

## El entorno caminable como co-modalidad para el transporte público: El caso de Quito

The walkability as a function of co-modality to public transportation

DOI: 10.20868/tf.2019.16.4236

**Alejandra Trujillo Hidalgo\***

Fecha de superación del Tribunal Fin de Máster: 21.07.2019

Tutor: María Cristina García González

### Resumen

*El transporte público y el desplazamiento a pie en las ciudades son elementos clave para el desarrollo sostenible. Distintas ciudades han optado por la implementación de sistemas de transporte público masivo para mejorar la movilidad y promover un desarrollo sostenible. Diversos autores han hablado de la importancia de la marcha a pie como parte de los viajes en transporte público. Los radios de cobertura de las estaciones de metro en distintas ocasiones podrían considerar un aumento del desplazamiento a pie. La investigación se centra en aumentar la caminabilidad alrededor de las estaciones de metro en Quito, de manera que, el caminar puede cumplir una función de co-modalidad para el transporte público. A partir del análisis de la accesibilidad, la densidad y la diversidad de usos se propone una metodología que permite demostrar la validez de las variables seleccionadas para fomentar la caminabilidad en un punto de conexión con transporte público en un entorno urbano en su mayor parte consolidado.*

### Palabras clave

*Caminabilidad, accesibilidad, densidad, diversidad, transporte público.*

### Abstract

*Public transportation and pedestrian movement in cities are key elements for sustainable development. Different cities have opted for the implementation of massive public transport systems to improve mobility and promote sustainable development. Several authors have talked about the importance of pedestrian movement as part of public transport trips. The investigation focuses on increasing the walkability around the stations of metro in Quito in order to promote walking as a function of co-modality for public transport. A methodology is proposed to demonstrate the validity of the selected variables to promote walkability at a point of connection with public transport in an urban environment for the most part consolidated.*

### Keywords

*Walkability, accessibility, density, diversity, public transportation.*

---

\* **Alejandra Trujillo Hidalgo** es alumna de postgrado del Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad Politécnica de Madrid. [alejandratrujilloh@gmail.com](mailto:alejandratrujilloh@gmail.com)

## 1. Introducción

La sostenibilidad está compuesta por tres aspectos principales, la parte social, económica y ambiental. Para cumplir estos parámetros se ha creado la nueva agenda urbana, propone una serie de 17 objetivos de desarrollo sostenible. El proyecto de investigación se enfoca en el objetivo 11, que abarca temas de ciudad y comunidades sostenibles. Uno de los aspectos abordados por éste es la garantía del acceso a sistemas de transporte seguros, asequibles, accesibles y sostenibles. Varios autores han hablado de la sostenibilidad y la importancia del transporte público en éste (Higueras, 2009) (Banister, 2008). De la misma manera, el modelo TOD (Transit Oriented Development – Desarrollos Orientados al Transporte Público), enfatiza la integración entre usos de suelo y el transporte mejorando la competitividad económica de la ciudad, la reducción de contaminación y la promoción de un desarrollo inclusivo. La densidad en este modelo se entiende como un aspecto clave para su desarrollo, ya que, si está bien aplicada, puede promover el uso de vehículos no motorizados o la marcha a pie. Así, los TOD se proponen como modelos de desarrollo de ciudades más caminables y por tanto un modelo urbano más sostenible (figura 1) (Cervero et al., 2013).

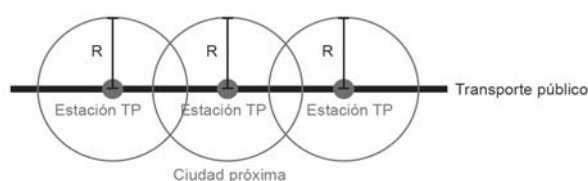


Figura 1. Modelo TOD: Ciudad próxima (peatón) + Ciudad Corredor (TP)

Fuente: Francisco Lamiquiz.

A partir de este modelo, se ha planteado incrementar el radio de influencia (ciudad próxima). Lo que se busca es ampliar el entorno caminable de las áreas dentro de la ciudad de un R a un R2 (como se explica en la imagen 2). Distintos autores mencionan la capacidad de ampliación de este radio. Talavera et al. demuestran que la distancia peatonal que la población está dispuesta a caminar puede sobrepasar el área establecida si la calidad peatonal se presenta en un índice más alto (2015). Así mismo, Gutiérrez Puebla et al. mencionan que los TOD favorecen el uso del transporte público a partir de la mezcla de usos y la “transitabilidad” peatonal (2008). Lamiquiz, en su tesis doctoral, demuestra que la integración de la trama urbana en un entorno mayor al local puede mejorar las necesidades de la persona que se desplaza a pie (2011). Por tanto, la investigación se plantea a partir de las siguientes preguntas, ¿es posible ampliar el área de la ciudad próxima como plantean los TOD? es decir, considerando una infraestructura de transporte, ¿es posible que la caminabilidad alrededor de sus estaciones aumente si se cumplen las variables indispensables, que diferentes autores han recalcado, de manera que el radio de cobertura peatonal pueda ampliarse de R a R2 (figura 2)?.

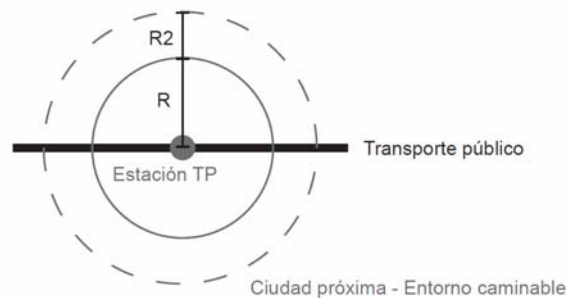


Figura 2. Ampliación de entorno caminable.

Fuente: Elaboración propia.

## Objetivos e hipótesis

La hipótesis de partida es el aumento de la distancia caminable alrededor de las estaciones de metro considerando la presencia de una o varias necesidades básicas<sup>1</sup> del entorno caminable. Se plantea verificar si el peatón está dispuesto a caminar más de 500 metros (valor establecido por la teoría como la distancia óptima de caminata) si el entorno presenta mayor número de condicionantes que promuevan la caminabilidad. De esta manera, la pregunta de investigación se plantea como:

¿En qué manera el cumplimiento de las condiciones que promueven la caminabilidad podrían ampliar los entornos caminables alrededor de las estaciones de metro?

Partiendo de esta primera pregunta de investigación, se propone el estudio de caso de la ciudad de Quito en Ecuador, ciudad latinoamericana que propone la implementación de la primera línea de metro como medida de mejora de la movilidad urbana.

La respuesta a la hipótesis y la pregunta de investigación se realizará a partir de la conformación un objetivo principal:

Determinar de qué manera se puede promover el desplazamiento peatonal en el entorno de las estaciones de metro para incrementar el entorno caminable y promover un modelo urbano más sostenible.

## 2. Marco Teórico

Los entornos peatonales son áreas que cumplen con condiciones de seguridad, confort, atractivo y distancias que promueven el desplazamiento a pie. La accesibilidad a las estaciones de transporte público se ven influenciadas por estos entornos peatonales, por tanto, el uso de éste se relaciona directamente a su cumplimiento (Talavera et al., 2014). Adicional a estas características, condiciones como densidad, diversidad y uso de suelo son indispensables para promover la marcha a pie. Los barrios con altas densidades y diseños orientados al desplazamiento peatonal

<sup>1</sup>Las necesidades básicas del entorno caminable se explicarán a fondo en el capítulo 2. Sin embargo, estas se consideran como las condiciones imprescindibles para la caminabilidad, como son la seguridad, la accesibilidad, el atractivo, la funcionalidad y el confort.

están asociados a movimientos en modos de transporte no motorizado y transporte público. La caminabilidad aumenta si además de la densidad el entorno cuenta con una diversidad de usos y recorridos peatonales de calidad (Pozueta et al., 2009). Así, la movilización a pie permite mayores beneficios, ya que, las distintas necesidades de ocio o socialización pueden satisfacerse en áreas caminables. La necesidad de vehículos privados se reduce más aún cuando la ciudad permite el desplazamiento en transporte público para los viajes que superan las distancias de un entorno peatonal (Cervero & Kockelman, 1997). De esta manera, la marcha a pie puede suponer un modo de transporte y una co-modalidad para el transporte público.

