

SUR

Grupo de Estudios
en Sostenibilidad
Urbana y Regional

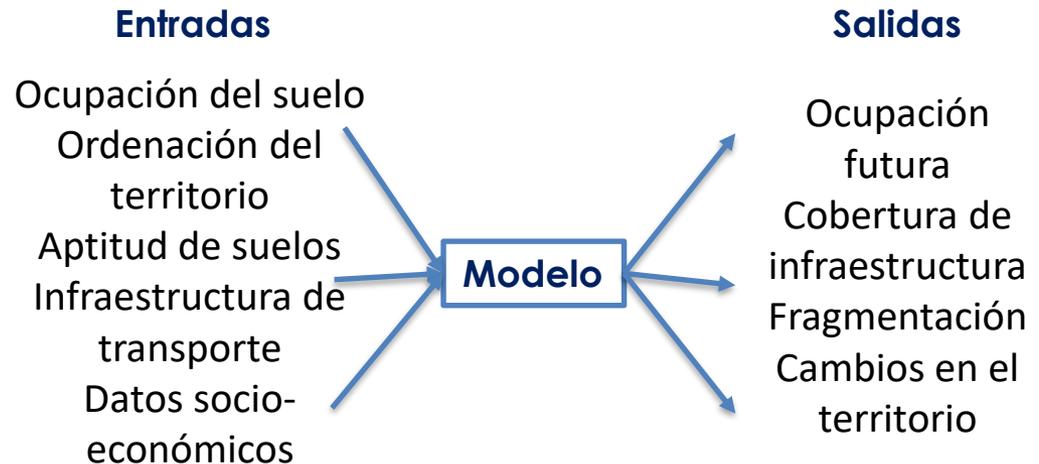
Modelo de ocupación territorial y cambios de usos del suelo para la región de Bogotá

Luis A. Guzmán, PhD

Director de Grupo de Estudios en Sostenibilidad Urbana y Regional

SUR

Desarrollo de una herramienta de simulación basada en autómatas celulares, utilizando funciones de transición simples para apoyar la toma de decisiones. Esta herramienta evalúa efectos integrados de las políticas territoriales y de infraestructura de transporte sobre la ocupación del territorio y los posibles cambios de uso del suelo.



¿En qué consiste el proyecto?

Permite

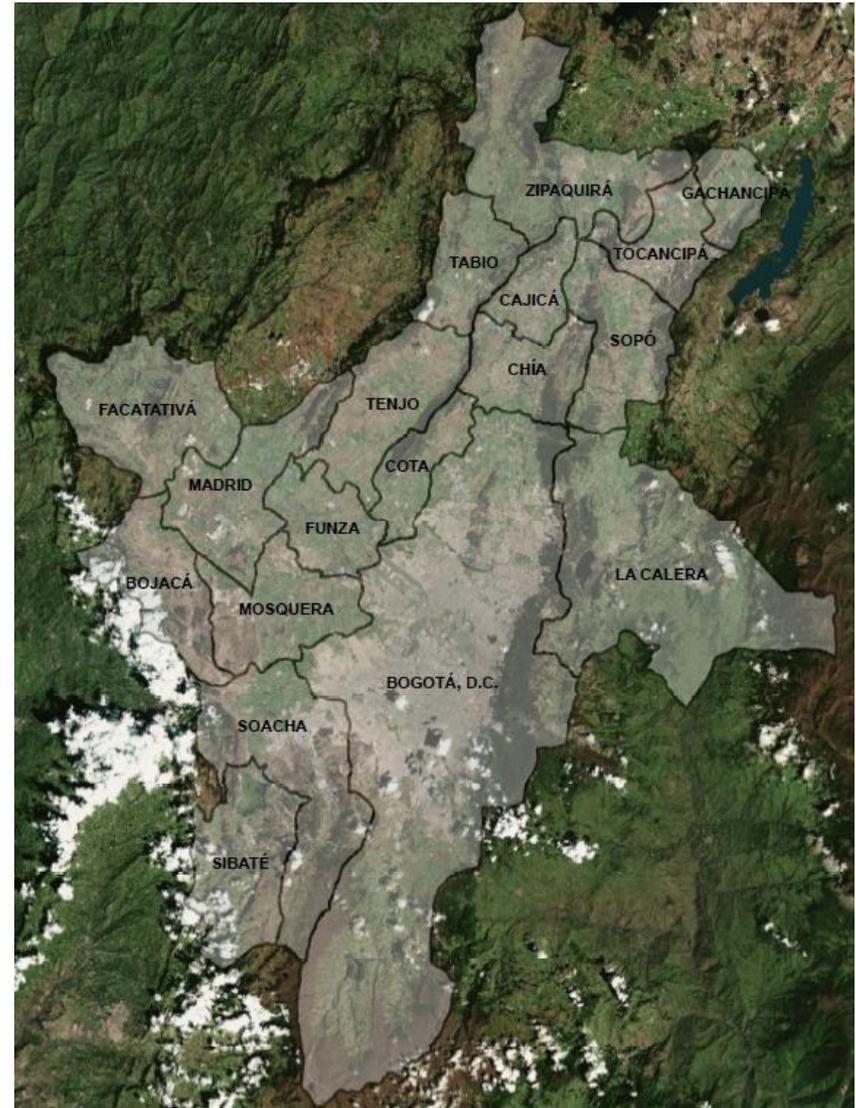
- Estima los cambios del uso del suelo según los cambios en la norma, en el entorno y en la infraestructura de transporte
- Permite comparar fácilmente diferentes escenarios
- Permite hacer mapas dinámicos en donde se visualizan los cambios del uso del suelo y la ocupación
- Calcula/crea indicadores multi-disciplinarios para evaluar diferentes escenarios
- Evaluar el entorno con simplicidad

No Permite

- No tiene en cuenta densidades
- No estima las demandas de suelo
- No incorpora precios del suelo
- No calcula los indicadores en zonas específicas
- No tiene en cuenta tiempos y costos de viaje
- No estima demandas de transporte (no es un modelo de transporte)

¿Qué se puede hacer?

La zona de estudio comprende la ciudad de Bogotá y los municipios de Soacha, Sibaté, La Calera, Sopó, Tocancipá, Gachancipá, Zipaquirá, Cajicá, Tabio, Chía, Tenjo, Cota, Funza, Mosquera, Madrid, Facatativá y Bojacá.



Zona de estudio

Recolección de la información

Preparación de la información

Cargar la información al modelo

Calibración del modelo

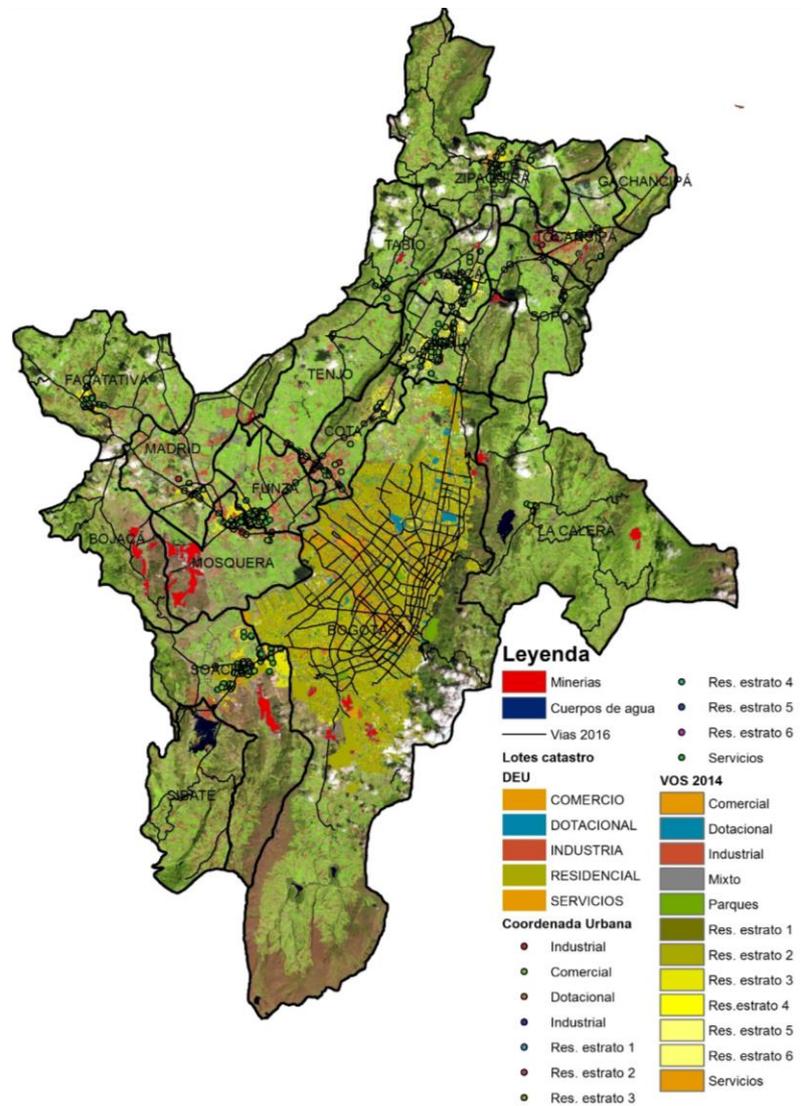
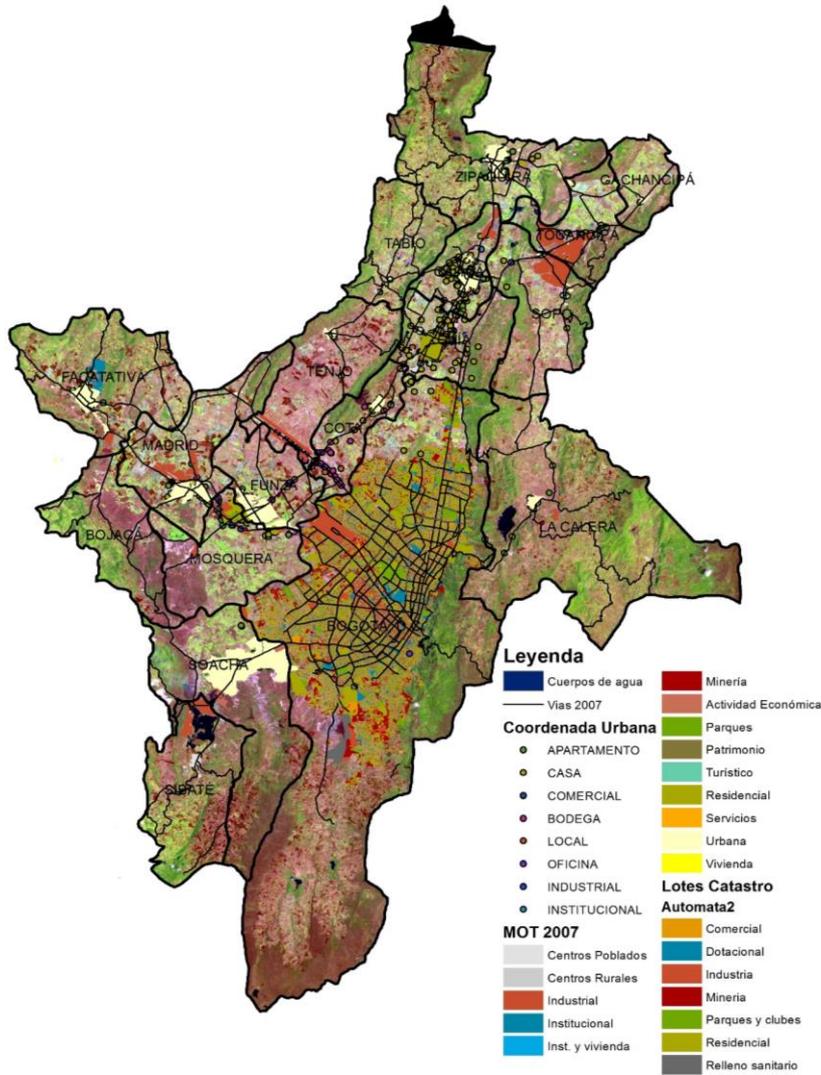
Definición de los 8 Escenarios

- Escenario 1 Tendencial – Business as Usual.
- Escenario 8 Máximo – Habilidad máxima del desarrollo.

