

USO DE LOS SIG PARA DETERMINAR LA RELACIÓN ENTRE LOS PROYECTOS DE VIVIENDA SOCIAL Y LA MORFOLOGÍA URBANA EN QUITO, ECUADOR

Alumno: GUILLERMO ROBLES

Tutor: ROLANDO BIERE

***UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CATALUÑA
MÁSTER SIG 2021 – 2022***



OBJETIVO PRINCIPAL:

Aplicar las herramientas SIG y el manejo de datos para evidenciar las transformaciones territoriales que ha sufrido el entorno urbano de Quito, capital de Ecuador, a partir de la construcción de importantes proyectos de vivienda de interés social (VIS) en los últimos 20 años.

ÁMBITO DE ESTUDIO

Espacio: Zona urbana de Quito

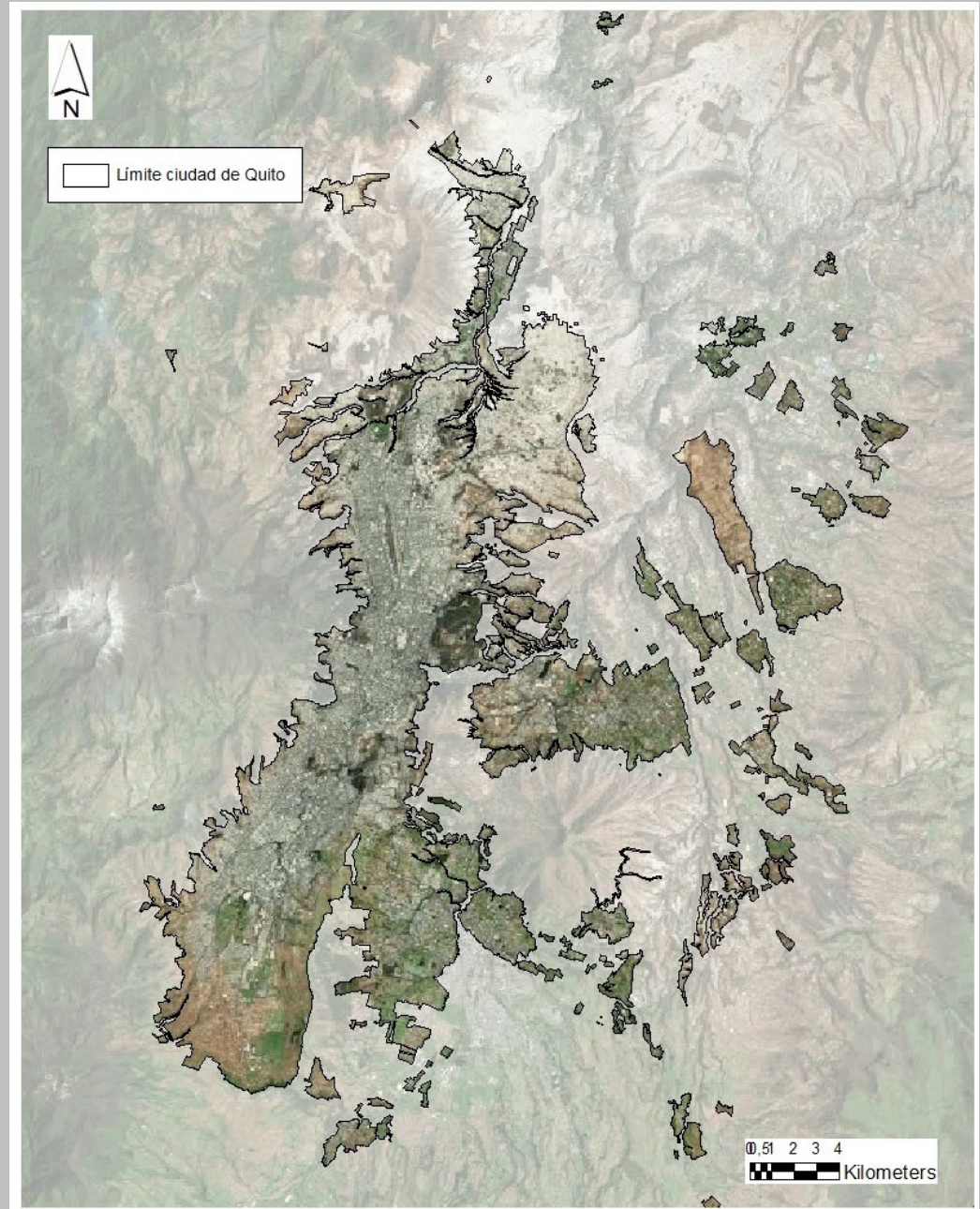
División territorial: Municipio

Área: 372 km²

Población: 2'735.987 habitantes

Ubicación de Quito:

Coordenadas: longitud $078^{\circ}31'29.82''$
y latitud $S0^{\circ}13'47.46''$, América del Sur



ESQUEMA DE TRABAJO

INFORMACIÓN BASE

Base de datos - Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI).
Cartografía base urbana - Municipio de Quito.
Cartografía Plan de Uso y Ocupación de Suelo (PUOS) - Municipio de Quito.
Imágenes satelitales - Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS).

Cartografía base urbana - Municipio de Quito.
Cartografía PUOS - Municipio de Quito.

ETAPA 1: MANEJO DE DATOS: EVALUACIÓN DE CAMBIOS

ETAPA 2: ANÁLISIS DE HALLAZGOS

ETAPA 3: PROPUESTA ESPACIAL

ETAPA 4: VISOR DE RESULTADOS

Definición de áreas de estudio

Estudio comparativo

Cambios propuestos -
normativa municipal

Cambios reales -
imágenes satelitales

Matriz de cambios de
Usos de Suelo

Ratio de vegetación -
avance mancha urbana

Mapas urbanos de
cambios

Análisis urbanos de
cambios

Definición de
indicadores urbanos
para vivienda social

Estudio de variables

Mapa de zonas
idóneas

Programación para
mostrar en visor
geográfico

Mapa 3D interactivo

INFORMACIÓN PRODUCIDA

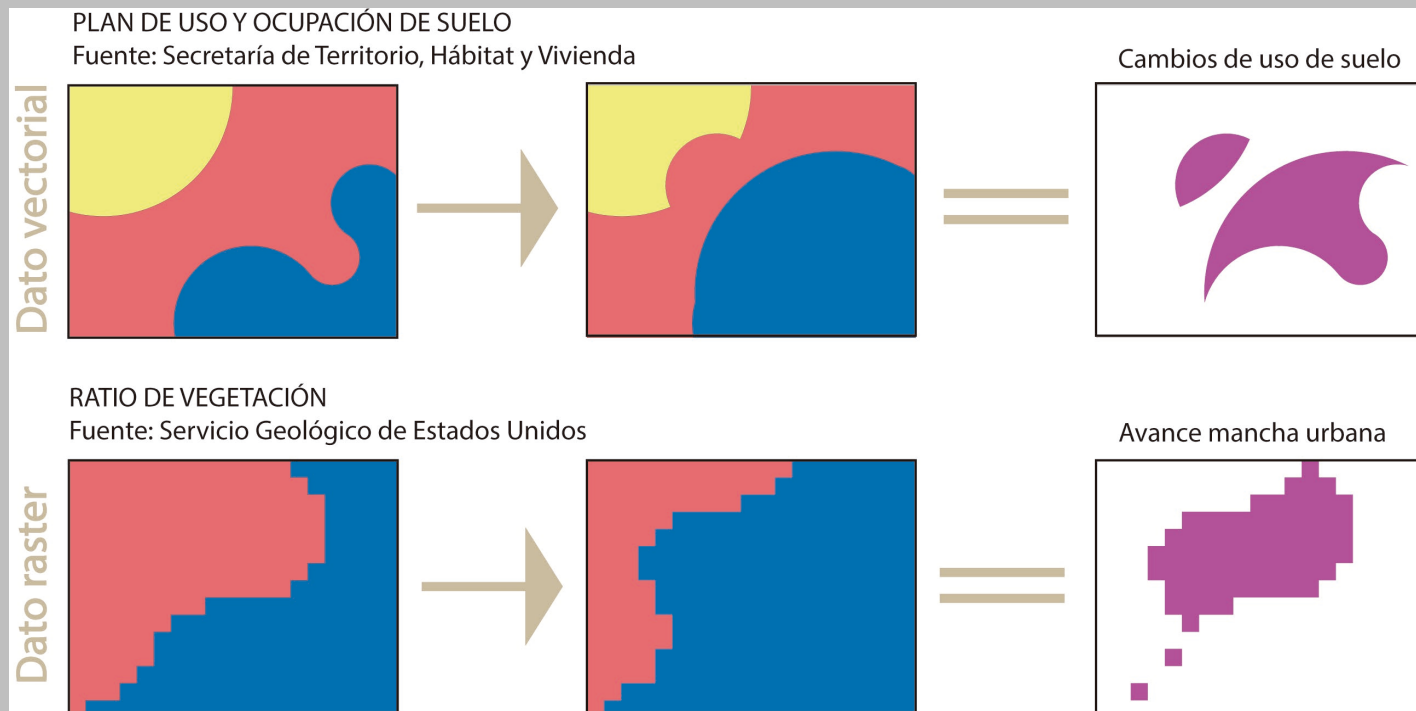
INFORMACIÓN BASE

Datos en varios formatos que fueron utilizados en diversas etapas del proceso, obtenidos de instituciones gubernamentales de Ecuador y datos abiertos:

#	NOMBRE DEL ARCHIVO	EXTENSIÓN	TIPO DE ARCHIVO	ÁMBITO	ACCESO	DESCRIPCIÓN	INSTITUCIÓN
1	LISTAS CALIFICADAS	.xls	Tablas de datos	Social	Solicitud de información	Listas de proyectos VIS construidos a partir del año 2.000, incluyen coordenadas.	Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda
2	PUOS HISTORICO	.gdb	Geodata Base	Geográfico - Instrumento de planeamiento	Solicitud de información	Planes de Uso y Ocupación del Suelo de los años: 2003, 2006, 2008, 2011, 2015, 2016 y 2017.	Secretaría de Territorio, Hábitat y Vivienda - Municipio de Quito
3	PUGS 2022	.gdb	Geodata Base	Geográfico - Instrumento de planeamiento	Solicitud de información	Plan de Uso y Gestión del Suelo 2022.	Secretaría de Territorio, Hábitat y Vivienda - Municipio de Quito
4	CARTOGRAFÍA VARIADA	.shp	Shape	Geográfico - infraestructura urbana	Datos abiertos	Ejes viales, bloques constructivos (edificaciones), paradas de buses y estaciones de metro, manzanas, centros de salud, centros educativos y parques urbanos.	Secretaría de Territorio, Hábitat y Vivienda - Municipio de Quito
5	CARTOGRAFÍA VARIADA	.shp	Shape	Geográfico	Datos abiertos	Límites territoriales: barrios, parroquias, cantones y provincias.	Instituto Geográfico Militar
6	LE07_L1TP_010060_20080717_20200912_02_T1	.tiff, .txt, .json, .xml y .jpeg	Raster comprimido	Imagen satelital	Datos abiertos	Archivo comprimido de varios formatos que contiene información del Satélite Landsat 7 del 2008, 2011 y 2022.	Servicio Geológico de Estados Unidos - USGS

ETAPA 1 Y 2: Detección de cambios y análisis urbano de los mismos

En las primeras etapas del trabajo se busca, por un lado, determinar cambios entre los mapas de uso de suelo que regían antes de la construcción de los proyectos y los usos de suelo actuales (2022) mediante el manejo de datos vectoriales, por otro lado establecer cambios entre las imágenes satelitales previas a los proyectos y las actuales (2022); y finalmente analizarlos desde el urbanismo.

