios públicos.*

En el segundo criterio, se evalúa la disponibilidad de la infraestructura existente de la EAAB-ESP, para realizar la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado sanitario y pluvial. En este criterio, se evalúa la existencia de redes de acueducto y alcantarillado y si en el área de influencia de la estación existen redes de alcantarillado pluvial y/o combinado.

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

7.3.2.6 Componente: Complejidad Constructiva

Para este criterio, se considera la intervención, una vez se disponga de los predios y se encuentra relacionado con la magnitud de las demoliciones que se deben realizar en el sector; siendo la más conveniente la propuesta 1

7.3.3 Criterios para la Estación Retorno Tronco Principal

A continuación se hace una explicación de los criterios evaluados por especialidad para las propuestas de localización de la estación de retorno del tronco principal

7.3.3.1 Componente: Tránsito y Movilidad

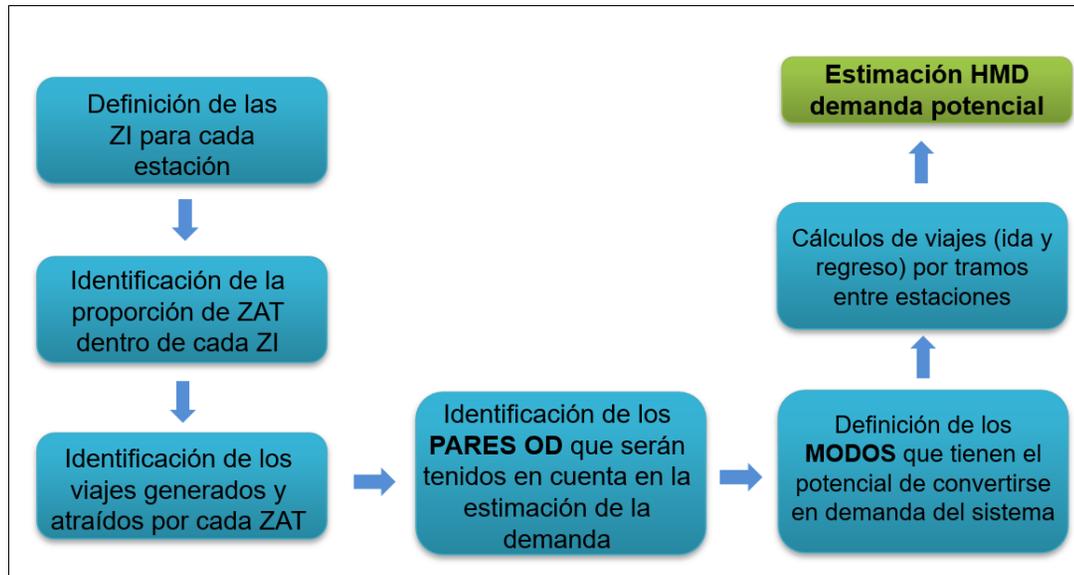
➤ Cobertura de demanda potencial

Corresponde a la determinación del número de viajes atraídos y generados en la hora de máxima demanda (HMD) para cada una de las alternativas mediante una revisión de la situación actual y las proyecciones futuras de viajes en la zona de influencia directa de cada una de las estaciones propuestas para el sistema cable. En este análisis de demanda se usa como fuente principal de información los datos de la Encuesta Origen-Destino de Hogares 2019 (EODH).

Para la determinación de este criterio se tuvo en cuenta que la localidad de San Cristóbal y en los sectores correspondientes a las estaciones del cable, la conectividad vial es precaria, por no decir que nula, y la trama urbana es compleja, lo cual genera pocos ejes viales por los cuales pueda transitar el transporte público. Esto a su vez, se traduce en largos tiempos de caminata y largas distancias por recorrer por parte de los habitantes del sector para llegar en la actualidad al sitio de parada del bus. Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, se estableció como criterio de partida para la definición de la zona de influencia alrededor de cada estación tomar una distancia de caminata de 500 metros teniendo en cuenta las pendientes de las vías por donde caminarían los usuarios y las barreras naturales presentes en la zona y de esta forma se seleccionaron las ZAT y la proporción de ellas que se usarían para la determinación de los viajes.

Sin embargo, una vez establecida el área de influencia bajo el criterio de los 500 metros de caminata, se revisaron una a una las ZAT que quedaron dentro de cada zona y se definió, si dada las condiciones de topografía y barreras naturales presentes en dichas ZAT, serían cubiertas en una mayor proporción por el Cable ya que algunas de estas ZAT tienen a sus usuarios en una proporción considerable cautivos del modo transporte público, por lo cual resultaba adecuado asumir una cobertura de hasta un 100%. En la siguiente figura se resume el proceso aplicado para determinar el grado de demanda potencial por propuesta.

Figura 7-6. Metodología determinación demanda potencial



Fuente: Elaboración propia.

➤ **Conectividad con infraestructura de otros modos**

Este criterio busca identificar la cercanía de la propuesta de localización a arterias viales principales en las zonas aledañas a la estación, así como la cobertura de rutas de transporte público y la presencia de paraderos que garanticen un eventual intercambio modal para los usuarios. Además, identifica mediante inspección visual el estado de las vías locales aledañas que se convierten en los corredores por donde los futuros usuarios de la estación llegarán caminando.

Dentro del análisis hecho para la evaluación de este criterio, con relación a la revisión del grado de cobertura del transporte público colectivo urbano (TPCU) permitió identificar para cada propuesta el potencial efecto de traslado de usuarios de bus hacia el sistema cable ya que se plantea como hipótesis que aquellos usuarios que usen un paradero que quede dentro de la zona influencia directa de las futuras estaciones del cable optarán por trasladarse hacia este modo para seguir realizando sus viajes, lo cual garantiza la demanda del sistema. Por otro lado aquellos pasajeros cuyos paraderos tradicionales de ascenso y descenso estén alejados de las estaciones del sistema cable probablemente prefieran seguir usando dichos paraderos y las rutas de bus, pero eventualmente a modo de estrategia, dichas rutas podrían ser usadas como alimentadores del sistema cable.

Para su determinación se utilizó información de la localización de los paraderos y los recorridos de las rutas alimentadoras, SITP zonal y provisional dentro de la localidad. Así como información de validaciones de los servicios zonales para un día típico de inicios del mes de marzo de 2020. A partir de esta información se identificaron cuáles paraderos dentro de la zona de influencia presentaban un mayor o menor número de validaciones y además se identificaron también aquellos paraderos que estaban fuera de la zona de influencia pero que pueden ser absorbidos eventualmente por las estaciones de retorno mediante rutas alimentadoras hacia las futuras estaciones del cable.

➤ **Proximidad a equipamientos atractores y generadores de viajes.**

Este criterio revisa que tan cerca de la estación (un radio de hasta 500 mts caminando) se encuentran equipamientos que se conviertan en polos generadores y atractores de viajes. Dichos equipamientos corresponden a entidades de salud como hospitales, puestos de salud, oficinas de IPS, instituciones educativas como colegios, escuelas, jardines infantiles, congregaciones religiosas, plazas de mercado, supermercados, entre otros.

➤ **Facilidad en la accesibilidad a la estación**

Este criterio permite analizar el grado de accesibilidad principalmente para el modo caminata a la estación de retorno. Hay que tener en cuenta que las alternativas de localización se ubican en zonas urbanas con una pendiente considerable, dicha inclinación del terreno puede convertirse en un elemento negativo y poco atractivo para usuarios que por decisión propia o por dificultades físicas (personas con movilidad reducida o algún tipo de discapacidad) no puedan o decidan no caminar hasta dichas zonas. Además, se tienen en cuenta el estado de la infraestructura de andenes alrededor de la estación, ya que dadas las pendientes de la zona en algunas calles los andenes poseen muchas escaleras que provocarían que un usuario con movilidad reducida o discapacidad deba bajarse a la calle para poder desplazarse hacia o desde la estación.

➤ **Espacio disponible para la integración**

Este criterio permite identificar mediante una inspección visual si existe espacio suficiente para asegurar un intercambio modal alrededor de la futura estación. Espacio que se traduce en la posibilidad de habilitar andenes, paraderos y eventualmente ciclo-parqueaderos. Infraestructura con la que se buscaría aumentar la atracción de viajes alrededor de cada estación. Este criterio se analiza para la estación de retorno del tronco principal.

7.3.3.2 Componente: Arquitectura y Urbanismo

Para la evaluación y calificación de cada una de las alternativas de estudio desde el componente de Urbanismo, se seleccionaron los siguientes criterios de evaluación los

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

cuales se calificarán como 1, 3, 5, 7 y 9 siendo 9 la mejor calificación y 1 la peor calificación, siendo estos criterios:

➤ **Identificación de Zonas Densas**

Según anexo técnico, deben identificarse zonas más densamente pobladas dentro del corredor elegido, tener en cuenta la tipología y la longitud del sistema, señalando los puntos inmersos dentro las zonas con mayor masificación constructiva. Los planos de análisis correspondientes a morfología y llenos y vacíos, permite identificar las áreas de manzana construida, así como aquellos vacíos urbanos posiblemente susceptibles para la localización de elementos de apoyo.

Ahora bien, entendiendo que a lo largo del corredor deben identificarse las zonas mas densamente pobladas, según boletín No 22 Densidades urbanas el caso de Bogotá, la densidad urbana es analizada en función de la cantidad de habitantes por hectárea (Ha) o kilómetro cuadrado (Km²), y por tanto corresponde a una medida específica del tamaño de la población sobre un área determinada de la ciudad. Para el caso específico del presente indicador se revisará la densidad poblacional

➤ **Cercanía a centralidades o áreas de gran dinámica urbana.**

Según anexo técnico, una vez ubicados los puntos más densos, y para el caso específico las manzanas seleccionadas como resultado de la evaluación del ejercicio preliminar de selección de lotes estratégicos avalado por la interventoría, es necesario identificar no solo las centralidades de integración urbana previstas en el POT, sino aquellas áreas del territorio que en conjunto posean una gran dinámica urbana, con acopio de infraestructura y diversidad de usos, en otra palabras que concentren actividades económicas y de servicios.

La centralidad urbana anteriormente mencionada genera una gran cantidad de flujo de población por temas asociados al culto religioso, especialmente representado por la iglesia del divino niño ubicada a pocas cuadras del portal 20 de Julio. Ahora bien, y dado que prácticamente la estación de transferencia se localiza en inmediaciones del portal el puntaje propuesto por la consultoría para este indicador corresponde a un 5%, para las estaciones intermedia y retorno se analizarán las zonas de gran dinámica urbana con el fin de ponderar la mejor ubicación basados en este criterio.

➤ **Conectividad y facilidad de acceso vías existentes.**

Según anexo técnico, deben analizarse las vías principales de cada sector, marcar su recorrido, en un plano a escala urbana, con el fin de analizar las conexiones del sector con vías principales de cobertura urbana, este indicado deberá construirse con base a la información suministrada por la Dirección de vías, transporte y servicios públicos de la Secretaria de Planeación, recomendaciones del área de tránsito y de esta forma validar la cercanía de los lotes estratégicos seleccionados con respecto a la infraestructura vial,

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

rutas de transporte, existente y proyectada. La consultoría propone dar un 10% de peso en la evaluación desde el componente de urbanismo a este indicador.

➤ **Integración otros modos de transporte.**

Según anexo técnico, para el caso específico las manzanas seleccionadas como resultado de la evaluación del ejercicio preliminar de selección de lotes estratégicos avalado por la interventoría deben asegurarse que haya posibilidad de conectividad inmediata o futura con otros medios de transporte, en ese sentido este indicador se complementa con el análisis de conectividad descrito con anterioridad, la consultoría estima un peso del 10%.

➤ **Posibilidades de desarrollos futuros.**

Según anexo técnico, la consultoría deberá visualizar posibles lotes de desarrollo urbano entorno al área de influencia. En ese sentido serán tenidas en cuenta las manzanas resultado de la evaluación del ejercicio preliminar de selección de lotes estratégicos avalado por la interventoría, por otra parte, y dado que la norma en general presenta tratamiento urbanístico de mejoramiento, según documento de diagnóstico por localidades elaborado por la SDP para la localidad de San Cristóbal se cita:

...” *Tratamiento de Mejoramiento Integral.*

La gestión de estas intervenciones se enfoca en territorios definidos como aquellas secciones de ciudad localizadas en torno a proyectos estratégicos, con características geoespaciales que los delimitan, y donde confluyen condiciones urbanas particulares asociadas a la posibilidad de potenciar vocaciones, generar espacio público o equipamientos, e iniciar procesos de legalización o regularización urbanística. La intervención se plantea de acuerdo con la oportunidad que se identifique desde el desarrollo urbanístico, entendida la oportunidad como el criterio para determinar las áreas de intervención temprana, así como el desarrollo de proyectos a diferentes escalas generando conectividad de los territorios con la estructura de la ciudad”.

La Consultoría estima un peso del 10%, para este indicador.

➤ **Criterios Costos y Gestión del suelo**

➤ **Menor número de predios requeridos para el proyecto.**

Una vez definidas las manzanas resultado de la evaluación del ejercicio preliminar de selección de lotes estratégicos avalado por la interventoría, y con base a información secundaria se construirá una base de datos por manzana con el fin de identificar, su localización, área de terreno, área construida y valor de referencia de m2 por manzana, como un insumo que deberá ser revisado y avalado por el especialista de costos con el fin de determinar tanto el número de predios, como su posible valor comercial. La Consultoría estima dar un peso del 30% para este indicador.

➤ **Menor afectación a la infraestructura existente.**

Una vez definidas las manzanas resultado de la evaluación del ejercicio preliminar de selección de lotes estratégicos avalado por la interventoría, y con base a información secundaria se revisarán las posibles afectaciones a la infraestructura existente y correspondiente a infraestructura vial, espacio público y equipamientos existentes. Así las cosas, se requiere del apoyo de los especialistas de redes con el fin de complementar y dar mayor sustento técnico a las posibles afectaciones que puedan ocasionarse debido a la nueva ubicación de del proyecto cable. La Consultoría estima dar un peso del 20% para este indicador.

➤ **Menor Altura Promedio de edificaciones preexistentes por Manzana.**

Una vez definidas las manzanas resultado de la evaluación del ejercicio preliminar de selección de lotes estratégicos avalado por la interventoría, y con base a información secundaria previa construcción de la base de datos para la identificación del número de predios, se revisará la altura promedio por manzana para cada eje de los corredores previstos en las alternativas de evaluación seleccionadas. La Consultoría estima dar un peso del 10% para este indicador.

7.3.3.3 Componente: Consideración Geológica – Geotécnica – Riesgos

La cantidad y calidad de la información disponible en la Estación Intermedia es menor, en comparación a la existente en la Estación Tranferencia, lo que limita a la formulación de criterios para evaluar las condiciones de favorabilidad en la implantación de la estación, desde la especialidad de Geotecnia. Con esta consideración, se utiliza para su evaluación y ponderación, los criterios de condiciones de sitio (visita técnica), microzonificación sísmica y zonificación por remoción en masa.

7.3.3.4 Componente: Redes Secas

Las condiciones evidenciadas en este sector, son similares a las registradas en la Estación Intermedia; por tal razón, el criterio tenido en cuenta en el numeral 7.3.2.4, aplica para la Estación Retorno.

7.3.3.5 Componente: Redes Húmedas

En el componente de redes húmedas, se consideraron dos criterios para efectuar la evaluación de análisis y selección de alternativas:

➤ **Identificación de Interferencia de redes acueducto y alcantarillado con la Estación.**

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

En el primer criterio, se identifica y cuantifica en una primera instancia, la infraestructura de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado que puede ser afectada por las construcción de las estaciones del cable. Para efectuar esta identificación, para cada una de las alternativas propuestas de localización de estaciones, se evaluó y analizó las posibles interferencias con las redes de acueducto y alcantarillado, con lo cual se estableció:

- Tramos de redes de acueducto y alcantarillado interferidas por el proyecto; las redes afectadas por el proyecto serán objeto de protección y/o traslado.
- Tramos de redes de acueducto y alcantarillado que no cumplen normas vigentes de la EAAB-ESP. Lo anterior, en atención a lo indicado en los datos técnicos entregado por la EAAB para el diseño del Cable; de actualizar las redes de acueducto y alcantarillado que no cumplan las normas vigentes.

➤ *Disponibilidad de servicios públicos.*

En el segundo criterio, se evalúa la disponibilidad de la infraestructura existente de la EAAB-ESP, para realizar la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado sanitario y pluvial. En este criterio, se evalúa la existencia de redes de acueducto y alcantarillado y si en el área de influencia de la estación existen redes de alcantarillado pluvial y/o combinado.

7.3.4 Otras consideraciones tenidas en cuenta dentro de la evaluación de Criterios.

Cada uno de los componentes técnicos que se tienen en cuenta para el desarrollo de este análisis, ha realizado un análisis a nivel de experto para las propuestas a implantar en la Estación Transferencia y han concluido que el criterio que se pueda formular para evaluar la favorabilidad en la implantación de la estación no es relevante en esta etapa de la fase de factibilidad; pero se ha considerado pertinente dejar registrado este análisis para ser contrastado al momento de la evaluación de la matriz multicriterio.

7.3.4.1 Componente Ambiental

Desde el Componente ambiental se estima, no solo innecesario, sino indeterminante para la definición de tales alternativas para las estaciones de Transferencia, Intermedia y Retorno, la inclusión de criterios de índole ambiental en tal determinación, por las razones presentadas a continuación:

- *Per-se*, cualquier alternativa considerada por el Consultor deberá ser viable, como mínimo, en tres (3) aspectos: 1) Técnicamente, 2) Económicamente, y, 3) Legalmente.
- En razón a lo anterior, en sí misma, cualquier alternativa a proponer debe atender al rigor técnico, ser posible y atractiva desde la relación costo-beneficio, y, sobre todo,

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

respetar el orden jurídico colombiano (en especial, y para el caso, el relacionado con los aspectos, efectos e impactos ambientales asociados al proyecto).

- El entorno urbano del área de estudio ya es un espacio intervenido en el cual es evidente el proceso de antropización.
- Pese a lo anterior, y, dada la oferta ambiental prevalente en el área de estudio, en donde, discurren cinco quebradas y sus afluentes, hay presencia de 31 parques urbanos (18 de ellos vecinales, 58%), y, alrededor, se encuentran espacios urbanos pertenecientes al Sistema de Áreas protegidas de Distrito Capital (como el Parque Ecológico Distrital de Montaña Entre Nubes, y la Franja de Adecuación de los Cerros Orientales), es pertinente indicar que, cualquiera de las propuestas a definir tiene la obligación de considerar, incorporar y atender a las obligaciones en materia ambiental, en relación con los usos permitidos del suelo, en cada uno de los elementos de la Estructura Ecológica Principal – EEP que se vean expuestos y/o afectados, así como, lo correspondiente a trámites y permisos ante las entidades competentes.
- Al observar los elementos que componen el área de influencia del proyecto se evidencia que la mayoría de los espacios naturales fueron reemplazados por construcciones y vías, donde se pueden apreciar pocas áreas verdes y solo algunas de estas contienen arbolado urbano, que, por falta de planeación en la implantación y mantenimiento del mismo, ocasionan problemas como la biodiversidad reducida, uso excesivo de especies exóticas o invasoras y un mantenimiento deficiente o casi nulo, por ende, la ubicación de las estaciones propuestas en la prefactibilidad no representa una diferencia significativa y considerable entre alternativas por el grado de afectación a estos espacios altamente intervenidos.
- Teniendo en cuenta que, cualquiera que sea la alternativa a definir, esta corresponderá a un corredor de cable aéreo, el cual, desde el punto de vista del proceso constructivo, infraestructura asociada, y diseño, no diferirá de las demás propuestas, no se entrevén elementos diferenciadores (por ejemplo, alternativas a nivel de la rasante de las vías vehiculares existentes, soterrados o túneles y viaductos), que pudieran incidir o que representaran un factor a la hora de proponer una u otra alternativa.
- Una vez definidas las alternativas que serán evaluadas a través de la Matriz Multicriterio – MMC, por parte del área ambiental, y, en atención de las obligaciones a su cargo durante la etapa de Factibilidad, se valorará cada uno de las alternativas seleccionadas, con base en los criterios propuestos por el Consultor, y revisados, comentados y aprobados por el interventor.

8 EVALUACIÓN DE PROPUESTAS DE LOCALIZACIÓN

En este capítulo se presenta la calificación que el equipo de especialistas otorgó a cada criterio para cada propuesta de localización analizada. Como se mencionó en secciones previas. La escala de puntuación que se usó fue la siguiente:

- Un (1) Punto: Corresponde a una propuesta de localización que ofrece un nivel de favorabilidad bajo o poco recomendable para el sistema cable con relación a la variable técnica que se está evaluando.
- Tres (3) Puntos: Corresponde a una alternativa de localización que ofrece un nivel de favorabilidad medio-bajo.
- Cinco (5) Puntos: Corresponde a una alternativa de localización que ofrece un nivel de favorabilidad medio.
- Siete (7) Puntos: Corresponde a una alternativa de localización que ofrece un nivel de favorabilidad medio-alto.
- Nueve (9) Puntos: Corresponde a una alternativa de localización que ofrece un nivel de favorabilidad alto y con ventajas muy positivas para el sistema cable con relación a la variable técnica que se está evaluando.