Modelación de los 8 Escenarios

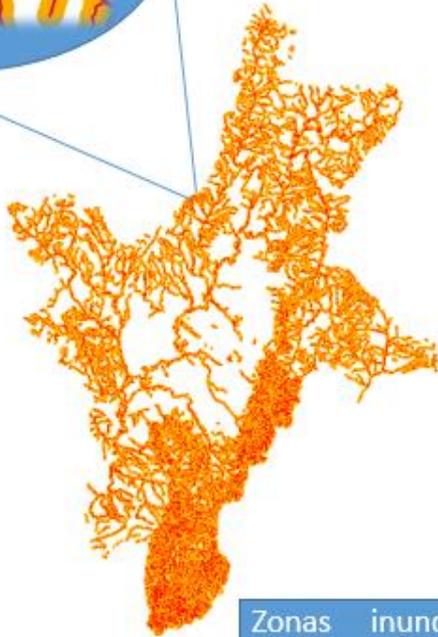
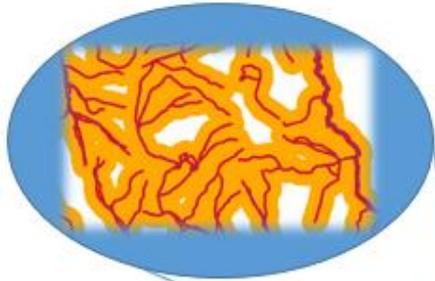
- Cálculos de los indicadores.
- Análisis cruzado de escenarios.

Etapas del proyecto



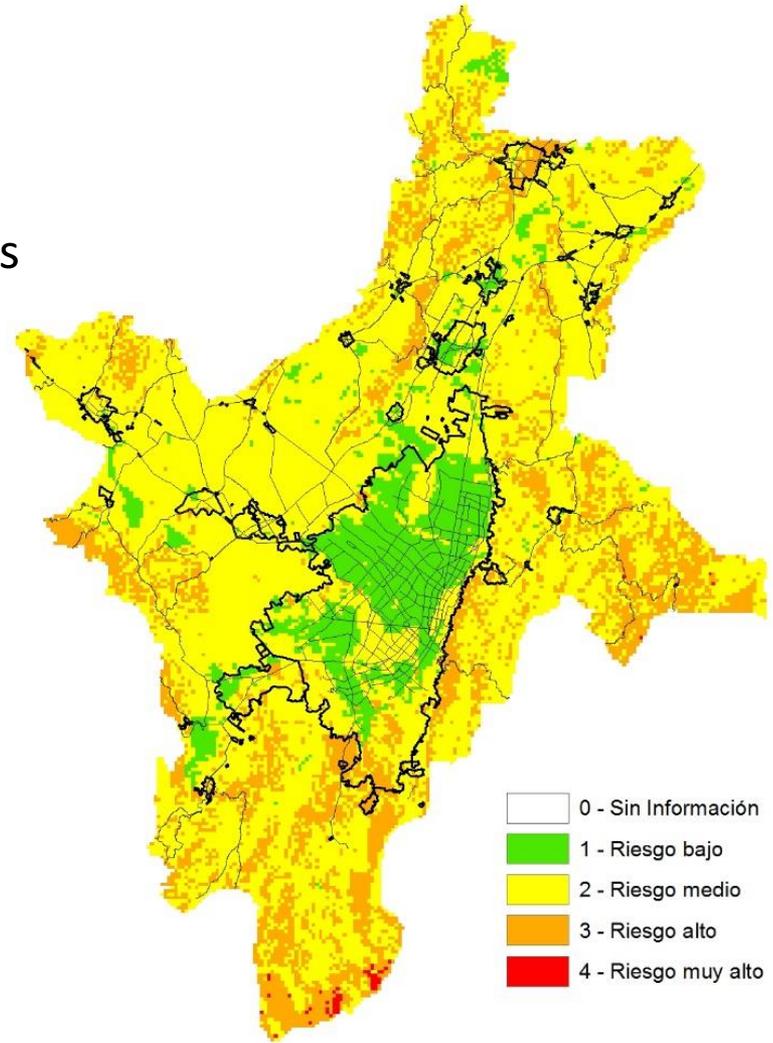
Fuentes de información – SDP

Usos de Suelo



Zonas inundables 30 m(rojo) y 270 m (naranja)

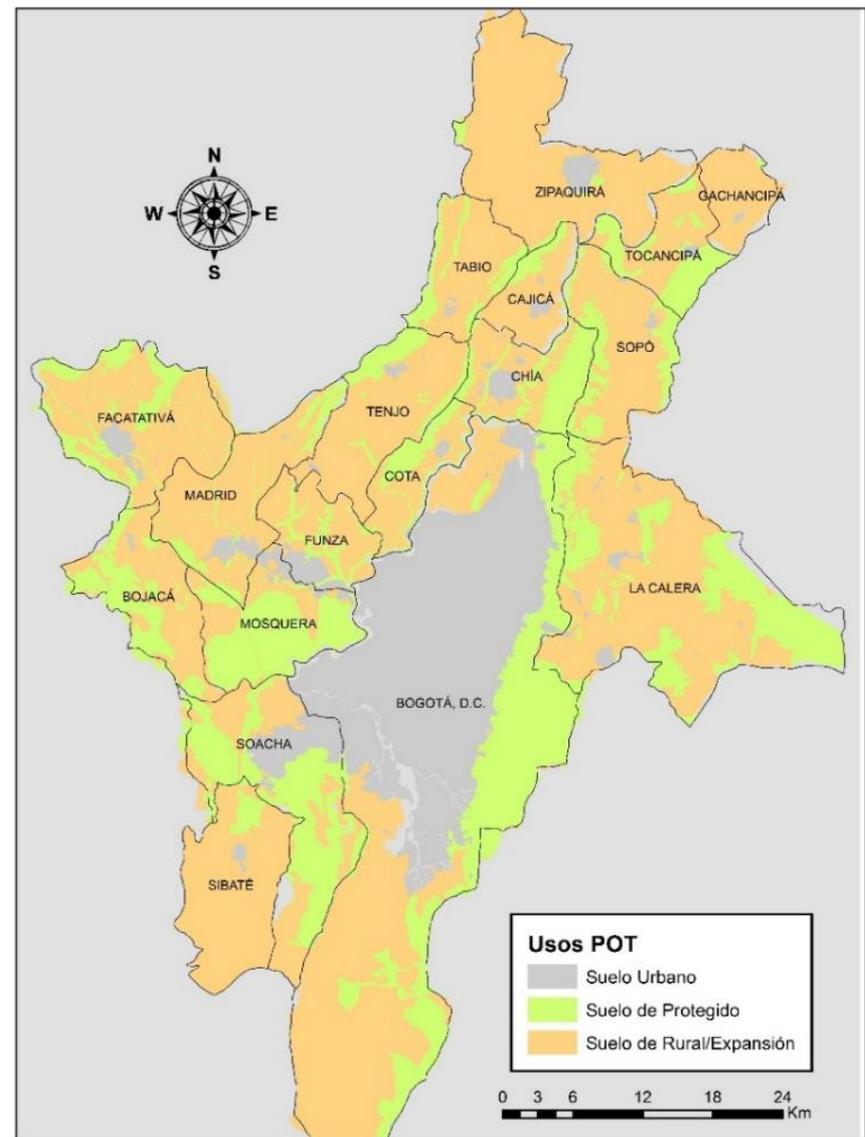
Remoción en masa
Inundación
Incendios forestales



- 0 - Sin Información
- 1 - Riesgo bajo
- 2 - Riesgo medio
- 3 - Riesgo alto
- 4 - Riesgo muy alto

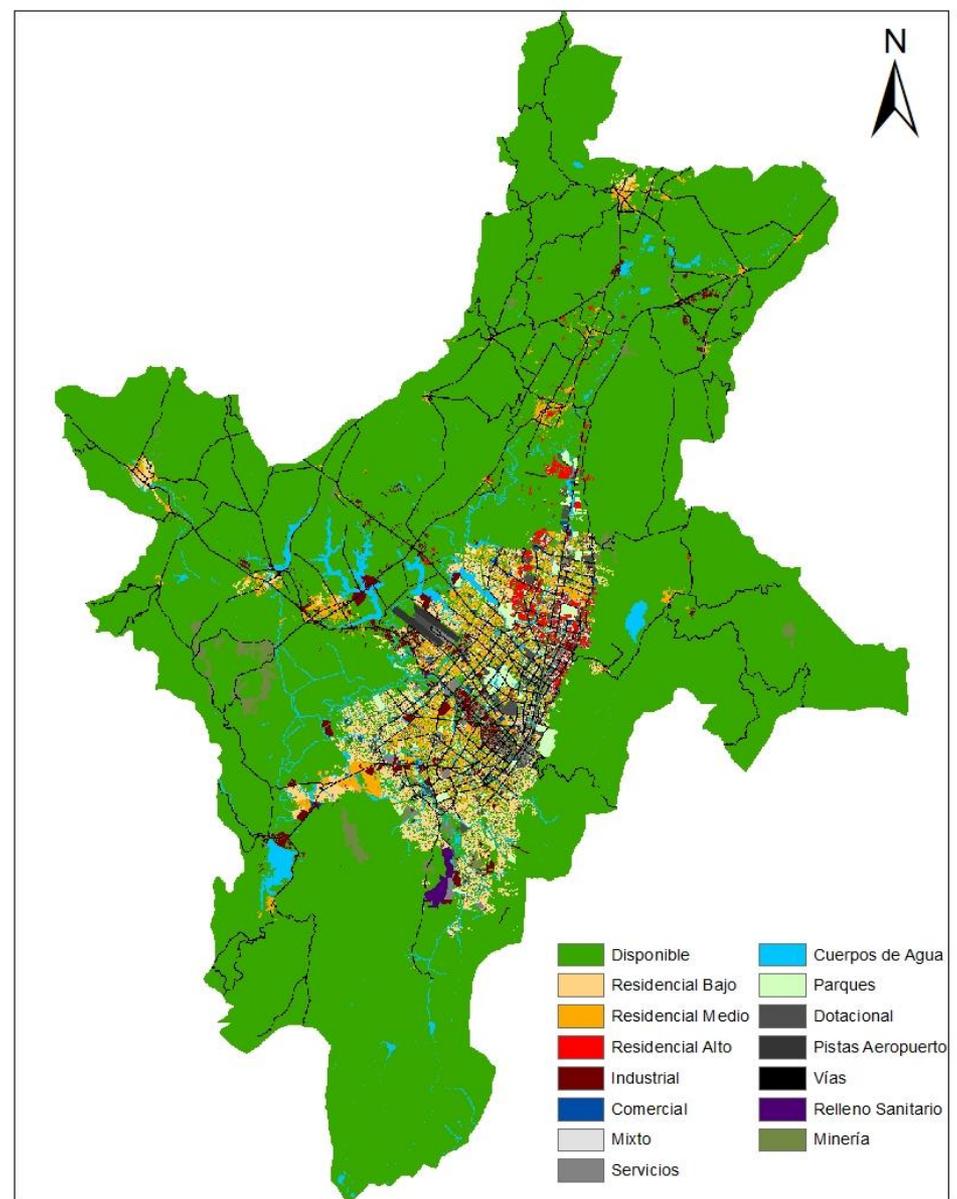
Fuentes de información
Aptitud del territorio