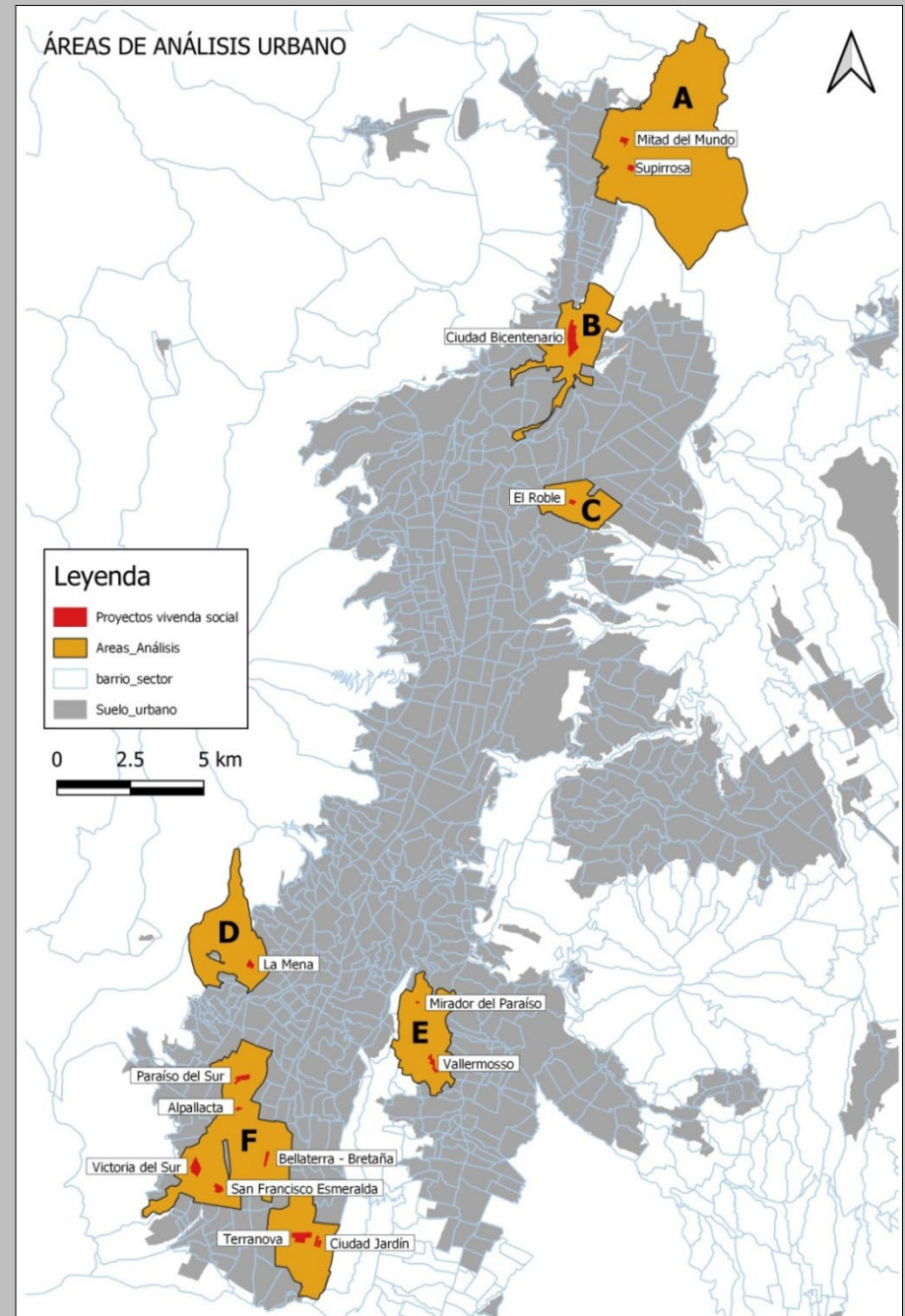


POLÍGONOS DE ESTUDIO

Parámetros de selección de proyectos residenciales de un listado de aprox. 250 de ellos:

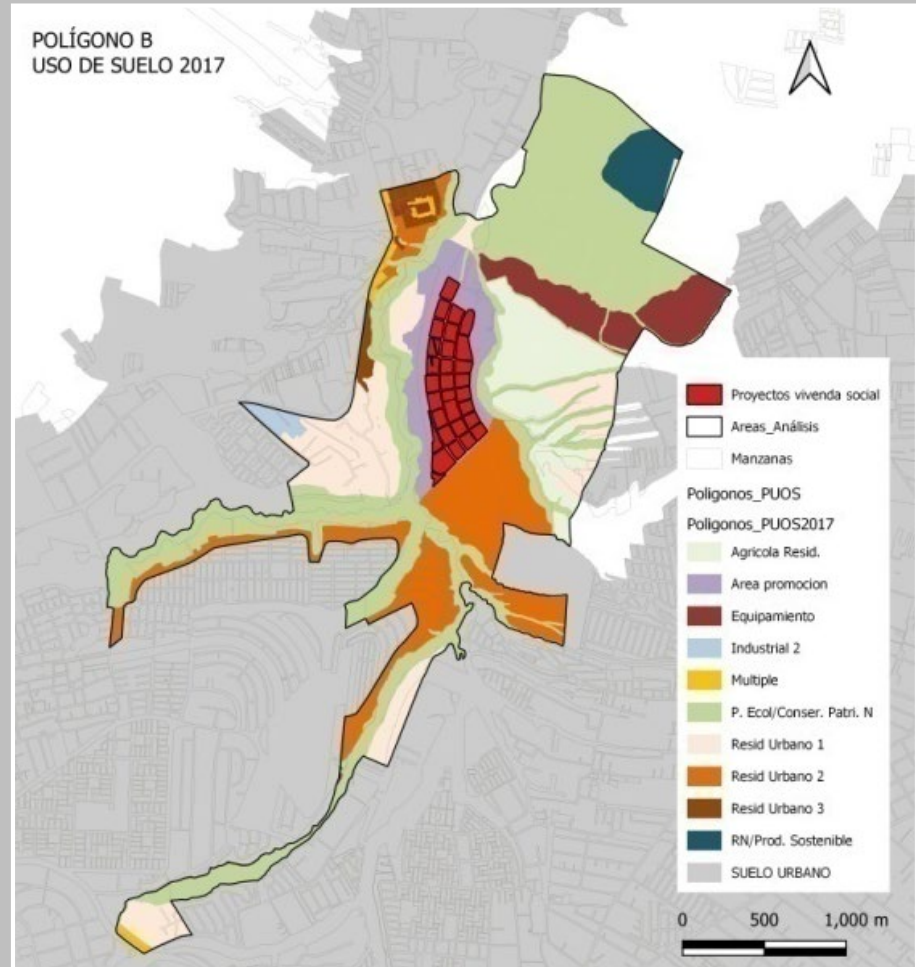
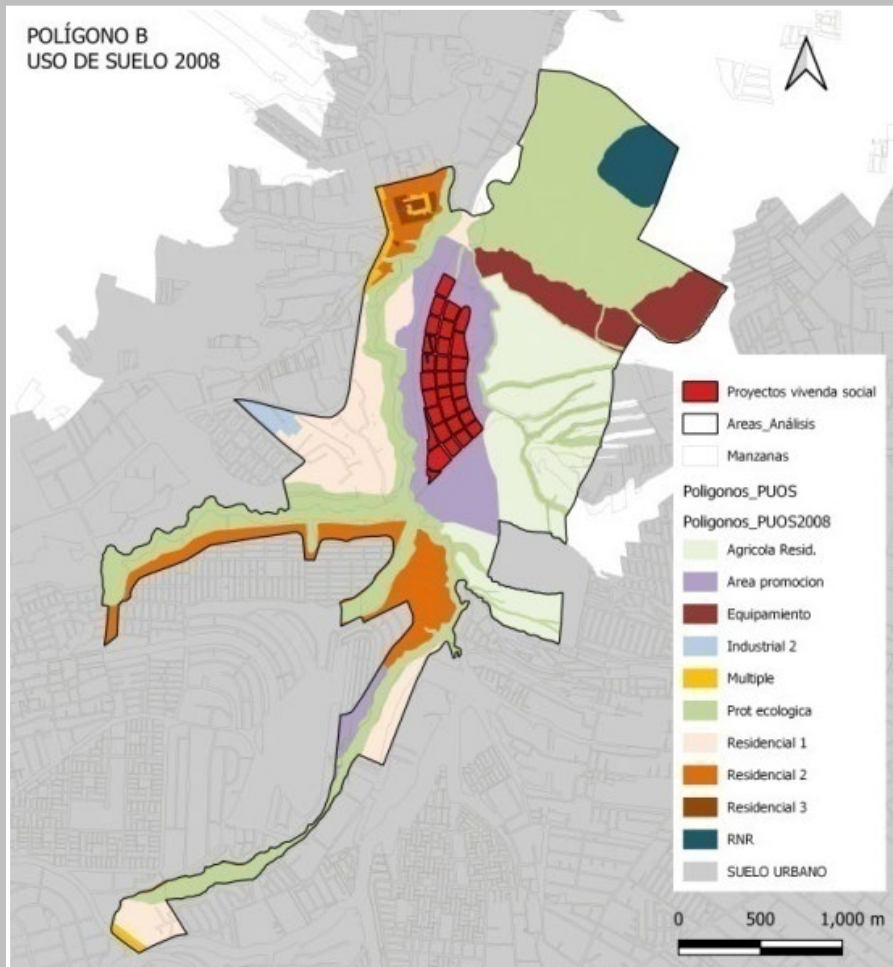
- Más de 100 unidades de vivienda.
- Dentro de áreas urbanas.
- Proyectos construidos.

Nº	NOMBRE PROYECTO	UNIDADES DE VIVIENDA		
		CASAS	DEPTOS.	Total
1	Ciudad Jardín S2, Mz. 7 y 10		352	352
2	Terranova Mz. 1, 3, 6 y 7	405	40	445
3	Conjunto habitacional Bellaterra, La Bretaña	99	18	117
4	Conjunto residencial Supirrosa	229		229
5	Conjunto Mitad del Mundo	186		186
6	El Roble COVIPROV E.P.	156	48	204
7	Paraíso del Sur	213	86	299
8	Fideicomiso Parque San Francisco Esmeralda	224		224
9	Conjunto Alpallacta	98	45	143
10	Conjunto Victoria del Sur		972	972
11	Conjunto La Mena		408	408
12	Conjunto Residencial Vallermosso II	262		262
13	Conjunto Mirador del Paraíso	106		106
14	Proyecto Ciudad Bicentenario		2217	2217
TOTAL		1978	4186	6164



Estudio comparativo de los Planes de Uso y Ocupación del Suelo (PUOS) 2008 Y 2017. Polígono de muestra: B

A manera de ejemplo, se presenta el polígono B donde se ubica el mayor proyecto VIS de este estudio, el Proyecto Ciudad Bicentenario que cuenta con 2.217 unidades de vivienda. Para mejor comprensión, los mapas muestran la localización del mismo, pese a que en el año 2008 no se encontraba finalizado.



Matriz de cambios PUOS 2008 y 2017

Polígono de muestra: B

Consiste en una tabla con toda la variedad de categorías de uso de suelo de las versiones del PUOS que se desea comparar, en este caso del 2008 y 2017 (vigente al 2022), a cada categoría se le asigna un número, los cuales deben ser sumados al confrontar unas y otras categorías, las celdas en amarillo muestran las áreas donde no existieron cambios. Este procedimiento es aplicado a la tabla de atributos de capas del PUOS 2008 y 2017, previamente unificadas. De esta manera se conoce exactamente las áreas que cambiaron su uso de suelo.

