



Revista Bitácora Urbano Territorial

ISSN: 0124-7913

bitacora\_farbog@unal.edu.co

Universidad Nacional de Colombia

Colombia

Sanabria A., Tadeo Humberto

La simulación del crecimiento urbanístico en pequeños poblados. El caso de  
Ventaquemada

Revista Bitácora Urbano Territorial, vol. 27, núm. 2, abril-junio, 2017, pp. 65-78  
Universidad Nacional de Colombia  
Bogotá, Colombia

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=74850863008>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

# La simulación del crecimiento urbanístico en pequeños poblados. EL CASO DE VENTAQUEMADA

URBAN GROWTH SIMULATION IN SMALL TOWNS.  
The case of Ventaquemada

SIMULAÇÃO DO CRESCIMENTO URBANO EM PEQUENAS ALDEIAS.  
Para Ventaquemada

Tadeo Humberto Sanabria A.

Candidato a doctor en Gestión y Valoración Urbana y Arquitectónica  
Fundación Universidad de América  
tadeosan@yahoo.com.mx

Recibido: 3 de junio de 2014

Aprobado: 11 de noviembre de 2016

<https://doi.org/10.15446/bitacora.v27n2.43829>

## Resumen

El artículo revisa la coherencia entre los propósitos de sostenibilidad, equidad y competitividad del modelo territorial de Ventaquemada con la norma de aprovechamientos urbanísticos y su aplicación por parte de los promotores, los cuales buscan el máximo aprovechamiento del suelo. Para ello, se presenta una simulación basada en los sistemas generativos Lindenmayer y en los sistemas procedimentales aplicados en el entorno del programa CityEngine, que obliga a realizar una explicación del proceso planificado de producción urbana en pequeños poblados. El documento centra su atención en el desarrollo metodológico de la simulación de escenarios de edificabilidad plena a partir del Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT) del municipio de Ventaquemada (Boyacá) y el efecto en su modelo territorial haciendo evidentes algunas inconsistencias para garantizar los objetivos declarados.

**Palabras clave:** simulación procedural, pleno no aprovechamiento urbanístico, planificación en pequeños poblados, Plan de Ordenamiento Territorial, Ventaquemada.

## Abstract

The coherence between purposes is revised, equity and competitiveness of the land model of Ventaquemada, with the land use norm framework and its application by sponsors who try to maximize land usage. For this, it uses a Lindenmayer generative based simulation and the procedurals applied in the environment of the CityEngine software, which obliges an explanation from the planned urban production process in small villages. The article centers its attention on the development of a methodology for the full buildability scenery simulation based on the Land Use Planning of the Ventaquemada village and its effect upon the land model showing some inconsistencies for granting the declared objectives

**Key words:** procedural simulation, full urban development, planning in small towns, Territorial Planning of Ventaquemada

## Resumo

O artigo analisa a coerência entre os objectivos da sustentabilidade, equidade e competitividade do modelo territorial Ventaquemada, o padrão de uso do solo urbano e sua aplicação pelos promotores que procuram o máximo aproveitamento da terra é revê-lo. Para fazer isso, ele usa uma simulação baseada em sistemas Lindenmayer gerador e sistemas procedurais aplicadas no ambiente de programa CityEngine, o que exige uma explicação do processo de planeamento de produção urbana em pequenas aldeias. O artigo centra-se no desenvolvimento metodológico de cenários de simulação do Esquema de Gestão completo edificável Terra (EOT) do Município de Ventaquemada e seu efeito sobre o seu modelo territorial, tornando evidentes algumas inconsistências para garantir os objectivos estabelecidos.

**Palavras-chave:** simulação processual, plenum o ordenamento urbano em pequenas aldeias, Plano de Ordenamento da Ventaquemada.

## Introducción

Ventaquemada (Boyacá), como muchos otros municipios pequeños con limitaciones técnicas y financieras más grandes que las ciudades intermedias y las metrópolis, ha formulado su Plan de Ordenamiento Territorial (POT) en la modalidad de esquema, bajo la suposición razonable de la legislación urbanística nacional de que el nivel de complejidad de los procesos de planificación se incrementa en proporción al número de habitantes. La Ley 388 de 1997 de desarrollo territorial (Congreso de Colombia, 1997) decreta que los POT, sea cual fuere su denominación y nivel de complejidad, deben tener en cuenta:

1. Un componente general que concrete el modelo territorial por medio de la definición de objetivos y estrategias de desarrollo territorial concertados localmente, así como los componentes estructurales del Plan, es decir, la clasificación del suelo y los contenidos de integración regional.
2. Un componente urbano que desarrolle las decisiones en materia de funciones y servicios urbanos de carácter público y, las regulaciones de la edificabilidad para el desarrollo de las actividades en suelo de propiedad privada.
3. Un componente rural que regule la explotación del suelo, sus recursos e infraestructuras en propiedad privada, al igual que las acciones de contenido público tendientes a garantizar los objetivos del Plan.

La complejidad que entraña la formulación de los POT implica dificultades para los centros poblados pequeños, pues está asociada generalmente a debilidades técnicas para asumir los desafíos del crecimiento urbano. Dichas dificultades se expresan en insuficiencias para concretar los objetivos que declara el Plan y en imprecisiones en las normas de aprovechamientos urbanísticos para su aplicación.

Por ello, este documento propone un mecanismo para evaluar la coherencia entre los objetivos de un Plan y la regulación urbanística propuesta, con el fin de ofrecer algunos elementos que revelen sus limitaciones más notables antes de ser adoptado, para hacer corresponder las decisiones incorporadas en la norma urbanística con el modelo territorial. La propuesta que se presenta aquí se fundamenta en la simulación de los escenarios de edificabilidad plena que expresa el modelo territorial de Ventaquemada y sirve para materializar los objetivos de desarrollo territorial que ha propuesto el municipio.

El proceso de adopción del POT de Ventaquemada culminó con el Acuerdo 02 de 2001, por el cual se adopta del Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT) (Concejo Municipal de Ventaquemada, 2001). El Plan ejecutado en el marco de diferentes planes de desarrollo del municipio que, en correspondencia con el EOT –revisado en 2013–, propenden por una mayor una equidad, competitividad y sostenibilidad, aspectos que serán objeto de análisis en el modelo territorial que se presenta en este documento.

### Tadeo Humberto Sanabria A.

Arquitecto. Especialista en gestión del desarrollo urbano y regional de la ESAP. Magister en Ordenamiento Urbano y Regional de la Universidad Nacional de Colombia, y en Gestión y Valoración Urbana de la Universidad Politécnica de Cataluña. Candidato a doctor en Gestión y Valoración Urbana y Arquitectónica de la Universidad Politécnica de Cataluña. Docente investigador de la Fundación Universidad de América y consultor en temas urbanos.



Dicho modelo territorial ha sido resultado de simular un escenario proyectado de los aprovechamientos urbanísticos para la cabecera urbana de Ventaquemada en función de las normativas aplicables a las unidades prediales, cuya observación permite aventurar unas conclusiones con respecto a los objetivos de desarrollo territorial. En consecuencia, el documento centra su atención en el desarrollo metodológico de la simulación de escenarios de edificabilidad para el análisis del modelo territorial.

Para ello, este ejercicio no tiene en cuenta las evaluaciones realizadas por el propio municipio de su Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT) para justificar la revisión estructural obligatoria y se limita a estudiar el modelo urbano que deriva el Acuerdo del Plan vigente (Concejo Municipal de Ventaquemada, 2001) y su cartografía.

El documento se estructura en función de las operaciones que implicó cada paso del modelamiento, y que a grandes rasgos parte del análisis del EOT y su cartografía, continúa con el modelamiento del escenario actual y la simulación de los aprovechamientos urbanísticos que dan paso a la aplicación de indicadores para la evaluación del modelo territorial, permitiendo contrastar los escenarios y compartir algunas reflexiones con lo que concluye el escrito.

## La generación del escenario actual

Ventaquemada es un municipio situado en el departamento de Boyacá, reconocido por la venta de arepas sobre la vía Bogotá-Tunja. Con una población superior a los 15.000 habitantes, posee varios asentamientos urbanos de carácter agrario que ocupan menos del 0.3% del territorio: la cabecera municipal de Ventaquemada con 2.250 habitantes, Puente de Boyacá, Tierra negra, Parroquia Vieja y El Carpí, los cuales no sobrepasan los 1.000 habitantes. En su diagnóstico, el Esquema de Ordenamiento Territorial afirma que su cabecera urbana crece de manera lenta y concentrada alrededor del parque principal.