La teoría de Space Syntax<sup>2</sup> establece que las propiedades de interrelación y conectividad de la trama urbana permiten que las calles más continuas y centrales reciban movimientos naturales, es decir flujos peatonales. La caminabilidad urbana de la trama se promueve a partir de tramas con alta permeabilidad y conectividad o por medio de redes de infraestructuras peatonales específicas separadas de los trazados de viario rodado (Hillier & Hanson, 1993). Lamíquiz, en su tesis doctoral, demuestra que la integración de la trama urbana, de la que hablan Hillier y Hanson, en un entorno mayor al local, puede mejorar las necesidades de las personas que se desplazan a pie considerando la distancia, la seguridad y atractivo. Se concluye que esta condición aumenta la conectividad y las posibilidades de atajo y por tanto la reducción de la distancia real. En cuanto a la distancia percibida, esta también puede ser reducida debido a la importancia psicológica que tiene la navegación peatonal al reducir cambios de dirección para llegar de un lugar a otro (Lamíquiz, 2011). Es decir, si la percepción de la distancia recorrida se mide por medio de los tiempos de desplazamiento (Sanz Alduán, 2016), la integración de la trama mejora estos tiempos y por tanto la marcha a pie es un modo más atractivo. Así, se podría pensar en que las tramas urbanas que poseen mejor configuración pueden incrementar la marcha a pie como medio de transporte (Lamíquiz, 2011) y co-modalidad hacia el transporte público.

La ciudad densa permite la presencia de diversos actores en su espacio y juntos con una diversidad de actividades como lugares de convivencia (cafés, bares, etc.) o espacio público favorece a las relaciones de los habitantes (Pozueta et al., 2009). Considerando a la seguridad como un elemento esencial en el entorno peatonal, la densidad permite que las calles sean transitadas continuamente y por tanto ser un espacio seguro con sus habitantes que usan y disfrutan voluntariamente de las calles como “vigilantes naturales” (Jacobs, 1961). No solo la densidad es un elemento importante para la calidad del espacio público y el funcionamiento de la ciudad (Cervero et al., 2013). El desplazamiento y estancia peatonal dependen del atractivo social, es decir el atractivo de las actividades humanas que se encuentran en el espacio (Sanz Alduán, 2016). Así, se puede hablar de una diversidad urbana generada por la mezcla de usos y necesaria para la seguridad urbana, el contacto social y la interacción de funciones y actividades. Si bien es cierto que la diversidad depende de la presencia de más de una función primaria, la concentración de personas y la configuración espacial de la ciudad son elementos de directa incidencia en la misma (Jacobs, 1961). Por tanto, la integración de la trama urbana, la ciudad compacta y sus usos

---

<sup>2</sup> Space Syntax (Accesibilidad Configuracional o Sintaxis Espacial): enfoque basado en la ciencia y el ser humano que investiga las relaciones entre la distribución del espacio y diversos fenómenos sociales, económicos y ambientales. Fue desarrollado a inicios de los años 70, por Bill Hillier, Julienne Hanson y sus colegas en la escuela de arquitectura de UCL (Bartlett School of Architecture, University College London), quienes empezaron a trabajar en la problemática que entendía que el entorno construido es clave para el funcionamiento social, que al mismo tiempo puede beneficiar y perjudicar al espacio (*Space Syntax Laboratory*).

son indispensables para el entorno peatonal, es decir, existe una relación continua entre estos factores, y de acuerdo a Jacobs, de estos depende la presencia de la seguridad urbana (Jacobs, 1961).

La presencia de personas en las calles, es decir “vigilantes naturales”, es el requisito básico de vigilancia y seguridad en una ciudad (Jacobs, 1961). La seguridad y percepción de la seguridad son condicionantes importantes para su presencia en los espacios públicos. A partir de experiencias de distintas mujeres en Montreal, la CAFSU<sup>3</sup> ha establecido algunos criterios para mejorar la seguridad en los espacios urbanos que dependen directamente de la presencia de personas en el espacio público (CAFSU, 2002). Los elementos de la ciudad determinan la imagen que sus usuarios obtienen de la misma y permiten una percepción de seguridad a partir de las distintas lecturas (Lynch, 1960), es decir, si la calle presenta características de seguridad, atraerá a estos usuarios en distintas ocasiones y la vigilancia natural permanecerá. La configuración espacial y la integración de la trama urbana permiten el movimiento natural de personas considerando la facilidad de desplazamiento, asegurando nuevamente esta vigilancia natural tan importante en el espacio público e influyendo al mismo tiempo en los usos del suelo (Hillier, 1996).

El diseño de las ciudades es importante para que sus habitantes utilicen el espacio público. El confort en las áreas públicas es necesario para sus usuarios, es decir buenas condiciones de temperatura, asoleamiento, sombreado, vegetación, viento y adaptabilidad a la topografía son esenciales (Fariña, 2001). Los espacios públicos deben ser cómodos para desplazarse en ellos. Si la investigación considera el caminar como elemento clave, es necesario entender distintos factores afectan directamente en los tiempos de navegación. En el caso de las condiciones topográficas, la velocidad media de un peatón, considerada como 4,5km/h, puede modificarse debido a la presencia de inclinaciones superiores al 8%, dificultando la marcha a pie y por tanto la reducción de este modo (Sanz Alduán, 2016). El diseño no solo debe considerar las condiciones naturales del contexto, sino también el diseño específico de la ciudad, es decir las condiciones morfológicas y tipológicas que la integran. Como se ha mencionado anteriormente, la trama urbana influye directamente en la medida de utilización del espacio público, así, la presencia de calles largas sin conexiones dificulta uso e integración (Hillier & Hanson, 1993)(Jacobs, 1961).

Considerando la repetición de conceptos de diseño en cuanto a accesibilidad, densidad y diversidad como elementos clave para la caminabilidad, la investigación considerará estos aspectos como los más relevantes para el desarrollo del análisis del caso de estudio.

### 3. Metodología

La metodología de investigación aplicada se establece como un caso de estudio único, considerando que Quito presenta una situación relevante en cuanto a la implantación de la primera línea de metro en la ciudad. La construcción de una nueva gran infraestructura de transporte en un ciudad determina el funcionamiento de la misma, y es así como, el estudio de los entornos caminables alrededor de las estaciones de metro de Quito es relevante para una investigación,

---

<sup>3</sup>CAFSU (Comité action femmes et sécurité urbaine): Establecimiento dedicado a mejorar la seguridad y la percepción de seguridad de las mujeres en Montreal, Canadá. Establece los siguientes criterios de seguridad urbana: Ver y ser visto (visibilidad), Saber adónde se está y adónde se va (señalización), Oír y ser oído (presencia de personas), Poder escapar y obtener auxilio (vigilancia), Vivir en un ambiente limpio y acogedor (mantenimiento).

considerando la notabilidad del transporte público y el desplazamiento a pie en los medios de transporte sostenibles. El caso de estudio único se centra en el análisis de los entornos caminables alrededor de las estaciones de metro, por tanto, se entiende que la metodología responde a un caso de estudio integrado.

## **Contexto**

La ciudad cuenta con una población de 2'239.191<sup>4</sup> habitantes y una densidad media máxima de 500 habitantes por hectárea<sup>5</sup>. Los viajes que se generan en ésta se distribuyen entre los realizados en transporte motorizados y no motorizados. En cuanto a los motorizados, el 61,3% corresponde al transporte público y el 23,0% al transporte privado; mientras que en los no motorizados el 0,3% se realizan en bicicleta y el 15,3% con desplazamientos a pie (Secretaría de Movilidad, 2014). Los datos indican la predominancia del transporte público y una tendencia caminable, considerando que el porcentaje de la marcha a pie se encuentra 7.7 puntos por debajo del uso del transporte privado y que la utilización del transporte público, tal y como lo mencionan Talavera et al., está asociada a la caminabilidad (Talavera et al., 2015).