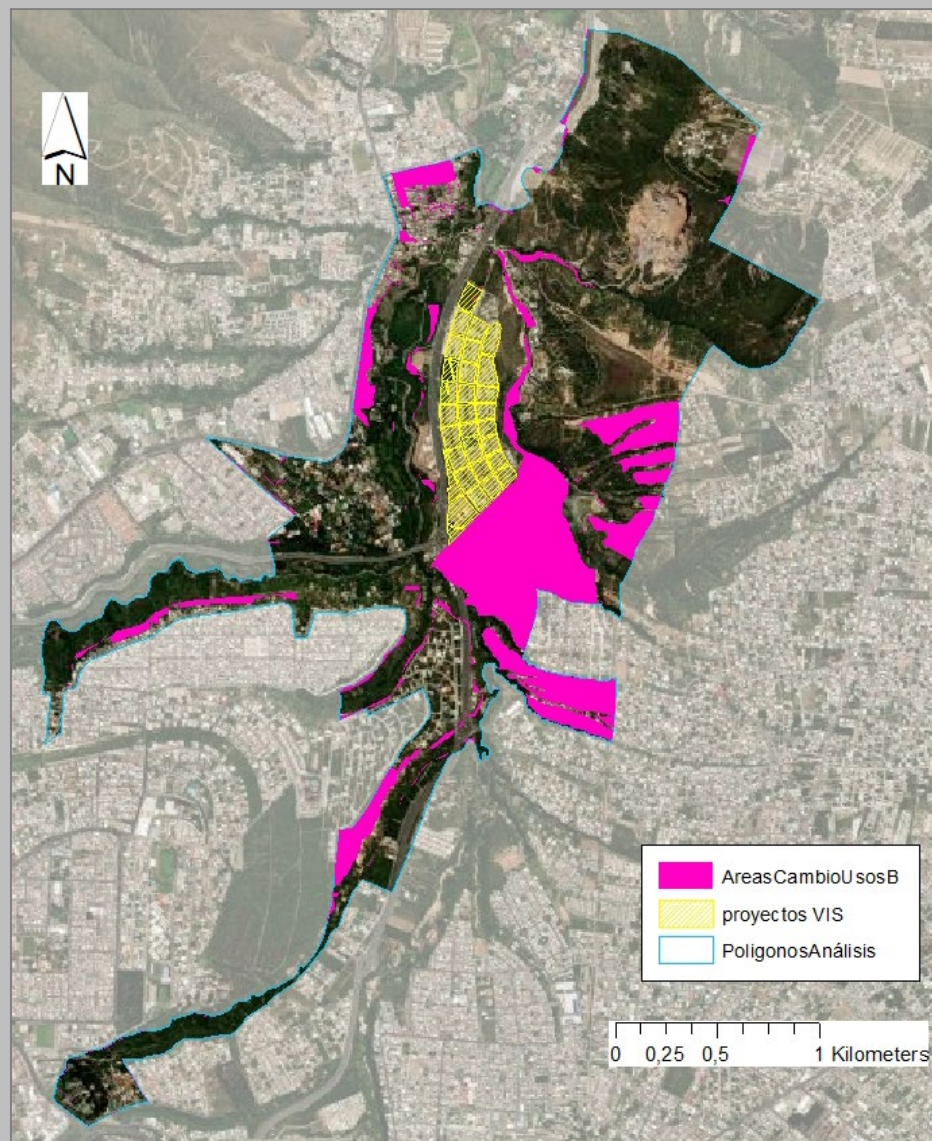
MATRÍZ DE CAMBIO DE USO DE SUELO POLÍGONO B			AÑO 2017									
			Agrícola Residencial	Área promoción	Equipamiento	Industrial 2	Múltiple	Protección ecológica	Residencial 1	Residencial 2	Residencial 3	RNR
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
AÑO 2008	Agrícola Residencial	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Área promoción	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	Equipamiento	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
	Industrial 2	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
	Múltiple	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
	Protección ecológica	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
	Residencial 1	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
	Residencial 2	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
	Residencial 3	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
	RNR	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110

Mapa de cambios PUOS 2008 y 2017 – Polígono B

El mapa muestra todas las áreas donde se dieron cambios de usos de suelo.

HALLAZGOS DE ÍNDOLE URBANA

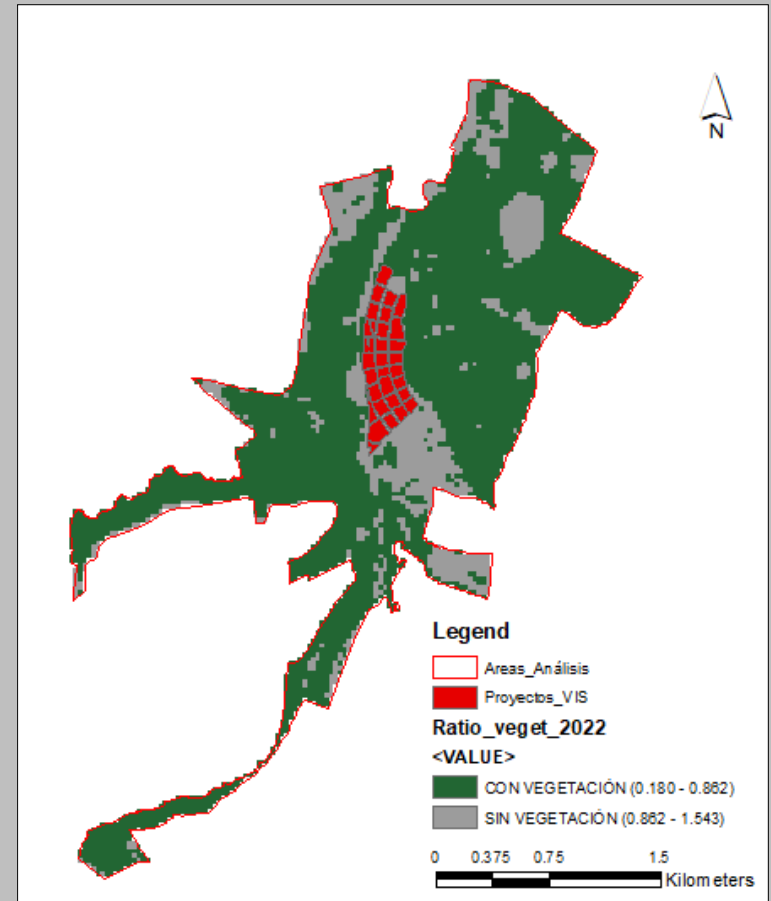
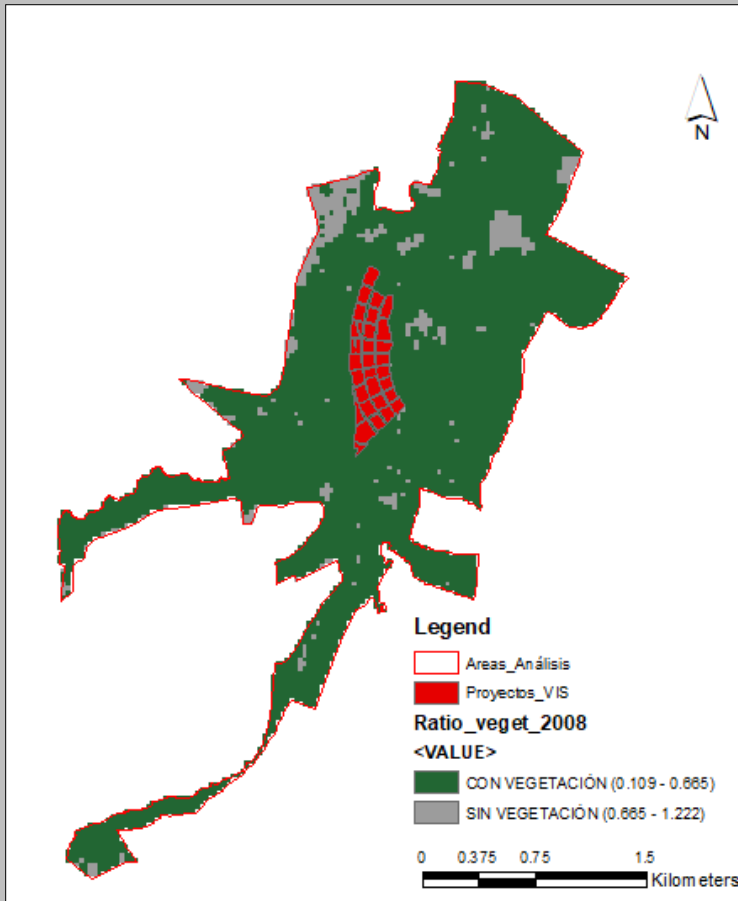
- Los cambios más significativos corresponden a usos de suelo propios de áreas rurales a urbanas, especialmente en las inmediaciones del proyecto de vivienda Ciudad Bicentenario.
- Este patrón de crecimiento urbano se ha observado desde hace varios años atrás en Quito, donde se incentiva la expansión horizontal en los límites urbanos, en lugar de consolidarla en altura en sectores ya establecidos.
- Al usar un mapa satelital como base, se observa que la zona sur colindante con el proyecto es la única viable para la expansión urbana, pues el sector está atravesado por varias quebradas.



Estudio comparativo de imágenes satelitales

Ratio de vegetación 2008 y 2022 – Polígono de muestra: B

El estudio de imágenes satelitales muestra una real transformación territorial. Una vez descargadas gratuitamente las imágenes tipo ráster del satélite Landsat 7 de la zona de estudio, a través de la página del Servicio Geológico de Estados Unidos (<https://earthexplorer.usgs.gov/>), y realizar los ajustes a las imágenes como: conversión de reflectancia y corrección del factor de radiancia, se aplica la fórmula para obtener el Ratio de Vegetación. Estas imágenes son útiles para diferenciar las áreas cubiertas con vegetación de aquellas con suelo duro (superficies impermeables). Es una manera de determinar el avance del suelo urbanizado en detrimento de las áreas verdes.

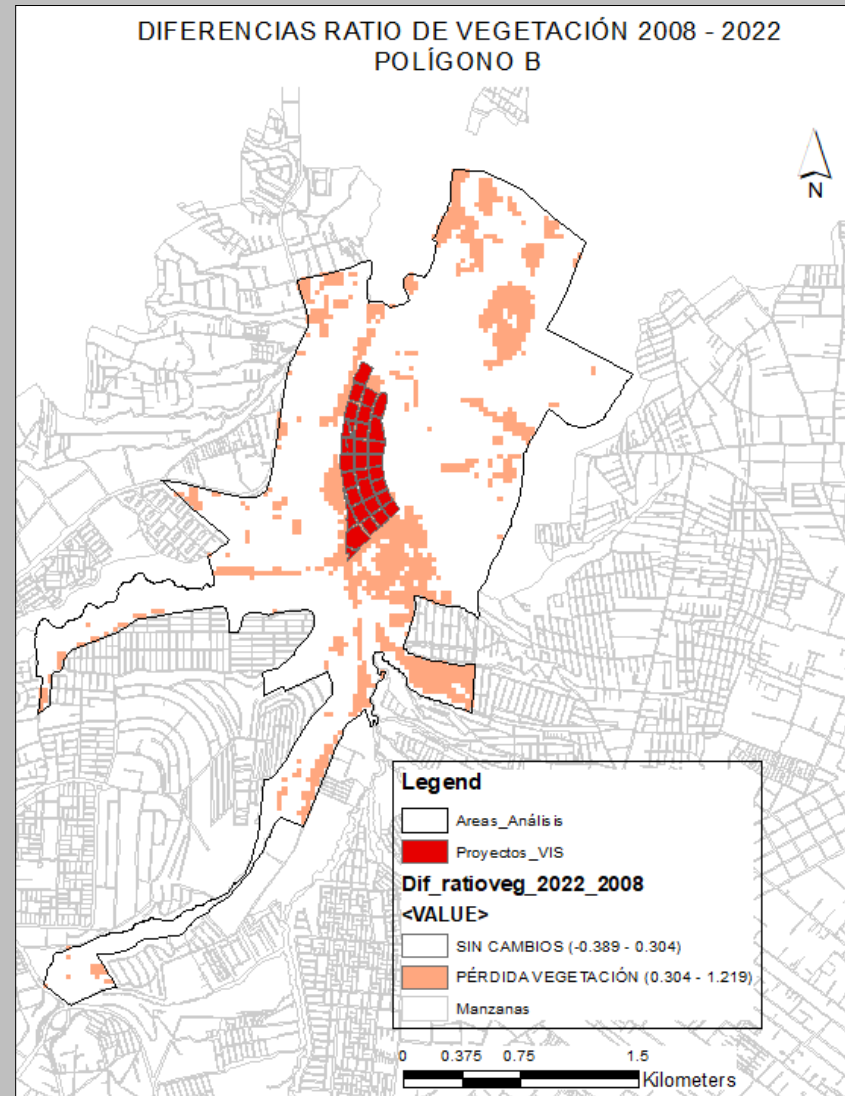


Mapa de cambios ratio de vegetación 2008 y 2022 – Polígono B

Se muestra en el mapa las áreas con pérdida de vegetación entre los años 2008 y 2022.

HALLAZGOS DE ÍNDOLE URBANA

- La mayoría de áreas donde disminuyó la vegetación para dar paso al suelo construido coincide con el cambio de uso de suelo en el PUOS en favor de un proceso de urbanización.
- Existe un impacto del proyecto de vivienda social en la activación urbana en zonas antes consideradas rurales. Se espera que el sector continúe con el proceso de urbanización por muchos años más, pues ahora lo atraviesan amplias vías transitables.