La población y la propiedad urbana es muy inferior a la rural: existen cerca de 10.000 predios rurales frente a 533 urbanos. La planificación local está focalizada hacia las estructuras campesinas cuyas demandas más significativas son la construcción, la ampliación o el mejoramiento de vías que conecten las áreas de producción rural con los mercados, la asistencia agropecuaria, la agroindustria y la electrificación, así como la dotación de servicios educativos, sanitarios y hospitalarios. No obstante, como algunas de estas dotaciones concentran su oferta en los centros urbanos, buena parte de las inversiones, soportadas financieramente más en las transferencias del orden nacional que en el esfuerzo fiscal local, se realizan en la cabecera urbana.

Según los datos de la Gobernación de Boyacá (Vega, 2007), las necesidades básicas aún no están satisfechas en Ventaquemada, tesis reafirmada por las estimaciones del Plan de Desarrollo 2012-2015, al mostrar las bajas coberturas de servicios básicos. El sector más dinámico es la agricultura, particularmente el cultivo de zanahoria y papa, en tanto el mercado inmobiliario no lo es tanto.

Con una superficie total de 15.967,8 hectáreas, las áreas urbanizables de Ventaquemada están constituidas por grandes propiedades de suelo por desarrollar, las cuales fueron incorporadas al perímetro urbano por el Plan de Ordenamiento Territorial vigente. Esas áreas, en adición a las ya urbanizadas, son las protagonistas del proceso metodológico de modelamiento y evaluación del modelo territorial que se muestra a continuación.

El primer paso fue la lectura selectiva de los documentos que constituyen el POT de Ventaquemada, lo que implicó la revisión exhaustiva del componente general del Plan concentrándose en su discurso, el cual fue sintetizado y clasificado en tres temas: competitividad, sostenibilidad y equidad. La extracción de los aspectos normativos relevantes para las simulaciones de los escenarios de crecimiento fue proporcionada por el estudio del componente urbano y su cartografía organizados en una base de datos SIG, bajo la cual se realizó el preprocesamiento tendiente a garantizar la correspondencia espacial entre los diferentes mapas para el modelamiento de los escenarios.

La incorporación de los datos en un SIG planteó la necesidad de realizar una edición exhaustiva para definir los códigos y nombres de los campos, en correspondencia con los atributos que serían asignados a las reglas de procedimiento para la simulación 3D, a la vez que la delimitación espacial de las rondas hidráulicas, los polígonos, los ejes del trazado vial, las áreas del sistema de espacios públicos identificadas en la cartografía, los andenes y los predios al interior del perímetro urbano proyectado. No se consideraron para el análisis las áreas suburbanas ni otros asentamientos diferentes a la cabecera municipal.

El segundo paso fue el modelamiento 3D de los desarrollos urbanísticos actuales en el entorno SIG de ArcScene. Primeramente se generó un modelo digital de terreno DTM asociado a una imagen de Google Earth. Posteriormente, las capas que definen las unidades espaciales fueron izadas a la base de las alturas del DTM y extruidas en función de los datos de altura disponibles. Con ello se obtuvo el modelo 3D actual de Ventaquemada que expresa las volumetrías y algunas características relevantes del conjunto urbano susceptibles de medición, como se ilustra en la Figura 1.

**Figura 1.** Modelo urbanístico actual de Ventaquemada



**Fuente:** elaboración propia con base en las fuentes cartográficas del EOT de Ventaquemada e imágenes de Google Earth.

Algunas de las construcciones representativas como la iglesia del parque central y otras edificaciones en torno al mismo marco se sustituyeron con modelos 3D de edificaciones locales elaborados con otras aplicaciones.

## La simulación del modelo urbano

El proceso de simulación implicó la comprensión del ciclo del ordenamiento territorial, el cual, en términos generales, se puede describir así: a partir del conocimiento del funcionamiento de la realidad urbana se formulan los Planes de Ordenamiento apuntando a unos objetivos de desarrollo que se concretan en un modelo territorial. Dicho modelo resulta de unos proyectos gestionados por el Estado, y de la regulación de las acciones y desarrollos inmobiliarios sobre las propiedades privadas, cuya materialización será una nueva ciudad que ha modificado la realidad urbana en los aspectos previstos en los objetivos. La evaluación de la nueva situación frente a la predecesora iniciaría un ciclo para ajustar los aspectos no logrados con ese primer Plan e incorporaría las dinámicas urbanas emergentes, como se ilustra en la Figura 2.

Los cambios son visibilizados en tres tipos de evaluaciones: de suficiencia, de avance y de coherencia. La primera establece si el Plan ha tomado en consideración todos los aspectos estructurales que le competen para ordenar el territorio. La segunda señala el grado de desarrollo de los proyectos y decisiones del Plan, y la tercera evalúa que las decisiones del mismo correspondan a los objetivos de desarrollo planteados.

Bajo la orientación metodológica del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (2005) se evalúa la coherencia del Plan por me-

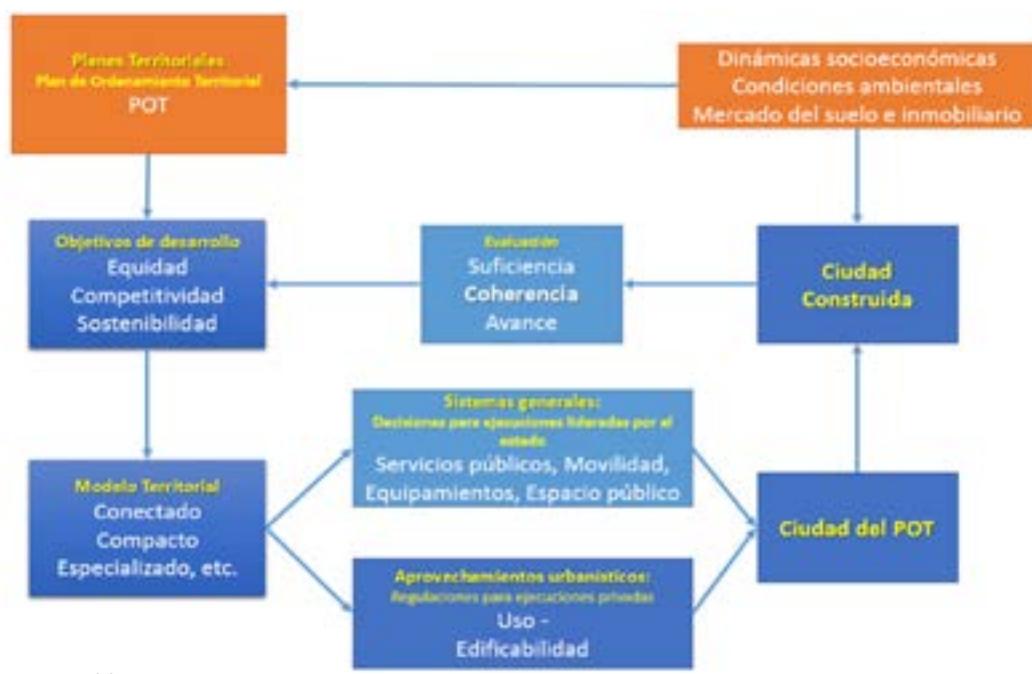
dio del análisis de la articulación de los elementos de la visión prospectiva (sus políticas, objetivos y estrategias) con relación a los componentes general, urbano y rural. Este mecanismo, sin embargo, no parece ser suficiente porque las normas que regulan los aprovechamientos urbanísticos generalmente corresponden a interpretaciones posteriores a la adopción del POT, sintetizadas en códigos de urbanismo, planes zonales o planes parciales.

Por esa razón, el estudio se concentra en este tipo de evaluación en particular, y si bien, reconoce que la estructura del modelo territorial es definida por los sistemas generales, enfatiza en los aprovechamientos urbanísticos entendiendo que la ciudad la construyen los particulares bajo o sin la dirección planificada del Estado. En dicho escenario, la norma urbanística es determinante para la ciudad prevista en el Plan, lo que obliga a simular los resultados de la edificabilidad permitida.

Modelar en 3D las múltiples alternativas de arreglos volumétricos en las variadas condiciones de forma, tamaño, pendientes, vecindad y afectaciones de las propiedades prediales plantea dos condiciones necesarias para la simulación: por una parte, la necesidad de elegir un sistema apropiado para realizar el modelamiento a partir de entidades de "origen" que sirvan para objetos de cualquier forma y tamaño, y por otra, escoger un programa de computador que permita emular las disposiciones espaciales y volumétricas que resultan de la aplicación de una norma urbanística.