## **Metodología de análisis de los entornos caminables**

Jan Gehl menciona que caminar requiere ciertas exigencias físicas que limitan las distancias que se quieren recorrer, por tanto, una distancia apropiada para el desplazamiento a pie podría considerarse entre los 400 y 500 metros. Las distancias recorridas dependen también de la edad o estado físico de la persona, es decir las personas mayores, niños o discapacitados normalmente recorren distancias considerablemente menores (Gehl, 2001).

Los TODs deben considerar distancias apropiadas para el desplazamiento peatonal para que el modelo funcione correctamente. De acuerdo con Cervero et al., la media milla (804.67 metros) se ha convertido en la distancia aceptada para la medición de influencia alrededor de las estaciones de transporte público y es la que se considera en la planificación de los moldes TOD en Estados Unidos. Sin embargo, su estudio realizado en 1.449 estaciones de alta capacidad en Estados Unidos demostró que la diferencia entre utilizar media milla o un cuarto de milla (402.34 metros) para el análisis de captación de usuarios es casi irrelevante. Por otro lado, el estudio verificó que el análisis de cuarto de milla funciona de mejor manera para predecir la captación de usuarios por trabajo, mientras que en la media milla la predicción es más aceptable para los residentes (Cervero et al., 2011). Reid Ewing menciona que la distancia de cuarto de milla o alrededor de cinco minutos caminando es la distancia media que las personas están dispuestas a caminar hacia las estaciones de transporte público. Por tanto, un desplazamiento a pie de cuarto de milla es un valor relevante para la planificación del transporte público (Ewing, 1999).

La investigación estudia la posibilidad de la ampliación del entorno caminable, que de acuerdo con lo antes expuesto, se generaría entre radios de 400 y 800 metros. El peatón requiere de distintas condiciones, en este estudio establecidas como densidad, diversidad y accesibilidad configuracional. Por tanto, la investigación propone un análisis de estas variables en un radio de influencia de 500 metros alrededor de las paradas de metro (figura 3), y la posibilidad de ampliación del entorno caminable se extenderá hasta un radio de influencia de 800 metros (figura 4), considerando que este rango de distancias está comprendido en el desarrollo de los TODs.

Los radios de influencia de 500 y 800 m se calcularán con el análisis de redes de ArcGIS generando áreas de cobertura. Los entornos caminables serán ponderados de acuerdo al cumplimiento de las variables y a partir de esta calificación se podrá determinar las estaciones que plantean la capacidad de extender su entorno y las que necesitan modificar las condiciones de una

---

<sup>4</sup>Datos del último censo realizado en el año 2010, INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos)

<sup>5</sup>Censo 2010, INEC

o más variables para establecerse como entornos que promuevan el desplazamiento a pie y en un futuro puedan extender su entorno caminable.

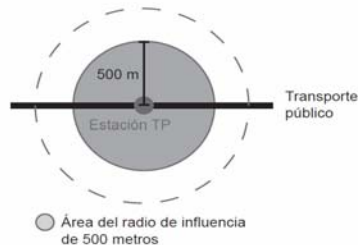


Figura 3. Área análisis 1



Figura 4. Área análisis 2

Fuente: Elaboración propia

### Accesibilidad distrital (integración local e integración radio 5)

La accesibilidad de la red del espacio público o accesibilidad configuracional está determinada por la potencialidad restringida por las conexiones que tienen sus calles. El análisis de Space Syntax toma en consideración los ejes visuales que se forman entre los elementos urbanos construidos que generan un conjunto de relaciones permitiendo un sistema espacial entre sus elementos (Hillier, 1996). El sistema espacial no hace referencia a elementos adicionales, como la densidad, usos de suelo o el porcentaje de pendiente en donde se consolidan los elementos urbanos. Sin embargo, el porcentaje de pendiente influye en las líneas axiales o ejes visuales que se forman entre los elementos. El análisis de accesibilidad configuracional para el área urbana de Quito se limitará de acuerdo con los distintos porcentajes de pendientes que se encuentran a lo largo de la ciudad. El análisis de accesibilidad configuracional se centrará en el estudio de la accesibilidad distrital, que se refiere a la integración local de radio 5, es decir de un máximo de cinco cambios de dirección en los ejes axiales del sistema de espacios.

El desarrollo de la investigación tomará como referencia los resultados obtenidos en la tesis doctoral de Lamíquiz. La integración de radio 5 definida como "la distancia media desde cada elemento hasta todo los situados a una profundidad igual o menor de 5" (Lamíquiz, 2011) o cinco cambios posibles en la red, demostró que tiene mayor incidencia sobre el porcentaje de viajes a pie en el área metropolitana de Madrid. Esto quiere decir que los desplazamientos a pie son más favorables en las zonas que mantienen una alta relación interna y al mismo tiempos están bien conectados a zonas próximas del área metropolitana. Para la ponderación de los entornos caminables de las estaciones del metro de Quito se tomará en cuenta los resultados obtenidos del estudio de Madrid ( figura 5) en cuanto a la relación de la integración de radio 5 y el porcentaje de viajes a pie. La ponderación que se utiliza se presenta en la tabla 1.



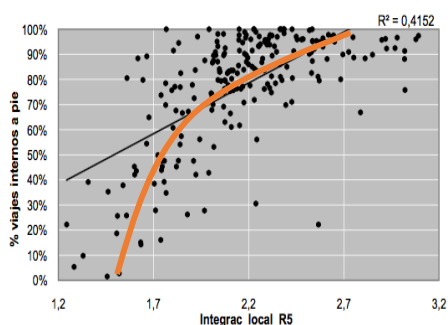


Figura 5. Resultados del caso de Madrid - Análisis de correlación entre % de viajes a pie e integración local de radio

Fuente: adaptación de la figura de la Tesis Doctoral de Lamíquiz (Lamíquiz, 2011)

Integración radio 5	Ponderación	Calificación
0 – 1,6	0,0	Muy baja
1,6 – 1,8	2,0	Media Baja
1,8 – 2,0	2,5	Media
2,0 – 2,2	3,5	Alta
2,2 – 2,3	4,0	Muy Alta

Tabla 1. Ponderación para la calificación de accesibilidad distrital

### Densidad requerida para promover el desplazamiento a pie

La variable densidad es relevante en el estudio, ya que, de este depende la cantidad de personas que pueden hacer uso del espacio público creando flujos peatonales a través de la red vial urbana. Lamíquiz, en su tesis doctoral, indica como la densidad, que en su caso incluye habitantes, empleos y estudiantes, tiene una relación directa con el porcentaje de viajes a pie, como se puede ver en la figura 6. partiendo de los resultados del caso de estudio de Madrid se establecen los valores para la ponderación en la calificación de la variable de densidad en Quito. Los valores de la ponderación (tabla x) consideran el incremento de 2 puntos porcentuales entre las densidades de 100 y 400 hab+est+empl/Ha. La densidad que se toma de referencia considera valores de densidad poblacional, empleo y número de estudiantes. Para acercarnos a la variable utilizada como referencia, en el estudio de Quito, la densidad presentará valores de densidad de población y empleo.

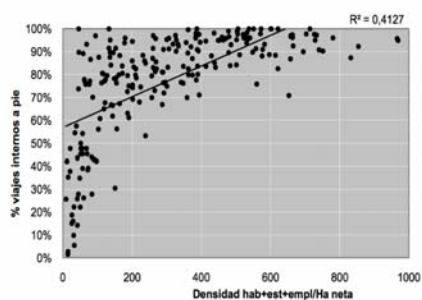


Figura 6. resultados del caso de Madrid-Correlación lineal entre % viajes a pie y densidad hab+est+empl/Ha

Fuente: Tesis doctoral (Lamíquiz, 2011)

Densidad (hab/Ha)	Ponderación
100-200	2,0
200-300	2,6
300-400	3,2
Mayor a 400	4,0

Tabla 2. Ponderación para la variable densidad en Quito

### Comercio: uso de suelo principal para la caminabilidad

La densidad de usos comerciales y su diversidad determinan la atracción de peatones hacia las calles (Talavera et al., 2014). Los usos de suelo en la ciudad de Quito están establecidos por Plan



de Uso y Ocupación del Suelo (PUOS)<sup>6</sup> del año 2015, planteando distintos tipos de usos, siendo los más relevantes para este estudio los usos residenciales y múltiple (M). Estas calificaciones de tipo de suelo permiten diversidad de usos en cuanto a residencia, equipamientos y variedad de usos comerciales. Cada clasificación admite diferentes niveles de compatibilidad entre usos (tabla 3). los usos residenciales se categorizan en RU1, RU2, RU3. Adicional a este se presenta el uso residencial agrícola (AR) que mantiene condiciones de diversidad de usos.