8.1.1 Calificaciones por propuesta especialidad Tránsito y Transporte

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en la calificación de criterios del componente Tránsito, tanto en la Estación de Transferencia, como en las estación intermedia y retorno.

Tabla 8-1. Calificaciones por criterio especialidad Tránsito y Transporte Estación de Transferencia

CRITERIO	PROPUESTA					
	1	2	3	4	5	6
Interferencia con la operación de buses del portal (paqueo, mantenimiento, circulación, etc.)	1	3	5	3	3	3
Conflicto entre flujos peatonales de circulación al interior de las plataformas y pasarelas del portal	3	3	7	3	7	9
Tiempo de desplazamiento hacia la estación de transferencia para utilizar el sistema de cable (Dificultad en la maniobra)	3	5	5	3	5	7

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 8-2. Calificaciones por criterio especialidad Tránsito y Transporte Estación Intermedia

CRITERIO	PROPUESTA		
	1	2	3
Conectividad con infraestructura de otros modos	7	9	9
Proximidad a equipamientos atractores y generadores de viajes	9	7	7
Facilidad en la accesibilidad a la estación	9	5	5

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8-3.. Calificaciones por criterio especialidad Tránsito y Transporte Estación de Retorno Tronco Principal

CRITERIO	PROPUESTA				
	1	2	3	4	5
Cobertura de demanda potencial	3	9	9	7	9
Conectividad con infraestructura de otros modos	5	5	7	9	3
Proximidad a equipamientos atractores y generadores de viajes	3	9	7	7	9
Facilidad en la accesibilidad a la estación	1	5	7	9	5
Espacio disponible para la integración	9	3	3	9	3

Fuente: Elaboración propia

8.1.2 Calificaciones por propuesta especialidad Arquitectura y Urbanismo

Tabla 8-4.. Calificaciones por criterio especialidad Arquitectura y Urbanismo Estación de Transferencia

CRITERIO		PROPUESTA					
		1	2	3	4	5	6
Criterios Urbanos	Identificación de zonas densas.	5	5	5	5	1	5
	Cercanía a centralidades o áreas de gran dinámica urbana.	5	5	5	5	5	5
	Conectividad y facilidad de acceso vías existentes.	7	1	1	3	1	9
	Integración otros modos de transporte, menor sobre recorrido peatonal de los usuarios	9	1	1	3	1	5
	Posibilidades de desarrollos futuros.	1	1	1	1	1	1
Criterios Costos y Gestión del Suelo	Menor número de predios requeridos para el proyecto.	9	3	3	3	1	3
	Menor afectación a la infraestructura existente.	9	1	1	5	1	3
	Menor Altura Promedio de edificaciones preexistentes por Manzana.	9	1	1	3	1	5

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8-5.. Calificaciones por criterio especialidad Arquitectura y Urbanismo Estación Intermedia

CRITERIO		PROPUESTA		
		1	2	3
Criterios Urbanos	Identificación de zonas densas.	5	5	5
	Cercanía a centralidades o áreas de gran dinámica urbana.	7	5	3
	Conectividad y facilidad de acceso vías existentes.	9	3	3
	Integración otros modos de transporte, menor sobre recorrido peatonal de los usuarios	5	9	7
	Posibilidades de desarrollos futuros.	5	5	5

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

CRITERIO		PROPUESTA		
		1	2	3
Criterios Costos y Gestión del Suelo	Menor número de predios requeridos para el proyecto.	5	5	5
	Menor afectación a la infraestructura existente.	3	3	3
	Menor Altura Promedio de edificaciones preexistentes por Manzana.	7	7	3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8-6.. Calificaciones por criterio especialidad Arquitectura y Urbanismo Estación de Retorno Tronco Principal

CRITERIO		PROPUESTA				
		1	2	3	4	5
Criterios Urbanos	Identificación de zonas densas.	3	5	5	3	5
	Cercanía a centralidades o áreas de gran dinámica urbana.	1	7	3	3	5
	Conectividad y facilidad de acceso vías existentes.	1	7	5	5	7
	Integración otros modos de transporte, menor sobre recorrido peatonal de los usuarios	1	7	5	5	7
	Posibilidades de desarrollos futuros.	1	1	1	1	1
Criterios Costos y Gestión del Suelo	Menor número de predios requeridos para el proyecto.	9	9	9	5	5
	Menor afectación a la infraestructura existente.	1	9	1	1	7
	Menor Altura Promedio de edificaciones preexistentes por Manzana.	9	7	7	3	7

Fuente: Elaboración propia

8.1.3 Calificaciones por propuesta especialidad Diseño Estructural

Tabla 8-7.. Calificaciones por criterio especialidad Diseño Estructural Estación de Transferencia

CRITERIO	PROPUESTA					
	1	2	3	4	5	6
Complejidad de construcción de obras civiles						
1.1 Área de demolición de estructuras existentes que requieran mantener su nivel de servicio para pasajeros y buses	9	5	1	9	1	5
1.2 Área considerada de difícil acceso para desmonte de estructuras existentes.						
Tiempo de ejecución del proyecto						
2.1 Tiempo adicional de ejecución por investigaciones de campo	9	7	1	9	1	7
2.2 Tiempo adicional por trabajos nocturnos con miras a no afectar la operación.						
Necesidad de estructuras de conexión al sistema.						
3.1 Longitud de puente o pasarela requerida	5	3	9	1	9	9
3.2 Área de afectación de puentes en plataforma de alimentadores o articulados						
4. Afectación a estructuras existentes y solución de mástiles dentro de la estación.						
4.1 Área de intervención de estructuras existentes (cubiertas, cimentación, muros, vigas, columnas, red matriz, etc.)	7	7	1	9	1	5
4.2 Área disponible para mástiles dentro de la estación que afecte operación						

Fuente: Elaboración propia

8.1.4 Calificaciones por propuesta especialidad Geotecnia

Tabla 8-8.. Calificaciones por criterio especialidad Geotecnia Estación de Transferencia

CRITERIO	PROPUESTA					
	1	2	3	4	5	6
Espesor del depósito	5	7	7	5	3	7
Características de resistencia del depósito	7	7	7	3	3	7
Condiciones de Sitio (Visitas Técnicas)	7	5	5	7	7	5
Microzonificación Sísmica	5	5	5	5	5	5
Zonificación por remoción en masa	7	7	7	7	7	7

Fuente: Elaboración propia

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

Tabla 8-9.. Calificaciones por criterio especialidad Geotecnia Estación Intermedia

CRITERIO	PROPUESTA		
	1	2	3
Microzonificación Sísmica	7	9	9
Zonificación por remoción en masa	9	7	7
Condiciones de Sitio (Visitas Técnicas)	9	5	5

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8-10.. Calificaciones por criterio especialidad Geotecnia Estación de Retorno Tronco Principal

CRITERIO	PROPUESTA				
	1	2	3	4	5
Microzonificación Sísmica	7	3	3	7	3
Zonificación por remoción en masa	3	5	5	3	5
Condiciones de Sitio (Visitas Técnicas)	5	7	7	3	7

Fuente: Elaboración propia.

8.1.5 Calificaciones por propuesta especialidad componente Funcionamiento Electromecánico

Tabla 8-11.. Calificaciones por criterio especialidad Funcionamiento Electromecánico Estación de Transferencia

CRITERIO	PROPUESTA					
	1	2	3	4	5	6
Numero de Pilonas a implantar en el patio	1	5	5	3	1	5
Riesgo por sobrevuelo por tanques de combustible (portal 20 de Julio)	3	9	9	9	9	9

Fuente: Elaboración propia

8.1.6 Calificaciones por propuesta especialidad Redes Húmedas

Tabla 8-12.. Calificaciones por criterio especialidad Redes Húmedas Estación de Transferencia

CRITERIO	PROPUESTA					
	1	2	3	4	5	6
Interferencia de redes Externas (Estación y obras de urbanismo)	1	7	9	3	9	9
Disponibilidad de servicios de Acueducto y Alcantarillado	9	7	9	7	7	7

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8-13.. Calificaciones por criterio especialidad Redes Húmedas Estación Intermedia

CRITERIO	PROPUESTA		
	1	2	3
Interferencia de redes Externas (Estación y obras de urbanismo)	9	5	1
Disponibilidad de servicios de Acueducto y Alcantarillado	9	7	5

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8-14.. Calificaciones por criterio especialidad Redes Húmedas Estación de Retorno Tronco Principal

CRITERIO	PROPUESTA				
	1	2	3	4	5
Interferencia de redes Externas (Estación y obras de urbanismo)	9	9	5	5	9
Disponibilidad de servicios de Acueducto y Alcantarillado	9	7	9	7	9

Fuente: Elaboración propia

8.2 PROPUESTAS SELECCIONADAS

Una vez calificado cada criterio por especialidad para cada propuesta de localización se procedió a calcular la puntuación final para cada una de ellas. A continuación se explica el proceso de cálculo de la puntuación final para cada propuesta.

8.2.1 Proceso de cálculo de puntuación final por propuesta

Para la explicación del procedimiento utilizado para determinar la puntuación final por propuesta se utilizará un cálculo tipo basado en las calificaciones de la especialidad Tránsito y Transporte. El procedimiento utilizado fue el siguiente:

- a) Para cada especialidad se definió un número de criterios y el máximo puntaje que se puede otorgar por criterio es de 9 puntos. Es decir, que para cada propuesta de localización por especialidad el máximo puntaje que se podría obtener sería:

$$\# \text{ de criterios por especialidad} * 9$$

Por ejemplo, para la estación de transferencia desde la especialidad de tránsito y transporte se definieron 3 criterios para evaluar cada propuesta, es decir la máxima puntuación que podía sacar una propuesta en este componente sería 27 puntos.

- b) Una vez se tenía la calificación por cada criterio, por especialidad y por propuesta, se sumaron los puntajes por especialidad y se obtuvo una calificación numérica por especialidad y por propuesta. Posteriormente, se estableció para dicha puntuación cuánto representaba del máximo puntaje que se podía obtener por especialidad.

Retomando el ejemplo de la especialidad tránsito y transporte y revisando los resultados de la Tabla 8-1 para la Propuesta 1 de la estación de transferencia el puntaje total obtenido en la especialidad tránsito y transporte fue $1+3+3=7$ y ese valor representa el 25.9% (7/27) del puntaje máximo que podría haber obtenido dicha propuesta en esa especialidad. De esta forma se calculó el porcentaje que cada propuesta tuvo con respecto a la máxima puntuación posible por especialidad. En el *Anexo 1 – ANÁLISIS DE PROPUESTAS CABLE SAN CRISTÓBAL* se presentan los cálculos respectivos por propuesta y especialidad

- c) Posteriormente, los criterios utilizados para la evaluación de propuestas, mediante la información secundaria analizada y las diferentes visitas de campo, se procedió a definir el peso ponderado por especialidad. En dicha definición se estableció que para cada estación la ponderación por especialidad no serían los mismos, esto debido a que no todas las estaciones presentan las mismas características de procesos contractivos, operacionales, demanda, interferencia con redes, entre otros aspectos y además los sitios donde se proyectan sus localizaciones tienen particularidades propias de cada zona que hacen que cada especialidad tengan una influencia mayor o menos según la estación de análisis.

Las ponderaciones definidas por especialidad y por estación son:

Tabla 8-15.. Ponderaciones por especialidad Estación de Transferencia

ESPECIALIDAD	PONDERACIÓN
Tránsito y Transporte	15%
Geotecnia	10%
Arquitectura	25%

ESPECIALIDAD	PONDERACIÓN
Estructural / Construcción	20%
Electromecánico	20%
Redes de Servicio	10%
TOTAL	100%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8-16.. Ponderaciones por especialidad Estación Terminal

ESPECIALIDAD	PONDERACIÓN
Tránsito y Transporte	20%
Geotecnia	10%
Arquitectura	35%
Estructural / Construcción	25%
Redes de Servicio	10%
TOTAL	100%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8-17.. Ponderaciones por especialidad Estación de Retorno Tronco Principal

ESPECIALIDAD	PONDERACIÓN
Tránsito y Transporte	25%
Geotecnia	20%
Arquitectura	40%
Redes de Servicio	15%
TOTAL	100%

Fuente: Elaboración propia

- d) Una vez definidas las ponderaciones por especialidad se procedió a multiplicar el puntaje obtenido en el paso b por la ponderación de la especialidad respectiva. Tomando como ejemplo nuevamente la especialidad tránsito y transporte se tendría para la estación de transferencia:

$$\frac{\text{Puntaje total criterios especialidad}}{\text{Puntaje máximo posible criterios especialidad}} * \text{Ponderación especialidad} = \frac{7}{27} * 15\% = 0.00389$$

El proceso anterior se hizo para cada especialidad y al final se sumaron los valores obtenidos por cada multiplicación y de esta forma se obtiene la calificación final por propuesta

$$\text{Puntaje final por propuesta de localización} = \sum_{i=1}^n \frac{PT_i}{PM_i} * \text{Ponderación}_i$$

Donde:

- n = # de especialidades analizadas
 PT_i = Puntaje total obtenido como la suma de los puntos dados por cada criterio por especialidad por propuesta de localización
 PM_i = Puntaje máximo que puede obtener una propuesta por especialidad
 Ponderación_i = Peso ponderado definido por especialidad

Finalmente, aquellas propuestas que obtuvieron un puntaje final superior al 55% fueron seleccionadas para seguir a la fase posterior y se convertirían en las alternativas a evaluar en la matriz multicriterio usando la Metodología de Análisis Jerárquico.

8.2.2 Puntuaciones obtenidas por propuesta

A continuación se presentan los resultados obtenidos:

Tabla 8-18.. Alternativas seleccionadas Estación Transferencia

ESTACIÓN DE TRANSFERENCIA						
ESPECIALIDAD	PROPUESTA					
	1	2	3	4	5	6
TRÁNSITO Y TRANSPORTE	0,259	0,407	0,556	0,333	0,704	0,704
GEOTECNIA	0,689	0,689	0,689	0,600	0,556	0,689
ARQUITECTURA	0,750	0,250	0,250	0,389	0,167	0,500
ESTRUCTURAL / CONSTRUCCIÓN	0,833	0,611	0,333	0,778	0,333	0,722
ELECTROMECAÁNICO	0,222	0,778	0,778	0,667	0,556	0,778
REDES	0,556	0,778	1,000	0,556	0,889	0,889
TOTAL	56,19%	54,81%	53,69%	55,17%	46,94%	68,83%

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la tabla anterior, las alternativas seleccionadas para análisis corresponden a la propuesta 1 (propuesta en factibilidad 2012), que se ubica sobre la losa de estacionamiento de buses del patio, la propuesta 4, que se ubica en el parqueadero de automóviles ubicado sobre la calle 30ª Sur y la propuesta 6 ubicada en la plataforma de buses troncales. Estas alternativas resaltan con respecto a las otras ya que en conjunto ofrecen menos aspectos negativos a la operación total de la futura estación del cable, así como a la operación de buses en el porta 20 de Julio.

Tabla 8-19.. Alternativas seleccionadas Estación Intermedia

ESTACIÓN INTERMEDIA			
ESPECIALIDAD	PROPUESTA		
	1	2	3
TRÁNSITO Y TRANSPORTE	0,926	0,778	0,778
GEOTECNIA	0,556	0,556	0,556
ARQUITECTURA	0,639	0,583	0,583
ESTRUCTURAL / CONSTRUCCIÓN	0,778	0,333	0,333
ELECTROMECAÁNICO			
REDES	0,926	0,556	0,481
TOTAL	75,14%	55,42%	54,68%

Fuente: Elaboración propia

Para la Estación Intermedia la propuesta 1 (opción que viene de la factibilidad de 2012) resultó seleccionada para la siguiente etapa de análisis. Esta propuesta en conjunto presenta una mejor captación de demanda, así como su ubicación estratégica permite abarcar zonas de mayor actividad comercial y cultural, y presenta mayor cercanía a equipamientos en la zona de influencia de esta estación. Además cabe aclarar que aunque el análisis de alternativas haya dado como resultado la propuesta 1 definida en factibilidad de 2012, no significa que durante los diferentes análisis que se harán para el diseño detallado de cada componente del cable no puedan surgir elementos que impliquen una variación parcial de esta localización y que la consultoría analizará y tendrá en cuenta para lograr un diseño óptimo y seguro. Sin embargo, en esta etapa de selección de propuestas se seguirá adelante con el análisis solo con la propuesta 1.

Instituto de Desarrollo Urbano

Tabla 8-20.. Alternativas seleccionadas Estación Retorno

ESTACIÓN RETORNO TRONCO PRINCIPAL					
ESPECIALIDAD	PROPUESTA				
	1	2	3	4	5
TRÁNSITO Y TRANSPORTE	0,467	0,689	0,733	0,911	0,644
GEOTECNIA	0,556	0,556	0,556	0,481	0,556
ARQUITECTURA	0,361	0,722	0,500	0,361	0,611
ESTRUCTURAL / CONSTRUCCIÓN					
ELECTROMECAÁNICO					
REDES	0,926	0,852	0,778	0,704	0,926
TOTAL	51,11%	70,00%	61,11%	57,41%	65,56%

Fuente: Elaboración propia

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

Como se muestra en la tabla anterior, las alternativas seleccionadas para análisis corresponden a la propuesta 2 (propuesta en factibilidad 2012) que se ubica en el sector de Altamira. Así como la propuesta 3 que se ubica al oriente de la alternativa 2 muy cerca de la arteria principal Carrera 13b Este y la propuesta 5 que se ubica al norte de las propuestas 2 y 3. La principal ventaja de estas alternativas es que se encuentran en una zona de mayor desindad poblacional por lo cual resulta favorable para el desarrollo social, mayor captación de demanda. Además dada la topografía del sector se prevén desplazamientos a pie más cortos y en menor pendiente en comparación a una alternativa que se ubique sobre el costado oriental de la arteria principal, hacia el sector de Moralba. Además de facilitar la conexión con otros modos al estar mucho más cerca de una de las pocas arterias principales existentes en la zona.



**ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.**
 MOVILIDAD

 Instituto de Desarrollo Urbano

9 ANÁLISIS DE PROPUESTAS RAMAL AL SECTOR DE JUAN REY

Para el caso del análisis de propuestas de localización para la estación de retorno en el sector de Juan Rey, se siguió la misma metodología que se aplicó para la evaluación de propuestas de las otras estaciones. Sin embargo, el análisis para esta estación es a nivel de factibilidad, por lo cual la selección final de las propuestas que pasaran a la evaluación multicriterio se definió como la selección de una zona dentro de la cual se implantaran las alternativas a evaluar en la matriz multicriterio. Por lo tanto en esta sección se presenta el proceso para la selección de dicha zona dentro de 5 opciones posibles.

9.1 CONSIDERACIONES DE DEMANDA EN EL SECTOR.

Dentro de los trabajos realizados en el año 2020 para el proceso de actualización de demanda elaborado por la Secretaría Distrital de Movilidad, se planteó un sector macro para la posible localización de dicha estación. Sin embargo, no existe una definición detallada de la ubicación. Es por ello que el equipo de consultoría estableció inicialmente cinco posibles zonas de localización con base en una revisión de las condiciones de la topografía, la orografía, el sistema vial, la densidad urbanística y la disposición espacial de la zona de Juan Rey mediante el uso de Zonas de Análisis de Transporte ZAT.

Figura 9-1. **Macrozonas para Ramal Juan Rey**

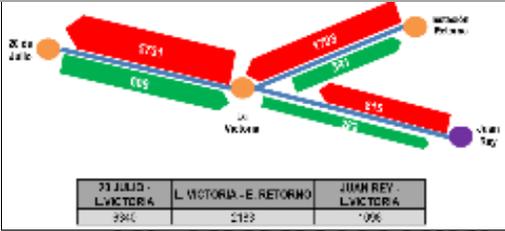
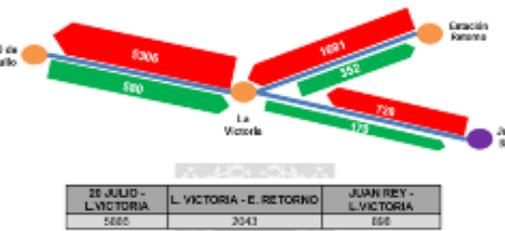
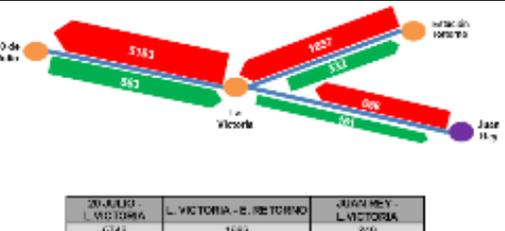


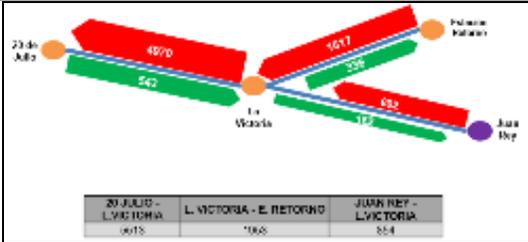
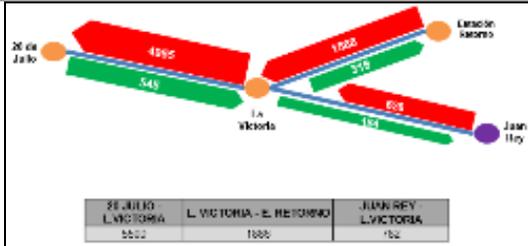
Fuente: *Elaboración propia. Google Earth.*

Para el análisis de alternativas se estableció el siguiente trazado: Estación de transferencia en el Portal 20 de Julio – Estación intermedia en La Victoria y Estación final de retorno en Juan Rey. El objetivo principal fue analizar opciones de localización de la Estación de Retorno en el sector de Juan Rey y la estimación de la demanda potencial que tendría este nuevo trazado.