- Información POT municipios
 - Cota, Facatativá, Funza, Madrid, Mosquera y Chía.
- Información IGAC
 - Bojacá, La Calera, Sopó, Tabio, Gachancipá, Zipaquirá, Soacha, Cajicá y Bogotá.
- Digitalización de información oficial
 - Tocancipá, Tejo y Sibaté



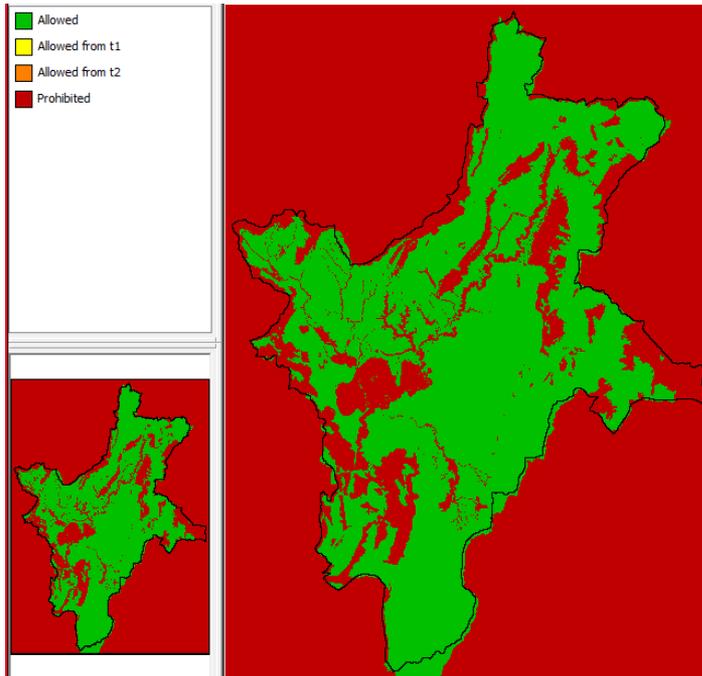
Fuentes de información – SDP
Zonificación

Disponible	Pasivo
Estrato Bajo	Activo
Estrato Medio	Activo
Estrato Alto	Activo
Industrial	Activo
Comercial	Activo
Mixto	Activo
Servicios	Activo
Cuerpos Agua	Fijo
Parques	Fijo
Dotacional	Fijo
Aeropuerto	Fijo
Red Vial	Fijo
Relleno Sanitario	Fijo
Minería	Fijo