ETAPA 3: PROPUESTA ESPACIAL

PLAN DE USO Y GESTIÓN DE SUELO 2022 (Municipio de Quito)

Ubicación en zonas permitidas para uso residencial del nuevo plan rector de la ciudad:

- Uso Residenciales Urbanos

INDICADORES URBANOS PARA VIVIENDA SOCIAL

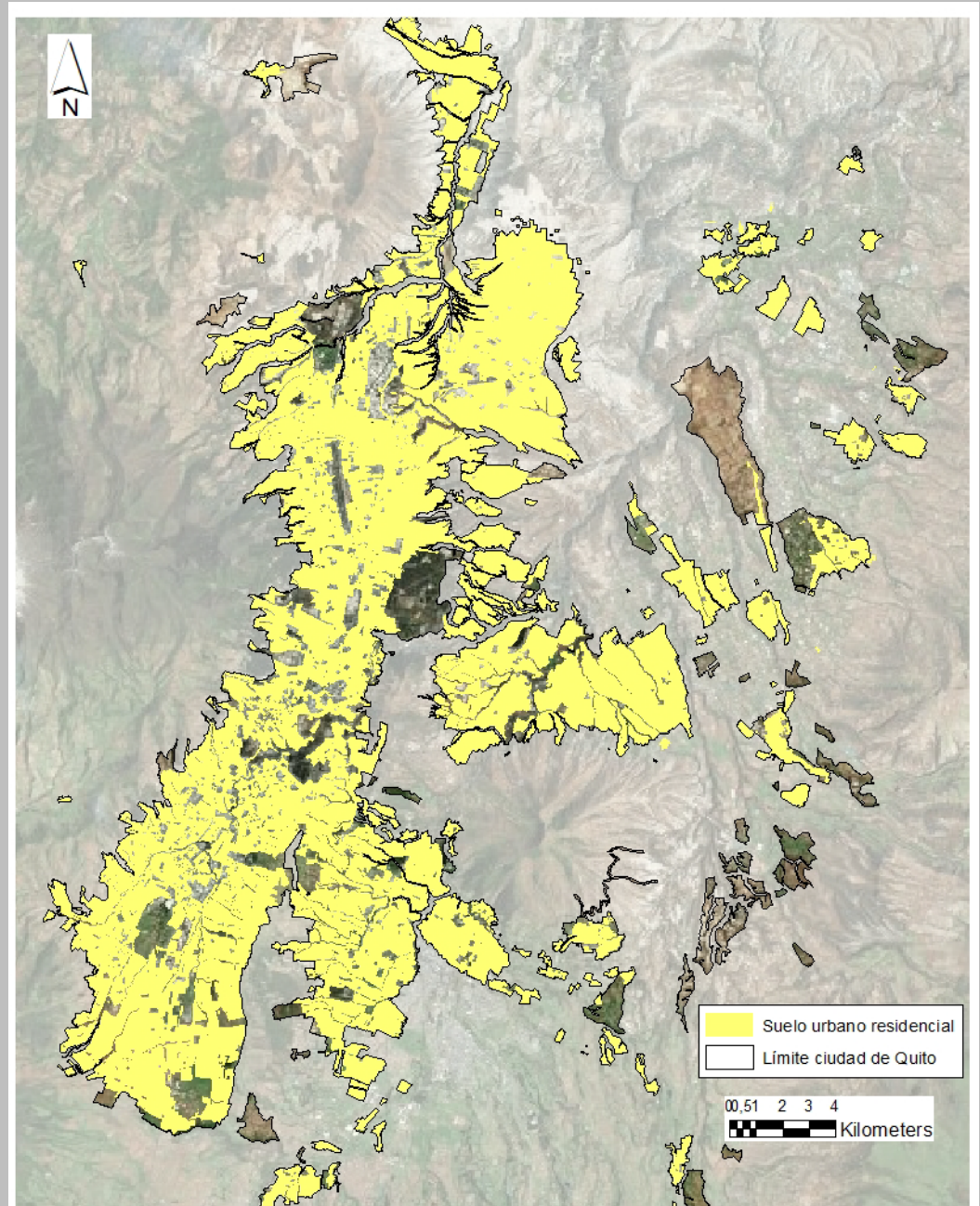
Basados en una publicación de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe llamada “Aplicación de indicadores de sostenibilidad urbana a la vivienda social” del 2014.

- Compacidad absoluta
- Accesibilidad a paradas de red de transporte público
- Accesibilidad a espacios verdes
- Accesibilidad a centros de salud
- Accesibilidad a centros educativos

USOS RESIDENCIALES

Unificación de áreas con uso de suelo variado:

- Residencial Urbano 1
- Residencial Urbano 2
- Residencial Urbano 3
- Uso múltiple



COMPACIDAD ABSOLUTA

Fórmula:

$C = \text{Volumen edificado (m}^3\text{)} / \text{Sup. Total (Ha)}$

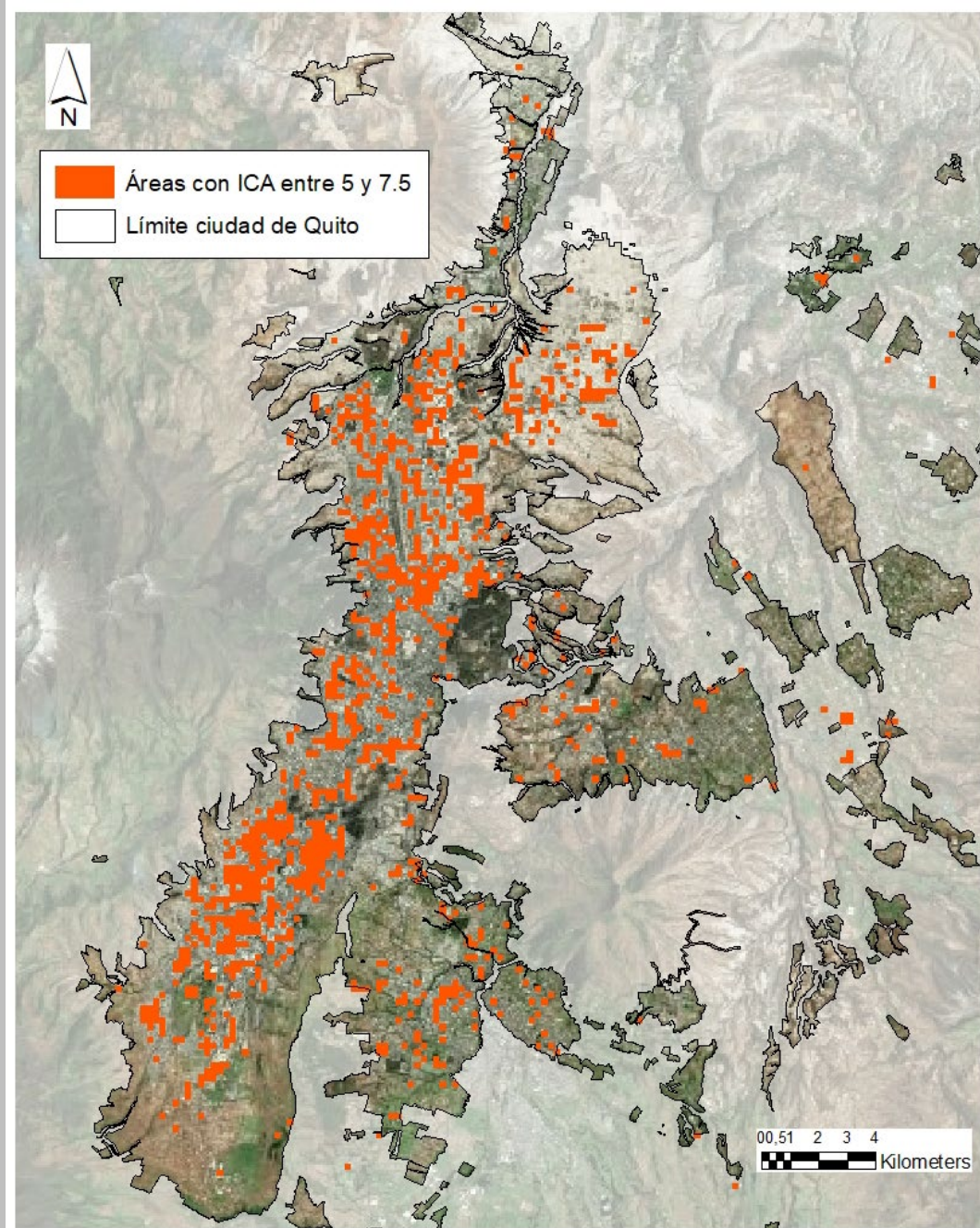
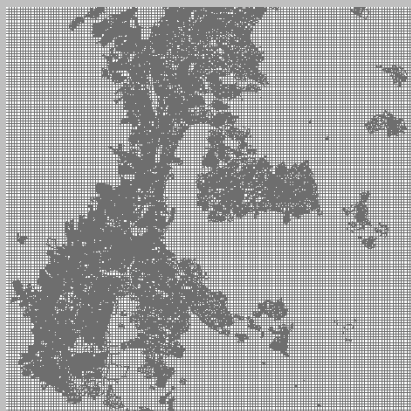
Parámetros:

5 a 7,5 m. sobre una malla de
200 x 200 m.

Descripción:

Noción de ciudad compacta,
relaciona el volumen de las
edificaciones en una determinada
superficie.

Herramienta:
“fishnet”



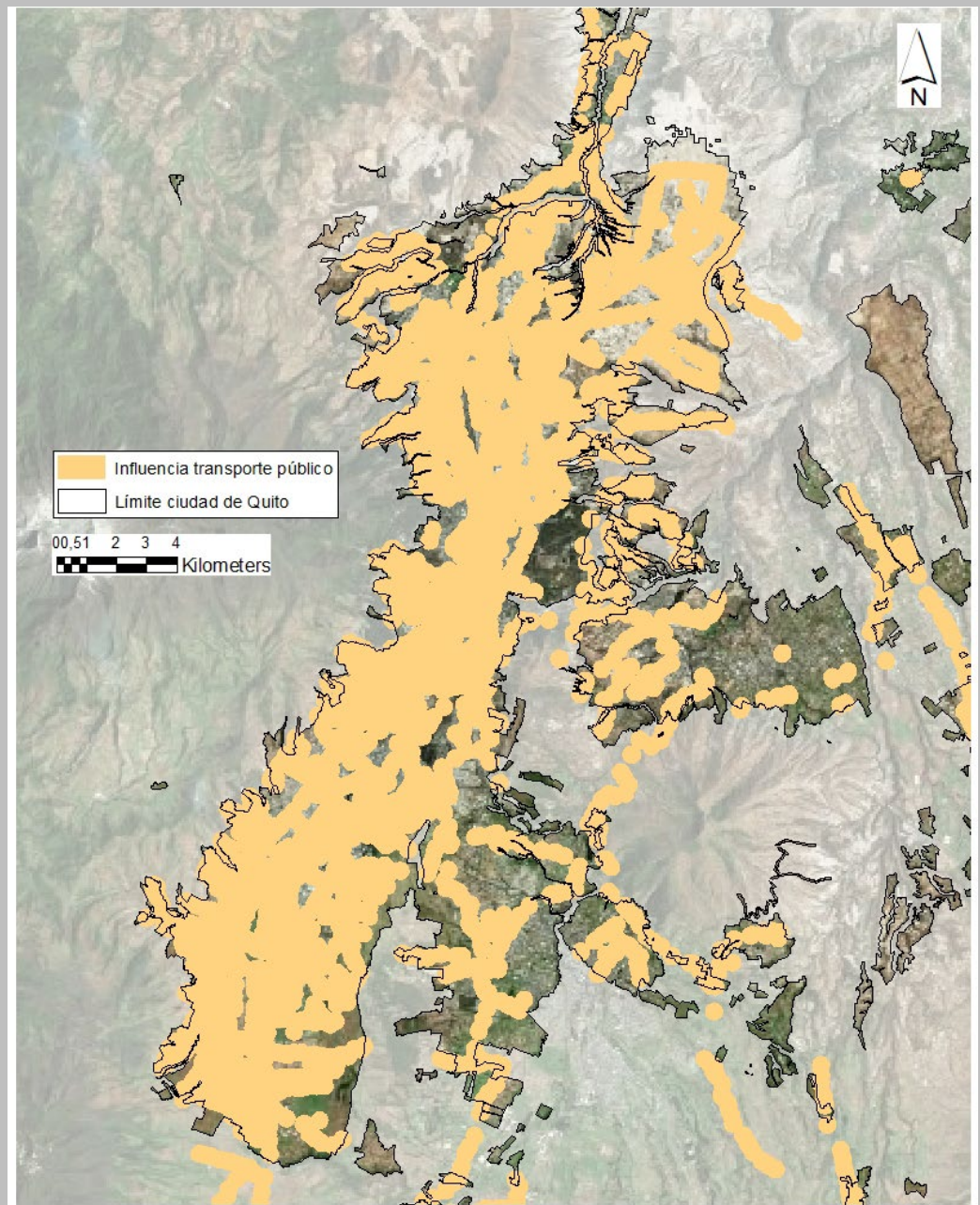
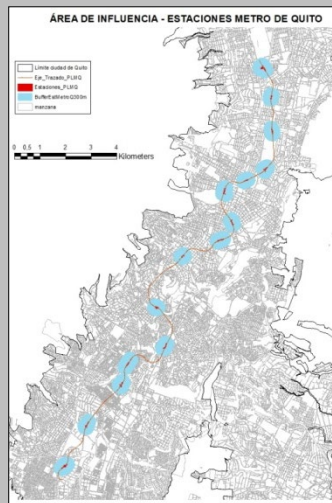
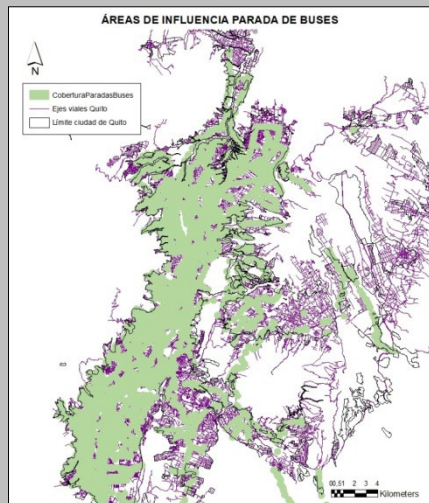
ACCESIBILIDAD A PARADAS DE LA RED DE TRANSPORTE PÚBLICO

