

INFRAESTRUCTURA NECESARIA PARA INTEGRAR LA BICICLETA CON LA PRIMERA LINEA DEL METRO DE BOGOTÁ

Cristian Felipe Rios Tiusabá

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Colombia – sede Bogotá

cfriost@unal.edu.co

William Castro García

Profesor asociado Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Colombia – sede Bogotá

wcastrog@unal.edu.co

RESUMEN

El presente trabajo muestra la integración modal de la bicicleta con el futuro metro como una solución articulada que permite afrontar la saturación del actual sistema de transporte público en la ciudad de Bogotá, al ofrecer una opción de transporte que combina un sistema poco flexible como el metro, con un modo de transporte eficiente y sostenible para realizar viajes cortos, como la bicicleta, lo cual resulta muy conveniente ya que potencia, por una parte, la capacidad del metro para atender un alto número de usuarios con uso eficiente de energía y por otra permite, que personas sensibles al uso de la bicicleta la utilicen de manera integrada, lo cual aumenta el radio de acción de cada estación. Como estudio de caso se analiza la localidad de Kennedy, que se ha convertido en una de las más importantes en el Distrito Capital, cuenta con una población mayoritariamente joven dispuesta a usar la bicicleta como modo de transporte que se refleja al tener la intersección con mayor número de biciusuarios en la ciudad. En esta investigación se estimó la infraestructura ciclista necesaria para integrar la bicicleta con la primera línea del metro en la localidad de Kennedy, desarrollando una metodología que incluye: (i) análisis urbano de cada estación del metro en un buffer de 500 metros; (ii) propuesta de infraestructura, y (iii) análisis de demanda de usuarios potenciales. Los resultados indican que la integración modal requiere la construcción de 17.1 km de infraestructura ciclista y la construcción de cicloparqueaderos al interior de las estaciones del futuro metro en la localidad de Kennedy.

1 INTRODUCCIÓN

Con el paso del tiempo las ciudades han percibido un crecimiento geográfico y poblacional acelerado, con dicho crecimiento se han generado problemáticas e impactos ambientales y sociales que afecta la calidad de vida de las personas. En la movilidad diaria de los ciudadanos, por ejemplo, han surgido los problemas relacionados con la congestión, aspecto que se refleja en una pérdida de tiempo a la hora de desplazarse, así como en afecciones directas a la salud por factores como la contaminación y la accidentalidad, estas problemáticas afectan a los habitantes de las ciudades, especialmente a aquellos que habitan los sectores más débiles y desfavorecidos, de las mismas. Bogotá es un ejemplo de ello y por tanto no está exenta de dichas dificultades, actualmente tiene inconvenientes en su transporte público y en las tasas de motorización, generando altos niveles de atascos vehiculares y una demanda muy alta en el sistema de transporte que se hace imposible de atender y sostener.

Dadas las difíciles condiciones de movilidad que registra la ciudad, sus autoridades han estado en una continua búsqueda de soluciones que permiten tener una mejor movilidad, en dicho proceso se ha estructurado el Sistema Integrado de Transporte Público, el cual tiene como fin articular y operar de manera integrada los diferentes modos de transporte público, incluido el futuro sistema metro, el cual se ha planteado construir desde hace varias décadas; sin embargo solo hasta el año 2010 se definió una primera línea que inicia en el sector suroccidental de la ciudad (Portal de las Américas), continua de occidente a oriente por la zona sur y se extiende por el borde oriental hasta la Carrera Novena con Calle 127 en el norte. De otra parte y también en pro de mejorar la movilidad, la ciudad ha priorizado el transporte no motorizado (peatonal y en bicicleta), en el tema específico de la bicicleta, en las últimas dos décadas se ha construido infraestructura ciclista a lo largo y ancho de la ciudad, llegando actualmente a ofrecer un poco más de 400 km, lo cual ha llevado a que Bogotá sea considerada un icono mundial por la promoción del uso de la bicicleta como modo de transporte alternativo.

