

# CÁLCULO DEL ÍNDICE DE ACCESIBILIDAD

PARA LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C.

BOGOTÁ  
MEJOR  
PARA TODOS

**Oscar Javier Quiroz P.**

Dirección de Economía Urbana  
Secretaría Distrital de Planeación  
Año 2015

DISEÑO, DIAGRAMACIÓN  
Buenos y Creativos SAS  
Lorena Correa Zamudio

# CONTENIDO



3

MOTIVACIÓN Y OBJETIVOS

17

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5

INFORMACIÓN DISPONIBLE

25

CONCLUSIONES

11

METODOLOGÍA DEL ÍNDICE DE  
ACCESIBILIDAD

27

ANEXOS



# MOTIVACIÓN Y OBJETIVOS

El Decreto 016 del 2013 le designó a la Dirección de Economía Urbana, entre otras funciones, coordinar, orientar y realizar el diseño de los instrumentos de financiación para el desarrollo territorial, a partir del principio del reparto equitativo de las cargas y beneficios derivados del ordenamiento del territorio. También, la realización de estudios socioeconómicos necesarios para atender las investigaciones que en el ámbito institucional se requieran, como el seguimiento a los determinantes de la actividad económica, el empleo, los precios del suelo, la actividad industrial, entre otros.

El presente informe surge ante la necesidad de analizar la relación entre accesibilidad y nivel de ingresos a partir de la información disponible de las diferentes fuentes como las Encuestas de Movilidad (EM) 2011, las Encuestas Multipropósito (EMP) 2011 y 2014, y el sistema de equipamientos referenciado en la Infraestructura de Datos Espaciales para el Distrito Capital (Ideca). Además, el informe presenta una propuesta metodológica para la construcción de un indicador de accesibilidad basado en la Encuesta Multipropósito para Bogotá y el sistema de equipamientos de Ideca. Para ello se utilizó el modelo estadístico denominado Análisis de Factores sobre un conjunto de 34 variables discriminadas en las unidades de planeamiento zonal (UPZ).



# INFORMACIÓN DISPONIBLE

Se tomaron como insumos dos fuentes de información:

- **Infraestructura de Datos Espaciales para el Distrito Capital (Ideca)**

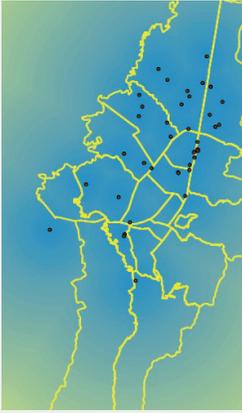
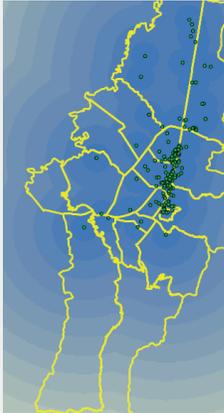
La Infraestructura de Datos Espaciales para el Distrito Capital (Ideca) se define como el conjunto de datos, estándares, políticas, tecnologías y acuerdos institucionales que de forma integrada y sostenida facilitan la producción, disponibilidad y acceso a la información geográfica del distrito capital, con el fin de apoyar su desarrollo social, económico y ambiental

Sobre el open data disponible en archivos GIS se utilizaron 6 tipos de equipamientos: salud, educación, turismo, servicios sociales, seguridad y sistema movilidad. Estos archivos permitieron conocer la localización exacta de estas actividades, lo cual fue clave para obtener medidas cuantitativas y fácilmente verificables de la cercanía o acceso a los diferentes tipos de bienes públicos.

En particular, este cálculo se realizó para las siguientes tipologías de equipamientos disponibles en Ideca: bibliotecas distritales, centros comerciales, clubes, parques de bolsillo, parques vecinales, parques zonales, colegios distritales, estaciones y troncales de Transmilenio, malla vial arterial, ríos y canales, cuerpos de agua, atractivos turísticos, zonas turísticas, paraderos del SITP, predios de oferta social, centros IPS, infraestructura para seguridad, hoteles, instituciones de educación superior y colegios distritales.

El cálculo de las distancias comprendió un esfuerzo por transformar los formatos KML de Ideca en shapfiles y, posteriormente, su transformación en rasters de distancias. A continuación se representan algunos ejemplos:

**Tabla 1. Distancias a equipamientos**

Distancias de Transmilenio	Distancias a centros comerciales	Distancias a universidades
		

Dado que se calcularon 21 rasters de distancias, se agregaron las cifras de las UPZ utilizando un promedio ponderado por área construida de los predios ubicados en estas zonas. Esta agregación permite conocer de manera más precisa el parámetro de las distancias promedio respecto a los diferentes equipamientos.

### • Encuesta Multipropósito para Bogotá (EMP)

La Encuesta Multipropósito para Bogotá, distrito capital, surge como una necesidad del distrito que necesita obtener información socioeconómica periódica para la formulación, seguimiento y evaluación de las políticas distritales, con el fin de darle continuidad a las encuestas de Calidad de Vida 1991, 1993, 2003 y 2007 y a la Encuesta de Capacidad de Pago 2004, en el marco de unificación de sus contenidos temáticos, los cuales profundizan en aspectos de cobertura, calidad y gasto de los hogares en servicios públicos domiciliarios, mercado laboral y condiciones de vida. En este sentido, la Secretaría Distrital de Planeación (SDP) consideró conveniente integrar la temática de las dos encuestas en una Encuesta Multipropósito, manteniendo los niveles de desagregación por localidad y estrato<sup>1</sup>.

Ahora bien, no fue posible identificar con éxito la ubicación por UPZ de la EMP 2014 por lo que se tomó la decisión de utilizar únicamente la EMP 2011 que sí proveía una aproximación a variables de accesibilidad subjetivas o reportadas por los hogares bogotanos. Se recomienda para una segunda fase del estudio replicar los resultados para la EMP 2014 y robustecer la muestra de la encuesta en las UPZ para mayor precisión estadística. En particular, se utilizaron las siguientes variables como indicadores de la accesibilidad para los hogares en el distrito capital:

<sup>1</sup> Disponible en [http://formularios.dane.gov.co/Anda\\_4\\_1/index.php/catalog/189/study-description](http://formularios.dane.gov.co/Anda_4_1/index.php/catalog/189/study-description).

**Tabla 2. Variables de accesibilidad**

Pregunta	Descripción	Opciones seleccionadas
B1	¿La vía de acceso a la edificación es...?	Peatonal construida o vehicular pavimentada
B2	¿Cuál es el estado de la vía?	Bueno
B4	¿La edificación donde está ubicada la vivienda tiene andén?	Sí
C46	¿Cuánto tiempo se demoran caminando las personas de este hogar para llegar a los siguientes servicios o establecimientos más cercanos a la vivienda? Transporte público (buses, busetas o colectivos).	Menos de 10 minutos
C46	¿Cuánto tiempo se demoran caminando las personas de este hogar para llegar a los siguientes servicios o establecimientos más cercanos a la vivienda? Estación de Transmilenio o paradero de alimentadores.	Menos de 10 minutos
C46	¿Cuánto tiempo se demoran caminando las personas de este hogar para llegar a los siguientes servicios o establecimientos más cercanos a la vivienda? Parque o zonas verdes.	Menos de 10 minutos
C46	¿Cuánto tiempo se demoran caminando las personas de este hogar para llegar a los siguientes servicios o establecimientos más cercanos a la vivienda? Tienda o supermercado.	Menos de 10 minutos
C46	¿Cuánto tiempo se demoran caminando las personas de este hogar para llegar a los siguientes servicios o establecimientos más cercanos a la vivienda? Droguería o farmacia.	Menos de 10 minutos

**Tabla 2. Variables de accesibilidad**

C46	¿Cuánto tiempo se demoran caminando las personas de este hogar para llegar a los siguientes servicios o establecimientos más cercanos a la vivienda? Bancos o cajeros.	Menos de 10 minutos
C46	¿Cuánto tiempo se demoran caminando las personas de este hogar para llegar a los siguientes servicios o establecimientos más cercanos a la vivienda? CAI o estación de policía.	Menos de 10 minutos
F11	En promedio, ¿cuántos minutos se demora en llegar desde su lugar de residencia a la IPS para sus consultas con el médico general?	Minutos
K44	En un trayecto normal a su sitio de trabajo, ¿cuáles medios de transporte utiliza?	¿Cuántos medios utiliza?
K45	¿Cuánto tiempo se demora en su viaje hacia el trabajo? (Incluya tiempo de espera del medio de transporte)	Minutos

En síntesis, se utilizaron como insumo del indicador de accesibilidad un total de 34 variables, de las cuales 13 corresponden a medidas subjetivas o autorreportadas de accesibilidad, mientras las restantes 21, corresponden a medias objetivas calculadas a partir de distancias lineales respecto a infraestructura o equipamientos públicos.





# METODOLOGÍA DEL ÍNDICE DE ACCESIBILIDAD

Para la construcción del modelo se parte del siguiente supuesto: no existe una única variable que mida de manera perfecta la accesibilidad a las diferentes zonas de la ciudad, por lo tanto, mientras se incorporen más variables que vayan en el sentido de medir diferentes aspectos de la accesibilidad se podría potenciar la construcción de un indicador sintético que efectivamente tenga en cuenta la multidimensionalidad de este fenómeno. Para el caso de Bogotá se encuentra un panorama en donde la información es limitada y escasa, por lo que se plantea una metodología que potencialice la poca información que hay y arroje resultados robustos en términos de consistencia interna.

## Paso 1: reescalamiento y direccionamiento de las variables

El primer paso de la metodología consistió en estandarizar las variables para no tener problemas con las unidades de medida a la hora de ejecutar un análisis estadístico, como también eran deseables variables que apuntaran en el mismo sentido, es decir, entre menor sea la distancia a un equipamiento mejor debería ser la puntuación de las variables a la hora de generar un indicador. Para estandarizar y garantizar la dirección correcta de todas las variables se utilizó la ecuación minmax que se presenta a continuación:

Variables con sentido positivo,  $(X_i) = ((x_i - \text{mín}(x)) / (\text{máx}(x) - \text{mín}(x)))$

Variables con sentido negativo,  $(X_i) = ((\text{máx}(x) - x_i) / (\text{máx}(x) - \text{mín}(x)))$

El procedimiento establece e identifica los valores mínimos y máximos de la variable de interés, con lo cual no solo se direccionan las variables en el sentido correcto sino que se estandarizan entre 0 y 1.