Parámetros:

No mayor a 300m a cada parada de transporte.

Descripción:

Garantiza el acceso a paradas de transporte público a una distancia inferior a 300 m desde cualquier punto de la ciudad.



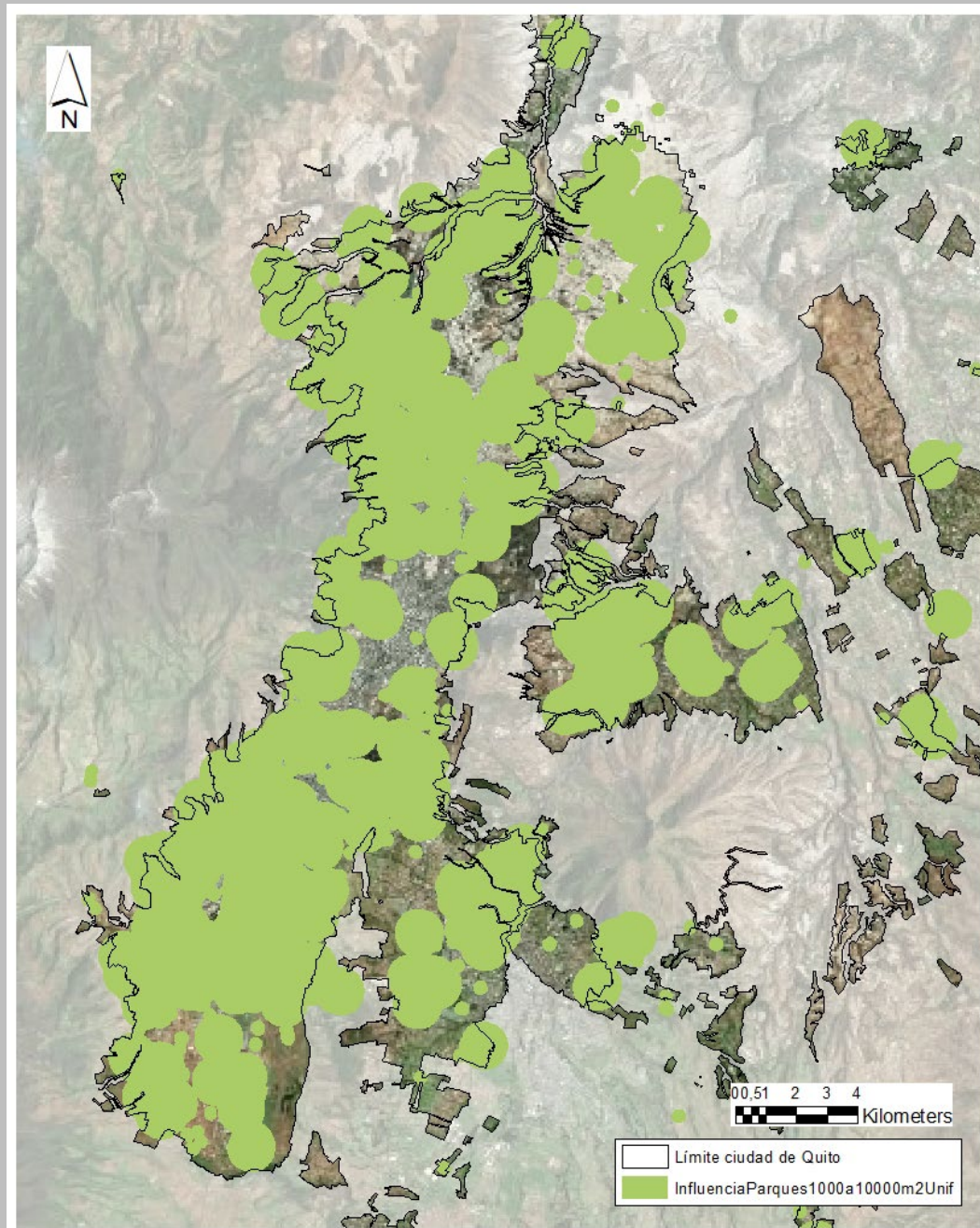
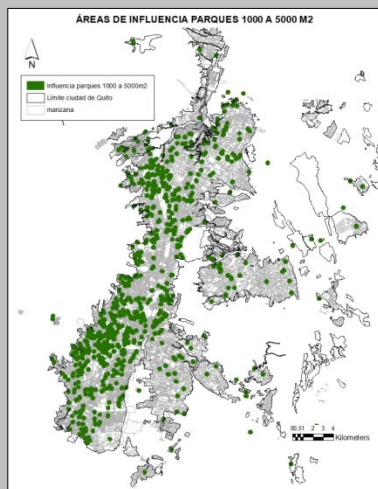
ACCESIBILIDAD A ESPACIOS VERDES

Parámetros:

- Espacio de 1.000m²-5.000m² a 200m de distancia.
- Espacio de 5.000m²-10.000m² a 750m de distancia.

Descripción:

Favorece el acercamiento de los ciudadanos a áreas naturales: aumento de superficies verdes, creación de corredores o espacios arbolados, aumento de fuentes y masas de agua.



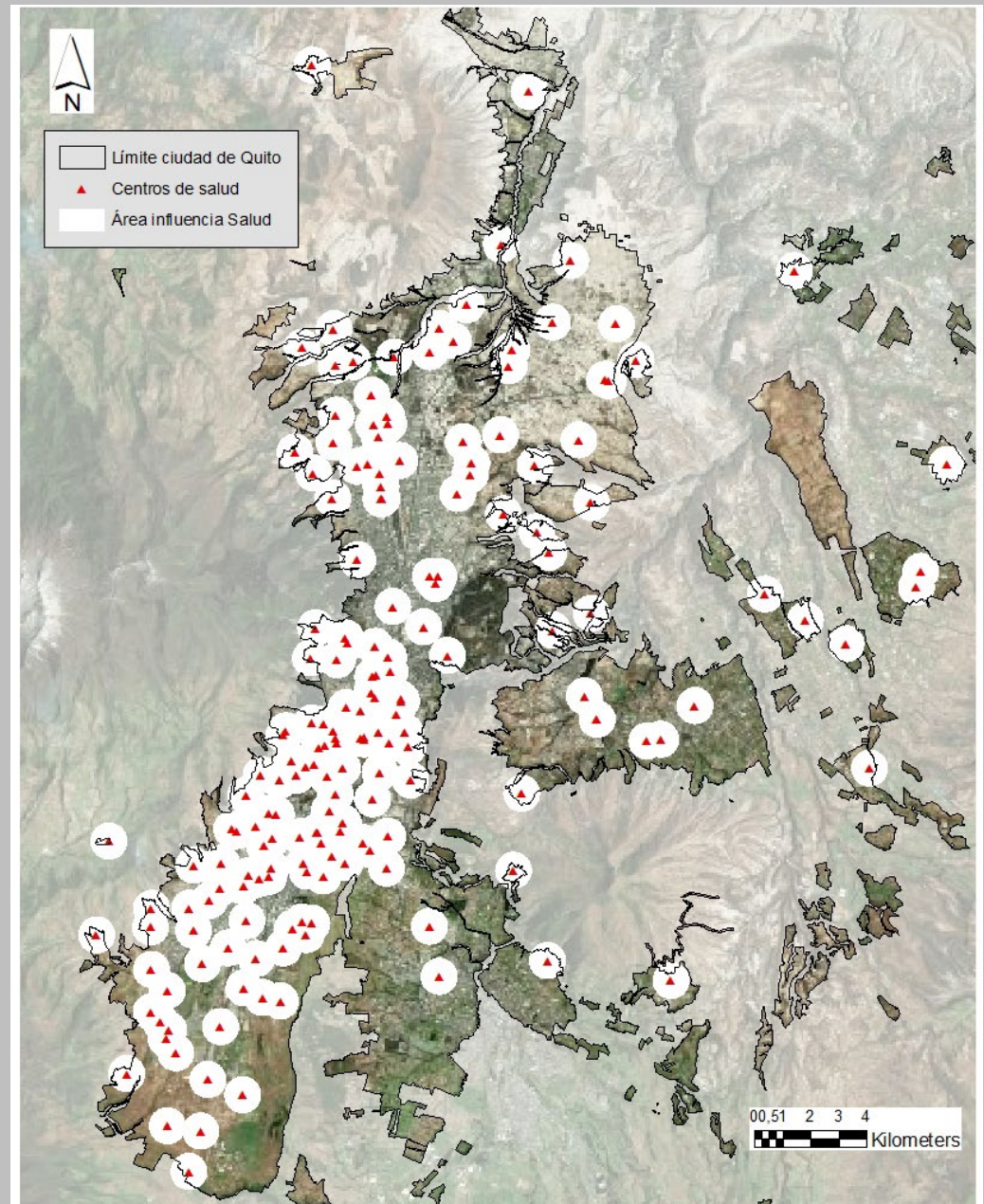
ACCESIBILIDAD A SERVICIOS URBANOS – CENTROS SALUD

Parámetros:

Sanitarios y asistenciales (centro de atención primaria, centro de día, servicios sociales): 10 minutos a pie o 660m a una velocidad peatonal de 4km/h.

Descripción:

Diseñar una ciudad de distancias cortas con servicios básicos accesibles en tiempo, distancia, calidad y economía.