En esta investigación se consideró a la bicicleta como un modo “alimentador” del futuro metro en la localidad de Kennedy, ya que la bicicleta es un modo de transporte eficiente y sostenible para realizar viajes cortos y al integrarla con el futuro metro se incrementaría el área de captación, generando así mayor cobertura de las estaciones del metro. El desarrollo específico del proceso adelantado para determinar la infraestructura necesaria para integrar la bicicleta con la primera línea del metro de Bogotá, se basó en análisis urbano y de demanda, teniendo en cuenta la infraestructura ciclista existente y las características de los corredores viales aledaños a las estaciones del futuro metro en la localidad de Kennedy.

2 METODOLOGÍA

Inicialmente, se desarrolló un análisis urbano, tomando como referencia, los equipamientos, usos de suelo e infraestructura ciclista disponible en inmediaciones a las ocho (8) estaciones del metro definidas para la localidad de Kennedy. Los análisis de las estaciones fueron realizados a partir de la generación de un buffer de 500 metros para el área de influencia directa, identificando los equipamientos de escala zonal y metropolitana como parques, iglesias, centros comerciales, centros educativos y otros, que se localizan en el área de influencia de cada estación, obteniendo así lugares atractores y generadores de los flujos de ciclousuarios. A partir de la tipificación de usos de suelo existente sobre el área de influencia se evidenciaron las dinámicas urbanas alrededor de cada estación, haciendo énfasis en

aquellos sectores consolidados para uso residencial y de comercio. Se identificaron sectores con alta densificación de vivienda ideales para el uso de la bicicleta como modo alimentador del metro, y otros que han sido reemplazados por el comercio de baja escala, por su parte, el uso de suelo comercial tiene zonas totalmente consolidadas que se mezclan frecuentemente con el uso residencial. En cuanto a infraestructura ciclista en la localidad de Kennedy, se identificaron mediante visitas de campo los corredores de ciclorruta en andén y bicicarril existentes, relacionándolos con los equipamientos y los usos de suelo en el área de influencia de cada estación, identificando posibles conexiones y accesibilidad.

A partir del análisis urbano se trazaron corredores preliminares asociados a cada estación, los cuales se validaron al realizar visitas de campo corroborando aspectos específicos como: anchos de calzada, números de carriles, sentidos viales, estado general del pavimento, condiciones de señalización y demarcación.

En tercer orden se desarrolló un análisis de demanda para cada estación especificando el número de usuarios que se beneficiarían con la implementación de cada tramo adjunto a las estaciones. Los valores de usuarios de la infraestructura propuesta asociada a cada estación se obtuvieron al realizar una relación entre la demanda de usuarios aportada por la variable distancia e infraestructura de un modelo de elección discreta y la oferta de infraestructura ciclista propuesta en los análisis urbanos y visitas de campo, el resultado para cada estación permitió adelantar un proceso de priorización teniendo en cuenta el mayor número de usuarios por kilómetro construido.

3 INFRAESTRUCTURA ASOCIADA A LA INTEGRACIÓN

A partir de los valores estimados de demanda potencial con el contexto urbano de cada estación del metro en Kennedy, se generó un análisis articulado que sustenta las propuestas en materia de infraestructura ciclista tanto en la zona de influencia como al interior de cada estación.

3.1 Propuesta de bicicarriles y ciclorrutas

En el desarrollo de este numeral se presentan las etapas comprendidas para definir los nuevos tramos de ciclorruta y bicicarril adjuntos a las estaciones de la primera línea del metro en la localidad de Kennedy, con el fin de propiciar una red interconectada entre sí, teniendo en cuenta la infraestructura existente y en ejecución por parte del Instituto de Desarrollo Urbano, entidad encargada de la construcción de infraestructura en la ciudad de Bogotá.

Para el análisis de demanda se tuvo en cuenta las variables que se aprecian en la Tabla y los resultados de un modelo de elección discreta desarrollado para estimar la demanda potencial de usuarios de la integración modal en la localidad de Kennedy. En términos generales, el modelo indica que la variable que influye en mayor medida al momento de escoger la opción bicicleta-metro es el costo (valor más cercano a cero), seguida de la variable tiempo, distancia

e infraestructura. Así mismo, el modelo contempló la fusión de las variables de menor incidencia (distancia e infraestructura), entorno a la infraestructura ya que la implementación de la misma, permite a los usuarios escoger entre varias opciones la ruta más corta en sus desplazamientos en bicicleta.

