

 <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>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

CONSORCIO CS

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. - INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO

CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 1630 DE 2020

OBJETO:

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

**FASE 2 FACTIBILIDAD: ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE TRAZADO
ACTUALIZACIÓN DE LA DEMANDA DEL PROYECTO**

ESTUDIO DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE

BOGOTÁ D.C., MARZO 2021

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

INDICE DE MODIFICACIONES

Índice de Revisión	Concepto	Fecha de Modificación	Observaciones
1	Versión 1	29/03/2021	Avance del documento con estimaciones de demanda.
2	Versión 2	31/03/2021	Atención de observaciones de la Interventoría.

REVISION Y APROBACION

Contrato de Consultora N°: 1630 DE 2020
Título del documento: Estimación de demanda del Proyecto
Fecha: 31 de marzo de 2021

Responsable interno:	Nombre – cargo:
Por Elaboración:	EQUIPO DE ESPECIALISTAS - Componente tránsito y transporte
Por Revisión:	ING. JUAN GUILLERMO RUIZ FONSECA – Especialista tránsito y transporte
Por Aprobación	ING. MARIO ERNESTO VACCA GÁMEZ – Director

CONTROL DE REVISIÓN Y DISTRIBUCIÓN

DEPENDENCIA	PARA ENTREGAR A:	No. COPIAS
ARDANUY	ING. Oscar Andrés Rico Director de Interventoría	1 VOLUMEN MAGNÉTICO
INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO	ING. Martha Caldas Gerente Proyecto	1 VOLUMEN MAGNÉTICO

CONTENIDO

1	INTRODUCCION	6
2	OBJETIVOS Y ALCANCE	8
2.1	OBJETIVO GENERAL	8
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
2.3	ALCANCE	8
3	DEMANDA POTENCIAL DEL PROYECTO	11
3.1	METODOLOGÍA PARA LA ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA POTENCIAL.....	12
3.2	RESULTADOS ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA POTENCIAL	31
4	DEMANDA CAPTADA DEL PROYECTO.....	35
4.1	METODOLOGÍA PARA LA ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA CAPTADA	36
4.2	RESULTADOS ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA CAPTADA	47
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	50
6	REFERENCIAS	54

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Metodología estimación demanda potencial.....	11
Figura 2. Zonas de influencia por estaciones del Cable San Cristóbal	14
Figura 3. ZAT dentro de cada zona de influencia por estación	15
Figura 4. Viajes en HMD entre ZI estación retorno a ZI Portal 20 de Julio.....	21
Figura 5. Viajes en HMD entre ZI estación La Victoria y ZI Portal 20 de Julio	22
Figura 6. Viajes en HMD entre ZI La Victoria y ZI estación de retorno Tronco Principal ...	23
Figura 7. Viajes en HMD entre ZI estación Juan Rey y ZI Portal 20 de Julio	24
Figura 8. Viajes en HMD entre ZI estación Juan Rey y ZI estación La Victoria.....	25
Figura 9. Viajes en HMD entre ZI estación Juan Rey y ZI estación de retorno	26
Figura 10. ZAT externas que atraen y generan viajes a las zonas de las estaciones	27
Figura 11. Viajes en HMD entre ZI estación retorno y resto de Bogotá	28
Figura 12. Viajes en HMD entre ZI estación La Victoria y resto de Bogotá.....	29
Figura 13. Viajes en HMD entre ZI estación Juan Rey y resto de Bogotá.....	30
Figura 14. Demanda potencial en la HMD para el año 2019	32
Figura 15. Demanda potencial Cable San Cristóbal año 2055	34
Figura 16. Metodología aplicada para la estimación de la demanda captada.....	36
Figura 17. Accede al Portal en troncal – Alimentador – ZI estación de retorno.....	38
Figura 18. Accede al Portal caminando – Alimentador – ZI estación de retorno	39
Figura 19. Accede al Portal en troncal – Cable – ZI estación de retorno	39
Figura 20. Accede al Portal caminando – Cable – ZI estación de retorno.....	39
Figura 21. Caminata hacia la ZI o saliendo del portal para tomar TPCU hasta la ZI	40
Figura 22. Directo en TPCU hasta la ZI.....	40
Figura 23. Caminata directa o tomar alimentador o cable hasta el portal 20 de Julio	40
Figura 24. TPCU directo o hacer transbordo en portal para servicio troncal	41
Figura 25. Alternativa en Transporte Informal.....	41
Figura 26. Demanda captada en la HMD para el año 2019.....	48
Figura 27. Demanda captada Cable San Cristóbal año 2055.....	49

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Proporción de ZAT contenida en cada área de influencia.....	16
Tabla 2. ZAT tomadas en cuenta en cada área de influencia	17
Tabla 3. Viajes potenciales del Sistema HMD por par OD para el año 2019	31
Tabla 4. Viajes en transporte público por ZAT para diferentes matrices OD.....	32
Tabla 5. Utilidad para viajes desde la ZI de cada estación hasta Portal 20 de Julio	43
Tabla 6. Tasas de captación estación de retorno tronco principal viajes internos.....	47
Tabla 7. Tasas de captación estación de retorno tronco principal viajes externos.....	47
Tabla 8. Tasas de captación estación de retorno Juan Rey viajes internos.....	47
Tabla 9. Tasas de captación estación de retorno Juan Rey viajes externos	47
Tabla 10. Viajes captados del Sistema HMD por par OD para el año 2019.....	48
Tabla 11. Comparación resultados demanda por tramo en HMD en ambos sentidos.....	50

1 INTRODUCCION

En el marco del CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 1630 DE 2020 del 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 BOGOTÁ D.C.” el CONSORCIO CS se permite entregar a la INTERVENTORÍA el presente documento que contiene el Estudio de Demanda del Proyecto, desde la Especialidad de Tránsito y Transporte.

De acuerdo con los términos de referencia del Contrato, el objetivo de esta fase es revisar, actualizar, ajustar y complementar el trazado definido en el estudio de factibilidad del Proyecto, 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.

En lo que respecta al Estudio de Tránsito y Transporte, el Anexo Técnico señala que el Contratista deberá desarrollar 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, señalando que, entre los criterios de puntuación, se puede considerar la demanda o capacidad requerida del Sistema como uno de los aspectos cuantitativos que servirán como herramienta comparativa para definir como mejor alternativa la que obtenga la puntuación más alta.

En este sentido, el presente documento contiene los resultados obtenidos por el Consultor, siguiendo la metodología que aquí se describe, de la estimación propia realizada de la demanda potencial y la demanda captada para el Cable San Cristóbal, en comparación con los resultados obtenidos por la Secretaria Distrital de Movilidad de Bogotá en el estudio de actualización del año 2020. Por lo anterior, se resalta que la demanda captada es uno de los criterios que serán utilizados por el Consultor para el proceso de selección de alternativas de localización de la estación de retorno del tronco principal, de la estación intermedia en el sector de La Victoria y de la estación de retorno para el ramal a Juan Rey y, por lo tanto, el resultado que se obtenga del proceso de estimación se convertirá en uno de los subcriterios a utilizar para el análisis de alternativas y la posterior selección del trazado final a diseñar para el cable San Cristóbal.

Dada la preponderancia de la estimación de la demanda del Proyecto, como variable de análisis para la selección del trazado definitivo del Cable de San Cristóbal, así como insumo para el desarrollo de los diseños de detalle de las demás especialidades, el Consultor genera el presente avance del producto ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE TRAZADO, desde la Especialidad de Tránsito y Transporte, para la respectiva socialización y aprobación de la metodología y resultados por parte de la INTERVENTORÍA, con el fin de

 <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>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

determinar los valores definitivos para el desarrollo de las diferentes fases del estudio contratado.

De acuerdo con lo anterior, la estructura del documento es la siguiente:

- La primera parte, corresponde a la presente introducción.
- En segunda instancia, se definen los objetivos y alcance del documento.
- En tercer lugar, se presenta la metodología aplicada para la estimación de la demanda potencial y el resultado obtenido por el Consultor.
- En cuarto lugar, se presenta la metodología aplicada para la estimación de la demanda captada por el Proyecto y el resultado obtenido por el Consultor.
- En la quinta parte, se presentan las conclusiones obtenidas del proceso de estimación de demanda potencial y captada, así como las recomendaciones que desde la consultoría se considera deben ser tenidas en cuenta para el desarrollo del Proyecto.
- Finalmente, se presentan las referencias de la documentación consultada para el desarrollo del presente avance.

2 OBJETIVOS Y ALCANCE

2.1 OBJETIVO GENERAL

Estimar la demanda, potencial y captada, para el Sistema de Cable Aéreo de San Cristóbal, y cada uno de los tramos que lo componen, durante la hora de mayor demanda con horizonte de planeación al año 2055.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer la metodología de estimación de demanda potencial del Proyecto.
- Establecer la metodología de estimación de demanda captada del Proyecto.
- Estimar la demanda captada por el Cable San Cristóbal.
- Comparar los valores de demanda estimados con los valores obtenidos en el estudio de actualización de demanda del 2020 de la Secretaría Distrital de Movilidad de Bogotá.
- Concluir acerca del proceso de estimación de demanda y los resultados recomendados para el desarrollo de las demás fases del Estudio.

2.3 ALCANCE

El presente Informe Técnico, corresponde a la estimación de la demanda potencial y captada para el Sistema de Cable Aéreo de San Cristóbal realizada por el Consultor. El valor de la demanda, es uno de los criterios que serán utilizados en el proceso de selección de alternativas dentro del desarrollo de la FASE 2: FACTIBILIDAD del estudio. Su estimación se hace a partir de información secundaria, como es la información recopilada de los estudios de factibilidad del año 2012, los estudios de actualización de demanda realizados en los años 2009 por Transmilenio, en el 2012 por la Secretaría Distrital de Movilidad y la última actualización disponible del año 2020, realizada por la Secretaría Distrital de Movilidad de Bogotá. Adicionalmente, se utilizan como insumo principal los resultados de la encuesta de origen destino de hogares del 2019 y los análisis del modelo de cuatro etapas de la ciudad de Bogotá del 2019 de la SDM, recolectados por el Consultor durante el desarrollo de la FASE 1: ANÁLISIS DE INFORMACIÓN SECUNDARIA.

La estimación de la demanda potencial y captada constituye un elemento fundamental para la selección adecuada de las alternativas de localización de las diferentes estaciones del sistema, de ahí la importancia de tener la estimación clara y precisa entre todas las partes involucradas.

Con el fin anterior, este documento compendia la metodología y el resultado del proceso de estimación de la demanda potencial y captada para el Cable San Cristóbal. Adicionalmente, se hace una comparación contra los resultados obtenidos en el estudio de actualización de demanda realizado por la Secretaría de Movilidad en el año 2020 y se concluye respecto a los hallazgos encontrados.

Los datos presentados corresponden al valor estimado, tanto de demanda potencial como captada, en términos de pasajeros para la hora de mayor preferencia del Sistema, es decir el periodo de más alta utilización del transporte público en la zona de análisis, la cual, de acuerdo con los resultados de la Encuesta Origen-Destino de Hogares (EODH) de la SDM del año 2019, se presenta entre las 5:45 a 6:45 a.m., con proyección al año de inicio del proyecto (2025) y un horizonte de planeación de 30 años (2055).

La demanda potencial debe ser entendida como aquella cantidad de usuarios del sistema que se prevé pudieran hacer uso del Proyecto en una unidad de tiempo determinada (generalmente la hora de mayor congestión) si todo aquel al que le es útil decidiera emplearlo para la satisfacción de sus viajes. Sin embargo, en la práctica se ha demostrado, que, debido a la libertad y variedad de las decisiones de los usuarios, no toda la demanda potencial de un proyecto resulta siendo la que en verdad haga uso del mismo, por tanto, este valor debe ser acotado a una cantidad que corresponda de manera más adecuada con la realidad operativa del Sistema, puesto que, de no hacerlo, la infraestructura quedaría sobredimensionada, sobretodo en un estudio a nivel de detalle como el actual. En línea con lo anterior, el Consultor ha identificado que los estudios de demanda previos del sistema, incluyendo el de actualización de la SDM del año 2020, corresponden a valores de potencialidad, considerando la necesidad de aumentar el detalle de las estimaciones hasta encontrar el valor real de captación del Proyecto, como se presenta en este documento.

La demanda del Cable constituye un valor fundamental para la selección de la mejor alternativa de trazado del Proyecto, así como es un insumo indispensable para las demás áreas y especialidades en su fase de diseño; de ahí que deba ser definida y acordada entre las partes desde instancias tempranas del Estudio, razón por la cual el Consultor pone a consideración de la INTERVENTORÍA la presente metodología y resultados para su respectiva validación y aprobación.

Finalmente, se destaca que los valores acá presentados corresponden a un dato estimado de demanda para la localización de las estaciones del tronco principal (intermedia en el sector de La Victoria y de retorno en Altamira) analizadas en el estudio de factibilidad, así como a una zona representativa para la localización de la futura estación de retorno del

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

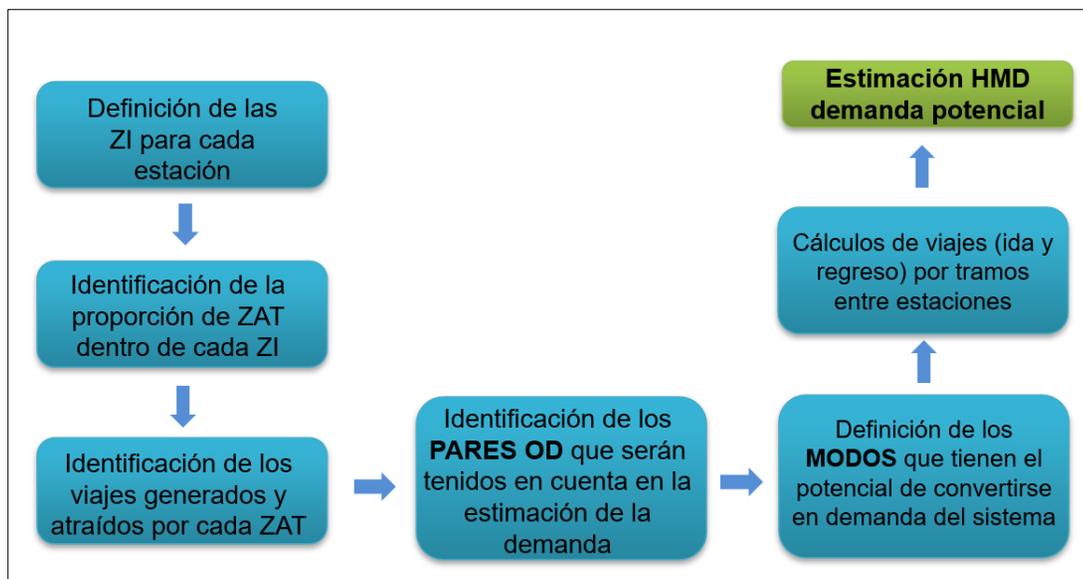
ramal a Juan Rey. Una vez se definan las alternativas de mayor favorabilidad, sobre las cuales se adelantará el estudio de análisis multicriterio, estos valores se estimarán de manera más específica para cada una de las localizaciones determinadas y harán parte de los subcriterio del componente de tránsito y transporte con una ponderación alta (entre 40 a 60%) dada su trascendencia para el Proyecto.

3 DEMANDA POTENCIAL DEL PROYECTO

La estimación de la demanda potencial del Sistema Cable San Cristóbal corresponde a la determinación del número de viajes atraídos y generados por cada una de las estaciones que harán parte del sistema 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. En este análisis de demanda se usó como fuente principal de información los datos de la Encuesta Origen-Destino de Hogares 2019 (EODH).

Inicialmente, se hizo un análisis estableciendo una zona de influencia alrededor de cada estación definida por una distancia de caminata de 500 metros. Posteriormente, se analizaron las ZAT que quedaban dentro de cada zona de influencia y se concluyó acerca de si, dadas las condiciones de topografía y barreras naturales de dichas ZAT, tendrían el potencial de ser cubiertas en su totalidad por el servicio de cable. En la siguiente figura, se resumen los pasos llevados a cabo para la obtención de la demanda potencial.

Figura 1. Metodología estimación demanda potencial



Fuente: Elaboración Propia, 2021.

Al final del capítulo, se presentan los resultados obtenidos por el Consultor teniendo en cuenta una serie de consideraciones especiales de operación de la zona y la alimentación del sistema, que permitieron definir las cifras de demanda potencial para el Cable. Sin embargo, estos valores deben ser debidamente entendidos a partir de las conclusiones y recomendaciones que presenta el Consultor en el capítulo final de este informe.

3.1 METODOLOGÍA PARA LA ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA POTENCIAL

Como se mencionó anteriormente, la metodología definió inicialmente una zona de influencia asociada a una distancia de caminata de 500 metros alrededor de cada estación, teniendo en cuenta en dicho cálculo la red de infraestructura vial de la localidad de San Cristobal y la pendiente de cada tramo vial. Posteriormente, se identificó la proporción de área de las ZAT que estaban dentro de cada área de influencia y dicha proporción se le aplicó al número de viajes de cada ZAT con el fin de estimar los viajes que se generan o atraen por cada área de influencia alrededor de las futuras estaciones del Proyecto.