De acuerdo con Combes (2003), los Sistemas Lindenmayer, conocidos como L-System, son una técnica para definir objetos complejos, reemplazando partes de un objeto inicial sucesivamente mediante un conjunto de reglas de reescritura. Aquí, con cada regla de producción, el objeto en un estado inicial se reemplaza por un nuevo estado más complejo, constituyéndose en la base para el

**Figura 2.** Ciclo de planeación territorial



Fuente: elaboración propia.

modelado procedural desarrollado por Procedural Inc, que hoy se ha convertido en una aplicación poderosa para la modelación 3D de ambientes urbanos llamada CityEngine.

La ciudad planificada puede ser entendida a partir de sus componentes: los tejidos residenciales y productivos cuyas formas y dimensiones son decididas por individuos que operan de manera privada en sus propiedades y, por lo tanto, requieren regularse, y los sistemas generales que aluden a los soportes físicos que permiten el funcionamiento de las actividades que se desarrollan en la ciudad. De allí, que sea necesario simular tanto los soportes funcionales que organizan los predios en el suelo disponible, como los desarrollos privados y sus organizaciones edilicias.

1. Simulación de los sistemas generales. El proceso implicó la preparación de datos para procesarlos en el entorno de trabajo de CityEngine. Con ellos se simuló el Plan Vial de Ventaquemada, ya que es la expresión de estructuración de la ciudad más significativa de los sistemas generales, y formaliza la organización en el territorio de los contenidos públicos y privados del Plan. El modelo resultante describe el perfil y los atributos de cada tramo de vía existente y proyectada (ancho y número de calzadas, carriles, separadores y andenes), pero también configura las manzanas o los polígonos privados sujetos a desarrollarse urbanísticamente. La secuencia de imágenes, presentada en la Figura 3, muestra la estructura de arcos y nodos, la red bajo parámetros por defecto y, finalmente, el modelo aplicado sobre la red de calles, diferenciando las vías de acuerdo al número de calzadas según una simple regla de procedimiento.
2. Simulación del aprovechamiento urbanístico. Para este proceso, primero, se elaboró el mapa de edificabilidad en un SIG, el cual contiene la división predial y la identificación de las construcciones que por ningún motivo serán sujetas a intervención: aquellas edificaciones consideradas o declaradas como patrimonio inmueble, los equipamientos o edificaciones construidas recientemente, o las que carecían de interés inmobiliario durante la vigencia del Plan. A estos datos se vincularon las normativas urbanas a partir de una sobreposición cartográfica y las fichas normativas preelaboradas que correspondían a cada polígono normativo.

El mapa de edificabilidad constituye la estructura privada que sería sometida al proceso de simulación en el entorno de CityEngine a

través de un conjunto de reglas de procedimiento, cuyo resultado es un escenario de aprovechamiento máximo. Dado que buena parte de los predios del perímetro urbano de Ventaquemada poseen características rurales, fue necesario establecer cuantos menos dos conjuntos de reglas de acuerdo con el tamaño de los predios. El tamaño predial es una condición determinante para identificar si están sujetos a urbanismo o no, lo cual define la primera regla. La segunda se establece para identificar los predios cuya consolidación actual implica únicamente adiciones en superficie o altura a las construcciones y que serán desarrollados bajo la modalidad predio a predio.

Las reglas tienen su propia sintaxis y se estructuran con una declaración de todas las variables (Atributos en el entorno de trabajo) en el encabezado del archivo de reglas. Seguidamente, el cuerpo del archivo está conformado por la declaración de constantes y funciones, en caso de existir, y finalmente, por la definición del conjunto de reglas de procedimiento.

Los atributos definen los valores que se asumen como parámetros para la aplicación de las normas. Por ejemplo, el atributo "Aislamiento posterior" = 3, significa que se aplicará el valor de tres metros de retroceso entre el límite posterior de una subdivisión predial y el área ocupada por cualquier edificación generada, de tal forma que los atributos declarados correspondan a los parámetros establecidos por la norma urbanística.

La aplicación de esos parámetros significa que quien realiza la simulación debe conocer el comportamiento del fenómeno que se va a reproducir. Para el caso de este ejercicio, se hace indispensable comprender cómo aplica la norma un promotor inmobiliario para sacar la mayor utilidad a su predio, y cómo los encargados de los diseños urbanísticos y arquitectónicos vinculan la norma a sus creaciones.

A partir de los datos que proporciona la normativa, el promotor hace un cálculo de los metros que puede construir y las actividades que puede desarrollar en su predio. Sobre esta base hace una estimación de los costos que entraña la construcción y los valores en los cuales puede vender en un entorno de competencia, es decir, hace un balance de los costos y los beneficios. Ese análisis le indica si es el momento de construir allí o no. En complemento, un promotor puede verse presionado a construir, privilegiando las necesidades del espacio sobre los cálculos económicos, cuando al

**Figura 3.** Entidades en la modelación del Plan Vial



Fuente: elaboración propia.

mismo tiempo debe superar su propia necesidad de habitar y tiene la posesión de una porción de suelo. Estas circunstancias clasifican a los promotores en inversionistas o autoconstructores: los unos requieren predios mayores donde maximizan la oferta de productos inmobiliarios, en tanto los otros maximizan el aprovechamiento de sus predios pequeños.

Por lo tanto, una primera consideración para la simulación alude a las tipologías de las formas, tamaños y localizaciones del predio intervenido, ya que de allí se desprende la posibilidad de realizar un urbanismo asociado que deriva varias unidades de gestión, un urbanismo predio a predio o la construcción directa sin contemplar ningún urbanismo. A esto se añade que los lotes con varios frentes de acceso o adyacentes a diversas jerarquías viales implican desarrollos diferenciados.

Una segunda consideración es la relativa a las decisiones previas del promotor que motivan la actuación: si bien la norma define unos usos posibles, es el promotor quien decide las actividades económicas que desarrollará en su predio. Esta decisión corresponde a unas condiciones funcionales y, por lo tanto, a una espacialidad diferenciada para cada actividad económica, así, los requerimientos espaciales para un supermercado son diferentes a los de una vivienda. Adicionalmente, es el promotor quien en función de un cálculo de rentabilidad económica o social asociada a una imagen de negocio, le propone al diseñador una primera estructura de organización espacial: una casa, una agrupación o una torre, lo cual es contrastado con la densidad permitida por la norma para asegurar su viabilidad.

En ese sentido, el EOT de Ventaquemada considera siete tratamientos urbanos: tres de ellos orientados a la conservación paisajística, ambiental o arquitectónica, y cuatro orientadas a la consolidación y desarrollo urbano. Sin embargo, la norma que los desarrolla no guarda correspondencia con dichos tratamientos, por cuanto unifica los parámetros de ocupación y construcción en todo el perímetro urbano.

Por ejemplo, con respecto a las densidades permitidas, sólo hace la distinción explícita en la categoría de reserva ambiental donde limita la ocupación a una vivienda por cada tres hectáreas netas. En otros tratamientos propone una densidad resultante de la aplicación de las demás normas, las que parecen estar regidas por los sistemas adoptados para el desarrollo predial.

El EOT permite el desarrollo de los predios bajo los sistemas de loteo individual,<sup>1</sup> sistema de agrupación con uso uniforme y sistema de conjuntos con uso diverso, pero sólo considera para la dotación de cesiones de suelo y obras de urbanismo las iniciativas inmobiliarias que desarrollen como mínimo tres unidades, al igual que el cumplimiento de unos tamaños limitados de manzana como se verá adelante.

Los usos son categorizados en principales, complementarios, restringidos y prohibidos, es decir que los promotores podrían optar por desarrollar sólo uno de ellos, ya que si bien el EOT hace la distinción entre las categorías y subcategorías de uso agrupándolos según su función, su complementariedad con otros usos, su nivel de impacto y las características de su infraestructura no considera límites a los usos definidos para los sectores delimitados, dejando en manos del mercado la asignación de formas de utilización y, de esta manera, perdiendo el control sobre el modelo territorial proyectado.

La tercera consideración, relativa al proceso de diseño, implica varias etapas en una secuencia que, independientemente de los estilos, va desde las decisiones generales de disposición espacial que se concretan en una ocupación del suelo, hasta el detalle de los componentes edilicios, aumentando continuamente la complejidad formal. Bajo esa lógica, esta simulación tiene en cuenta las operaciones presentadas en la Tabla 1, limitando su alcance<sup>2</sup> a las posibilidades y restricciones que proporciona la norma urbanística.<sup>3</sup>

**Tabla 1:** Condiciones del proceso de diseño urbanístico

No	Proceso	Clave - atributo	Producto
1	Verificación de la existencia de un Plan Parcial.	Asociatividad del urbanismo.	Delimitación general del Plan Parcial por ejes lineales actuales (vías, cuerpos de agua), límites con predios adyacentes.
2	Identificación de las afectaciones.	Zonas de protección - Polígono NIL. Zonas de exclusión - Polígono NIL. Derechos de vía - Polígono NIL.	Incorporación de afectaciones y redelimitación del Plan Parcial si es el caso.
3	Identificación de los proyectos urbanos.	Trazado del Plan Vial - grafo jerarqueado. Proyectos de Equipamientos en el POT - Polígono según uso. Espacio público Propuesto - Polígono NIL. Planes de vivienda y reservas de suelo para viviendas de interés social (VIIS). - Polígono según uso.	Delimitación de cesiones de áreas requeridas por proyectos.

