



DOI: 10.5821/siiu.9991

APLICACIÓN DE SISTEMAS INFORMÁTICOS PARA COMPARAR ESCENARIOS DE CRECIMIENTO URBANO

Ventajas y desventajas de las torres, los barrios cerrados y el desarrollo informal

USING PLANNING SUPPORT SYSTEMS TO COMPARE SCENARIOS OF
URBAN GROWTH

Advantages and disadvantages of residential towers, gated communities, and
informal development

Autor: *Juan Guillermo Yunda Lozano.*

RESUMEN

Desde 1997 en Colombia fueron introducidos los Planes Parciales (PP), que son herramientas para el desarrollo inmobiliario, diseñadas para repartir equitativamente las cargas y beneficios entre los promotores y el sector público. Los PP son criticados argumentando que desarrollan altas densidades sin contemplar impactos en el entorno ambiental y en la precaria infraestructura. Por otro lado, los Sistemas de Soporte a la Planeación (SSP) son nuevas herramientas que permiten obtener rápidamente indicadores de impactos y sostenibilidad de proyectos urbanos. Para entender y validar las críticas a los PP, este trabajo aplicó la herramienta SSP, Envision Tomorrow comparando el crecimiento a través de Plan Parcial con los modelos tradicionales de Baja Densidad e Informal. Se encontró que los PP son más convenientes para la ciudad y para la sostenibilidad que la Baja Densidad. Sin embargo, frente al Informal tienen retos de costos de vivienda y mezcla de usos.

Palabras clave: plan parcial, sistemas de soporte a la planeación, escenarios de crecimiento urbano, Bogotá

Bloque temático: 2. Morfologías urbanas

ABSTRACT

Since 1997 the so-called Planes Parciales (PP) were introduced in Colombia. These are planning tools for real estate development designed to distribute equally the burdens and benefits between developers and the public sector. PPs, however, are criticized arguing that they develop high densities without considering impacts on the environment and on the urban infrastructure. On the other hand, Planning Support Systems (PSS) are new tools that allow to quickly obtain indicators of impacts and sustainability of urban projects. To understand and validate the criticisms of PP, this work applied the PSS tool, Envision Tomorrow, comparing growth through a PP with the traditional Low Density and Informal urban growth models. PPs were found to be more convenient for the city and for sustainability than Low Density. However, when faced with the Informal model, they have challenges of housing costs and mix of uses.

Keywords: plan parcial, planning support systems, urban growth scenarios, Bogota

Topic: 2. Urban Morphologies

Introducción

Desde 1997 con la aprobación de la Ley 388, en las ciudades de Colombia con una población mayor a 100.000 habitantes fue requerida la elaboración de un Plan de Ordenamiento Territorial (POT) como instrumento básico para desarrollar el proceso de crecimiento de su territorio. El POT define las áreas de expansión de las ciudades colombianas en el marco de un proceso de prospectiva territorial donde se deben tener en cuenta información como crecimiento poblacional y objetivos de desarrollo sostenible. En el suelo de expansión el crecimiento urbano se operacionaliza a través de diferentes alianzas público-privadas de proyectos urbanos alineadas con el POT, denominadas Planes Parciales (PP). Uno de los objetivos de los PP es contrarrestar el crecimiento urbano no planeado tradicional de las ciudades colombianas. Este crecimiento se ha dado, bien sea a través de grandes conjuntos de vivienda suburbana de baja densidad para las familias de altos ingresos, o a través de asentamientos informales sin servicios públicos o calles en subdivisiones ilegales de predios rurales, destinadas a familias de bajo ingreso.

Tras más de veinte años de vigencia los PP han sido muy exitosos y se convirtieron en la herramienta principal de planeación y de construcción de vivienda en Colombia (Consuegra et al., 2015; Contreras-Ortiz, 2016). Este auge, sin embargo, no ha sido ajeno a la controversia. Comunidades y políticos locales han criticado los PP desde diferentes perspectivas. Se ha criticado el diseño urbano de los PP aduciendo que no se contempla infraestructura de soporte suficiente, como equipamientos, áreas comerciales, rutas de transporte público, para la cantidad de vivienda que producen; y en segunda instancia, su diseño del espacio público que se caracteriza por grandes manzanas de uso exclusivo vivienda rodeadas de un cerramiento, lo que privilegia la movilidad en vehículo particular sobre el peatón y segrega socialmente los nuevos barrios (Ceballos Ramos, 2006; Escallón & Anzellini, 2017; Escallón & Rodríguez, 2010; Tarchópulos & Ceballos, 2005; Yunda, 2019). Estas deficiencias en la planeación local pueden estar relacionadas con la poca capacidad técnica de los funcionarios públicos a cargo de POT y PP, y al atraso tecnológico en la administración pública.