El principal factor para determinar la selección de la zona mas favorable para la implantación de la Estación del Ramal Juan Rey fue el estudio de la Demanda Captada el cual corresponde a la determinación del número de viajes atraídos y generados en la hora de máxima demanda (HMD) para cada una de las alternativas mediante una revisión de la situación actual y las proyecciones futuras de viajes en la zona de influencia directa, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 9-1. Resultados de demanda potencial HDM por Zonas Juan Rey

Zona (de acuerdo a la Figura 9-1)	Esquema Demanda Potencial	Resultados Demanda Potencial captada en HDM						
ZONA 1	 <table border="1" data-bbox="621 1146 971 1192"> <tr> <td>20 de Julio - L.VICTORIA</td> <td>L.VICTORIA - E. RETORNO</td> <td>JUAN REY - L.VICTORIA</td> </tr> <tr> <td>2941</td> <td>2123</td> <td>1096</td> </tr> </table>	20 de Julio - L.VICTORIA	L.VICTORIA - E. RETORNO	JUAN REY - L.VICTORIA	2941	2123	1096	1096
20 de Julio - L.VICTORIA	L.VICTORIA - E. RETORNO	JUAN REY - L.VICTORIA						
2941	2123	1096						
ZONA 2	 <table border="1" data-bbox="621 1409 971 1455"> <tr> <td>20 de Julio - L.VICTORIA</td> <td>L.VICTORIA - E. RETORNO</td> <td>JUAN REY - L.VICTORIA</td> </tr> <tr> <td>2682</td> <td>2043</td> <td>898</td> </tr> </table>	20 de Julio - L.VICTORIA	L.VICTORIA - E. RETORNO	JUAN REY - L.VICTORIA	2682	2043	898	898
20 de Julio - L.VICTORIA	L.VICTORIA - E. RETORNO	JUAN REY - L.VICTORIA						
2682	2043	898						
ZONA 3	 <table border="1" data-bbox="621 1688 971 1734"> <tr> <td>20 de Julio - L.VICTORIA</td> <td>L.VICTORIA - E. RETORNO</td> <td>JUAN REY - L.VICTORIA</td> </tr> <tr> <td>2742</td> <td>1684</td> <td>849</td> </tr> </table>	20 de Julio - L.VICTORIA	L.VICTORIA - E. RETORNO	JUAN REY - L.VICTORIA	2742	1684	849	849
20 de Julio - L.VICTORIA	L.VICTORIA - E. RETORNO	JUAN REY - L.VICTORIA						
2742	1684	849						

Zona (de acuerdo a la Figura 9-1)	Esquema Demanda Potencial	Resultados Demanda Potencial captada en HDM
ZONA 4		812
ZONA 5		782

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de demanda potencial y captada fueron mayores para la zona 1 y a medida que las otras zonas de análisis se alejaban de la zona 1, los valores de demanda iban disminuyendo. Por lo que se determinó que la mejor alternativa para la implantación del trazado para las propuestas de las estaciones es la Zona 1.

9.2 INTERFERENCIA EXISTENTES CON EL COMPONENTE DE REDES SECAS

La información de redes secas (media y alta tensión), obtenida de las bases de datos IDECA, se realizó una verificación de la misma con recorridos de campo por parte del personal de equipo de redes secas de la Consultoría, para constatar la consistencia de la información obtenida para proceder a la elaboración de planos geo referenciados, tal como se evidencia en los análisis iniciales realizadas desde el Componente Redes Secas.

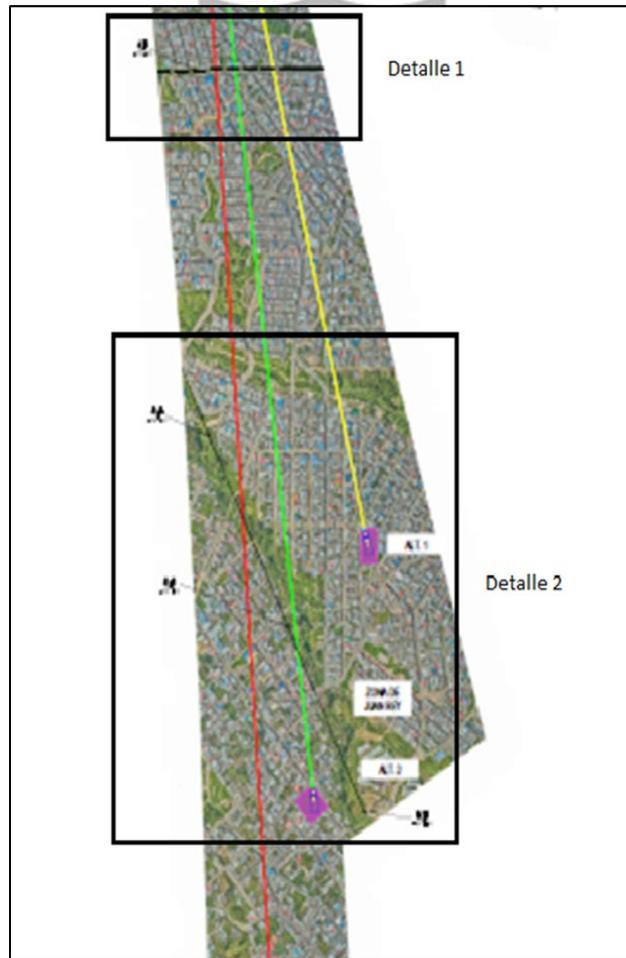
Se identificaron interferencias con redes MT11,4kV aéreas, BT y AP, para garantizar la operación segura del sistema por cable, se deben considerar que estas interferencias, deben eliminarse y para ello, se propone soterrarizar las redes, por lo tanto, se hace una consideración sobre los costos que se incurren en esta labor.

Con respecto a interferencias de redes AT 115 kV en el Ramal Juan Rey, en la Fase 1 de análisis de la información de la factibilidad existente del año 2012 y en la revisión de los archivos del sistema IDECA, se detectó que existía la posibilidad de interferencia del ramal del cable aéreo al sector Juan Rey con tres (3) circuitos de alta tensión 115kV, pertenecientes al operador de red ENEL (ver figura No.32), estas interferencias se

analizan de manera conceptual, en términos de protección o modificación en esta etapa de factibilidad de la consultoría.

Como solución conceptual, en función de lo previsto en las Normas técnicas eléctricas: en lo referente a distancias de seguridad de las redes eléctricas 115kV, en las recomendaciones de la Especialidad diseño Electromecánico de sistemas de cables para el análisis preliminar de gálibos del sistema en los sitios de los cruzamientos, en experiencias en casos similares y en la normatividad técnica del operador OR como propietario de las redes. se debe buscar que estas interferencias del trazado con circuitos eléctricos de Alta Tensión (115kV), sean mitigadas

Figura 9-2. Alternativas de trazado Cable Juan Rey - Redes A.T. (115kV) OR ENEL



Fuente: Elaboración propia

En Colombia, las especificaciones y exigencias para garantizar la seguridad y buen funcionamiento de las instalaciones eléctricas están contenidas en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE- Anexo General Resolución No. 90708 de 30 de agosto de 2013, que tiene carácter de ley y es de obligatorio cumplimiento.

Lo referente a distancias de seguridad se encuentra en el Artículo 13°. (Distancias de Seguridad), y para el caso de las líneas de teleféricos o transporte por sistema de cable se puede tomar como referencia lo contenido en: 13.2 (distancias mínimas de seguridad para diferentes lugares y situaciones).

Figura 9-3. Cruzamiento de las tres (3) alternativas de ruta con la red doble circuito 115kV Usme-Circo y La Victoria-Circo



Fuente: Elaboración propia

De la normatividad expuesta, se extrae que la distancia mínima en los cruces de la línea del sistema por cable con líneas eléctricas de 115kV, considerando que el cable de guarda del sistema de transporte por cable es un conductor no energizado es de 8,6 metros. Esta distancia debe ser medida desde el gálibo del sistema de transporte por cable para determinar en el diseño eléctrico de la posible remodelación de las líneas de 115kV, la altura de la catenaria que servirá de parámetro para determinar la altura de los nuevos apoyos a instalar y el posible incremento de altura de apoyos adyacentes.

Además de la normatividad vigente en Colombia, con el fin de tener un referente internacional, se revisó la Norma RTLEAAT – Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas Alta Tensión (1998) Anexo Instrucción Técnica Complementaria ITC-LAT-07 (15 febrero 2008) Líneas aéreas con conductores desnudos, que es norma vigente en

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

España, encontrando que las distancias de aislamiento para evitar descargas se puede determinar que la distancia mínima de seguridad entre las líneas de AT 115kV (123kV en la norma) y el sistema de Cable debe ser de 5,5 metros, teniendo en cuenta que la norma hace énfasis en que el cruce de la línea eléctrica deberá hacerse siempre superiormente.

Según el análisis preliminar elaborado por la Consultoría, el gálibo del sistema por cable en los sitios del cruzamiento del sistema de cable con el doble circuito 115kV es de aproximadamente 12 metros, por lo que la altura de la catenaria de las líneas de 115kV debe ser de:

12m (gálibo) + 8,6m (Distancia de seguridad) = 20,6 metros.

Según lo observado en campo, la altura estimada de las líneas en el sitio del cruce es de aproximadamente 7,0 metros, lo que ocasiona un realce aproximado de la red de 13,6 metros, según las consideraciones iniciales; por lo que se hace necesario elaborar todo un diseño que incluyen diferentes parámetros de entrada, como la distancia de seguridad de la red al suelo, la localización de los apoyos, especificación del conductor, distancias de seguridad a construcciones existentes, servidumbres para líneas y apoyos, licencia ambiental, entre otros factores, para asegurar el funcionamiento de los dos sistemas.

9.3 ESTACIÓN DE RETORNO JUAN REY

Como parte de los trabajos de revisar, actualizar, ajustar y complementar el trazado definido en el estudio de factibilidad 20121531 para el proyecto Cable Aéreo para la Localidad de San Cristóbal, En Bogotá D.C y en caso de ser requerido, plantear los ajustes o alternativas necesarias, se ha realizado un análisis de evaluación en términos financieros y socioeconómica para el tramo La Victoria – Juan Rey.

En ese sentido, este documento presenta los supuestos tomados para su realización así como los resultados sobre la conveniencia de ejecutar el proyecto con base en la estimación de indicadores de rentabilidad.

9.3.1 Evaluación financiera (Privada)

La realización de una evaluación financiera busca determinar la conveniencia y viabilidad financiera del proyecto “Cable aéreo en San Cristóbal, en Bogotá D.C, Tramo La Victoria – Juan Rey” para un desarrollador / concesionario privado o empresa paraestatal. De manera específica, se desea:

- Confeccionar un modelo financiero que permita evaluar la conveniencia financiera del proyecto con base en estudios previos
- Proponer y estimar la distribución de capital más adecuada para que el proyecto sea viable y conveniente para un desarrollador

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

- Proponer hasta tres (3) esquemas que permitan la viabilidad financiera para el Proyecto
- Estimar indicadores de rentabilidad financiera como la Tasa Interna de Retorno (TIR) del proyecto y para la empresa o institución que lo desarrolle
- Realizar un análisis de sensibilidad básico para el esquema más adecuado para el proyecto
- Emitir una opinión objetiva en relación a la conveniencia y viabilidad del proyecto con base en los resultados

9.3.1.1 Supuestos financieros relevantes

- Inicio de operaciones: año 2025.
- Inicio de construcción de ramal: 2023, considerando 18 meses para la construcción.
- Tarifa: \$2,500 inicial y se contempla un aumento del 3% anual durante el resto del proyecto.
- Se toman en cuenta como ingresos sólo los viajes de ZI Juan Rey – La Victoria y La Victoria – ZI Juan Rey, de acuerdo al estudio de demanda presentado.
- Impuesto sobre la renta: 31% en 2021 y 30% a partir de 2022.
- Tasa interbancaria TIB efectiva anual: 1.77% al 27/05/2021 de acuerdo al Banco de la República.
- Horizonte de inversión: 30 años.
- Tasa de descuento para VPN: 10%.
- Financiamiento: 80% crédito, 20% capital + subsidio anual de \$16,930,000,000.

9.3.1.2 Esquemas con Potencial

Existen distintas maneras a través de las cuales los gobiernos pueden obtener los recursos que les permiten financiar sus actividades:

9.3.1.3 Tarifas

Las tarifas de consumo, también denominadas tasas de uso, que son aplicadas básicamente en aquellos servicios en los cuales el consumo individual es susceptible de ser medido, tales como la electricidad, el agua, las cloacas, las telecomunicaciones y el transporte público. Para este proyecto, de acuerdo a los estudios generados, se está recurriendo a este esquema como el básico para recuperar la inversión, y la tarifa obtenida por persona sería de \$2,500. Adicional a ello, y considerando la inflación, se está considerando un aumento del 3% anual en la tarifa.

9.3.1.4 Project Finance

A través de financiamiento directo, lo que significa transferir la provisión de servicios públicos e infraestructura al sector privado mediante mecanismos de concesión, inversión conjunta (público privada) y esquemas de construcción, operación y transferencia de riesgos.

El Project Finance se basa fundamentalmente en la capacidad que tiene el Proyecto para generar recursos, que habrán de ser suficientes para pagar los rendimientos del capital, el beneficio del explotador y la devolución del capital invertido.

Se hicieron ejercicios utilizando los datos de demanda y tarifas obtenidos en el estudio de demanda, así como con los datos de CAPEX y OPEX compartidos.

La inversión requerida de \$133,029,848,958.73 para ejecutar el proyecto (sin considerar predios, en el entendido de que estos formarían parte de una subvención gubernamental dentro del CAPEX) genera de ingresos promedio a lo largo de todo el horizonte de inversión, por lo que en 30 años no es posible recuperar la inversión del proyecto. Por lo tanto la variable ingresos no es significativa, y como resultado, no sería atractiva para los inversionistas privados y poder planear un esquema de contraprestación.

9.3.1.5 Préstamo de un Banco Multilateral de Desarrollo

El tomar en cuenta un préstamo de un banco multilateral de desarrollo se considera fundamental para este tipo de proyectos en Latinoamérica, ya que han tenido un impacto significativo en el desempeño económico y social de la zona. Adicional a ello, ofrecen asistencia técnica, manejo de fondos fiduciarios, donaciones para financiar bienes públicos, etc.

Para este proyecto se está considerando tomar esta opción de financiamiento que implica tasas de interés generalmente más favorables que las del mercado y a periodos de largo plazo.

Para este proyecto, se está considerando la obtención de un crédito, de preferencia con un organismo multilateral, que otorgue un financiamiento a 30 años para los gastos de construcción que se requieren en 1.5 años destinados para ello. Se plantea que el crédito financie 80% de la inversión en CAPEX, es decir, \$106,423,879,166.98 (ver Tabla 9.2).

Con las condiciones planteadas, el servicio de la deuda anual ascendería a \$8,428,124,579. Sin embargo, hay que tomar en cuenta que el promedio de ingresos del proyecto anuales considerando el estudio de demanda y la tarifa de \$2,500 incluyendo el aumento del 3% anual planteado, es de \$1,709,796,853.46, lo cual tampoco es suficiente para pagar el crédito.

Tabla 9-2 Condiciones previstas para gestionar un crédito

TASA BASE (TIB)	1.77%
Margen aplicable	3.00%
Cobertura de tasa de interés	1.00%
Tasa de interés	5.77%
Comisión	1.50%
IVA	19.00%
PLAZO	30
Inversión total (Pesos)	133,029,848,958.73
FINANCIAMIENTO	106,423,879,166.98

Fuente: *Elaboración propia, 2021*

9.3.1.6 Acceso al mercado de deuda

Este esquema se da a través de la emisión de bonos o títulos de deuda, siendo el análisis crediticio fundamental para que los posibles inversores, generalmente fondos de pensiones o aseguradoras, inviertan en el proyecto, el cual forzosamente tiene que demostrar que es redituable, y mientras menos lo sea, la tasa de interés pagadera en los bonos es más alta.

Las grandes obras no hacen parte del interés de los grupos financieros, debido al prolongado tiempo en que estas comienzan a generar frutos, impactos y resultados, por ende, es de refrendar la idea de que el papel de la banca, por lo menos privada, no es el de capitalizar ningún tipo de obra, megaobras o proyecto, la realidad es que bajo expectativas y proyecciones crean su propio margen de ganancias y de retorno de capital, que no alcanza a ser internalizado por los requirentes de recursos, cuya redención del capital está más expuesto a las atracciones de otros proyectos, que a la meta de cumplir con los presupuestos estimados en primera instancia o los impactos en segunda.

Este Proyecto no se presta a este esquema porque 1.- no genera flujos suficientes para poder tener una buena calificación crediticia y 2.- porque el hecho de emitir deuda generaría costos adicionales significativos en comparación de la obtención de un crédito tradicional.

9.3.1.7 Apoyos gubernamentales

Por medio de transferencias intergubernamentales desde los niveles superiores de gobierno hacia el gobierno local, en los cuales dichas jurisdicciones coparticipan la recaudación impositiva con el nivel municipal.

También pueden ser manejadas las subvenciones que generalmente otorgan los organismos de banca de desarrollo propios de cada país o los subsidios directos que el gobierno otorga a los proyectos que tienen una justificación social y que lo ameritan.

Para este proyecto se consideró un subsidio anual de \$16,925,000,000 que son los que alcanzan a atender el servicio de la deuda y los gastos de operación anuales en los que incurriría el proyecto.

Sólo considerando un subsidio de esta magnitud el proyecto tendría un Valor Presente Neto positivo, derivado que como ya se explicó y se puede apreciar en el archivo adjunto a este documento de la corrida financiera, el cambio en los ingresos propios del proyecto no son de impacto, por lo que por más que se aumente la tarifa o los aforos, no serían suficientes sin un subsidio gubernamental. Con estas premisas se llega a un Valor Presente Neto (VPN) de \$55,347,333.66 con una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 10.00%.

Figura 9-4. Flujo para TIR.



Fuente: Elaboración propia, 2021

9.3.1.8 Análisis de sensibilidad

Se corrieron 9 escenarios que marcan movimientos 3 variables: CAPEX, Ingresos y Subsidio. En la tabla siguiente se puede apreciar que la variación en los ingresos directos obtenidos del cobro del transporte tanto de incremento como de disminución, incluso hasta en un 20%, no representan un cambio significativo en el VPN o en la TIR del proyecto.

Por otro lado, el aumento en la inversión (CAPEX) haría inviable financieramente el proyecto, sobre todo si el aumento se da en el sistema electromecánico que prácticamente implica el 55.58% de la inversión.

Finalmente, la variable más relevante es el subsidio considerado, dado que es parte fundamental para que este proyecto sea viable. En la tabla se muestra cómo cambios porcentuales pequeños a la baja, menores incluso a un 10% hacen que el proyecto disminuya drásticamente tanto el VPN como la TIR.

Tabla 9-3 Resultados finales.

Escenarios	Base	1	2
Variable		↑ CAPEX	
Variación %		5%	10%
TIR	10.00%	8.03%	7.56%
VPN (mdp)	55,347,333.66	- 11,312,229,446.00	- 22,679,806,225.65

Escenarios	3	4	5	6
Variable	↑ Ingresos ↓			
Variación %	5%	20%	-10%	-20%
TIR	10.00%	10.01%	NA	NA
VPN (mdp)	106,315,197.62	259,218,789.49	- 107,749,831.02	- 209,685,558.93

Escenarios	7	8	9
Variable	↓ Subsidio		
Variación %	-2%	-5%	-10%
TIR	9.59%	NA	NA
VPN (mdp)	- 4,899,015,147.21	- 12,330,558,868.51	- 24,716,465,070.68

Fuente: *Elaboración Propia 2021*

9.3.1.9 Conclusiones y recomendaciones

Dados los escenarios mostrados, el proyecto se considera viable en el escenario base, obteniendo una TIR del 10.00%. Si se observan los escenarios 3 y 4 que implican un aumento anual en los ingresos del 5% y 20% respectivamente –adicional al 3% que ya incluye el escenario base–, basados plenamente en el aumento de la tarifa suponiendo que el aforo no cambie el proyectado, también generan un VPN positivo. Sin embargo se considera descartar el aumentar la tarifa más del 5% ya que estaría muy por encima de los niveles de inflación que ha registrado Colombia en los últimos años.

A pesar de que se pueden generar escenarios con un VPN positivo, es muy importante considerar que el subsidio propuesto para que el proyecto sea viable es 9.9 veces el promedio de los ingresos anuales, es decir, los ingresos anuales son tan sólo el 10% del subsidio, lo que hace que el proyecto se vuelva un gasto por prácticamente 30 años.