Sin embargo, 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.

Existen limitaciones de tipo orográfico e hidrográfico que hacen imposible la conexión de trayectos peatonales dentro de un mismo ZAT. Por ejemplo, los cuerpos de agua y los desniveles excepcionales del terreno hacen que sea difícil asignar una cobertura de 500 metros de forma plana en la zona alrededor de las estaciones del Cable. Esto sucede en varias ocasiones en la zona de estudio e incluso puede generar contextos en los cuales sea más conveniente para un usuario caminar más de 500 metros hacia una estación que se ubica más lejana de su punto de partida pero por donde el camino es más accesible. En muchas ocasiones, se presentan zonas que no están plenamente urbanizadas, lo cual incide de manera directa en el cálculo de las áreas geográficas de cobertura.

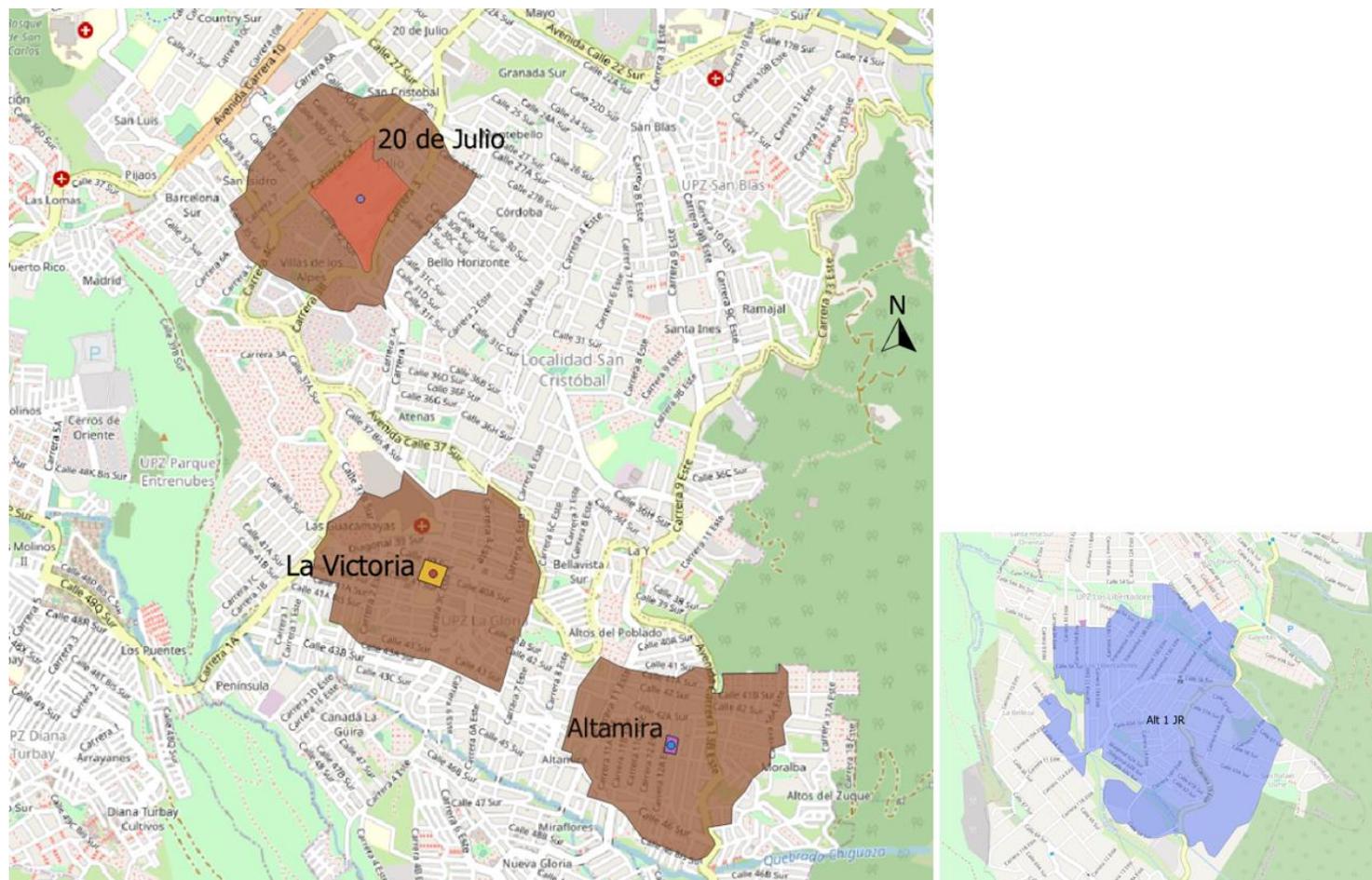
Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, se estableció como criterio de partida para la definición de la zona de influencia alrededor de cada estación tomar una distancia de caminata de 500 mts teniendo en cuenta las pendientes de las vías por donde camiarían los usuarios y las barreras naturales presentes en la zona, por esta razón las zonas de influencia inicialmente obtenidas alrededor de cada estación tienen formas irregulares que se adaptan a las pendientes de la zona y a los accidentes geográficos presentes.

A partir de las curvas de nivel de la zona de estudio, se generó un modelo digital del terreno, con este modelo se extrajeron los vértices de la malla vial del sector y se asignaron las cotas a cada uno de los puntos. Teniendo la altura de los vértices, se unieron a los segmentos viales a través de los atributos y se calculó la pendiente de cada uno de los tramos. Con la pendiente promedio para cada uno de los segmentos viales, se calculó la distancia real recorrida por los peatones.

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

Adicionalmente, teniendo en cuenta que algunas de las trayectorias de caminata se interrumpían debido a las barreras físicas del entorno, para construir cada zona de influencia se definieron varios puntos de destino que serían alcanzados desde cada estación del cable y se trazó la trayectoria para llegar a esos puntos siguiendo la malla vial existente y tomando en cuenta las pendientes previamente calculadas. Posteriormente, cada uno de esos puntos de destino se unieron y así se obtuvo cada una de las zonas de influencia alrededor de cada estación con las formas irregulares que se muestran en la Figura 2. Este procedimiento se aplicó para la estación de retorno del tronco principal y del ramal a Juan Rey, así como para la estación intermedia en el sector de La Victoria y para la estación de transferencia en el Portal 20 de Julio.

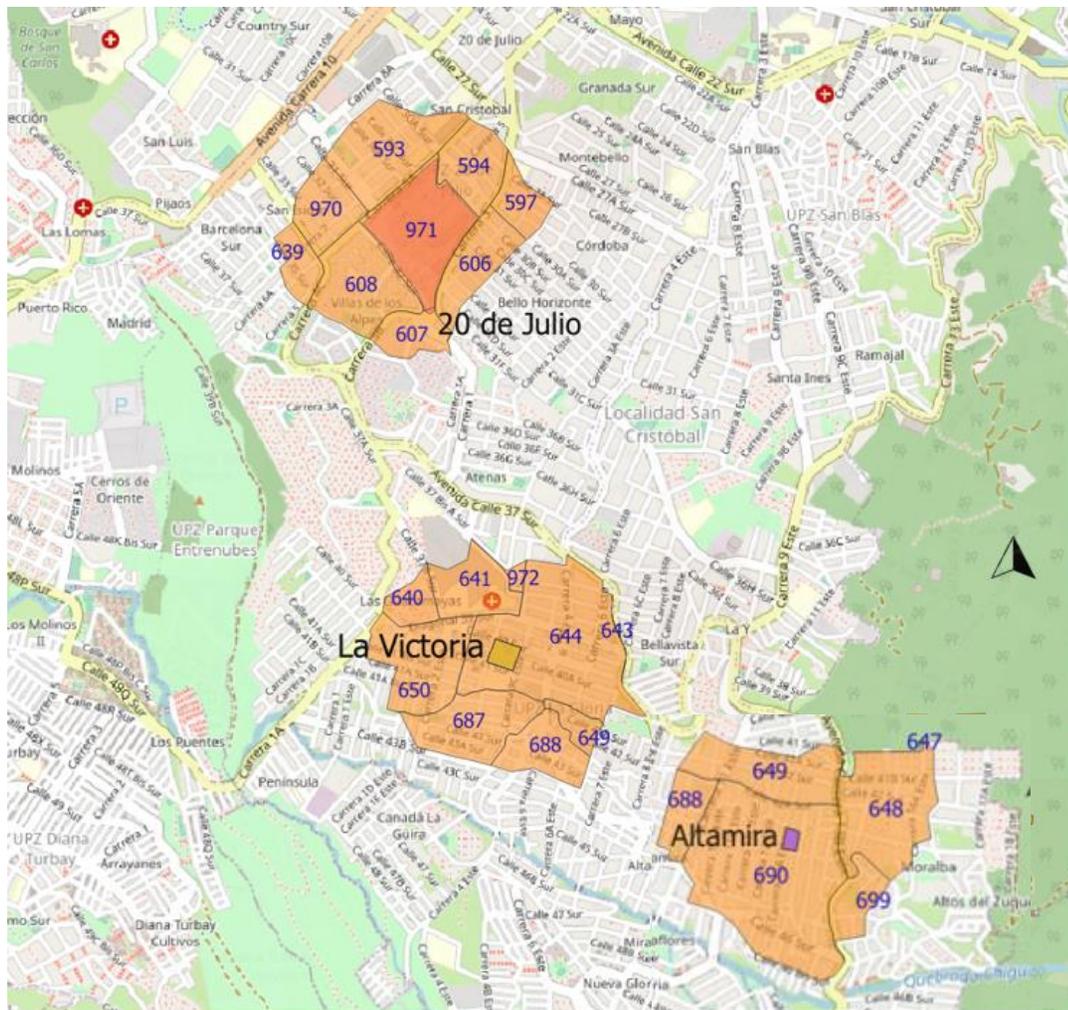
Figura 2. Zonas de influencia por estaciones del Cable San Cristóbal



Fuente: Elaboración Propia, 2021.

Una vez definida las áreas de influencia por estación, se identificaron las ZAT que conformaban cada una de estas zonas. En la Figura 3 se muestran las fracciones de ZAT que se encuentran dentro de las zonas de influencia de cada estación para cada alternativa de localización de la estación de retorno. Posteriormente, se calculó qué proporción de cada ZAT pertenecía a cada zona de influencia, con el fin de usar dicha información en el cálculo de los viajes diarios totales generados y atraídos. En la Tabla 1, se muestran las proporciones de área por ZAT resultantes dentro de cada zona de influencia.

Figura 3. ZAT dentro de cada zona de influencia por estación



Fuente: Elaboración Propia, 2021.

Tabla 1. Proporción de ZAT contenida en cada área de influencia

ESTACIÓN	ZAT	ÁREA TOTAL (m ²)	ÁREA EN ZONA DE INFLUENCIA (m ²)	% Área
ESTACIÓN RETORNO TRONCO PRINCIPAL	648	231.7	112.6	48.6%
	649	282.8	76.9	27.2%
	688	341.3	34.5	10.1%
	690	361.1	218.5	60.5%
	699	206	34.0	16.5%
ESTACIÓN LA VICTORIA	640	362.8	27.2	7.5%
	641	98.5	59.9	60.8%
	643	375.6	177.7	47.3%
	644	644	519.1	80.6%
	649	282.8	18.4	6.5%
	650	412.0	97.2	23.6%
	687	203.2	85.6	42.1%
	688	341.3	52.9	15.5%
	972	91.2	5.9	6.5%
ESTACIÓN JAUN REY	691	376719.0	63288.8	16.8%
	692	438656.0	361013.9	82.3%
	693	890313.0	78347.5	8.8%
	696	490242.0	190704.1	38.9%

Fuente: Elaboración Propia, 2021.

Sin embargo, una vez establecida el área de influencia bajo el criterio de los 500 mts 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%. Para hacer dicha definición de cobertura se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones:

- Dado que existen muchas zonas urbanas y densificadas por fuera de la cobertura de las estaciones que no tienen otra opción para transportarse, y que, por ende, estarán dispuestos a caminar más de 500 metros para llegar a la estación, se puede considerar un radio de acción más amplio para el modo caminata.
- Se considera la posible implementación de sistemas de alimentación adicionales, formales y no formales, que contribuirán a aumentar el número de pasajeros potenciales que podrán acceder al Sistema. Para este fin, se hizo un análisis

desagregado para cada una de las ZAT que pertenecían a las zonas de influencia de cada estación que fueron determinadas con el criterio de los 500 mts de caminata. En dicho análisis desagregado se revisó para cada ZAT las condiciones de topografía y las barreras naturales existentes y se identificaron aquellas que debido a dichas condiciones generan que sus habitantes sean cautivos principalmente del modo transporte público o caminata, provocando que el área a tener en cuenta para el análisis de los viajes aumentara, llegando en algunos casos a ser del 100% de cobertura. Asimismo, para aquellas ZAT que no presentaban condiciones desfavorables debido a las barreras naturales, se determinó una zona de influencia indirecta de hasta 850 mts alrededor de cada estación, donde se puede abarcar más área dentro de dichas ZAT debido a que se consideran algunas medidas de alto impacto para llevar a que más usuarios usen el Cable, a partir del acercamiento en rutas alimentadoras y del SITP zonal y provisional. Estas consideraciones provocan que la Tabla 1 mostrada anteriormente cambie debido a que las proporciones de área consideradas varían y se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. ZAT tomadas en cuenta en cada área de influencia

ESTACIÓN	ZAT	ÁREA TOTAL (m ²)	ÁREA EN ZONA DE INFLUENCIA (m ²)	% Área
ESTACIÓN RETORNO TRONCO PRINCIPAL	648	231.7	231.7	100.0%
	649	282.8	154.4	54.6%
	688	341.3	198.3	58.1%
	690	361.1	361.1	100.0%
	699	206	206.0	100.0%
ESTACIÓN LA VICTORIA	640	362.8	128.4	35.4%
	641	98.5	98.5	100.0%
	643	375.6	290.7	77.4%
	644	644	644.0	100.0%
	649	282.8	128.4	45.4%
	650	412.0	206.0	50.0%
	687	203.2	101.6	50.0%
	688	341.3	143.0	41.9%
	972	91.2	45.6	50.0%
ESTACIÓN JAUN REY	691	376719.0	376719.0	100.0%
	692	438656.0	438656.0	100.0%
	693	890313.0	556445.6	62.5%
	696	490242.0	490242.0	100.0%

Fuente: Elaboración Propia, 2021.

	<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 igual manera, se considera la disminución del número de rutas de TPCU y alimentación, disponibles en la zona, aumento de la frecuencia de las rutas existentes, modificación en recorridos existentes, todo esto con la finalidad de que más habitantes, que no se encuentren dentro de las zonas de influencia de 500 mts, puedan acceder a las estaciones y no necesariamente lo hagan solo caminando.

Una vez definida la proporción de ZAT, se aplicó dicho porcentaje para determinar el número de viajes generados y atraídos por cada una de ellas. Al número de viajes por ZAT se le multiplicó por el porcentaje definido previamente y así se obtuvo el número de viajes del área de influencia que luego fueron desagregados, según los siguientes pares OD:

- Zona de Influencia (ZI) estación de retorno del tronco principal hasta la ZI de influencia de la estación intermedia La Victoria.
- ZI estación de retorno del tronco principal hasta la ZI de influencia del Portal 20 de Julio.
- ZI estación intermedia La Victoria hasta la ZI del Portal 20 de Julio.
- ZI de la estación de retorno del tronco principal hasta otras ZAT de Bogotá que no se encontraban dentro de la zona de influencia de cada estación
- ZI de la estación intermedia La Victoria hasta otras ZAT de Bogotá que no se encontraban dentro de la zona de influencia de cada estación.
- ZI estación retorno del tronco principal desde y hasta la estación en Juan Rey.
- ZI estación Juan Rey desde y hasta ZI de la estación en el Portal 20 de Julio.
- ZI estación Juan Rey desde y hasta la ZI estación intermedia La Victoria.
- ZI de la estación en Juan Rey desde y hasta otras ZAT de Bogotá que no se encontraban dentro de la zona de influencia de cada estación.

Posteriormente, se seleccionaron para el análisis los viajes que tenían el potencial de convertirse en viajes generados y atraídos por el sistema cable. En dicha selección se tomó en cuenta la información de los pares OD mencionados anteriormente y se obtuvieron los siguientes modos:

- A pie.
- SITP zonal.
- SITP provisional.
- Alimentador.
- Transporte público individual.
- Transporte Informal.
- Transmilenio.