Tabla Valores de las variables del modelo de elección discreta

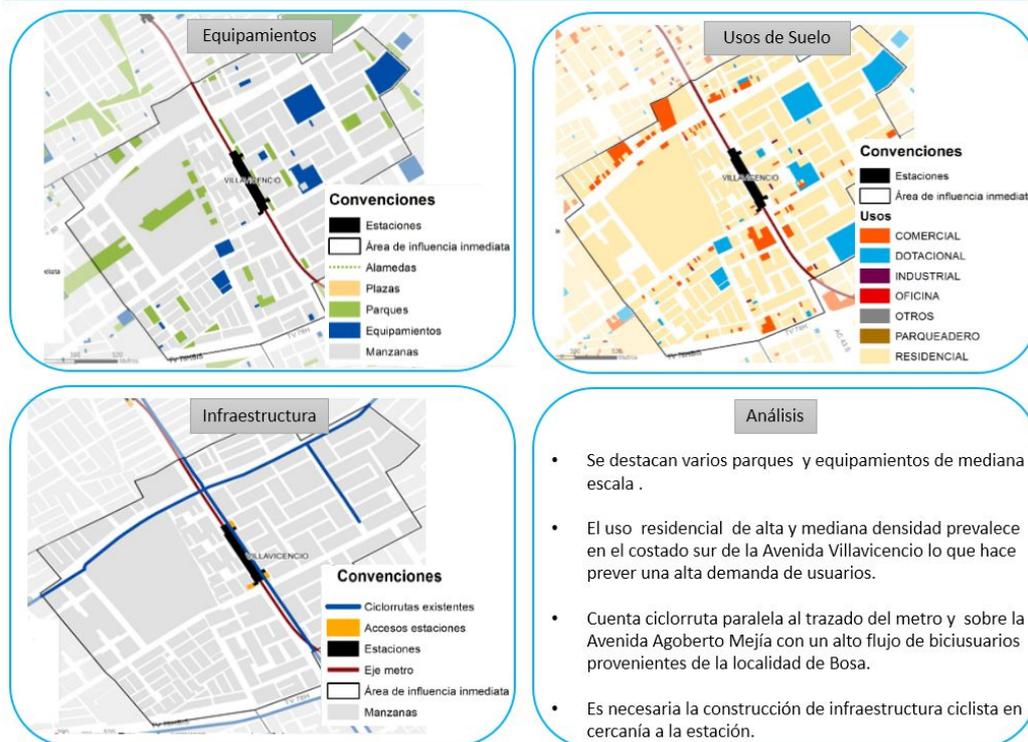
Variable	Demanda potencial
Costo	2,0%
Tiempo	1,6%
Distancia	1,5%
Infraestructura	1,4%
TOTAL	6,6%

Los valores estimados de demanda potencial se relacionaron con el contexto urbano de cada estación del metro en Kennedy, generando así un análisis articulado que sustenta las propuestas en materia de infraestructura ciclista. A partir del análisis urbano de cada estación en un buffer de 500 metros y del análisis de demanda con las variables distancia e infraestructura que en conjunto suman el 2,9% del total de demanda potencial, se proponen nuevos tramos de ciclorruta y bicicarril como el eje central del presente numeral, teniendo en cuenta la red ciclista existente en la localidad.

Para cada estación del metro en Kennedy se desarrolló un análisis detallado, a modo de ejemplo a continuación se presenta el desarrollo de la metodología para la estación denominada Villavicencio, se localiza sobre la Avenida que lleva el mismo nombre a la altura de la Carrera 79 costado occidental, en la Figura se aprecia la ficha de análisis urbano elaborada para dicha estación.