9.3.2 Evaluación socioeconómica (SOCIAL)

Por lo anterior, resulta conveniente determinar la conveniencia socioeconómica del proyecto “Cable aéreo en San Cristóbal, en Bogotá D.C, Tramo La Victoria – Juan Rey” a través de la metodología análisis costo beneficio económico con base las disposiciones generales publicadas por el Departamento Nacional de Planeación (DNP) de Colombia, para:

- Analizar la situación actual con base en el estudio de mercado (demanda) realizado previamente.
- Identificar la problemática de movilidad en la zona, misma que se pretende solucionar con el desarrollo del proyecto.
- Identificar, cuantificar y valorar los costos y beneficios atribuibles al proyecto propuesto.
- Estimar indicadores de rentabilidad económica tales como valor actual neto económico (VANE), tasa interna de retorno económica (TIRE), tasa de rentabilidad inmediata económica (TRIE) y Relación beneficio costo (R B/C) al utilizar la hoja de cálculo Microsoft Excel.
- Realizar un análisis de sensibilidad para probar la robustez del proyecto ante variaciones de los principales componentes que los conforman.
- Emitir una opinión objetiva en relación a la conveniencia social del proyecto con base en los resultados.

9.3.2.1 Análisis de la situación actual

San Cristóbal, localidad con alrededor de 400 mil habitantes, se encuentra en el sector sur oriente de Bogotá, limitada al norte con la localidad de Santa Fe y la Avenida 1 Sur, al oriente con los cerros orientales y los municipios de Ubaque y Choachi, al sur con la calle 73 en la localidad Usme y al occidente con las localidades de Rafael Uribe y Antonio Nariño.

Esta región, si bien se trata de una región urbanizada del Distrito Capital, mayoritariamente sus residentes se encuentran dentro del estrato socioeconómico número 2. De acuerdo al "Estudio social para el corredor de transporte por cable en la localidad de San Cristóbal en Bogotá. Versión 2", sectores principales de la localidad como Altamira y La Victoria, el nivel de ingresos mayoritario se encuentra en 1 y 2 salarios mínimos legales mensuales vigentes (SMLMV) como se muestra en la siguiente tabla.

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

Tabla 9-4 Nivel de ingresos en barrios de San Cristóbal

Niveles de ingreso	Altamira	La Victoria
<1 SMLMV	2%	3%
1 y 2 SMLMV	62%	60%
3 y 4 SMLMV	32%	28%
5 y 6 SMLMV	2%	3%
7 y 8 SMLMV	2%	6%

Fuente: Estudio Social para el corredor de transporte por cable en la localidad de San Cristóbal de Bogotá. Versión 2

Aunado a lo anterior, la localidad se caracteriza por un perfil orográfico complejo, es decir, presenta pendientes pronunciadas en el terreno que van desde 5% y hasta segmentos con 11% de inclinación. Lo anterior ha traído como consecuencia un desarrollo urbano desorganizado acompañado con un entramado vial complejo de baja capacidad con deficiencias en cuanto a jerarquía vial pues presenta limitadas o nulas opciones de ejes viales amplios.

La infraestructura vial, juega un papel muy importante para la movilidad urbana ya que no solo funciona para el tránsito de vehículos privados sino también vehículos dedicados al transporte público de pasajeros. A causa de la red vial limitada en términos de capacidad y conectividad, se produce un efecto negativo para sus habitantes, pues llegan a carecer de alternativas eficientes para satisfacer sus necesidades de movilidad urbana, lo que se traduce en largas distancias por recorrer a pie y por lo tanto altos tiempos de caminata y subsecuentes tiempos altos de traslado, o en su defecto altos costos de transporte al optar la utilización de vehículos particulares.

Como solución a ello, se propuso un proyecto de transporte por cable o teleférico, compuesto por una línea troncal con estaciones en 20 de Julio, La Victoria y Estación Retorno dentro de la localidad de San Cristóbal. No obstante, gran parte de los habitantes de la UPZ La Gloria, en el sector sur de la localidad de San Cristóbal, continuarían padeciendo de la problemática de altos tiempos de traslado o en su defecto, altos costos de traslado por el uso de automóvil por la falta de cobertura del sistema propuesto hacia San Juan Rey.

De acuerdo a la revisión del estudio de demanda, los tiempos de traslado promedio por modo de transporte que enfrentan los habitantes que se desplazan hacia o desde el Sur de la UPZ La Gloria, pueden oscilar entre 8 minutos y 60 minutos en función del modo como se muestra a continuación:

Tabla 9-5 Tiempos de traslado promedio por modo de transporte

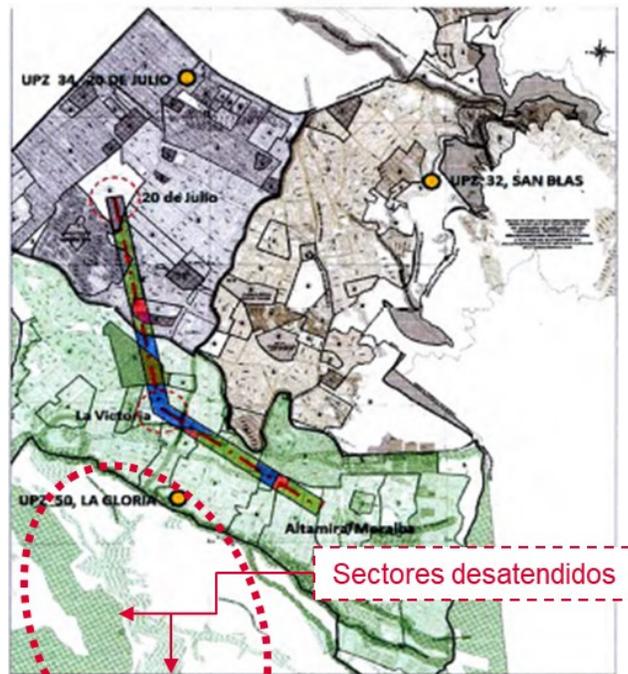
Modo de transporte	Tiempo promedio de traslado (minutos)
ALIMENTADOR	44.46
SITP PROVISIONAL	45.95
CAMINATA	29.53
T. PÚBLICO INDIVIDUAL	59.89
T. PRIVADO	7.54
INFORMAL	47.33

Fuente: Revisión del estudio de demanda, 2021

No obstante, la dispersión de estos indicadores es amplia por la variabilidad de los orígenes y destinos, es por ello que los tiempos de traslado pueden llegar hasta 75 minutos.

Por otra parte, los costos que enfrentan los pasajeros para trasladarse se encuentran entre \$1,250 y hasta \$10,000 por viaje

Figura 9-5. Proyecto línea troncal Cable Aéreo en San Cristóbal y sectores desatendidos de La Gloria



Fuente: Consultor, Metro de Medellín 2013

9.3.2.2 Cuantificación y valoración de los tiempos y costos de traslado para los viajeros en la zona sur de La Gloria en la situación actual

Con base en la elaboración de la Revisión del estudio de demanda, se ha logrado caracterizar la oferta y la demanda potencial de este sector desatendido por parte del proyecto al considerar cada cuenca de atracción y producción de viajes en las zonas afines al proyecto de la línea troncal. En ese sentido se logró estimar un nivel de demanda de viajes de hasta 8,765 viajes por día de los cuales el 12.9% transitan en el horario de máxima demanda para el año 2021; los cuales se trasladan a través de diferentes modos de transporte y por lo tanto, presentan diferentes tiempos de traslado y costo asociado por el mismo. La tabla siguiente muestra el detalle estimado a través del estudio de demanda previamente citado.

Tabla 9-6 Caracterización de la demanda de viajes en la situación actual (sin proyecto)

Origen-Destino	Modo de transporte	Tipo de vehículo	Costo de viaje	Tiempo a bordo (min)	Tiempo de caminata (min)	Tiempo de espera (min)	Tiempo total (min)	Demanda 2021 Sin Proyecto (HMD)	Demanda 2021 Sin Proyecto DIARIA
ZI_Juan Rey - Portal 20 de Julio	ALIMENTADOR	Bus (Cap Máx: 80 Pas.)	\$ 2,500	16.0	4.5	4.3	24.75	19	150
	SITP PROVISIONAL	Bus (Cap Máx: 50 Pas.)	\$ 1,850	15.0	4.0	6.5	25.5	62	478
	CABLE	Cabina (Cap: 10 Pas.)	\$ 2,500					0	0
	CAMINATA	-	\$ 0	0.0	53.5	0.0	53.5	0	0
	T. PÚBLICO INDIVIDUAL	Taxi	\$ 2,800	15.0	2.5	2.0	19.5	15	118
	T. PRIVADO	Automóvil / Moto	\$ 1,250	14.0	0.0	0.0	14	0	0
	INFORMAL	Moto	\$ 2,000	28.0	2.0	0.0	30	8	62
Portal 20 de Julio - ZI_Juan Rey	ALIMENTADOR	Bus (Cap Máx: 80 Pas.)	\$ 2,500	14.0	3.5	4.3	21.75	5	37
	SITP PROVISIONAL	Bus (Cap Máx: 50 Pas.)	\$ 1,850	15.0	3.0	6.5	24.5	9	71
	CABLE	Cabina (Cap: 10 Pas.)	\$ 2,500					0	0
	CAMINATA	-	\$ 0	0.0	65.0	0.0	65	0	0
	T. PÚBLICO INDIVIDUAL	Taxi	\$ 2,800	18.0	1.5	1.5	21	3	21
	T. PRIVADO	Automóvil / Moto	\$ 1,250	15.0	0.0	0.0	15	0	0
	INFORMAL	Moto	\$ 2,000	20.0	1.5	0.0	21.5	3	21
ZI_Juan Rey - La Victoria	ALIMENTADOR	Bus (Cap Máx: 80 Pas.)	\$ 2,500	10.0	3.5	4.3	17.75	75	585
	SITP PROVISIONAL	Bus (Cap Máx: 50 Pas.)	\$ 1,850	10.0	3.5	7.5	21	66	511
	CABLE	Cabina (Cap: 10 Pas.)	\$ 2,500					0	0

Origen-Destino	Modo de transporte	Tipo de vehículo	Costo de viaje	Tiempo a bordo (min)	Tiempo de caminata (min)	Tiempo de espera (min)	Tiempo total (min)	Demanda 2021 Sin Proyecto (HMD)	Demanda 2021 Sin Proyecto DIARIA
		Pas.)							
	CAMINATA	-	\$ 0	0.0	32.5	0.0	32.5	38	295
	T. PÚBLICO INDIVIDUAL	Taxi	\$ 2,800	7.0	2.0	1.5	10.5	0	0
	T. PRIVADO	Automóvil / Moto	\$ 1,250	7.0	0.0	0.0	7	37	287
	INFORMAL	Moto	\$ 2,000	5.0	2.0	1.5	8.5	0	0
La Victoria - ZI Juan Rey	ALIMENTADOR	Bus (Cap Máx: 80 Pas.)	\$ 2,500	12.0	5.0	4.3	21.25	9	69
	SITP PROVISIONAL	Bus (Cap Máx: 50 Pas.)	\$ 1,850	12.0	5.0	7.5	24.5	8	59
	CABLE	Cabina (Cap: 10 Pas.)	\$ 2,500					0	0
	CAMINATA	-	\$ 0	0.0	37.5	0.0	37.5	4	31
	T. PÚBLICO INDIVIDUAL	Taxi	\$ 2,800	9.0	3.0	1.5	13.5	2	15
	T. PRIVADO	Automóvil / Moto	\$ 1,250	8.0	0.0	0.0	8	6	46
	INFORMAL	Moto	\$ 2,000	9.0	1.5	1.5	12	0	0
ZI Estación retorno - ZI Juan Rey	ALIMENTADOR	Bus (Cap Máx: 80 Pas.)	\$ 2,500	6.0	5.0	4.3	15.25	7	56
	SITP PROVISIONAL	Bus (Cap Máx: 50 Pas.)	\$ 1,850	10.0	5.0	7.5	22.5	7	52
	CABLE	Cabina (Cap: 10 Pas.)	\$ 2,500					0	0
	CAMINATA	-	\$ 0	0.0	24.0	0.0	24	2	15
	T. PÚBLICO INDIVIDUAL	Taxi	\$ 2,800	5.0	3.0	1.5	9.5	1	10
	T. PRIVADO	Automóvil / Moto	\$ 1,250	8.0	0.0	0.0	8	5	41
	INFORMAL	Moto	\$ 2,000	7.0	1.5	1.5	10	1	10
ZI Juan Rey - ZI Estación retorno	ALIMENTADOR	Bus (Cap Máx: 80 Pas.)	\$ 2,500	8.0	4.0	4.3	16.25	29	222
	SITP PROVISIONAL	Bus (Cap Máx: 50 Pas.)	\$ 1,850	10.0	4.0	7.5	21.5	16	125
	CABLE	Cabina (Cap: 10 Pas.)	\$ 2,500					0	0
	CAMINATA	-	\$ 0	0.0	27.5	0.0	27.5	66	510
	T. PÚBLICO INDIVIDUAL	Taxi	\$ 2,800	7.0	3.0	1.5	11.5	0	0
	T. PRIVADO	Automóvil / Moto	\$ 1,250	8.0	0.0	0.0	8	32	252
	INFORMAL	Moto	\$ 2,000	7.0	1.5	1.5	10	0	0
ZI Juan Rey - Resto de	ALIMENTADOR	Bus (Cap Máx: 80 Pas.)	\$ 2,500	55.0	4.5	4.3	63.75	128	995

Origen-Destino	Modo de transporte	Tipo de vehículo	Costo de viaje	Tiempo a bordo (min)	Tiempo de caminata (min)	Tiempo de espera (min)	Tiempo total (min)	Demanda 2021 Sin Proyecto (HMD)	Demanda 2021 Sin Proyecto DIARIA
Bogotá	SITP PROVISIONAL	Bus (Cap Máx: 50 Pas.)	\$ 1,850	50.0	3.5	6.0	59.5	186	1,440
	CABLE	Cabina (Cap: 10 Pas.)	\$ 2,500	60.0	4.0	6.5	70.5	0	0
	INFORMAL	Moto	\$ 5,000	45.0	4.5	2.6	52.05	32	251
	T. PÚBLICO INDIVIDUAL	Taxi	\$ 10,000	70.0	0.0	0.0	70	57	445
Resto de Bogotá - ZI Juan Rey	ALIMENTADOR	Bus (Cap Máx: 80 Pas.)	\$ 2,500	55.0	4.5	4.3	63.75	65	508
	SITP PROVISIONAL	Bus (Cap Máx: 50 Pas.)	\$ 1,850	50.0	3.5	6.0	59.5	95	740
	CABLE	Cabina (Cap: 10 Pas.)	\$ 2,500						0
	INFORMAL	Moto	\$ 5,000	50.0	4.5	2.6	57.05	11	82
	T. PÚBLICO INDIVIDUAL	Taxi	\$ 10,000	75.0	0.0	0.0	75	20	154
TOTAL								1,131	8,675

Fuente: Elaboración propia con base en la revisión del estudio de demanda, 2021

9.3.2.2.1 Cuantificación y valoración de los tiempos de traslado en situación actual

MOVILIDAD

Con base en la información expresada en la tabla anterior, es posible cuantificar el tiempo de traslado global para este sistema de movilidad de forma anualizada con base en la siguiente fórmula:

Ecuación 1 Estimación del tiempo de traslado global del sistema de forma anual

$$T_t = da \sum_{i,j} T_{ij} * D_{ij}$$

Donde:

- T_t = Tiempo total de traslado utilizado para movilizar a la suma de la demanda D_{ij} anualizado en horas
- da = Número de días de operación del sistema por año (365 ó 366 según corresponda el año)
- T_{ij} = Tiempo de traslado a través del origen-destino i y el modo de transporte j en horas
- D_{ij} = Tamaño de la demanda diaria a través del origen-destino i y el modo de transporte j

Asimismo, para efectos de la evaluación socioeconómica, es necesario monetizar los tiempos de traslado con base en el mejor estimador del valor social del tiempo posible. De acuerdo al DNP de Colombia, específicamente para los proyectos de transporte, recomienda que, “considerando que el tiempo realmente apropiado por la sociedad es el correspondiente a los trabajadores privados o independientes. De esta manera bastaría con multiplicar el número de horas ahorradas durante el año por el salario imputable a los pasajeros dada su condición socioeconómica” es decir su nivel socioeconómico o nivel de ingresos predominante en la población objetivo.

Por lo anterior, se tomaron como base los estadísticos de nivel de ingresos de la *Tabla 9-4*, mismo que se generalizaron para la zona de estudio y el salario mínimo legal vigente para Colombia en 2021 para obtener un promedio ponderado con base en este último indicador. De esta forma se obtuvo un salario mensual promedio ponderado para la zona que alcanzaba los \$2,194,090.29 pesos colombianos. Para obtener una métrica relativa al tiempo trabajado, se consultó la Gran Encuesta Integrada de Hogares GEIH 2019, que indicó una jornada laboral promedio por semana de 43.58 horas.

Con base en estos últimos datos y asumiendo que cada mes cuenta con 4 semanas, se estimó un valor social del tiempo que alcanza los \$12,585.25 por hora como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 9-7 Estimación del valor social del tiempo

Niveles de ingreso	Altamira	La Victoria	Promedio - San Cristóbal a/.	SMLMV equivalente	
<1 SMLMV	2%	3%	3%	0.5	\$ 454,263.00
1 y 2 SMLMV	62%	60%	61%	1.5	\$ 1,362,789.00
3 y 4 SMLMV	32%	28%	30%	3.5	\$ 3,179,841.00
5 y 6 SMLMV	2%	3%	3%	5.5	\$ 4,996,893.00
7 y 8 SMLMV	2%	6%	4%	7.5	\$ 6,813,945.00
Salario mensual promedio ponderado San Cristóbal (a)				\$2,194,090.29	
Horas trabajadas por semana en Bogotá b/. (b)				43.58	
Semanas trabajadas por mes (c)				4	
Valor social del tiempo para los habitantes de San Cristóbal (\$/h) (a/(b*c))				\$ 12,585.25	

Fuente: Elaboración propia con base en datos provenientes de:

a/ La distribución de la población por nivel de ingreso se tomó del "Estudio social para el corredor de transporte por cable en la localidad de San Cristóbal en Bogotá. Versión 2" Apartado 8.4.2 Área de influencia directa (AID). Con base en las subdivisiones de Altamira y La Victoria (información disponible) se generalizó para toda la localidad

b/. Estimación con base en la Gran Encuesta Integrada de Hogares GEIH 2019. DANE

Con base en estas dos consideraciones generales se procedió con la cuantificación y valoración de los tiempos de traslado (ver *Tabla 9-8*).

9.3.2.2.2 Cuantificación y valoración de los costos de traslado en situación actual

Por otra parte, de forma análoga a lo anterior, se cuantificaron los costos directos que enfrenta la sociedad en su conjunto para trasladarse en los diferentes modos de transporte señalados previamente. En ese sentido, se utilizó la siguiente fórmula para su cuantificación y valoración.

Ecuación 2 Estimación de los costos globales de traslado que enfrenta del sistema de forma anual

$$C_t = da \sum_{i,j}^n r_{ij} * D_{ij}$$

Donde:

- C_t =Costo total de traslado que desembolsa la demanda D_{ij} anualizado pesos colombianos
- da =Número de días de operación del sistema por año (365 ó 366 según corresponda el año)
- r_{ij} =Costo de viaje a través del origen-destino i y el modo de transporte j en pesos
- D_{ij} =Tamaño de la demanda diaria a través del origen-destino i y el modo de transporte j

9.3.2.2.3 Pronóstico y resumen de estimación de costos en la situación actual

De acuerdo a la revisión del estudio de demanda, se ha pronosticado un ritmo de crecimiento de la demanda de viajes de entre 0.8% y 1.6% anual en función del par origen destino y modo de transporte, No obstante, términos globales, se puede afirmar una tasa media de crecimiento anual de la demanda de hasta 1.3% en un horizonte de 35 años.

Con esa consideración y a través del uso de las fórmulas antes mencionadas, la siguiente tabla muestra la cuantificación y valoración de los costos en tiempos de viaje y los costos para viaje que enfrenta la demanda de viajes al sur de la localidad de San Cristóbal a fin al proyecto línea troncal Cable Aéreo en San Cristóbal.