Usos de suelo/Presencia de variables	Residencia	Equipamiento	Comercio
Residencial Urbano			
RU1	Admite	Barrial <sup>7</sup> , Sectorial <sup>8</sup>	Barrial
RU1A	Uni-familiar	Barrial, Sectorial	Especializado
RU2	Admite	Barrial, Sectorial, Zonal <sup>9</sup>	Barrial, Sectorial
RU3	Admite	Barrial, Sectorial, Zonal	Barrial, Sectorial, Zonal, Metropolitano <sup>10</sup>
Residencial Agrícola			
Agrícola Residencial (AR) en suelo urbano	Admite	Barrial, Sectorial, Zonal, Metropolitano	Barrial, Sectorial
Múltiple (M)	Admite	Barrial, Sectorial, Zonal, Metropolitano	Barrial, Sectorial, Zonal, Metropolitano

Tabla 3. Compatibilidad de usos de suelo en las categorías establecidas por el PUOS.

El nivel de la calidad peatonal aumento mientras mayor complejidad comercial se presenta en el entorno (Talavera et al., 2018). Para la ponderación de la diversidad de usos en los entornos peatonales de las estaciones del metro de Quito se toma en consideración la capacidad de cada categoría de uso establecido por el PUOS de combinarse con otros tipos de uso en cuanto a residencia, equipamiento y comercio. A partir de este análisis se plantea que la ponderación en la tabla 4.

<sup>6</sup> La Secretaría de Territorio, Habitat y Vivienda elabora el PUOS para ser el componente del Plan Metropolitano de Ordenamiento Territorial con el que se realiza la estructuración de la admisibilidad de usos y la edificabilidad, a partir, de los parámetros y normas específicas para el uso, ocupación, habilitación del suelo y edificación (Secretaría de Territorio, Habitat y Vivienda, s.f.).

<sup>7</sup>Barrial: se refieren a los equipamientos presentados a una escala de barrio

<sup>8</sup> Sectorial: se refieren a los equipamientos que cubren radios de influencia parroquiales, que en el caso de Madrid su equivalencia es el distrito.

<sup>9</sup>Zonal: se refieren a los equipamientos que se presentan a una escala mayor a la parroquial que corresponde a las administraciones zonales de la ciudad (anexo x).

<sup>10</sup>Metropolitano: se refieren a los equipamientos que se presenta a una escala municipal o de ciudad, como por ejemplo, los centros comerciales.

Usos de suelo	Diversidad de COMERCIO	Ponderación
RU1	Barrial	0,5
AR	Barrial, Sectorial (número restringido)	0,5
RU2	Barrial, Sectorial, Zonal	1,0
RU3	Barrial, Sectorial, Zonal, Metropolitano (número restringido)	1,5
M	Barrial, Sectorial, Zonal, Metropolitano	2,0

Tabla 4. Ponderación de cada uso de suelo.

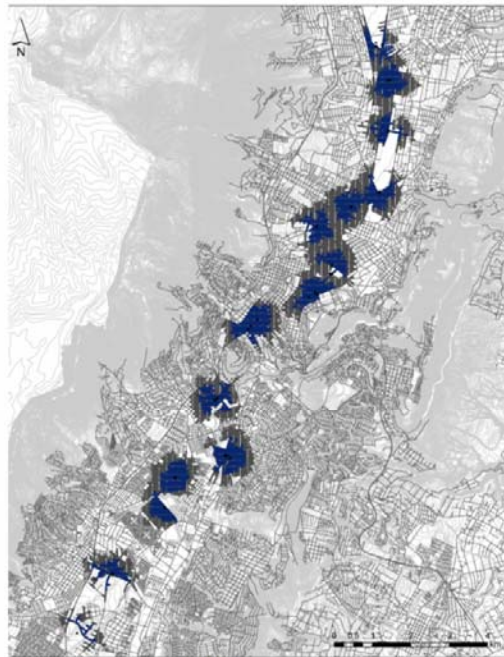
Cada entorno peatonal presenta varios tipos de suelo establecidos por el PUOS, por tanto, la tabla 5 indica la ponderación final que se utilizará en el análisis considerando la combinación de dos o varios usos en cada entorno peatonal. El valor más alto representa la mayor diversidad de usos en residencia, equipamiento y comercio y la mayor complejidad comercial admitida.

Usos de suelo	Ponderación
(RU3 o M), (RU1 o AR)	2,0
(RU3 o M), RU2	3,0
M, RU3	3,5
M, RU3, (RU1 o RU2 o AR)	4,0

Tabla 5. Ponderación para calificar las condiciones de diversidad de usos.

### El porcentaje de pendiente como limitante

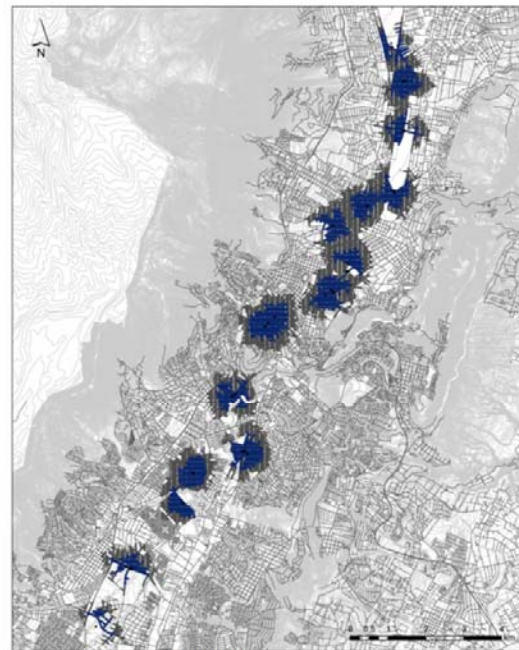
La accesibilidad configuracional toma en consideración un porcentaje de pendiente máximo del 15% para el dibujo del ejes visuales en la ciudad y se establece un límite para el análisis de Quito. Adicionalmente, el cálculo de área de cobertura de las estaciones de metro establece límites si se presentan pendientes mayores al 15%, lo que genera que varios entornos disminuyan su área de cobertura. El análisis de accesibilidad configuracional y el cálculo de áreas de cobertura tienen en cuenta las variaciones en el sistema urbano debido a la topografía presente en el territorio. Por ello, el porcentaje de pendientes determina el área de estudio y la posibilidad de ampliación del entorno caminable de 500 metros a 800 metros, de manera que, su análisis es previo a la ponderación de las estaciones. A pesar de que la variable de pendiente no se tome en cuenta en la ponderación, su análisis inicial verifica su relevancia en la caminabilidad de la ciudad.



**Leyenda**

- Ingresos estaciones metro
- ▨ Áreas de cobertura 500 metros
- ▩ Áreas de cobertura 800 metros
- Red urbana
- Curvas de nivel

Figura 6. Áreas de cobertura con limitaciones a la topografía.  
Fuente: Elaboración propia



**Leyenda**

- Ingresos estaciones metro
- ▨ Áreas de cobertura 500 metros
- ▩ Áreas de cobertura 800 metros
- Red urbana
- Curvas de nivel

Figura 7. Áreas de cobertura sin limitaciones a la topografía.  
Fuente: Elaboración propia.

## 4. Resultados

### Porcentaje de pendiente

El análisis de redes a partir del software ArcGIS genera áreas de cobertura alrededor de las estaciones de metro considerando un desplazamiento a través de la red vial urbana por un primer recorrido de 500 metros y un segundo de 800 metros. Estas áreas de cobertura limitan el entorno caminable de las estaciones de metro que se analizarán por medio de la ponderación establecida. El mapa x indica como las áreas de cobertura varían de acuerdo con las limitaciones de porcentajes de pendientes que no permiten un desplazamiento peatonal adecuado. Las estaciones 9, 10 y 11 son las más afectadas en áreas debido a las limitaciones topográficas.