## Paso 2: análisis factorial

En el presente estudio se propone la síntesis de un indicador de accesibilidad haciendo uso del análisis de factores mediante la metodología ACP. Se seleccionó esta metodología porque guarda ciertas ventajas como: a) el análisis de factores presupone un modelo estadístico formal para una muestra pequeña de información, b) la posibilidad de utilizar el método de ACP en el análisis de factores como un criterio para la extracción de los factores finales, luego esta técnica involucraría una mayor robustez en términos de los análisis que pueden derivarse de ella y c) en contraposición al análisis ACP, este corresponde a

una técnica descriptiva cuyo objetivo es explicar la varianza de los datos<sup>2</sup>, en cambio, el análisis factorial es una técnica que permite hacer inferencia estadística.

Para exponer de manera sistemática la metodología de análisis de factores<sup>3</sup> se partirá de una definición general del modelo y, posteriormente, se enunciarán los pasos necesarios para abstraer las conclusiones esperadas para la construcción del índice.

De manera general, el análisis de factores parte de la siguiente representación de una matriz de datos:

$$x = \mu + \Lambda f + u \quad (1)$$

Donde:

- $f$  es un vector ( $m \times 1$ ) de variables latentes o factores no observados.
- $\Lambda$  es una matriz ( $p \times m$ ) de constantes desconocidas ( $m < p$ ). Esta matriz se denomina matriz de carga y contiene los coeficientes por los cuales los factores describirían los datos originales  $x$ .
- $U$  es un vector ( $p \times 1$ ) de perturbaciones no observadas.

Bajo determinados supuestos<sup>4</sup> se obtiene que  $\mu$  es la media de las variables  $x$ , asimismo, la ecuación (1) implica que cada dato  $x_{ij}$  puede reescribirse como:

$$x_{ij} = \mu_j + \lambda_{j1} f_{1i} + \dots + \lambda_{jm} f_{mi} + u_{ij}$$

Los efectos de los factores sobre  $x_{ij}$  son el producto de los coeficientes  $\lambda_{j1}, \dots, \lambda_{jm}$ , que dependen de la relación entre cada factor y la variable  $j$ , (y que son los mismos para todos los elementos de la muestra), por los valores de los  $m$  factores en el elemento muestral  $i$ ,  $f_{1i}, \dots, f_{mi}$ .

En particular, para generar la operatividad del indicador a partir del análisis de factores es necesario el desarrollo y análisis de cinco pasos fundamentales:

**a)** Chequeo de los supuestos del modelo:

- Estimación matriz de correlaciones:

El primer paso en la construcción de un análisis de factores es estimar la matriz de correlaciones a partir de la tabla de datos originales. De manera descriptiva, a través de la matriz de correlaciones se puede detectar si existe o no un alto grado de relación entre las variables de interés revisando los valores que tienden a 1 o a -1.

- Prueba Kaiser-Meyer-Olkin (KMO):

Este test estadístico fue diseñado para establecer si la matriz de correlaciones es adecuada para el análisis factorial. En particular, el test compara los coeficientes de correlación de la matriz de correlaciones contra los coeficientes de correlación parcial. Si la suma de los cuadrados de los coeficientes de correlación parcial entre todos los pares de variables es pequeña en comparación con la suma

<sup>2</sup> Peña, Daniel (2002). "Análisis de datos multivariantes", pp. 355.

<sup>3</sup> Peña, Daniel (2002). "Análisis de datos multivariantes", pp. 355.

<sup>4</sup> Supuestos:  $f$  sigue una distribución  $N_m(0, I)$  y  $u$  tiene distribución  $N_p(0, \psi)$  donde  $\psi$  es diagonal.

de los coeficientes de correlación al cuadrado, esta medida tiende a uno. La interpretación del estadístico KMO es que a medida que los valores se aproximen a 1, los resultados del modelo tienden a ser más óptimos; en este caso, los datos reflejan una gobernanza del agua alta dadas las características de los datos y su alta correlación entre ellos; por el contrario, en la medida que el estadístico se aproxime a 0, la matriz de correlaciones no genera propiedades adecuadas para la ejecución del análisis, por lo tanto, se entenderán los valores cercanos a 0 como datos no óptimos y para el IGA se interpretaría como una gobernanza baja dadas las variables analizadas.

Para Kaiser (1974 en Visauta, 1998) los resultados del modelo factorial serán excelentes u óptimos si el índice KMO está comprendido entre 0,9 y 1; buenos, si está comprendido entre 0,8 y 0,9; aceptables, si se encuentra entre 0,7 y 0,8; mediocres o regulares, cuando resulte entre 0,6 y 0,7; malos, si está entre 0,5 y 0,6, e inaceptables o muy malos cuando sea menor que 0,5.

- Test de esfericidad de Bartlett:

Continuando con la validación estadística y la validación de la correlación de los datos, sigue el test de Bartlett, que parte del principio de establecer dos hipótesis:  $H_0$ , que corresponde a que la matriz de correlaciones es una matriz de identidad; y  $H_a$ , que niega la matriz de identidad. En caso de aceptarse la  $H_0$ , posiblemente los datos no tengan suficiente correlación entre sí para ejecutar el análisis.

- Elección del número de factores a extraer:

Según el criterio de Kaiser se seleccionan aquellos componentes con autovalores mayores a 1. El gráfico de sedimentación es una representación gráfica en donde se puede evidenciar los autovalores asociados a los factores, y de allí se desprende la conclusión final sobre el número de factores a extraer para sintetizar las dimensiones de un indicador.

- Extracción de los factores:

Por construcción del modelo, una vez el algoritmo obtiene los factores, cada variable puede ser expresada como una combinación lineal de unos coeficientes. Estas variables constituyen las dimensiones del indicador de accesibilidad para Bogotá.

- Estimación de la matriz de componentes rotados:

Es frecuente que en varios casos no pueda verse muy claramente cómo se relacionan los factores con las variables originales. Por esta razón, en el análisis factorial es común hacer el cálculo de la llamada matriz de componentes rotados. Esta matriz es una transformación de la matriz factorial, en donde la ventaja es que no altera sus propiedades matemáticas y permite dilucidar más fácilmente la relación entre factores y variables, con lo cual se facilita la interpretación de los factores para el investigador. En el procedimiento interno, la matriz de componentes rotados gira los ejes de coordenadas hasta que las variables pesen mucho en un factor y poco o nada en otro, revelando así la mayor asociación de las variables a un factor exclusivamente.

- Cálculo del indicador sintético:

Suponiendo que partimos de una selección de variables que constituyen una matriz que cumple los supuestos del paso (a), se propone utilizar una estrategia que opera cada factor por una ponderación basada en la raíz cuadrada de la varianza de cada componente. En esta etapa final del cálculo se obtendrá de manera integral un indicador compuesto por varios factores que a su vez están conformados por variables que se encuentran altamente correlacionadas entre sí, este último será el Índice de Accesibilidad para las UPZ de Bogotá.



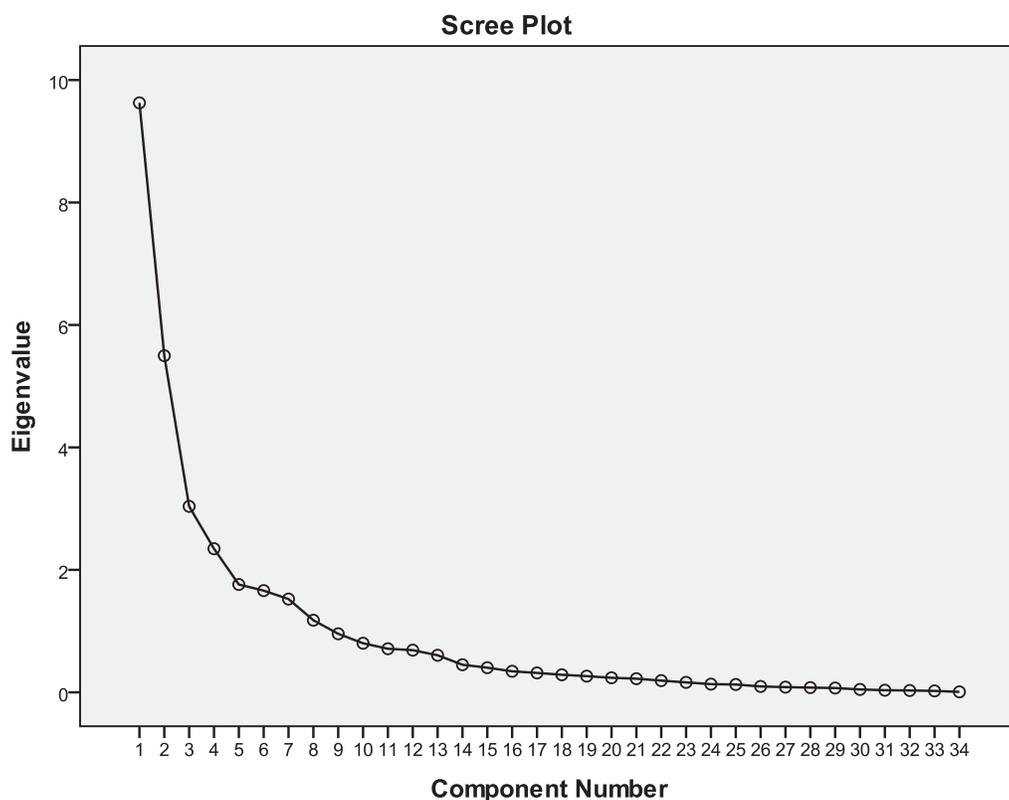


# RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En términos generales, se realizó el análisis factorial con un conjunto de 34 variables dentro de las cuales se mezclaron medidas objetivas de accesibilidad (distancias respecto a equipamientos e infraestructura pública) y medidas subjetivas de accesibilidad (tiempos al lugar de trabajo, número de medios de transporte, entre otras). Tras validar los supuestos del modelo, se encontró que las variables cumplen con los requisitos de correlación y las pruebas idóneas para poder ejecutar el modelo estadístico<sup>5</sup>.

El primer resultado encontrado fue que a través de 8 factores (véase la figura 1) es posible explicar el 78% de la varianza total de los datos, lo cual es sinónimo de que a través de la síntesis de estos factores se pueden obtener conclusiones robustas sobre el fenómeno de estudio “la accesibilidad”.