Tabla 9-8 Cuantificación y valoración de los costos asociados a los viajes en situación actual

Año	Valoración total de tiempos de traslados (\$/año)	Valoración total de costos para los traslados (\$/año)
2021	\$28,485,932,541.67	\$8,055,617,209.43
2022	\$28,834,499,375.67	\$8,158,116,323.34
2023	\$29,187,396,122.33	\$8,261,946,089.68
2024	\$29,625,621,747.60	\$8,390,047,767.10
2025	\$29,906,398,631.66	\$8,473,668,341.54
2026	\$30,272,615,795.31	\$8,581,596,807.30
2027	\$30,643,385,691.98	\$8,690,927,892.65
2028	\$31,103,748,745.87	\$8,825,794,394.35
2029	\$31,398,814,439.33	\$8,913,872,591.70
2030	\$31,783,590,523.25	\$9,027,524,173.33
2031	\$32,173,153,826.14	\$9,142,654,317.37
2032	\$32,656,791,069.46	\$9,284,650,554.45
2033	\$32,966,884,932.06	\$9,377,429,090.44
2034	\$33,371,176,111.47	\$9,497,113,787.15
2035	\$33,780,501,283.05	\$9,618,357,189.06
2036	\$34,288,608,859.71	\$9,767,868,180.01
2037	\$34,614,509,179.04	\$9,865,603,267.25
2038	\$35,039,321,750.64	\$9,991,648,229.53
2039	\$35,469,428,030.38	\$10,119,336,476.84
2040	\$36,003,264,625.24	\$10,276,768,478.91
2041	\$36,345,790,703.32	\$10,379,730,592.82
2042	\$36,792,183,760.03	\$10,512,481,091.17
2043	\$37,244,143,874.70	\$10,646,964,142.21
2044	\$37,805,034,042.34	\$10,812,745,847.53
2045	\$38,165,048,396.24	\$10,921,220,536.71
2046	\$38,634,136,647.27	\$11,061,040,986.16
2047	\$39,109,079,668.55	\$11,202,688,209.02
2048	\$39,698,417,342.61	\$11,377,272,009.58
2049	\$40,076,828,025.20	\$11,491,560,753.07
2050	\$40,569,784,769.46	\$11,638,835,796.78
2051	\$41,068,899,127.11	\$11,788,037,068.24
2052	\$41,688,151,319.90	\$11,971,900,393.55

Año	Valoración total de tiempos de traslados (\$/año)	Valoración total de costos para los traslados (\$/año)
2053	\$42,085,914,367.60	\$12,092,321,507.71
2054	\$42,603,974,629.14	\$12,247,457,163.15
2055	\$43,128,511,288.20	\$12,404,624,031.01

Fuente: Elaboración propia, 2021
Ver Anexo 1 para mayor detalle de los cálculos

9.3.2.3 Análisis de la situación con proyecto

9.3.2.3.1 Descripción general del proyecto

Como esfuerzo para reducir los tiempos y costos de traslado que enfrentan los habitantes del sur del sector Juan Rey, se ha propuesto incrementar la cobertura del proyecto Línea troncal Cable Aéreo en San Cristóbal, con el proyecto “Tramo (Ramal) La Victoria – Juan Rey”, mismo que consisten en un sistema de transporte público basado en el uso de vehículos tipo telecabina de pinza desembagable.

Este sistema consiste en una serie de cabinas que cuelgan de un cable que avanza a alta velocidad (hasta 6 m/s y excepcionalmente 7 m/s) y que se desacoplan en las estaciones para facilitar el embarque y desembarque a velocidad lenta. Asimismo requiere de torres cada 150 m aproximadamente y terreno uniforme.

Figura 9-6. Imagen objetivo del proyecto y la tecnología empleada



Fuente: Fase 2 Factibilidad - Actualización, ajustes y complementación de factibilidad. Informe 1

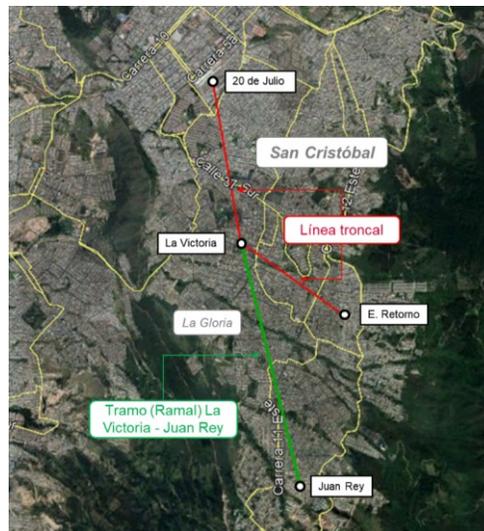
Las características específicas más relevantes para el proyecto se encuentran resumidas en la siguiente tabla y el trazo aproximado en la figura subsecuente.

Tabla 9-9 Características básicas para ramal Estación La Victoria – Juan Rey.

Características	Ud	Ramal Estación La Victoria - Juan Rey		
		Ramal. Alt 1	Ramal, Alt 2	Ramal. Alt 3
Longitud desarrollada	m	1.794	2.195	2.345
Longitud en planta	m	1.786	2.184	2.335
Desnivel máximo	m	166,6	212,65	211,53
Secciones previstas (bucles de cable)	u	1	1	1
Estaciones (útiles de cara al pasajero)	u	2	2	2
Capacidad de transporte	pphpd	2.000	2.000	2.000
Velocidad	m/s	6	6	6
Tiempo de trayecto		5 min 49 s	6 min 56 s	7 min 21 s
Capacidad vehículos	pax	10	10	10
Intervalo de tiempo entre los vehículos	s	18,0	18,0	18,0
Equidistancia mínima entre los vehículos	m	108,0	108,0	108,0
Número de vehículos	u	41	48	51
Postes	u	13	15	17

Fuente: Fase 2 Factibilidad - Actualización, ajustes y complementación de factibilidad.

Figura 9-7. Proyecto Tramo (Ramal) La Victoria - Juan Rey del sistema del Cable en San Cristóbal



Fuente: Elaboración propia.

9.3.2.4 Ventajas del sistema por cable

La instalación de un sistema de transporte por cable tiene una amplia justificación como alternativa no excluyente de una red multimodal de transporte de la ciudad, porque presenta las siguientes ventajas:

- Modo de transporte que no genera conflictos con la red vial existente, porque está en otro plano (aéreo) y solo tiene puntos de contacto mediante las estaciones y las torres de línea.
- En la etapa de construcción de las torres no generan mayor conflicto en la infraestructura vial por tener pocos puntos de contacto con ella.
- Mejoran considerablemente la movilidad urbana, en términos cuantitativos, cualitativos, sociales, económicos y ambientales.
- Ofrecen una capacidad de movilización diaria de pasajeros, que se encuentra en el orden de los 100.000 viajes (si se consideran 17 hrs. de funcionamiento). Lo cual impacta altamente en la movilidad global de la ciudad.
- Reduce el tiempo de viaje produciendo un ahorro por usuario del sistema considerable. Esta reducción de tiempo de viaje permite a los usuarios disponer más tiempo para dedicar a su familia, estudios, trabajo o cualquier otra actividad, que anteriormente a la implantación del sistema, no tenía esta disponibilidad de tiempo.
- El ahorro de tiempo, y de captación de pasajeros, que utilizarán este sistema de tracción eléctrica, produce un considerable ahorro de combustible, que redundará en ahorros públicos y privados. De la misma forma, tiene un impacto positivo en la reducción de emisiones de gases provenientes del uso de combustibles fósiles.
- El nuevo sistema trae una dignificación de la vida diaria de sus usuarios.
- El transporte por cable es uno de los sistemas más seguros: la relación de número de accidentes en comparación con el número de pasajeros es de menos de 10-8 en los últimos diez años en el mundo (fuente: CERTU, Ministerio de la Ecología, Desarrollo Sostenible, Transportes y Vivienda francés). Para dar un valor comparativo, la tasa de accidentes en transporte aéreo en 2011 fue de 7.10-8 (fuente: IATA).
- Estos sistemas tienen un costo por km más económico que la mayoría de los sistemas de transporte masivo, y definitivamente los costos más bajos de mantenimiento.
- Los sistemas de cable son de una fácil implantación, al no requerir corredores o vías, y solo ocupar espacios para las estaciones y las torres de sujeción de los cables, lo cual se traduce en una ejecución e implantación rápida.

9.3.2.5 Estimación de costos para la implementación y operación

9.3.2.5.1 Inversión inicial y periodo de ejecución

Se ha estimado que el proyecto Tramo (Ramal) La Victoria - Juan Rey del sistema del Cable Aéreo en San Cristóbal tenga un costo inicial de \$167,376,441,952.63 pesos sin IVA y \$192,652,113,254.79 pesos con IVA (la adquisición de predios es exento de IVA) y se pretende ejecutar en 18 meses después del inicio de operaciones de la línea troncal, es decir, se espera que los trabajos de ejecución finalicen al cierre de 2024, para iniciar operaciones en 2025.

Tabla 9-10 Inversión inicial para el proyecto Tramo (Ramal) Estación La Victoria – Juan Rey (2021)

Partida	Monto de la partida
Edificio de estación La Victoria	\$ 15,756,847,025.81
Adquisición de predios	\$ 34,346,592,993.90
Preliminares	\$ 3,395,808,925.92
Pilonas	\$ 13,819,238,215.63
Señalización	\$ 25,985,203.71
Pavimentos	\$ 2,089,588,394.35
Arqueología	\$ 221,788,770.93
Estación Retorno	\$ 16,670,708,733.31
Interferencias	\$ 7,112,791,963.85
Sistema Electromecánico	\$ 73,937,091,725.24
Subtotal	\$ 167,376,441,952.63
IVA (19%)	\$ 25,275,671,302.16
Total, con IVA	\$ 192,652,113,254.79

*Fuente: Fase 2 Factibilidad - Actualización, ajustes y complementación de factibilidad. Informe 1
La adquisición de predios no incluye IVA*

9.3.2.5.2 Explotación

De acuerdo al documento Fase 2 Factibilidad - Actualización, ajustes y complementación de factibilidad. Informe 1, se estimó un costo de operación y mantenimiento que alcanzará los \$4,065,845,000.00 anuales sin IVA y \$4,838,355,550.00 con IVA. Esta estimación incluye personal técnico, mantenimiento anual y extraordinario y costo energético. La siguiente tabla muestra el desglose de la estimación de los costos anuales de explotación del proyecto.

Tabla 9-11 Costos de exploración anual para el proyecto Tramo (Ramal) Estación La Victoria – Juan Rey (2021)

Concepto	Monto
Costo de personal técnico de operación	\$ 1,429,920,000.00
Costo de mantenimiento anual y extraordinario	\$ 1,658,040,000.00
Costo energético	\$ 977,885,000.00

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

Concepto	Monto
TOTAL COSTO MEDIO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO sin IVA	\$ 4,065,845,000.00
TOTAL COSTO MEDIO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO con IVA (19%)	\$ 4,838,355,550.00

Fuente: Fase 2 Factibilidad - Actualización, ajustes y complementación de factibilidad. Informe 1.

9.3.2.6 Cuantificación y valoración de los tiempos y costos de traslado para los viajeros en la zona sur de La Gloria en la situación con proyecto

Nuevamente, con base en la elaboración de la Revisión del estudio de demanda, se estimó la captación del proyecto en pasajeros. Es importante señalar nuevamente, que la estimación de demanda para el proyecto se ha realizado para el año de inicio de operaciones, es decir, el año 2025. Esto a razón del plan de construir la línea troncal en una primera fase y posteriormente el tramo (ramal) Estación La Victoria – Juan Rey que llevaría 18 meses.

En ese sentido, para el año 2025, la captación del proyecto alcanzaría 688 pasajeros en horario de máxima demanda y 5,332 pasajeros por día.

Asimismo, se espera que con la redistribución de la demanda a través de los sistemas de transporte en consecuencia de la implementación del proyecto, se produciría un cambio en el régimen operativo del resto de los sistemas de competencia, lo que repercutiría en un ajuste de los tiempos de recorrido para el sistema en general. La tabla siguiente muestra el detalle sobre la caracterización de la demanda en la situación con Proyecto.

Tabla 9-12 Caracterización de la demanda de viajes en la situación con proyecto

Origen-Destino	Modo de transporte	Tipo de vehículo	Costo de viaje	Tiempo a bordo (min)	Tiempo de caminata (min)	Tiempo de espera (min)	Tiempo total (min)	Demanda Con Proyecto 2025
Zl_Juan Rey - Portal 20 de Julio	ALIMENTADOR	Bus (Cap Máx: 80 Pas.)	\$ 2,500	12.0	4.5	2.5	19	0
	SITP PROVISIONAL	Bus (Cap Máx: 50 Pas.)	\$ 1,850	10.0	4.0	4.0	18	0
	CABLE	Cabina (Cap: 10 Pas.)	\$ 2,500	10.0	4.5	0.1	14.6	89
	CAMINATA	-	\$ 0	0.0	53.5	0.0	53.5	16
	T. PÚBLICO INDIVIDUAL	Taxi	\$ 2,800	9.0	2.5	1.0	12.5	4
	T. PRIVADO	Automóvil / Moto	\$ 1,250	8.0	0.0	0.0	8	0
	INFORMAL	Moto	\$ 2,000	11.0	2.0	0.0	13	0
Portal 20 de Julio - Zl_Juan Rey	ALIMENTADOR	Bus (Cap Máx: 80 Pas.)	\$ 2,500	8.0	3.5	2.5	14	0
	SITP PROVISIONAL	Bus (Cap Máx: 50 Pas.)	\$ 1,850	8.0	3.0	4.0	15	0

Origen-Destino	Modo de transporte	Tipo de vehículo	Costo de viaje	Tiempo a bordo (min)	Tiempo de caminata (min)	Tiempo de espera (min)	Tiempo total (min)	Demanda Con Proyecto 2025
		Pas.)						
	CABLE	Cabina (Cap: 10 Pas.)	\$ 2,500	10.0	3.5	0.1	13.6	19
	CAMINATA	-	\$ 0	0.0	65.0	0.0	65	0
	T. PÚBLICO INDIVIDUAL	Taxi	\$ 2,800	12.0	1.5	1.0	14.5	1
	T. PRIVADO	Automóvil / Moto	\$ 1,250	10.0	0.0	0.0	10	0
	INFORMAL	Moto	\$ 2,000	13.0	1.5	0.0	14.5	0
ZI Juan Rey - La Victoria	ALIMENTADOR	Bus (Cap Máx: 80 Pas.)	\$ 2,500	4.0	3.5	2.5	10	0
	SITP PROVISIONAL	Bus (Cap Máx: 50 Pas.)	\$ 1,850	4.0	3.5	5.0	12.5	0
	CABLE	Cabina (Cap: 10 Pas.)	\$ 2,500	6.0	3.5	0.1	9.6	174
	CAMINATA	-	\$ 0	0.0	32.5	0.0	32.5	28
	T. PÚBLICO INDIVIDUAL	Taxi	\$ 2,800	3.0	2.0	1.0	6	0
	T. PRIVADO	Automóvil / Moto	\$ 1,250	3.0	0.0	0.0	3	25
La Victoria - ZI Juan Rey	INFORMAL	Moto	\$ 2,000	2.0	2.0	1.0	5	0
	ALIMENTADOR	Bus (Cap Máx: 80 Pas.)	\$ 2,500	6.0	5.0	2.5	13.5	0
	SITP PROVISIONAL	Bus (Cap Máx: 50 Pas.)	\$ 1,850	5.0	5.0	5.0	15	0
	CABLE	Cabina (Cap: 10 Pas.)	\$ 2,500	6.0	5.0	0.1	11.1	26
	CAMINATA	-	\$ 0	0.0	37.5	0.0	37.5	0
	T. PÚBLICO INDIVIDUAL	Taxi	\$ 2,800	6.0	3.0	1.0	10	0
ZI Estación retorno - ZI Juan Rey	T. PRIVADO	Automóvil / Moto	\$ 1,250	3.0	0.0	0.0	3	4
	INFORMAL	Moto	\$ 2,000	6.0	1.5	1.0	8.5	0
	ALIMENTADOR	Bus (Cap Máx: 80 Pas.)	\$ 2,500	2.0	5.0	2.5	9.5	0
	SITP PROVISIONAL	Bus (Cap Máx: 50 Pas.)	\$ 1,850	4.0	5.0	5.0	14	0
	CABLE	Cabina (Cap: 10 Pas.)	\$ 2,500	10.0	5.0	0.1	15.1	21
	CAMINATA	-	\$ 0	0.0	24.0	0.0	24	0
T. PÚBLICO INDIVIDUAL	Taxi	\$ 2,800	2.0	3.0	1.0	6	0	
T. PRIVADO	Automóvil / Moto	\$ 1,250	4.0	0.0	0.0	4	4	
INFORMAL	Moto	\$ 2,000	3.0	1.5	1.0	5.5	0	

Origen-Destino	Modo de transporte	Tipo de vehículo	Costo de viaje	Tiempo a bordo (min)	Tiempo de caminata (min)	Tiempo de espera (min)	Tiempo total (min)	Demanda Con Proyecto 2025
ZI Juan Rey - ZI Estación retorno	ALIMENTADOR	Bus (Cap Máx: 80 Pas.)	\$ 2,500	3.0	4.0	2.5	9.5	0
	SITP PROVISIONAL	Bus (Cap Máx: 50 Pas.)	\$ 1,850	5.0	4.0	5.0	14	0
	CABLE	Cabina (Cap: 10 Pas.)	\$ 2,500	10.0	4.0	0.1	14.1	69
	CAMINATA	-	\$ 0	0.0	27.5	0.0	27.5	57
	T. PÚBLICO INDIVIDUAL	Taxi	\$ 2,800	2.0	3.0	1.0	6	0
	T. PRIVADO	Automóvil / Moto	\$ 1,250	4.0	0.0	0.0	4	24
	INFORMAL	Moto	\$ 2,000	3.0	1.5	1.0	5.5	0
ZI Juan Rey - Resto de Bogotá	ALIMENTADOR	Bus (Cap Máx: 80 Pas.)	\$ 2,500	25.0	4.5	2.5	32	0
	SITP PROVISIONAL	Bus (Cap Máx: 50 Pas.)	\$ 1,850	25.0	3.5	4.0	32.5	158
	CABLE	Cabina (Cap: 10 Pas.)	\$ 2,500	25.0	4.0	4.0	33	212
	INFORMAL	Moto	\$ 5,000	20.0	4.5	0.1	24.6	11
	T. PÚBLICO INDIVIDUAL	Taxi	\$ 10,000	20.0	0.0	0.0	20	43
Resto de Bogotá - ZI Juan Rey	ALIMENTADOR	Bus (Cap Máx: 80 Pas.)	\$ 2,500	30.0	4.5	2.5	37	0
	SITP PROVISIONAL	Bus (Cap Máx: 50 Pas.)	\$ 1,850	25.0	3.5	4.0	32.5	95
	CABLE	Cabina (Cap: 10 Pas.)	\$ 2,500	30.0	4.0	4.0	38	78
	INFORMAL	Moto	\$ 5,000	25.0	4.5	0.1	29.6	13
	T. PÚBLICO INDIVIDUAL	Taxi	\$ 10,000	30.0	0.0	0.0	30	15

Fuente: Elaboración propia con base en la revisión del estudio de demanda, 2021.

9.3.2.6.1 Cuantificación y valoración de los tiempos de traslado en situación con proyecto.

Con base en la metodología planteada en el apartado **9.3.2.2.1**, se procedió al cálculo de los costos relativos a los tiempos de traslado en la situación con proyecto

9.3.2.6.2 Cuantificación y valoración de los costos de traslado en situación actual

Con base en la metodología planteada en el apartado 9.3.2.2.1, se procedió al cálculo de los costos directos que enfrenta la sociedad en su conjunto para trasladarse en los diferentes modos de transporte,

9.3.2.7 Pronóstico y resumen de estimación de costos en la situación con proyecto

Para estimación en el largo plazo, se retomaron los supuestos del apartado 9.3.2.2.1. Por lo tanto la siguiente tabla muestra la cuantificación y valoración de los costos en tiempos de viaje y los costos para viaje que enfrenta la demanda de viajes al sur de la localidad de San Cristóbal en el escenario donde se implementa el proyecto al proyecto Tramo (Ramal) La Victoria - Juan Rey (identificado como CABLE, en los modos de transporte).

Tabla 9-13 Cuantificación y valoración de costos asociados a los viajes en situación con proyecto

Año	Valoración total de tiempos de traslados (\$/año)	Valoración total de costos para los traslados (\$/año)
2025	\$16,936,262,604.45	\$8,426,240,973.32
2026	\$17,142,534,497.53	\$8,528,535,113.13
2027	\$17,351,328,678.55	\$8,632,074,183.27
2028	\$17,610,793,035.55	\$8,760,810,012.18
2029	\$17,776,608,154.87	\$8,842,948,056.63
2030	\$17,993,156,534.48	\$8,950,313,797.69
2031	\$18,212,353,380.17	\$9,058,986,349.32
2032	\$18,484,735,957.72	\$9,194,102,155.24
2033	\$18,658,822,961.74	\$9,280,315,863.50
2034	\$18,886,161,951.07	\$9,393,005,305.75
2035	\$19,116,281,923.38	\$9,507,066,522.77
2036	\$19,402,228,588.97	\$9,648,879,313.61
2037	\$19,585,001,865.28	\$9,739,371,449.21
2038	\$19,823,671,417.35	\$9,857,649,257.24
2039	\$20,065,261,127.84	\$9,977,367,042.32
2040	\$20,365,450,176.53	\$10,126,209,619.15
2041	\$20,557,344,959.68	\$10,221,193,059.91
2042	\$20,807,912,160.50	\$10,345,337,090.86
2043	\$21,061,545,689.76	\$10,470,992,701.05
2044	\$21,376,689,479.22	\$10,627,214,447.02
2045	\$21,578,162,903.88	\$10,726,912,690.95
2046	\$21,841,223,341.74	\$10,857,214,653.90
2047	\$22,107,503,625.59	\$10,989,103,368.10

Año	Valoración total de tiempos de traslados (\$/año)	Valoración total de costos para los traslados (\$/año)
2048	\$22,438,350,293.95	\$11,153,071,076.87
2049	\$22,649,882,501.56	\$11,257,718,773.43
2050	\$22,926,061,705.61	\$11,394,484,921.79
2051	\$23,205,621,991.68	\$11,532,916,741.73
2052	\$23,552,957,262.27	\$11,705,015,487.40
2053	\$23,775,052,563.84	\$11,814,858,995.38
2054	\$24,065,007,515.65	\$11,958,410,854.03
2055	\$24,358,512,893.68	\$12,103,711,240.31

Fuente: Elaboración propia, 2021
Ver Anexo 1 para mayor detalle de los cálculos

9.3.2.8 Evaluación del proyecto

En el siguiente apartado, se detalla la metodología para estimar los costos y beneficios sociales dividido por etapas, durante la ejecución y durante la explotación del proyecto

9.3.2.9 Identificación y valoración de los costos sociales

Los costos sociales identificados se dividen en los costos sociales durante la ejecución del proyecto y durante la explotación del mismo. A continuación se describen ambos.