ACCESIBILIDAD A SERVICIOS URBANOS – CENTROS DE EDUCACIÓN

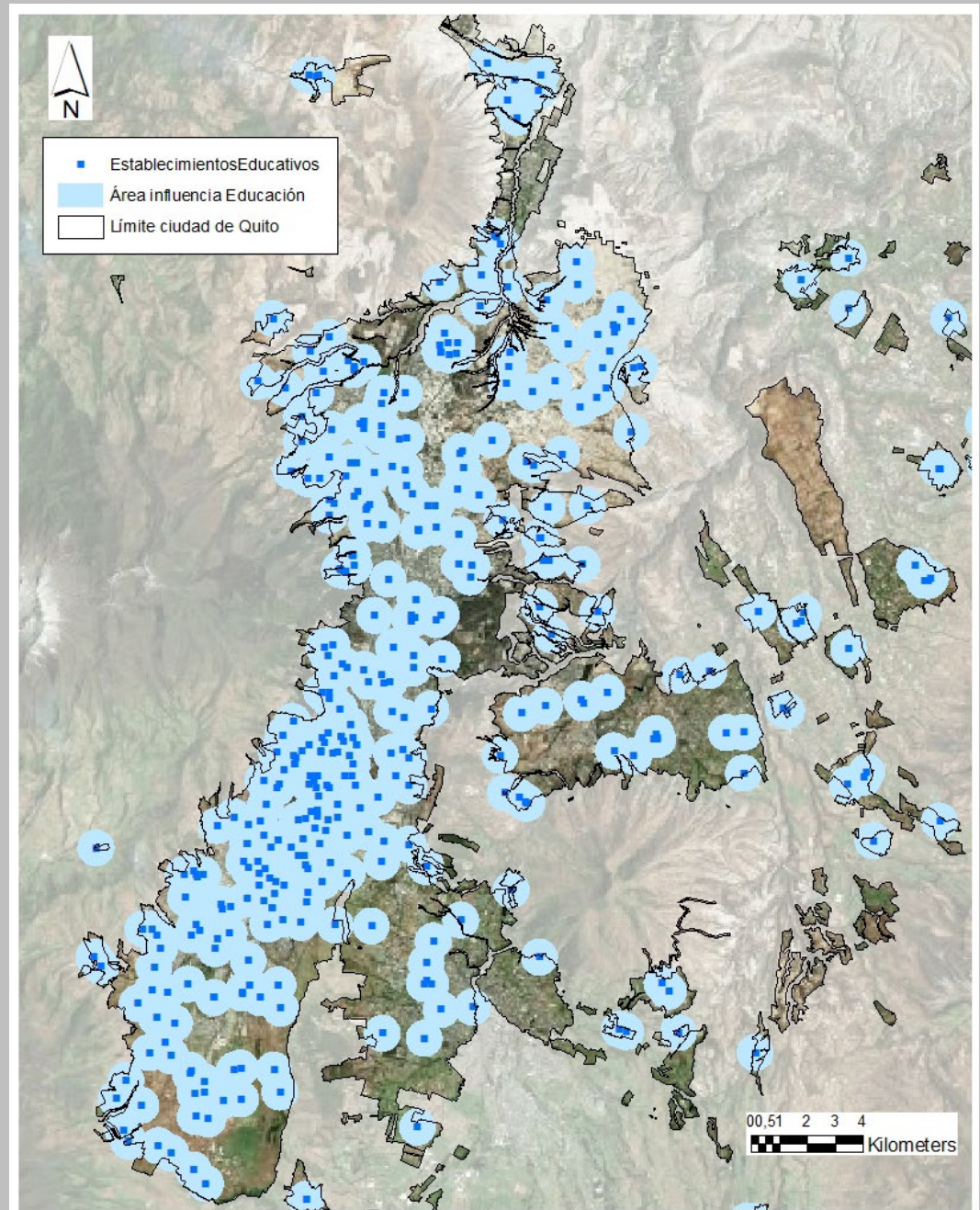
Parámetros:

Docentes (guardería, centro de educación infantil, escuela primaria): a 5 minutos a pie o 330m a una velocidad peatonal de 4km/h.

Docentes (colegio secundario): a 10 minutos a pie o 660m a una velocidad peatonal de 4km/h.

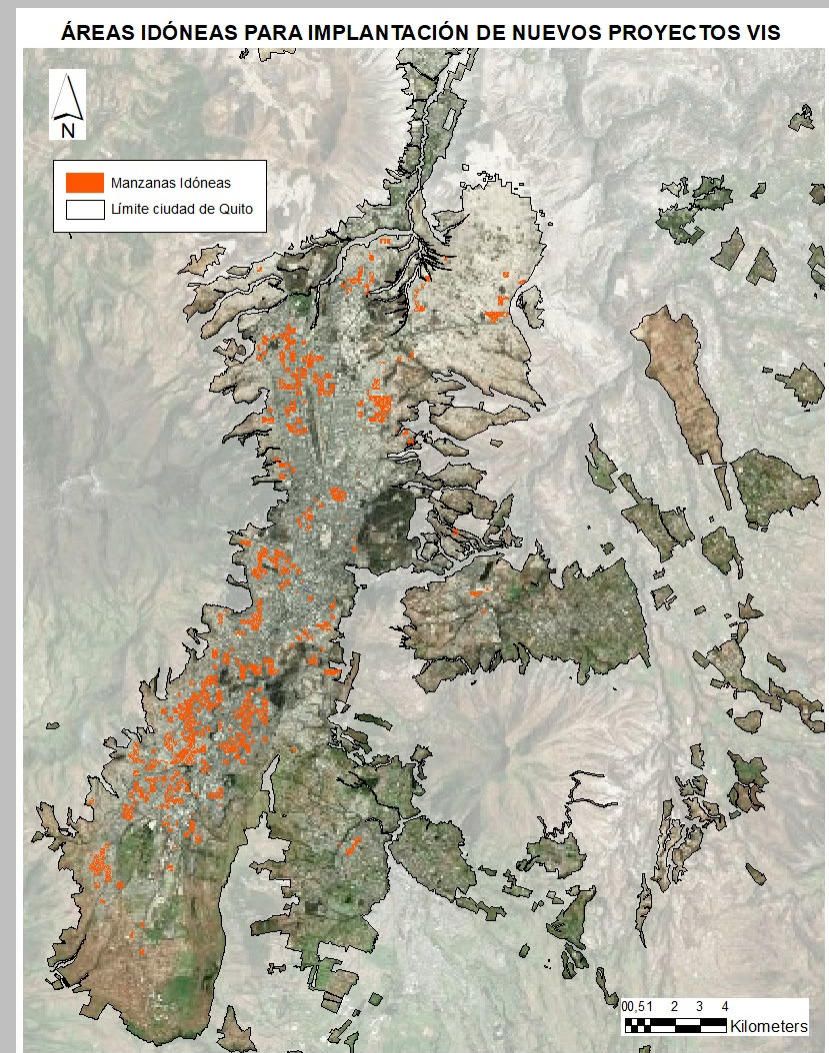
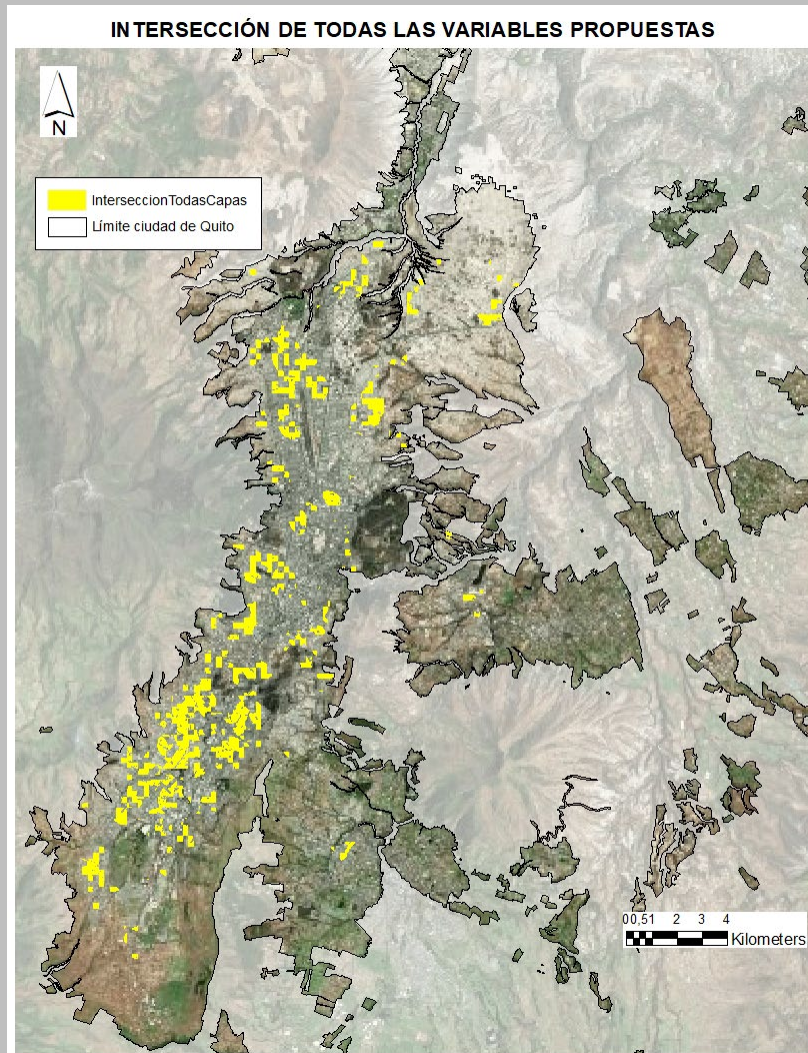
Descripción:

Diseñar una ciudad de distancias cortas con servicios básicos accesibles en tiempo, distancia, calidad y economía.



ÁREAS IDÓNEAS PARA FUTUROS PROYECTOS VIS

Para finalizar la etapa 3 del estudio se realiza una intersección de todas las capas resultantes de la aplicación de los índices urbanos. El mapa de la izquierda muestra las zonas donde todos los índices coinciden, mientras que el de la derecha muestra las mismas áreas con la exclusión de vías, es decir las manzanas idóneas para construir proyectos VIS.



ETAPA 4: VISOR DE RESULTADOS

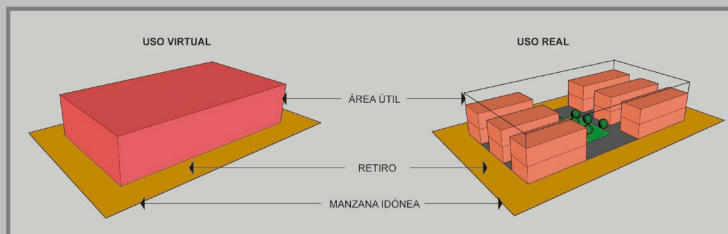
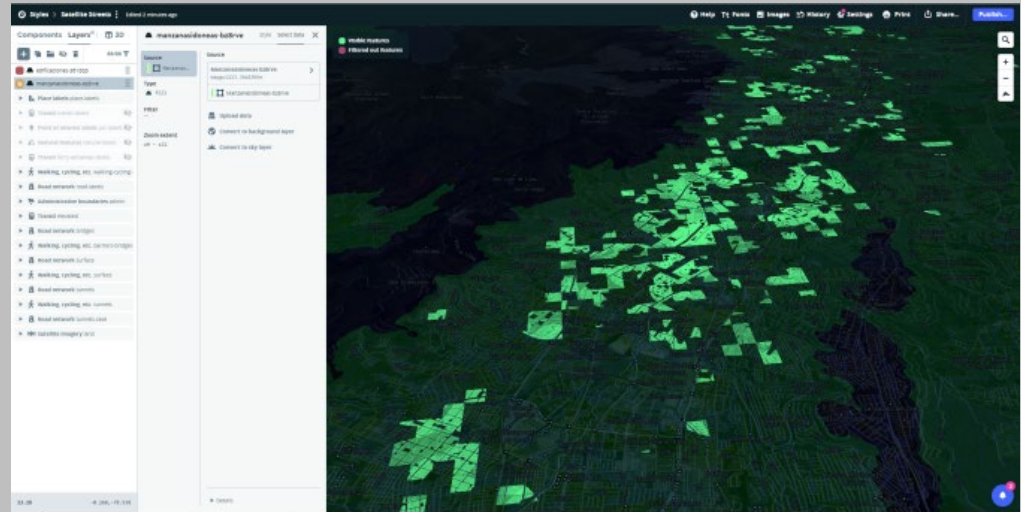
CARGA DE LAS CAPAS EN MAPBOX:

Es un entorno interactivo que presenta los mapas desarrollados en la Etapa 3, a través de la plataforma de código abierto MAPBOX Studio para cargar información, y MAPBOX GL-JS para crear funciones mediante la programación de códigos.

Para representar las capas base en 3D se impusieron 2 condiciones adicionales:

- Intervenir áreas mayores a 2.000 m².
- Que las edificaciones o áreas útiles de los espacios construidos mayores a 2.000m².