Figura 1. Gráfico de sedimentación



5 La comprobación de los supuestos del modelo se encuentra en la sección de anexos del documento.

Ahora bien, dado que los 8 factores son una combinación lineal de los datos originales, es conveniente analizar cuáles son las variables que caracterizan a los factores y de esta manera intentar entender el sentido de cada uno de ellos. Para facilitar este propósito se analizó la matriz de componentes rotados con el fin de encontrar de manera clara las variables con mayor influencia en cada factor.

**Tabla 3. Matriz de componentes rotados**

	Componente							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Distancia a EPS	,901	-,112	,318	-,019	-,035	,106	-,080	,009
Distancia a instituciones de educación superior	,881	-,135	,154	,079	,000	-,103	-,085	,032
Distancia a hoteles	,873	-,021	,275	,048	-,061	,103	-,138	,060
Distancia a troncales de Transmilenio	,764	,383	,108	,197	,126	,060	,185	-,173
Distancia a estaciones de Transmilenio	,756	,409	,096	,220	,108	,012	,151	-,145
Distancia a colegios no oficiales	,729	,262	-,157	,292	,082	,078	,040	,340
Distancia a atractivos turísticos	,699	,379	,253	,118	,071	-,029	-,083	,089
Distancia a centros comerciales	,683	,128	,079	,034	,146	,362	,277	-,258
Distancia a oferta social	-,032	,947	-,075	-,054	,030	-,136	-,029	-,023
Distancia a bibliotecas	,098	,888	-,119	-,048	-,068	-,204	,040	-,019
Distancia a parques de bolsillo	,030	,863	-,043	,287	-,013	,009	,067	-,033
Distancia a rutas del SITP	,319	,834	,077	-,006	,010	,191	-,047	-,183
Distancia a colegios oficiales	-,072	,760	-,232	,132	-,069	-,205	,139	,230
Distancia a consultorios	,538	,705	,018	,340	,111	,155	,003	-,016
Distancias a IPS	,423	,608	,072	,537	,141	,098	,075	,006
Tiempo al sitio de trabajo	,363	-,058	,811	,003	-,030	-,085	,147	,056
Tiempo a la IPS	,244	-,068	,798	-,080	,076	,086	,151	-,018
Tiempo a bancos	,270	-,143	,698	,067	,294	,061	-,084	-,126

**Tabla 3. Matriz de componentes rotados**

	Componente							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Vía de acceso pavimentada	,086	-,020	,620	,449	-,130	,362	-,267	,095
Calidad de la vía de acceso	-,004	-,070	,483	,313	,048	,388	-,297	-,007
Tiempo a un CAI	,115	-,088	,441	,244	,361	-,234	-,331	-,040
Tiempo al transporte público	,006	-,005	,413	,240	,384	-,251	,156	-,017
Distancia a malla vial arterial	,142	-,001	,157	,874	,144	,096	,168	-,087
Distancia a parques vecinales	,149	,291	-,080	,853	,213	,102	,065	-,053
Distancia a información de seguridad	,314	,390	-,009	,673	,185	-,160	,101	,218
Andenes	,056	,006	,548	,629	-,036	,062	,015	-,017
Tiempo a la tienda más cercana	,040	,015	,091	,031	,871	,066	,132	,018
Tiempo a la droguería más cercana	,073	,010	,044	,239	,851	,181	-,070	-,024
Tiempo al parque o zonas verdes	,195	-,126	,217	,068	,154	,785	-,154	,063
Tiempo de los cuerpos de agua	,055	-,224	-,331	,151	,101	,635	,380	-,268
Tiempo a estación de Transmilenio	-,083	,129	-,033	,050	,067	-,042	,727	,177
Número de medios de transporte	,126	-,039	,190	,270	,016	-,034	,630	-,245
Distancia a parques zonales	-,116	-,094	-,273	,041	,029	-,125	-,054	,744
Distancia a clubes	,175	,016	,361	-,091	-,054	,102	,088	,741

En síntesis, se encontraron las siguientes conclusiones al revisar la caracterización de cada factor:

- Factor 1 (accesibilidad a infraestructura de escala zonal): está caracterizado por interrelacionar la cercanía a centros comerciales, atractivos turísticos, universidades, hoteles y EPS, los cuales son equipamientos de escala zonal en la ciudad.
- Factor 2 (accesibilidad a infraestructura de escala local): interrelaciona la cercanía a infraestructura de oferta social (juntas de acción comunal), parques de bolsillo, rutas del SITP, colegios oficiales e IPS, los cuales son amenidades con una escala más local para los ciudadanos.

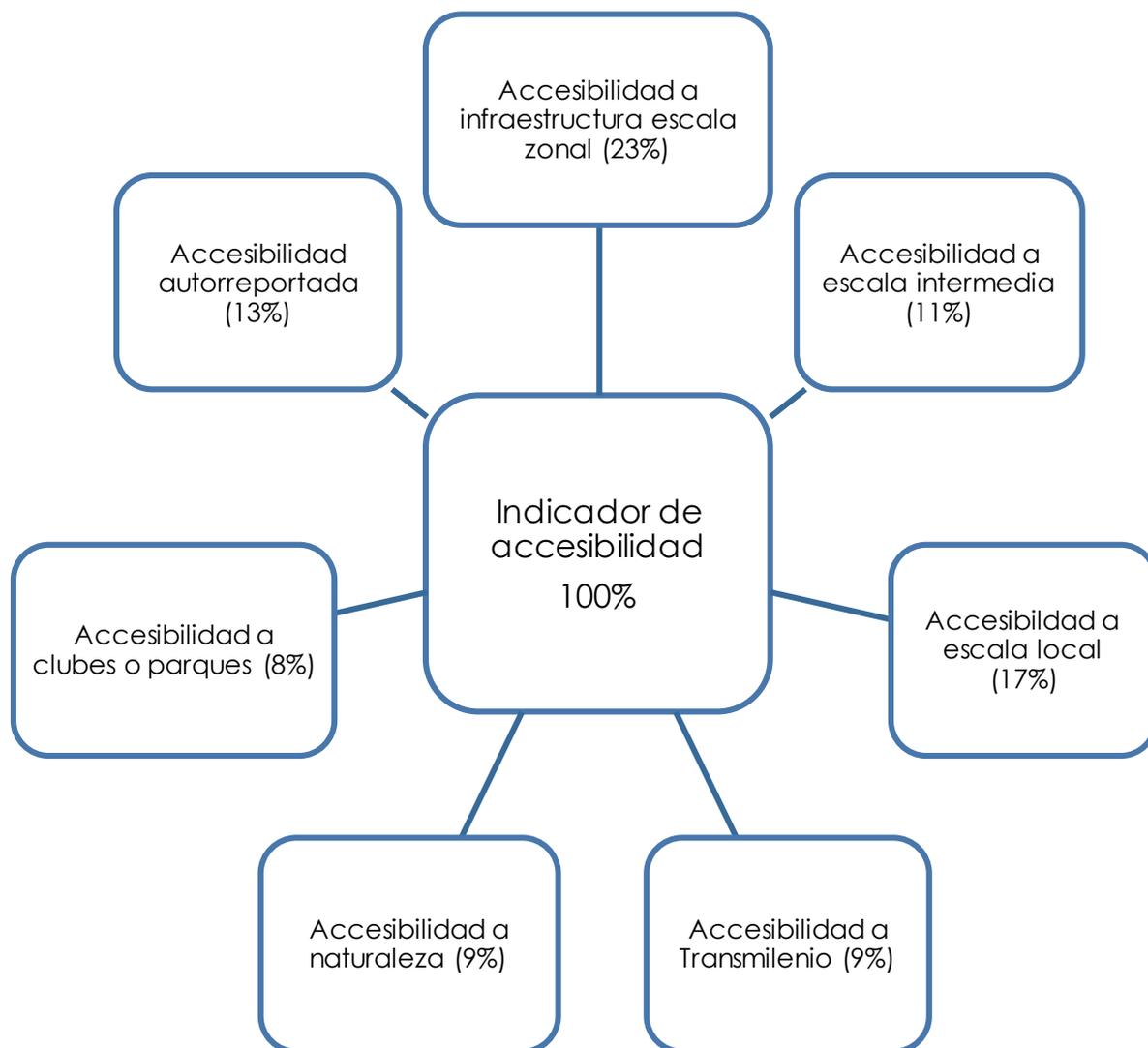
- Factor 3 (accesibilidad autorreportada): aglomera gran parte de las variables subjetivas de accesibilidad como el tiempo reportado de los viajes al sitio de trabajo, a la IPS más cercana, a los bancos, así como la calidad de la vía de acceso a las viviendas.
- Factor 4 (accesibilidad a escala intermedia [zonal-local]): está caracterizado por relacionar las distancias respecto a parques vecinales, malla vial arterial, estaciones de policía o infraestructura de seguridad y relaciona la calidad reportada de los andenes.
- Factor 5 (accesibilidad a mercados locales): se caracteriza por agrupar los tiempos de desplazamiento a las tiendas y droguerías más cercanas a los hogares.
- Factor 6 (accesibilidad a naturaleza): se combina el tiempo reportado para llegar a zonas verdes y parques, así como la distancia a cuerpos de agua.
- Factor 7 (accesibilidad a Transmilenio): se mezcla la medida objetiva de la distancia a la estación más cercana de Transmilenio, contra el número reportado de medios de transporte utilizados para llegar al lugar de trabajo. Resulta interesante que la accesibilidad a Transmilenio haya resultado en un indicador independiente del factor 2.
- Factor 8 (accesibilidad a clubes o parques zonales): relaciona la cercanía a parques de grandes extensiones (zonales) y a clubes.