Para los modos automóvil, moto y transporte escolar se estimaron unas tasas de captación aplicando la metodología que se presenta más adelante en este documento, esto teniendo en cuenta que una de las finalidades de la implementación de este tipo de sistemas es provocar un cambio modal en aquellos usuarios que usan el transporte privado y que

peuden ver en el cable una opción mucho más rápida y económica, especialmente para los viajes entre estaciones.

En comparación con el estudio de demanda realizado en el año 2013 por la Secretaría Distrital de Movilidad, en dicho estudio solo se tuvieron en cuenta los viajes en el SITP y en alimentador. Dicho supuesto resulta limitado, ya que una vez revisados los datos de la EODH de 2019 se encontró que existen viajes en otros modos (a pie, transporte informal, transporte público individual) que son susceptibles de cambiar al modo cable, de ahí que se haya decidido incluir dentro del proceso de estimación de demanda a dichos viajes.

Por otro lado, en comparación con el estudio de actualización de demanda realizado en el 2020 por la Secretaria Distirtal de Movilidad, en dicho análisis de demanda potencial, al igual que en el estudio de consultoría actual, se tuvieron en cuenta los viajes en modo Transmilenio. Sin embargo, en el estudio actual de consultoría dichos viajes fueron filtrados previamente para identificar aquellos viajes que realmente se originaban o eran atraídos dentro de la zona de influencia de cada estación y que sí tenían todo el potencial de ser absorbidos po el sistema cable. Dicha decisión se tomó ya que se asumió que estos viajes en Transmilenio tenían una etapa en alimentador y luego ya dentro del portal los usuarios toman la ruta troncal o los usuarios llegan al Portal 20 de Julio en una ruta troncal y toman un alimentador para llegar a su destino dentro de la zona de influencia de las estaciones, por lo cual, cuando el cable entre en funcionamiento, la etapa de alimentación podrán hacerla en el futuro Cable.

Por lo tanto, para la estimación de demanda del Cable San Cristóbal para cada alternativa, se tomó como **demanda potencial** los siguientes viajes:

- Los viajes (ida y regreso) realizados en alimentador entre cada una de las ZI de cada estación.
- Los viajes (ida y regreso) realizados en SITP zonal y provisional entre cada una de las ZI de cada estación. Se decide incluir dichos viajes ya que una posible razón por la cual en la actualidad los habitantes del sector usan este modo en vez del alimentador puede deberse a que los alimentadores no tienen una buena cobertura o su intervalo es muy grande, aumentando el tiempo de espera de los usuarios por lo cual optan por usar el SITP, situación que cambiaría positivamente con la entrada en operación del sistema cable.
- Los viajes (ida y regreso) realizados en transporte público individual entre cada una de las ZI de cada estación.
- Los viajes realizados en Transmilenio desde la ZI de la estación de retorno y Juan Rey hasta los diferentes sectores de Bogotá.
- Los viajes realizados en Transmilenio desde los diferentes sectores de Bogotá hasta la ZI de la estación de retorno.
- Los viajes directos a pie desde la ZI de la estación de retorno hasta la ZI del portal 20 de Julio.
- Los viajes directos a pie desde la ZI del portal 20 de Julio hasta la ZI de la estación de retorno y Juan Rey.

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

- Los viajes en transporte público y a pie realizados entre la estación de retorno y la estación de Juan Rey.
- Los viajes realizados en SITP provisional y Zonal que no iban a la ZI del portal 20 de Julio pero que estaba en una zona alcanzable en modo caminata de hasta 850 metros.
- Los viajes en transporte informal realizados entre las zonas de influencia de cada estación del cable

Con base en la información de la EODH – 2019 se determinó como la hora de máxima demanda (HMD) para la zona de estudio de 5:45 am – 6:45 am. En las Figura 4 a Figura 9 se muestran los viajes internos entre zonas de influencia generados y atraídos en la hora de máxima demanda entre cada par OD analizado. De igual manera, en la Figura 10 se muestra cuales zonas diferentes a las ZAT de las zonas de influencia que atraen y generan viajes a las estaciones del cable, estos viajes fueron denominados como viajes externos hacia y desde las otras ZAT de Bogotá. En las Figura 11 a Figura 13 se muestra el número de viajes horarios y la partición modal entre las zonas externas y las zonas de influencia.

Figura 4. Viajes en HMD entre ZI estación retorno a ZI Portal 20 de Julio

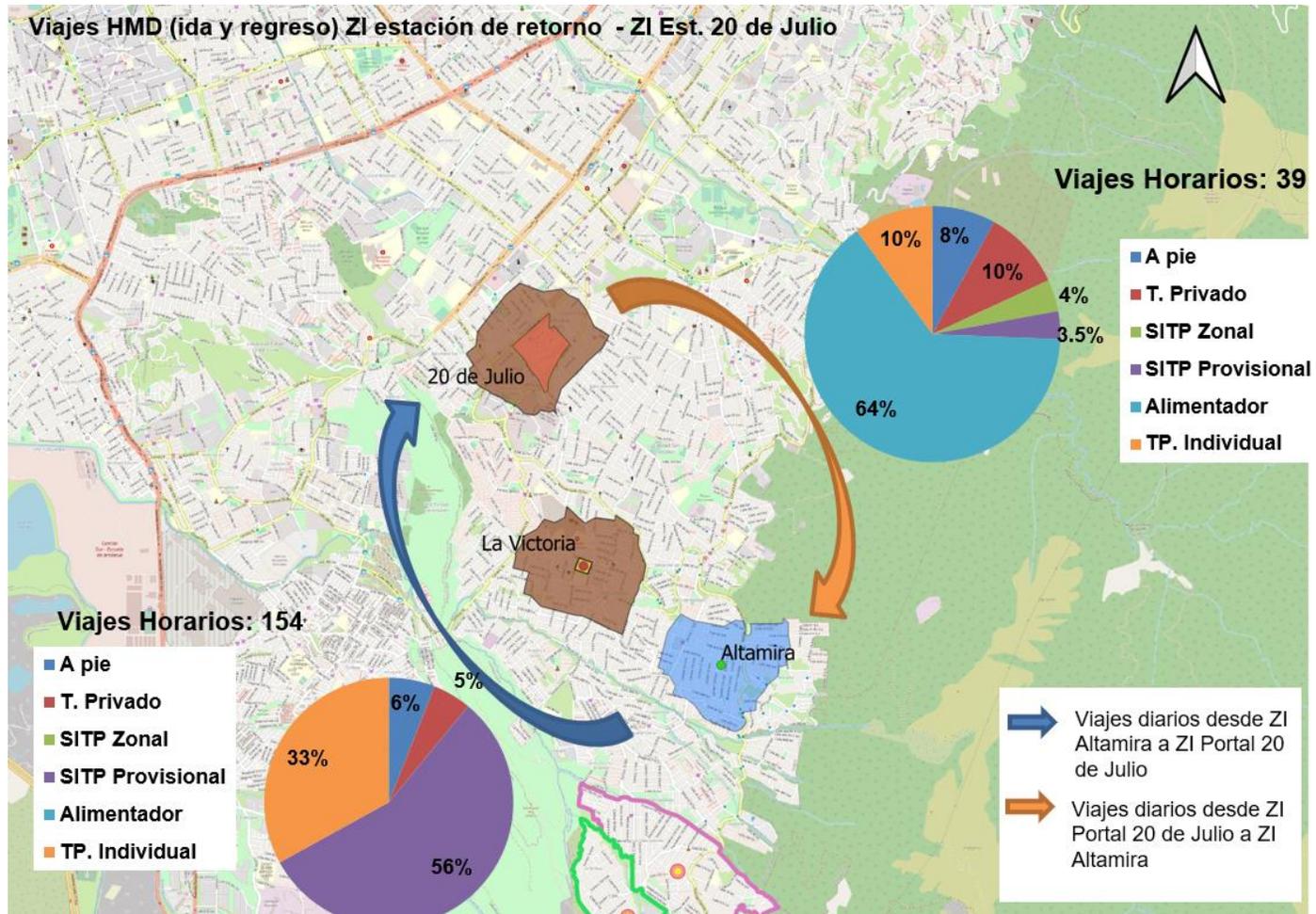


Figura 5. Viajes en HMD entre ZI estación La Victoria y ZI Portal 20 de Julio

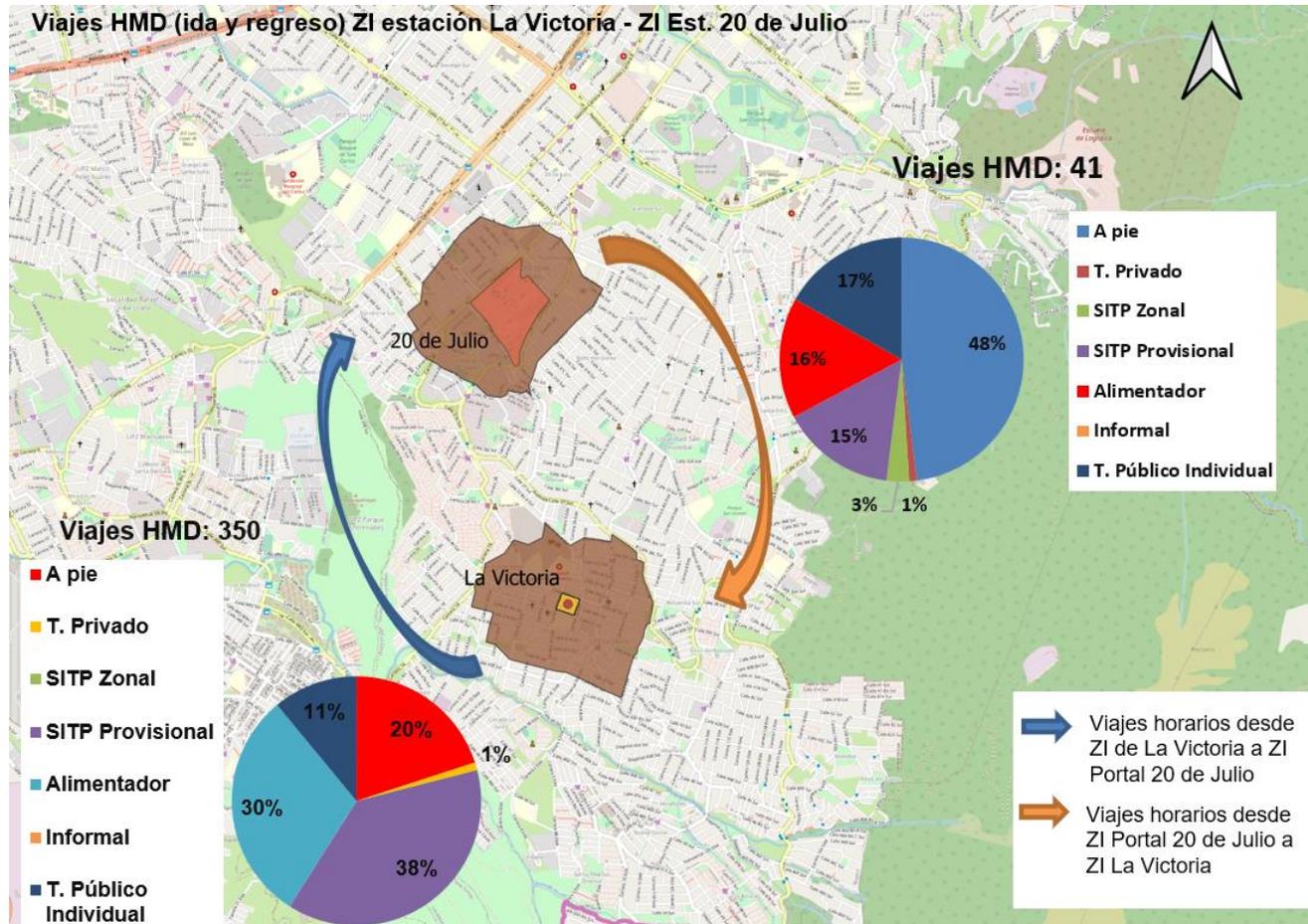


Figura 6. Viajes en HMD entre ZI La Victoria y ZI estación de retorno Tronco Principal