Figura Análisis urbano Estación Villavicencio

ESTACIONES DEL METRO EN LA LOCALIDAD DE KENNEDY VILLAVICENCIO Análisis urbano – Área de Influencia 500 metros



• Análisis urbano

La estación está asociada a zonas residenciales y comerciales consolidadas, además cuenta con infraestructura ciclista paralela al trazado del metro y cercana a la estación, condiciones que garantizan un entorno adecuado para la integración modal. A partir de las condiciones urbanas circundantes a la estación se planteó de manera preliminar el trazado de la infraestructura ciclista sobre la Carrera 79, dado que conecta las zonas residenciales de alta y media densidad del costado sur y la zona comercial y dotacional del costado norte ubicada principalmente sobre la Carrera 79, además garantiza la conexión con la ciclorruta existente sobre la Calle 42A Sur.

▪ Visita de campo

Teniendo como punto de partida dicho trazado preliminar se procedió a realizar la visita de campo sobre la Carrera 79 entre Calle 38C sur y Calle 58A sur., donde se evidenció que el tramo pertenece a la malla vial intermedia, posee una calzada vehicular, bidireccional, con sección transversal heterogénea, operando con dos carriles de circulación por sentido a excepción del tramo entre la Calle 58A Sur y la Avenida 1° de Mayo el cual opera con un carril por sentido. En general cuenta con pavimento flexible y rígido en buen estado. Los andenes presentan perfil variable a lo largo de la Carrera 79, y un gran número de bocacalles no cuenta con rampas para personas con limitaciones físicas.

Acorde al chequeo realizado en la visita de campo, se evidenció que por el tramo circulan rutas del Sistema Integrado de Transporte Público (SITP), y de Transporte Público Colectivo (TPC), así mismo en la zona norte de la futura estación se observó estacionamiento temporal de vehículos particulares en ambos costados de la vía debido principalmente al uso comercial de dicho sector.

Se establecieron seis subtramos a partir del ancho de calzada existente, mediante los cuales se propuso la implementación de un bicicarril en el costado oriental con el perfil que se aprecia en la Figura , debido a que presenta un menor número de accesos a garajes y paraderos del SITP, disminuyendo así los conflictos vehículo-bicicleta.

Figura Perfil bicicarril propuesto



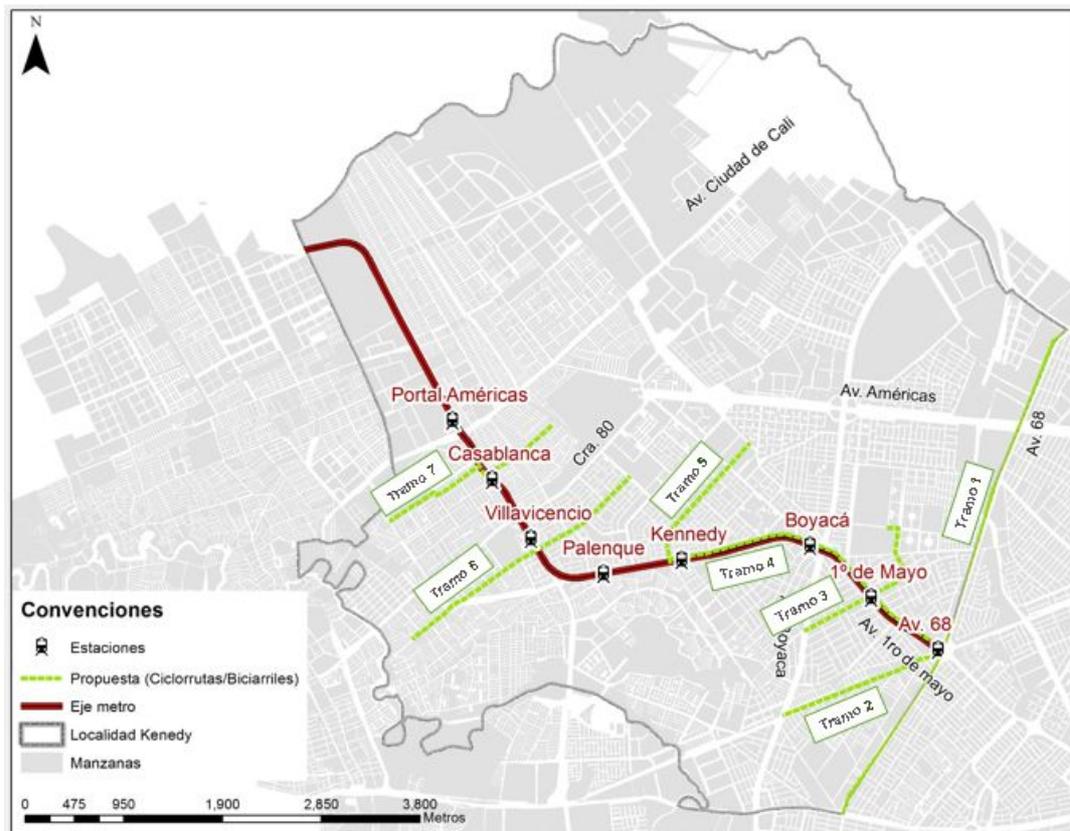
Fuente: [1]