En este orden de ideas, en este punto se hacía imprescindible cuantificar una estructura de pesos para poder sintetizar un indicador único que resumiera estas 8 dimensiones de la accesibilidad. Utilizando como criterio una ponderación basada en la raíz cuadrada de las varianzas explicadas por cada factor, se normalizó una estructura de pesos que en el agregado sumara 100 para poder proceder con la síntesis de indicador de accesibilidad global. A continuación se muestra un resumen de los factores y ponderaciones utilizados para la síntesis del indicador global:

**Tabla 4. Varianza total explicada por los 8 factores**

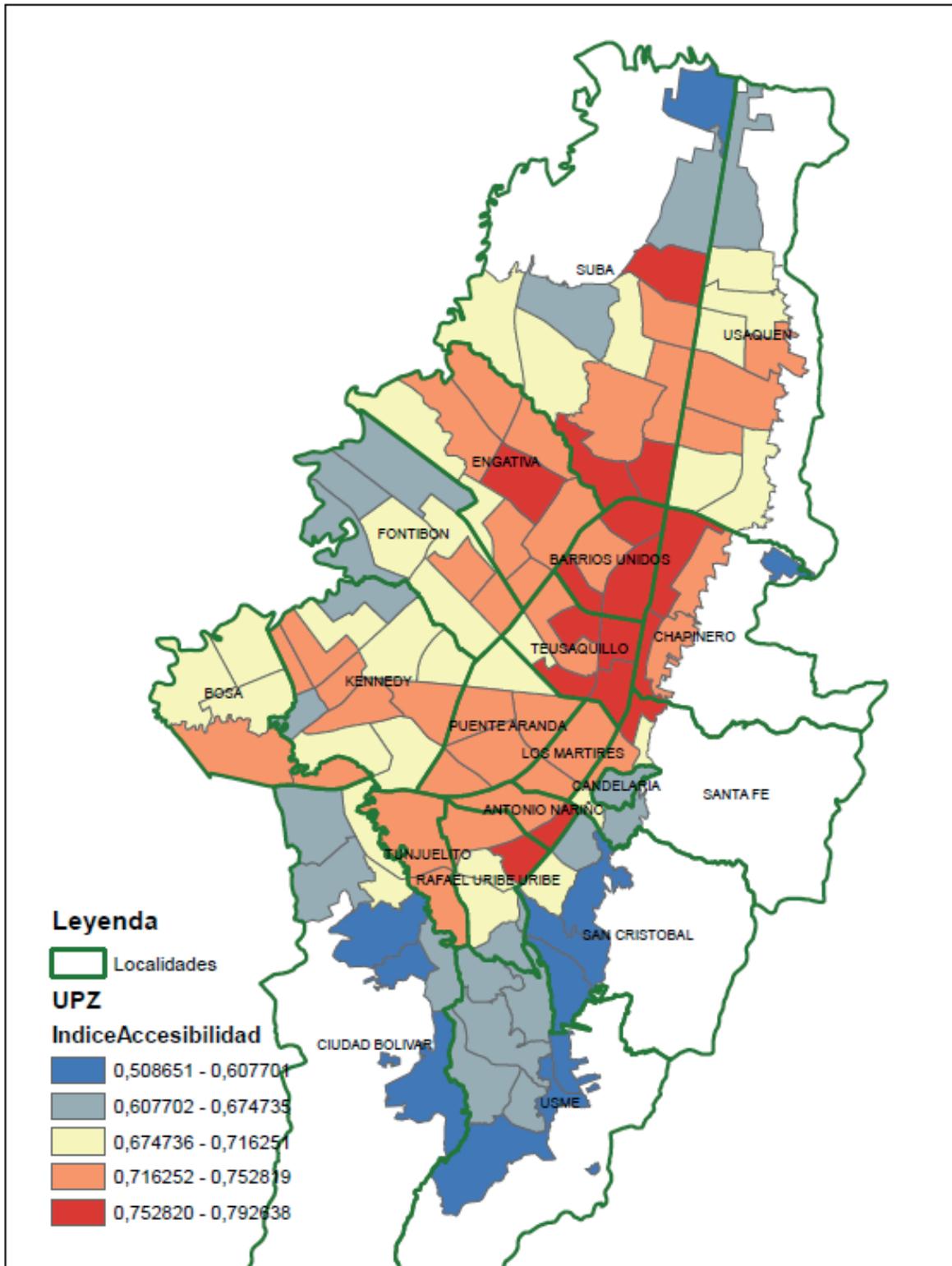
Componente	Valores propios iniciales			Las sumas de extracción			Las sumas de rotación			Ponderación
	Total	% of Varianza	Acumulado %	Total	% of Varianza	Acumulado %	Total	% of Varianza	Acumulado %	
1	9,627	28,315	28,315	9,627	28,315	28,315	6,121	18,003	18,003	22,7%
2	5,498	16,170	44,486	5,498	16,170	44,486	5,516	16,225	34,228	17,2%
3	3,037	8,932	53,418	3,037	8,932	53,418	3,908	11,494	45,722	12,8%
4	2,345	6,898	60,316	2,345	6,898	60,316	3,644	10,716	56,439	11,2%
5	1,761	5,179	65,496	1,761	5,179	65,496	2,127	6,256	62,695	9,7%
6	1,661	4,885	70,381	1,661	4,885	70,381	1,898	5,583	68,278	9,4%
7	1,523	4,480	74,861	1,523	4,480	74,861	1,722	5,064	73,342	9,0%
8	1,177	3,463	78,324	1,177	3,463	78,324	1,694	4,981	78,324	7,9%

Figura 2. Estructura de pesos y dimensiones de accesibilidad encontradas mediante el análisis de factores



Teniendo en cuenta la anterior estructura de pesos se procedió a calcular un indicador sintético cuya dirección va en el sentido de aproximarse a ser una medida multidimensional de los diferentes aspectos de la accesibilidad en la ciudad. Tal y como se explicó en la sección 2, el modelamiento estadístico del análisis factorial se elaboró tomando como unidad de referencia las UPZ de la ciudad, esto por la disponibilidad de información, especialmente de las medidas cualitativas de accesibilidad. Por todo lo anterior, el indicador de accesibilidad tiene como desagregación las UPZ; sin embargo, este trabajo propone a futuro fortalecer el análisis de las medidas cualitativas utilizando insumos más actualizados como la EM 2014 o la Encuesta de Movilidad de Bogotá de 2015. A continuación se presentan los resultados del indicador global de accesibilidad para las UPZ de Bogotá:

Mapa 1. Índice global de accesibilidad por UPZ



Fuente: cálculos de la Dirección de Economía Urbana basados en la EMP 2011 DANE, SDP





# CONCLUSIONES

Tras examinar los supuestos del modelo de análisis de factores fue posible construir un modelo de este estilo para los datos de accesibilidad de la ciudad de Bogotá utilizando información cuantitativa proveniente del Ideca y de la Encuesta Multipropósito para Bogotá 2011. Los resultados calculados por UPZ muestran que las unidades de planeamiento con mejores indicadores de accesibilidad son: 1) La Alambra, 2) Galerías, 3) Boyacá Real, 4) Chicó Lago y 5) Chapinero. En general, las UPZ con mejores índices de accesibilidad tendieron a concentrarse en las localidades de Chapinero, Barrios Unidos y Teusaquillo. En contraparte con los anteriores resultados se presentan UPZ con indicadores de accesibilidad relativamente bajos como es el caso de: 1) Guaymaral, 2) Monteblanco, 3) Los Libertadores, 4) San Isidro-Patios y 5) San Blas. Estas UPZ con baja accesibilidad encuentran aglomeración en las localidades de San Cristóbal, Usme y Ciudad Bolívar.

Por otra parte, el estudio pone de manifiesto la necesidad de la ciudad de contar con un mayor acervo de estadísticas en ámbitos más locales como las UPZ. A pesar de que en este estudio se totalizaron indicadores por UPZ, vale la pena aclarar que estas cifras son indicativas, pues no se cuenta con la robustez necesaria para hacer inferencia estadística en este dominio pues en algunos casos, la muestra por UPZ no es tan amplia. Asimismo, la EMP 2011 tenía como limitante la no respuesta en algunas UPZ, por lo cual fue necesario imputar estas cifras según el promedio de la ciudad para X unidades.

A pesar de las anteriores limitaciones, el análisis exploratorio propuesto brinda una aproximación cuantitativa para revelar la naturaleza multidimensional de la accesibilidad en la ciudad. También, resulta interesante un examen más exhaustivo de las 8 dimensiones de accesibilidad, pues en muchos casos las zonas de mejor indicador varían dependiendo del factor que se esté mirando, esto implicaría que la concurrencia de todos los factores no es el caso de las zonas de mejor accesibilidad, pues en todas ellas hay fortalezas en algunas dimensiones y debilidades en otras (véanse los anexos). Finalmente, partiendo de este análisis inicial, se recomienda en futuros estudios fortalecer la batería de indicadores aplicados en el estudio y utilizar información más actualizada de la EM 2014 y la Encuesta de Movilidad de Bogotá de 2015, que permitan robustecer los resultados desagregados por UPZ.