9.3.2.10 Costos sociales en la etapa de ejecución

9.3.2.10.1 Costo social de inversión inicial

Si bien ya se ha señalado el monto de inversión inicial, es importante recalcar que para efectos de una evaluación socioeconómica, es fundamental de los precios sociales, es decir estos no deben incluir distorsiones de mercado, como impuestos o subsidios.

De forma particular para este proyecto y con base en las publicaciones del Departamento Nacional de Planeación, se puede asumir una Razón Precio Cuenta (RPC) para proyectos de transporte entre 0.78 y 0.8 a fin de estimar el costo social de la infraestructura en su etapa de ejecución.

En ese sentido, se utilizó la RCP de 0.78 para calcular los costos sociales de inversión inicial. La siguiente tabla muestra los resultados donde la adquisición de predios fue exento del uso de la RPC.

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

Tabla 9-14 Inversión inicial para el proyecto Tramo (Ramal) Estación La Victoria – Juan Rey (2021) para efectos de la evaluación social

Monto de inversión inicial para el proyecto Cable Aéreo en San Cristóbal, Bogotá D.C Ramal La Victoria - Juan Rey	Costos sociales de inversión inicial para el proyecto Cable Aéreo en San Cristóbal, Bogotá D.C Ramal La Victoria - Juan Rey
--	--

Partida	Monto de la partida
Edificio de estación La Victoria	\$ 15,756,847,025.81
Adquisición de predios	\$ 34,346,592,993.90
Preliminares	\$ 3,395,808,925.92
Pilonas	\$ 13,819,238,215.63
Señalización	\$ 25,985,203.71
Pavimentos	\$ 2,089,588,394.35
Arqueología	\$ 221,788,770.93
Estación Retorno	\$ 16,670,708,733.31
Interferencias	\$ 7,112,791,963.85
Sistema Electromecánico	\$ 73,937,091,725.24
Subtotal	\$ 167,376,441,952.63
IVA (19%)	\$ 25,275,671,302.16
Total, con IVA	\$ 192,652,113,254.79

Partida	Monto de la partida
Edificio de estación La Victoria	\$ 12,290,340,680.14
Adquisición de predios	\$ 34,346,592,993.90
Preliminares	\$ 2,648,730,962.21
Pilonas	\$ 10,779,005,808.19
Señalización	\$ 20,268,458.89
Pavimentos	\$ 1,629,878,947.59
Arqueología	\$ 172,995,241.32
Estación Retorno	\$ 13,003,152,811.98
Interferencias	\$ 5,547,977,731.80
Sistema Electromecánico	\$ 73,937,091,725.24
Total, social	\$ 154,376,035,361.26

Fuente: Elaboración propia con base en Fase 2 Factibilidad - Actualización, ajustes y complementación de factibilidad. Informe 1 y el DNP

Asimismo se reitera que se tiene planeado que el proyecto sea ejecutado en 18 meses, por lo anterior, la siguiente tabla muestra la distribución de las erogaciones necesarias para ejecutar el proyecto bajo el supuesto de inicio de operaciones en 2025.

Tabla 9-15 Programa anual de erogaciones (sociales) para la ejecución del proyecto

Partida/Años	2023	2024	Total
Edificio de estación La Victoria	\$4,301,619,238.05	\$7,988,721,442.09	\$12,290,340,680.14
Adquisición de predios	\$34,346,592,993.90	\$0.00	\$34,346,592,993.90
Preliminares	\$2,648,730,962.21	\$0.00	\$2,648,730,962.21
Pilonas	\$2,694,751,452.05	\$8,084,254,356.14	\$10,779,005,808.19
Señalización	\$0.00	\$20,268,458.89	\$20,268,458.89
Pavimentos	\$0.00	\$1,629,878,947.59	\$1,629,878,947.59
Arqueología	\$172,995,241.32	\$0.00	\$172,995,241.32
Estación Retorno	\$7,151,734,046.59	\$5,851,418,765.39	\$13,003,152,811.98
Interferencias	\$0.00	\$5,547,977,731.80	\$5,547,977,731.80
Sistema Electromecánico	\$0.00	\$73,937,091,725.24	\$73,937,091,725.24

Partida/Años	2023	2024	Total
Total, de inversión	\$51,316,423,934.12	\$103,059,611,427.14	\$154,376,035,361.26
Distribución de la inversión	33%	67%	100%

Fuente: Elaboración propia con base en Fase 2 Factibilidad - Actualización, ajustes y complementación de factibilidad. Informe 1 y el DNP. Ver Anexo 1 para mayor detalle de las erogaciones a nivel mensual

9.3.2.10.2 Costo por molestias

Además de los costos de inversión, se deben incorporar los costos por molestias generados por el proyecto durante la etapa constructiva, como efecto indirecto negativo a la sociedad. Estos costos se ven reflejados en la disminución de la velocidad promedio de circulación en los vehículos, tanto de transporte público como privado, que transitan por la zona donde se realizarán las obras; es decir, existen mayores tiempos de traslado tanto para los usuarios del transporte público como privado.

Ya que el proceso constructivo del proyecto no es tan invasivo como otro tipo de modos de transporte, se considera que las afectaciones a los viajeros durante este proceso podría llegar a ser nulas. No obstante, para realizar una estimación robusta para los indicadores, se asume que el incremento en los tiempos de traslado para los viajeros durante la construcción del proyecto llegaría hasta 5% en términos globales. La siguiente tabla muestra la estimación de los costos por molestias.

Tabla 9-16 Estimación de costos por molestias

Año	2023	2024
Sin obra	\$29,187,396,122.33	\$29,625,621,747.60
Con Obra	\$30,646,765,928.45	\$31,106,902,834.98
Costos por molestias	\$729,684,903.06	\$1,481,281,087.38

Fuente: Elaboración propia. Ver Anexo 1 para mayor detalle de la estimación

9.3.2.10.3 Costos sociales en la etapa de explotación

Para la estimación de los costos sociales durante el periodo de explotación, se utilizó el mismo criterio para el tratamiento de los costos de inversión inicial. Con base en las publicaciones del Departamento Nacional de Planeación, se puede asumir una Razón Precio Cuenta (RPC) para proyectos de transporte entre 0.78 y 0.8 a fin de estimar el costo social. En ese sentido, se utilizó la RCP de 0.78 para calcular los costos sociales de explotación. La siguiente tabla muestra los resultados

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

Tabla 9-17 Estimación sociales en la etapa de explotación

Partida	Estimación de costos a precios de mercado	Estimación de costos sociales para la explotación
Costo de personal técnico de operación	\$ 1,429,920,000.00	\$ 1,115,337,600.00
Costo de mantenimiento anual y extraordinario	\$ 1,658,040,000.00	\$ 1,293,271,200.00
Costo energético	\$ 977,885,000.00	\$ 762,750,300.00
TOTAL COSTO MEDIO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO ANUAL	\$ 4,065,845,000.00	\$ 3,171,359,100.00

Fuente: Elaboración propia con base en Fase 2 Factibilidad - Actualización, ajustes y complementación de factibilidad. Informe 1 y el DNP

9.3.2.11 Identificación y valoración de los beneficios sociales

Para este proyecto se han identificado dos beneficios principales; por tratarse de un proyecto de transporte; la implementación del proyecto le permitiría:

1. Ahorrar tiempos de traslado por uno parte a sus usuarios por tratarse de una modalidad más eficiente en un terreno montañoso y por otra, los usuarios que no lo utilizarían como resultado de la parcial descongestión de los servicios de transporte que competirían de forma directa con el proyecto.
2. Ahorros en costo de traslado que enfrentan los viajeros que se cambien al proyecto. Principalmente para aquellos que utilizan la modalidad taxi o automóvil privado para realizar sus viajes en la situación actual y en la situación con proyecto optan por utilizar el cable

En ambos casos, los beneficios se manifestarían como resultado de la disminución de los costos en términos de tiempos de traslado y costos enfrentados por los viajeros para realizar sus traslados entre la situación actual y la situación con proyecto. La siguiente tabla muestra los resultados de los beneficios atribuibles al proyecto en términos monetarios con base en los resultados del apartado 9.3.2.2.32.1 *Tabla 9-8* y 9.3.2.76.1 *Tabla 9-13*.

Tabla 9-18 Cuantificación y valoración de los beneficios sociales del proyecto

Año	Situación actual		Situación con proyecto		Beneficios del proyecto	
	Valoración total de tiempos de traslados (\$/año)	Valoración total de costos para los traslados (\$/año)	Valoración total de tiempos de traslados (\$/año)	Valoración total de costos para los traslados (\$/año)	Ahorros por ahorro en tiempos de traslado (\$/año)	Ahorros en costos para los traslados (\$/año)
2021	\$28,485,932,541.67	\$8,055,617,209.43				
2022	\$28,834,499,375.67	\$8,158,116,323.34				
2023	\$29,187,396,122.33	\$8,261,946,089.68				
2024	\$29,625,621,747.60	\$8,390,047,767.10				
2025	\$29,906,398,631.66	\$8,473,668,341.54	\$16,936,262,604.45	\$8,426,240,973.32	-\$12,970,136,027.21	-\$47,427,368.22
2026	\$30,272,615,795.31	\$8,581,596,807.30	\$17,142,534,497.53	\$8,528,535,113.13	-\$13,130,081,297.78	-\$53,061,694.17
2027	\$30,643,385,691.98	\$8,690,927,892.65	\$17,351,328,678.55	\$8,632,074,183.27	-\$13,292,057,013.43	-\$58,853,709.39
2028	\$31,103,748,745.87	\$8,825,794,394.35	\$17,610,793,035.55	\$8,760,810,012.18	-\$13,492,955,710.31	-\$64,984,382.17
2029	\$31,398,814,439.33	\$8,913,872,591.70	\$17,776,608,154.87	\$8,842,948,056.63	-\$13,622,206,284.45	-\$70,924,535.08
2030	\$31,783,590,523.25	\$9,027,524,173.33	\$17,993,156,534.48	\$8,950,313,797.69	-\$13,790,433,988.77	-\$77,210,375.64
2031	\$32,173,153,826.14	\$9,142,654,317.37	\$18,212,353,380.17	\$9,058,986,349.32	-\$13,960,800,445.97	-\$83,667,968.06
2032	\$32,656,791,069.46	\$9,284,650,554.45	\$18,484,735,957.72	\$9,194,102,155.24	-\$14,172,055,111.73	-\$90,548,399.21
2033	\$32,966,884,932.06	\$9,377,429,090.44	\$18,658,822,961.74	\$9,280,315,863.50	-\$14,308,061,970.33	-\$97,113,226.95
2034	\$33,371,176,111.47	\$9,497,113,787.15	\$18,886,161,951.07	\$9,393,005,305.75	-\$14,485,014,160.40	-\$104,108,481.41
2035	\$33,780,501,283.05	\$9,618,357,189.06	\$19,116,281,923.38	\$9,507,066,522.77	-\$14,664,219,359.67	-\$111,290,666.29
2036	\$34,288,608,859.71	\$9,767,868,180.01	\$19,402,228,588.97	\$9,648,879,313.61	-\$14,886,380,270.75	-\$118,988,866.40
2037	\$34,614,509,179.04	\$9,865,603,267.25	\$19,585,001,865.28	\$9,739,371,449.21	-\$15,029,507,313.76	-\$126,231,818.04
2038	\$35,039,321,750.64	\$9,991,648,229.53	\$19,823,671,417.35	\$9,857,649,257.24	-\$15,215,650,333.29	-\$133,998,972.30
2039	\$35,469,428,030.38	\$10,119,336,476.84	\$20,065,261,127.84	\$9,977,367,042.32	-\$15,404,166,902.54	-\$141,969,434.53
2040	\$36,003,264,625.24	\$10,276,768,478.91	\$20,365,450,176.53	\$10,126,209,619.15	-\$15,637,814,448.71	-\$150,558,859.76
2041	\$36,345,790,703.32	\$10,379,730,592.82	\$20,557,344,959.68	\$10,221,193,059.91	-\$15,788,445,743.64	-\$158,537,532.90
2042	\$36,792,183,760.03	\$10,512,481,091.17	\$20,807,912,160.50	\$10,345,337,090.86	-\$15,984,271,599.53	-\$167,144,000.30
2043	\$37,244,143,874.70	\$10,646,964,142.21	\$21,061,545,689.76	\$10,470,992,701.05	-\$16,182,598,184.95	-\$175,971,441.16
2044	\$37,805,034,042.34	\$10,812,745,847.53	\$21,376,689,479.22	\$10,627,214,447.02	-\$16,428,344,563.12	-\$185,531,400.51
2045	\$38,165,048,396.24	\$10,921,220,536.71	\$21,578,162,903.88	\$10,726,912,690.95	-\$16,586,885,492.36	-\$194,307,845.76
2046	\$38,634,136,647.27	\$11,061,040,986.16	\$21,841,223,341.74	\$10,857,214,653.90	-\$16,792,913,305.52	-\$203,826,332.26
2047	\$39,109,079,668.55	\$11,202,688,209.02	\$22,107,503,625.59	\$10,989,103,368.10	-\$17,001,576,042.96	-\$213,584,840.92
2048	\$39,698,417,342.61	\$11,377,272,009.58	\$22,438,350,293.95	\$11,153,071,076.87	-\$17,260,067,048.66	-\$224,200,932.71
2049	\$40,076,828,025.20	\$11,491,560,753.07	\$22,649,882,501.56	\$11,257,718,773.43	-\$17,426,945,523.63	-\$233,841,979.64
2050	\$40,569,784,769.46	\$11,638,835,796.78	\$22,926,061,705.61	\$11,394,484,921.79	-\$17,643,723,063.85	-\$244,350,874.99
2051	\$41,068,899,127.11	\$11,788,037,068.24	\$23,205,621,991.68	\$11,532,916,741.73	-\$17,863,277,135.44	-\$255,120,326.51
2052	\$41,688,151,319.90	\$11,971,900,393.55	\$23,552,957,262.27	\$11,705,015,487.40	-\$18,135,194,057.63	-\$266,884,906.14

	Situación actual		Situación con proyecto		Beneficios del proyecto	
2053	\$42,085,914,367.60	\$12,092,321,507.71	\$23,775,052,563.84	\$11,814,858,995.38	-\$18,310,861,803.75	-\$277,462,512.33
2054	\$42,603,974,629.14	\$12,247,457,163.15	\$24,065,007,515.65	\$11,958,410,854.03	-\$18,538,967,113.49	-\$289,046,309.12
2055	\$43,128,511,288.20	\$12,404,624,031.01	\$24,358,512,893.68	\$12,103,711,240.31	-\$18,769,998,394.51	-\$300,912,790.70

Fuente: Elaboración propia, 2021
Ver Anexo 1 para mayor detalle de los cálculos

9.3.2.12 Cálculo de indicadores de rentabilidad social (económicos)

9.3.2.12.1 Valor actual neto económico (VANE)

El valor actual neto económico (VANE) es el resultado de la suma de los flujos de un proyecto convertidos a valor presente mediante la tasa social de descuento, del 12% anual en términos reales, de acuerdo a lo dispuesto por el Departamento Nacional de Planeación. El cálculo se realiza con base en la siguiente ecuación:

$$VPN = \sum \frac{Y_t}{(1+i)^t} - \sum \frac{E_t}{(1+i)^t} - I_0$$

Dónde:

- Yt = Total de beneficios sociales anuales del proyecto.
- Et = Total de costos sociales anuales del proyecto.
- I0 = Inversión inicial valorizada en términos sociales
- i = Tasa social de descuento (12%).

Criterio de decisión:

- Si el VPN > 0, el proyecto es conveniente y se recomienda ejecutarlo.
- Si el VPN < 0, el proyecto no es conveniente y por lo tanto no se recomienda ejecutar
- Si el VPN = 0, el proyecto es conveniente en primera instancia, pero la decisión se debe reforzar con otros criterios o indicadores.

9.3.2.12.2 Tasa interna de retorno económica (TIRE)

La tasa interna de retorno económica (TIRE) es la tasa de descuento que igual el VANE de los flujos del proyecto con su inversión inicial. Una TIRE mayor que la tasa de descuento del proyecto indica que éste ofrece una rentabilidad mayor que la mínima exigida por la sociedad a través de la tasa social de descuento seleccionada.

$$VANE = I_0 - \sum \frac{Flujos_t}{(1+TIRE)^t} = 0$$

Dónde:

- VPN = Valor Presente Neto.
- I₀ = Inversión inicial valorizada a su costo social
- Flujo_t = Flujos netos del proyecto (diferencia entre costos y beneficios del proyecto).
- TIRE = Tasa Interna de Retorno Económica

Criterio de decisión:

- Si la TIRE ≥ Tasa social de descuento, el proyecto es conveniente y se recomienda ejecutarlo.
- Si la TIRE < Tasa social de descuento, no es conveniente ejecutar el proyecto.

9.3.2.12.3 Tasa de rentabilidad inmediata económica (TRIE)

La tasa de rentabilidad inmediata económica (TRIE) se utiliza fundamentalmente para determinar el momento óptimo para ejecutar un proyecto con beneficios crecientes en el tiempo, tal y como sucede para los proyectos de transporte.

$$TRIE = \frac{Flujo_{t+1}}{VF(I_t)}$$

Dónde:

- Flujo_{t+1} = Beneficios menos costos del año t+1 (inicio de operaciones).
- VF (I_t) = Valor de la inversión en el año t (último año de inversión).

Criterio de decisión:

- Si la TRIE ≥ Tasa social de descuento, el proyecto se encuentra en el momento óptimo para su ejecución.
- Si la TRIE < Tasa social de descuento, es conveniente que el proyecto se postergue hasta que la TRIE sea superior a la tasa social de descuento.

9.3.2.12.4 Relación Beneficio-Costo

La Relación Beneficio-Costo (R B/C) se utiliza para conocer la relación entre los costos totales de inversión y los beneficios que el proyecto traerá. Si la relación es mayor a 1, el proyecto será conveniente pues los beneficios serán mayores a los costos. Se utiliza la siguiente formula:

$$\frac{B}{C} = \frac{\sum B_d}{\sum C_d}$$

Donde:

- $\sum B_d$: La suma de los beneficios en valor actual o presente.
- $\sum C_d$: La suma de los costos en valor actual o presente.

Criterio de decisión:

- Si la R B/C ≥ 1, el proyecto es conveniente de ejecutar.
- Si la R B/C < 1, el proyecto no es conveniente y por lo tanto no se recomienda ejecutar

9.3.2.12.5 Indicadores de rentabilidad del proyecto

Con base en la construcción de la tabla de flujo neto de efectivo a lo largo del horizonte de evaluación (34 años, 2.5 años de postergación por la construcción de la línea troncal, 1.5 años de construcción y 30 de explotación), se estimaron los siguientes indicadores de rentabilidad socioeconómica para el proyecto.

Tabla 9-19 Indicadores de rentabilidad social para el proyecto

Indicadores clave	Valor
Tasa social de descuento	12%
Valor actual neto económico (VANE)	-\$51,853,518,245.18
Tasa interna de retorno económica (TIRE)	-
Tasa de rentabilidad inmediata económica (TRIE)	6.0%
Relación beneficio costo (R B/C)	0.61
Valor presente económico de los costos (VPC)	\$119,717,888,561.73
Valor presente económico de los beneficios (VPB)	\$73,420,104,414.25

Fuente: Elaboración propia, 2021

Ver Anexo 1 para mayor detalle sobre la construcción de los flujos de efectivo y el cálculo de indicadores

Los indicadores socioeconómicos arrojan que el proyecto no es rentable en términos sociales

9.3.2.12.6 Análisis de sensibilidad

Este análisis evalúa la solidez de los indicadores de rentabilidad socioeconómica del proyecto, ante posibles variaciones de las principales variables del mismo como son: costos de inversión, costos de explotación los beneficios. Al mismo tiempo, es una medida de certidumbre, ya que puede evaluarse que tanta holgura tiene el proyecto, en caso de que existan modificaciones reales en los montos estimados de costos y beneficios durante la etapa de ejecución y operación.