## Ponderación de los entornos caminables

### Accesibilidad distrital

La accesibilidad distrital de los entornos caminables a 500 y 800 metros se presenta en la imagen previa. Los mapas de integración de radio 5 permiten visualizar los ejes de la ciudad que presentan mayor integración (rojo) y los menos integrados (azules).

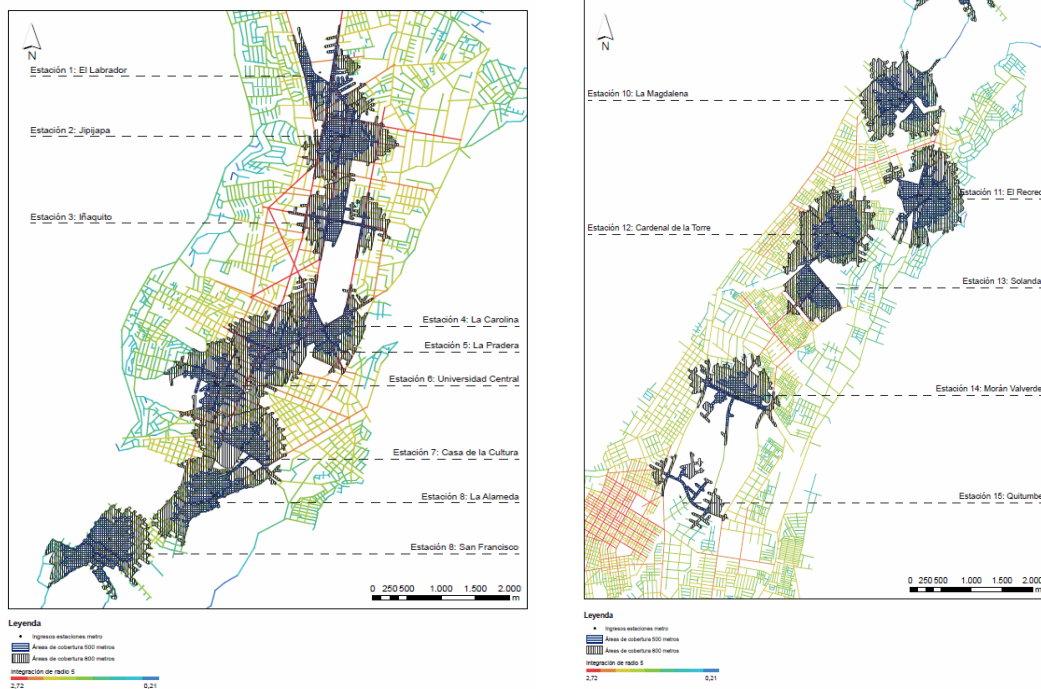
El software depthmapX analiza el mapa axial para la obtención de los resultados de integración de radio 5. Cada eje en el mapa resultante presenta un valor de integración de radio 5. Por tanto, se seleccionan los ejes que forman parte del entorno y se obtiene la integración de radio 5 media para los entornos de 500 y 800 metros de cada estación. Con la ponderación establecida en el método y que se presenta en la tabla a continuación, se pondera la integración distrital media de cada entorno (tabla 6).

Área de cobertura		500 metros		800 metros	
Estación / Variable		Integración distrital media	Ponderación	Integración distrital media	Ponderación
1	El Labrador	2,11	3,5	1,84	2,5
2	Jipijapa	2,18	3,5	2,10	3,5
3	Iñaquito	2,23	4,0	2,02	3,5
4	La Carolina	2,02	3,5	1,96	2,5
5	La Pradera	2,10	3,5	2,03	3,5
6	U. Central	2,05	3,5	1,88	2,5
7	Casa de la Cultura	2,12	3,5	2,00	3,5
8	La Alameda	1,76	2,0	1,74	2,0
9	San Francisco	1,54	0,0	1,46	0,0
10	La Magdalena	1,49	0,0	1,46	0,0
11	El Recreo	1,45	0,0	1,45	0,0
12	Cardenal de la Torre	1,73	2,0	1,71	2,0
13	Solanda	1,69	2,0	1,70	2,0
14	Morán Valverde	1,83	2,5	1,76	2,0
15	Quitumbe	1,88	2,5	1,93	2,5

Muy Alto  Alto  Medio  Bajo  Muy Bajo 

Tabla 6. Matriz accesibilidad distrital (integración radio 5)

En los entornos caminables de 500 metros de las estaciones 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 se presentan niveles altos y muy altos de accesibilidad distrital. Los entornos de las estaciones 2, 5 y 7 mantienen los niveles altos y muy altos en la ampliación de los entornos hasta los 800 metros. Los entornos de las estaciones 1, 3, 4 y 6 presentan un decrecimiento en la ponderación en el incremento del radio. Esto significa que tres de las estaciones tendrían la capacidad de incrementar sus flujos peatonales hasta los 800 metros. Mientras tanto, en los entornos de las otras cuatro estaciones pueden considerar una posibilidad de incremento del entorno caminable pero sin alcanzar los 800 metros. En la ampliación del entorno, los incrementos de los flujos se presentarán en los ejes que mantienen una mayor integración y no en todo el entorno.



Figuras 8 y 9. Accesibilidad distrital (integración de radio 5) norte y sur.  
Fuente: Elaboración propia.

Los entornos de las estaciones 8, 12, 13, 14 y 15 presentan condiciones de integración medias y medias bajas hasta los 500 metros, representando un porcentaje máximo de 40% de viajes a pie de acuerdo a los resultados de Madrid. Los entornos que plantean niveles medios bajos en los 500 metros mantienen su nivel de integración a los 800 metros. Por tanto, los flujos peatonales que se presentarán en los entornos de 500 metros podrían mantenerse en la ampliación de 800 metros.

En los entornos de las estaciones 14 y 15 se presentan niveles medios a los 500 metros. De estos, únicamente el entorno de la estación 15 mantiene su nivel medio a los 800 metros. Este entorno tendría la capacidad de mantener sus flujos peatonales en la ampliación, mientras que el entorno de la estación 14 experimentaría un decaimiento de los flujos peatonales. Esto quiere decir, que existen ciertos ejes del entorno que mantienen mejores condiciones de integración. El entorno de la estación 14 a los 800 metros debería presentar actividades que atraigan los flujos peatonales para mantener su integración.

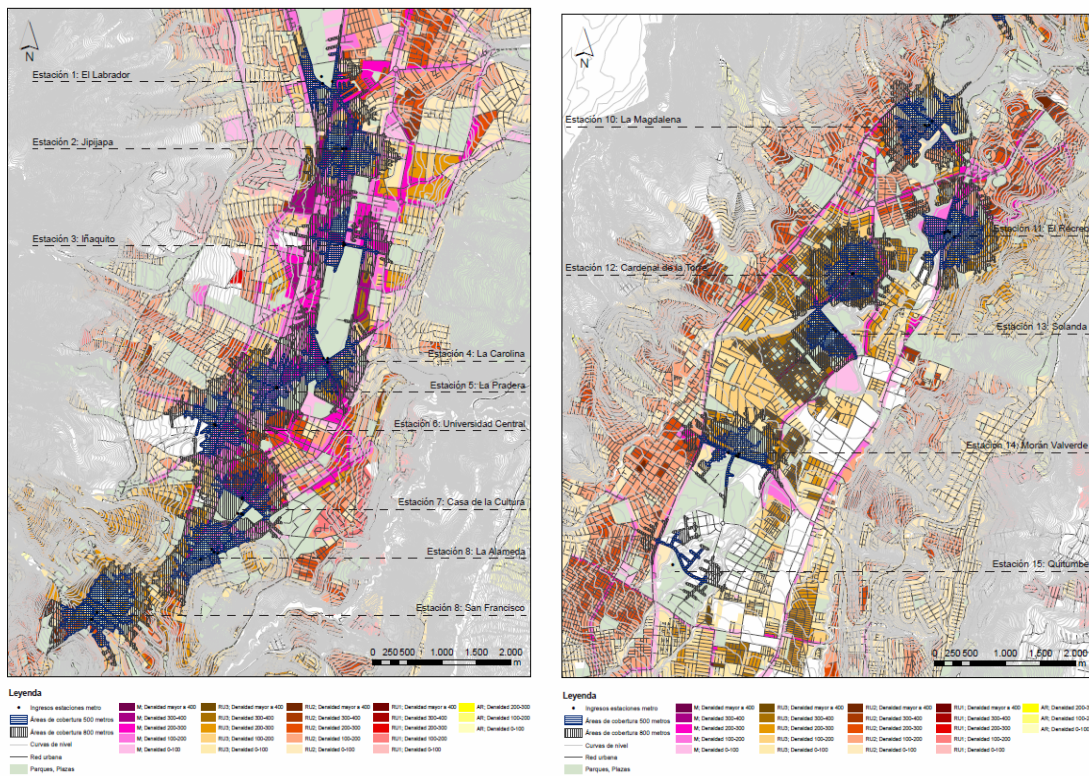
Los entornos de las estaciones 9, 10 y 11 a los 500 metros presentan condiciones muy bajas en cuanto a accesibilidad distrital y estos niveles se mantienen en a los 800 metros. Esto significa que tanto a los 500 metros como a las 800 metros, los entornos no mantienen condiciones de conexión metropolitana y por tanto no promueven los flujos peatonales de una escala mayor a la barrial. Según los valores obtenidos por el software y comparada con los resultados de Madrid, estos suponen un porcentaje máximo del 3% de viajes internos a pie, demostrando mínimas capacidad de caminabilidad y anulado la posibilidad de incremento de viajes a pie y, por tanto, del incremento del entorno caminable.