Frente a estos problemas surge la pregunta si la utilización de las nuevas tecnologías como los Sistemas de Soporte a la Planeación (SSP) pueden ayudar a hacer más transparentes los procesos de formulación de POT y PP. Los SSP son herramientas informáticas que permiten clasificar en una única base de datos toda la información sobre población, economía, ambiente, gestión de riesgo, uso del suelo e infraestructuras. Esta base de datos es de acceso libre a todos los actores de la planeación urbana con el fin de diseminar el conocimiento sobre la ciudad y ayudar al encuentro de consensos. A través de los SSP los diferentes actores sociales pueden modelar diferentes escenarios de crecimiento o transformación urbana, y obtener indicadores para socializarlos con otros grupos de interés (Berke et al., 2006). También los SSP pueden facilitar la coordinación entre entidades de orden federal, nacional y local, facilitando el acceso a la información (Pettit et al., 2018). Internacionalmente, desde hace dos décadas se ha discutido el potencial de los SSP. Por ejemplo, se ha explorado su aplicación como herramienta para los grupos de ciudadanos que desean realizar propuestas de planeación local, alternativas a la visión desde arriba del gobierno, un concepto que ha sido llamado “bottom-up GIS” o BUGIS (Talen, 2000). En la praxis, estudios académicos han demostrado que el uso de herramientas SSP en procesos de participación en la planeación fomenta un mayor nivel de aprendizaje y calidad del diálogo en los participantes, y su capacidad para cambiar algunas de sus percepciones (Goodspeed, 2016). También hay evidencia que la visualización de los resultados en el cambio del uso del suelo fomenta la participación ciudadana en los procesos (Johnson et al., 2016).

Sin embargo, también se han mencionado una serie de retos en la implementación de estos sistemas, tales como su desconocimiento y escepticismo por parte de la ciudadanía y los profesionales en planeación (Agius et al., 2018; Holway et al., 2012). Otro obstáculo es que la implementación de escenarios alternativos de planeación queda supeditado a las características y poder del grupo de interés que la desarrolla, frecuentemente los escenarios se quedan en visiones y no trascienden a recomendaciones específicas de

política pública (Chakraborty & McMillan, 2015). En Latinoamérica la literatura sobre SSP es escasa, a pesar de que ya muchas ciudades empiezan a implementar sistemas centralizados de manejo de datos para la planeación. Desde la academia se han desarrollado metodologías para evaluar la sostenibilidad de las ciudades aprovechando esta nueva disponibilidad de datos espaciales (Cabrera-Jara et al., 2015). Otros proyectos han intentado predecir los cambios futuros en el uso del suelo (Guzmán García et al., S/F).

2. Metodología

De acuerdo con lo anterior, este proyecto busca contribuir al entendimiento de las altas densidades generadas por los PP en las periferias de las ciudades colombianas utilizando en caso específico de Bogotá. Éste es un contexto de crítica académica a los nuevos proyectos, de una participación ciudadana problemática, y un privilegio por el crecimiento económico en la planeación. Para este propósito, se propone la utilización de las nuevas herramientas de SSP, específicamente aquellas que permiten visualizar diferentes escenarios de crecimiento urbano a través de indicadores cuantitativos. Los avances tecnológicos, la disponibilidad de información, y el renovado interés en la participación ciudadana en la planeación constituyen motivos para explorar los SSP en el caso de la periferia de Bogotá. Igualmente, esta ciudad por su tamaño y complejidad constituye un buen ejemplo para evaluar el potencial de los SSP en las grandes ciudades del sur global.

Para el desarrollo de este proyecto se adaptó la herramienta Envision Tomorrow (ET),¹ una paleta de herramientas accesoria para el programa ArcGIS y desarrollada por *Fregonese Associates*, y patrocinada por la secretaría de vivienda de Estados Unidos *Housing and Urban Development* (HUD), como un programa de código abierto bajo la licencia CC BY 3.0 US.² ET funciona a través de la conexión de la paleta de herramientas de ArcGIS con una hoja de cálculo de Excel donde se previsualizan los diferentes escenarios a través indicadores urbanos en temas como demografía, costos de cargas urbanísticas, rentabilidad, impacto fiscal, generación de viajes y consumos energéticos, de agua y generación de residuos. Estos indicadores pueden ser calculados a través de la conexión de la hoja de escenarios con una serie de modelos de rentabilidad de los productos inmobiliarios locales. Más información sobre el funcionamiento de ET esta disponible en la página web de la aplicación <https://envisiontomorrow.org/>.

Para el uso de ET en Colombia se realizó la traducción del sistema imperial al sistema internacional de unidades (sistema métrico), y se ajustaron los valores de referencia a pesos colombianos (COP). Los textos de las tablas dinámicas fueron traducidos al español y se adaptaron herramientas al marco normativo en Colombia. Por ejemplo, en Colombia se ofrece una devolución del pago del impuesto al valor agregado (IVA) a construcciones de viviendas con un límite de precio. Igualmente, en Colombia no existen las tarifas de impacto como en Estados Unidos, sino un impuesto global a los nuevos desarrollos llamado “delineación urbana” para asumir los costos de las mejoras a la infraestructura de la ciudad por cuenta de la población que llega a un nuevo proyecto inmobiliario.