Ya que los indicadores arrojan un resultado desfavorable para el proyecto, el análisis de sensibilidad arrojará los cambios necesarios para que el proyecto pueda considerarse, socialmente rentable.

En resumen, se identifica que las variaciones máximas que necesita el proyecto para que se vuelva conveniente pero indiferente en cuanto a la conveniencia de ejecutarse. En términos de inversión y beneficios necesitaría un decremento del 45% de la inversión inicial y un incremento del 63%, sobre los beneficios por ahorro en tiempos de traslado; ya que ante estas variaciones, el VANE de los flujos esperados se vuelve cero.

Por otra parte, un análisis sobre la TRIE resultaría innecesario ya que el proyecto muestra signos de no ser conveniente y por lo tanto no se podría emitir un juicio en relevante sobre el momento óptimo de realizar la inversión.

Tabla 9-20 Variaciones máximas necesarias para igualar la TIRE y la TRIE con la tasa social de descuento

Variable	Max. Variación	Efecto
Costos de inversión	-45%	VANE=0/TIRE=12%
Costos de explotación	-285%	VANE=0/TIRE=12%
Beneficios por ahorro de tiempo de traslado	+63%	VANE=0/TIRE=12%
Beneficios por ahorro en costos de traslado	+9,350%	VANE=0/TIRE=12%
Costos de inversión	-50%	TRIE=12%
Costos de explotación	-306%	TRIE=12%
Beneficios por ahorro de tiempo de traslado	+75%	TRIE=12%
Beneficios por ahorro en costos de traslado	+20,439%	TRIE=12%

Fuente: Elaboración propia, 2021

Ver Anexo 1 para mayor detalle sobre la construcción de los flujos de efectivo y el cálculo de indicadores

De forma adicional, se realizó el análisis de sensibilidad para el valor social del tiempo, como un elemento adicional tomar una postura en relación a la ejecución del proyecto. La siguiente tabla muestra los resultados

Tabla 9-21 Variaciones máximas del valor social del tiempo soportadas por el proyecto para considerar cambiar la decisión de su ejecución

Variable	Max. Variación	Efecto
Valor social del tiempo	+65%	VANE=0/TIRE=12%
	+76%	TRIE=12%

Fuente: Elaboración propia, 2021

Ver Anexo 1 para mayor detalle sobre la construcción de los flujos de efectivo y el cálculo de indicadores

9.3.2.13 Conclusiones y recomendaciones

El ejercicio de la evaluación socioeconómica, a través de la metodología de análisis costo beneficio social del proyecto “Cable aéreo en San Cristóbal, en Bogotá D.C, Tramo (Ramal) La Victoria – Juan Rey”, indica que se trata de una obra de infraestructura económica no rentable en términos sociales y económicos, ya que los beneficios generados propiamente por ahorros en tiempos de traslado y ahorros en costos de traslado no son superiores a los costos necesarios para su ejecución, operación y mantenimiento a lo largo del horizonte de evaluación (34 años).

Por lo tanto, en términos socioeconómicos, **no se recomienda la construcción de este proyecto** bajo las condiciones, supuestos y características mencionadas en este documento pues solo representaría costos para la sociedad.

El análisis de sensibilidad arrojó que para que el proyecto pueda considerarse conveniente, la inversión inicial (CAPEX) debe reducirse por lo menos 45%, sin embargo esto no garantiza su elegibilidad pues dado el costo de oportunidad de los recursos de 12% se lograría obtener un indicador que mostraría una conclusión de indiferencia en su ejecución, en el caso de que existieran proyectos con TIRE superior al 12%. En ese sentido, se debería buscar que el proyecto pueda alcanzar una reducción superior al 50% en el monto de inversión para que sea atractivo y además se encuentre en el momento óptimo de inversión.

9.4 ESTACIÓN DE RETORNO JUAN REY

Esta alternativa corresponde a una propuesta definida en los estudios previos para ser evaluada en la priorización de corredores, como se expuso al iniciar el presente capítulo. De este tramo, se obtuvieron las características técnicas principales e imágenes del sector y al considerarse como un corredor no prioritario en su momento, por parte del Consultor ETMVA, no se profundizó en la búsqueda de información en los estudios anteriores.

Para la definición de propuestas se estableció el siguiente trazado: Estación de transferencia en el Portal 20 de Julio – Estación intermedia en La Victoria y Estación final de retorno en Juan Rey. El objetivo principal fue analizar opciones de localización de la Estación de Retorno en el sector de Juan Rey y la estimación de la demanda potencial que tendría este nuevo trazado. Las principales características técnicas identificadas de este tramo, se presentan en la Tabla 9-22:

Tabla 9-22. Características Técnicas del Portal de Transferencia – La Victoria – Juan Rey

Long. Tronco Principal Long. Ramal Juan Rey	2,8 Km cable Principal 2,3 Km Ramal a Juan Rey
Estaciones Tronco Principal Estaciones Ramal Juan Rey	3 estaciones 2 Estaciones
Capacidad de Transporte	4000 pas/h/s Tronco Principal 2000 pas/h/s Ramal Juan Rey
Velocidad	6 m/seg.
Tiempo de trayecto	10 min/sentido
Numero de Vehículos	144 cabinas Tronco Principal 53 cabinas Ramal Juan Rey

Fuente: Tomado del estudio de consultoría elaborado por ETMVA (2012).

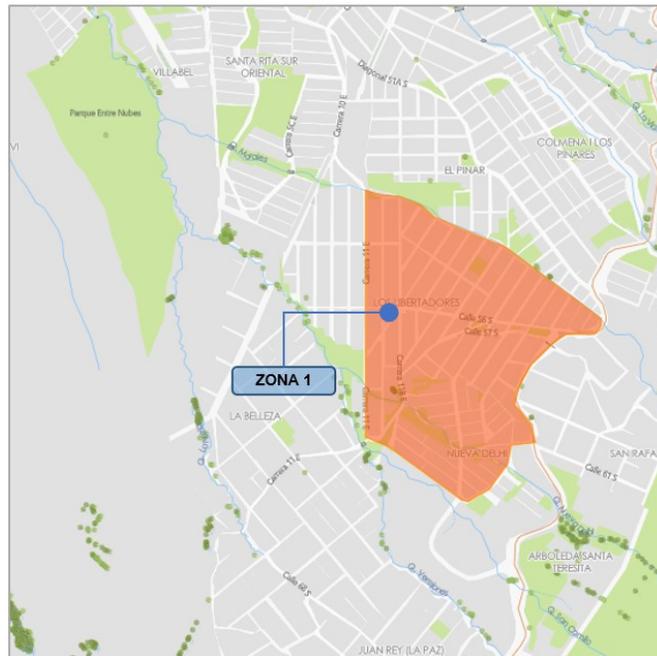
Dentro de los trabajos realizados en el año 2020 para el proceso de actualización de demanda elaborado por la Secretaría Distrital de Movilidad se planteó un sector macro para la posible localización de dicha estación. Sin embargo no existe una definición detallada de la ubicación. Es por ello que el equipo de Consultoría del Consorcio CS estableció cinco (5) posibles zonas de localización con base en una revisión de las condiciones de la topografía, la orografía, el sistema vial, la densidad urbanística y la disposición espacial de la zona de Juan Rey mediante el uso de Zonas de Análisis de Transporte ZAT.

El resultado de este análisis, permitirá identificar a nivel de factibilidad, una zona con la localización más conveniente para ubicar la estación de retorno del futuro ramal a Juan Rey a partir de criterios principales como son demanda, consideraciones geotécnicas, redes de servicio y funcionamiento electromecánico. A continuación se explican cada una de las propuestas de localización de los sectores a evaluar para la implantación de la estación de retorno en Juan Rey.

➤ **Propuesta 1**

Corresponde al trazado: Estación de Transferencia en el Portal 20 de Julio – Estación Intermedia en La Victoria y Estación final de retorno entre el sector conocido como Valparaiso y La Belleza. Esta alternativa de localización se ubica en la cuenca geográfica limitada al oriente por la Avenida Carrera 15 Este, al occidente por la Transversal 11 Este, al sur por la Diagonal 61ª Sur y al norte por la carrera 13F Este.

Figura 9-8. Propuesta 1. Sector a localizar la Estación Retorno, Sector Juan Rey.



Fuente: Elaboración propia.

Corresponde a una distancia de 2.052 metros entre estación intermedia de La Victoria y la estación de retorno, para una longitud total desde el Portal 20 de Julio de 3.648 metros y un desnivel total de 321 metros. En la Figura 9.8 se presenta la localización de esta Alternativa.

➤ **Propuesta 2**

Al igual que la Alternativa 1, la Estación de Transferencia e intermedia se mantienen y se establece una localización para la estación de retorno en el sector Juan Rey. Esta Alternativa de localización se ubica al sur de la zona establecida en la Alternativa 1 y al norte de la Alternativa 3, en la cuenca geográfica limitada al oriente por la Transversal 14 Este, al occidente por la Diagonal 67 Sur, al sur por la calle 69 Sur y al norte por la Diagonal 61ª Sur. Corresponde a una distancia entre la estación intermedia de La Victoria y la estación de retorno de 2.622 metros, para una longitud total desde el Portal 20 de Julio de 4.218 metros y un desnivel total de 352 metros. En la Figura 9.9 se presenta la localización de esta Alternativa.

Figura 9-9. Propuesta 2. Sector a localizar la Estación Retorno, Sector Juan Rey.



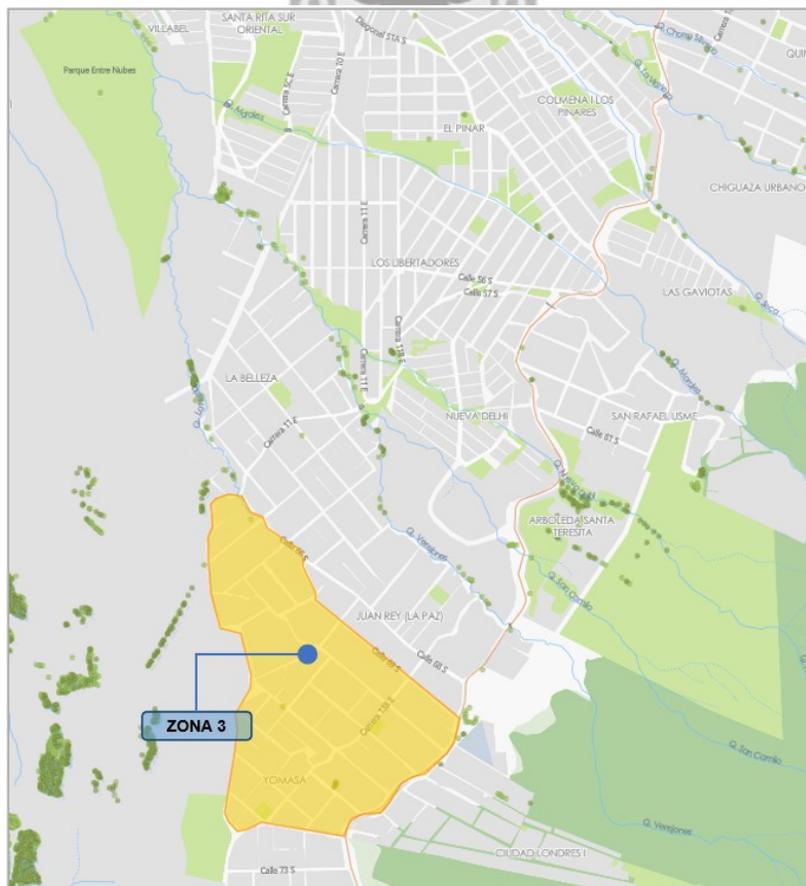
Fuente: Elaboración propia.

DE BOGOTÁ D.C.
MOVILIDAD
Instituto de Desarrollo Urbano

➤ **Propuesta 3**

Al igual que las alternativas anteriores la Estación de transferencia e intermedia se mantienen y se establece una localización para la estación de retorno entre el sector de Juan Rey y Los Pinos, más específicamente entre la Transversal 14 Este y la Diagonal 70 Sur. Esta última alternativa corresponde a la macro zona identificada en el estudio de actualización de demanda realizado en el 2020 por la Secretaría Distrital de Movilidad que se encuentra al sur de la zona presentada en la Alternativa 2. Esta alternativa de localización se ubica en la cuenca geográfica limitada al sur por la calle 74 Sur y al norte por la calle 69 Sur. En la Figura siguiente se presenta la localización de esta alternativa. No se considera la necesidad de localizar una estación intermedia entre La Victoria y Juan Rey, dado que esta situación se recomienda para distancias mayores a 3.500 metros, por tanto en este caso no aplica.

Figura 9-10. **Propuesta 3. Sector a localizar la Estación Retorno, Sector Juan Rey.**

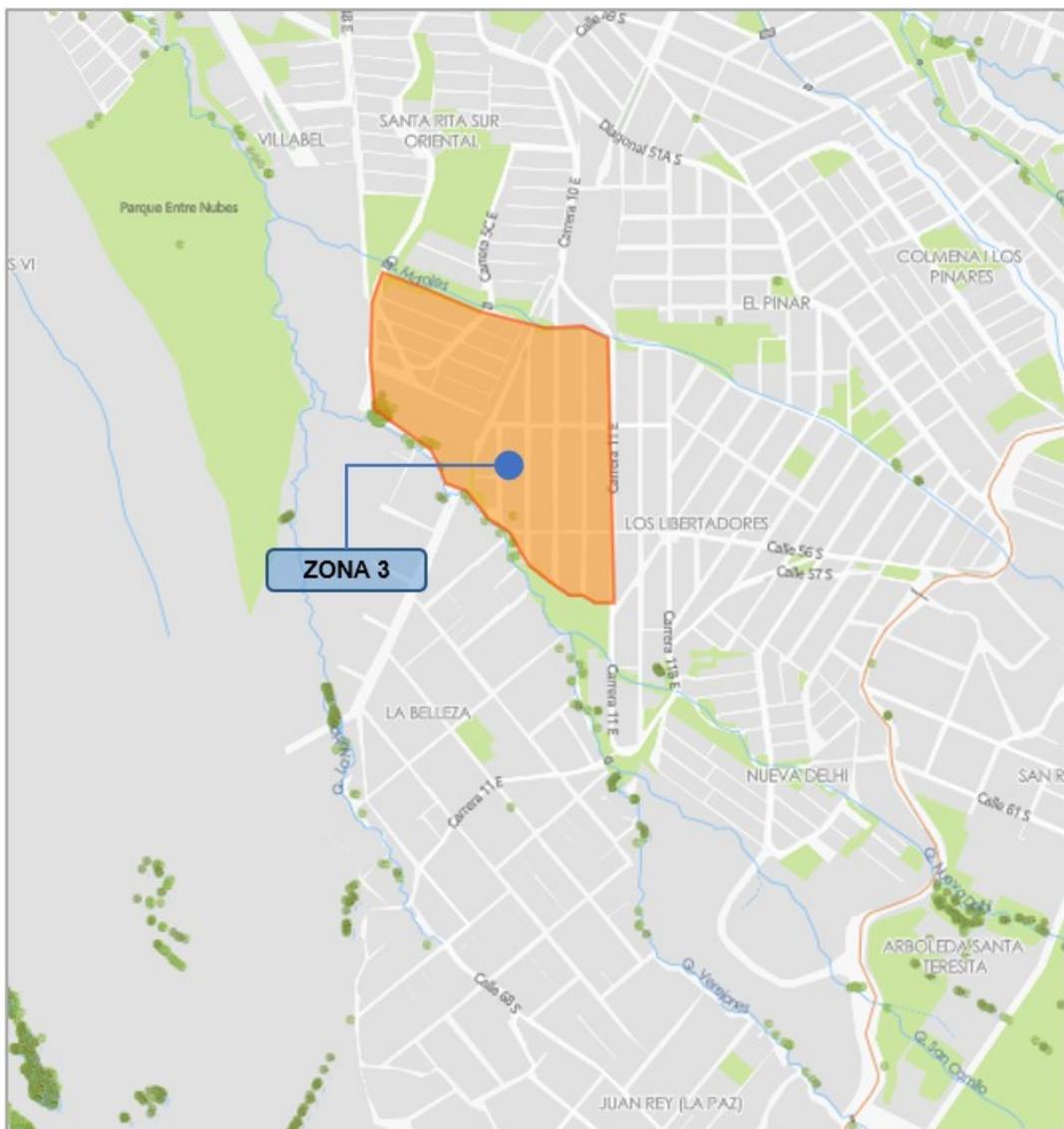


Fuente: *Elaboración propia.*

➤ **Propuesta 4**

Esta alternativa de localización se ubica en la cuenca geográfica limitada al sur por la diagonal 71 Sur y al norte por la calle 68 Sur. Corresponde a una distancia entre la estación intermedia de La Victoria y la estación de retorno de 3.600 metros, para una longitud total desde el Portal 20 de Julio de 5.000 metros. En la Figura 9.11, se presenta la localización de esta alternativa.

Figura 9-11. Propuesta 4. Sector a localizar la Estación Retorno, Sector Juan Rey.

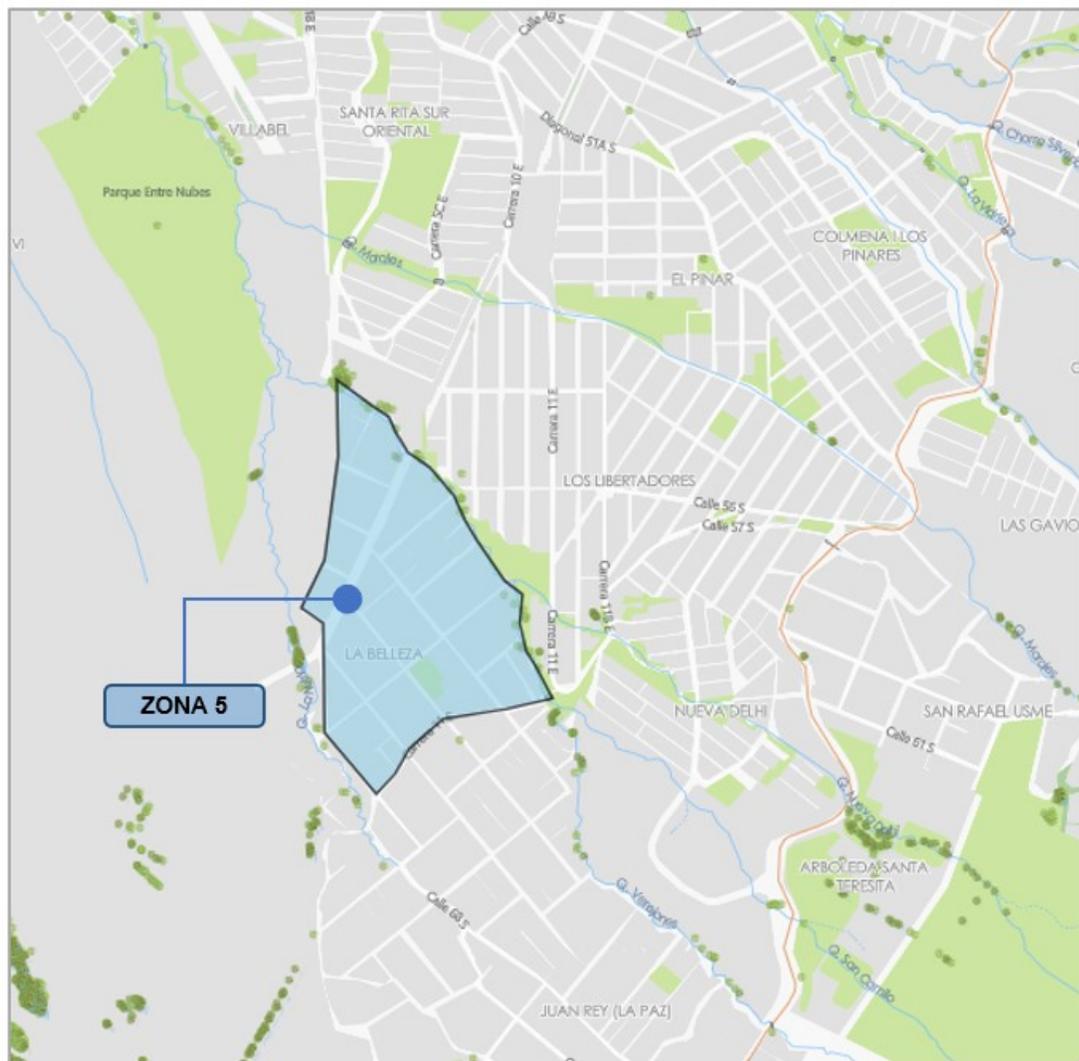


Fuente: Elaboración propia.

➤ **Propuesta 5**

La propuesta de implantación, se puede observar en la Figura 9.12, corresponde a la localización definida entre la calle 69 Sur al norte, la Transversal 14 Este al oriente, la carrera 11d Este al occidente y al sur la Diagona 71ª Sur. Esta es la localización más lejana de todas las alternativas planteadas.

Figura 9-12. Propuesta 5. Sector a localizar la Estación Retorno, Sector Juan Rey.



Fuente: Elaboración propia.