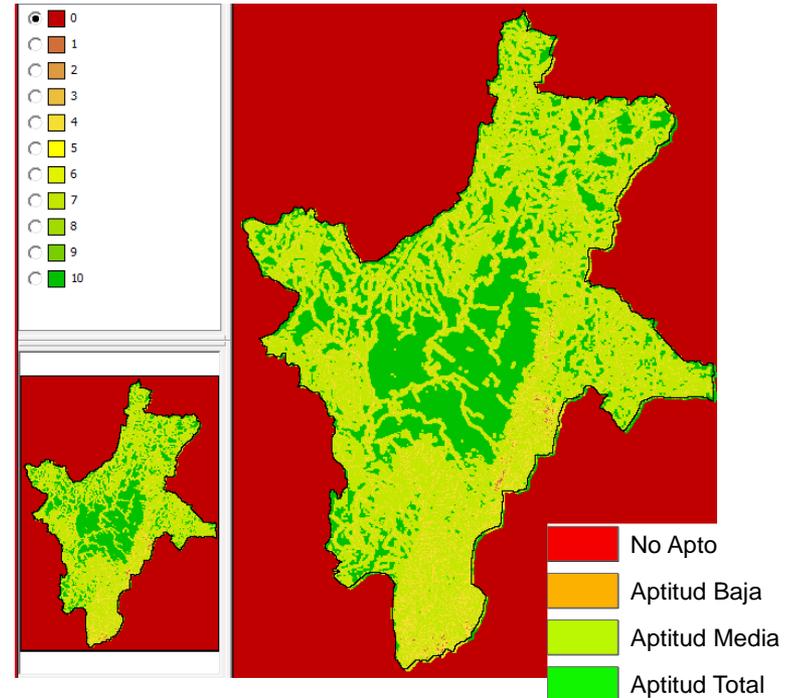


Usos del suelo 2007: activos, pasivos y fijos

ZONIFICACIÓN

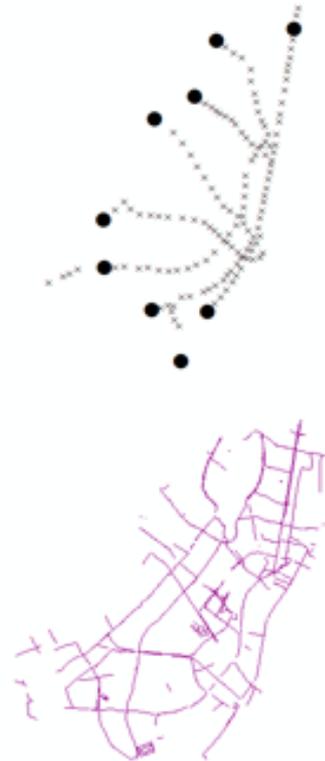


APTITUD

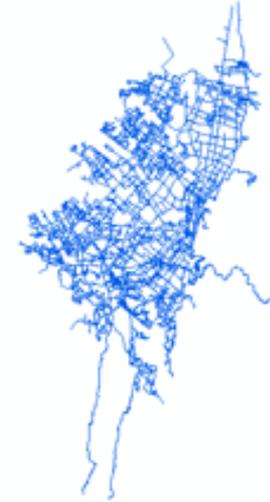


Alimentación del modelo – Zonning y aptitud

Transmilenio
Estaciones – Portales
2007-2012-2014



Red Transporte Público
– SITP
2007-2016



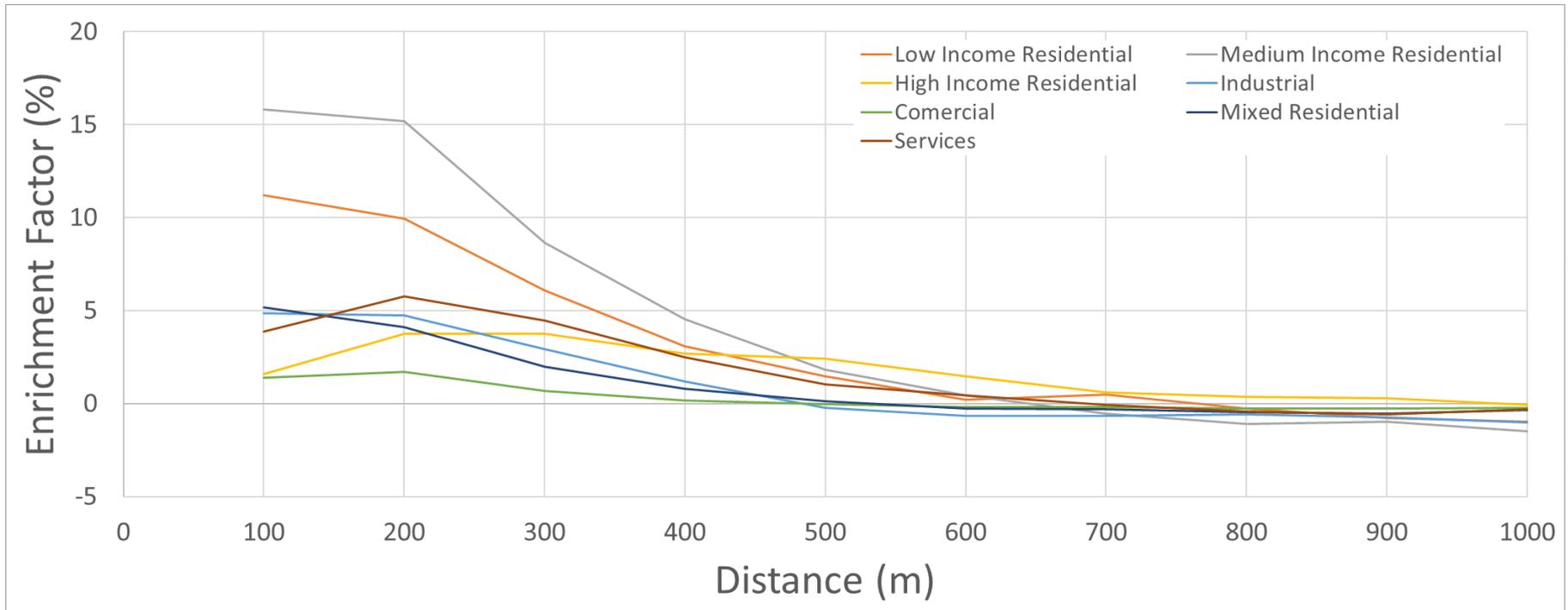
Red Vial Regional
2007-2016



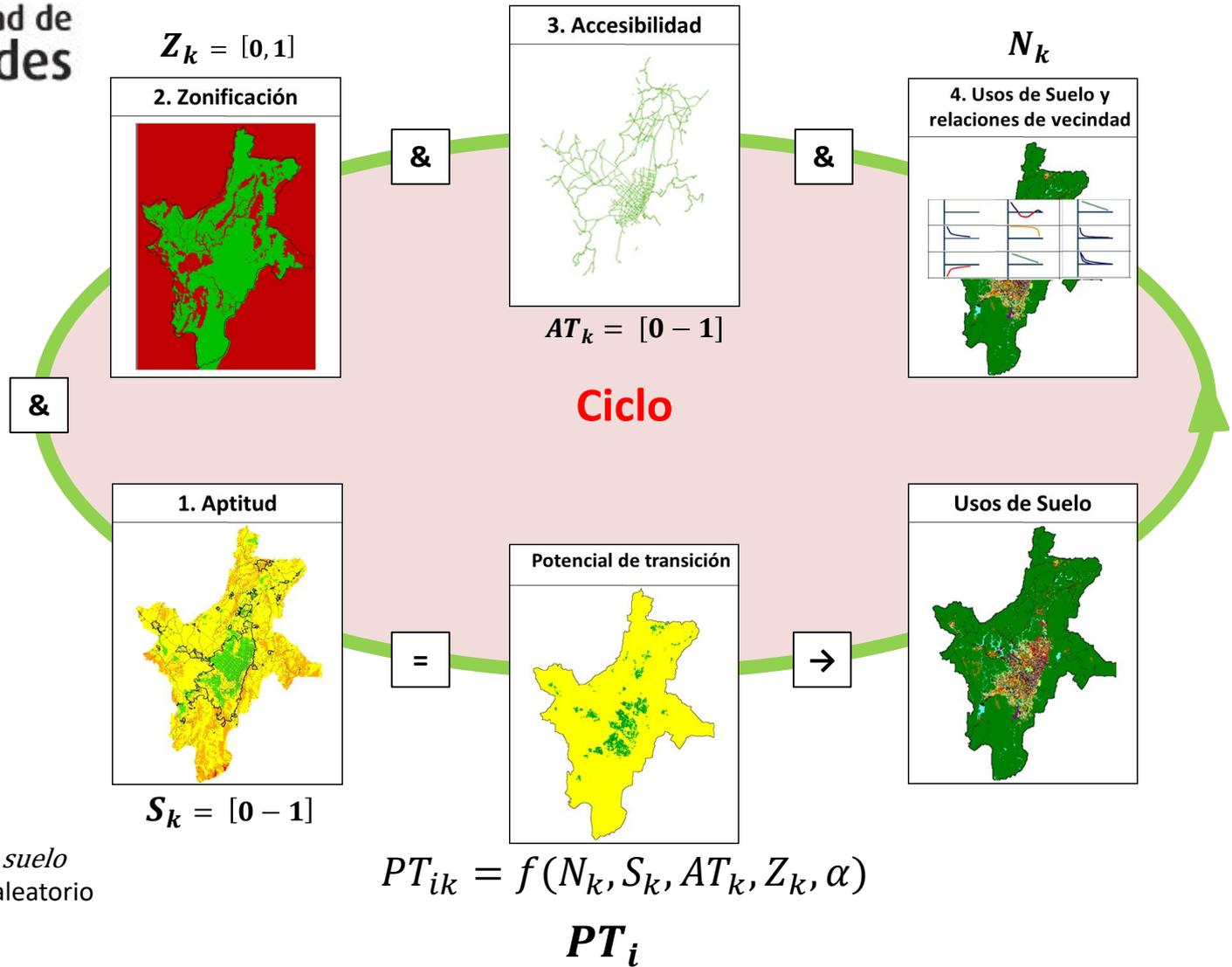
Red Ciclorrutas
2007-2016



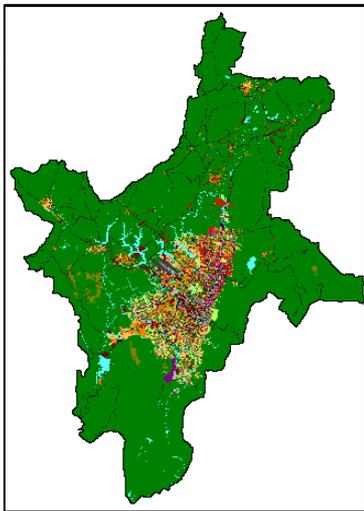
Red de rutas del SITP zonal



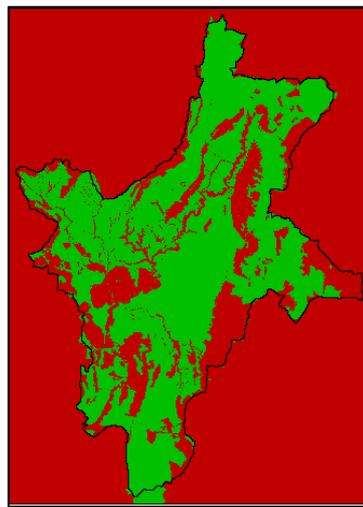
Influencia de las infraestructuras de transporte (acc)



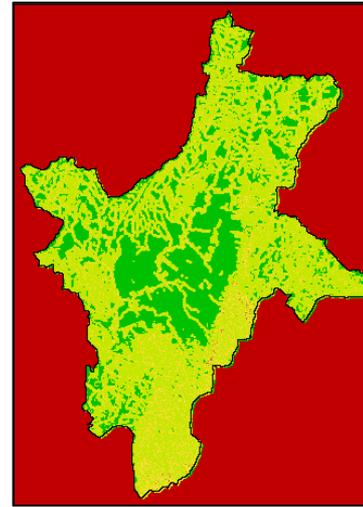
Potencial de transición



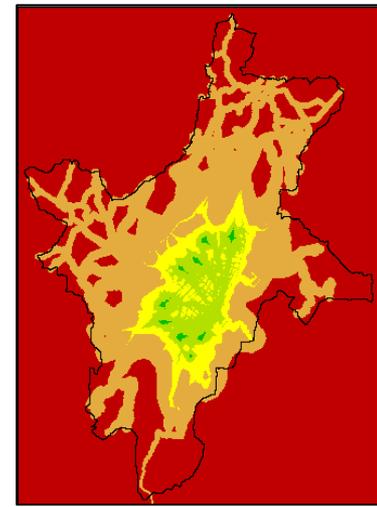
Usos del suelo 2007



Zonificación



Aptitud

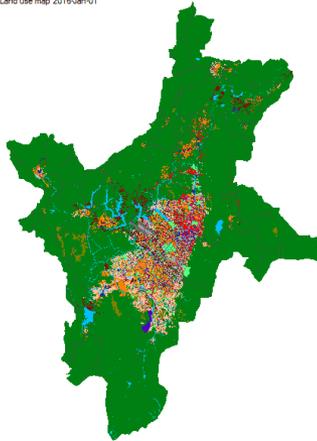


Accesibilidad

Relaciones entre usos y demandas futuras



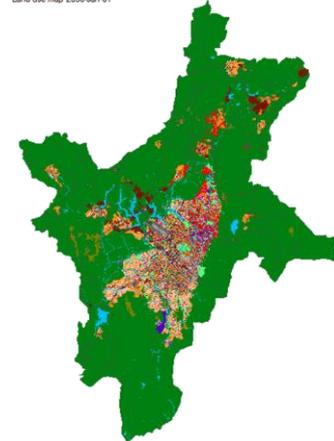
Land use map 2016-Jan-01



Usos del suelo 2016 simulado



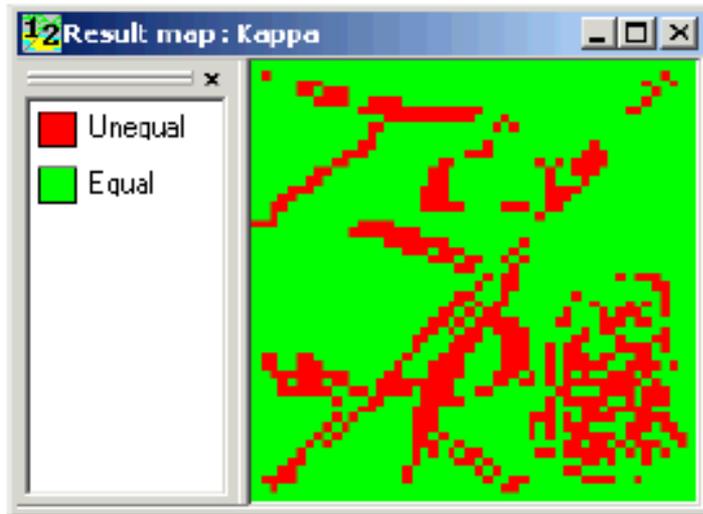
Land use map 2016-Jan-01



Usos del suelo 2016 real

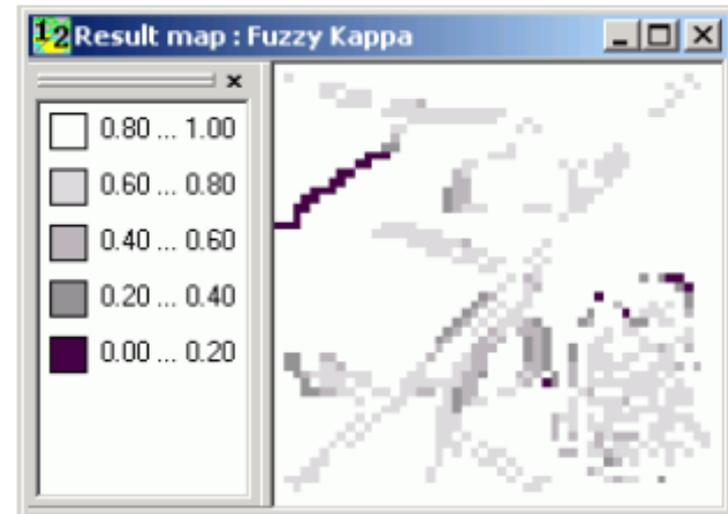
Calibración del modelo

KAPPA



Comparación celda-a-celda
Número de celdas iguales
entre el total de celdas

FUZZY KAPPA



Comparación por grados de
similitud en zonas de
interés

Validación de la calibración

Resultados - Iteración 10

Abarca las iteraciones realizadas en la novena y última modificación de las curvas de vecindad.

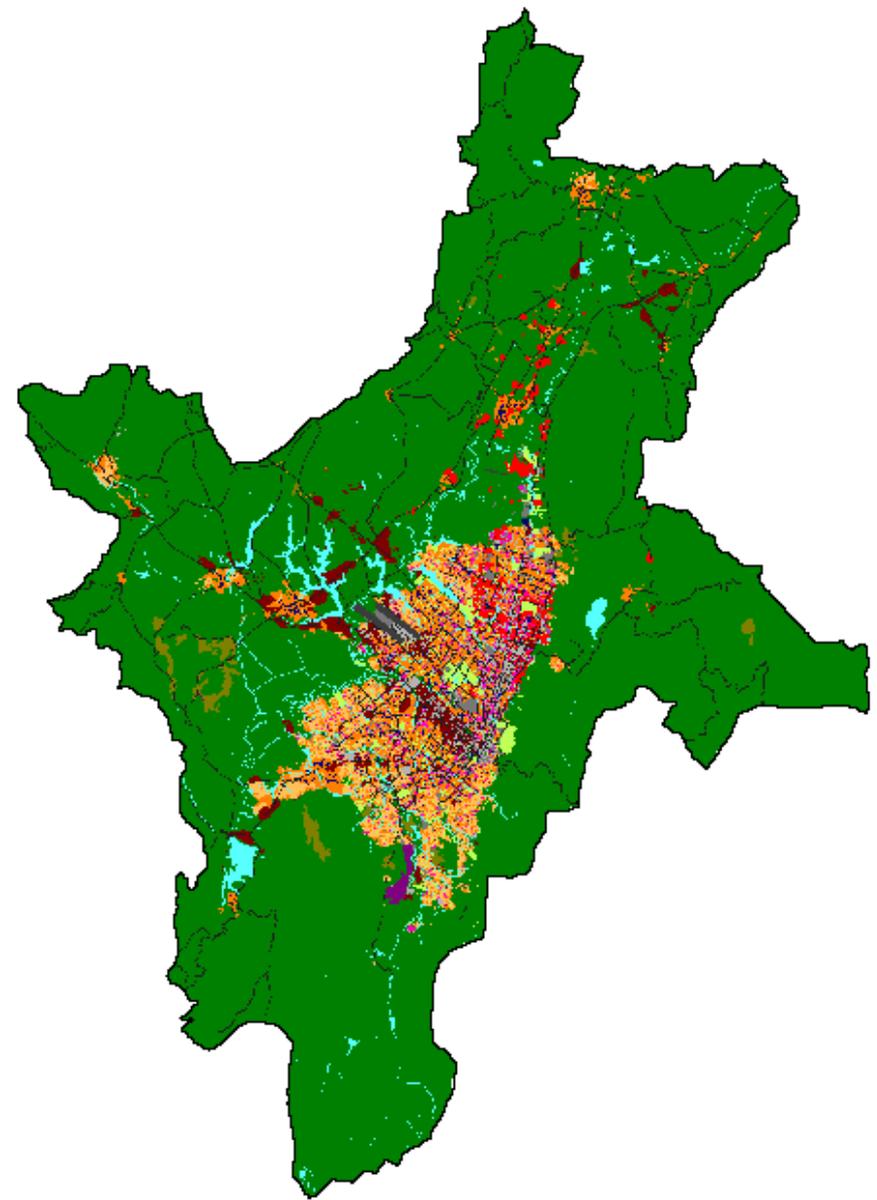
Kappa: 0.796*
 Fuzzy Kappa: 0.853*
 Kappa Sim: 0,258**
 FK Sim: 0,276**