### Densidad y diversidad de usos de suelo

Los datos seleccionados relevantes para la densidad y diversidad de usos de suelo se superponen para determinar las áreas que presentan mayores densidades de acuerdo con las distintas categorías de suelo. Las figuras 10 y 11 presentan el resultado de la superposición para proceder con la ponderación de los entornos caminables.

Los resultados de la superposición de las variables de densidad y diversidad de usos permiten la ponderación de los entornos caminables a los 500 y 800 metros. Las ponderaciones obtenida en la metodología de análisis para la densidad y la diversidad de usos de suelo se unifican en un matriz dando como resultados niveles muy altos, altos, medios, bajos y muy bajos (tabla 7) que dependen del cumplimiento de las variables y determinan la capacidad de ampliación del entorno caminable.



Figuras 10 y 11. Superposición, densidad y diversidad de usos norte y sur.  
Fuente: Elaboración propia.

Densidad / Usos de suelo		Densidad (población+empleo)			
		100-200 hab/ha	200-300 hab/ha	300-400 hab/ha	Mayor a 400 hab/ha
Diversidad de usos de suelo	M, RU3, (RU1 o RU2 o AR)	6,0	6,6	7,2	8,0
	M, RU3	5,5	6,1	6,7	7,5
	(RU3 o M), RU2	5,0	5,6	6,2	7,0
	(RU3 o M), (RU1 o AR) o M	4,0	4,6	5,2	6,0

Tabla 7. Matriz densidad - diversidad de usos (Ponderación)

Los resultados de la ponderación se presentan en la tabla 8, identificando los niveles de cumplimiento, antes mencionados, para los 500 y 800 metros de cada entorno caminable.

Área de cobertura		500 metros			800 metros		
Estación / Variable		Densidad poblacional + empleo	Diversidad de usos de suelo	Resultado	Densidad poblacional + empleo	Diversidad de usos de suelo	Resultado
1	El Labrador	2,0	4,0	6,0	2,0	4,0	6,0
2	Jipijapa	2,0	3,5	5,5	2,0	3,5	5,5
3	Iñaquito	2,0	2,0	4,0	2,6	3,5	6,1
4	La Carolina	2,6	3,5	6,1	2,0	3,5	5,5
5	La Pradera	2,0	3,5	5,5	2,0	4,0	6,0
6	U. Central	2,0	2,0	4,0	2,0	3,0	5,0
7	C. de la Cultura	2,6	3,0	5,6	2,6	4,0	6,6
8	Alameda	2,0	3,5	5,5	2,6	4,0	6,6
9	San Francisco	2,6	3,0	5,6	2,6	3,0	5,6
10	Magdalena	2,0	3,0	5,0	2,0	4,0	6,0
11	El Recreo	2,6	3,5	6,1	2,6	4,0	6,6
12	C. de la Torre	3,2	3,5	6,7	3,2	3,5	6,7
13	Solanda	4,0	3,5	7,5	4,0	3,5	7,5
14	M. Valverde	2,0	3,5	5,5	2,6	4,0	6,6
15	Quitumbe	0,0	0,0	0,0	2,0	3,0	5,0

Tabla 8. Matriz densidad - diversidad de usos (Resultados)

El entorno de la estación 13, tanto a los 500 como a los 800 m es el único que presenta condiciones muy altas de densidad y diversidad de usos de suelo, este resultado se debe a que su entorno es uno de los pocos sectores del sur de Quito que tuvieron planificación y no se adhirieron a la red después de establecerse como asentamiento informal. El diseño presentó viviendas con altas densidades debido a la escasez de viviendas para sectores económicos medios-bajos de la ciudad. Adicionalmente, se establecen usos múltiples de los ejes viales más largos promoviendo ejes comerciales en el sector. Otros de los entornos que presentan niveles altos es el entorno de 500 m de la estación 12, Cardenal de la Torre. Al igual que el entorno de la estación 12, el entorno de 800 m también presenta un nivel alto. En ambos entornos, las condiciones de densidad y diversidad de usos de suelo promueven un alto flujo peatonal debido al número de habitantes con la capacidad de realizar distintas actividades. Por tanto, el incremento de hasta 800 m del entorno es viable, considerando estas variables.



Los entornos de las estaciones 1, 4 y 11 presentan niveles medios de densidad y diversidad de usos. Lo interesante en estos entornos es que el estudio de los 800 m demuestra a los 500 m que la estación 11 alcanza un nivel alto similar a esto, los entornos de las estaciones 7, 8, 14 presentan niveles bajos a 500 m, alcanzan niveles altos a los 800 m. es decir, la capacidad caminable de los entornos de estas estaciones aumenta al extenderse a una cobertura de 800 m en cuanto a condiciones de densidad y diversidad. El aumento de la ponderación de las variables se produce, con menor puntaje, a los entornos de las estaciones 3, 10 que a los 500 m presentan condiciones muy bajas y a los 800 m condiciones medias. El entorno de la estación 5 sigue el mismo patrón, pero pasa de un nivel bajo a un nivel medio.

Los entornos de las estaciones 2 y 9 presentan niveles bajos a los 500 m y 800 m. A pesar de presentar valores altos en la diversidad de usos de suelo, la baja densidad afecta la calidad del entorno. Se entiende que ambas variables dependen la una de la otra, ya que para que exista una diversidad de actividades es necesario la presencia de personas que acudan a ella. Por tanto, la baja densidad no promueve altas condiciones de caminabilidad. Siguiendo las condiciones de densidad, las estaciones de la 1 a la 8 que presentan valores bajos de densidad, y corresponde a las áreas que se encuentran en condiciones de transformación, por tanto, los valores actuales con modificaciones pueden mejorar. Los entornos de las estaciones 6 y 15 presentan ponderaciones muy bajas en cuanto a las variables de densidad y diversidad.

### Accesibilidad, densidad y diversidad de usos de suelo

Los resultados obtenidos en la ponderación por un lado de la accesibilidad barrial y por otro de densidad y diversidad de usos de suelo, se utilizan para realizar una comparación final. El resultado de la comparación entre densidad y diversidad de usos de suelo genera resultados de Muy Alto, Alto, Medio, Bajo y Muy Bajo. Para realizar la ponderación junto con la accesibilidad barrial, se atribuyen nuevos valores a estas categorías de acuerdo a su nivel de relevancia (tabla 9).