1 Equivale a la parcelación ya que se trata de la división de las manzanas en áreas menores de propiedad privada individual, deslindables de propiedades vecinas y de áreas de uso público.

2 El diseño arquitectónico es un ejercicio mucho más complejo, tanto así que genera productos únicos, pues intervienen múltiples variables en diferentes niveles escalares del entorno local de implantación, así como criterios diversos para procesarlas en función de las posturas éticas y estéticas adoptadas, implicando variaciones en las técnicas para obtener el producto final.

3 Ya que limita el ejercicio del derecho de propiedad afectando el dominio público o regulando los aprovechamientos.

No	Proceso	Clave - atributo	Producto
2	Identificación de las estructuras que deben permanecer.	Edificios a conservar – Modelo 3D. Trazados a conservar – Modelo Red. Espacio público a conservar- Polígono NIL.	Incorporación de grafos y modelos en su estado actual.
3	Identificación de los grupos de predios que puedan constituir unidades de gestión.	Nueva unidad de gestión.	Delimitación de unidades de gestión.
4	Unificación de todos los predios contenidos en las unidades de gestión.	Englobe o predio individual si no procede plan parcial.	Unidades prediales para urbanismo.
5	Reparcelación de las unidad de gestión en loteo mínimo.	Subdivisión previa teniendo en cuenta: Especificaciones de localización de actividades. Tamaño mínimo de lote. Magnitudes de agrupación (longitud y ancho). Frente mínimo de fachada. Densidad urbanística. Jerarquía vial.	Loteo de la unidad de gestión.
6	Dimensionamiento de las cesiones públicas de proyectos POT.	Cesiones públicas viales. Cesiones públicas parques. Cesiones públicas equipamientos.	Diferencia entre solicitud de área de cesión y cesiones otorgadas por unidad de gestión.
7	Primer ajuste de las cesiones.	Área total de unidad de gestión. Porcentajes exigidos de cesión para vías. Porcentajes exigidos de cesión espacio público. Porcentajes exigidos de cesión equipamientos. Área de vías públicas simuladas. Área de equipamientos públicos simulados. Área de espacio público simulado. Área de reservas de suelo para VIS simuladas.	Adición estimada de área subdividida para aproximar cesiones solicitadas.
8	Reparcelación definitiva de la unidad de gestión en loteo mínimo.	Subdivisión definitiva teniendo en cuenta: Densidad de ocupación. Tipología de ocupación (Agrupada, torre, entre otros). Porcentajes por uso. Tipología por uso (residencial, comercial, entre otros). Ancho de calzada. Ancho de andén. Franja de aislamiento anterior público.	Perfeccionamiento del loteo de la unidad de gestión.
9	Dimensionamiento de las cesiones públicas a cargo del promotor.	Cesiones públicas viales domiciliarias. Cesiones públicas parques locales - vecinales. Cesiones públicas equipamientos de la unidad.	Diferencia entre solicitud de área de cesión y cesiones otorgadas por unidad de gestión.
10	Sustitución de los predios por espacio libre y adición de cesiones del espacio público.	Selección bajo el criterio: Área de lote inferior a tamaño predial mínimo. Área del frente de fachada inferior a longitud mínima de fachada más aislamientos laterales.	Compensación de cesiones para ajustar diferencias.
11	Ajuste definitivo de las cesiones.	Área total de unidad de gestión. Porcentajes exigidos de cesión para vías. Porcentajes exigidos de cesión espacio público. Porcentajes exigidos de cesión equipamientos. Área vías públicas simuladas. Área de equipamientos públicos simulados. Área de espacio público simulado.	Adición estimada de área subdividida para aproximar cesiones solicitadas.
12	Identificación de los casos de lotes según predio.	Casos (tipologías de los predios): Lote isla: Cuatro frentes de fachada. Lote triple esquinero: tres frentes de fachada. Lote esquinero triple pero medianero: tres frentes. Lote doble medianero: dos frentes. Lote esquinero: dos frentes. Lote medianero: un frente.	Establecimiento de casos para reglas de ocupación en CityEngine.
13	Identificación de línea de paramento.	Definición de adyacencia a vía o de primer segmento (origen del polígono).	Indicación manual de la primera entidad de forma ( <i>shape</i> ) y de adyacencia a vías.
14	Identificación de frentes y culatas.	Definición de frentes y lados del predio.	Asignación del marco de construcción a partir de la dirección de las coordenadas.
15	Estimación del área de parqueos en superficie.	Cupos de parqueos visitantes. Cupos de parqueos de unidad de lote. Área cupos incluyendo accesos (-) Área sótanos y semisótanos.	Delimitación de áreas libres adicionales para parqueo.
16	Delimitación del área ocupada.	Situación del área ocupada, teniendo en cuenta: Aislamiento anterior. Aislamiento lateral derecho. Aislamiento lateral izquierdo. Aislamiento posterior. Aislamiento. Índice de ocupación.	Polígono de área ocupada.
17	Diseño del prototipos del primer piso.	Altura de los mezanines. Altura del sótano. Altura del semisótano. Porcentajes de destinación económica.	Volumen del primer piso.
18	Diseño del prototipos de la fachada principal y posterior.	Según destinación económica.	Acceso, zócalos, ventanas y planos de fachada principal.

No	Proceso	Clave - atributo	Producto
19	Diseño de prototipos de los pisos medios	Altura de piso. Número de pisos. Índice de construcción. Voladizos. Retiros.	Volumen del cuerpo del edificio.
20	Diseño de los prototipos de fachada en pisos medios.	Planos y ventanas según uso.	Ventanería y balcones.
21	Diseño de los prototipos del pent-house.	Altura del altillo. Porcentaje del área del piso inferior.	Volumen del pent-house.
22	Diseño de prototipos de las fachadas en pent-house.	Planos y ventanas.	Ventanería, planos de fachada y terrazas.
23	Diseño de las cubiertas.	Según tipología edificatoria. Textura – material.	Cubierta.
24	Elaboración de reportes y cálculos sobre volúmenes edificados.	Área construida. Número de predios. Número de construcciones. Área predial y construida por usos. Área libre. Área privada ocupada. Área pública ocupada. Área predial y construida por destinación económica. Áreas públicas discriminadas por tipo (calzadas, andenes, parques, entre otros).	Datos para el cálculo de indicadores y su análisis.
25	Generación de datos y análisis cartográficos.	Agrupaciones tipológicas. Distancias a equipamientos. Zonas de servicio.	Por realizar a partir de los datos del modelamiento y de la simulación.

Fuente: elaboración propia.

Bajo las consideraciones y operaciones anteriores, los predios incluidos en el perímetro urbano de la cabecera municipal de Ventaquemada fueron sometidos a dos conjuntos de reglas de procedimiento: el primero, denominado urbanismo proyectado, replica una tipología de distribución concentrada con manzanas alargadas y loteo pareado. El segundo, llamado construcción proyectada, se utilizó para la generación de bloques predio a predio, y se restringió su uso a las áreas consolidadas y a los predios con limitaciones de área para procesos de subdivisión predial.

Un aspecto a tener en cuenta, como se mencionó anteriormente, es la evaluación del tamaño de los lotes con implicaciones sobre las obras de urbanismo. La regla define que si el tamaño del predio es inferior a  $72 \text{ m}^2$  se aplican directamente las reglas de edificación, pero si es mayor a  $140.000 \text{ m}^2$  (14 hectáreas), se emplea una regla para urbanismo asociado que genera varias unidades de gestión. El EOT de Ventaquemada ha definido únicamente un instrumento de planificación intermedia llamado “Mejoramiento de entorno y vivienda urbana”, en el cual ha sido mal empleado el concepto de plan parcial, ya que no implica operaciones de urbanismo asociado, ni opera explícitamente en un reparto de cargas ni beneficios.

Una de las reglas básicas de urbanismo aplicadas se orienta a estimar las cesiones de espacio público. Allí, el predio es dividido con la función del atributo “Lado cesión”, el cual corresponde a la raíz cuadrada del área del predio multiplicada por el porcentaje de cesión exigida. Esta operación genera una entidad con la cesión de espacio público que fue coloreada para distinguirla y otra entidad con el área neta urbanizable (ANU).