Agreement	Value range
Poor agreement	Less than 0.20
Fair agreement	0.20 to 0.40
Moderate agreement	0.40 to 0.60
Good agreement	0.60 to 0.80
Very good agreement	0.80 to 1.00

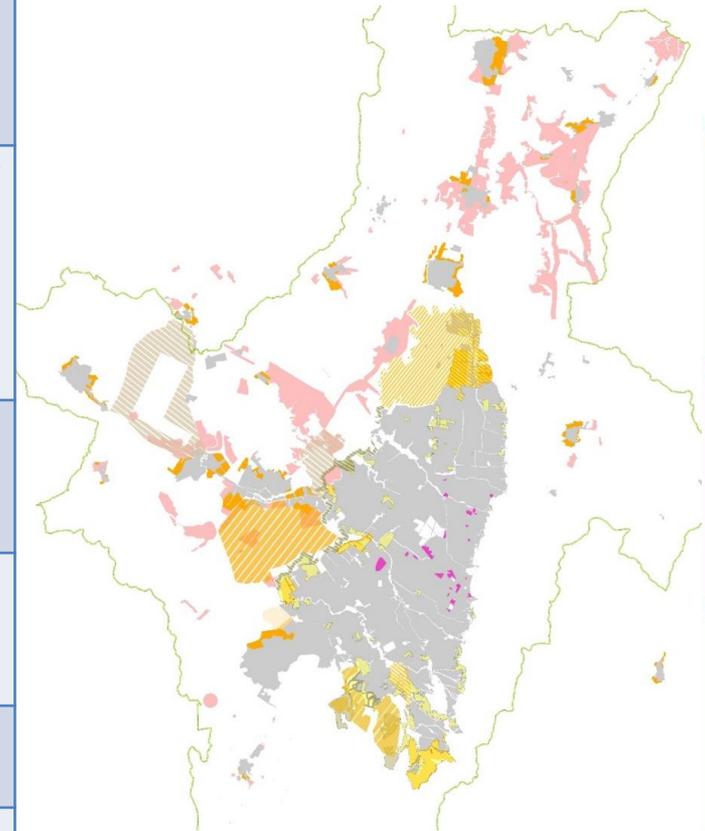
Table 05: Defining Kappa Measure -Agreement and Values

* De Silva (2015)

** van Vliet et al. (2013)

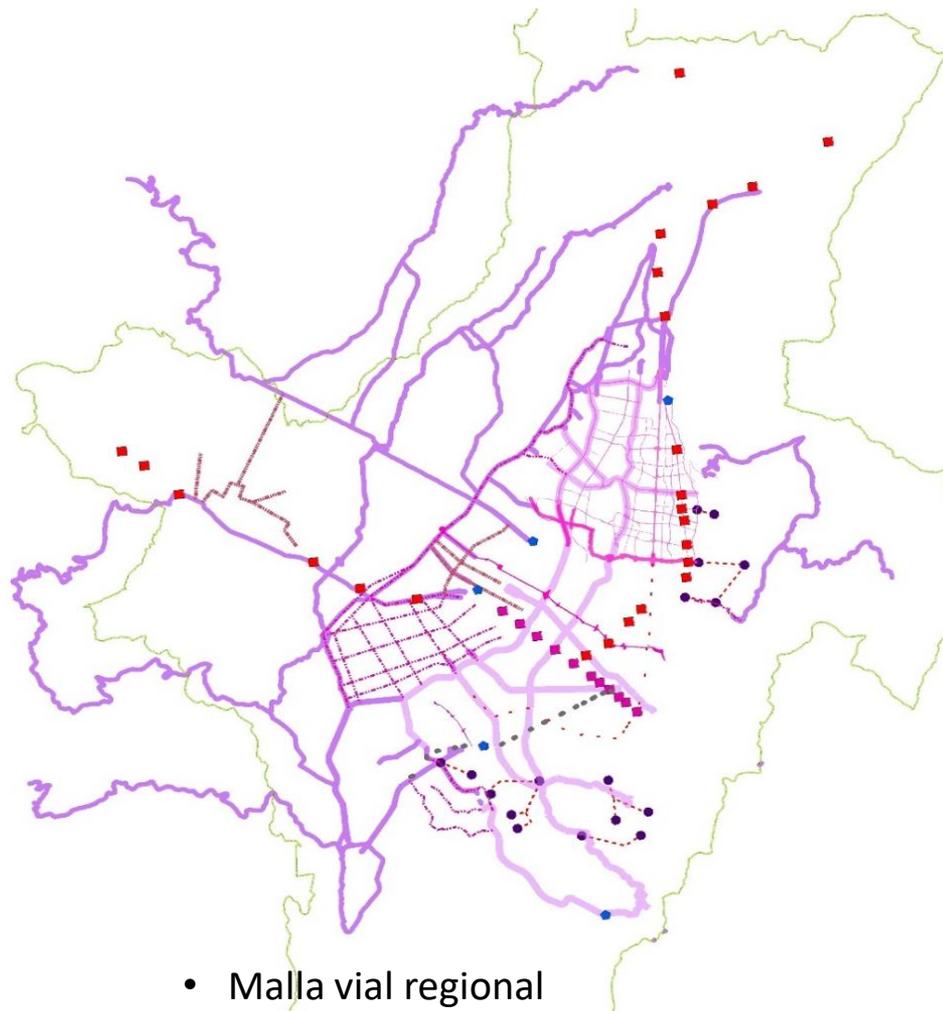


	Características
1-2	El Distrito y los municipios mantienen su perímetro de expansión vigente, adicionalmente se aplican restricciones para ocupar el suelo denominado Capacidad Agrícola 2 y 3.
3	El Distrito habilita Ciudad Norte, Ciudad Rio, Lagos de Torca y Ciudad Tunjuelo, mientras que los municipios habilitan sus propuestas de suelo urbano, expansión y suburbano según las últimas expectativas. Se mantienen restricciones para no ocupar el suelo denominado Capacidad Agrícola 2 y 3.
4	El Distrito reglamenta la ocupación ordenada del borde de transición SUR y se elimina la restricción para ocupar el suelo denominado Capacidad Agrícola 2 y 3.
5-6	La oferta de suelo urbanizable se instrumenta bajo estrategias DOT con un buffer alrededor de las estaciones del modo férreo.
7	El municipio de Mosquera habilita suelo, red vial y continuidad del metro en Ciudad Mosquera.
8	La Región Promueve la ocupación ordenada alrededor de AEDII.



Escenarios – Zonificación

ESCENARIO	INFRAESTRUCTURA	AÑO
1	-	-
2	Centros de Intercambio Modal	2024
	Transmilenio	2023
	Transmilenio	2027
	Red Vial Propuesta	2023
3	-	-
4	TransmiCable	2023
	TransmiCable	2027
5	Metro	2023
	Regiotram	2023
6	Aeropuerto El Dorado II	2021
7	Red Vial Mosquera	2024
	Metro a Mosquera	2025
8	Vías Aeropuerto El Dorado II	2021



- Malla vial regional
- Aeropuerto el Dorado II (AEDII)
- Vía Perimetral del sur
- Modo férreo

Mapa más probable

Distancia media al
Transporte público

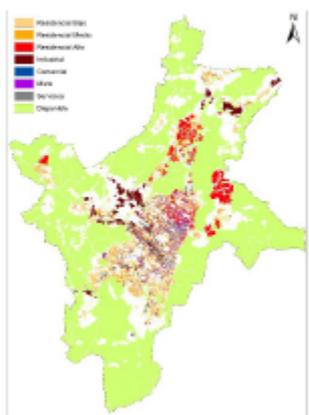
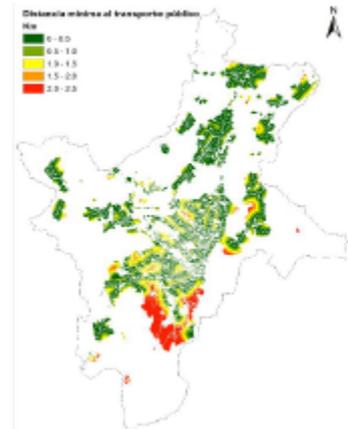
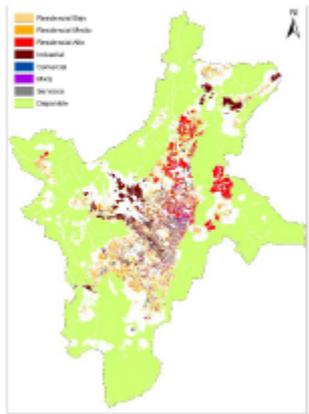
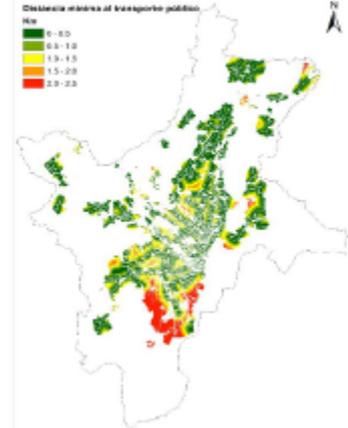
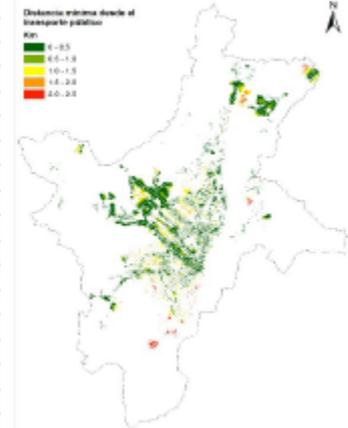
Distancia de egreso
de la infraestructura
del transporte a los
usos económicos