Categoría Densidad y Diversidad de Usos	Ponderación
Alto	4,0
Alto - medio	3,0
Medio	2,0
Bajo - medio	1,0
Bajo	0,0

Accesibilidad barrial / Densidad + Usos de suelo		Accesibilidad Distrital				
		0 - 1,6	1,6 - 1,8	1,8 - 2,0	2,0 - 2,2	2,2 - 2,3
Densidad + Diversidad de usos de suelo	Muy Alta	4	6	6,5	7,5	8
	Alta	3	5	5,5	6,5	7
	Media	2	4	4,5	5,5	6
	Baja	1	3	3,5	4,5	5
	Muy Baja	0	2	2,5	3,5	4

Tabla 9. Ponderación resultados de densidad y diversidad de usos

Tabla 10. Matriz Accesibilidad – Densidad y Diversidad de Usos (Ponderación)

La ponderación final relaciona los valores de ponderación antes indicados y los valores de ponderación de la accesibilidad distrital (tabla 1), dando como resultado lo valores que presentarán el cumplimiento de las tres variables (accesibilidad distrital, densidad y diversidad de usos de suelo) para determinar la posibilidad del incremento del entorno caminable para cada estación de la línea de metro. La ponderación final se presenta en la tabla 9 a partir de una matriz de relación por un lado de la variable de accesibilidad y por otro lado de las variables de densidad y diversidad de usos de suelo.

La ponderación final se presenta en la tabla 11 a partir de una matriz de relación por un lado de la variable de accesibilidad y por otro lado de las variables de densidad y diversidad de usos de suelo.

Área de cobertura		500			800		
Estación / Variable		Accesibilidad barrial	Densidad + Diversidad usos de suelo	Resultado	Accesibilidad barrial	Densidad + Diversidad usos de suelo	Resultado
1	El Labrador	3,5	2,0	5,5	2,5	2,0	4,5
2	Jipijapa	3,5	1,0	4,5	3,5	2,0	5,5
3	Iñaquito	4,0	0,0	4,0	3,5	2,0	5,5
4	La Carolina	3,5	2,0	5,5	2,5	1,0	3,5
5	La Pradera	3,5	1,0	4,5	3,5	2,0	5,5
6	U. Central	3,5	0,0	3,5	2,5	0,0	2,5
7	C. de la Cultura	3,5	1,0	4,5	3,5	3,0	6,5
8	La Alameda	2,0	1,0	3,0	2,0	3,0	5,0
9	San Francisco	0,0	1,0	1,0	0,0	1,0	1,0
10	La Magdalena	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	3,0
11	El Recreo	0,0	2,0	2,0	0,0	3,0	3,0
12	C. de la Torre	2,0	3,0	5,0	2,0	3,0	5,0
13	Solanda	2,0	4,0	6,0	2,0	4,0	6,0
14	Morán Valverde	2,5	1,0	3,5	2,0	3,0	5,0
15	Quitumbe	2,5	0,0	2,5	2,5	0,0	2,5

Tabla 11. Matriz Accesibilidad – Densidad y Diversidad de Usos (Resultados)

Los resultados presentan un único entorno (estación 13) que plantea condiciones altas en los 500 y 800 metros. Esto quiere decir que este entorno caminable cumple con las condiciones para ser ampliado. A pesar de que sus ponderaciones de accesibilidad son medias bajas, el alto cumplimiento de variables de densidad y diversidad de usos de suelo permiten que el entorno pueda mantener altos niveles de caminabilidad. Los entornos de las estaciones 1 y 4 también presentan condiciones altas en los entornos de 500 metros, sin embargo a los 800 metros presentan calidades medias y bajas, correspondientemente. Estos entornos se caracterizan por tener una ponderación alta de accesibilidad pero media y baja en las variables de densidad y diversidad de usos. Sin embargo, de acuerdo a los conceptos de Space Syntax, si la accesibilidad es alta, el entorno tiene la capacidad de canalizar mayores flujos que motiven las condiciones comerciales y por tanto mejorar el cumplimiento de esta variable. En cuanto a la densidad, estas presentan altas densidades de empleo pero bajas de densidad lo que promueve que la densidad resultante tengan niveles medios y bajos. El efecto multiplicador también podría mejorar estas condiciones y una modificación del suelo podría influir en la densidad poblacional.

Los entornos de las estaciones que presentan niveles medios a los 500 metros (estaciones 2, 3, 5, 7 y 12) mantienen o incrementan su calidad peatonal a los 800 metros. En el caso del entorno de la estación 7, ésta incrementa su calidad peatonal hasta un nivel muy alto, siendo este el único entorno que alcanza esta calidad. Los resultados reflejan que los entornos caminables mejoran su calidad peatonal a los 800 metros debido principalmente a que el cumplimiento de las variables densidad y diversidad de usos de suelo mejoran cuando el entorno tiene una mayor áreas. Esto quiere decir que los entornos caminables a los 800 metros tienen la capacidad de proporcionar

mejores condiciones de diversidad de usos de suelo y por tanto mayor número de actividades. Estas características promueven que los desplazamientos sean multipropósitos y promueven la caminabilidad de sus peatones. El efecto multiplicador también podría cumplirse en estos entornos considerando los niveles medios y altos de accesibilidad distrital.

Los entornos de las estaciones 8 y 14 presentan calidades peatonales bajas a los 500 metros, sin embargo su calidad peatonal aumenta a nivel medio a los 800 metros. Las estaciones presentan ponderaciones bajas y medias, correspondientemente, en la accesibilidad distrital. Adicional a eso, sus condiciones de densidad y diversidad también presentan calidad bajas. Los entornos tienen la capacidad de mejorar su calidad debido a que a los 800 metros presentan ponderaciones más altas en estas dos últimas variables. Estos resultados indican que a mayor área del entorno se promueve una mayor cantidad de actividades y peatones, pero éstas deben ser complementadas con una mejora de accesibilidad.

Finalmente, los entornos de las estaciones 6, 9, 10, 11 y 15 presentan calidades peatonales bajas y muy bajas a los 500 metros y mantienen estas calidades a los 800 metros. El entorno de la estación 6 presenta altos niveles de accesibilidad distrital, mientras que su ponderación de densidad y diversidad de usos es muy baja, por tanto, a pesar de la alta accesibilidad, la inexistencia de diversidad de actividades y flujos peatonales no promueven la caminabilidad. Los siguientes entornos presentan bajas ponderaciones tanto en accesibilidad como en densidad y diversidad de usos. La posibilidad de incremento del entorno caminable para estas es nula, por tanto, para promover la caminabilidad en estos entornos es necesario reforzar todas las variables para mejorar la calidad peatonal.

## **5. Discusión**

Los entornos de las estaciones que obtienen resultados optimistas para la ampliación de los entornos caminables también presentan altos niveles de accesibilidad municipal (estaciones 1, 2, 3, 4, 5 y 7). Esto quiere decir que estas estaciones tienen la capacidad de canalizar flujos municipales, incremento más aún su potencialidad de incremento peatonal. La sinergia entre la accesibilidad global y local, que en este caso se refiere a la distrital, promueve mayor movimiento natural atrayendo mayores actividades y seguridad urbana. Por tanto, estos entornos a pesar de presentar ponderaciones medias o bajas de densidad y diversidad de uso tienen la capacidad de atraer más flujos por su sistema de espacios públicos promoviendo la transformación de suelos consolidados permitida por el PUOS y las nuevas regulaciones.

Los entornos que plantean calidades peatonales bajas o muy bajas se pueden considerar como ubicaciones erróneas para las estaciones de metro. Sin embargo, debido a que la infraestructura de transporte no permite el movimiento de sus estaciones, es necesario la modificación de los usos de suelo y edificabilidad que mejoren las condiciones de densidad y diversidad de usos de suelo. En cuanto a la accesibilidad distrital, es necesario el análisis a una menor escala para detectar la posibilidad de incremento de la accesibilidad por medio de la mejora de las circulaciones peatonales. Adicionalmente, se podría pensar, como es el caso de la estación 15, que considerando las condiciones altas de accesibilidad de la zona que se encuentra cercana a esta pero fuera del entorno de 800 metros, el desarrollo de un proyecto urbano de movilidad peatonal podría motivar el uso de la estación. Esto significaría que los peatones podrían estar dispuestos a caminar mayores distancias para acceder a la estación de metro si la mayoría de sus actividades

podrían ser realizadas en el entorno caminable que no corresponde al de las estaciones pero para recorridos más largos opten por la utilización de la nueva infraestructura.