3. Resultados

3.1. Modelos de Rentabilidad de los Tipos de Edificios

¹ La página oficial de Envision Tomorrow es <http://envisiontomorrow.org/> [Revisada en febrero de 2021]

² La licencia Creative Commons CC BY 3.0 US se puede consultar en <https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/us/> [Revisada en febrero de 2021]

El primer resultado del trabajo de calibración de ET al contexto colombiano fue la identificación de los tipos de edificios que ofrece el mercado de vivienda local, generando para cada uno una hoja de cálculo con su respectivo Modelo de Rentabilidad adaptado de Envision Tomorrow (ver Fig. 1). Se utilizó el caso de Bogotá y su área metropolitana, dada su buena disponibilidad de información. Los modelos de rentabilidad son empleados para proponer escenarios de crecimiento urbano diferentes a través de indicadores, se ingresan valores de referencia como costos de construcción, tarifas y áreas del edificio. Con esta información, el modelo de rentabilidad proporciona costos del suelo, y precios de venta o arriendo para garantizar una rentabilidad para el promotor.

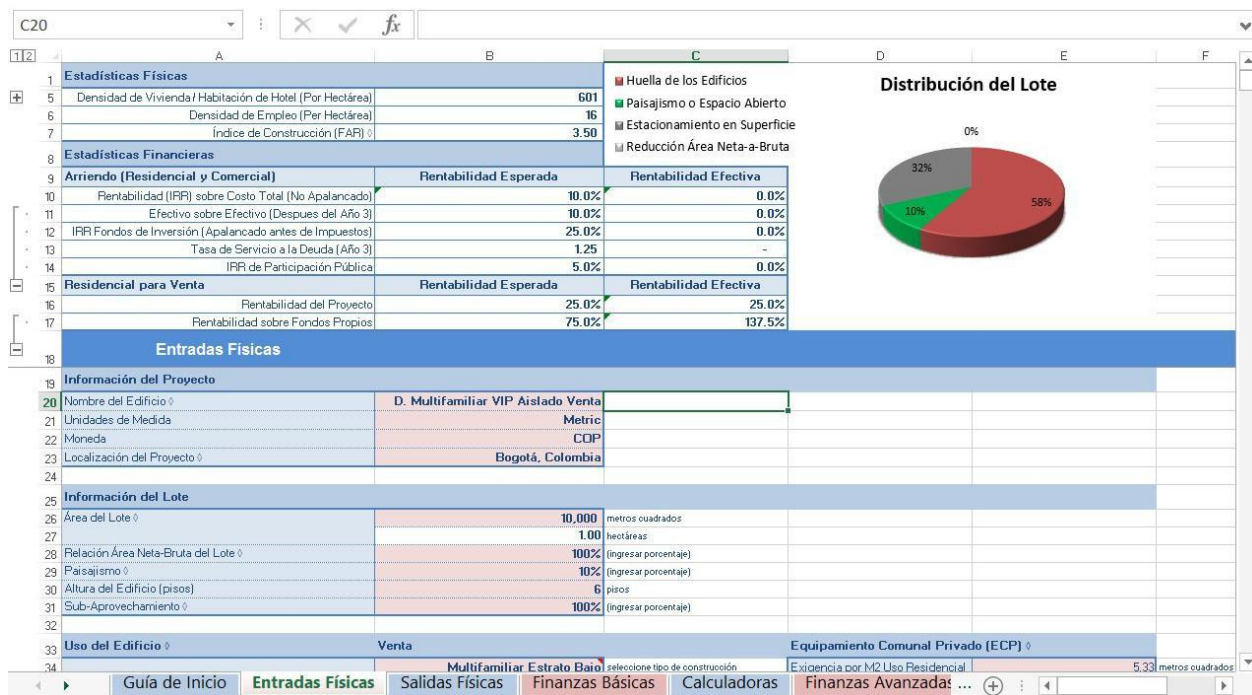


Fig. 1: Captura de pantalla de una hoja de cálculo del Modelo de Rentabilidad. Fuente: Elaboración propia.

Para identificar los diferentes tipos de edificios utilizamos herramientas como visitas a campo, observación de fotografías satelitales, Google Street View y recursos web especializados en compra y venta de bienes inmobiliarios como fincaraiz.com.co y metrocuadrado.com. Para los datos de costos de construcción utilizamos la revista local Construdata. Para simplificar el contenido de este artículo solo presentamos las tipologías de uso vivienda. A partir de los datos anteriormente mencionados, se elaboraron tipologías que sintetizan de manera objetiva la variedad de posibilidades del paisaje urbano en Bogotá y su área metropolitana. Estas tipologías se clasificaron de acuerdo con su “tratamiento” y modo de gestión. Los tratamientos son las tres clasificaciones del régimen de uso del suelo colombiano, pueden ser Desarrollo (Fig. 2) cuando se construye en áreas periféricas aún no urbanizadas; Consolidación (Fig. 3) cuando se construye dentro de la ciudad reemplazando una vivienda unifamiliar por una multifamiliar; y Renovación Urbana (Fig. 4) cuando se construye en áreas centrales deterioradas. En cuanto a modelo de gestión se diferenciaron tipologías “formales” es decir aquellas que se construyen siguiendo los estándares y normativas de la ciudad, y tipologías “informales,” que son aquellos edificios que se construyen en subdivisiones ilegales y que son muy comunes en Latinoamérica, también llamadas asentamientos informales.