El EOT de Ventaquemada dispone que la cesión exigida en áreas restringidas será el equivalente al 35% del área neta urbanizable. Para los otros casos, identifica tres tipos de cesión: la cesión tipo A correspondiente al 24% del área neta para zonas públicas con distribuciones diferentes según se trate de desarrollo individual, o conjuntos y agrupaciones. La cesión tipo B exige el 18.75% del

área construida para equipamiento comunitario, donde el 80% será descubierto, pero excluye los parqueos privados de su contabilidad.<sup>4</sup> Finalmente, las cesiones tipo C son para vías de servicio y proyectadas al interior de los desarrollos urbanísticos, las cuales también se incorporan al inventario de espacio público en conjunto con las que hacen parte del Plan Vial.

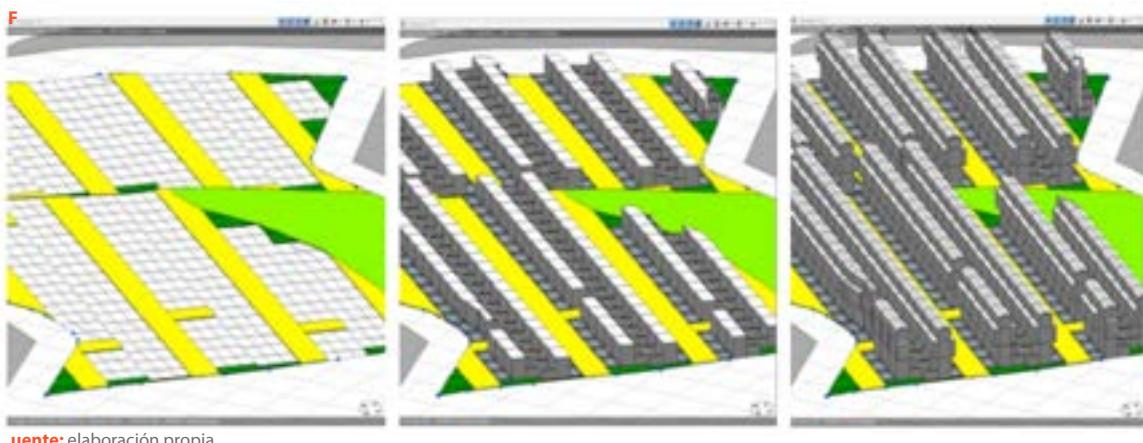
La regla siguiente se aplica sobre el ANU y su propósito es generar los dos bloques simétricos y las vías de acceso domiciliario en uno de los ejes que configuran una manzana. Esta operación se complementa con otra regla que trata el eje perpendicular al anterior, cortando cada bloque a la distancia de la máxima longitud de manzana proporcionada por la norma y terminando la definición de las manzanas. Cada bloque generado es dividido en lotes individuales con una distancia de frente de fachada proporcionado por el atributo correspondiente. En este caso es de 6 m.

Considerando una disposición edilicia con simetría pareada, las reglas son aplicadas tanto para el lote izquierdo como para el derecho, impidiendo la generación de lotes con tamaños inferiores a  $40 \text{ m}^2$ , convirtiendo las áreas residuales en zonas verdes y solicitando que las áreas finales de cada lote y del espacio público (vías domiciliarias, cesiones de espacio público y zonas verdes) sean reportadas por el sistema.

Terminado el proceso de diseño urbano, se aplicaron otras reglas para la edificabilidad de los lotes, para lo cual fue necesario identificar los límites de cada lote tomando como referencia las vías, pues se puede tener desde lotes isla con fachadas por los cuatro costados, hasta lotes medianeros con una única fachada principal.

<sup>4</sup> El EOT exige un parqueo por cada dos viviendas. Para otros usos exige un porcentaje del área construida, la cual ha sido estimada para este estudio de acuerdo a las áreas consumidas por el cupo de parqueo, el acceso y el número de parqueos solicitados así: 25% para comercio, 65% para industria y 100% para instituciones.

**Figura 4.** Proceso de generación procedural a partir de reglas de configuración edilicia



uente: elaboración propia.

Según el EOT de Ventaquemada la edificabilidad involucra cuatro factores que determinan la configuración de volumen y arquitectura en el desarrollo del espacio privado: 1) paramentos, retiros de antejardín y voladizos, 2) alturas de edificación, 3) aislamientos, y 4) patios interiores, laterales y posteriores.

Los paramentos se supeditan a la tendencia general de los empates en construcciones vecinas de la cuadra y de manera estricta en la zona de conservación arquitectónica (ZCA).<sup>5</sup> En todo el perímetro urbano, excepto en la ZCA, es obligatorio tener un antejardín de 3 m y un techo voladizo de 0,6 m. No hay exigencia en ninguna zona del municipio con respecto a los aislamientos laterales.

Las alturas son clasificadas en tres grupos en el Plan según "el carácter, tamaño e importancia de las vías urbanas" (Concejo Municipal de Ventaquemada, 2001: 15). Las dos primeras agrupaciones no hacen ninguna distinción en las alturas ya que ambos posibilitan un máximo de dos pisos, la otra deja abierta la posibilidad de torres en altura al definirla como "la requerida según el uso" (Concejo Municipal de Ventaquemada, 2001: 15). Con estas ambigüedades el municipio pierde nuevamente el control del modelo urbano y lo deja en manos del mercado, pero abre la discusión acerca de los límites de la planificación urbanística, la cual pretende prefigurar la ciudad a través de unas normas que restringen el diseño arquitectónico, frente a las posibilidades creativas que ofrece el diseño mismo de los conjuntos de edificaciones para lograr resultados similares a los que pretende la planificación.

Por supuesto que controlar la construcción en espacios urbanos densos tiene sentido. Glaeser (2011) plantea simplificar la normativa urbana a tres reglas: cobrar tasas razonables por los impactos generados, precisar la definición del objeto normado, y delimitar las áreas para concertar cargas y beneficios.

En un cuadro incluido en el apartado del EOT que define la edificabilidad, se precisan las alturas máximas de fachada, y se define una proporcionalidad limitada de los buitrones y de los aislamientos posteriores: "tres metros de aislamiento para alturas reglamentadas de hasta dos pisos, y para tres pisos, cinco metros de aislamiento

posterior" (Concejo Municipal de Ventaquemada, 2001: 16), lo cual puede reemplazarse por buitrones en los lotes esquineros. Al interpretar esta norma para alturas superiores a los tres pisos, la posibilidad de garantizar relaciones adecuadas entre los volúmenes construidos y el espacio libre se hace inoperante.

Un aspecto adicional a tener en cuenta es que cuando las dimensiones de la fachada precisan alturas definidas en número de pisos como en el caso de Ventaquemada sin hacer consideraciones de sus componentes, se restringen las posibilidades de aprovechamiento de los primeros y últimos pisos que incluyen como áreas funcionales los basamentos generados por los sótanos, los semisótanos, los mezzanines y los altillos. Las imágenes de la Figura 4 muestran el proceso de modelamiento de un fragmento urbano de Ventaquemada.

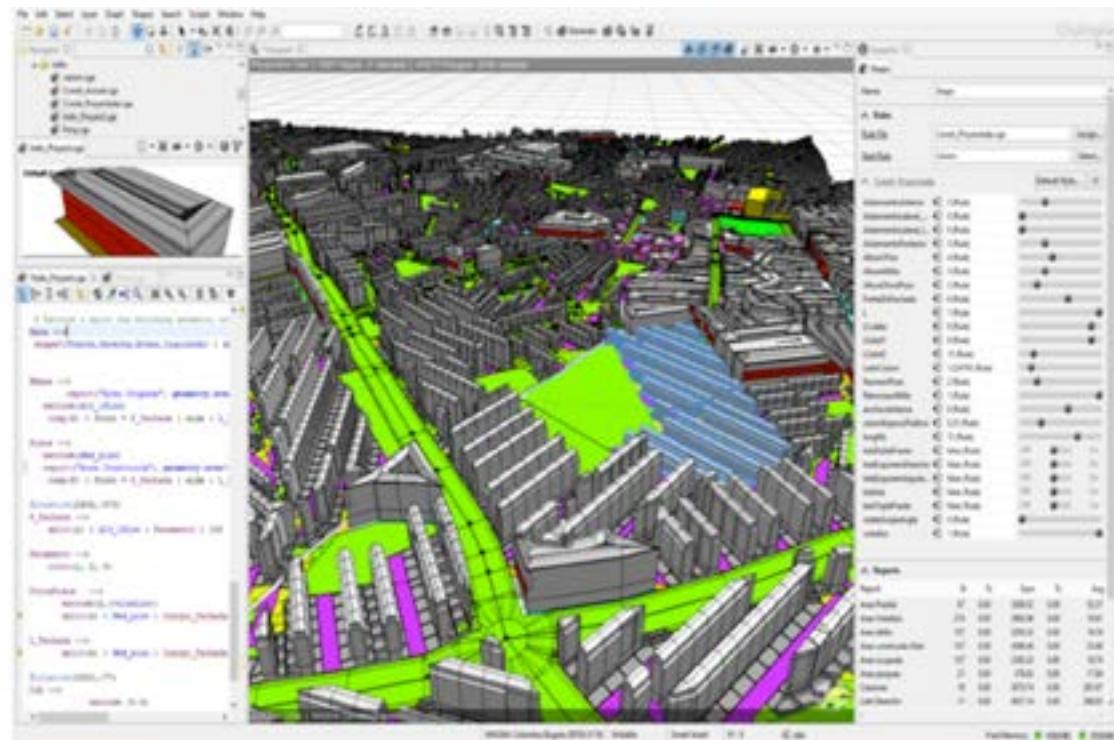
Bajo estos condicionamientos de edificabilidad en Ventaquemada y realizada la comprobación de los frentes de fachada en el área neta urbanizable privada, se partió el lote en cinco entidades a las que se aplicaron las normas que determinan las distancias de los aislamientos y que habían sido incorporadas en los atributos: aislamiento anterior equivalente al antejardín, aislamiento posterior o patio, aislamiento lateral izquierdo y derecho. La quinta entidad es el espacio que conforma el área ocupada, la cual contiene una instrucción para que sea reportada por el sistema.