Con la implementación del bicicarril se establece un ancho mínimo por carril de 3.0 metros para el transporte motorizado, garantizando los actuales niveles de servicio. De acuerdo al análisis urbano y de la información obtenida en campo se consideró viable el bicicarril bidireccional segregado, ya que los 2.8 km del mismo permitirá una conexión directa de los residentes de la zona ubicada en el costado sur y norte de la Avenida Villavicencio con la estación del metro y con la red de ciclorruta existente.

- Tramos propuestos

Con base en el análisis urbano y las visitas de campo para cada una de la estaciones del futuro metro en la localidad de Kennedy, se propone la implementación de 17.1 km delineados en la Figura , con el fin de ofrecer una red de ciclorrutas y bicicarriles interconectados entre sí y con las ocho estaciones del metro.

Figura Tramos propuestos para la integración



- *Tramo 1:* Carrera 68 entre Calle 13 y Autopista Sur (4.4 km).
- *Tramo 2:* Avenida Ferrocarril del Sur entre Avenida Boyacá y Carrera 68 (1.6 km).
- *Tramo 3:* Avenida Primero de Mayo entre Calle 40 sur y Carrera 68 (3.0 km).
- *Tramo 4:* Carrera 69B entre Avenida Boyacá Calle 22 sur, Calle 22 sur entre Carrera 69B y Carrera 70B, Carrera 70B entre Calle 8 sur y Calle 3 sur y Calle 3 sur entre Carrera 70B y Carrera 71 (1.7 km).
- *Tramo 5:* Carrera 78B entre Calle 3 y Calle 40 sur y Calle 40 sur entre Carrera 78B y Avenida Primero de Mayo (1.4 km).
- *Tramo 6:* Carrera 79 entre Calle 38C sur y Calle 58A sur (2.8 km).
- *Tramo 7:* Carrera 81D entre Calle 40D sur y Avenida Villavicencio, Carrera 81H entre Avenida Villavicencio y Calle 49 sur y Carrera 81I entre Calle 49 sur y Calle 54 sur (2,2 km).

El trazado de la infraestructura propuesta busca densificar la red de ciclorrutas y bicarriles existente, darle continuidad y conexión con las estaciones del metro en la localidad. A continuación se hace un análisis de demanda relacionando los tramos propuestos con el número de usuarios potenciales de la variable distancia e infraestructura estimados en modelo de elección discreta. En la Tabla se presenta la relación demanda – oferta que permitirá

identificar los usuarios adicionales por kilómetro construido en la hora de máxima demanda, lo que permite comparar la eficiencia de dichos tramos y generar así una priorización en el gasto de recursos.