<p>D UNIFAMILIAR VIP ADOSADA</p>  <p>DENSIDAD 382 VIV./HA ALTURA 3 PISOS I.C. / I.O. 2.10 / 0.70 TAM. UNID. PROM. 50 m² ESTACIONAM. 0.18 x VIVIENDA SUBSIDIO 6.45% PLUSVALÍA 50%</p> <p>VALOR SUELO (m²) COP\$ 385,338 VALOR CONST. (m²) COP\$ 997,427 VALOR VENTA (m²) COP\$ 1,755,000</p>	<p>D UNIFAMILIAR VIS ADOSADA</p>  <p>DENSIDAD 319 VIV./HA ALTURA 3 PISOS I.C. / I.O. 2.10 / 0.70 TAM. UNID. PROM. 60 m² ESTACIONAM. 0.18 x VIVIENDA SUBSIDIO 6.73% PLUSVALÍA 50%</p> <p>VALOR SUELO (m²) COP\$ 376,100 VALOR CONST. (m²) COP\$ 1,320,041 VALOR VENTA (m²) COP\$ 2,190,000</p>
<p>D UNIFAMILIAR MEDIO ADOSADO</p>  <p>DENSIDAD 111 VIV./HA ALTURA 3 PISOS I.C. / I.O. 1.18 / 0.39 TAM. UNID. PROM. 100 m² ESTACIONAM. 1.25 x VIVIENDA SUBSIDIO N.A. PLUSVALÍA 50%</p> <p>VALOR SUELO (m²) COP\$ 696,144 VALOR CONST. (m²) COP\$ 1,828,324 VALOR VENTA (m²) COP\$ 4,000,000</p>	<p>D UNIFAMILIAR ALTO AISLADO</p>  <p>DENSIDAD 49 VIV./HA ALTURA 2 PISOS I.C. / I.O. 0.77 / 0.39 TAM. UNID. PROM. 200 m² ESTACIONAM. 2.00 x VIVIENDA SUBSIDIO N.A. PLUSVALÍA 50%</p> <p>VALOR SUELO (m²) COP\$ 1,011,498 VALOR CONST. (m²) COP\$ 2,300,000 VALOR VENTA (m²) COP\$ 6,000,000</p>
<p>D MULTIFAMILIAR VIP AISLADO</p>  <p>DENSIDAD 601 VIV./HA ALTURA 6 PISOS I.C. / I.O. 3.50 / 0.58 TAM. UNID. PROM. 45 m² ESTACIONAM. 0.18 x VIVIENDA SUBSIDIO 14.14% PLUSVALÍA 0%</p> <p>VALOR SUELO (m²) COP\$ 0 VALOR CONST. (m²) COP\$ 1,117,384 VALOR VENTA (m²) COP\$ 1,755,000</p>	<p>D MULTIFAMILIAR VIS AISLADO</p>  <p>DENSIDAD 464 VIV./HA ALTURA 6 PISOS I.C. / I.O. 3.33 / 0.56 TAM. UNID. PROM. 55 m² ESTACIONAM. 0.18 x VIVIENDA SUBSIDIO 6.84% PLUSVALÍA 0%</p> <p>VALOR SUELO (m²) COP\$ 593,856 VALOR CONST. (m²) COP\$ 1,248,575 VALOR VENTA (m²) COP\$ 2,390,000</p>
<p>D TORRE VIS AISLADO</p>  <p>DENSIDAD 1.460 VIV./HA ALTURA 25 PISOS I.C. / I.O. 10.77 / 0.42 TAM. UNID. PROM. 55 m² ESTACIONAM. 0.18 x VIVIENDA SUBSIDIO 6.82% PLUSVALÍA 100%</p> <p>VALOR SUELO (m²) COP\$ 918,056 VALOR CONST. (m²) COP\$ 1,248,575 VALOR VENTA (m²) COP\$ 2,390,000</p>	<p>D TORRE MEDIO AISLADO</p>  <p>DENSIDAD 423 VIV./HA ALTURA 12 PISOS I.C. / I.O. 5.32 / 0.38 TAM. UNID. PROM. 70 m² ESTACIONAM. 1.25 x VIVIENDA SUBSIDIO N.A. PLUSVALÍA 100%</p> <p>VALOR SUELO (m²) COP\$ 1,041,170 VALOR CONST. (m²) COP\$ 2,067,679 VALOR VENTA (m²) COP\$ 4,700,000</p>

Fig. 2: Tipologías de vivienda de Desarrollo en Bogotá, Colombia. Fuente: Elaboración propia.



Fig. 3: Tipologías de vivienda de Consolidación y Renovación Urbana en Bogotá, Colombia. Fuente: Elaboración propia.



Fig. 4: Tipologías de vivienda informales en Bogotá, Colombia. Fuente: Elaboración propia.

3.2. Comparación de Escenarios de Desarrollo Urbano

En una segunda etapa, con base a los tipos de edificios, realizamos un análisis comparativo de escenarios utilizando la hoja de cálculo de ET. Esta hoja se conecta con la extensión para ArcGIS, y permite “pintar” diferentes mezclas de edificios en el mapa y obtener indicadores en tiempo real de estas propuestas. Para entender este proceso se muestra en la Fig. 5 una captura de pantalla, a la izquierda se muestra abierta la ventana de ArcGIS con la extensión de ET, y a la derecha la hoja de cálculo de MS Excel con los indicadores comparativos de cada escenario. Para probar la herramienta de comparación de escenarios se escogió el caso de estudio la zona de Lagos de Torca, en el extremo norte de la ciudad de Bogotá. Esta zona es un área de 1,983 hectáreas donde se construirán alrededor de 132 mil viviendas a través de la herramienta PP.