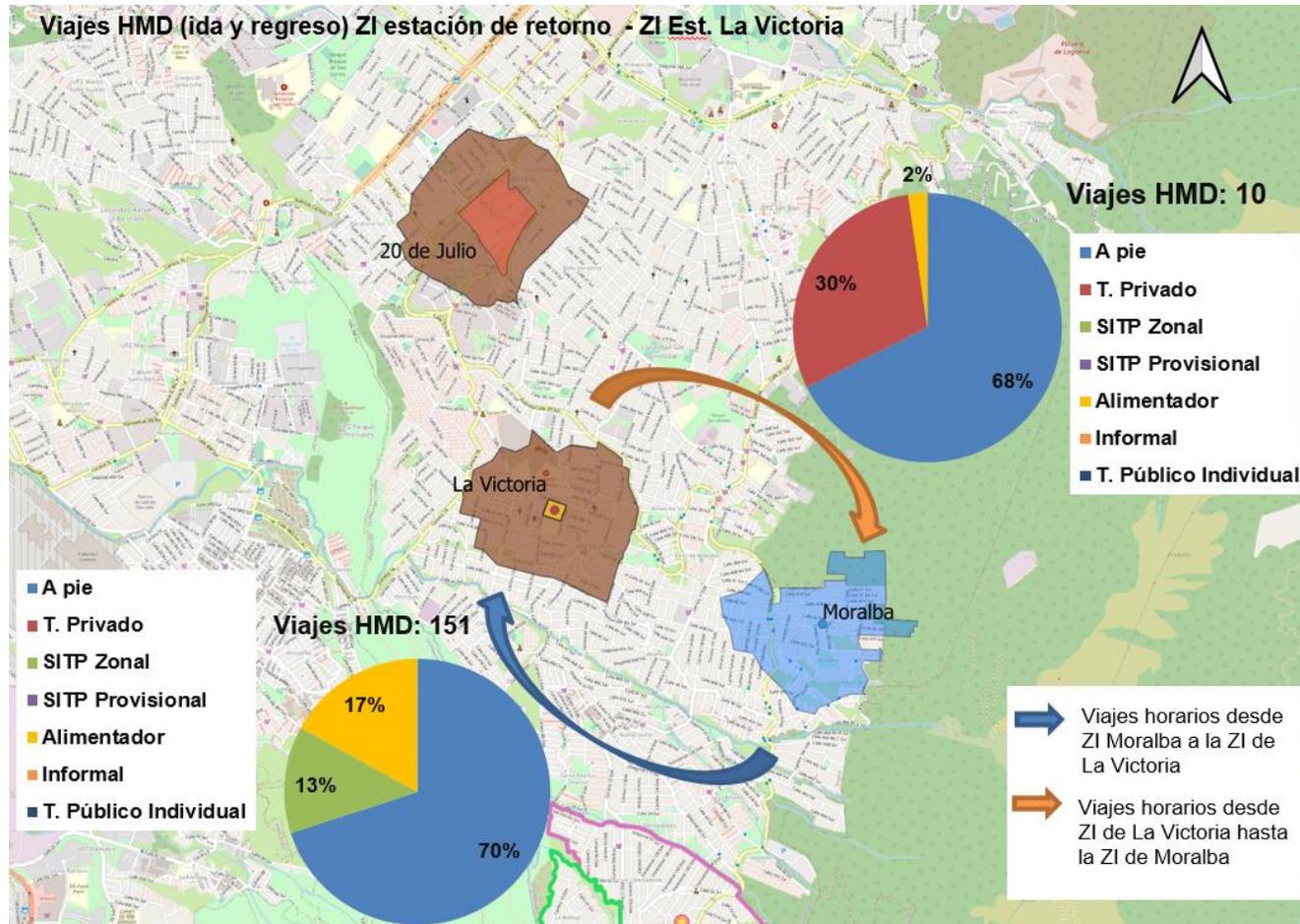


Figura 7. Viajes en HMD entre ZI estación Juan Rey y ZI Portal 20 de Julio

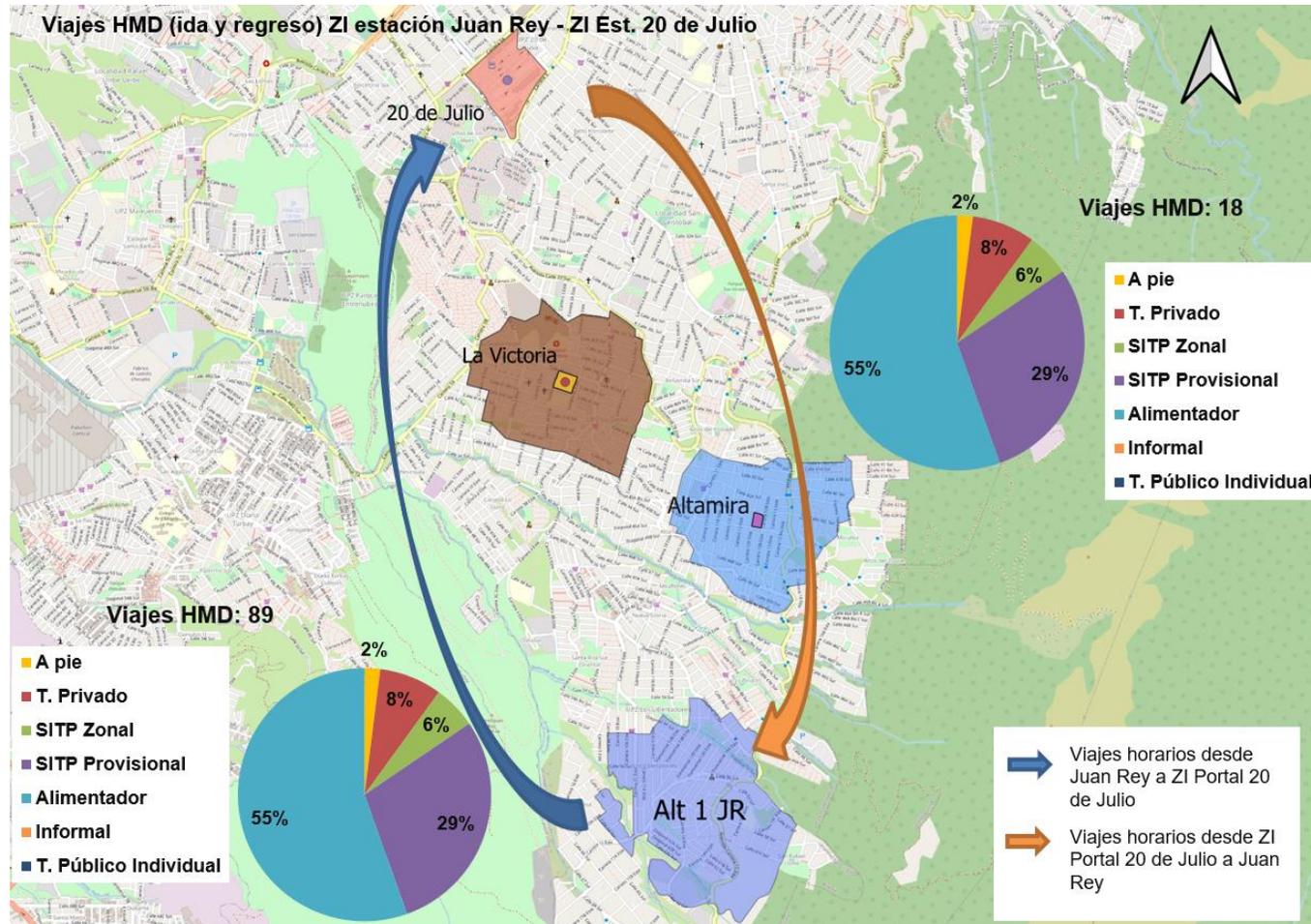


Figura 8. Viajes en HMD entre ZI estación Juan Rey y ZI estación La Victoria

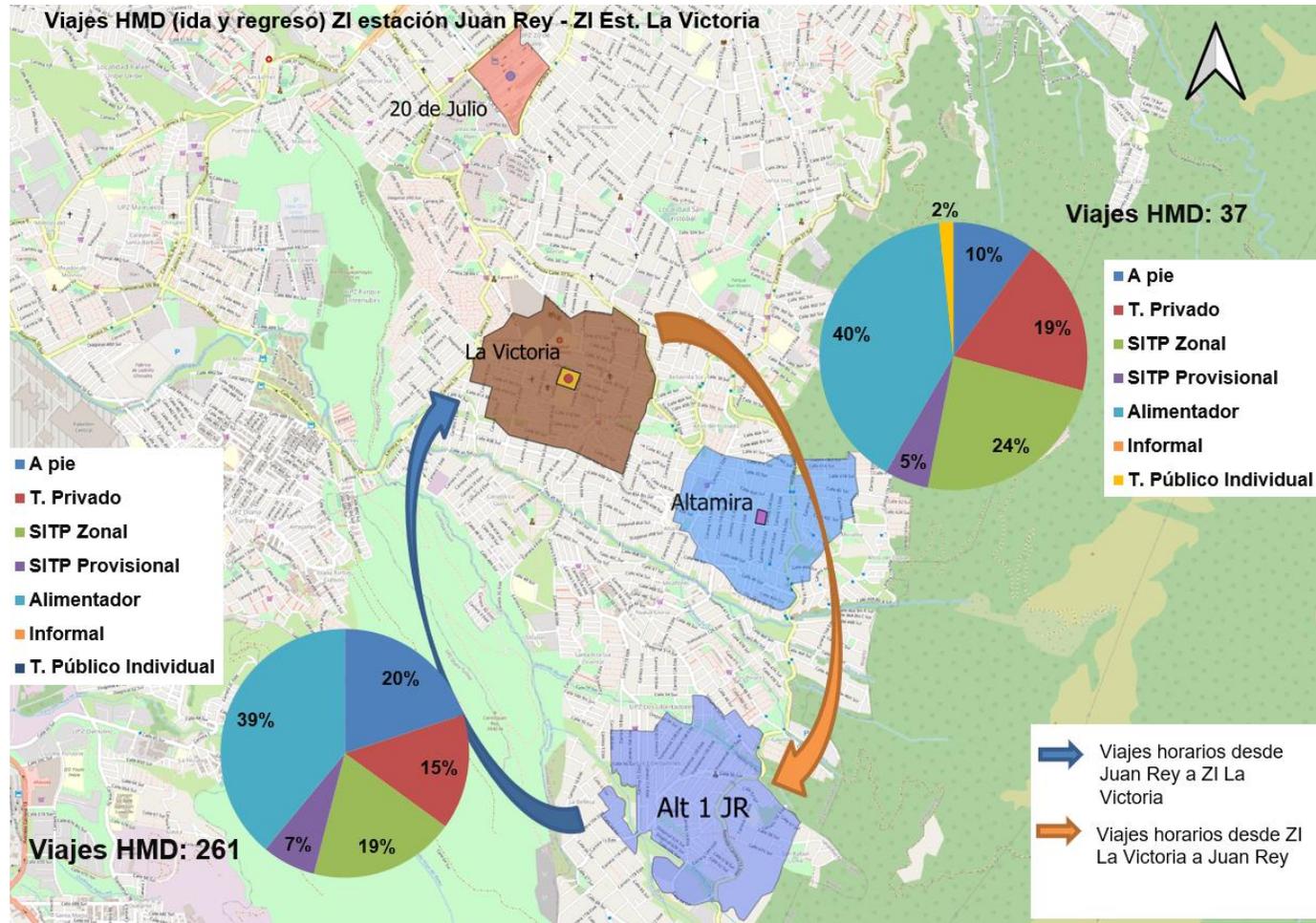


Figura 9. Viajes en HMD entre ZI estación Juan Rey y ZI estación de retorno

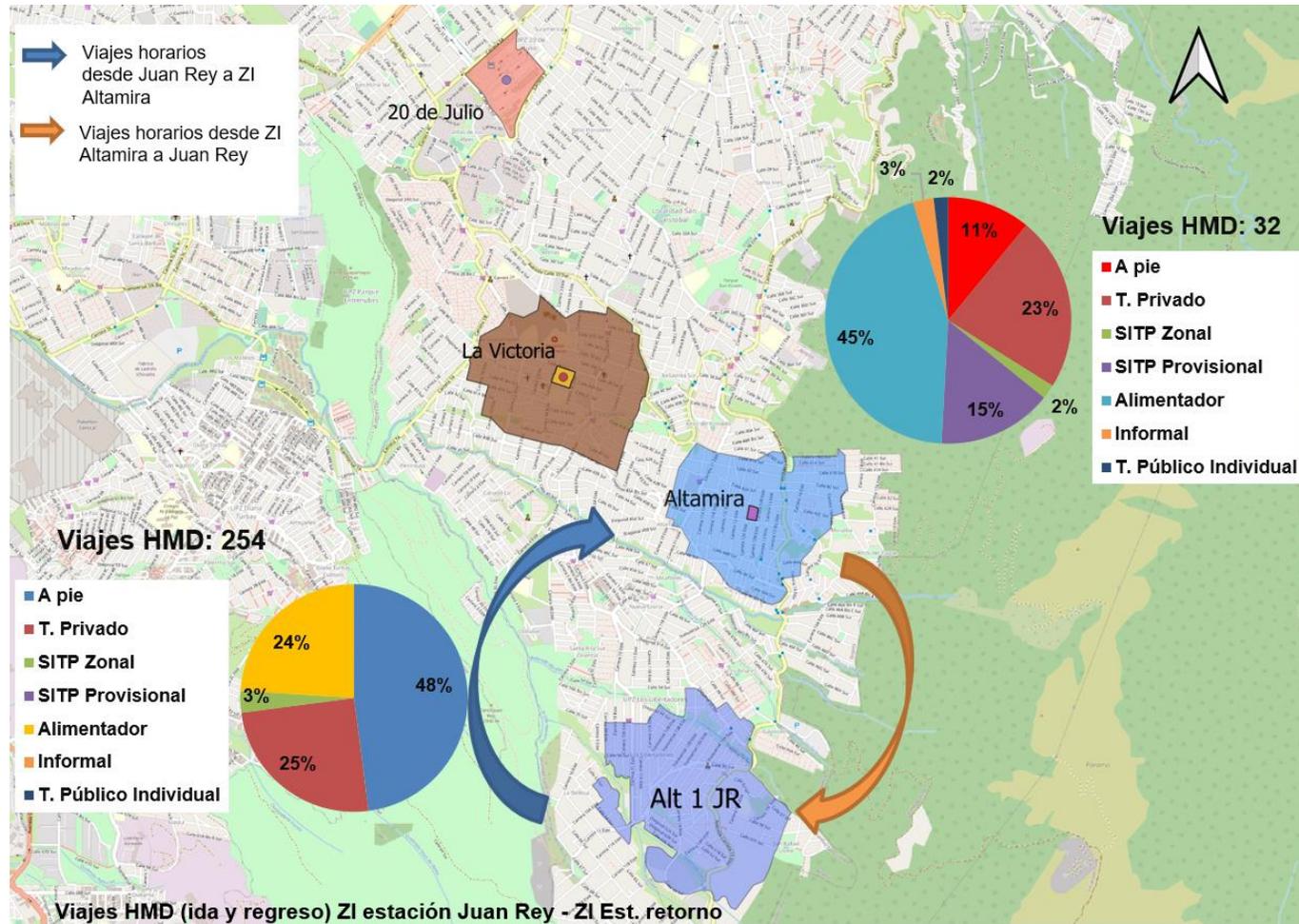


Figura 10. ZAT externas que atraen y generan viajes a las zonas de las estaciones