# ANEXOS

## Chequeo de supuestos

- Matriz de correlaciones

	TroncalesTran smilenio	Est_Tra nsmilenio	SITP	Parque s_Zonal es	Parque s_Veci nales	Parque s_Bolsill o	Oferta Social	Malla_V ial	IPS	Infraest ructura	Hoteles	EPS	Educ_S uperior	Cuerpo s_Agua	Consult orios	Cole_Of iciales
TroncalesTran	1,000	,984	,593	-,233	,413	,399	,326	,376	,664	,504	,640	,636	,626	,097	,741	,215
Est_Tra	,984	1,000	,607	-,205	,432	,427	,354	,378	,675	,524	,627	,616	,638	,033	,753	,255
SITP	,593	,607	1,000	-,247	,305	,705	,762	,099	,662	,300	,305	,241	,149	-,042	,820	,450
Parque	-,233	-,205	-,247	1,000	-,074	-,083	-,051	-,159	-,106	,137	-,170	-,211	-,106	-,117	-,157	,166
Parque	,413	,432	,305	-,074	1,000	,542	,201	,821	,769	,722	,120	,071	,139	,184	,623	,275
Parque	,399	,427	,705	-,083	,542	1,000	,742	,233	,691	,529	-,015	-,072	-,057	-,105	,726	,648
Oferta	,326	,354	,762	-,051	,201	,742	1,000	-,053	,516	,339	-,062	-,166	-,150	-,262	,595	,787
Malla_V	,376	,378	,099	-,159	,821	,233	-,053	1,000	,596	,599	,196	,163	,179	,216	,395	,046
IPS	,664	,675	,662	-,106	,769	,691	,516	,596	1,000	,729	,385	,346	,315	,035	,877	,422
Infraest	,504	,524	,300	,137	,722	,529	,339	,599	,729	1,000	,274	,185	,231	-,059	,657	,435
Hoteles	,640	,627	,305	-,170	,120	-,015	-,062	,196	,385	,274	1,000	,918	,794	-,002	,485	-,118
EPS	,636	,616	,241	-,211	,071	-,072	-,166	,163	,346	,185	,918	1,000	,866	-,006	,405	-,243
Educ_S	,626	,638	,149	-,106	,139	-,057	-,150	,179	,315	,231	,794	,866	1,000	-,078	,374	-,140
Cuerpo	,097	,033	-,042	-,117	,184	-,105	-,262	,216	,035	-,059	-,002	-,006	-,078	1,000	,037	-,195
Consult	,741	,753	,820	-,157	,623	,726	,595	,395	,877	,657	,485	,405	,374	,037	1,000	,458
Cole_Of	,215	,255	,450	,166	,275	,648	,787	,046	,422	,435	-,118	-,243	-,140	-,195	,458	1,000
Cole_N	,619	,637	,414	,139	,448	,309	,187	,298	,604	,593	,593	,545	,607	,068	,736	,304
Clubes	,009	,016	-,011	,234	-,074	-,013	-,057	,024	,100	,110	,314	,316	,162	-,259	,086	,003
Centros	,707	,647	,434	-,281	,245	,188	,038	,236	,462	,257	,560	,628	,486	,428	,543	-,092
Comerci	,375	,399	,682	-,029	,192	,753	,856	-,082	,509	,404	,004	-,063	-,023	-,237	,602	,709
Bibliote	,643	,650	,502	-,138	,288	,370	,300	,215	,642	,504	,659	,647	,575	-,163	,698	,145
Atractiv	,193	,195	,112	-,098	,281	,024	-,112	,441	,260	,205	,365	,338	,257	-,012	,213	-,118
ViaAcc	,136	,124	,045	-,113	,185	-,006	-,162	,293	,148	,118	,191	,177	,149	,035	,116	-,282
Calidad	,220	,230	,091	-,168	,491	,151	-,083	,618	,374	,366	,249	,217	,176	-,008	,267	-,027
ViaAcc	,133	,145	,046	-,055	,220	,078	-,022	,302	,193	,218	,090	,089	,169	-,067	,134	-,090
Andene	,163	,134	,016	,067	,087	,156	,120	,119	,103	,176	-,182	-,165	-,072	,165	,050	,242
Tiempo	,181	,144	,098	-,100	,132	-,100	-,241	,198	,153	,001	,325	,364	,164	,341	,157	-,308
Transp	,206	,190	,031	-,056	,227	-,014	,027	,218	,182	,189	,026	,042	,055	,130	,141	-,029
Tiempo	,205	,196	,055	-,072	,436	,073	-,013	,369	,286	,280	,055	,067	,097	,161	,238	-,040
EstTran	,223	,192	,075	-,238	,080	-,113	-,193	,250	,184	,119	,406	,482	,305	-,076	,147	-,381
Parque	,171	,147	,000	-,016	,122	-,055	-,051	,242	,144	,263	,238	,245	,185	-,242	,076	-,167
Tiempo	,252	,242	,066	-,233	-,028	-,075	-,181	,106	,113	,016	,400	,455	,339	-,096	,109	-,231
Droguer	,264	,249	,037	-,203	,243	,087	-,067	,381	,251	,265	,065	,129	,056	,230	,139	-,008
Tiempo	,392	,368	,072	-,173	-,004	-,088	-,104	,226	,182	,133	,501	,554	,432	-,264	,141	-,161
SitioTra																

Clubes	Centros Comerciales	Bibliotecas	Atractivo Turístico	ViaAcceso	Calidad ViaAcceso	Andenes	Transporte Público	Tiempo EstTran smilenio	Parque ZonasVerdes	Tiempo Tienda	Tiempo Droguerías	Tiempo Bancos	Tiempo CAIs	Tiempo IPS	sMedio sTrans porte	Tiempo SitioTra bajo
,009	,707	,375	,643	,193	,136	,220	,133	,163	,181	,206	,205	,223	,171	,252	,264	,392
,016	,647	,399	,650	,195	,124	,230	,145	,134	,144	,190	,196	,192	,147	,242	,249	,368
-,011	,434	,682	,502	,112	,045	,091	,046	,016	,098	,031	,055	,075	,000	,066	,037	,072
,234	-,281	-,029	-,138	-,098	-,113	-,168	-,055	,067	-,100	-,056	-,072	-,238	-,016	-,233	-,203	-,173
-,074	,245	,192	,288	,281	,185	,491	,220	,087	,132	,227	,436	,080	,122	-,028	,243	-,004
-,013	,188	,753	,370	,024	-,006	,151	,078	,156	-,100	-,014	,073	-,113	-,055	-,075	,087	-,088
-,057	,038	,856	,300	-,112	-,162	-,083	-,022	,120	-,241	,027	-,013	-,193	-,051	-,181	-,067	-,104
,024	,236	-,082	,215	,441	,293	,618	,302	,119	,198	,218	,369	,250	,242	,106	,381	,226
,100	,462	,509	,642	,260	,148	,374	,193	,103	,153	,182	,286	,184	,144	,113	,251	,182
,110	,257	,404	,504	,205	,118	,366	,218	,176	,001	,189	,280	,119	,263	,016	,265	,133
,314	,560	,004	,659	,365	,191	,249	,090	-,182	,325	,026	,055	,406	,238	,400	,065	,501
,316	,628	-,063	,647	,338	,177	,217	,089	-,165	,364	,042	,067	,482	,245	,455	,129	,554
,162	,486	-,023	,575	,257	,149	,176	,169	-,072	,164	,055	,097	,305	,185	,339	,056	,432
-,259	,428	-,237	-,163	-,012	,035	-,008	-,067	,165	,341	,130	,161	-,076	-,242	-,096	,230	-,264
,086	,543	,602	,698	,213	,116	,267	,134	,050	,157	,141	,238	,147	,076	,109	,139	,141
,003	-,092	,709	,145	-,118	-,282	-,027	-,090	,242	-,308	-,029	-,040	-,381	-,167	-,231	-,008	-,161
,279	,485	,258	,626	,150	,040	,145	,062	,080	,132	,111	,192	,071	,020	,076	,068	,116
1,000	,029	-,036	,280	,206	,107	,155	,079	,085	,164	,015	-,021	,195	,057	,242	-,026	,341
,029	1,000	,131	,469	,108	,100	,184	,020	,137	,321	,135	,238	,422	,107	,272	,286	,256
-,036	,131	1,000	,370	-,158	-,215	-,096	-,003	,119	-,291	-,074	-,095	-,220	-,110	-,141	-,006	-,109
,280	,469	,370	1,000	,224	,142	,252	,140	-,108	,171	,123	,150	,334	,197	,312	,171	,419
,206	,108	-,158	,224	1,000	,681	,639	,188	-,144	,458	,005	,120	,430	,354	,450	,037	,469
,107	,100	-,215	,142	,681	1,000	,306	,165	-,096	,390	,118	,143	,396	,385	,291	,034	,266
,155	,184	-,096	,252	,639	,306	1,000	,366	-,010	,189	,075	,199	,406	,310	,430	,163	,436
,079	,020	-,003	,140	,188	,165	,366	1,000	,080	-,015	,353	,236	,324	,244	,340	,183	,254
,085	,137	,119	-,108	-,144	-,096	-,010	,080	1,000	-,188	,092	-,018	-,085	-,050	-,046	,202	-,010
,164	,321	-,291	,171	,458	,390	,189	-,015	-,188	1,000	,170	,312	,269	,080	,262	,023	,209
,015	,135	-,074	,123	,005	,118	,075	,353	,092	,170	1,000	,683	,208	,196	,162	,139	,118
-,021	,238	-,095	,150	,120	,143	,199	,236	-,018	,312	,683	1,000	,327	,330	,163	,063	,029
,195	,422	-,220	,334	,430	,396	,406	,324	-,085	,269	,208	,327	1,000	,549	,583	,153	,599
,057	,107	-,110	,197	,354	,385	,310	,244	-,050	,080	,196	,330	,549	1,000	,208	,033	,330
,242	,272	-,141	,312	,450	,291	,430	,340	-,046	,262	,162	,163	,583	,208	1,000	,204	,780
-,026	,286	-,006	,171	,037	,034	,163	,183	,202	,023	,139	,063	,153	,033	,204	1,000	,282
,341	,256	-,109	,419	,469	,266	,436	,254	-,010	,209	,118	,029	,599	,330	,780	,282	1,000

• Prueba KMO y test de Barlett

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,773
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	3908,859
	df	561
	Sig.	,000