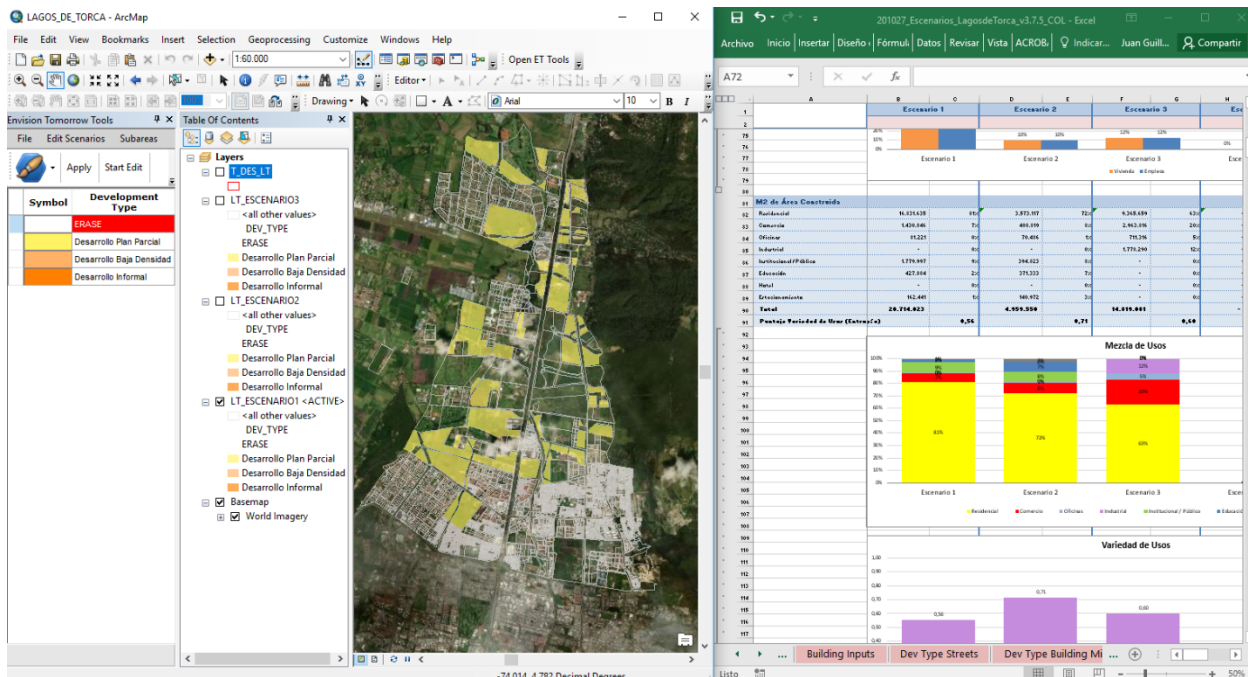


Fig. 5: Captura de pantalla uso de la extensión Envision Tomorrow Tools sobre ArcGIS, conectada a la Hoja de Cálculo de comparación de escenarios de desarrollo. Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a los escenarios para la comparación se propuso comparar el desarrollo *Plan Parcial* con los escenarios de crecimiento *Baja Densidad e Informal*, que eran los tipos de desarrollo más comunes antes de la aparición de los POT y los PP. Baja densidad se refiere a los grandes conjuntos de vivienda con viviendas unifamiliares aisladas de baja altura, también llamada vivienda campestre o suburbana. Informal se refiere a las subdivisiones informales de terrenos rurales sin servicios públicos en pequeños predios de bajo costo para la construcción de vivienda de autoayuda. La distribución de edificios para cada escenario de acuerdo con las definiciones anteriores se puede consultar en la Tabla 1. Estos son apenas una reducida muestra de los tipos de desarrollo que existen en la realidad y la comparación de solo tres modelos se realiza para simplificar el ejercicio cuyo objetivo es solamente demostrar la capacidad de la herramienta.

En cuanto a los resultados, la comparación de indicadores se muestra en la Tabla 1. Primero, la comparación muestra que, para la misma área, el escenario Plan Parcial es la que presenta una mayor área construida con casi 21 millones de m², mientras que el escenario Informal tiene casi 15 millones y el Baja Densidad apenas cerca de los 5 millones de m². Este resultado es esperado ya que el escenario Plan Parcial se compone de torres de vivienda, pero sorprende que el escenario Informal con edificios de baja altura con alta ocupación del suelo llegue a una cifra comparable a la del Plan Parcial. Esto, sin embargo, se logra sacrificando área verde, como lo muestra en indicador de suelo impermeable. El Plan Parcial tiene 66% de área impermeable, mientras que el escenario Informal tiene 84%.