Distancia media de
los usos
residenciales a los
usos económicos

Expansión áreas
urbanas

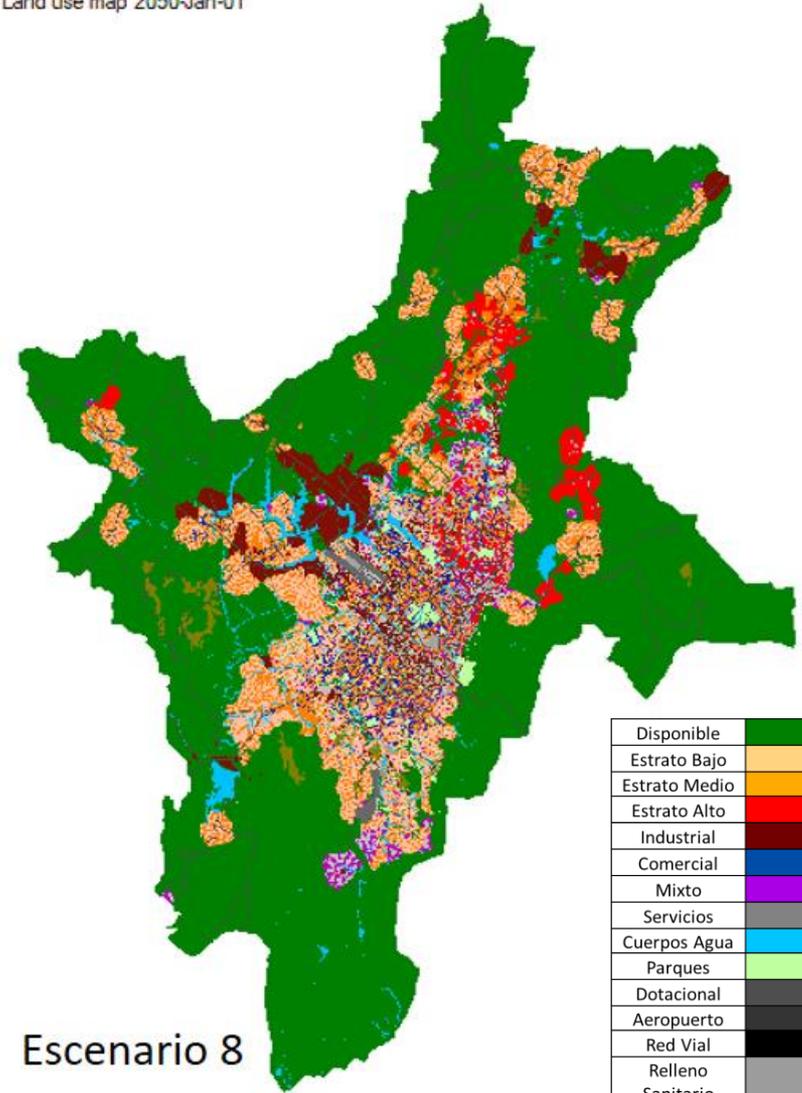
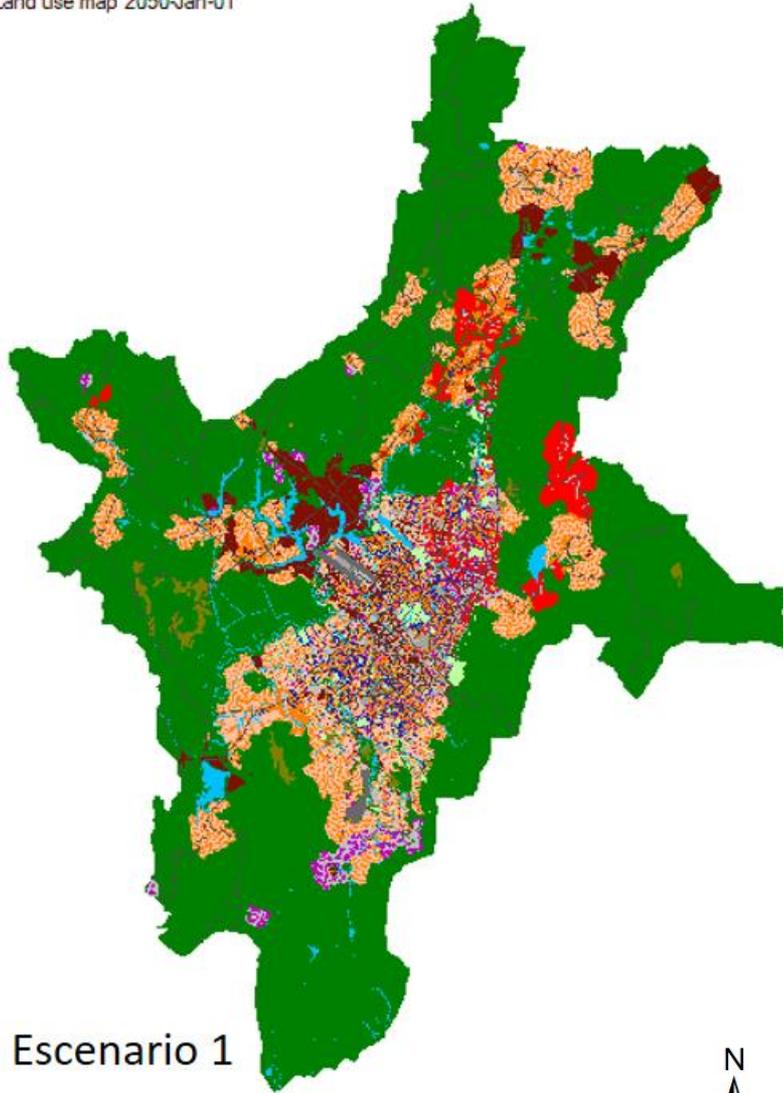
Exposición usos
residenciales frente
a la aptitud (riesgo)

Área ocupada en
suelo de restricción
agrológica

		Indicador 1 Mapa más probable	Indicador 2 Distancia media de usos residenciales al Transporte público (Km)				Indicador 3 Distancia media de egreso de la infraestructura del transporte a los usos económicos (Km)		
Escenario 2	Municipio	Gráfico	Estrato Bajo	Estrato Medio	Estrato Alto	Mixto	Gráfico	Número	Gráfico
		BOGOTÁ		1.8	1.3	0.4	0.8		0.6
	BOJACÁ	0.5		0.6	N/A	N/A	0.1		
	CAJICÁ	0.3		0.3	0.4	0.5	0.3		
	CHÍA	0.3		0.3	0.3	0.4	0.2		
	COTA	0.4		0.3	0.2	0.6	0.4		
	FACATATIVA	0.3		0.4	0.6	N/A	0.1		
	FUNZA	0.5		0.4	0.1	0.8	0.4		
	GACHANCIPÁ	0.6		0.6	0.5	1.3	0.8		
	LA CALERA	0.8		0.8	0.7	3.0	0.4		
	MADRID	0.4		0.4	0.3	0.9	0.4		
	MOSQUERA	0.6		0.5	N/A	0.6	0.3		
	SIBATÉ	0.4		0.4	N/A	1.5	0.8		
	SOACHA	0.7		0.6	N/A	1.3	0.4		
	SOPÓ	0.5		0.5	0.6	1.1	1.0		
	TABIO	0.3		0.3	0.3	N/A	0.1		
	TENJO	0.2		0.2	0.9	0.7	0.4		
	TOCANCIPÁ	0.4	0.4	0.5	1.0	0.5			
	ZIPACUÍRÁ	0.4	0.4	0.5	1.0	0.5			
Escenario 3	Municipio	Gráfico	Estrato Bajo	Estrato Medio	Estrato Alto	Mixto	Gráfico	Número	Gráfico
	BOGOTÁ		1.6	1.1	0.5	1.0		0.7	
BOJACÁ	0.5		0.6	N/A	N/A	0.1			
CAJICÁ	0.3		0.3	0.4	0.7	0.3			
CHÍA	0.3		0.3	0.3	N/A	0.2			
COTA	0.5		0.4	0.2	0.6	0.3			
FACATATIVA	0.3		0.3	0.6	1.0	0.7			
FUNZA	0.5		0.4	N/A	0.7	0.4			
GACHANCIPÁ	0.5		0.6	N/A	1.5	0.8			
LA CALERA	0.8		0.8	0.6	2.1	0.6			
MADRID	0.4		0.3	N/A	0.6	0.3			
MOSQUERA	0.6		0.5	N/A	0.1	0.3			
SIBATÉ	0.4		0.4	N/A	1.1	0.4			
SOACHA	0.7		0.6	N/A	1.2	0.3			
SOPÓ	0.5		0.5	0.3	1.5	0.7			
TABIO	0.3		0.3	N/A	N/A	0.1			
TENJO	0.2		0.2	N/A	0.8	0.4			
TOCANCIPÁ	0.3	0.3	N/A	0.3	0.5				
ZIPACUÍRÁ	0.4	0.4	N/A	N/A	0.5				

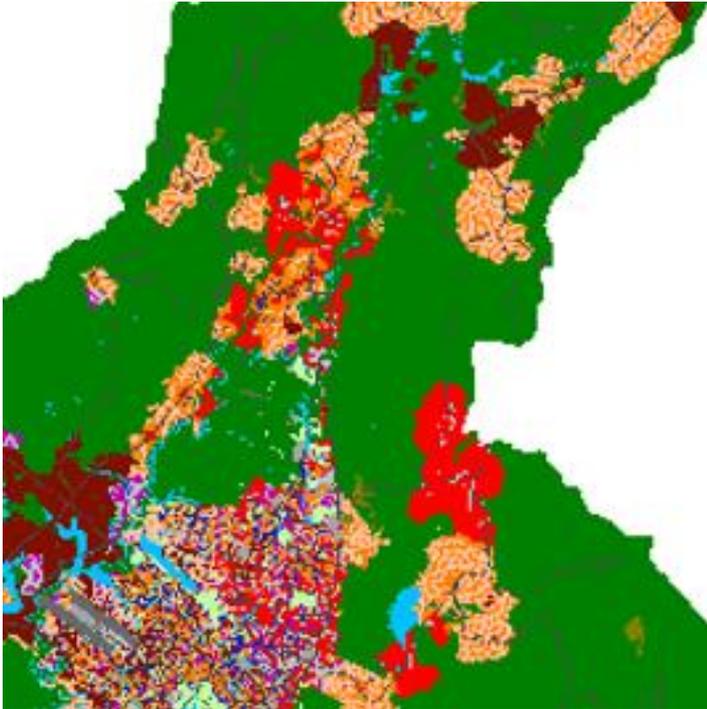
Land use map 2050-Jan-01

Land use map 2050-Jan-01

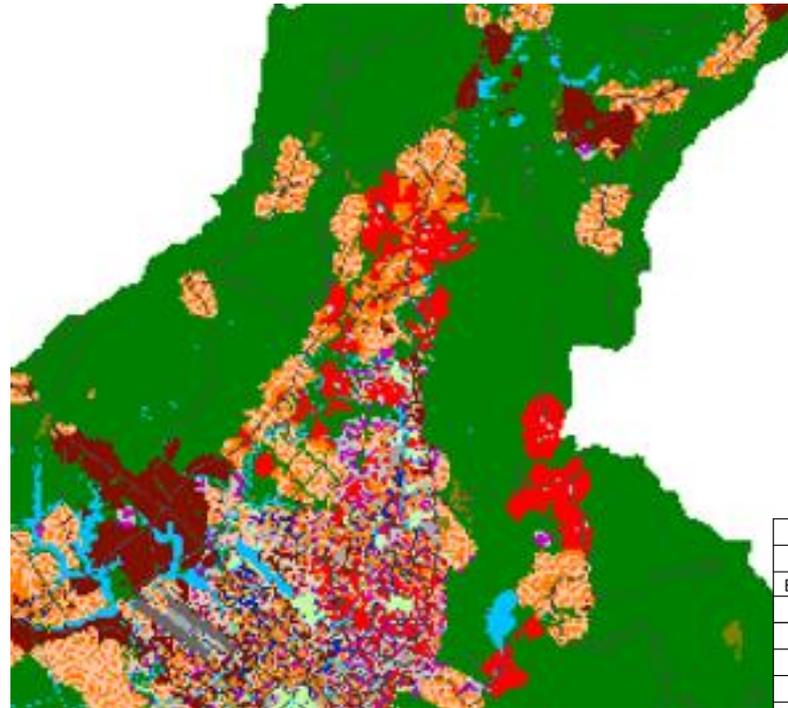


Disponible	
Estrato Bajo	
Estrato Medio	
Estrato Alto	
Industrial	
Comercial	
Mixto	
Servicios	
Cuerpos Agua	
Parques	
Dotacional	
Aeropuerto	
Red Vial	
Relleno Sanitario	
Mineria	