Al patio se le define un cerramiento, el cual se diseña con una altura de 2 m. El cerramiento del antejardín se levanta a 0.6 m con un procedimiento similar y al área ocupada es extruida bajo el parámetro de la altura del primer piso incluido en los atributos. Aquí es preciso hacer dos aclaraciones: por un lado, que las funciones del primer piso podrían igualarse al uso definitivo de toda la edificación o diferenciarse a nivel de la calle, caso que reflejaría mejor la realidad y, por otro, que la altura del primer piso a partir de la rasante de la calle podría incrementarse debido a la presencia de mezzanines y de las partes expuestas de los sótanos, con adiciones a las áreas construidas y con consecuencias en los aprovechamientos urbanísticos.

Una regla adicional descompone la cara superior del volumen procesado y la proyecta con el valor del número de pisos permitido. A este nuevo volumen se descomponen las caras frontal, posterior

<sup>5</sup> La ZCA no es una zona propiamente dicha. Con esto se hace referencia a las edificaciones identificadas por el Plan por su valor histórico y arquitectónico.

**Figura 5.** Modelo 3D de los aprovechamientos urbanísticos generado en el entorno CityEngine



Fuente: elaboración propia.

y superior. Las dos primeras son sometidas a una nueva extrusión para generar los voladizos permitidos por la norma incrementando el aprovechamiento, y sobre la superior se genera el altillo con una regla que descuenta los retrocesos convirtiéndolos en terrazas y otra que levanta la cara restante generando el volumen del altillo. Finalmente, se le incorpora una cubierta a dos aguas con otra operación.

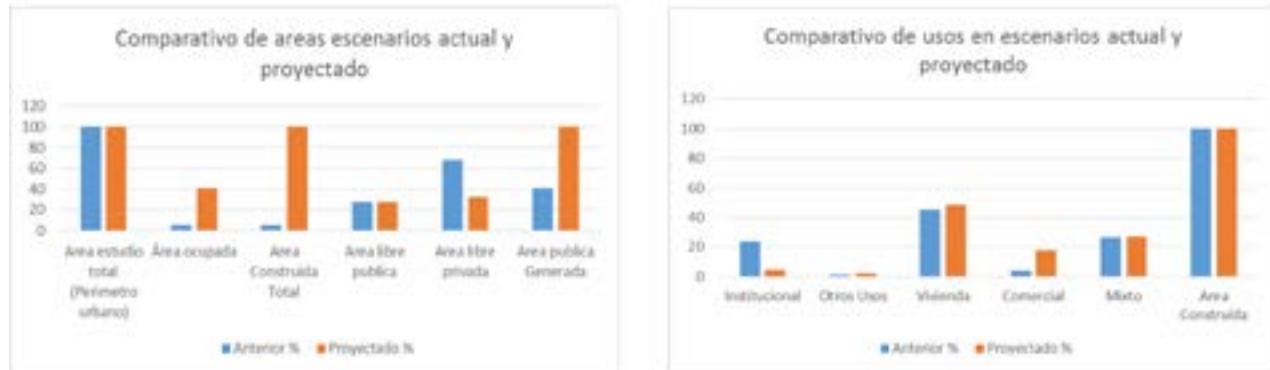
La aplicación del conjunto de las reglas del procedimiento a la totalidad del municipio muestra el siguiente escenario del modelo territorial en la interfaz de CityEngine.

La Figura 5 muestra un panorama del modelo urbanístico generado que, con seguridad, tiene poco que ver con el modelo urbano declarado en el marco estratégico del Plan, pero que es resultado

de la aplicación de su normativa, mostrando su incoherencia o, por lo menos, su falta de correspondencia. A la izquierda se destaca la sintaxis de un archivo contentivo de un conjunto de reglas de procedimiento y, a la derecha, en la ventana del inspector, los atributos incorporados en la regla aplicada al predio seleccionado, los cuales vinculan los valores de la norma urbana de los predios seleccionados.

La imagen tridimensional del modelo sirve para observar el escenario de máximo aprovechamiento y el sistema permite generar los reportes para proveer los datos de las áreas ocupadas, las construidas, las libres y las públicas y, dentro de estas últimas, las áreas generadas por las cesiones públicas, las dedicadas a las vías y las que constituyen cesiones comunales para los cálculos. Estas áreas son comparadas para los escenarios actual y proyectado en la Figura 6.

**Figura 6.** Datos comparados de edificabilidad y urbanismo para el modelo actual y proyectado



Fuente: elaboración propia.

## Cálculo de indicadores y evaluación de coherencia

El propósito de la simulación es proporcionar los datos de edificabilidad en un escenario de máximo aprovechamiento urbanístico y analizar a través de indicadores su capacidad para facilitar la sostenibilidad, la competitividad y la equidad, con lo cual se realizan las comparaciones del modelo territorial. A continuación se muestran los fundamentos conceptuales que definen los indicadores y sus mediciones.<sup>6</sup>

Con miras a valorar la sostenibilidad del modelo territorial desde las mediciones de edificabilidad, Rueda (2007), entre otros investigadores, destaca la densidad, la compacidad, la diversidad y el policentrismo de las ciudades como atributos que determinan el aumento de la complejidad inherente a los modelos urbanos sostenibles. Para estimar la sostenibilidad urbana a partir de la edificabilidad con base en dichos atributos se utilizaron los siguientes indicadores: la diversidad de usos, la densidad de unidades construidas por hectárea, la capacidad para centralizar funciones al valorar el área de equipamientos y servicios por cada unidad construida, y el área de espacio público recreativo por habitante. Estos valores se muestran en la Figura 7.

La competitividad es revisada teniendo en cuenta las posibilidades que brinda la norma urbanística para proporcionar suelo suficiente para el desarrollo de actividades productivas, agrupar empresas y vincular sus infraestructuras de conexión, por lo cual se utilizan aquí cuatro indicadores: el primero determina los metros dedicados a la movilidad por cada metro productivo, el segundo establece el por-