Segundo, existe una diferencia en la distribución de usos en esta área construida, en el Plan Parcial, hay casi 16 millones de m² de uso residencial, el 81% del área construida, similar al 72% residencial del modelo Baja Densidad. Hay una mayor mezcla de usos en el escenario Informal, donde el uso residencial representa el 63%. Esto se confirma observando el puntaje de entropía de variedad de usos y el de número de empleos, donde el escenario informal tiene los mayores puntajes. En el área informal se generan más de 228 mil empleos, mientras que en el escenario Plan Parcial apenas pasan de los 83 mil con una mucho mayor población. Siguiendo con este punto, el puntaje de relación vivienda y empleos muestra que en el escenario Informal hay más empleos que viviendas. Esto se explica por la flexibilidad de las unidades de autoconstrucción, que permiten cambiar fácilmente de uso y generar calles comerciales y sectores aglomerados de comercio.

En cuanto a datos demográficos, la población y densidad más alta naturalmente es la del escenario Plan Parcial, con 629,846 nuevos habitantes y 262 viviendas por hectárea, y le siguen el Informal con 407 mil habitantes y 222 viviendas hectárea y mucho más atrás el escenario Baja Densidad, donde en la misma área apenas acomoda 81,258 habitantes, a una densidad de apenas 42 viviendas por hectárea. Sin embargo, a pesar de tener menos habitantes que el Plan Parcial, el escenario Informal es el de mayor población en edad escolar con 174,265 frente a 130,176 en Plan Parcial. Esto se explica debido a que la población de bajo ingreso de las áreas informales tiene familias más grandes que los habitantes del Plan Parcial. Esto es un problema ya que en las áreas informales normalmente no se deja espacio para equipamientos educativos, y por ende la ciudad tiene que construir colegios en otras áreas cercanas. Otro indicador que muestra las difíciles condiciones de vida en el escenario Informal es el área residencial por persona, que apenas llega a 23 m². Pero sorprende, que, en el Plan Parcial de origen formal, este indicador apenas sube a 27 m². Esto responde a las pequeñas áreas de los apartamentos en los proyectos de torres de vivienda subsidiada.

Esta poca diferencia de calidad de vida entre el escenario Plan Parcial y el Informal, sin embargo, no se ve reflejada en el costo de la vivienda. El costo promedio del m² de vivienda en el escenario Informal es el 44% del costo en el escenario de Plan Parcial. Para acceder a una vivienda en el escenario de Baja Densidad, una familia debe tener un ingreso anual de alrededor de 222 millones de pesos colombianos, en el Plan Parcial, 97 millones, y en el escenario Informal necesita 25 millones. De acuerdo a cifras del DANE (2018) el ingreso promedio de los hogares Colombianos se sitúa en los 30 millones de pesos, lo que implica que para la mayoría de familias es más accesible la compra de vivienda el escenario Informal. Esto explica que a pesar del avance del modelo PP, aún en Colombia es frecuente el desarrollo urbano informal.

No obstante, en cuanto a ingresos para el fisco el escenario Informal es el menos llamativo para la ciudad, al menos para el impuesto predial, el más representativo, ya que con aproximadamente 118 millones de pesos por hectárea al año es apenas un 20% del recaudo en el escenario Plan Parcial y un 45% del recaudo en el escenario Baja Densidad. Esto responde al sistema de estratificación presente en Colombia, en el cual los estratos 1 y 2, que se identifican en el escenario Informal, tienen una menor tarifa de impuesto. En cuanto a subsidios, el único que recibe subsidios es el escenario Plan Parcial, en el cual los promotores pueden solicitar la devolución del impuesto al valor agregado (IVA) de los materiales de construcción cuando desarrollan unidades de bajo costo. Sin embargo, existen subsidios ocultos en los escenarios de Baja Densidad e Informal, en relación con la ampliación de vías y redes de servicios públicos a cargo de la ciudad, y solamente en el caso del escenario Informal, el desarrollo de equipamientos. Estos subsidios, sin embargo, no son cuantificables a través de la herramienta ET.

Finalmente, en relación con los indicadores de desempeño sostenible, en consumo de agua, emisiones de CO₂ y residuos, el escenario de Baja Densidad es el de mayor impacto por vivienda. El gasto de energía por unidad es mayor con 7,302 kWh al año, frente a 6,555 kWh en el escenario Plan Parcial, y 5,125 kWh en el escenario Informal. También resaltamos la diferencia en residuos sólidos donde se genera un 60% más de

residuos en un hogar de Baja Densidad y se consume casi veinte veces más agua de riego. Estas variaciones tienen relación con el tamaño diferente de las viviendas y de su área de jardín en cada escenario.