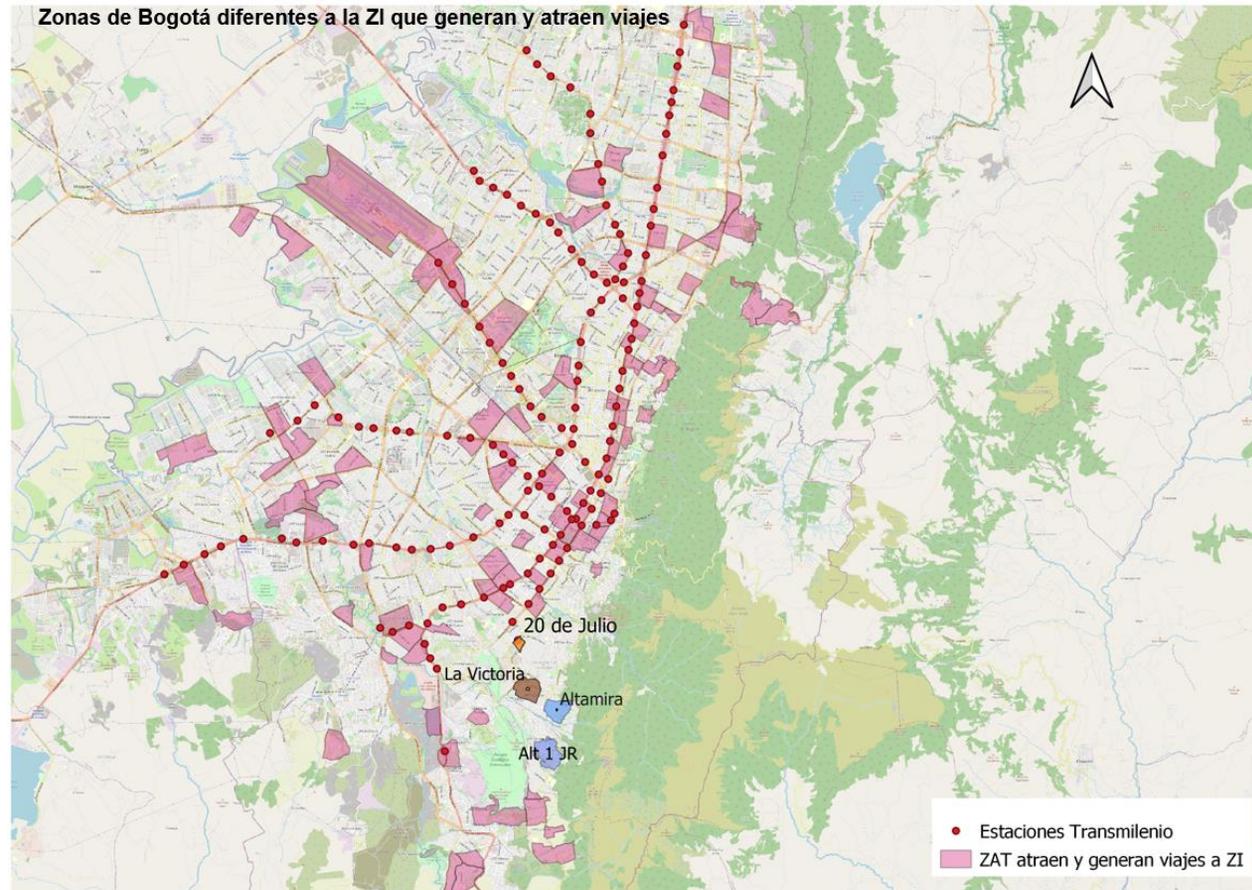


Figura 11. Viajes en HMD entre ZI estación retorno y resto de Bogotá

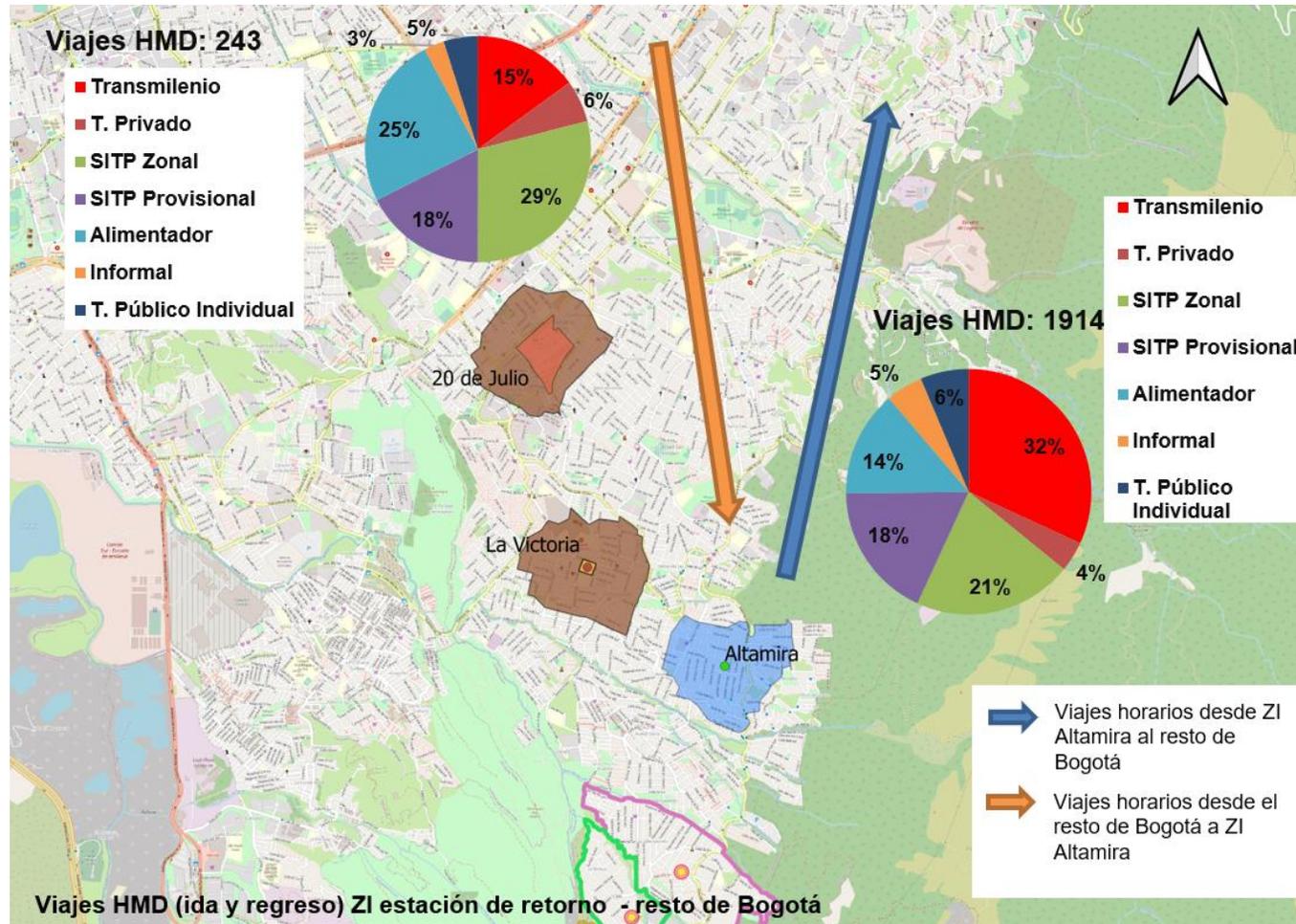


Figura 12. Viajes en HMD entre ZI estación La Victoria y resto de Bogotá

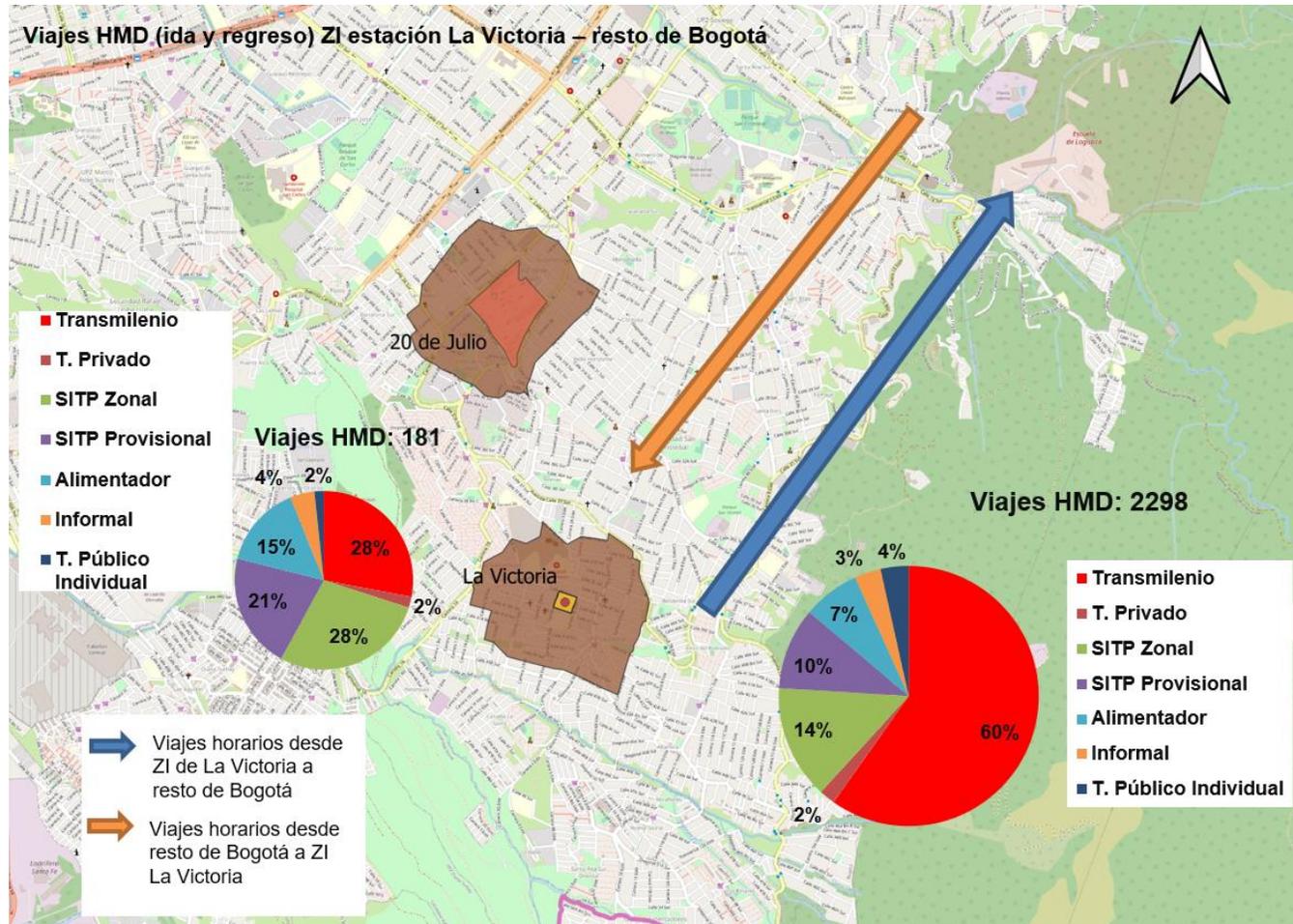
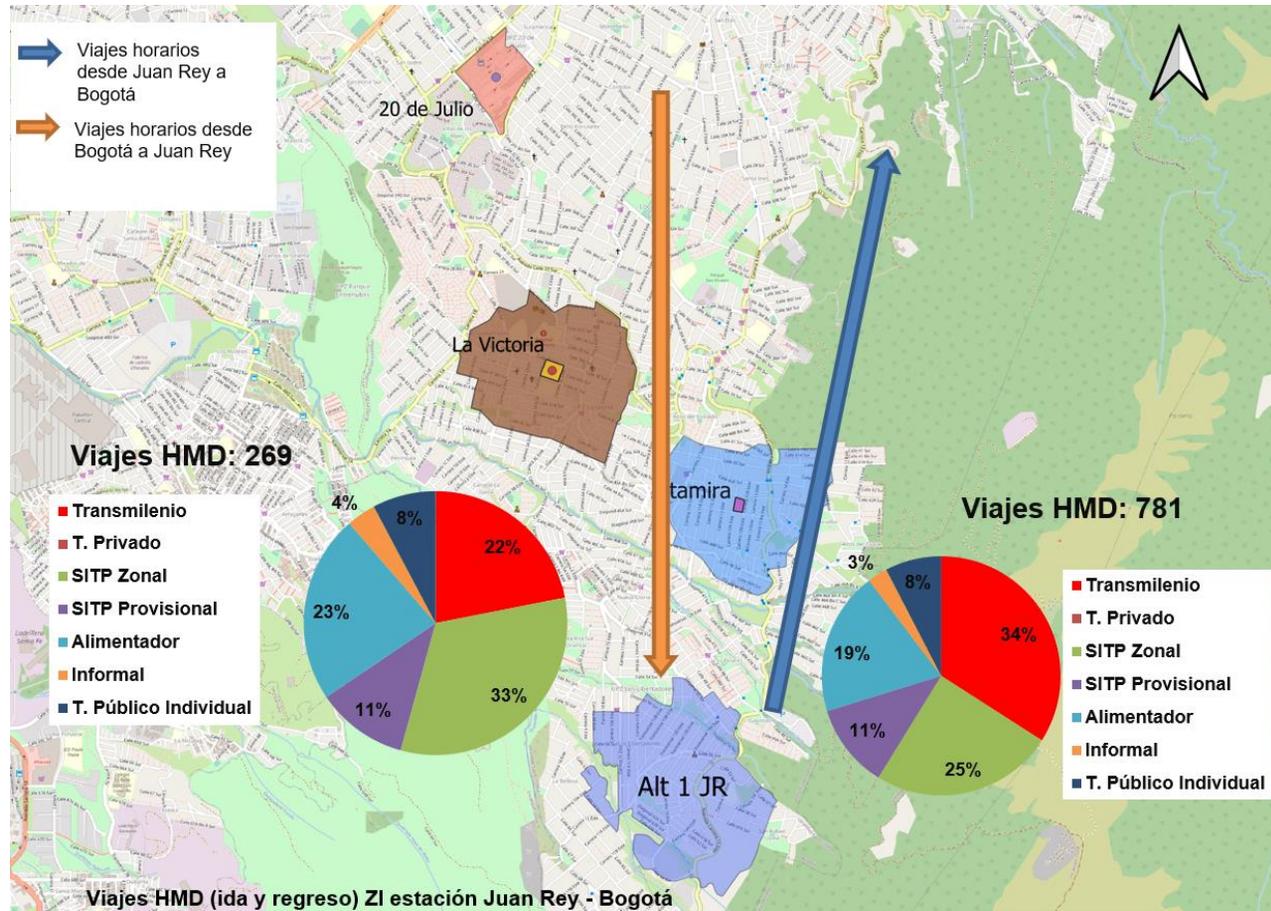


Figura 13. Viajes en HMD entre ZI estación Juan Rey y resto de Bogotá



3.2 RESULTADOS ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA POTENCIAL

Una vez identificados cada uno de los viajes por modo y por par OD y con las consideraciones mencionadas anteriormente sobre cuáles viajes se tomarían en cuenta para la demanda potencial se calculó el número de viajes por cada tramo y sentido en la hora de máxima demanda para el año 2019. En la siguiente tabla, se muestra la matriz de viajes resultantes por cada par OD analizado durante la hora de mayor demanda y que permitió determinar las cargas por tramo que se muestran en las Figura 14 y Figura 15.

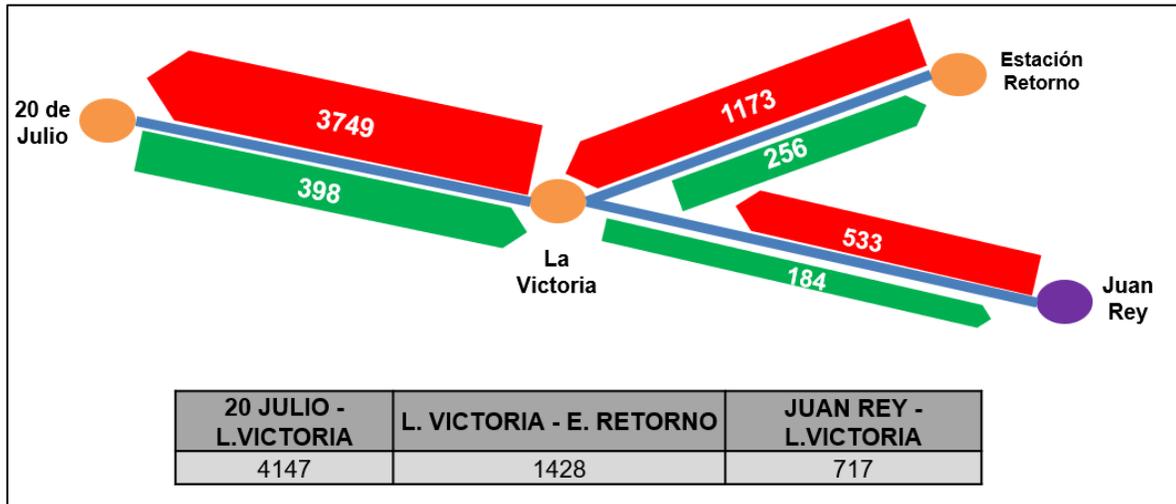
Tabla 3. Viajes potenciales del Sistema HMD por par OD para el año 2019

O/D	OTRAS ZONAS Y ZI P. 20 JULIO	ZI VICTORIA	ZI EST. RETORNO	ZI RAMAL JR	TOTAL
OTRAS ZONAS Y ZI P. 20 JULIO	0	137	124	138	398
ZI VICTORIA	2394	0	63	26	2483
ZI EST. RETORNO	1061	91	0	21	1173
ZI RAMAL JR	294	46	69	0	533
TOTAL	3749	398	256	184	4587

Fuente: Elaboración Propia, 2021.

En la Figura 14 se muestra la carga en la HMD por tramo resultante como demanda potencial para el año 2019. Se observa que el tramo más cargado corresponde al tramo La Victoria – Portal 20 de Julio, seguido del tramo estación retorno del tronco principal a estación La Victoria y el tramo menos cargado es el tramo entre Juan Rey y la estación La Victoria.

Figura 14. Demanda potencial en la HMD para el año 2019



Fuente: Elaboración Propia, 2021.

Los valores que se presentan en la figura anterior corresponden a los viajes en la HMD por tramo en ambos sentidos.

Dado que el año previsto para la entrada en operación del cable San Cristobal en el 2025, fue necesario realizar una proyección de la actualización de la demanda. Para determinar la tasa anual de proyección se revisaron los viajes en transporte público en cada una de las encuestas de movilidad de Bogotá existentes (2005, 2011, 2015 y 2019) para cada una de las ZAT que se encontraban en la zona de influencia de las estaciones. Estos datos se constituyen en un elemento importante, de fuente secundaria, para analizar las variaciones en la demanda esperadas para los próximos años. Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4. Viajes en transporte público por ZAT para diferentes matrices OD

ZAT	2005	2011	2015	2019
640	1227	1289	1269	1299
641	115	133	148	207
643	338	388	447	511
644	1361	1369	1384	1401
648	697	784	688	715
649	480	564	728	810
650	884	931	1153	1214
687	579	614	683	736
688	181	211	217	241

ZAT	2005	2011	2015	2019
690	2320	2344	2397	2425
691	218	248	245	259
692	511	537	566	601
693	241	258	288	301
696	878	904	948	977
698	201	223	241	269
699	39	52	57	63
972	158	169	217	253
TOTAL	10428	11018	11676	12282
Tasa de crecimiento anual		0.92%	1.46%	1.27%

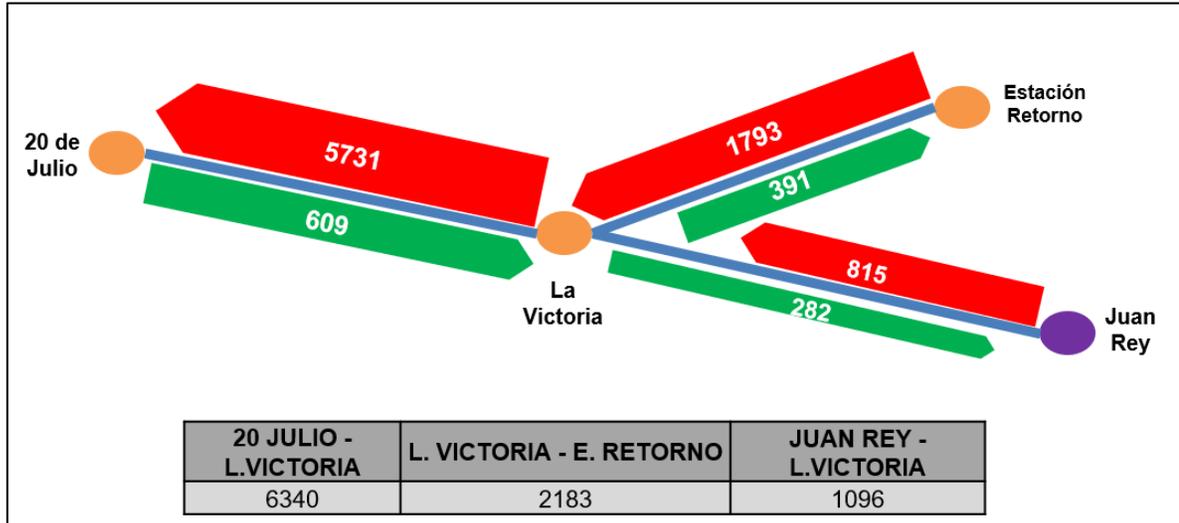
Fuente: Elaboración Propia con información de la SDM, 2021.

La tasa anual promedio de variación obtenida a partir de los datos revisados de cada encuesta de hogares fue de 1.22%. Por lo tanto, la proyección fue calculada con esta tasa de crecimiento anual. Dicha tasa difiere del valor de 1% que fue usado en los estudios de demanda anteriores, y que puede ser revisado en el informe denominado “Estudio de actualización de demanda cable San Cristóbal” realizado por la SDM en el año 2013 (Subcapítulo “6.4. DEFINICIÓN DE LA TASA DE VARIACIÓN DE LA DEMANDA”) y que se usó nuevamente en el estudio de actualización de demanda realizado por la Secretaría Distrital de Movilidad en el estudio del 2020.

Teniendo la demanda proyectada a la línea base de entrada de operación del sistema y la tasa de crecimiento establecida para el cable, se realizó una proyección a 35 años, a partir de los resultados obtenidos para el 2020. En la Figura 15, se muestran los resultados de demanda potencial proyectada para cada tramo del cable. Los valores que se presentan en corresponden a los viajes en la HMD por tramo en ambos sentidos.

En conclusión, para el tramo más cargado, en la HMD del año 2055, la demanda potencial será de 6.340 pasajeros por hora en ambos sentidos, bajo las consideraciones expuestas.

Figura 15. Demanda potencial Cable San Cristóbal año 2055



Fuente: Elaboración Propia.