- Varianza total explicada

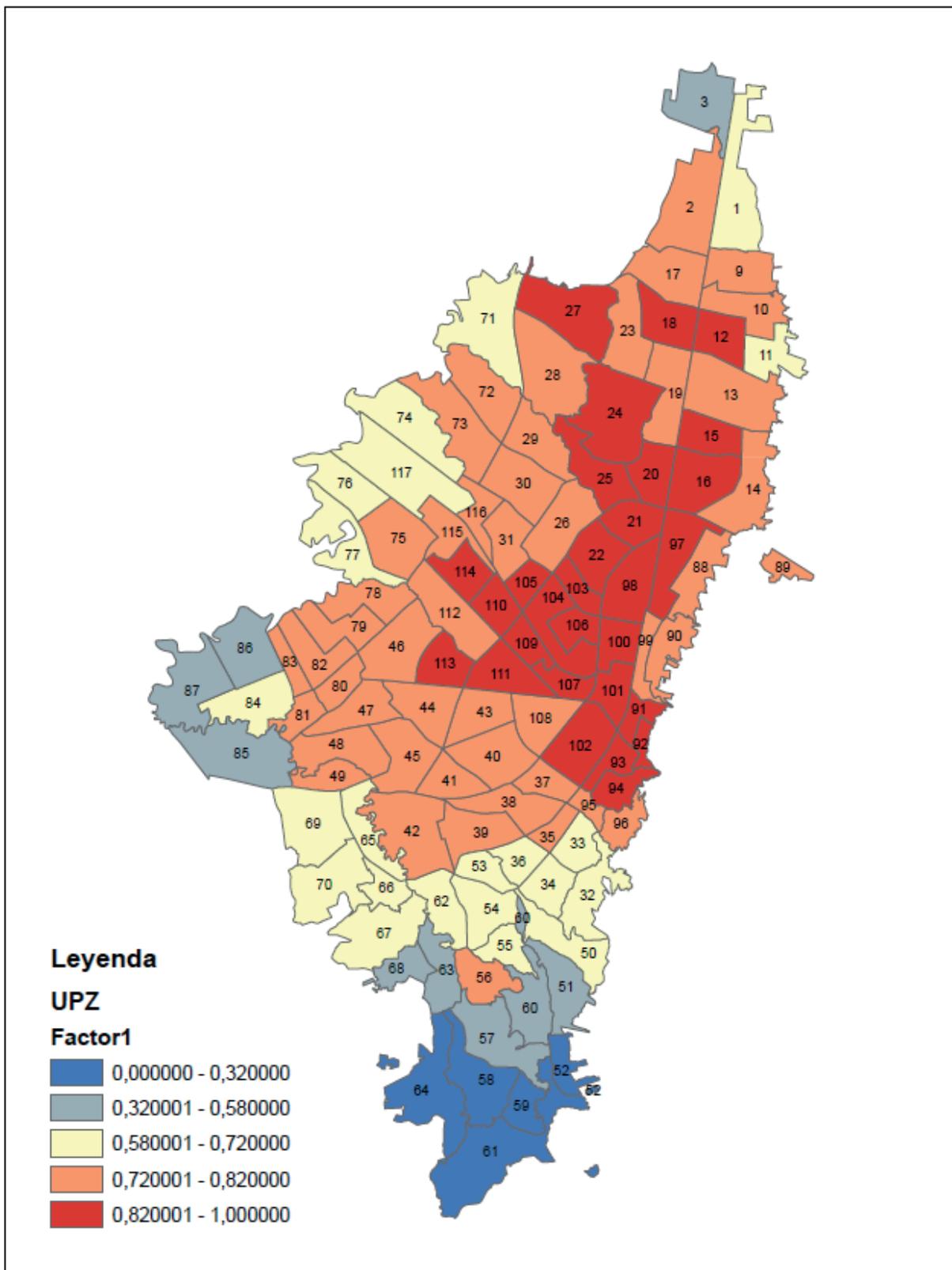
**Total Variance Explained**

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	9,627	28,315	28,315	9,627	28,315	28,315	6,121	18,003	18,003
2	5,498	16,170	44,486	5,498	16,170	44,486	5,516	16,225	34,228
3	3,037	8,932	53,418	3,037	8,932	53,418	3,908	11,494	45,722
4	2,345	6,898	60,316	2,345	6,898	60,316	3,644	10,716	56,439
5	1,761	5,179	65,496	1,761	5,179	65,496	2,127	6,256	62,695
6	1,661	4,885	70,381	1,661	4,885	70,381	1,898	5,583	68,278
7	1,523	4,480	74,861	1,523	4,480	74,861	1,722	5,064	73,342
8	1,177	3,463	78,324	1,177	3,463	78,324	1,694	4,981	78,324
9	,956	2,812	81,135						
10	,801	2,356	83,492						
11	,711	2,093	85,584						
12	,688	2,024	87,608						
13	,605	1,780	89,388						
14	,450	1,324	90,713						
15	,402	1,183	91,896						
16	,344	1,010	92,906						
17	,317	,932	93,838						
18	,287	,843	94,681						
19	,264	,777	95,458						
20	,237	,698	96,156						
21	,223	,654	96,810						
22	,191	,562	97,373						
23	,162	,477	97,850						
24	,134	,393	98,243						
25	,128	,376	98,618						
26	,096	,282	98,900						
27	,085	,249	99,149						
28	,077	,227	99,377						
29	,070	,206	99,583						
30	,047	,139	99,722						
31	,034	,101	99,822						
32	,030	,088	99,911						
33	,023	,068	99,979						
34	,007	,021	100,000						

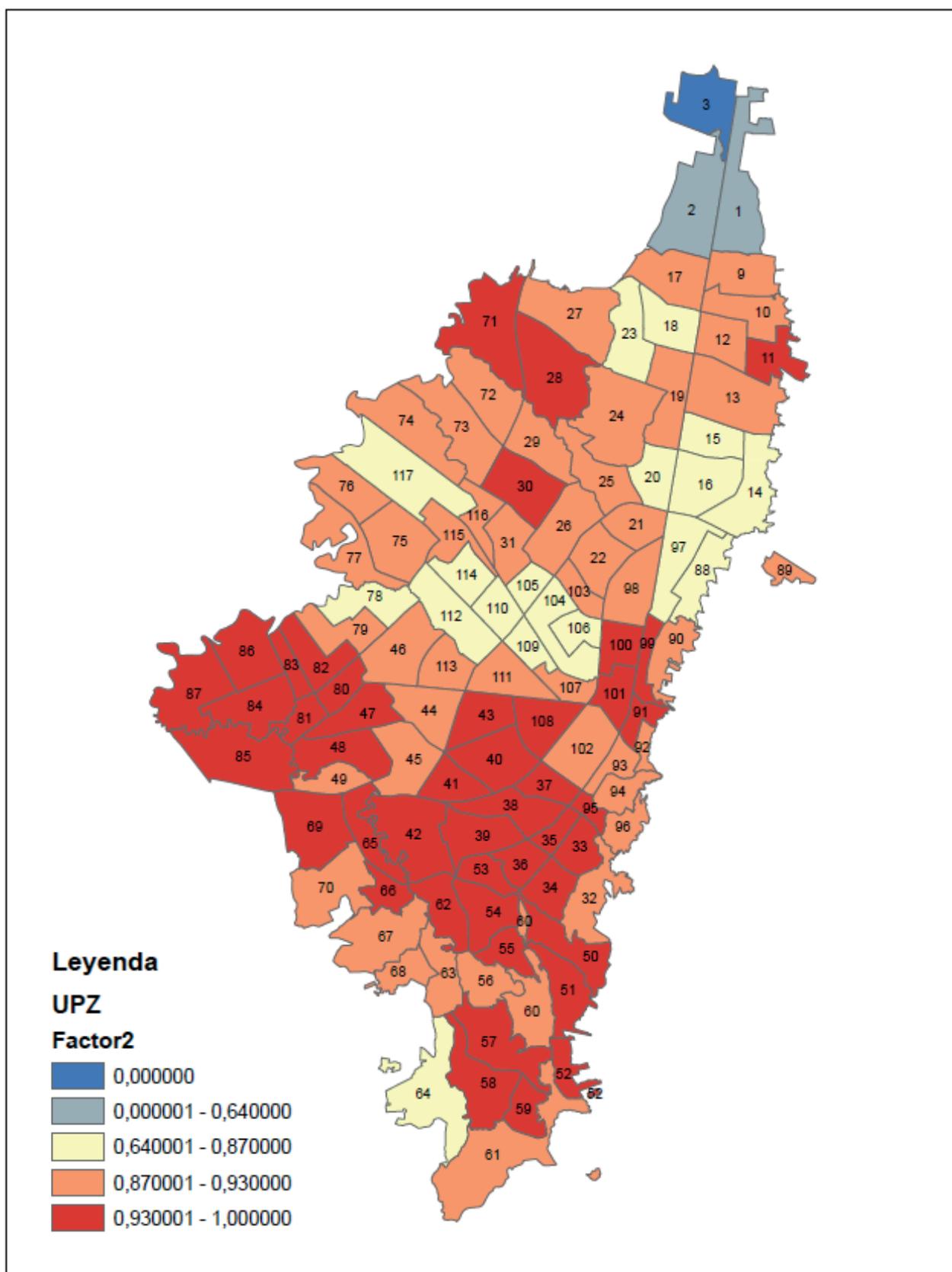
Extraction Method: Principal Component Analysis.

Resultados de las dimensiones de accesibilidad (factores)

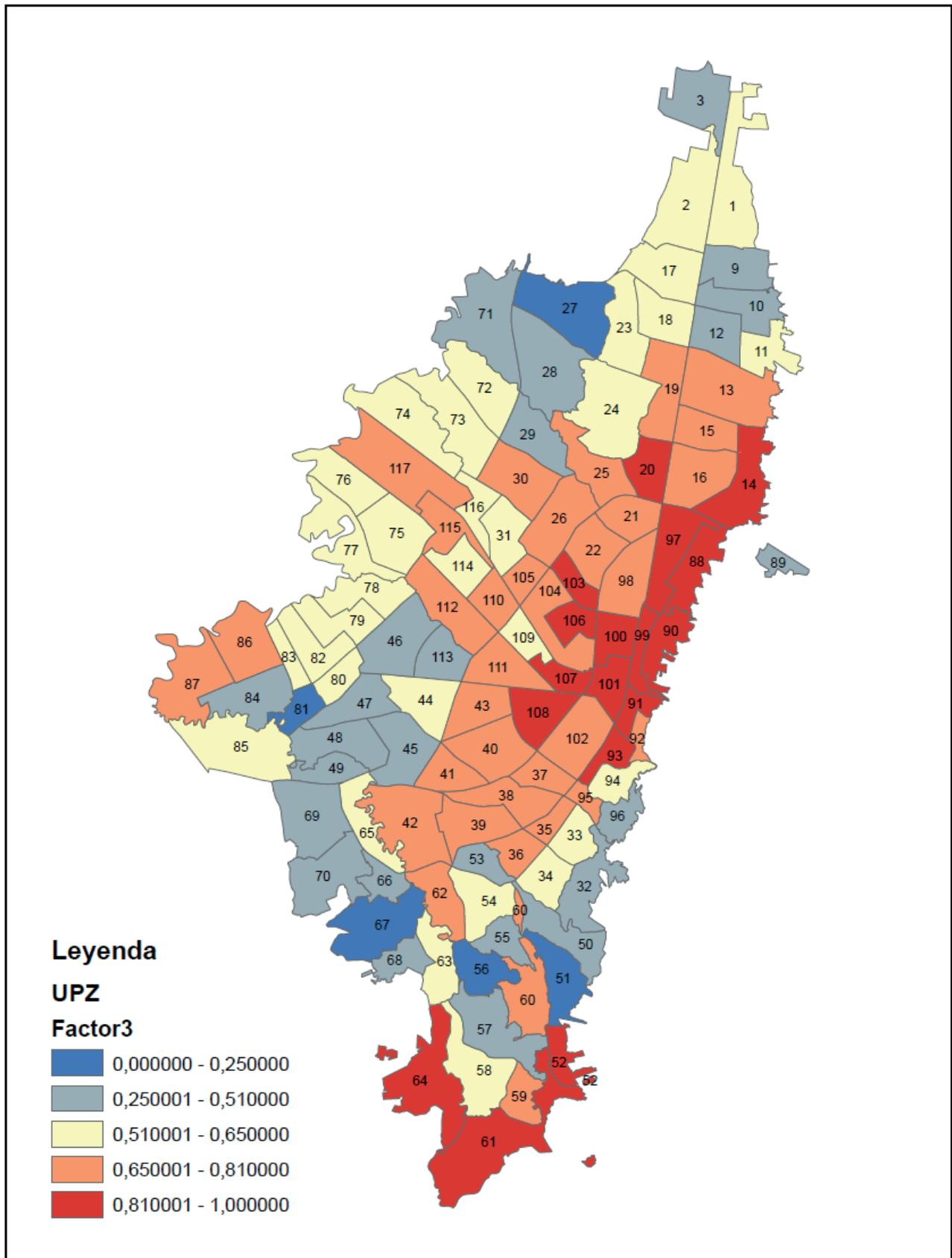
Mapa 2. Factor 1. Accesibilidad a infraestructura de escala zonal