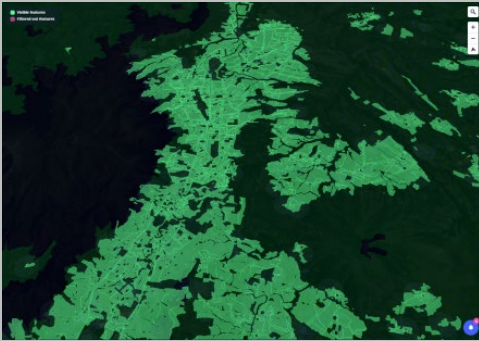
Estas condicionantes fueron previamente trabajadas como capas en QGIS.



VERSIÓN STUDIO

Se cargan las seis capas de los indicadores urbanos.

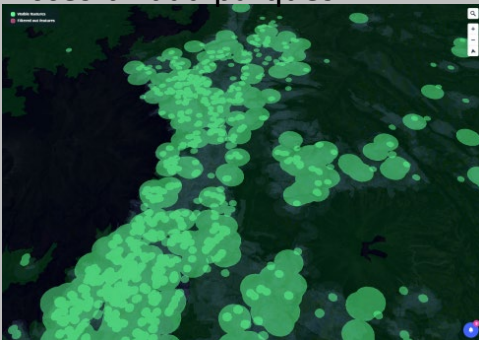
Uso suelo residencial



Compacidad absoluta

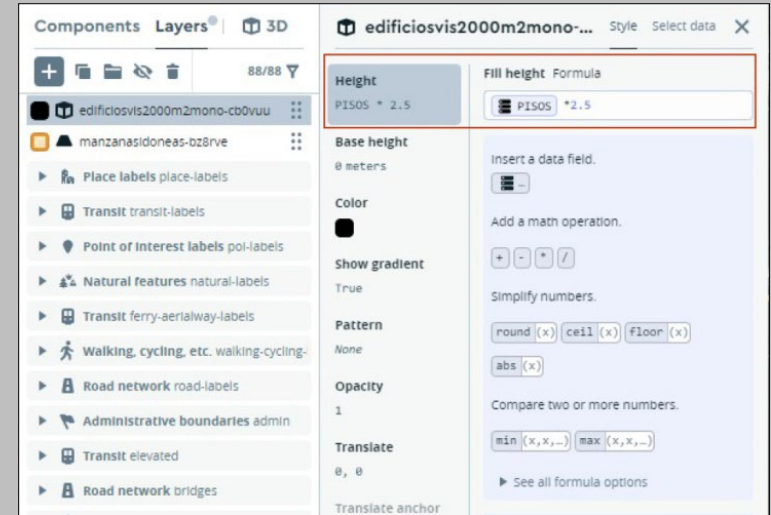


Accesibilidad parques



REPRESENTACIÓN 3D DE ÁREAS ÚTILES (EDIFICACIONES)

Para obtener una representación en 3D de las edificaciones propuestas, se carga la capa de edificaciones con la característica de objeto 3D, en base al campo de número de pisos, es necesario multiplicarlo por una altura de entrepiso de 2.50m.



Se muestra el mapa base, sobre el cual se visualizarán las capas antes cargadas. Serán visibles las capas:

- Predios seleccionados
- Posibles edificaciones
- Mapa satelital de la ciudad.



VERSIÓN GL JS

Sobre un código fundamental usado para establecer las características de las capas básicas sobre las cuales se superpondrán los mapas de índices urbanos, se añaden ciertas funciones que harán que el modelo se vuelva interactivo para el usuario.

CÓDIGO BASE

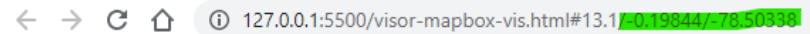
```
<html>
<head>
  <meta charset='utf-8'/>
  <title>Visor VIS Quito</title>
  <meta name='viewport' content='initial-scale=1,maximum-scale=1,user-scalable=no'/>
  <script src='https://api.mapbox.com/mapbox-gl-js/v2.12.0/mapbox-gl.js'></script>
  <link rel='stylesheet' href='https://api.mapbox.com/mapbox-gl-js/v2.12.0/mapbox-gl.css'>
  <style>
    body {
      margin: 0;
      padding: 0;
    }
    #map {
      position: absolute;
      top: 0;
      bottom: 0;
      width: 100%;
      height: 100%;
    }
  </style>
  <script>
    function init() {
      mapboxgl.accessToken =
        'pk.eyJ1IjoibWFwZ3VpMTEzliwiYSI6ImNreWJxMzFjeDA5MXAydzF3dGt4cGF3emUifQ.8
        udZrNyXjXZ74xnPtPL_og';
      var map = new mapboxgl.Map({
        container: 'map',
        style: 'mapbox://styles/mapgui113/cle3erb1c001q01jtbnppfppb',
        center: [-0.20285284796408845, -78.50053845477586], //establezco centro de
        pantalla
        zoom: 13,
        attributionControl: false
      });

    }
  </script>
</head>

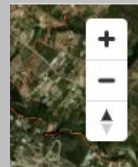
<body onload='init()'>
  <div id='map'></div>
</body>
</html>
```

AÑADIR FUNCIONES EN CÓDIGO

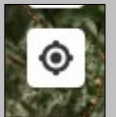
Función “HASH”: Muestra coordenadas en barra de direcciones.



Controles zoom, flecha norte, información software.



Geolocalización del usuario.

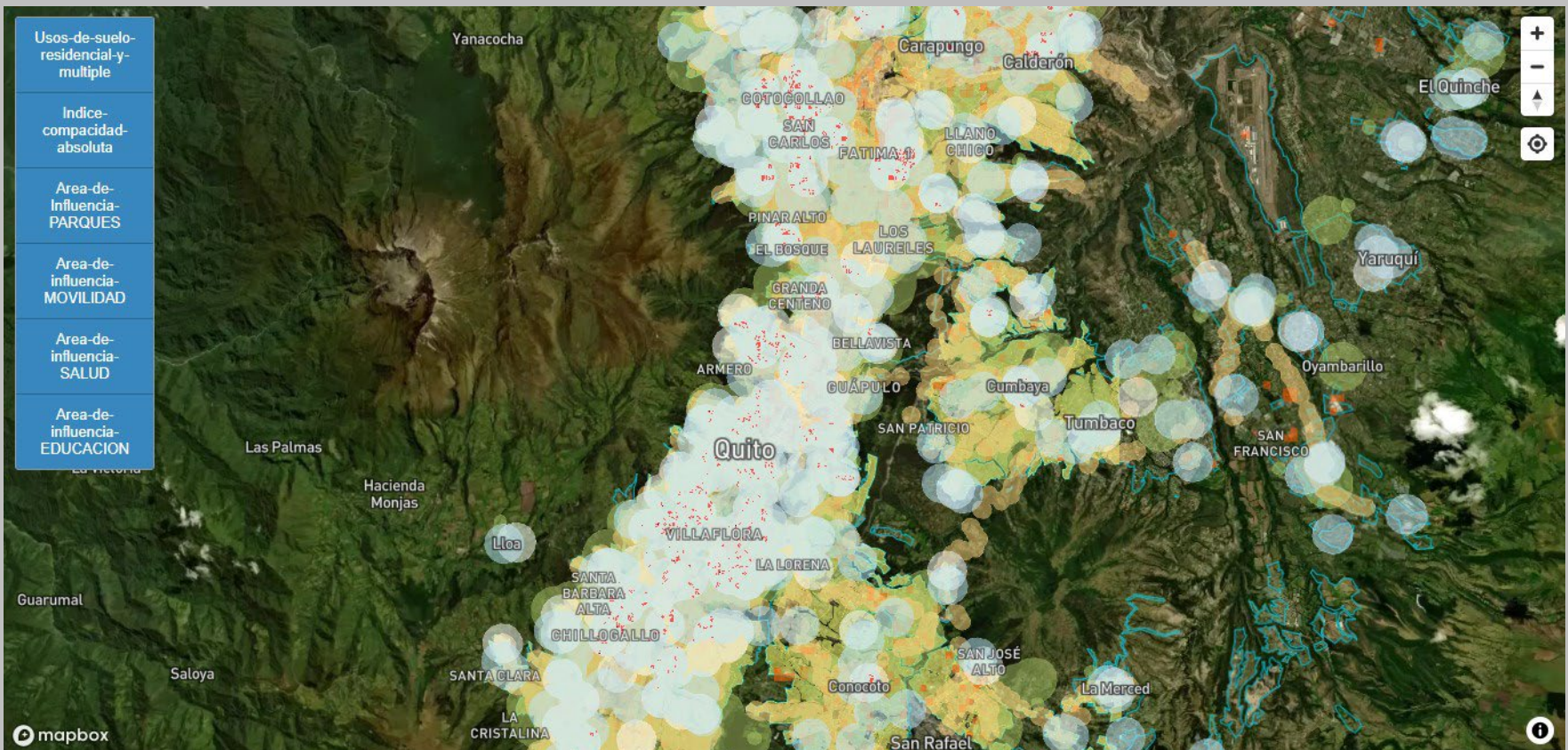


Adición de capas temáticas.

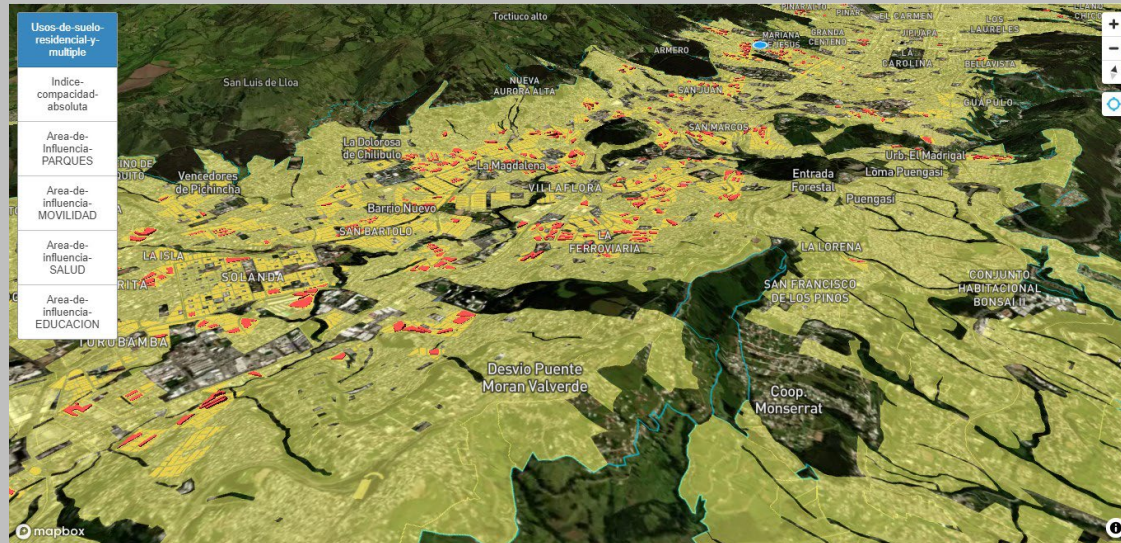
Botones de visualización de capas.

EXPERIENCIA DEL USUARIO

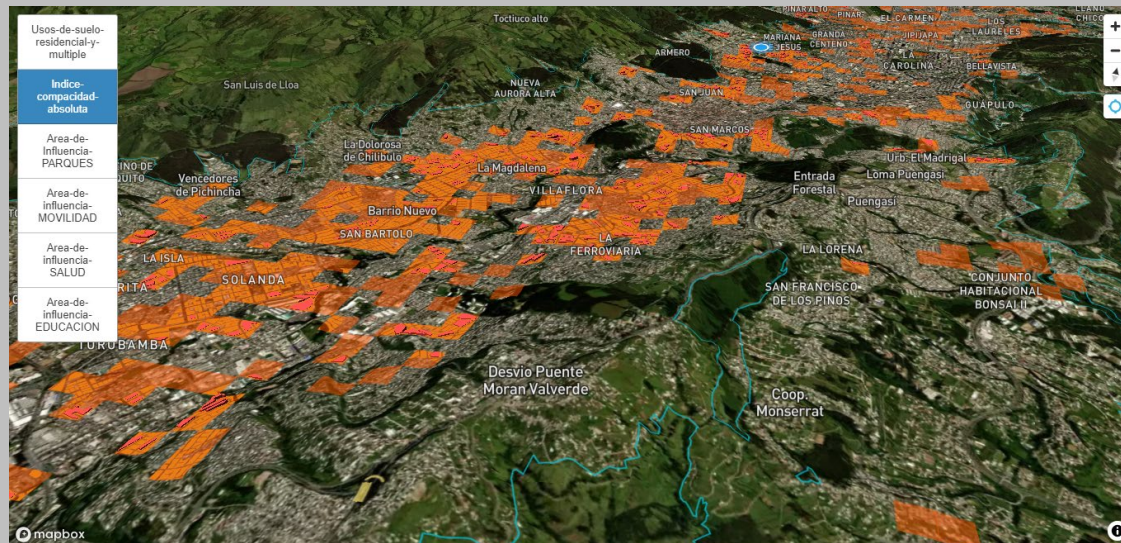
El visor se presenta inicialmente con todas las capas activadas sobre el fondo de la ciudad de Quito en una vista de mapa en dos dimensiones. Usando los botones ubicados al lado izquierdo superior es posible la activación o desactivación de las capas, las cuales pueden ser visualizadas de manera individual o combinadas. Además es posible cambiar el ángulo de perspectiva visual, mediante el uso del ratón en una computadora.