Los resultados anteriores permiten establecer que, de acuerdo con las estimaciones de esta Consultoría, la demanda potencial del Proyecto podrá encontrarse entre un rango superior a los 6.000 pasajeros durante la hora de mayor demanda del sistema en el sentido y tramo más cargado, el cual se localiza en el sentido desde la estación intermedia (sector La Victoria) hasta la estación de transferencia (Portal 20 de Julio) del tronco principal, para el año 30 de operación, es decir el año 2055.

En el siguiente capítulo se presenta el desarrollo metodológico y los resultados obtenidos en términos de demanda captada, para luego realizar las conclusiones y recomendaciones correspondientes para poder avanzar con el desarrollo de las demás fases del estudio.

4 DEMANDA CAPTADA DEL PROYECTO

La estimación de la demanda captada del sistema Cable San Cristóbal corresponde a la determinación del número de viajes atraídos y generados por cada una de las estaciones que realmente serán absorbidos por el sistema cable y corresponde a un valor menor en comparación con el valor obtenido para la demanda potencial.

En el proceso de estimación de la demanda captada de un sistema de transporte, los planificadores encuentran frecuentemente situaciones donde los usuarios del servicio deciden entre diversas opciones. Por ejemplo, quien va al trabajo decide entre usar automóvil propio o ir en transporte público. La idea básica en cualquier esfuerzo para estimar la demanda de transporte es averiguar los factores que influyen en las decisiones de los usuarios y obtener datos adecuados para así anticipar en cierta medida las reacciones de estos usuarios, a los cambios en estos factores de decisión. Para ello es conveniente iniciar identificando las opciones que se le presentan a los usuarios de los sistemas de transporte (p. ej. taxi, autobús urbano, metro, automóvil propio) y los atributos que las caracterizan (tiempo de tránsito, costo, comodidad, seguridad, núm. de transbordos), para tener claro el panorama de decisiones que enfrentan los viajeros.

Los modelos de elección discreta son comúnmente empleados en la planificación de transporte para predecir la probabilidad de que un individuo elija una alternativa en función de sus características propias y las de todas las alternativas disponibles. Para realizar esta predicción es necesario construir una función de utilidad que mida la satisfacción asociada a cada combinación alternativa-individuo. Esta función de utilidad se compone de dos elementos:

- Una parte determinística integrada por atributos observables y medibles por el modelador, por ejemplo, tiempo de viaje, costos del pasaje, etc.
- Una parte aleatoria que incluye todos los aspectos que el modelador no puede conocer o medir.

Por medio de este modelo, los usuarios simulados de la red de transporte deciden la forma y los modos en los que van a hacer sus viajes, a partir de la disponibilidad y los costos de cada uno. En esta fase se utilizan funciones de utilidad que permiten a los usuarios medir los beneficios que ofrece cada uno de los modos disponibles, que en el caso de este modelo son auto, moto, taxi y transporte público. En general la función de utilidad está dada por la siguiente ecuación:

$$V_n = \beta_c + \beta_i * x_i + \beta_n * x_n \quad (1)$$

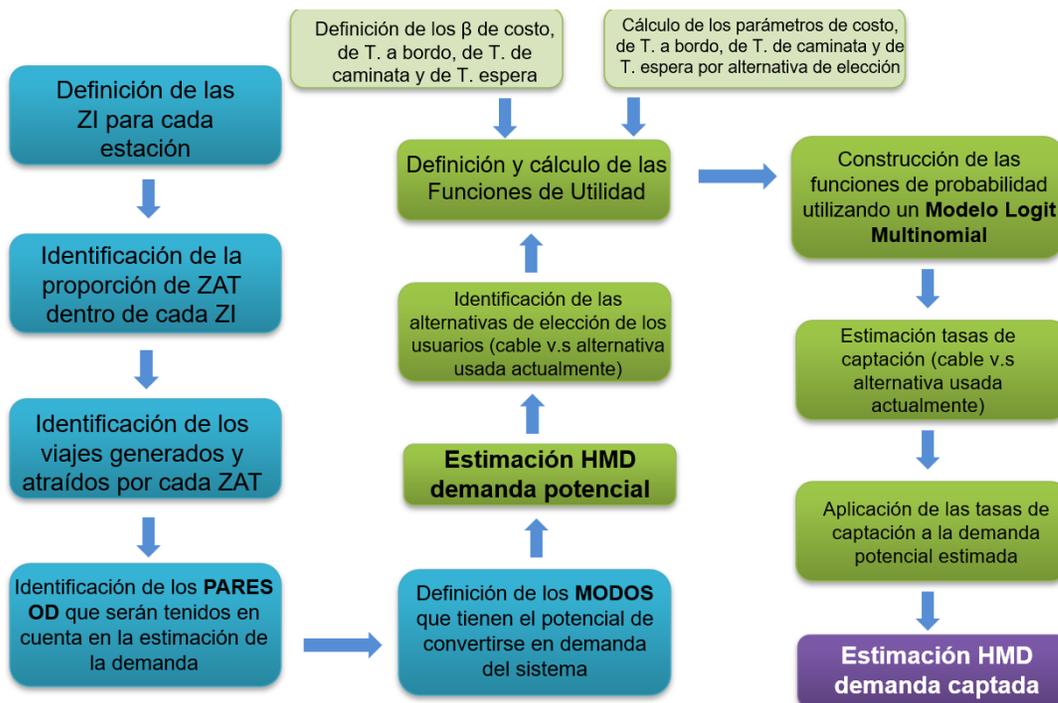
Donde:

- x_i : conjunto de características de la alternativa.
- x_n : conjunto de características del individuo.
- β_c : constante específica de cada alternativa.
- β_i y β_n : magnitud del efecto marginal de las características de la alternativa y del individuo.

4.1 METODOLOGÍA PARA LA ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA CAPTADA

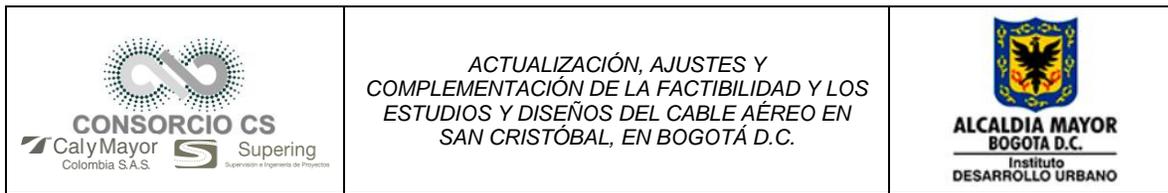
En la siguiente figura, se muestran los pasos llevados a cabo para la obtención de la demanda captada a partir de los valores de demanda potencial obtenidos previamente.

Figura 16. Metodología aplicada para la estimación de la demanda captada



Fuente: Elaboración Propia.

La estimación de la demanda captada se presenta como un cálculo más exacto de los viajes que realmente se efectuarán en el sistema cable y obedece a la presunción de que no todos los viajes potenciales que fueron previamente identificados serán realmente realizados por el Proyecto. Este argumento es basado en la experiencia de otros sistemas de cables a nivel local y mundial que han mostrado que las estimaciones de demanda potencial por lo general siempre están por encima de los valores reales de uso de este tipo de sistemas (Alshalalfah et al., 2012; Garsous, 2019). Para la estimación de la demanda captada se



utilizó un modelo Logit Multinomial (de Dios Ortúzar & Willumsen, 2011)¹, teniendo en cuenta que este tipo de modelos es bastante usado en la literatura y en consultorías de transporte para la elaboración de modelos de selección modal.

Para el establecimiento de las funciones de utilidad necesarias se utilizó el modelo de transporte desarrollado por parte de la Secretaría Distrital de Movilidad de Bogotá en el año 2019 que cuenta con una reciente actualización del modelo de elección discreta que simula la selección modal en el proceso de toma de decisión de viajes para la demanda modelada en la hora pico de la mañana. La función de utilidad que se empleó en la estimación de la demanda captada posee las siguientes características:

- Parámetro costo separado por estrato socioeconómico.
- Parámetro de tiempo a bordo.
- Parámetro de tiempo de acceso (tiempo de caminata + tiempo de espera)
- Parámetro de transbordo para transporte público masivo.
- Constante modal transporte público

Para el análisis se escogieron los parámetros de costo que fueron resultado del modelo jerárquico (NL) obtenido en el estudio de la SDM para las **personas que no disponen de vehículo privado para el estrato 1 y 2**, dado que son los estratos predominantes en la zona de influencia del proyecto. La función de utilidad empleada fue:

$$U = Cte\ TPU + \beta_{\text{costo}} * \text{Costo viaje} + \beta_{\text{TaBordo}} * \text{Tiempo a Bordo} + \beta_{\text{TAcceso}} * (\text{T. Caminata} + \text{T. Acceso}) + \beta_{\text{Transbordo}} * \#\text{Transbordos} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \beta_{\text{costo}} &= -0.0008 \\ \beta_{\text{TaBordo}} &= -0.025 \\ \beta_{\text{TAcceso}} &= -0.0312 \\ \beta_{\text{Transbordo}} &= -0.0971 \end{aligned}$$

La constante (Cte.) de TPU toma valores cero para las alternativas que emplean SITP o TM y un valor 0.314 para alternativas tipo metro. En este análisis dicha constante se tomó como la contante de metro (0.314), ya que el sistema cable aunque no presenta las mismas tasas de pasajeros transportados por sentido, si ofrece niveles de servicio y frecuencias cercanos a los que puede ofrecer un sistema metro y que difieren de los sistemas operados por buses.

¹ de Dios Ortúzar, J., & Willumsen, L. G. (2011). Modelling transport. John wiley & sons.

Dado que el análisis que se realizó en la estimación de la demanda potencial se hizo por par OD y por modo, fue necesario realizar el cálculo de la función de utilidad también para cada par OD.

A partir de estas funciones de utilidad se construyeron las funciones de probabilidad. Estas permitieron estimar la probabilidad de que un individuo eligiera entre dos modos disponibles. Un modo que correspondía al modo que usaba en la actualidad y un segundo modo que sería el sistema cable. El análisis se hizo de este modo ya que resultaba bastante lógico que si un individuo en la actualidad usa el sistema SITP zonal y se le presenta una nueva alternativa como el cable, deberá decidir entre estos dos modos y no considerará otras opciones disponibles a pesar de que estas existan, pues en su comportamiento diario ya esta usar su alternativa principal actual.

$$P_k = \frac{e^{V_k}}{\sum_{k \in m} e^{V_k}} \quad (3)$$

P_k : probabilidad de emplear el modo k .

V_k : utilidad del modo k asociada a cada individuo

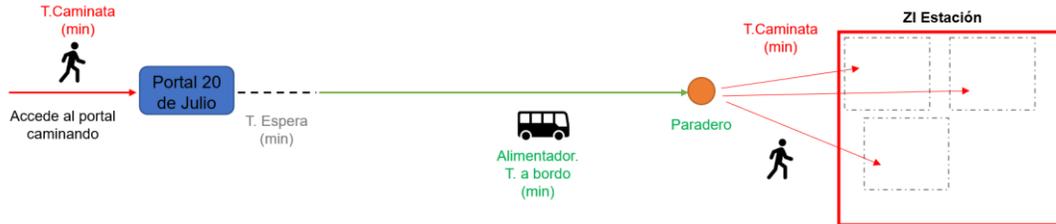
Las alternativas de elección disponibles para los usuarios y que fueron consideradas para el análisis en el sentido Portal 20 de Julio hacia la zona de influencia (ZI) de las estaciones de retorno fueron las siguientes:

Figura 17. Accede al Portal en troncal – Alimentador – ZI estación de retorno



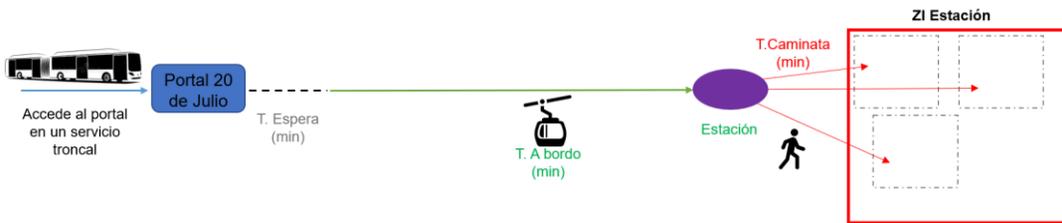
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 18. Accede al Portal caminando – Alimentador – ZI estación de retorno



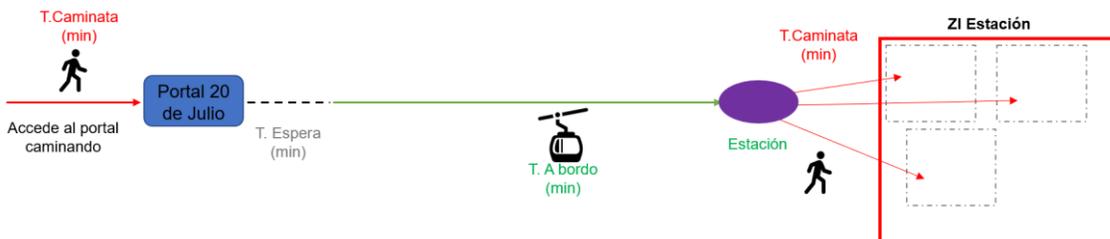
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 19. Accede al Portal en troncal – Cable – ZI estación de retorno



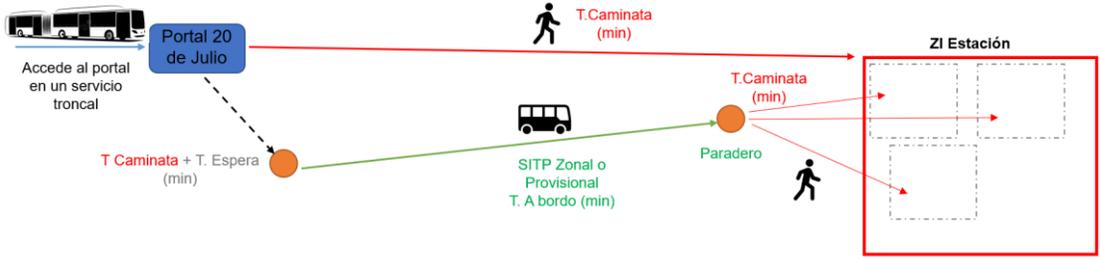
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 20. Accede al Portal caminando – Cable – ZI estación de retorno



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 21. Caminata hacia la ZI o saliendo del portal para tomar TPCU hasta la ZI



Fuente: Elaboración Propia.

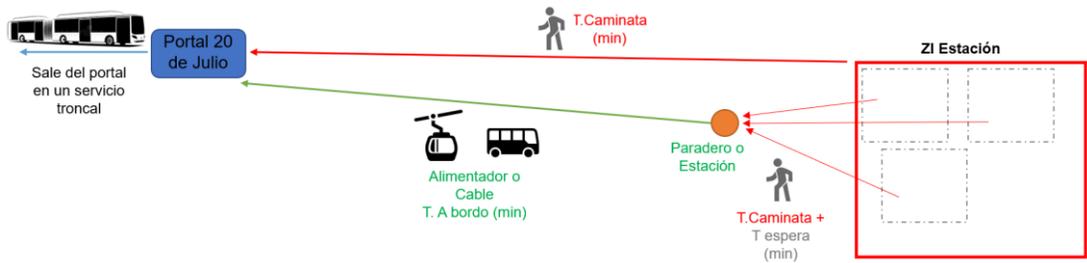
Figura 22. Directo en TPCU hasta la ZI



Fuente: Elaboración Propia.

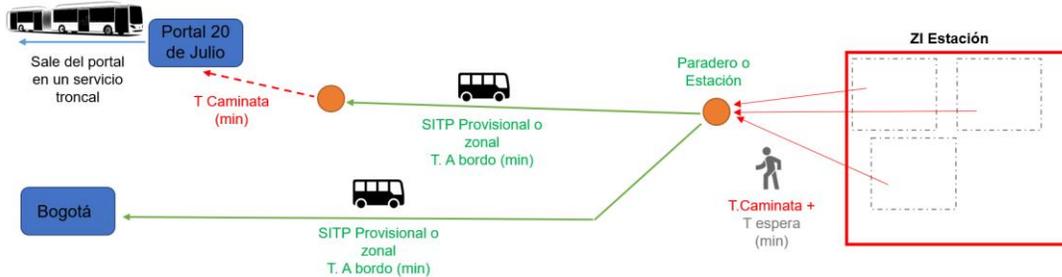
Las alternativas en el sentido zona de influencia (ZI) de las estaciones de retorno hacia el Portal 20 de Julio fueron las siguientes:

Figura 23. Caminata directa o tomar alimentador o cable hasta el portal 20 de Julio



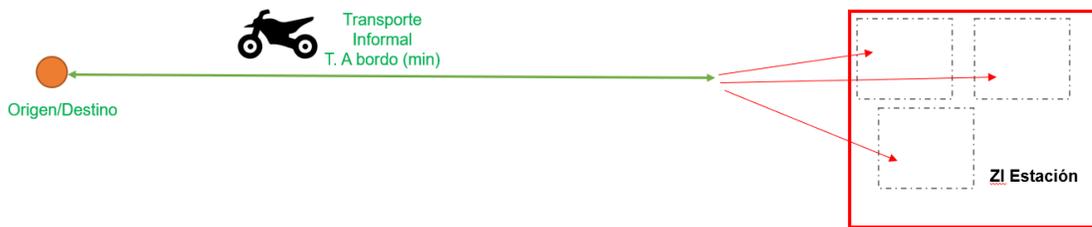
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 24. TPCU directo o hacer transbordo en portal para servicio troncal



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 25. Alternativa en Transporte Informal



Fuente: Elaboración Propia.