Es importante tener presente que la Estación Intermedia para el sector de Juan Rey, debe ser implantada lo más cerca posible a la Estación proyectada para la Estación Retorno del Tronco principal; por lo tanto, no se puede considerar la misma infraestructura, teniendo en cuenta que su momento de construcción es diferente a dicho tramo; por lo tanto, su implantación debe ser tal que permita la conexión inmediata entre los dos (cables).

9.4.1 Criterios de evaluación para la estación retorno Juan Rey

A continuación se enlistan los criterios evaluados por especialidad para las propuestas de localización de la estación de retorno del tronco principal

9.4.1.1 Componente: Tránsito y Movilidad

- *Cobertura de demanda potencial*
- *Ahorro en tiempos de viaje*
- *Facilidad en la accesibilidad a la estación*
- *Cobertura del TPCU*
- *Capacidad del Sistema*
- *Espacio disponible para la integración.*

9.4.1.2 Componente: Costos y Presupuestos

- *CAPEX (Costos de inversión de la obra civil, del componente electromecánico, del montaje).*
- *OPEX (Costos de operación y mantenimiento Sistema de Transporte por Cable)*
- *Costos de adquisición de predios*

9.4.1.3 Componente: Sistema de transporte aéreo

- *No. de vehículos*
- *Número de Pilonas de Línea*
- *Longitud de la Línea*

9.4.1.4 Componente: Evaluación Técnica

- *Necesidad de corte y obras de estabilización y/o contención de acuerdo con la implantación arquitectónica.*
- *Afectación por ubicación de pilonas, posible riesgo de inestabilidad de edificaciones.*
- *Interferencia en redes (incluye eléctricas, hidrosanitarias en estaciones pilonas y obras complementarias)*
- *Procesos Geotécnicos.*

9.4.1.5 Componente: Urbanismo y Arquitectura

- *Número de predios afectados*
- *Área de terreno de predios afectados.*
- *Área construida.*
- *Potencial para generación de espacio público en el área de influencia/oportunidad*

9.4.1.6 Componente: Ambiental

- *Afectación Arbolado urbano*
- *Afectación zonas verdes*
- *Cambios a las comunidades faunísticas*
- *Generación de residuos de construcción y demolición (RCD)*

9.4.1.7 Componente: Social

- *Desplazamiento involuntario por la compra de predios*
- *Afluencia de población*
- *Seguridad Ciudadana*

9.5 EVALUACIÓN DE PROPUESTAS DE LOCALIZACIÓN ESTACIÓN DE RETORNO JUAN REY

En este capítulo se presenta la calificación que el EQUIPO DE ESPECIALISTAS otorgó a cada criterio para cada propuesta de localización analizada.

9.5.1 Calificaciones por componente Tránsito y Transporte

Tabla 9-23. Resultados de la Evaluación de criterios del componente tránsito y transporte.

ALTERNATIVA	Capacidad	Espacio Disponible integración	Ahorro en tiempo de viaje	PESOS
Capacidad	1	1	1/3	19%
Espacio Disponible integración	1	1	1/5	16%
Ahorro en tiempo de viaje	3	5	1	66%
SUMA	5,00	7,00	1,53	100%
CR(RADIO DE CONSISTENCIA)			0,025171732	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9-24. Resultados de la Evaluación de criterios del componente tránsito y transporte.

Alternativa	Capacidad	Espacio Disponible integración	Ahorro en tiempo de viaje	
1	79%	10%	5%	
2	15%	64%	47%	
3	7%	26%	47%	
PONDERACIÓN	19%	16%	66%	100%

Alternativa	Capacidad	Espacio Disponible integración	Ahorro en tiempo de viaje	Puntuación
1	15%	2%	3%	20%
2	3%	10%	31%	44%
3	1%	4%	31%	36%
				100%

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a los resultados obtenidos, desde los criterios del componente de tránsito y movilidad evaluados para el Tramo 3, la alternativa 2, cuenta con el mayor porcentaje de preferencia.

9.5.2 Calificaciones por componente Costos y Presupuestos

Tabla 9-25. Ponderación de criterios del componente costos y presupuesto, Tramo Juan Rey

Componente	CAPEX (Km)	OPEX (Km)	Predial	PESOS
CAPEX	1	3	9	67%
OPEX	1/3	1	5	27%
Predial	1/9	1/5	1	6%
SUMA	1,44	4,20	15,00	100%
CR(RADIO DE CONSISTENCIA)				0,025182306

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9-26. Resultados de la Evaluación de criterios del componente costos y presupuesto,

Alternativa	CAPEX (Km)	OPEX (Km)	Predial	
1	5%	5%	5%	
2	47%	29%	47%	
3	47%	66%	47%	
PONDERACIÓN	67%	27%	6%	100%

Alternativa	CAPEX (Km)	OPEX (Km)	Predial	PUNTUACIÓN
1	4%	1%	0%	5%
2	32%	8%	3%	42%
3	32%	17%	3%	52%
				100%

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a los resultados obtenidos, desde los criterios del componente de costos y presupuesto evaluados para el Tramo 3, la alternativa 3, cuenta con el mayor porcentaje de preferencia.

9.5.3 Calificaciones por componente Sistema de Transporte Aéreo

Tabla 9-27. Ponderación de criterios componente sistema transporte aéreo, Tramo Juan Rey

Componente Evaluación Técnica	No. de Vehículos por Alternativa	N. Pilonas de línea	Longitud de línea	PESOS
No. de vehículos por Alternativa	1	5	7	73%
N. Pilonas de línea	1/5	1	3	19%
Longitud de línea	1/7	1/3	1	8%
SUMA	1,34	6,33	11,00	100%
CR(RADIO DE CONSISTENCIA)			0,056740233	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9-28. Resultados de la Evaluación de criterios del componente sistema de transporte aéreo,

Alternativa	No. de Vehículos por Alternativa	N. Pilonas de línea	Longitud de línea	
1	79%	67%	5%	
2	15%	27%	29%	
3	7%	6%	66%	
PONDERACIÓN	73%	19%	8%	100%

Alternativa	No. de Vehículos por Alternativa	N. Pilonas de línea	Longitud de línea	PUNTUACIÓN
1	57%	13%	0%	70%
2	11%	5%	2%	18%
3	5%	1%	5%	11%
				100%

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados obtenidos, desde los criterios del componente de sistema de transporte por cable evaluados para el Tramo 3, la alternativa 1, cuenta con el mayor porcentaje de preferencia.

	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	
---	--	---

9.5.4 Calificaciones por componente Evaluación Técnica

Tabla 9-29. Ponderación de criterios del componente evaluación técnica, Tramo Juan Rey

Componente Evaluación Técnica	Necesidad de corte y obras de estabilización y/o contención de acuerdo con la implantación arquitectónica.	Afectación por ubicación de pilonas, posible riesgo de inestabilidad de edificaciones adyacentes	Interferencia con redes (incluye eléctricas, hidrosanitarias en estaciones pilonas y obras complementarias)	Zonificación por remoción en masa (procesos Geotécnicos)	PESOS
Necesidad de corte y obras de estabilización y/o contención de acuerdo con la implantación arquitectónica.	1	1/3	1/3	5	14%
Afectación por ubicación de pilonas, posible riesgo de inestabilidad de edificaciones adyacentes	3	1	3	9	52%
Interferencia con redes (incluye eléctricas, hidrosanitarias en estaciones pilonas y obras complementarias)	3	1/3	1	9	30%
Zonificación por remoción en masa	1/5	1/9	1/9	1	4%
SUMA	7,20	1,78	4,44	24,00	100%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9-30. Resultados de la Evaluación de lo criterios del componente evaluación técnica,

Alternativa	Necesidad de corte y obras de estabilización y/o contención de acuerdo con la implantación arquitectónica.	Afectación por ubicación de pilonas, posible riesgo de inestabilidad de edificaciones adyacentes	Interferencia con redes (incluye eléctricas, hidrosanitarias en estaciones pilonas y obras complementarias)	Zonificación por remoción en masa (Procesos Geotécnicos)	
1	47%	67%	66%	33%	
2	47%	27%	29%	33%	
3	5%	6%	5%	33%	
PONDERACIÓN	14%	52%	30%	4%	100%

Alternativa	Necesidad de corte y obras de estabilización y/o contención de acuerdo con la implantación arquitectónica.	Afectación por ubicación de pilonas, posible riesgo de inestabilidad de edificaciones adyacentes	Interferencia con redes (incluye eléctricas, hidrosanitarias en estaciones pilonas y obras complementarias)	Zonificación por remoción en masa	PUNTUACIÓN
1	7%	35%	19%	1%	63%
2	7%	14%	9%	1%	31%
3	1%	3%	2%	1%	7%
					100%

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados obtenidos, desde los criterios del componente de evaluación técnica evaluados para el Tramo 3, la alternativa 1, cuenta con el mayor porcentaje de preferencia.

9.5.5 Calificaciones por componente Urbanismo y Arquitectura

Tabla 9-31. Ponderación de lo criterios del componente Urbanismo y Arquitectura, Tramo Juan Rey

Componente Urbanismo	Menor Valor en predios	Área de Terreno de predios	Área Construida	Potencial para generación de EP en el área de influencia/oportunidad	PESOS
Menor Valor en predios	1	3	3	1/3	21%
Área de Terreno de predios	1/3	1	1/3	1/9	7%
Área Construida	1/3	3	1	1/5	7%
Potencial para generación de espacio público en el área de influencia/oportunidad	3	9	5	1	64%
SUMA	4,67	16,00	9,33	1,64	100%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9-32. Resultados de la Evaluación de criterios del componente urbanismo y arquitectura,

Alternativa	Menor Valor en predios	Área de Terreno de predios	Área Construida	Potencial para generación de EP en el área de influencia/oportunidad	
1	5%	5%	5%	5%	
2	47%	47%	29%	29%	
3	47%	47%	66%	66%	
PONDERACIÓN	21%	7%	7%	64%	100%

Alternativa	Menor Valor en predios	Área de Terreno de predios	Área Construida	Potencial para generación de EP en el área de influencia/oportunidad	PUNTUACIÓN
1	1%	0%	0%	4%	5%
2	10%	3%	2%	19%	34%
3	10%	3%	5%	42%	60%
					100%

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados obtenidos, desde los criterios del componente de urbanismo evaluados para el Tramo 3, la alternativa 1, cuenta con el mayor porcentaje de preferencia.

9.5.6 Calificaciones por componente Ambiental

Tabla 9-33. Ponderación de criterios del componente ambiental, Tramo Juan Rey

Componente Ambiental	Afectación Arbolado urbano	Afectación zonas verdes	Cambios a las comunidades faunísticas	Generación de RCD	PESOS
Afectación Arbolado urbano	1	1/3	1	3	19%
Afectación zonas verdes	3	1	3	7	56%
Cambios a las comunidades faunísticas	1	1/3	1	3	19%
Generación de RCD	1/3	1/7	1/3	1	6%
SUMA	5,33	1,81	5,33	14,00	100%
CR(RADIO DE CONSISTENCIA)					0,09866445

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9-34. Resultados de la Evaluación de criterios del componente ambiental.

Alternativa	Afectación Arbolado urbano	Afectación zonas verdes	Cambios a las comunidades faunísticas	Generación de RCD	
1	15%	47%	82%	6%	
2	7%	47%	9%	27%	
3	79%	5%	9%	67%	
PONDERACIÓN	19%	56%	19%	6%	100%

Alternativa	Afectación Arbolado urbano	Afectación zonas verdes	Cambios a las comunidades faunísticas	Generación de RCD	PUNTUACIÓN
1	3%	27%	15%	0%	45%
2	1%	27%	2%	2%	31%
3	15%	3%	2%	4%	24%
					100%

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados obtenidos, desde los criterios del componente ambiental evaluados para el Tramo 3, la alternativa 1, cuenta con el mayor porcentaje de preferencia.

9.5.7 Calificaciones por componente Social

Tabla 9-35. Ponderación de criterios del componente social, Tramo Juan Rey

Componente Social	Desplazamiento involuntario por la compra de predios	Afluencia de población	Seguridad Ciudadana	PESOS
Desplazamiento involuntario por la compra de predios	1	5	7	78%
Afluencia de población	1/5	1	3	16%
Seguridad Ciudadana	1/7	1/3	1	6%
SUMA	1,34	6,33	11,00	100%

CR(RADIO DE CONSISTENCIA)	0,056740233
---------------------------	-------------

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9-36. Resultados de la Evaluación de criterios del componente Social.

Alternativa	Desplazamiento involuntario por la compra de predios	Afluencia de población	Seguridad Ciudadana	
1	5%	14%	6%	
2	29%	14%	67%	
3	66%	71%	27%	
PONDERACIÓN	78%	16%	6%	100%

Alternativa	Desplazamiento involuntario por la compra de predios	Afluencia de población	Seguridad Ciudadana	PUNTUACIÓN
1	4%	2%	0%	7%
2	23%	2%	4%	29%
3	51%	11%	2%	64%
				100%

Fuente: Elaboración propia

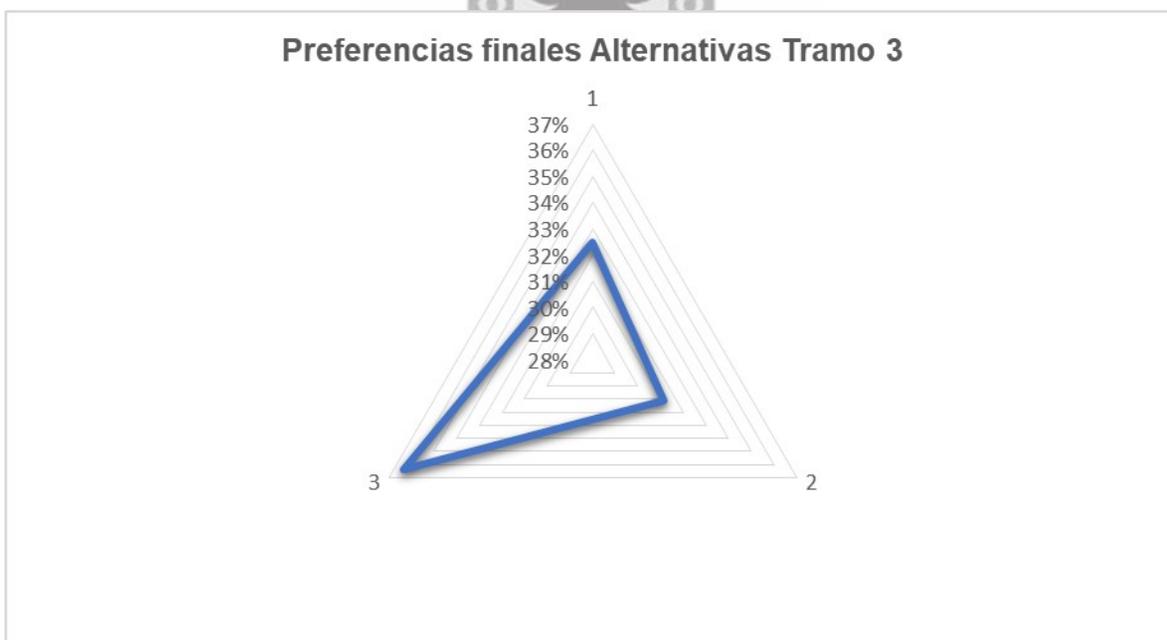
De acuerdo a los resultados obtenidos, desde los criterios del componente social evaluados para el Tramo 3, la alternativa 3, cuenta con el mayor porcentaje de preferencia.

9.6 PROPUESTA SELECCIONADA RAMAL A JUAN REY

Una vez calificado cada uno de los criterios por componente para el Tramo evaluado y posteriormente la asignación de la participación porcentual obtenida para los resultados obtenidos por componente, la alternativa seleccionada para el tramo 3 Ramal Juan Rey, resulta de la aquella que obtenga mayor preferencia para el tramo evaluado. Los resultados finales obtenidos se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 9-37. Ponderaciones por especialidad a evaluar en estación retorno Juan Rey

Alternativa	TRANSITO Y MOVILIDAD	PRESUPUESTO	SIST. TR. AEREO	EVALUACIÓN TÉCNICA	URBANISMO	AMBIENTAL	SOCIAL	PUNTUACIÓN
1	3%	1%	12%	11%	1%	4%	1%	32%
2	8%	7%	3%	5%	4%	3%	3%	33%
3	6%	8%	2%	1%	7%	2%	7%	34%
								100%



Fuente: Elaboración propia.

Alternativa seleccionada: 3

10 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Luego de adelantado el proceso de revisión e identificación de propuestas para la localización de la estación de retorno del Tronco Principal, de la Estación de Transferencia dentro del Portal 20 de Julio y la estación de retorno en el sector de Juan Rey. Así como la definición y ponderación de los criterios de evaluación, el Equipo de Especialistas concluye lo siguiente:

- Se debe mantener los resultados obtenidos en la Priorización de Corredores obtenido en la Etapa de Factibilidad; es decir, dar continuidad al desarrollo de los Estudios y Diseños de la línea de Cable que inicia en la Estación Portal 20 de Julio (Estación de Transferencia), continua hacia el Sector La Victoria (Estación Intermedia) y termina en la Estación de Retorno entre los sectores de Moralba y Altamira.
- Los criterios tenidos en cuenta para iniciar el estudio de posible localización del Ramal a Juan Rey, son suficientes para iniciar la definición de la localización de la Estación en dicho tramo,
- Con el objeto de mitigar la intervención en la Estación Portal 20 de Julio, se considera que resulta más ventajoso la construcción del Parking de Cabinas fuera de esta estación.
- Se considera que las tres (3) alternativas para la ubicación de la Estación de Transferencia (Patio Central, Costado Norte y Costado Sur de la Estación) con técnicamente viables y, por lo tanto, se evaluó para aprobación las tres (3) alternativas planteadas y con ella iniciar la formulación de la matriz multicriterio para la selección de la ubicación más conveniente de la Estación.
- De las tres (3) alternativas propuestas por esta Consultora para la ubicación de la Estación Retorno con técnicamente viables y, por lo tanto, se evalúa para aprobación las tres (3) alternativas planteadas y con ella iniciar la formulación de la matriz multicriterio para la selección de la ubicación más conveniente de la Estación.
- La ubicación de la Estación Intermedia se encuentra en un sector privilegiado y, por lo tanto, no requiere de reubicación alguna.
- Con la aprobación del estudio planteado, se podrán plantear los criterios para la evaluación técnica a través de la matriz multicriterio.
- El ejercicio de la evaluación socioeconómica, a través de la metodología de análisis costo beneficio social del proyecto “Cable aéreo en San Cristóbal, en Bogotá D.C, Tramo (Ramal) La Victoria – Juan Rey”, indica que se trata de una obra de infraestructura económica no rentable en términos sociales y económicos, ya que los

beneficios generados propiamente por ahorros en tiempos de traslado y ahorros en costos de traslado no son superiores a los costos necesarios para su ejecución, operación y mantenimiento a lo largo del horizonte de evaluación (34 años).

- El análisis de sensibilidad arrojó que para que el proyecto pueda considerarse conveniente, la inversión inicial (CAPEX) debe reducirse por lo menos 45%, sin embargo esto no garantiza su elegibilidad pues dado el costo de oportunidad de los recursos de 12% se lograría obtener un indicador que mostraría una conclusión de indiferencia en su ejecución, en el caso de que existieran proyectos con TIRE superior al 12%. En ese sentido, se debería buscar que el proyecto pueda alcanzar una reducción superior al 50% en el monto de inversión para que sea atractivo y además se encuentre en el momento óptimo de inversión.
- Es de aclarar que los anteriores análisis de resultados fueron estimados con base en los resultados de demanda del Contrato Interadministrativo no. 1457 de 2009, celebrado entre Transmilenio S.A. y la Secretaría Distrital de Movilidad, así como los estudios de actualización de demanda realizados en el 2013 y 2020 por la Secretaría Distrital de Movilidad, los cuales presentan una demanda para el año 2025 de 688 pasajeros en horario de máxima demanda y para el año 2055 de 979 pasajeros en horario de máxima demanda, por lo que resulta recomendable realizar un estudio de demanda con información primaria que permita valorar los estudios de demanda de la SDM y a su vez validar la viabilidad del proyecto.

11 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Fülöp, J. (2005, November). Introduction to decision making methods. In *BDEI-3 workshop, Washington* (pp. 1-15).
- Macharis, C., De Witte, A., & Ampe, J. (2009). The multi-actor, multi-criteria analysis methodology (MAMCA) for the evaluation of transport projects: Theory and practice. *Journal of Advanced transportation*, 43(2), 183-202.
- Medina, B. M., & García, M. R. (2016). Aplicación de métodos de decisión multicriterio discretos al análisis de alternativas en estudios informativos de infraestructuras de transporte. *Pensamiento matemático*, 6(2), 27-45.
- Roy, B. (1985). *Méthodologie multicritère d'aide à la décision* (No. BOOK). Economica.
- Sixto, R. Í. O. S. (1998). Algunos progresos y problemas en la Ciencia de la decisión. *Revista Matemática Complutense*, 11(1).
- Baumol, W. J. (1951). The Neumann-Morgenstern Utility Index--An Ordinalist View. *Journal of Political economy*, 59(1), 61-66.