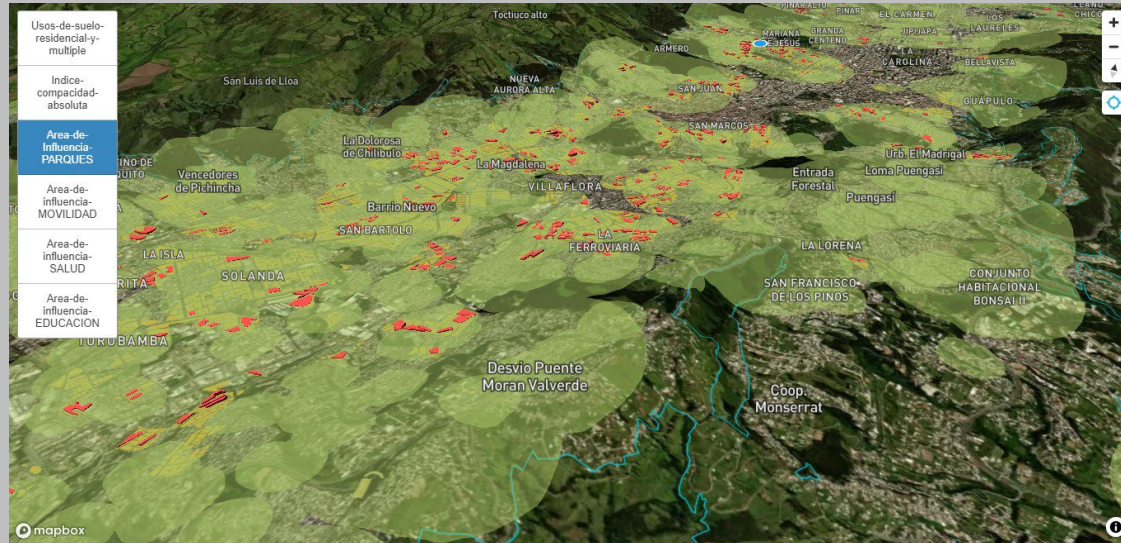
CAPA DE USO DE SUELO RESIDENCIAL



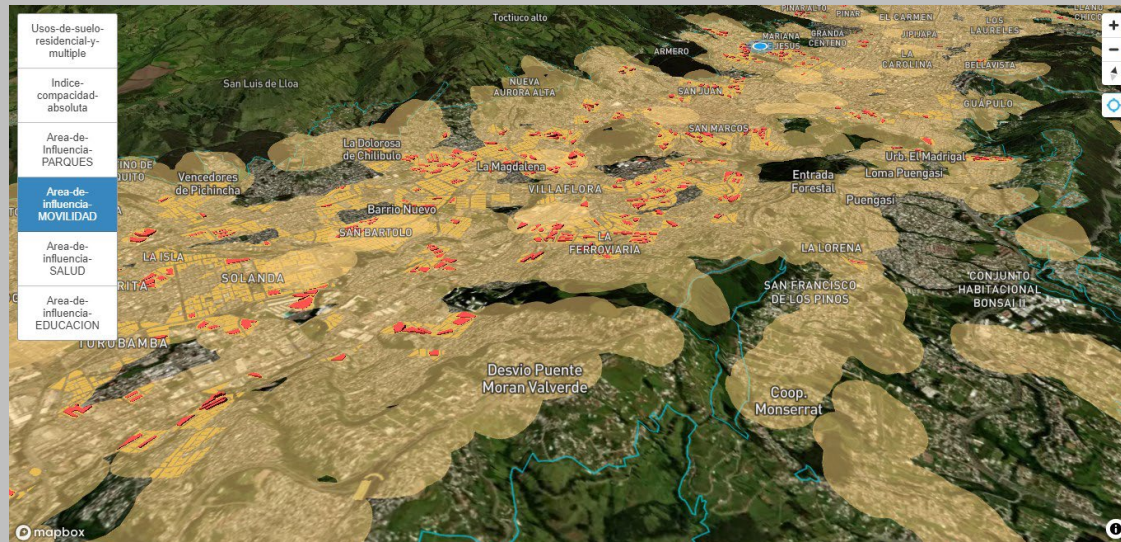
ÍNDICE DE COMPACIDAD ABSOLUTA



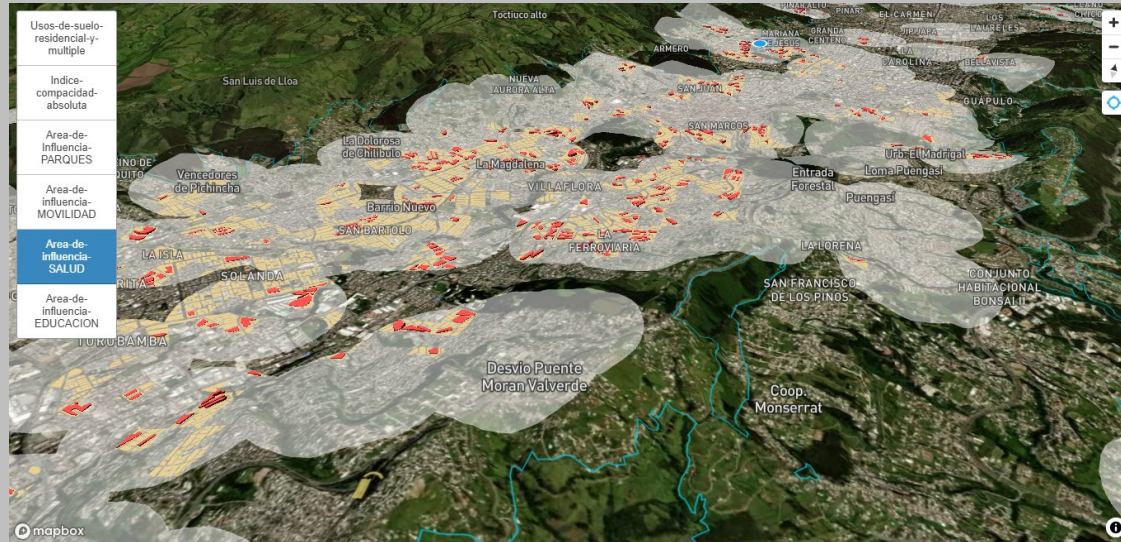
ÁREA DE INFLUENCIA DE PARQUES



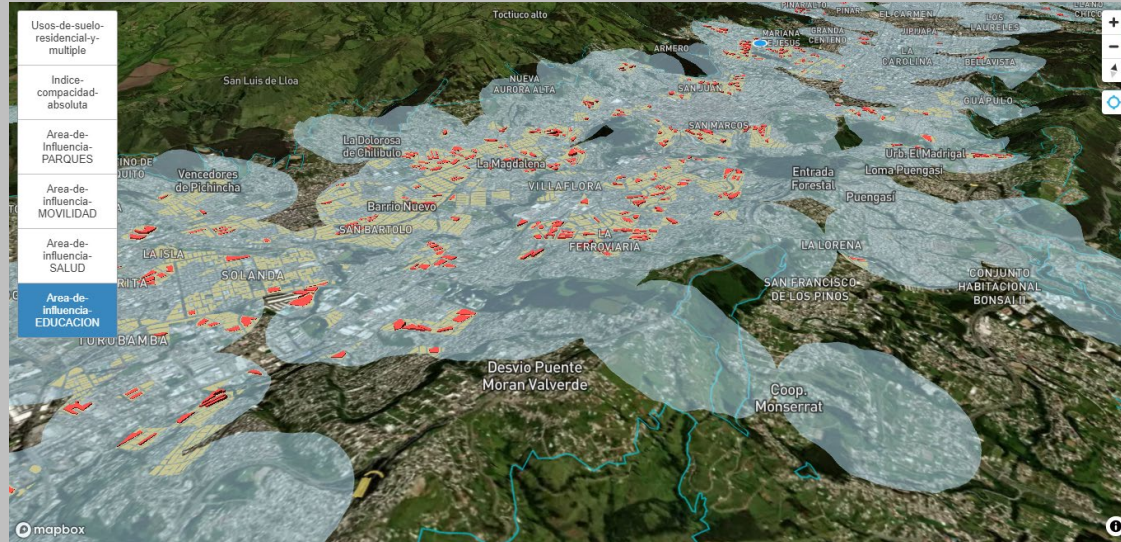
ÁREA DE INFLUENCIA DE PARADAS DE TRANSPORTE PÚBLICO



ÁREA DE INFLUENCIA CENTROS DE SALUD

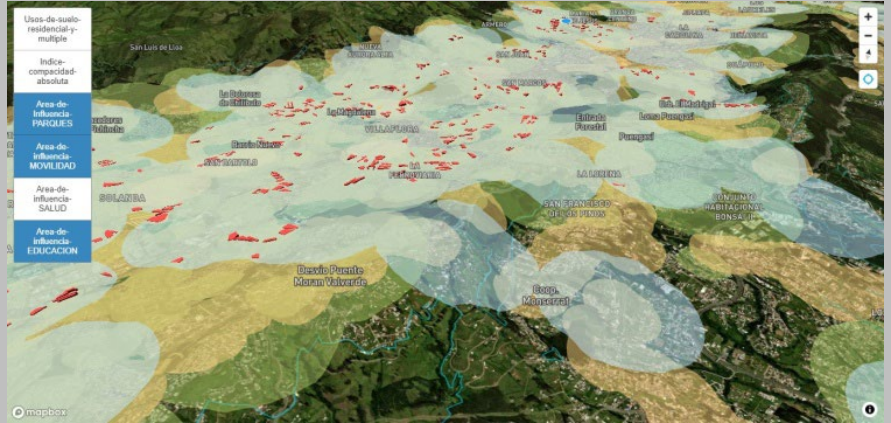
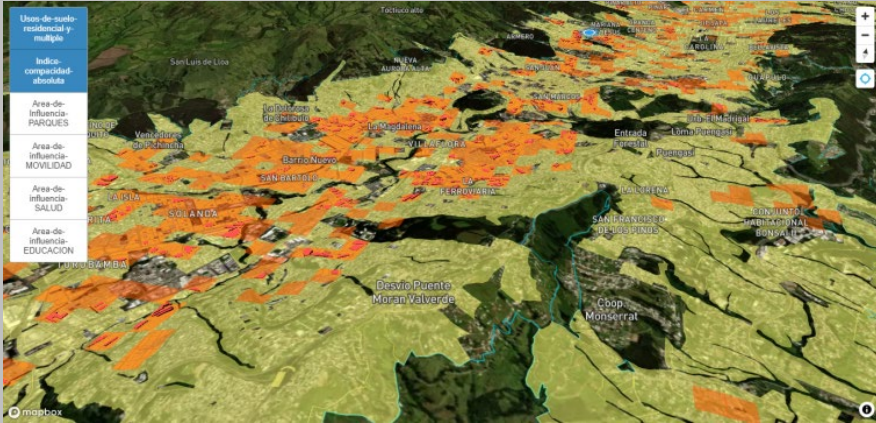


ÁREA DE INFLUENCIA CENTROS EDUCATIVOS



EXPERIENCIA DEL USUARIO

CAPAS COMBINADAS



ENLACE AL VISOR INTERACTIVO

<https://giterm0.github.io/geoweb/visor-mapbox-vis.html>