<i>Unidad</i>	<i>Escenario 1: Plan Parcial</i>	<i>Escenario 2: Baja Densidad</i>	<i>Escenario 3: Informal</i>
Composición de Edificios	16% Multif. VIP 16% Torre VIS 48% Torre Medio 12% C. Comercial 8% Equipamiento	10% Multifamiliar Medio 45% Unifamiliar Medio 25% Unifamiliar Alto 12% Centro Comercial 8% Equipamiento	20% A.C. 1 Piso 30% A.C. 2 Pisos 10% A.C. 3 Pisos 20% Inquilinato 4 Pisos 10% A.C. Comercial 3 Pisos 10% A.C. Industrial 3 Pisos
Área Total	Ha	1,983	1,983
Área Construida Total	m ²	20,714,023	4,959,550
I.C. Promedio	X	5.11	1.26
Área Residencial	m ²	16,831,635	3,573,117
Área Comercial	m ²	1,430,846	408,819
Área Oficinas/Ind.	m ²	81,221	70,486
Área Inst. / Público	m ²	1,779,997	394,823
Área Educación	m ²	427,884	371,333
Variedad de Usos	X	0.56	0.71
Suelo Impermeable	%	66%	74%
Número de Habitantes	#	629,846	81,258
Número de Viviendas	#	253,882	36,644
Pobl. en Edad Escolar	#	130,176	14,231
Empleos Total	#	83,708	35,325
Rel. Vivienda/Empleos	X	0.30	1.00
Densidad Personas	Hab. /Ha	649	92
Densidad Viviendas	Hab. / Ha	262	42
Densidad Empleos	Empl. /Ha	86	43
Área Res. por Persona	m ²	27	44
Ingreso Requerido	COP \$ / Año	97,158,491	222,136,220
Valor Total del Suelo	COP \$	49,081,285,027,346	14,802,325,080,107
Valor m² Residencial	COP \$	2,916,014	4,142,693
Área prom. Vivienda	m ²	66	98
Valor prom. Vivienda	COP \$	197,242,826	447,880,934
Valor m² prom. Viv.	COP \$	2,975,136	4,424,229
Valor Subsidio Total	COP \$	1,487,212,000,000	X
Valor Subsidio/Unidad	COP \$	5,857,885	X
Estacionam. / 1000 m²	#	8.66	19.71
Nuevos Carriles	Km	588	448
Impuesto Predial / Ha	COP \$ / Año	585,346,605	262,925,439
Ingreso por ICA / Ha	COP \$ / Año	16,517,982	5,438,920
Gasto de Energía x Viv.	kWh/Año	6,555	7,302
Emisiones de CO2 x Viv.	Ton/Año	1.20	1.30
Gasto Agua Riego x Viv.	Litros/Día	3	19.3
Consumo de Agua x Viv.	m ³ /Día	0.60	0.70
Aguas Negras x Viv.	m ³ /Día	0.30	0.60

Residuos Sólidos x Viv.	Kg/Día	1.80	3.30	1.90
-------------------------	--------	------	------	------

Tabla 1: Resultado comparación de escenarios de desarrollo urbano a través de indicadores. Fuente: Elaboración propia.

4. Conclusiones

El presente trabajo se propuso utilizar las nuevas herramientas de SSP para mejorar los procesos de planeación en Colombia. Específicamente, en el marco de las críticas que se realizan a la planeación local debido a problemas como la poca formación técnica y capacidades de los funcionarios de la administración pública. Como respuesta a esto se utilizó la herramienta ET para realizar una comparación de escenarios de crecimiento urbano utilizando tipos de vivienda comunes en el entorno local y de esta manera encontrar las ventajas y desventajas de cada uno. Utilizando ET se encontró que el desarrollo a través de Planes Parciales generaba mayor número de vivienda y espacio público, pero tenía problemas en la mezcla de usos y los costos de la vivienda para la población de menor ingreso. Utilizando estos resultados se pueden hacer ajustes a los usos del suelo y diseños urbanos de la propuesta para mejorar los resultados de la planeación, demostrando la utilidad de las nuevas herramientas SSP para la planeación en Colombia.

5. Bibliografía

AGIUS, T., SABRI, S., & KALANTARI, M. (2018). Three-Dimensional Rule-Based City Modelling to Support Urban Redevelopment Process. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 7(10), 413. <https://doi.org/10.3390/ijgi7100413>

AMOROCHO BECERRA, J. (2018, noviembre 13). Volteo de tierras, la mina de oro de la corrupción urbana. *El Colombiano*. <https://www.elcolombiano.com/colombia/volteo-de-tierras-mina-de-oro-de-la-corrupcion-urbana-en-colombia-YA9651405>

BERKE, P. R., GODSCHALK, D. R., KAISER, E. J., & RODRIGUEZ, D. (2006). *Urban Land Use Planning* (5th Edition). University of Illinois Press.

CABRERA-JARA, N. E., ORELLANA-VINTIMILLA, D. A., HERMIDA-PALACIOS, M. A., & OSORIO-GUERRERO, P. E. (2015). Evaluando la sustentabilidad de la densificación urbana. *Indicadores y su dimensión espacial en el caso de Cuenca (Ecuador)*. *Bitácora Urbano Territorial*, 25(2), 21-34. <https://doi.org/10.15446/bitacora.v2n25.49014>

CEBALLOS RAMOS, O. L. (2006). Política habitacional y calidad de la vivienda. Reflexiones sobre la habitabilidad de la vivienda de bajo costo en Bogotá. *Bitácora Urbano Territorial*, 1(10), 148-167.