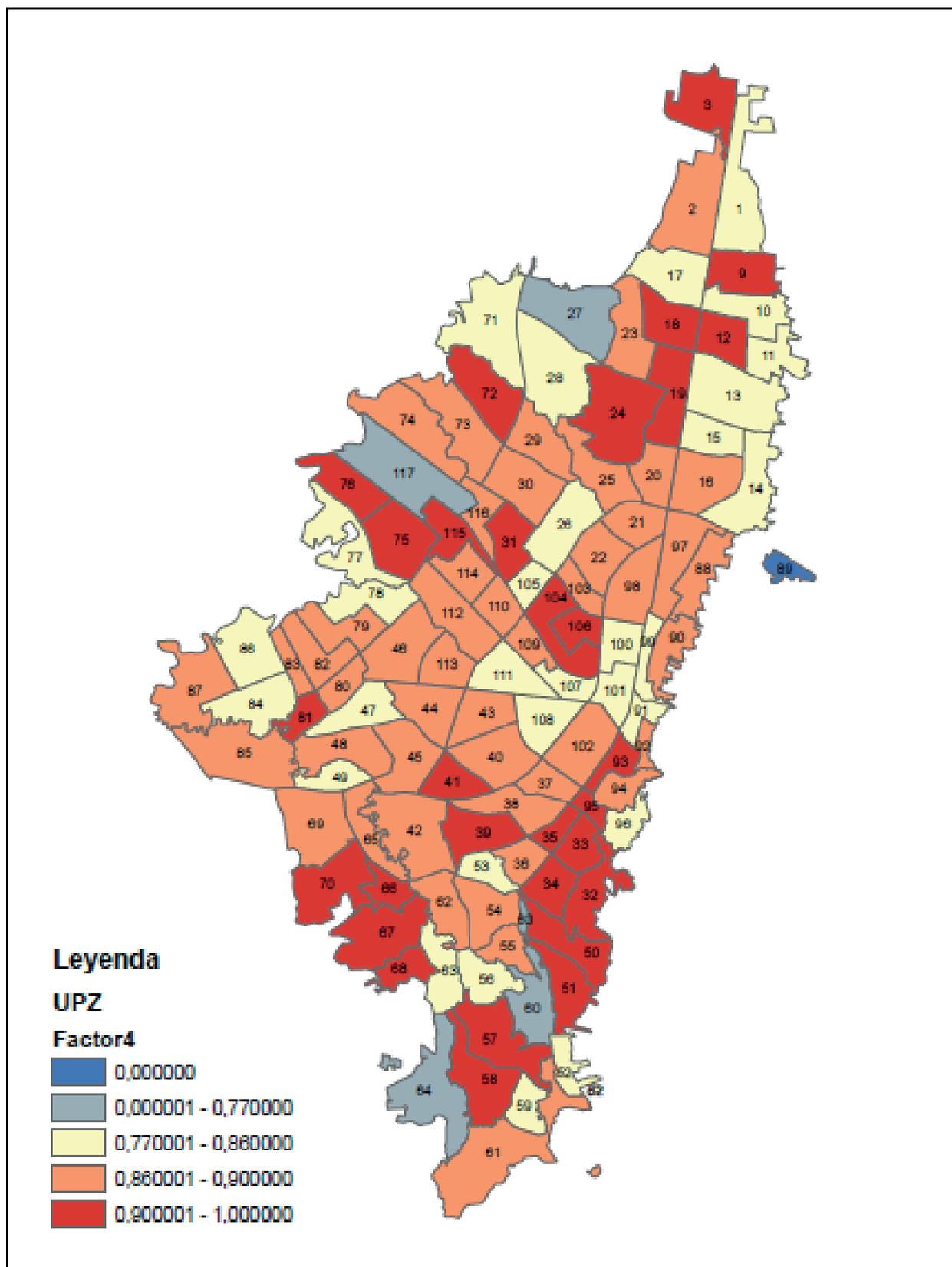
Mapa 3. Factor 2. Accesibilidad a infraestructura de escala local



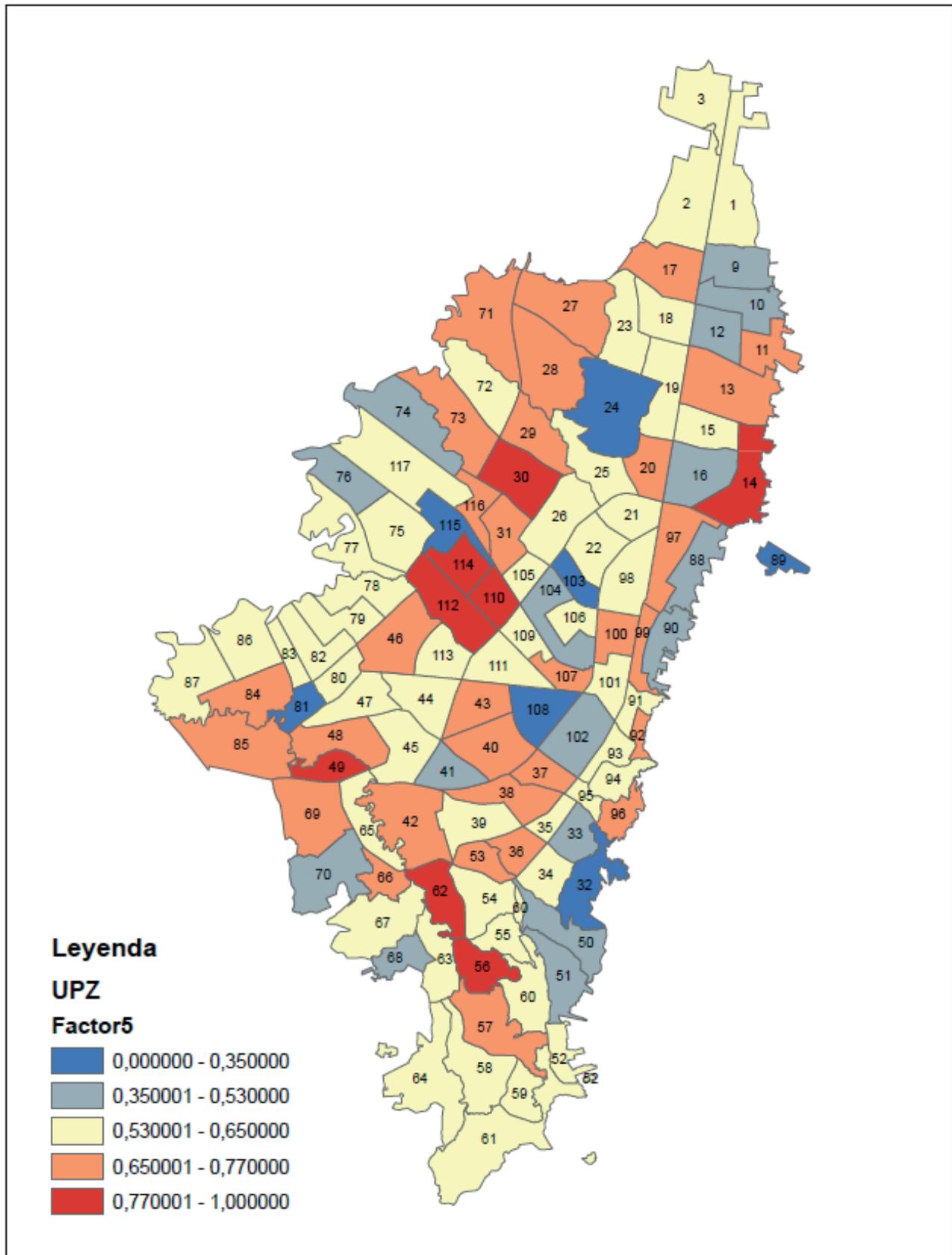
Mapa 4. Factor 3. Accesibilidad autorreportada