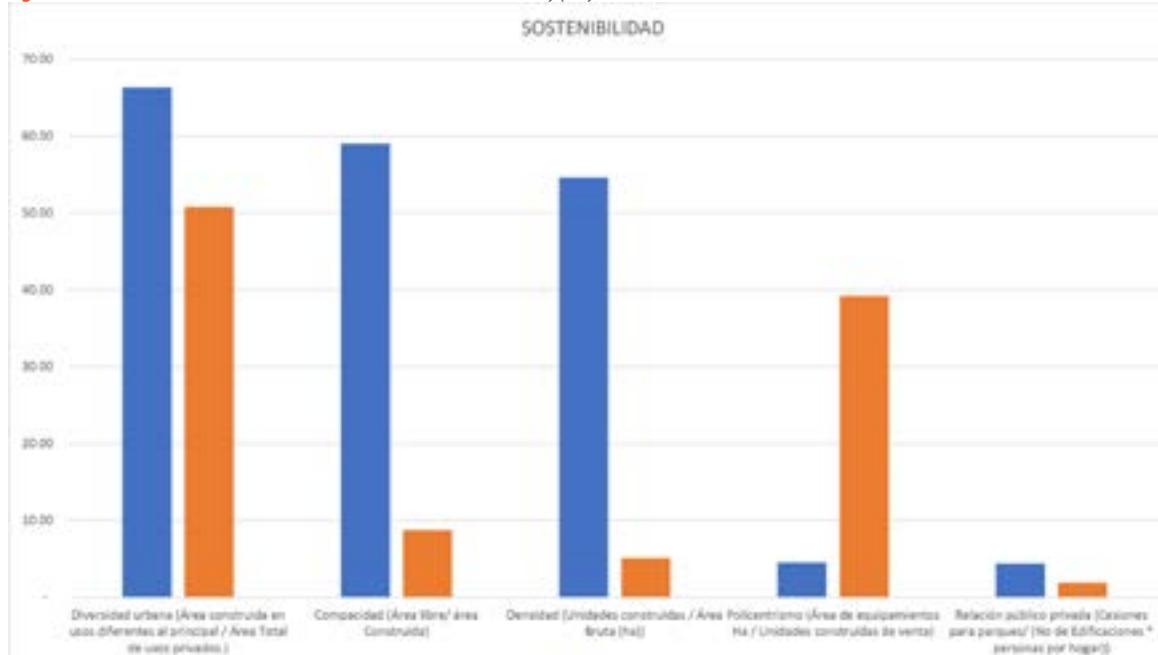
centaje del área privada dedicada a usos productivos y su relación con las áreas residenciales, el tercero evalúa la relación entre vivienda y producción, y el cuarto analiza el grado de especialización productiva con el indicador de diversidad de Shannon aplicado para los usos.

Con base en las consideraciones sobre la justicia espacial (Bosque Sendra, Díaz y Díaz, 2001-2002) y el derecho a la ciudad (Harvey, 1979; Lefebvre, 1975) la proximidad a los equipamientos urbanos, y la posibilidad de integración de la diversidad tipológica y socioeconómica en los polígonos normativos son indicios de una ciudad de derechos que apunta a la justicia y a la equidad espacial. Por lo tanto, la equidad es revisada a la luz del balance entre áreas públicas y áreas privadas, contrastando el número de metros para los sistemas generales frente a los dedicados a desarrollos privados, así como la distancia media entre las áreas residenciales y los equipamientos locales, zonales y urbanos.

La aplicación de los indicadores enunciados en Ventaquemada<sup>7</sup> de acuerdo con los datos generados en los escenarios actual y proyectado se presenta en la Figura 7.

El crecimiento proyectado del centro poblado en el EOT, en el escenario de pleno aprovechamiento simulado, se muestra más diverso, compacto, denso y con un incremento en el coeficiente de espacio público efectivo, pero centraliza sus funciones. Todas las mediciones, excepto esta última, apuntan a una ciudad más sostenible bajo los parámetros de medición empleados y se confirma, como era de esperar, un equilibrio entre las áreas construidas, y los espacios libres generados por las cesiones públicas obligatorias y por las vías, a pesar del crecimiento desproporcionado del casco urbano.

**Figura 7.** Mediciones de sostenibilidad de los modelos urbanos actual y proyectado



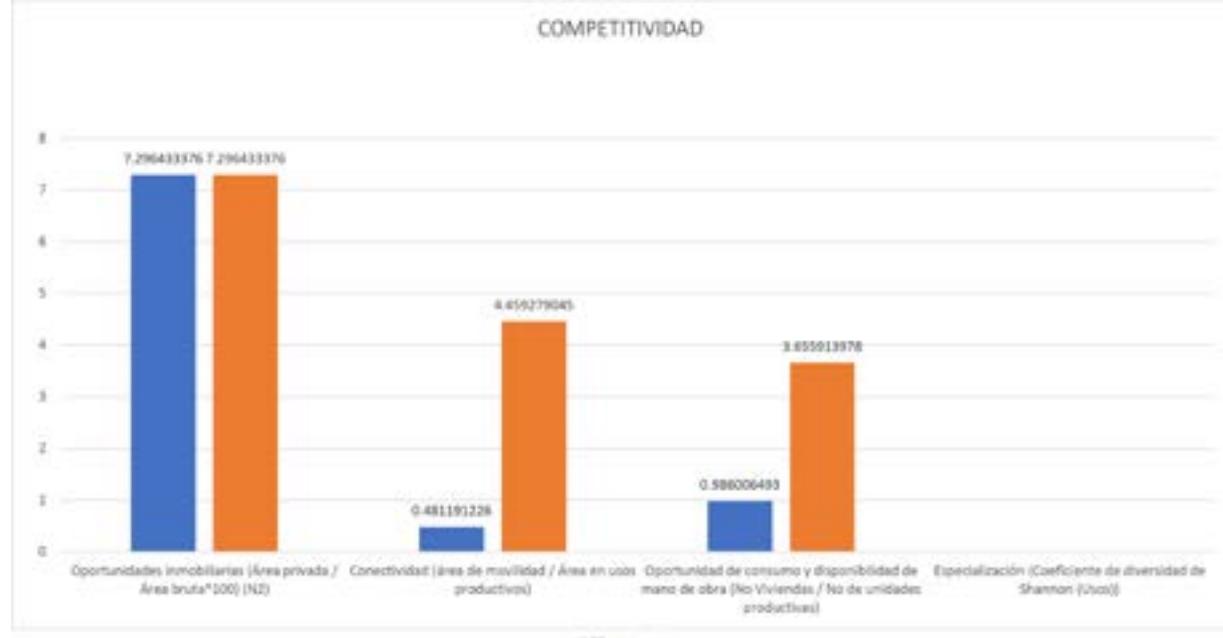
Nota: POT: Plan de Ordenamiento Territorial vigente. Anterior: estado anterior al POT vigente.

Fuente: elaboración propia.

6 Abordados en otros documentos generados por esta investigación.

7 Una explicación más detallada de los indicadores utilizados se puede encontrar en Sanabria Artunduaga (2014).

**Figura 8.** Mediciones de la competitividad de los modelos urbanos actual y proyectado



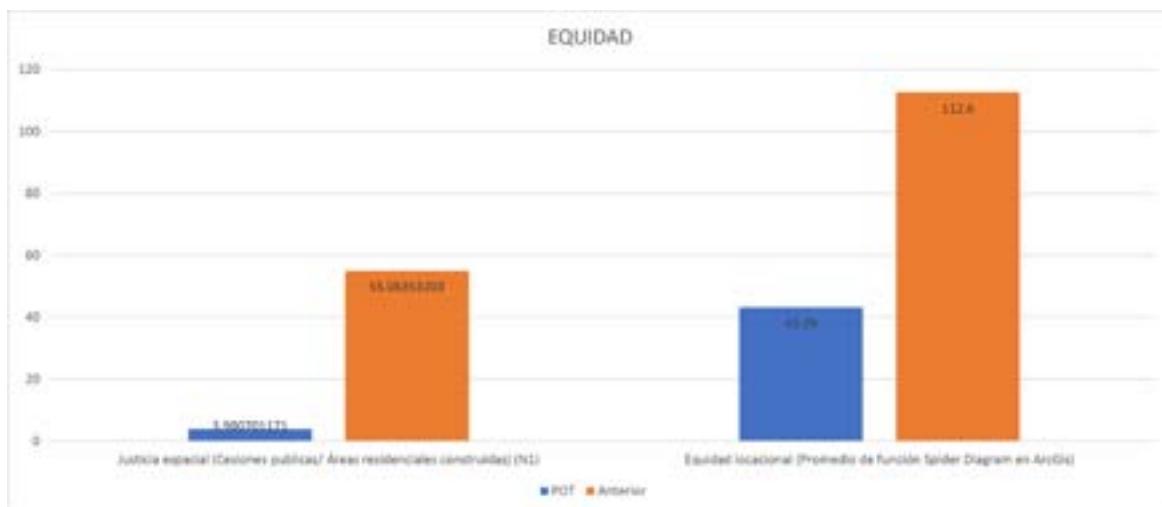
Nota: algunos valores son multiplicados por 10 o divididos por 10 (N2) para mejorar la visibilidad.

Fuente: elaboración propia.

Contrario a los resultados anteriores, el EOT muestra un modelo urbano limitado para competir económicamente. Se parte del hecho de que las oportunidades inmobiliarias son proporcionales a la disponibilidad de suelo para generarlas, pero son mantenidas por el stock edificado sujeto a transacciones. Este indicador parece inoperante para el caso de Ventaquemada cuyo EOT ha estimado desarrollos muy superiores al dinamismo del mercado. La conectividad global decrece reafirmando la centralidad del modelo, y la relación entre residencias y áreas productivas decrece en términos relativos, no obstante su crecimiento absoluto como se pude ver en la Figura 8.