Resultados

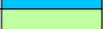
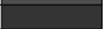


Escenario 1



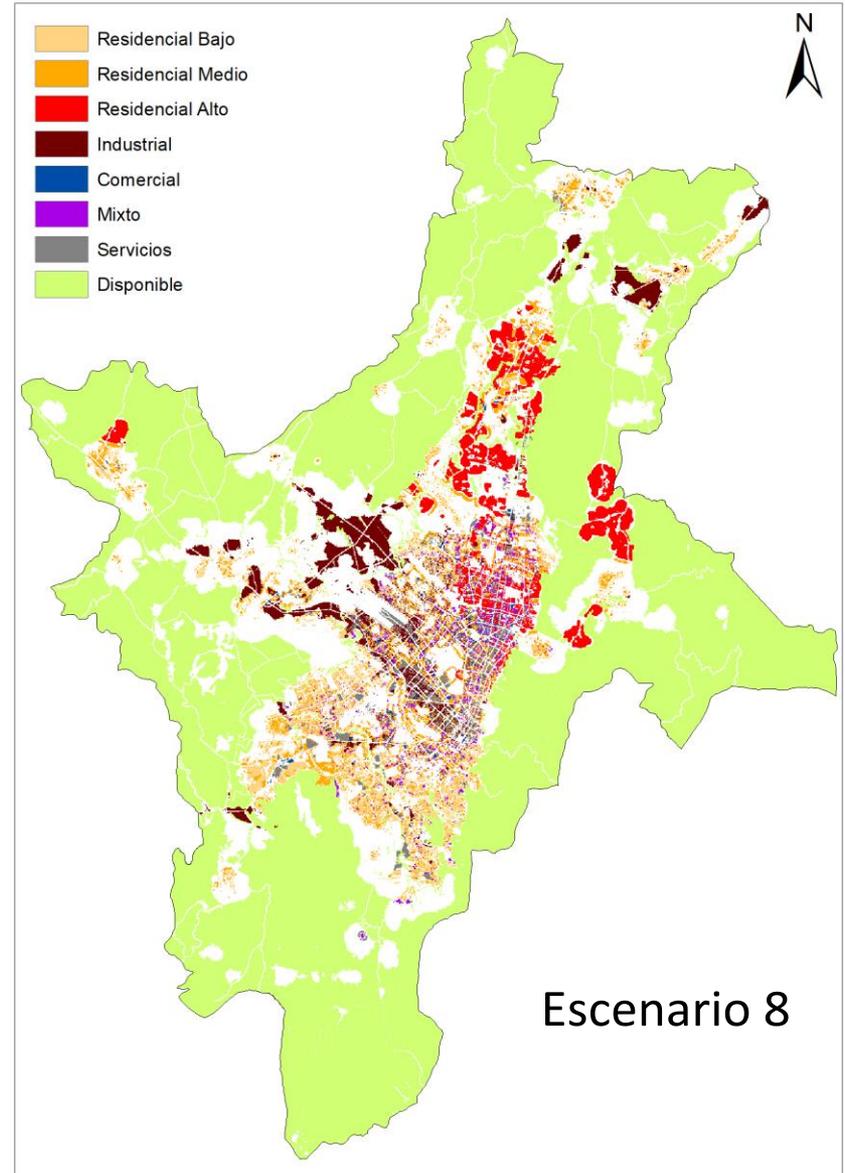
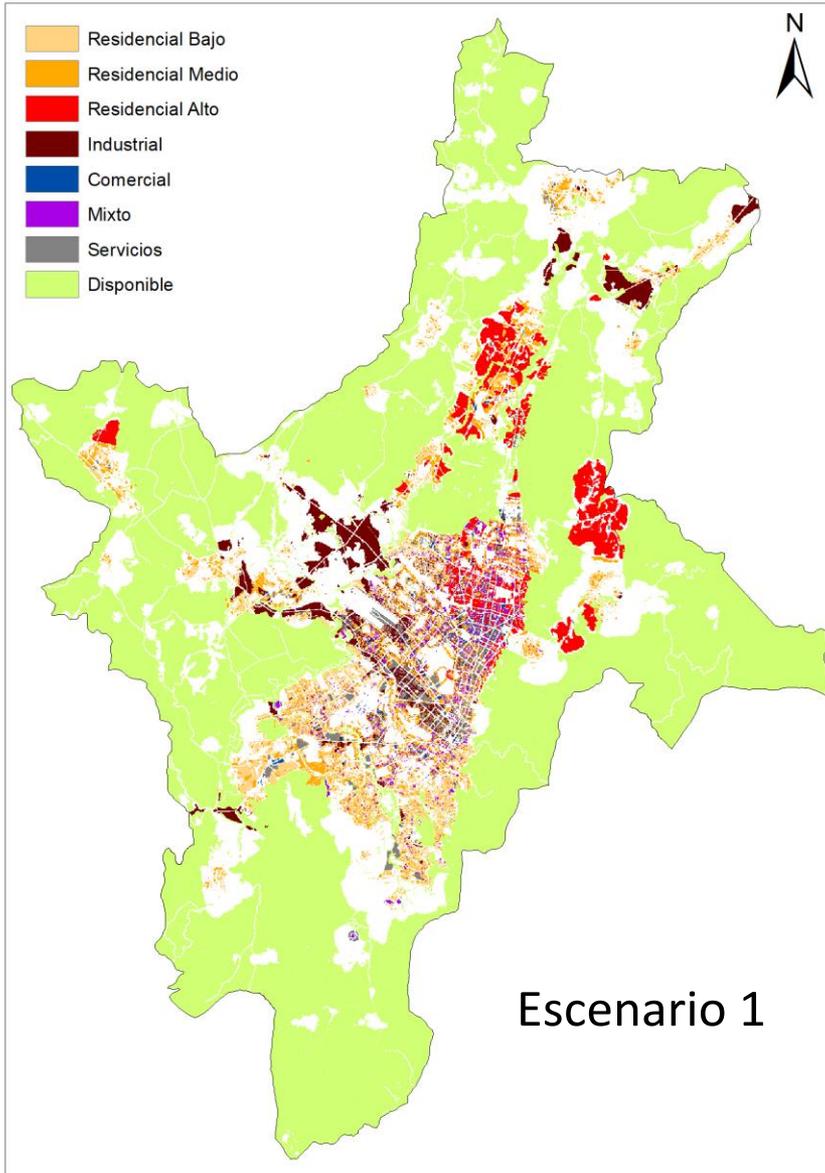
Escenario 8



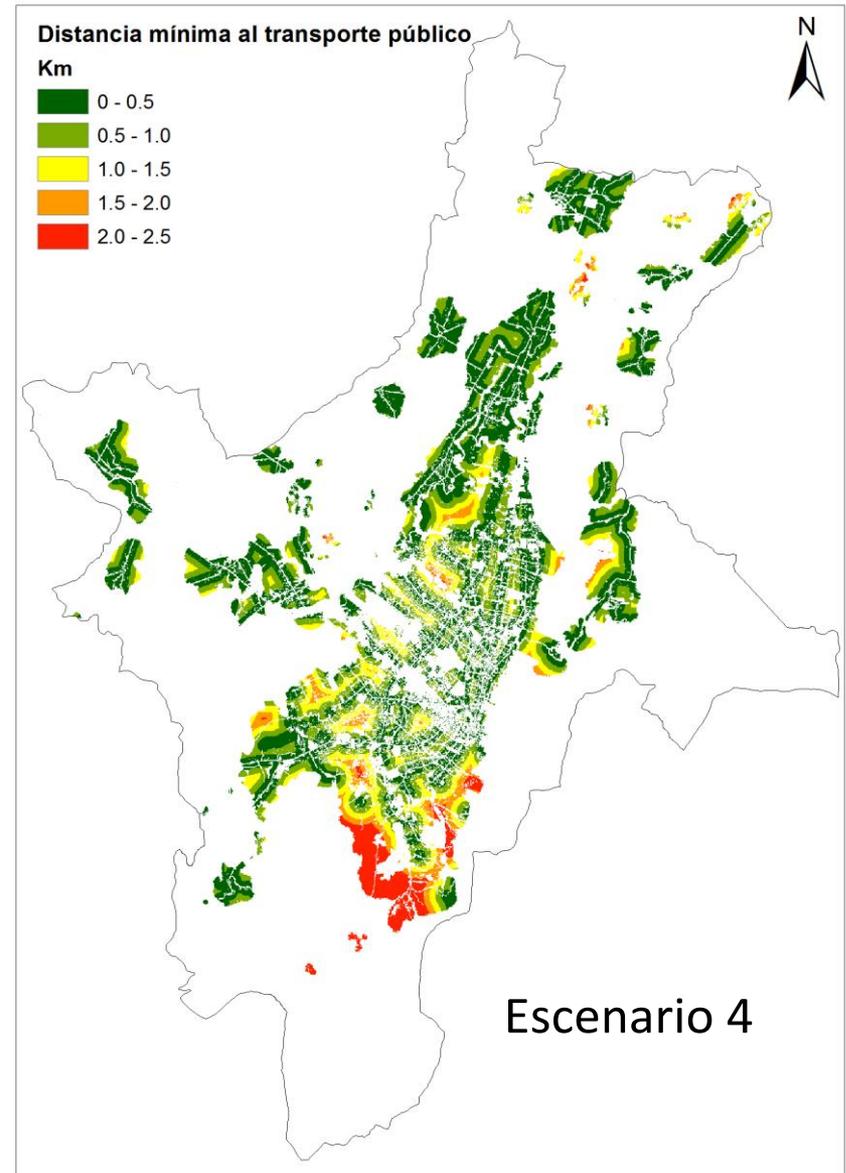
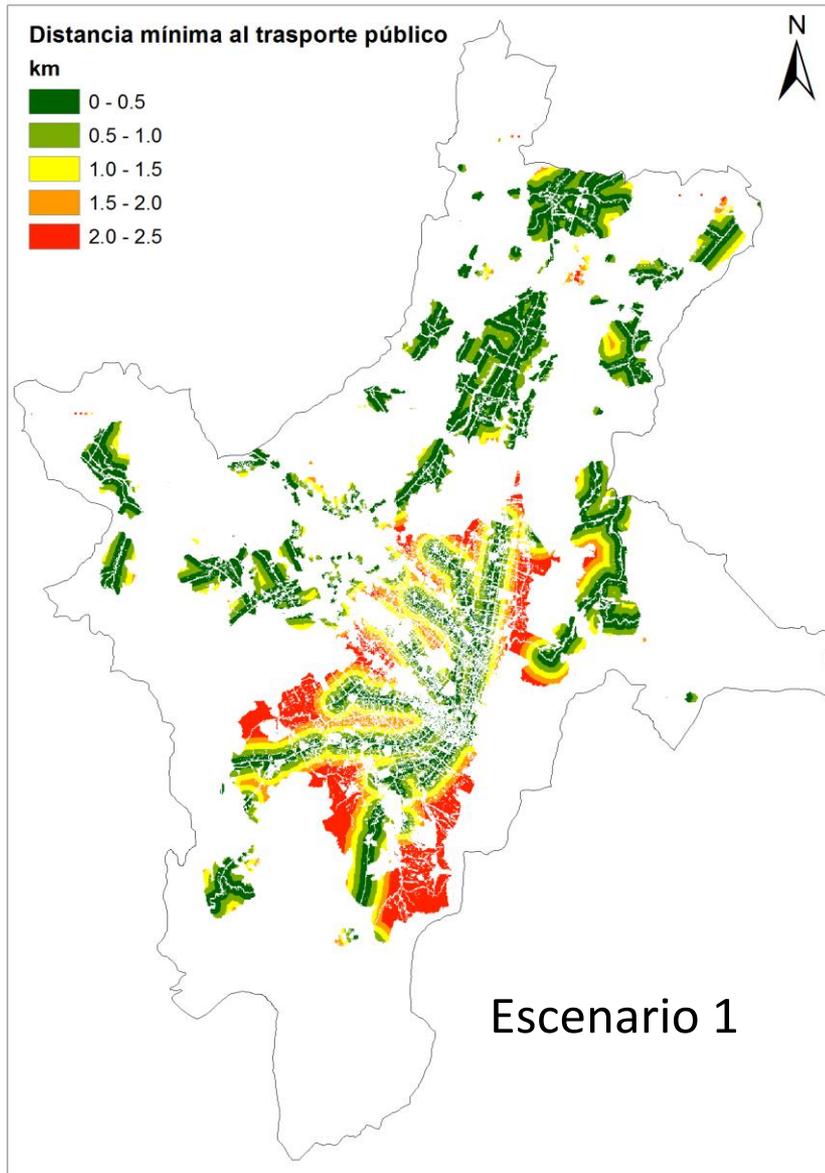
Disponible	
Estrato Bajo	
Estrato Medio	
Estrato Alto	
Industrial	
Comercial	
Mixto	
Servicios	
Cuerpos Agua	
Parques	
Dotacional	
Aeropuerto	
Red Vial	
Relleno Sanitario	
Minería	