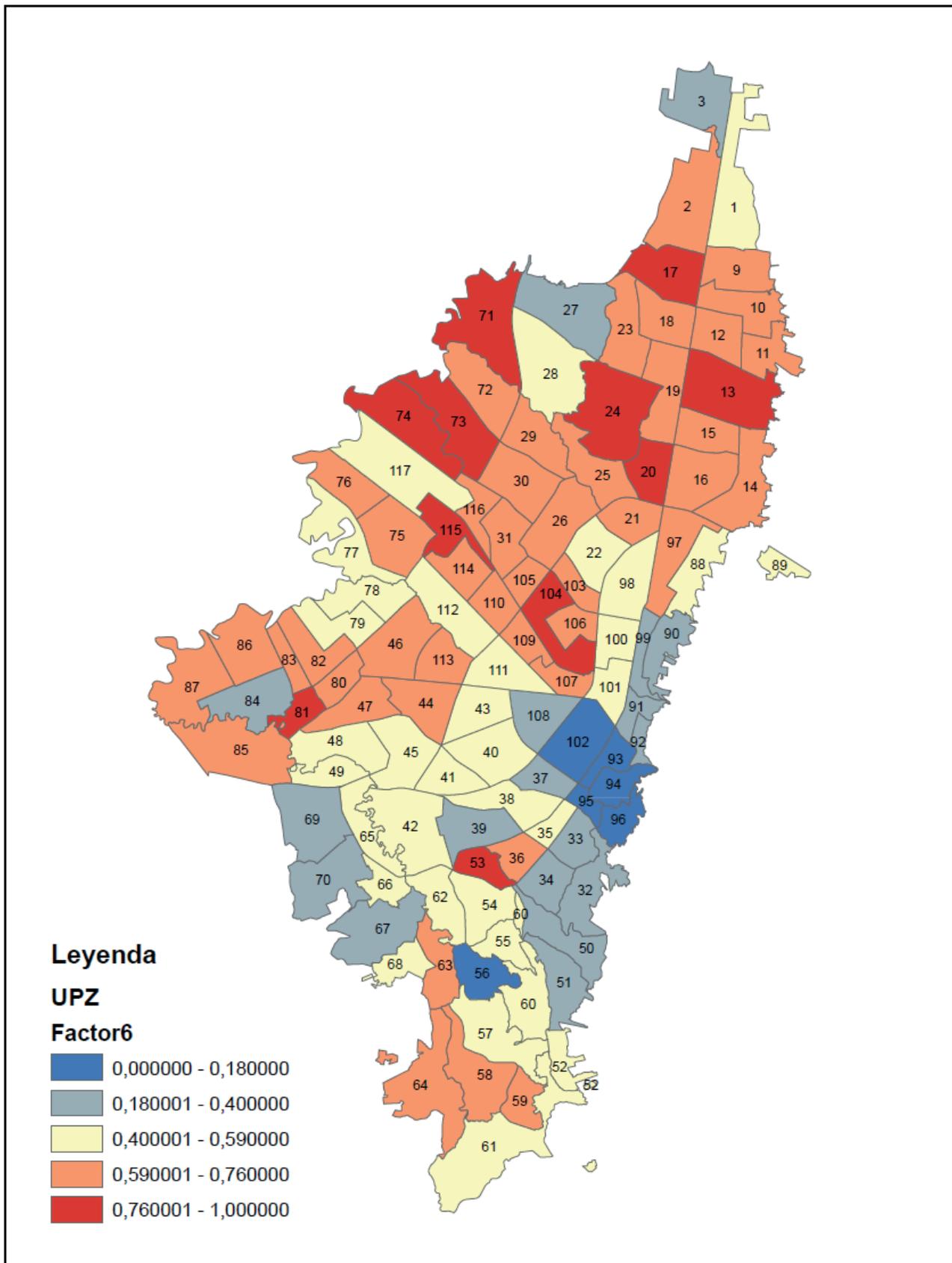
Mapa 5. Factor 4. Accesibilidad a escala intermedia (zonal-local)



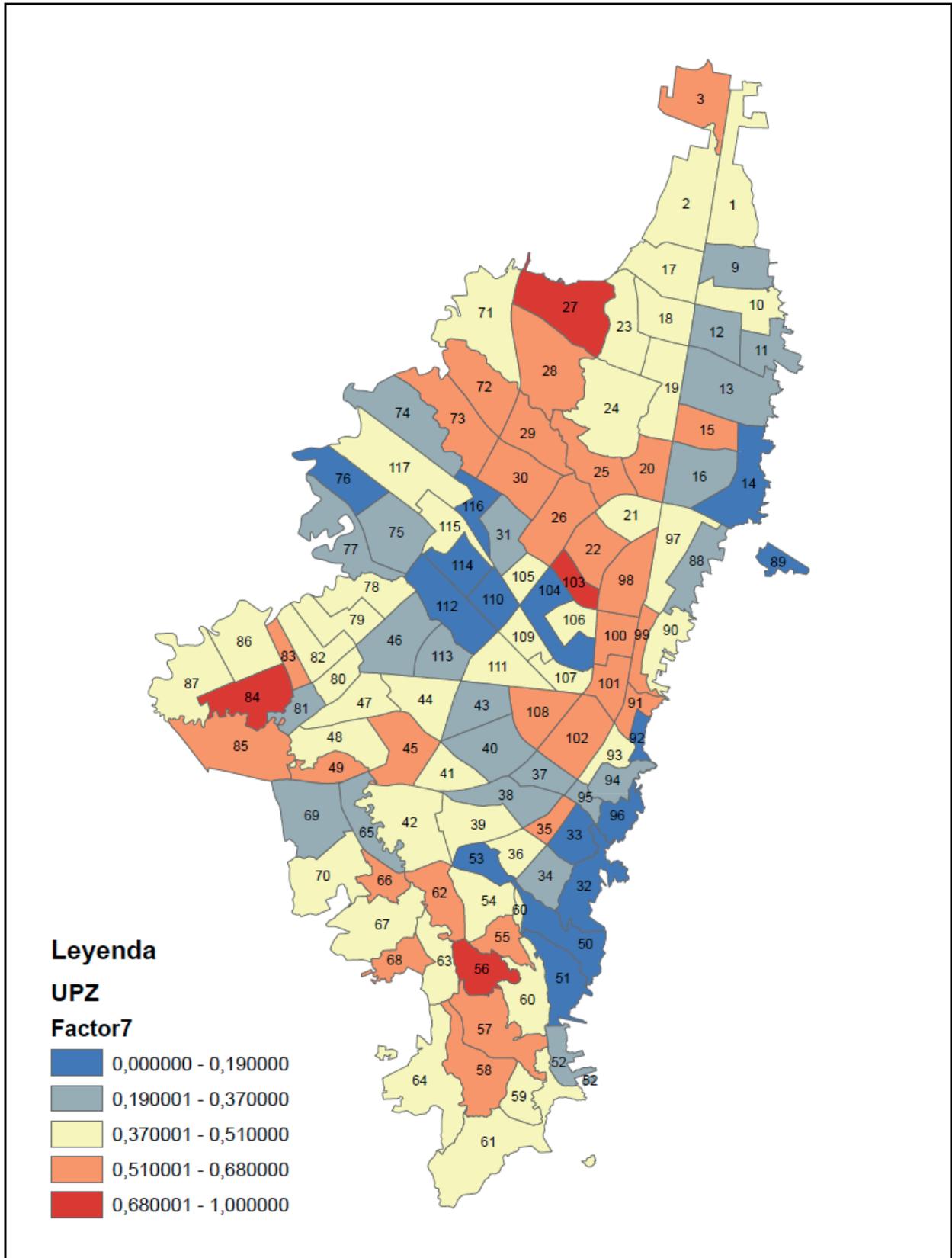
Mapa 6. Factor 5. Accesibilidad a mercados locales



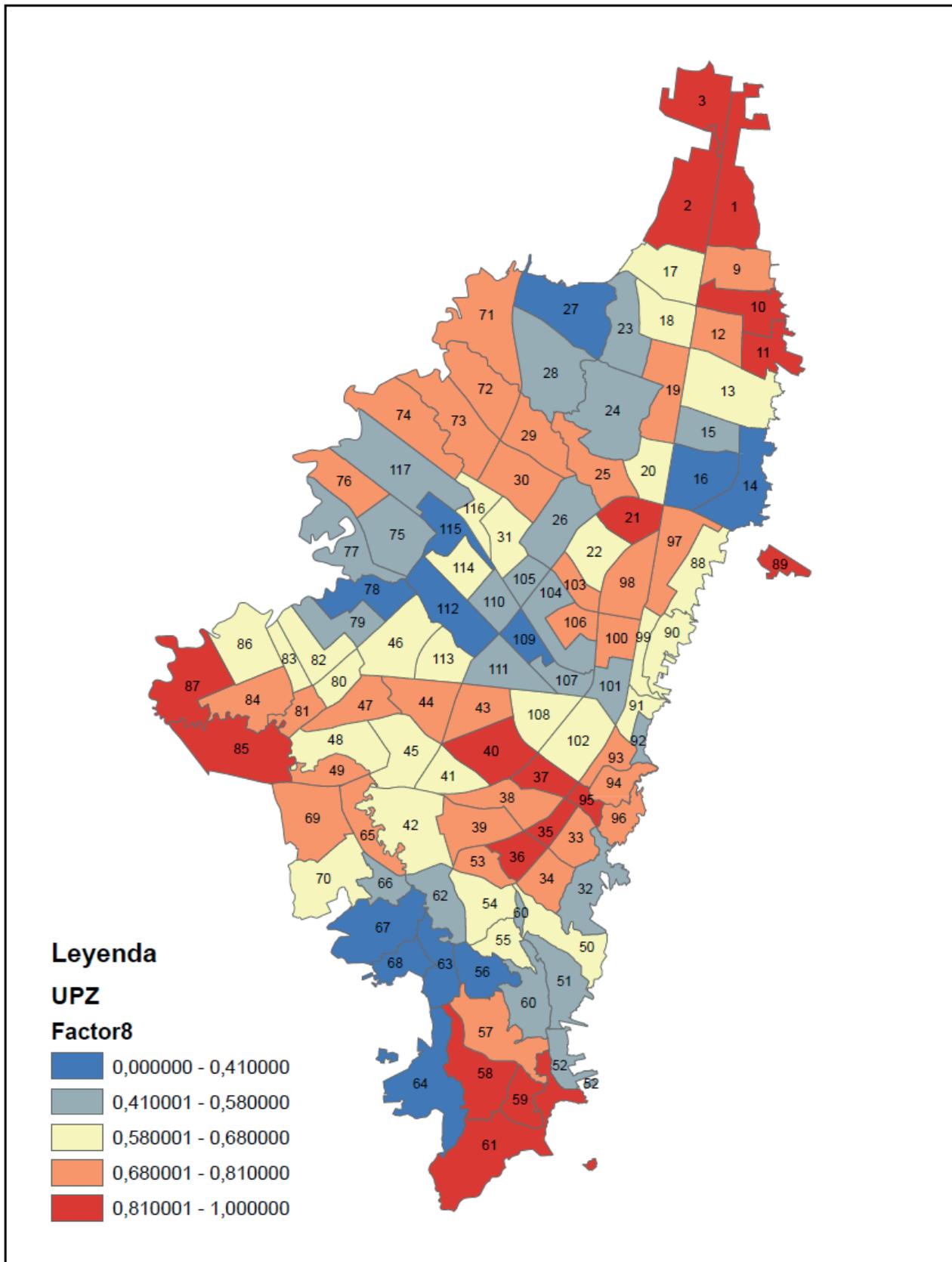
Mapa 7. Factor 6. Accesibilidad a naturaleza



Mapa 8. Factor 7. Accesibilidad a Transmilenio



Mapa 9. Factor 8. Accesibilidad a clubes o paques zonales





BOGOTÁ  
MEJOR  
PARA TODOS