Tabla Demanda de usuarios de la infraestructura propuesta

Estación	Usuarios Potenciales Distancia	Usuarios potenciales Infraestructura	Infraestructura propuesta (km)	Usuarios por km	Usuarios de los tramos propuestos
Portal Américas	11	10	0	0	0
Casablanca	26	25	2,2	23	51
Villavicencio	40	37	2,8	27	77
Palenque	23	21	0	0	0
Kennedy	23	21	2,2	20	44
Boyacá	19	18	1,2	31	37
Primero de Mayo	2	2	2,3	2	4
Avenida 68	22	20	6,4	7	42
TOTAL			17,1		255

La estación Portal Américas y Palenque no presentan usuarios asociados a infraestructura propuesta dado que en el análisis urbano y visitas de campo no se viabilizaron tramos de ciclorruta o bicarril contiguos a dichas estaciones. Para determinar la oferta de infraestructura propuesta por cada estación se sumaron los tramos adyacentes a cada una de ellas, por ejemplo, la infraestructura propuesta para la estación Avenida 68 se compone de 4.4 km del tramo 1, 1.6 km del tramo 2 y 0.4 km del tramo 4. Debido a que el tramo 4 tienen influencia en varias estaciones, los 3,0 km de dicho tramo fueron adicionados a la infraestructura de las siguientes estaciones: Boyacá (1,2 km), Kennedy (0,8 km), Primero de Mayo (0,6 km) y Avenida 68 (0,4 km).

De los tramos propuestos se consideran prioritarios los que se conectan con la estación Boyacá, Villavicencio, Casablanca y Kennedy, dado que presentan el mayor número de usuarios de la integración modal bicicleta–metro por kilómetro de infraestructura construido o implementado. Por tanto el primer tramo a construir debe ser el bicarril unidireccional segregado adosado al separador central de la Avenida Primero de Mayo (tramo 4), seguido del bicarril bidireccional segregado en el costado oriental de la Carrera 79 (tramo 6), posteriormente el bicarril compartido y bidireccional segregado del tramo 7, finalizando con el bicarril bidireccional segregado en el costado oriental de la Carrera 78B (tramo 5).

La ciclorruta adosada al espacio público del costado occidental de la Carrera 68 (tramo 1), la ciclorruta adosada al costado oriental de la Avenida Ferrocarril (tramo 2) y el bicarril bidireccional segregado del (tramo 3) tienen una menor incidencia en la demanda estimada por la construcción de infraestructura nueva, Sin embargo vale la pena llevar a cabo su

ejecución ya que permite consolidar una red de bicicarriles y ciclorrutas interconectada, además de propiciar un cambio urbano en zonas con bajo uso de la bicicleta.

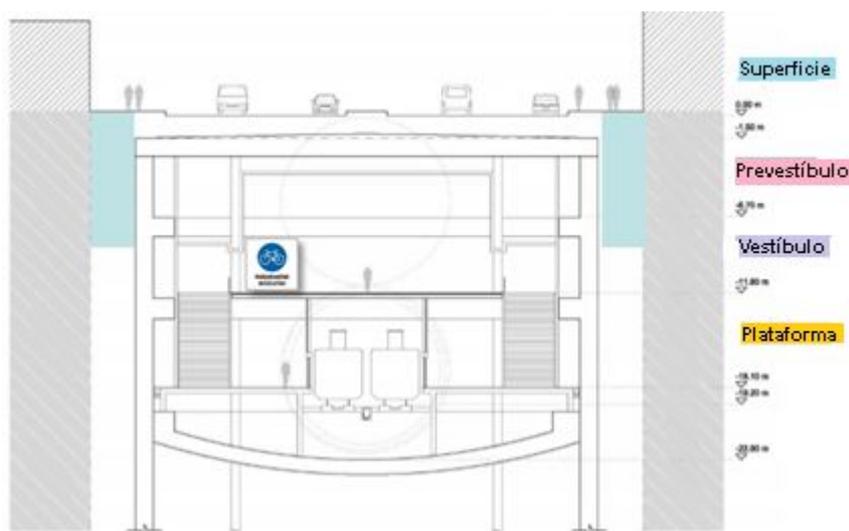
La consolidación de los tramos propuestos en el presente capítulo permitiría que 255 nuevos usuarios optarán por usar la bicicleta como modo alimentador del metro en la localidad de Kennedy en la hora de máxima demanda.