Una vez identificadas las alternativas de elección se procedió a caracterizar cada una de ellas definiendo, en primer lugar, las rutas alimentadoras y de SITP que pueden ser empleadas por los usuarios, así como el respectivo intervalo de paso de cada una de ellas a partir de la información entregada directamente por TransMilenio durante la fase de recolección de información secundaria. Adicionalmente, con ayuda de la herramienta de Google Maps se identificaron los tiempos a bordo en estas rutas para la hora de máxima demanda de las 5:45 – 6:45 AM. Para los tiempos de espera en paradero y dentro del portal se utilizó el tiempo medio de espera, el cual se establece como la mitad de intervalo de paso de una ruta específica utilizando la siguiente expresión:

$$t_e = \frac{1}{2} * \left[\bar{I} + \frac{Var(I)}{\bar{I}^2} \right] \quad (4)$$

Donde \bar{I} es el intervalo medio y $Var(I)$ es la varianza de los intervalos. Asumiendo servicios perfectamente regulares la varianza es cero el tiempo esperado de espera se convierte en la mitad del intervalo. Aunque asumir que los servicios alimentadores y del SITP son

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

regulares es un supuesto que puede generar mucha discusión, sin embargo, para el análisis que se llevó a cabo en este estudio se consideraron intervalos de tiempo en los que podía fluctuar el tiempo de espera con base en la información entregada por Transmilenio de frecuencia de las rutas a lo largo del día.

Las rutas alimentadoras que se utilizaron para la estimación fueron la ruta 13-12 Libertadores (Intervalo en hora pico= 5.5 min), 13-6 Juan Rey (Intervalo en hora pico= 7 min), 13 – 9 Tihuaque (Intervalo en hora pico= 9.5 min). Las rutas que se usaron para el sistema SITP fueron la 114A (Intervalo en hora pico= 11.5 min), P7 (Intervalo en hora pico= 13 min) y ZP-150 (Intervalo en hora pico= 13 min). Para el sistema cable se trabajó con un tiempo de espera en intervalo comprendido entre (0.1 – 5 minutos) teniendo en cuenta el comportamiento que se observó durante la hora pico en la visita que se realizó al sistema cable Transmicable, donde aunque la frecuencia de paso de cabinas es entre 10 -12 segundos, algunos usuarios debían esperar en la fila intervalos de hasta 5 minutos debido a la alta afluencia de pasajeros en dicha hora.

Con la misma herramienta de Google Maps se identificaron los tiempos de caminata desde los centroides de cada ZAT perteneciente a la zona de influencia hasta el paradero o hasta la futura localización de la estación de retorno del sistema cable. Al igual que se identificó el tiempo de caminata desde el paradero donde terminaba el viaje la ruta del SITP y luego el usuario tenía que caminar para llegar al portal. También se usó esta herramienta para determinar los tiempos de caminata directo desde la ZI de la estación de retorno del tronco principal y de Juan Rey hasta el portal 20 de Julio. En la *Tabla 5*, se presentan los datos utilizados y la estimación de la utilidad para cada alternativa modal disponible y para cada alternativa de localización de la estación de transferencia teniendo en cuenta los pares OD desde la ZI de cada estación de retorno hasta la ZI del portal 20 de Julio y viceversa. Una vez estimadas las diferentes utilidades por alternativa de elección y por alternativa de localización de la estación de retorno, se aplicó la ecuación 3 para la estimación de la partición modal. La estimación se hizo asumiendo que el usuario tenía dos alternativas de elección, su alternativa actual versus la alternativa cable. Los resultados de captación por modo se muestran en las siguientes tablas.

Tabla 5. Utilidad para viajes desde la ZI de cada estación hasta Portal 20 de Julio

OD	MODO	COSTO VIAJE	Tiempo a bordo (min)	T. Caminata (min)	T espera (min)	Utilidad
ZI_Juan Rey - Portal 20 de Julio	ALIMENTADOR	\$ 2,500	(12 - 16)	(2 - 7)	(2.5 - 6)	-\$ 2.18
	SITP PROVISIONAL	\$ 1,850	(10 - 15)	(2 - 6)	(4 - 9)	-\$ 1.82
	CABLE	\$ 2,500	10	(2 - 7)	(0.1 - 5)	-\$ 2.04
	CAMINATA	\$ -		(45 - 62)		-\$ 1.50
	T. PÚBLICO INDIVIDUAL	\$ 2,800	(9 - 15)	(1 - 4)	(1 - 3)	-\$ 2.29
	T. PRIVADO	\$ 1,250	(8 - 14)	0	0	-\$ 0.99
	INFORMAL	\$ 2,000	(11 - 28)	(1 - 3)		-\$ 1.93
Portal 20 de Julio - ZI_Juan Rey	ALIMENTADOR	\$ 2,500	(8 - 14)	(2 - 5)	(2.5 - 6)	-\$ 2.21
	SITP PROVISIONAL	\$ 1,850	(8 - 15)	(1 - 5)	(4 - 9)	-\$ 2.13
	CABLE	\$ 2,500	10	(2 - 5)	(0.1 - 5)	-\$ 2.05
	CAMINATA	\$ -		(55 - 75)		-\$ 2.03
	T. PÚBLICO INDIVIDUAL	\$ 2,800	(12 - 18)	(1 - 2)	(1 - 2)	-\$ 2.24
	T. PRIVADO	\$ 1,250	(10 - 15)	0	0	-\$ 1.01
	INFORMAL	\$ 2,000	(13 - 20)	(1 - 2)		-\$ 2.09
ZI Estación Retorno - Portal 20 de Julio	ALIMENTADOR	\$ 2,500	(8 - 17)	(6 - 8)	(2.5 - 6)	-\$ 2.25
	SITP PROVISIONAL	\$ 1,850	(10 - 16)	(7 - 10)	(4 - 9)	-\$ 1.85
	CABLE	\$ 2,500	8	(6 - 8)	(0.1 - 5)	-\$ 2.05
	CAMINATA	\$ -		(40 - 58)		-\$ 2.00
	T. PÚBLICO INDIVIDUAL	\$ 2,800	(6 - 12)	(1 - 3)	(1 - 3)	-\$ 2.25
	T. PRIVADO	\$ 1,250	(7 - 12)	0	0	-\$ 0.96
	INFORMAL	\$ 2,000	(10 - 18)	(1 - 2)		-\$ 1.67
Portal 20 de Julio - ZI Estación Retorno	ALIMENTADOR	\$ 2,500	(9 - 15)	(3 - 7)	(2.5 - 6)	-\$ 2.16
	SITP PROVISIONAL	\$ 1,850	(12 - 18)	(3 - 8)	(4 - 9)	-\$ 1.94

OD	MODO	COSTO VIAJE	Tiempo a bordo (min)	T. Caminata (min)	T espera (min)	Utilidad
	CABLE	\$ 2,500	8	(2 - 6)	(0.1 - 5)	-\$ 2.08
	CAMINATA	\$ -		(48 - 65)		-\$ 1.94
	T. PRIVADO	\$ 1,250	(8 - 14)	0	0	-\$ 1.00
	T. PÚBLICO INDIVIDUAL	\$ 2,800	(8 - 14)	(1 - 3)	(1 - 2)	-\$ 2.24
	INFORMAL	\$ 2,000	(9 - 14)	(1 - 3)		-\$ 1.65
ZI Estación retorno - La Victoria	ALIMENTADOR	\$ 2,500	(3 - 7)	(2 - 5)	(2.5 - 6)	-\$ 1.96
	SITP PROVISIONAL	\$ 1,850	(3 - 9)	(2 - 5)	(4 - 9)	-\$ 2.00
	CABLE	\$ 2,500	4	(2 - 5)	(0.1 - 5)	-\$ 1.97
	CAMINATA	\$ -		(20 - 31)		-\$ 0.78
	T. PÚBLICO INDIVIDUAL	\$ 2,800	(3 - 6)	(1 - 3)	(1 - 2)	-\$ 2.15
	T. PRIVADO	\$ 1,250	(2 - 5)	0	0	-\$ 0.81
	INFORMAL	\$ 2,000	(2 - 6)	(1 - 3)	(1 - 2)	-\$ 1.74
La Victoria - ZI Estación retorno	ALIMENTADOR	\$ 2,500	(5 - 10)	(3 - 7)	(2.5 - 6)	-\$ 2.11
	SITP PROVISIONAL	\$ 1,850	(4 - 10)	(3 - 7)	(4 - 9)	-\$ 1.68
	CABLE	\$ 2,500	4	(3 - 7)	(0.1 - 5)	-\$ 2.06
	CAMINATA	\$ -		(25 - 38)		-\$ 0.95
	T. PÚBLICO INDIVIDUAL	\$ 2,800	(4 - 8)	(2 - 4)	(1 - 2)	-\$ 2.20
	T. PRIVADO	\$ 1,250	(2 - 5)	0	0	-\$ 0.81
	INFORMAL	\$ 2,000	(5 - 8)	(2 - 4)	(1 - 2)	-\$ 1.58
ZI Juan Rey - La Victoria	ALIMENTADOR	\$ 2,500	(4 - 10)	(2 - 5)	(2.5 - 6)	-\$ 2.04
	SITP PROVISIONAL	\$ 1,850	(4 - 10)	(2 - 5)	(5 - 10)	-\$ 2.13
	CABLE	\$ 2,500	6	(2 - 5)	(0.1 - 5)	\$ 2.03
	CAMINATA	\$ -		(25 - 40)		-\$ 0.62
	T. PÚBLICO INDIVIDUAL	\$ 2,800	(3 - 7)	(1 - 3)	(1 - 2)	\$ 2.23

OD	MODO	COSTO VIAJE	Tiempo a bordo (min)	T. Caminata (min)	T espera (min)	Utilidad
	T. PRIVADO	\$ 1,250	(3 - 7)	0	0	-\$ 0.84
	INFORMAL	\$ 2,000	(2 - 5)	(1 - 3)	(1 - 2)	-\$ 1.79
La Victoria - ZI Juan Rey	ALIMENTADOR	\$ 2,500	(6 - 12)	(3 - 7)	(2.5 - 6)	-\$ 2.27
	SITP PROVISIONAL	\$ 1,850	(5 - 12)	(3 - 7)	(5 - 10)	-\$ 1.83
	CABLE	\$ 2,500	6	(3 - 7)	(0.1 - 5)	-\$ 2.08
	CAMINATA	\$ -		(30 - 45)		-\$ 0.93
	T. PÚBLICO INDIVIDUAL	\$ 2,800	(6 - 9)	(2 - 4)	(1 - 2)	-\$ 2.26
	T. PRIVADO	\$ 1,250	(3 - 8)	0	0	-\$ 0.86
	INFORMAL	\$ 2,000	(6 - 9)	(1 - 2)	(1 - 2)	-\$ 1.67
ZI Estación retorno - ZI Juan Rey	ALIMENTADOR	\$ 2,500	(2 - 6)	(3 - 7)	(2.5 - 6)	-\$ 2.08
	SITP PROVISIONAL	\$ 1,850	(4 - 10)	(3 - 7)	(5 - 10)	-\$ 1.56
	CABLE	\$ 2,500	10	(3 - 7)	(0.1 - 5)	-\$ 2.12
	CAMINATA	\$ -		(18 - 30)		-\$ 0.31
	T. PÚBLICO INDIVIDUAL	\$ 2,800	(2 - 5)	(2 - 4)	(1 - 2)	-\$ 2.14
	T. PRIVADO	\$ 1,250	(4 - 8)	0	0	-\$ 0.89
	INFORMAL	\$ 2,000	(3 - 7)	(1 - 2)	(1 - 2)	-\$ 1.62
ZI Juan Rey - ZI Estación retorno	ALIMENTADOR	\$ 2,500	(3 - 8)	(2 - 6)	(2.5 - 6)	-\$ 2.11
	SITP PROVISIONAL	\$ 1,850	(5 - 10)	(2 - 6)	(5 - 10)	-\$ 1.61
	CABLE	\$ 2,500	10	(2 - 6)	(0.1 - 5)	-\$ 2.08
	CAMINATA	\$ -		(20 - 35)		-\$ 0.54
	T. PÚBLICO INDIVIDUAL	\$ 2,800	(2 - 7)	(2 - 4)	(1 - 2)	-\$ 2.20
	T. PRIVADO	\$ 1,250	(4 - 8)	0	0	-\$ 0.89
	INFORMAL	\$ 2,000	(3 - 7)	(1 - 2)	(1 - 2)	-\$ 1.62
	ALIMENTADOR	\$ 2,500	(15 - 35)	(2 - 7)	(2.5 - 6)	-\$ 2.81

OD	MODO	COSTO VIAJE	Tiempo a bordo (min)	T. Caminata (min)	T espera (min)	Utilidad
ZI Estación retorno - Resto de Bogotá	SITP PROVISIONAL	\$ 1,850	(20 - 40)	(2 - 6)	(4 - 9)	-\$ 2.42
	CABLE - TRONCAL	\$ 2,500	(15 - 38)	(2 - 7)	(0.1 - 5)	-\$ 2.75
	T. PÚBLICO INDIVIDUAL	\$ 10,000	(20 - 60)	0	0	-\$ 8.76
Resto de Bogotá - ZI Estación retorno	ALIMENTADOR	\$ 2,500	(18 - 40)	(2 - 7)	(2.5 - 6)	-\$ 2.84
	SITP PROVISIONAL	\$ 1,850	(20 - 45)	(2 - 6)	(4 - 9)	-\$ 2.45
	CABLE - TRONCAL	\$ 2,500	(15 - 40)	(2 - 7)	(0.1 - 5)	-\$ 2.79
ZI Juan Rey - Resto de Bogotá	T. PÚBLICO INDIVIDUAL	\$ 10,000	(25 - 70)	0	0	-\$ 8.94
	ALIMENTADOR	\$ 2,500	(25 - 55)	(2 - 7)	(2.5 - 6)	-\$ 3.03
	SITP PROVISIONAL	\$ 1,850	(25 - 60)	(2 - 6)	(4 - 9)	-\$ 2.67
	CABLE - TRONCAL	\$ 2,500	(20 - 45)	(2 - 7)	(0.1 - 5)	-\$ 3.00
Resto de Bogotá - ZI Juan Rey	T. PÚBLICO INDIVIDUAL	\$ 10,000	(30 - 75)	0	0	-\$ 9.06
	ALIMENTADOR	\$ 2,500	(30 - 55)	(2 - 7)	(2.5 - 6)	-\$ 3.42
	SITP PROVISIONAL	\$ 1,850	(30 - 70)	(2 - 6)	(4 - 9)	-\$ 2.76
	CABLE - TRONCAL	\$ 2,500	(25 - 50)	(2 - 7)	(0.1 - 5)	\$ 3.07
ZI La Victoria - Resto de Bogotá	T. PÚBLICO INDIVIDUAL	\$ 10,000	(30 - 75)	0	0	\$ 9.24
	ALIMENTADOR	\$ 2,500	(15 - 38)	(2 - 7)	(2.5 - 6)	\$ 2.71
	SITP PROVISIONAL	\$ 1,850	(20 - 45)	(2 - 6)	(4 - 9)	-\$ 2.29
	CABLE - TRONCAL	\$ 2,500	(12 - 35)	(2 - 7)	(0.1 - 5)	-\$ 2.54
Resto de Bogotá - ZI La Victoria	T. PÚBLICO INDIVIDUAL	\$ 10,000	(20 - 55)	0	0	-\$ 8.56
	ALIMENTADOR	\$ 2,500	(18 - 45)	(2 - 7)	(2.5 - 6)	-\$ 2.84
	SITP PROVISIONAL	\$ 1,850	(20 - 50)	(2 - 6)	(4 - 9)	-\$ 2.45
	CABLE - TRONCAL	\$ 2,500	(15 - 38)	(2 - 7)	(0.1 - 5)	-\$ 2.79
	T. PÚBLICO INDIVIDUAL	\$ 10,000	(20 - 60)	0	0	\$ 8.80

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 6. Tasas de captación estación de retorno tronco principal viajes internos

	VIAJES INTERNOS					
	VS. ALIMENTADOR	V.S SITP	V.S INFORMAL	V.S A PIE	V.S T. PRIVADO	V.S TP INDIVIDUAL (TAXI)
GENERACIÓN	100%	63%	70%	47%	15%	29%
ATRACCIÓN	100%	61%	68%	26%	12%	34%

Fuente: Elaboración Propia, 2021.