Los resultados de la ponderación de accesibilidad, densidad y diversidad y la ponderación final presentan distintas calidades de los entornos. Varios entornos presentan mejores calidades de accesibilidad y otros de densidad y diversidad. Al generar una ponderación final que incluye la relación de las tres variables se puede identificar la verdadera calidad peatonal del entorno, ya que de acuerdo a la teoría, el cumplimiento de las tres son indispensables para promover la marcha a pie. La ponderación final es un reflejo del comportamiento de las tres variables. Sin embargo, la ponderación individual identifica las dificultades que presenta cada variable en los distintos entornos, permitiendo que la metodología señale las condiciones que deben ser mejoradas para promover la caminabilidad y la ampliación del entorno caminable.

## 6. Conclusiones

El trabajo de investigación demuestra su hipótesis de partida por medio del análisis de un caso de estudio. Se ha confirmado que se puede realizar un incremento del entorno caminable respecto a un punto en un contexto urbano consolidado con la utilización de las variables de accesibilidad, densidad y diversidad de usos de suelo. El análisis de las variables, entendidas como base para potenciar el desplazamiento peatonal, permite identificar la capacidad caminable que se presenta vinculada a un caso de estudio. El caso elegido se centra en la posibilidad de un modelo de movilidad más sostenible para la ciudad al referirse al estudio de la movilidad peatonal en los entornos de las estaciones de la primera línea de metro a ser implementada en Quito.

El caso de estudio elegido se enmarca en los conceptos de desarrollo sostenible al referirse al estudio de la movilidad peatonal en los entornos de las estaciones de la primera línea de metro que ha de ser implementada en Quito. Es cierto que muchas de las estaciones de metro en Quito presentan dificultades en cuanto al cumplimiento de las especificaciones de las variables. Sin embargo, por medio de la metodología propuesta se pueden detectar a gran escala los problemas que no permiten aplicar esas variables para después dar una respuesta a menor escala, es decir, se presenta una estrategia de doble juego de escalas.

El aporte principal de esta investigación es el desarrollo de una metodología que permite demostrar la validez de las variables seleccionadas para fomentar la caminabilidad (accesibilidad, densidad y diversidad de usos de suelo) en un punto de conexión con transporte público en un entorno urbano en su mayor parte consolidado. A partir de ésta se permite identificar los problemas o potencialidades del entorno para determinar la posibilidad de incremento del entorno caminable. La metodología trabaja a una escala urbana que ayuda a determinar la calidad peatonal de la ciudad, sin ser necesario entrar al detalle del diseño de las aceras y el arbolado, entre otros factores, que ya en el marco teórico de la presente investigación se demostraron menos relevantes para este estudio. En este sentido, se ha trabajado la mejora de la caminabilidad alrededor de las estaciones de metro para acercarse desde un modelo TOD a gran escala.

La metodología considera como variables principales la accesibilidad, la densidad y la diversidad de usos de suelo, siendo estas variables fácilmente identificables en cualquier ciudad. La accesibilidad conseguida a partir de Space Syntax puede ser determinada en cualquier ciudad. Los censos poblacionales pueden aportar la variable densidad residencial necesaria. En cuanto a la diversidad de usos de suelo, todas las ciudades presentan Planes Urbanos de Ordenación, como

es el caso de Quito con el Plan de Usos y Ordenación Urbana de 2015 con el que se puede determinar la diversidad de usos de suelo tanto existentes como propuestos, lo que implica poder considerar una cierta previsión de futuro. Por tanto, la metodología es aplicable para cualquier ciudad. Adicionalmente, la metodología es aplicable también para cualquier tipo de transporte ya que no existe una limitación en cuanto al número de usuarios de metro. Sin embargo, es necesario considerar que cada tipo de transporte admite distintos radios de influencia que deberán ser tomados en cuenta en el desarrollo del estudio.

Hay otras variables específicas para cada ciudad referidas principalmente a cuestiones de confort, como por ejemplo la topografía o el clima. En el caso de Quito, el porcentaje de pendiente se determina como una variable determinante de primer orden dada su peculiaridad orográfica, y su consideración será similar en ciudades con dificultades orográficas similares. Esta variable se indica tanto en el desarrollo del mapa axial de la ciudad, que determina la accesibilidad, como en el área de cobertura de cada estación. Este factor determina en el caso de Quito que en la práctica no se puede considerar que cada estación de metro pueda cubrir un radio de 500 u 800 metros tal y como establece la teoría. El área de cobertura de servicio dependerá de la red viaria urbana y las condiciones topográficas que se presentan en el entorno.

Es recomendable por tanto que como un aporte más a los complejos estudios que supone plantear con eficiencia una nueva infraestructura de transporte o el ajuste de ya existentes, como el BRT (autobuses), sea considerado un estudio como el que plantea esta investigación para que la elección de la ubicación de las estaciones de metro o paradas de intercambio modal peatonal-transporte público sean adecuadas y no condicionen la potencialidad de caminabilidad de las diversas zonas de la ciudad.

## Referencias

- CAFSU. (2002). *La sécurité des femmes: De la dépendance à l'autonomie*. Montreal: CAFSU.
- Cervero, R., & Kockelman, K. (1997). Travel Demand And The 3ds: Density, Diversity, And Design. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 2(3), 199-219.
- Ewing, R. (1999). *Pedestrian and Transit-Friendly Design: A Primer for Smart Growth*. Smart Growth Network. American Planning Association.
- Fariña, J. (2001). *La ciudad y el medio natural*. Madrid: Ediciones Akal S.A.
- Gehl, J. (2001). *Life between buildings: Using Public Space* (5° ed.). Washington D.C.: Island Press.
- Guerra, E., Cervero, R., & Tischler, D. (2011). *The Half-Mile Circle: Does It Best Represent Transit Station Catchments*. UC Berkely. Faculty Research.
- Gutiérrez Puebla, J., Cardozo, O., & García Palomares, J. (2008). Modelos de la demanda potencial de viajeros en redes de transporte público: aplicaciones en el Metro de Madrid. *III Seminario Internacional de Ordenamiento Territorial - La Interdisciplina en el Ordenamiento Territorial*. Mendoza.
- Hillier, B., & Hanson, J. (1993). *The Social Logic of Space*. Glasgow: Bell & Bain Ltd.
- Jacobs, J. (1961). *Muerte y vida de las grandes ciudades* (3ª edición 2013 ed.). (A. Abad, Trad.) Madrid: Capitán Swing Libros, S.L. .
- Lamiquiz, F. (2011). *Implicaciones de la accesibilidad configuracional en la movilidad peatonal. El caso de Madrid*. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, Departamento de Urbanismo y Ordenación del Territorio. Madrid: Tesis Doctoral.
- Lamiquiz, F. (2011). *Implicaciones de la accesibilidad configuracional en la movilidad peatonal. El caso de Madrid*. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, Departamento de Urbanismo y Ordenación del Territorio. Madrid: Tesis Doctoral.
- Lynch, K. (1960). *The image of the city* (Tercera Edición ed.). (E. Revol, Trad.) Massachusetts: The MIT Press.
- Pozueta, J., Lamiquiz, F., & Porto, M. (2009). *La Ciudad Paseable: recomendaciones para la consideración de los peatones en el planeamiento, diseño urbano y la arquitectura*. Madrid: Madrid CEDEX.
- Sanz Alduán, A. (2016). *Manual de movilidad peatonal. CAMINAR EN LA CIUDAD*. Madrid: Ibergarceta Publicaciones.
- Secretaría de Movilidad. (2014). *Diagnóstico de la movilidad en el Distrito Metropolitano de Quito para el Plan Metropolitano de Desarrollo Territorial (PMOT)*. Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, Quito.

Suzuki, H., Cervero, R., & Iuchi, K. (2013). *Transforming Cities with Transit: Transit and Land-Use Integration for Sustainable Urban Development*. Washington D.C.: World Bank.

Talavera, R., & Valenzuela, L. (2015). Entornos de la movilidad peatonal: enfoques, factores y condicionantes. *EURE. Revista latinoamericana de estudios urbano regionales*, 41(123), 5-27.

Valenzuela, L., Talavera, R., y Soria, J. (2014). La calidad peatonal como método para evaluar entorno de movilidad urbana. *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, 60(1), 161-187.