CHAKRABORTY, A., & MCMILLAN, A. (2015). Scenario Planning for Urban Planners: Toward a Practitioner's Guide. *Journal of the American Planning Association*, 81(1), 18-29. <https://doi.org/10.1080/01944363.2015.1038576>

CONSUEGRA, C., CONTRERAS-ORTIZ, Y., VELA-PRIETO, A., & ROA, F. (2015). Planes Parciales de Desarrollo. Evolución y Práctica. Bogotá 2000-2015 (M. C. Rojas Eberhard & J. C. Castellanos Molina, Eds.). *Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.* https://issuu.com/mariacristinarojas/docs/planes_parciales_de_desarrollo_bogo

CONTRERAS-ORTIZ, Y. (2016). Sistema urbanístico en Bogotá: Reglas, prácticas y resultados de los planes parciales de desarrollo 2000-2015. *Cuadernos de Vivienda y Urbanismo*, 9(17), 122-141. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.cvu9-17.subr>

- DANE. (2018). Resultados Encuesta Nacional de Presupuestos de los Hogares. <https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/enph/presentacion-enph-2017.pdf>
- El caos de los POT en la sabana de Bogotá. (2016, diciembre 17). Revista Semana. <http://www.semana.com/nacion/articulo/plan-de-ordenamiento-territorial-en-los-municipios-de-colombia/509765>
- El enredo alrededor de la reserva Río Blanco. (2020, febrero 4). Blogs El Espectador. <https://blogs.elespectador.com/actualidad/el-rio/enredo-alrededor-la-reserva-rio-blanco>
- ESCALLÓN, C., & ANZELLINI, S. (2017). La arquitectura para habitar. Dearq. <https://doi.org/10.18389/dearq6.2010.02>
- ESCALLÓN, C., & RODRÍGUEZ, D. (2010). Las preguntas por la calidad de la vivienda: Quien las hace?, Quien responde? Dearq, 6, 6-19.
- GOODSPEED, R. (2016). Sketching and learning: A planning support system field study. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 43(3), 444-463. <https://doi.org/10.1177/0265813515614665>
- GUZMÁN GARCÍA, L. Á., RUBIO CABALLERO, L. A., & PEÑA BASTIDAS, J. R. (S/F). CALIBRACIÓN DE UN MODELO DE SIMULACIÓN DE DINÁMICAS DE OCUPACIÓN DEL SUELO. CASO DE ESTUDIO: BOGOTÁ Y LA REGIÓN. Universidad de Los Andes.
- HOLWAY, J., GABBE, C. J., HEBBERT, F., LALLY, J., MATHEWS, R., & QUAY, R. (2012). Opening Access to Scenario Planning Tools. *Lincoln Institute of Land Policy*. <https://www.lincolnst.edu/sites/default/files/pubfiles/opening-access-to-scenario-planning-tools-full-v2.pdf>
- JOHNSON, M. L., BELL, K. P., & TEISL, M. F. (2016). Does reading scenarios of future land use changes affect willingness to participate in land use planning? *Land Use Policy*, 57, 44-52. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.05.007>
- KOCH, F. (2015). The Rules of the Game and How to Change Them: Urban Planning Between Formal and Informal Practices. A Colombian Case Study. *International Planning Studies*, 20(4), 407-423.
- MALDONADO, M. M. (2018, noviembre 5). Las tensiones de la participación ciudadana. *Semana Sostenibilidad*. <https://sostenibilidad.semana.com/opinion/articulo/maria-mercedes-maldonado-las-tensiones-de-la-participacion-ciudadana/40980>
- PETTIT, C., BAKELMUN, A., LIESKE, S. N., GLACKIN, S., HARGROVES, K. 'CHARLIE', THOMSON, G., SHEARER, H., DIA, H., & NEWMAN, P. (2018). Planning support systems for smart cities. *City, Culture and Society*, 12, 13-24. <https://doi.org/10.1016/j.ccs.2017.10.002>
- SALAS PÉREZ, C., COY CASTRO, D., ACUÑA RAMÍREZ, K., PÁEZ CUERVO, L., & UPEGUI, E. (2019). Crecimiento urbano e impermeabilización del suelo alrededor de la Reserva Forestal Thomas van der Hammen, en la ciudad de Bogotá. *Ambiente y Desarrollo*, 23(44), Article 44. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.ayd23-44.cuis>
- TALEN, E. (2000). Bottom-Up GIS. *Journal of the American Planning Association*, 66(3), 279-294. <https://doi.org/10.1080/01944360008976107>
- TARCHÓPULOS, D., & CEBALLOS, O. (2005). Patrones urbanísticos y arquitectónicos en la vivienda dirigida a sectores de bajos ingresos en Bogotá. Editorial Pontificia Universidad Javeriana.

Unidad Investigativa Vanguardia Liberal. (2018, octubre 7). ¿Volteo de tierras? Así fue «el milagro» del POT de Floridablanca. Vanguardia Liberal. <https://www.vanguardia.com/especiales-vanguardia/el-milagro-del-pot-en-floridablanca/>

YUNDA, J. G. (2019). Aplicabilidad de criterios internacionales de sostenibilidad para evaluar el diseño urbano de barrios periféricos de origen formal e informal en Bogotá. urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana, 11. <https://doi.org/10.1590/2175-3369.011.e20180213>