3.2 Propuesta al interior de las estaciones

Con el fin de garantizar una exitosa integración modal entre la bicicleta y el metro, adicional a la red de infraestructura ciclista existente y propuesta, en el presente numeral se describen las acciones específicas a tener en el diseño y construcción de las estaciones de la futura línea del metro en Kennedy. Cada estación del metro en la localidad de Kennedy dispone, de al menos, una conexión directa con la red de bicicarriles y ciclorrutas, sin embargo se requieren implementar las siguientes disposiciones para facilitar la integración modal dentro de las estaciones disminuyendo los tiempos de viaje, al ofrecer un transbordo rápido y eficiente:

- El acceso dispuesto para los biciusuarios debe ser más amplio que el de los peatones y preferiblemente exclusivo, así mismo se debe disponer de torniquetes anchos que faciliten maniobras con la bicicleta.
- El espacio de parqueo dispuesto para las bicicletas debe estar ubicado en la zona paga y con vigilancia permanente, en la Figura , se aprecia la ubicación sugerida para el parqueo de bicicletas en el vestíbulo de la estación.

Figura Ubicación del cicloparqueadero dentro de la estación



Fuente: elaboración propia a partir de [2]

- Dentro del cicloestacionamiento se debe disponer de lockers, bicitaller y baños tanto para mujeres como para hombres.
- Para facilitar el desplazamiento de los biciusuarios dentro de la estación es importante implementar un riel en las escaleras, como se aprecia en la Figura , o rampas eléctricas como las que se encuentran instaladas en algunos centros comerciales de la ciudad.

Figura Riel para bicicletas en escaleras



Fuente: [3]

- Cada estación debe estar en capacidad de suministrar elementos para protegerse de la lluvia e inclemencias del clima y de contar con un punto de hidratación para los ciclistas.

4 CONCLUSIONES

El uso de suelo y el contexto urbano alrededor de las estaciones inciden en la demanda estimada de biciusuarios que usarían la bicicleta como modo alimentador del metro ya que zonas con uso residencial y comercial de mediana densidad presentan un mayor número de usuarios potenciales (Estación Villavicencio), en comparación con zonas industriales con pocos equipamientos y donde el uso de suelo residencial ha sido desplazado por el uso comercial de menor escala (Estación 1° de Mayo).

La estación Portal Américas y Palenque no generan nuevos usuarios a partir de las variables distancia e infraestructura debido a que en la visitas de campo se evidenció que el perfil de las vías cercanas a las estaciones no permitían la implementación de bicicarriles, motivo por el cual no se viabilizaron tramos adyacentes a dichas estaciones.

La priorización de los tramos propuestos obedecen a la relación demanda de usuarios con la oferta de infraestructura, por tanto se consideran relevantes los tramos que conectan la estación Boyacá, Villavicencio, Casablanca y Kennedy dado que presentan el mayor número de usuarios por kilómetro construido o implementado. Sin embargo vale la pena aclarar que es necesario la ejecución de todos los tramos propuestos ya que permite consolidar una red interconectada entre sí y con las estaciones del metro.

Los tramos propuesto a partir del análisis urbano y de demanda garantizan una red ciclista conectada con el fin de ofrecer la ruta más corta entre la residencia de los biciusuarios y la estación del metro más cercana, en total se tendrían 86,4 km de infraestructura cicloinclusiva, lo cual convertiría a Kennedy en la localidad con mayor número de kilómetros dispuestos para la movilización en un modo de transporte sostenible como la bicicleta.

5 REFERENCIAS

[1] INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO. Boletín de prensa. Bicicarriles, una apuesta de ciudad por la calidad de vida y la igualdad para todos los bogotanos. Viernes 21 de noviembre de 2015.

[2] INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO, (21 de mayo de 2015). Estaciones primera línea del metro de Bogotá. Obtenido de http://app.idu.gov.co/seccion_metro ASP/MetroINFO/1linea/Estaciones/PRODUCTO%2013-PROYECTO%20ESTACIONES.pdf

[3] COOKING IDEAS. 10 escaleras mecánicas que rompen marcas. [en línea]. <http://www.cookingideas.es/10-escaleras-mecanicas-que-rompen-marcas-20130430.html> citado en 18 de abril de 2015].