Tabla 7. Tasas de captación estación de retorno tronco principal viajes externos

	VIAJES EXTERNOS			
	VS. ALIMENTADOR	V.S. TRANSMILENIO	V.S SITP	V.S TP INDIVIDUAL (TAXI)
GENERACIÓN	35%	100%	28%	16%
ATRACCIÓN	33%	100%	22%	14%

Fuente: Elaboración Propia, 2021.

Tabla 8. Tasas de captación estación de retorno Juan Rey viajes internos

	VIAJES INTERNOS					
	VS. ALIMENTADOR	V.S SITP	V.S INFORMAL	V.S A PIE	V.S T. PRIVADO	V.S TP INDIVIDUAL (TAXI)
GENERACIÓN	100%	76%	68%	48%	19%	32%
ATRACCIÓN	100%	74%	63%	52%	17%	20%

Fuente: Elaboración Propia, 2021.

Tabla 9. Tasas de captación estación de retorno Juan Rey viajes externos

	VIAJES EXTERNOS			
	VS. ALIMENTADOR	V.S. TRANSMILENIO	V.S SITP	V.S TP INDIVIDUAL (TAXI)
GENERACIÓN	35%	100%	24%	12%
ATRACCIÓN	33%	100%	18%	11%

Fuente: Elaboración Propia, 2021.

4.2 RESULTADOS ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA CAPTADA

Aplicando las tasas mostradas anteriormente para cada par OD y por modo se obtienen los viajes captados, en la Tabla 10 se muestran los viajes obtenidos por cada par OD.

De igual manera, en la Figura 26 se muestra la carga en la HMD por tramo resultante como demanda potencial para el año 2019. Se observa que el tramo más cargado corresponde

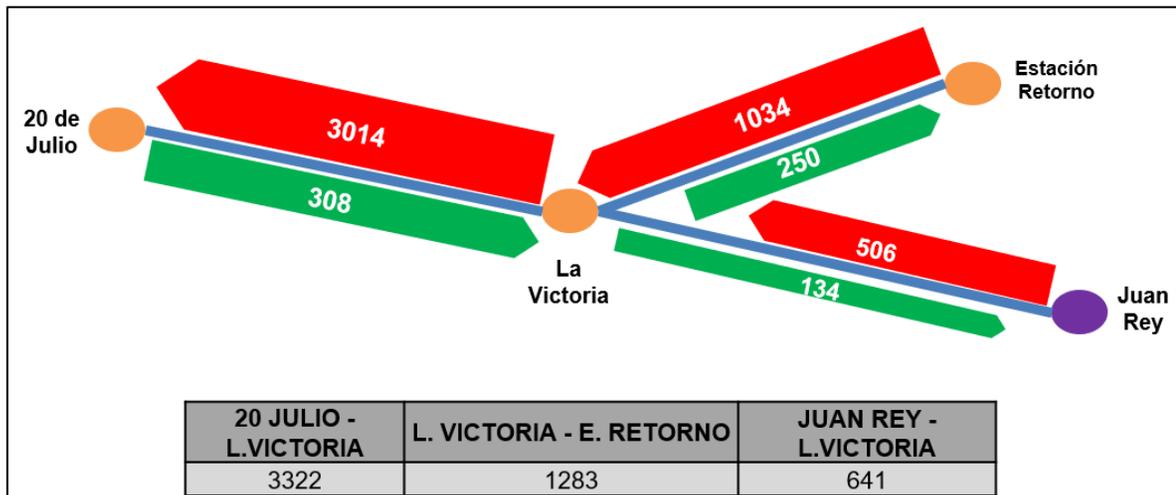
al tramo La Victoria – Portal 20 de Julio, seguido del tramo estación retorno del tronco principal a estación La Victoria y el tramo menos cargado es el tramo entre Juan Rey y la estación La Victoria.

Tabla 10. Viajes captados del Sistema HMD por par OD para el año 2019

TOTAL DEMANDA CAPTADA HORARIA					
O/D	OTRAS ZONAS	ZI VICTORIA	ZI EST. RETORNO	ZI RAMAL JR	TOTAL ZI
OTRAS ZONAS	0	98	119	91	308
ZI VICTORIA	1877	0	27	23	1928
ZI EST. RETORNO	598	119	0	20	1034
ZI RAMAL JR	242	161	103	0	506
TOTAL ZI	3014	377	250	134	3775

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 26. Demanda captada en la HMD para el año 2019

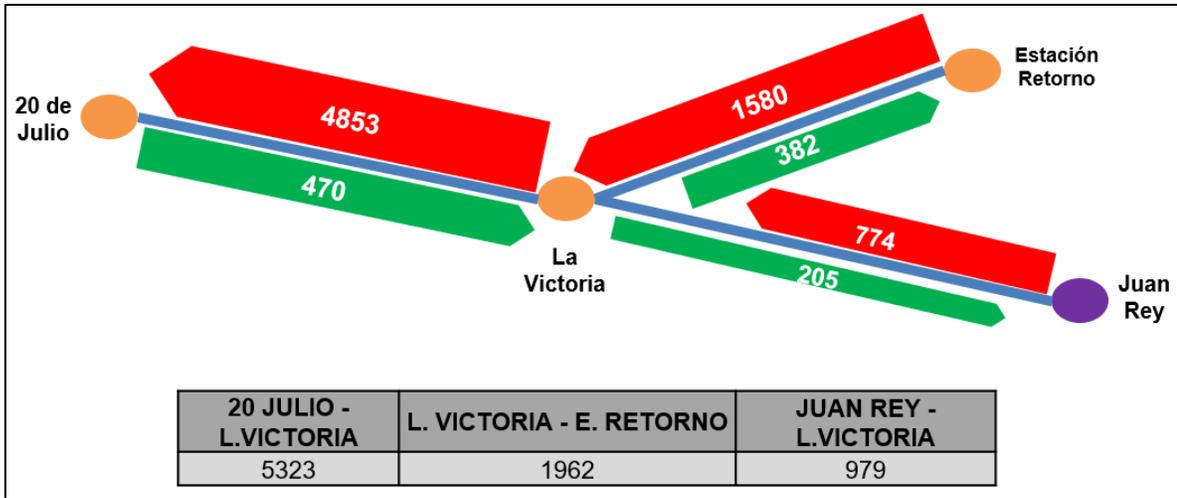


Fuente: Elaboración Propia.

Teniendo la demanda proyectada a la línea base de entrada de operación del sistema y la tasa de crecimiento establecida para el cable, se realizó una proyección a 35 años, a partir

de los resultados obtenidos para el 2019. En la Figura 27, se muestran los resultados de demanda captada proyectada para cada tramo del cable.

Figura 27. Demanda captada Cable San Cristóbal año 2055



Fuente: Elaboración Propia.

En conclusión, de acuerdo con las estimaciones de esta Consultoría, la demanda captada por el Sistema será de más de 5.300 pasajeros en el tramo y sentido más cargado (desde la estación intermedia hasta el Portal 20 de Julio) para el año 30 de operación, es decir el año 2055.

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Al revisar el estudio de actualización de demanda para el Cable de San Cristóbal realizado por la Secretaría Distrital de Movilidad de Bogotá en el año 2020 se encuentran los siguientes resultados de demanda potencial en la HMD para el año 2055 en comparación con los obtenidos por esta Consultoría, en términos tanto de demanda potencial como captada, siguiendo la metodología descrita y sustentada en el presente informe, para el mismo periodo de análisis:

Tabla 11. Comparación resultados demanda por tramo en HMD en ambos sentidos

ESTUDIO	20 Julio - La Victoria	La Victoria – Est. Retorno	Juan Rey - La Victoria
2020 (SDM)	6190	1501	569
2021 Potencial	6340	2183	1096
2021 Captada	5323	1962	979

Fuente: Elaboración Propia.

Los resultados obtenidos por el estudio del 2020 de demanda potencial del Proyecto son menores en un 3% para el tramo entre La Victoria y el Portal 20 de Julio con relación al valor estimado por esta Consultoría. Para el tramo entre La Victoria y la Estación de retorno el valor de demanda potencial estimado es mayor en un 45% con respecto al valor calculado en el estudio de 2020. También es mayor en un 93% para el tramo entre la estación de retorno de Juan Rey y La Victoria. Estas variaciones se deben principalmente a los ajustes y supuestos tenidos en cuenta en la metodología aplicada para la determinación de cuáles viajes y en qué modos tenían el potencial de trasladarse al Cable. Se observa que los aumentos más considerables se dan entre los tramos de las estaciones de retorno del tronco principal hacia la Victoria y de Juan Rey hacia La Victoria. Esto se debe principalmente a que en estos sectores la población posee muy pocas opciones para trasladarse quedando reducidas sus opciones prácticamente al transporte público.

De otra parte, ya en términos de demanda captada, el panorama es diferente, para el tramo comprendido entre La Victoria y el Portal 20 de Julio se encontró una diferencia negativa del 14% con relación a la demanda potencial estimada en el estudio de 2020. Se obtuvo una diferencia positiva del 30% de la demanda captada con respecto al estudio de 2020 para el tramo entre la estación de retorno del tronco principal y La Victoria. Para el tramo entre Juan Rey y La Victoria se obtuvo una diferencia a favor del estudio del 2020 del 72%. Estas diferencias son comprensibles dado que el estudio de actualización del año 2020 únicamente estimó la demanda del Proyecto en términos de potencialidad, mientras que la presente Consultoría lo hizo adicionalmente en términos de demanda captada, considerado que para la fase de diseño del Cable los datos deben ser más realistas respecto de los usuarios que verdaderamente podrán hacer uso del Proyecto.

De otra parte, respecto de los resultados del Consultor, se observa que la demanda captada en el tramo entre La Victoria y el Portal 20 de Julio es del 84% de la demanda potencial estimada; para el tramo entre la estación de retorno del tronco principal y La Victoria la demanda captada representa el 90% de la demanda potencial y para el tramo Juan Rey - La Victoria la demanda captada representa el 90% de la demanda potencial estimada. Lo anterior señala que la demanda captada por el Proyecto tiende a ser mayor a medida que las condiciones de oferta de servicios de transporte público y privado son menores, como en el caso de las estaciones de retorno de Altamira y Juan Rey, donde los usuarios no tienen mayores oportunidades de elección y terminan siendo cautivos de la opción del Cable, mientras que en el sector de La Victoria, al ser un área más urbanizada y densificada, con mejores condiciones de infraestructura y oferta de servicios de transporte, la captación es menor dado que el usuario cuenta con mayores oportunidades para la satisfacción de sus viajes e incluso debido a la topografía de esta parte intermedia es más dado a realizar sus viajes en modo peatonal.

A continuación se mencionan las principales conclusiones del estudio realizado:

- Luego de adelantado el proceso de estimación de demanda para el cable San Cristóbal siguiendo la metodología expuesta en este documento se obtuvieron valores para un escenario de cobertura de ZAT ampliado bajo el supuesto de que no todos los usuarios acceden caminando a las estaciones, sino que pueden llegar en rutas alimentadoras o del SITP Zonal y Provisional o incluso por transporte informal.
- El escenario analizado muestra que la demanda potencial en la hora de máxima demanda para el tramo más cargado (La Victoria – Portal 20 de Julio) para el año 2055 en ambos sentidos será de 6340, siendo este valor cercano al valor obtenido (6190) en el estudio de actualización de demanda del año 2020 de la SDM.
- Para el tramo entre la estación de retorno del tronco principal y La Victoria la demanda potencial será de 2183 para el año 2055 en ambos sentidos, presentando una diferencia considerable, con respecto al valor obtenido (1501) en el estudio del 2020.
- Para el tramo entre Juan Rey y La Victoria la demanda potencial será de 1096, siendo mayor que el valor estimado en el estudio del 2020 (569).
- La demanda captada estimada muestra que para el tramo entre La Victoria y el Portal 20 de Julio es de 5323 pasajeros en la HMD en ambos sentidos, siendo alrededor del 84% de la demanda potencial. Para el tramo entre la estación de retorno y La Victoria la demanda captada en ambos sentidos es de 1962, siendo el 90% de la demanda potencial. Finalmente, para el tramo entre Juan Rey y La Victoria la demanda captada será de 979, representando el 90% de la demanda potencial.
- Para el escenario de captación planteado resulta fundamental las estrategias que Transmilenio pueda implementar para captar aquellos usuarios que no pueden acceder

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

a las estaciones del cable caminando ya sea porque se encuentran muy lejos o debido a las altas pendientes de la zona prefieren ir a un paradero a esperar un bus y no caminar hasta la estación.

- Aunque los valores de demanda potencial obtenidos en el actual estudio de consultoría difieren de los resultados obtenidos en el estudio de actualización de demanda del 2020, se puede afirmar que los supuestos y consideraciones explicadas en la metodología abarcan de manera adecuada los viajes que tienen el potencial real de convertirse en viajes realizados por el sistema cable.
- La demanda captada es menor para el tramo La Victoria – Portal 20 de Julio con relación a los datos de demanda estimados en el estudio de 2020, pero es mayor para los otros tramos lo cual resulta coherente, dado que en el proceso aplicado para obtener la demanda captada se usaron modelos Logit multinomiales que permiten tener un cálculo más preciso de la partición modal cuando se cuentan con varias alternativas de elección.
- Las cifras presentadas, podrán tener variaciones menores cuando se calculen como criterio de selección para la definición del trazado final del Proyecto, mediante el análisis multicriterio que emprenderá el Consultor, para las diferentes alternativas de localización que sean evaluadas.

Recomendaciones finales para el desarrollo de las siguientes fases del Estudio de Consultoría:

- Adoptar los valores de demanda captada estimados por esta Consultoría como las cifras definitivas de pasajeros que se prevé movilizará el Cable de San Cristóbal durante su hora de mayor congestión (5:45 a 6:45 a.m.) para el año 2055, dado que reconocen de una forma más realista la cantidad de usuarios que preferirán el uso del Sistema frente a otras opciones de transporte que existan en la zona.
- En la línea de lo anterior, los valores definitivos de demanda del Proyecto sería los siguientes, en términos de pasajeros movilizados durante la hora de mayor congestión en el sentido más cargado para el año 2055: para el tramo entre La Victoria y el Portal 20 de Julio 5.323 pasajeros; para el tramo entre la estación de retorno y La Victoria 1.962 pasajeros y para el tramo entre Juan Rey y La Victoria 979 pasajeros.
- Las cifras anteriormente definidas podrán ser alcanzadas si el operador del sistema emprende ciertas medidas de alto impacto enfocadas en brindar un servicio de alimentación a las estaciones que amplíe el radio de acción de cada una, a la vez que reestructure el sistema de alimentación actual y reduzca la oferta de TPCU e informalidad que se presenta en la zona, especialmente para el sector de La Victoria, para aumentar su demanda potencial.
- Se recomienda adoptar un valor crítico de diseño de las estaciones y del sistema electromecánico del Cable de aproximadamente 3.600 pasajeros/hora/sentido,

considerando un remanente de usuarios de cerca de 1.200 pasajeros en la hora de mayor demanda (diferencia con la estimación para el sentido más cargado de 4.853 pax), para los cuales deberán garantizarse los espacios y condiciones de seguridad adecuadas ya que deben albergarse dentro de las estaciones mientras esperan el ascenso al Sistema.

- Finalmente, con base en los datos presentados, se sugiere a las demás especialidades que se realice un diseño diferencial por tramos del Cable, dado que las cifras de demanda a movilizar serán sustancialmente diferentes entre cada uno (especialmente entre La Victoria y el Portal 20 de Julio), razón por la cual no sería adecuado realizar un diseño uniforme para todo el Proyecto.

6 REFERENCIAS

Alshalalfah, B., Shalaby, A., Dale, S., & Othman, F. M. Y. (2012). Aerial ropeway transportation systems in the urban environment: State of the art. *Journal of transportation engineering*, 138(3), 253-262.

de Dios Ortúzar, J., & Willumsen, L. G. (2011). *Modelling transport*. John wiley & sons.

Estudio de Actualización Demanda Cable San Cristóbal DIM-T-009-2020. Secretaría Distrital de Movilidad, Noviembre de 2020.

Garsous, G., Suárez-Alemán, A., & Serebrisky, T. (2019). Cable cars in urban transport: travel time savings from La Paz-El Alto (Bolivia). *Transport Policy*, 75, 171-182.

Hofer, K., Haberl, M., Fellendorf, M., Huber, G., & Fallast, K. (2018, April). Travel Demand Estimation for Cable Car Transport in the Urban Areas Shown for the Moderate-sized City of Graz Austria. In *Presented at Transport Research Arena 2018: A digital era for transport*.

Informe Etapa IV – Actualización del modelo de transporte – UNION TEMPORAL SDG – GSD – PHR. Secretaría Distrital de Movilidad, Diciembre de 2019.