Finalmente, como plantea Morales Schechinger (2005), el mercado libre del suelo puede ayudar a que sus usos rentables hagan productiva a la ciudad pero, con frecuencia, deja por fuera los usos sociales, públicos y ecológicos, e impide que sea equitativa, que se pueda convivir y que esté integrada a su medio natural. Los datos de Ventaquemada muestran un modelo urbano con una relación desfavorable entre cesiones públicas y áreas residenciales. Ante la ambigüedad de la norma urbanística para definir topes a los usos alternos, esta simulación toma como criterio de maximización el uso más rentable, la cual se expresa en la generación de equipamientos, pues su aumento se refleja en menores distancias entre ellos y las residencias, mejorando sustancialmente el acceso a esos servicios urbanos.

**Figura 9.** Mediciones de equidad de los modelos urbanos actual y proyectado



Nota: algunos valores son multiplicados por 10 o divididos por 10 (N2) para mejorar la visibilidad.

Fuente: elaboración propia.

## Las limitaciones normativas para materializar el modelo territorial del EOT

A partir de los resultados de la aplicación del modelo de evaluación en Ventaquemada se pueden identificar algunas limitaciones de la norma de los aprovechamientos que limitan las posibilidades de materialización del modelo territorial de manera anticipada: la clasificación del suelo es la primera decisión que tiene repercusión sobre ello. La Ley 388 de 1997 (Congreso de Colombia, 1997) define suelos de protección, urbanos, de expansión y rurales, que incluye el suburbano. Sin embargo, el EOT de Ventaquemada utiliza las clasificaciones de suelo inapropiadamente al aplicarlas a la clasificación del uso, con lo cual propicia ambigüedades normativas para algunas de sus categorías, por ejemplo, el suelo de protección es confundido con el tratamiento de conservación y el título IV del EOT plantea una categoría que define como de expansión a largo plazo que no permite ser aplicada.

En definitiva, el EOT no considera áreas de expansión pero amplia el perímetro urbano. Sin embargo señala que “los predios que sean afectados por la ampliación del perímetro urbano, solo podrán ser urbanizados, hasta tanto se densifiquen las manzanas que no se encuentran consolidadas a la fecha de expedición del presente acuerdo” (Concejo Municipal de Ventaquemada, 2001: 21). Esto, en la práctica, es una manifiesta contradicción pues los procesos de urbanismo son predecesores de la construcción y, por lo tanto, de la densificación de las manzanas. Ni en el EOT ni en sus planos se indican cuáles manzanas están o no consolidadas, y por otra parte, el grado de consolidación urbana habilitante está sujeta a interpretación de funcionarios y promotores.

El documento presenta varias inconsistencias, ambigüedades y contradicciones que dificultan la aplicación de exigencias normativas similares para hacer la simulación en cualquier localización, permitiendo que el promotor interprete elementos como el número mínimo de unidades para los conjuntos y agrupaciones, los parqueos como parte de las cesiones o la reducción de su exigencia bajo condiciones “sin concordancia”, los porcentajes de áreas libres de algunas cesiones, las definiciones de alturas o la precisión en la localización espacial de los usos.

Con respecto a las alturas, se enuncia en el Plan que estas dependen del uso del inmueble y del carácter e importancia de las vías, lo que permite pensar que los predios sobre las vías principales, sin importar su tamaño, pueden beneficiarse de incrementos en los aprovechamientos con alturas ilimitadas. De otra parte, los polígonos normativos cortan los predios, impidiendo establecer sin ambigüedad los usos asignados, mientras que el área urbanizable incorporada al perímetro está lejos de una correspondencia con el crecimiento demográfico.

El resultado es que durante la vigencia del Plan y en el escenario simulado se requiere de un número de habitantes desproporcionado para habitar lo proyectado, que ni en las más optimistas proyecciones será factible dadas las condiciones de desarrollo económico y social de Ventaquemada. A esto añadimos el hecho de que el municipio no consideró en su Plan áreas de expansión con dos consecuencias: primero, amplió el perímetro urbano a un tamaño tal que, bajo las condiciones del mercado inmobiliario local imperantes, será imposible de materializar durante la vigencia del EOT, y segundo, no define instrumentos de planificación intermedios y, por lo tanto, se habilita y generaliza la urbanización predio a predio, ampliando las dificultades para crear y financiar las áreas requeridas por los sistemas generales que permiten el funcionamiento urbano y unas condiciones adecuadas de habitabilidad.

## A modo de conclusión

Si consideramos que el Plan de Ordenamiento Territorial debe garantizar un proyecto colectivo local, su modelo territorial debe expresar las estrategias encaminadas a lograrlo, sin embargo, las ciudades son construidas por sus habitantes según unas normas urbanísticas orientadas a lograr ese modelo y con él, los objetivos del Plan. De allí que sea necesario un instrumento para evaluar de manera anticipada la correspondencia entre lo que se propone en el Plan y la norma de aprovechamientos urbanísticos, con lo cual se pondrían de manifiesto contradicciones normativas con el modelo territorial adoptado.

La evaluación de coherencia del Plan por medio de la simulación de escenarios de pleno aprovechamiento urbanístico que se ha propuesto aquí, así como el análisis de indicadores que valoran la correspondencia de la norma y el discurso prospectivo que le da origen son una alternativa más potente y más refinada técnicamente que la matriz de fines y medios comúnmente utilizada para ello.

La modelación espacial de la norma urbanística a partir de la interpretación que hacen los agentes inmobiliarios para garantizar sus mayores rendimientos es el punto de partida para esta evaluación. Bajo ese criterio, la simulación ofrece un escenario y aporta los datos para validar el modelo territorial del municipio de Ventaquemada puesto a prueba aquí, cuyos resultados expresan ambigüedades e inconsistencias de la norma que habilitan interpretaciones que limitan o contradicen sus propios propósitos de ordenamiento.

Las limitaciones en la formulación del EOT de Ventaquemada parecen comunes a muchos planes municipales en Colombia, especialmente de aquellos municipios con centros poblados pequeños cuyas limitaciones técnicas restringen las posibilidades de alcanzar los objetivos comunes propuestos en las declaraciones de los planes para propiciar un desarrollo sostenible, posicionarse en el entorno regional por su productividad y proveer acceso equitativo a las oportunidades, servicios y beneficios del desarrollo.

## Bibliografía

- COMBES, L. (Ed.). (2003). *Contribuciones a los sistemas de diseño*. Tucumán: Editorial Magna.
- BOSQUE SENDRA, J., DÍAZ, C. y DÍAZ, M. A. (2001-2002): "De la justicia espacial a la justicia ambiental en la política de localización de instalaciones para la gestión de residuos en la comunidad de Madrid". *Boletín de la Real Sociedad Geográfica*, CXXXVII-CXXXVIII: 89-114.
- CONCEJO MUNICIPAL DE VENTAQUEMADA. (2001). *Proyecto de Acuerdo No. 02 de 2001*. Consultado en: [http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/acuerdo%20%20ventaque마다%20\(83%20pag%20-%20470%20kb\).pdf](http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/acuerdo%20%20ventaque마다%20(83%20pag%20-%20470%20kb).pdf)
- CONGRESO DE COLOMBIA (1997, julio 18). *Ley 388 de 1997*. Consultada en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=339>
- GLAESER, E. (2011). *El triunfo de las ciudades*. Madrid: Taurus.
- HARVEY, D. (1979). *Urbanismo y desigualdad social*. Barcelona: Siglo XX
- LEFEBVRE, H. (1975). *El derecho a la ciudad*. Barcelona: Península.
- MINISTERIO DEL AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. (2005) *Guía metodológica 2. Revisión y ajuste de Planes de Ordenamiento Territorial*. Bogotá: Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- MORALES SCHECHINGER, C. (2005). *Notas sobre la regulación del mercado de suelo y sus instrumentos*. Consultado en: [http://www.vecinalesdecomodoro.org/wp-content/uploads/2015/08/Notas\\_sobre\\_regulaci%C3%B3n\\_del\\_suelo..pdf](http://www.vecinalesdecomodoro.org/wp-content/uploads/2015/08/Notas_sobre_regulaci%C3%B3n_del_suelo..pdf)
- RUEDA, S. (2007). "El urbanismo ecológico: un nuevo urbanismo para abordar los retos de la sociedad actual". *Neutra*, 15: 30-37.
- SANABRIA ARTUNDUAGA, T. (2014). "¿El PEMP y el POT al unísono? Simulación de aprovechamientos urbanísticos en el centro histórico de Tunja". *Designia*, 2 (2):115-141
- VEGA, W. (2007). *Distrito Especial histórico cultural del Puente de Boyacá*. Tunja: Departamento Administrativo de Planeación Departamental.