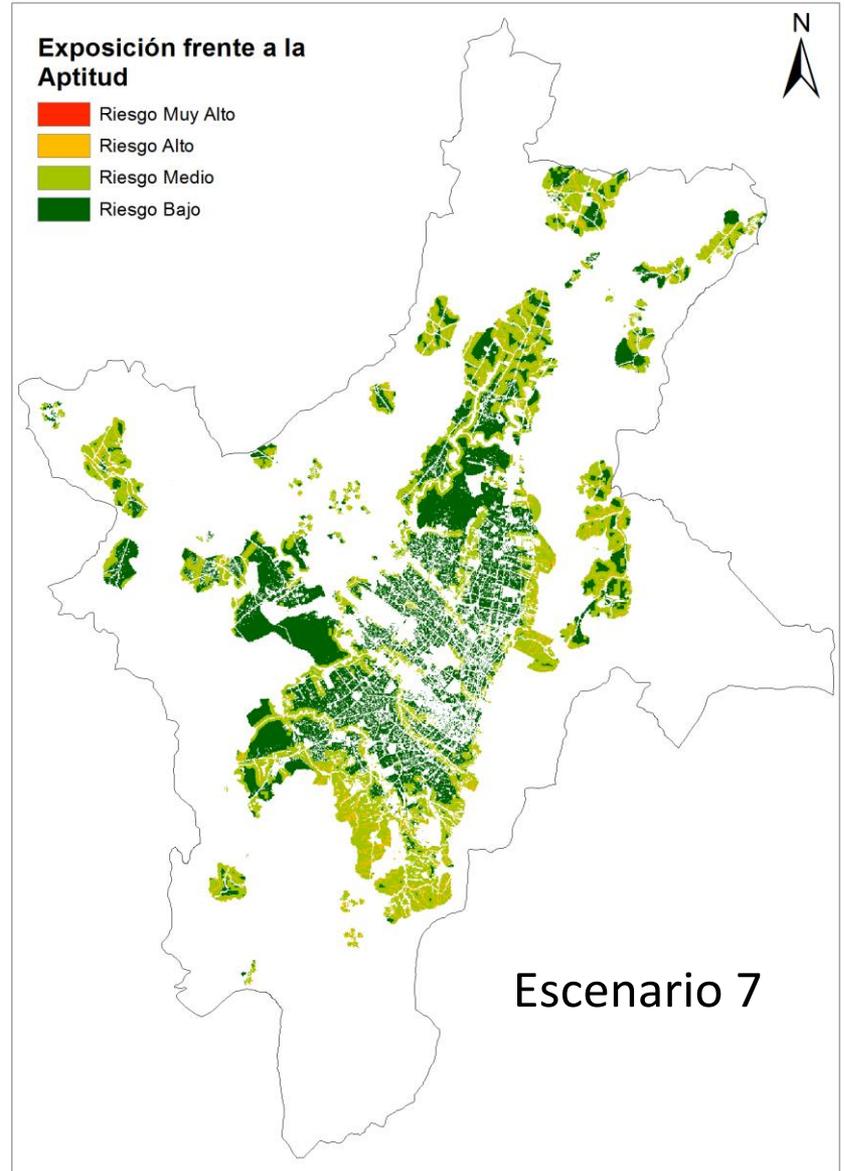
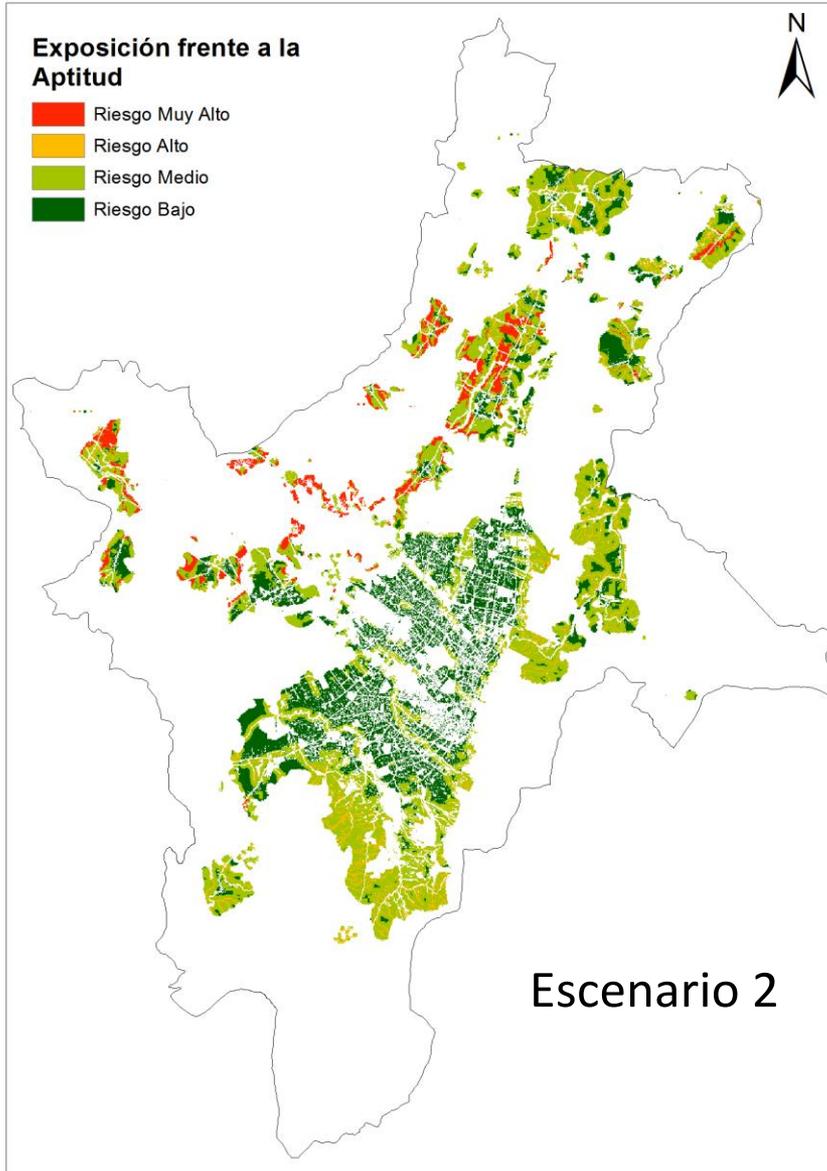
Resultados

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD - OCUPACIÓN MÁS PROBABLE



DISTANCIA MEDIA A TRANSPORTE PÚBLICO





	Ocupación (Ha)			
	Esc1 (2050)		Esc8 (2050)	
	Bogotá D. C.	Municipios	Bogotá D. C.	Municipios
Disponible	39,947	141,049	36,888	145,079
Residencial Bajo	7,711	13,053	8,460	11,329
Residencial Medio	9,005	12,598	9,768	11,840
Residencial Alto	1,810	5,741	2,557	4,994
Industrial	2,627	7,774	2,829	7,572
Comercial	2,061	180	2,001	240
Mixto	3,448	766	3,728	486
Servicios	4,142	1,305	4,521	926
Total Usos Activos	30,803	41,418	33,862	37,389

Análisis cruzado - Suelo ocupado

	Exposición al riesgo de la población (%)	DMTP Bogotá (km)			DMTP Municipalities (km)		
		Residencial bajo	Residencial Medio	Residencial Alto	Residencial bajo	Residencial Medio	Residencial Alto
Escenario 1	7.38%	2.0	1.5	1.4	0.5	0.5	0.5
Escenario 2	7.43%	1.8	1.3	0.4	0.4	0.4	0.5
Escenario 3	6.79%	1.6	1.1	0.5	0.4	0.4	0.4
Escenario 4	6.27%	1.2	0.9	0.5	0.4	0.4	0.4
Escenario 5	6.41%	1.2	0.9	0.5	0.4	0.4	0.4
Escenario 6	6.31%	1.5	0.9	0.7	0.5	0.4	0.8
Escenario 7	5.90%	1.1	0.8	0.5	0.4	0.4	0.4
Escenario 8	5.85%	1.1	0.8	0.5	0.4	0.4	0.4

Exposición al riesgo y Distancia media al TP

Distancia media al Centro económico (Km)				
Municipio	Escenario 1		Escenario 8	
	Residencial	Económico	Residencial	Económico
BOGOTA	13.24	11.42	13.00	11.07
BOJACA	33.41	33.48	33.49	33.57
CAJICA	28.18	32.10	27.62	32.19
CALERA	11.11	10.08	11.57	11.29
CHIA	22.39	20.15	22.33	20.71
COTA	16.51	15.01	16.51	15.11
FACATATIVA	36.70	37.12	36.88	36.75
FUNZA	19.35	16.96	19.16	17.25
GACHANCIPA	40.51	43.83	40.39	43.79
MADRID	25.34	24.59	25.30	26.24
MOSQUERA	20.09	19.63	18.43	19.65
SIBATE	30.83	26.68	30.99	26.69
SOACHA	21.60	21.85	21.41	20.94
SOPO	27.89	31.45	28.45	32.26
TABIO	28.60	35.29	28.71	29.19
TENJO	24.21	18.96	24.26	19.51
TOCANCIPA	35.57	33.76	35.26	33.57
ZIPAQUIRA	39.86	36.82	40.01	37.55

Distancia media al Centro Económico

GRACIAS