



Subsecretaría de Planeación y Política

Javier Andrés Baquero Maldonado Subsecretario

Subdirección de Información Sectorial

María Paula Salcedo Porras Subdirectora

Equipo técnico - Subdirección de Información Sectorial

Tania Sofia Puentes Rojas Hernán Darío Enríquez Sierra¹

¹ Para comentarios enviarlos a los correos: <u>maría.salcedo@habitatbogota.gov.co</u>; <u>tania.puentes@habitatbogota.gov.co</u> hasta el 28 de febrero de 2022.









Contenido

	Objetivo	5
	Alcance	5
	Elementos y criterios metodológicos	5
	Imágenes satelitales Insumo	6
	Procesamiento digital de imágenes	8
	Control de calidad	9
	Invernaderos y Canteras	9
	Tejido urbano discontinuo	10
	Consideraciones sobre diferencias metodológicas	12
۱	nálisis de resultados	15
	Variaciones en el crecimiento reciente de los municipios de: Bojacá, Cota, Funza, May Tabio.	drid 21
20	omparativo de avance del tejido urbano	24
3	eferencias eferencias	29







Listado de ilustraciones

Ilustración 1. Fases de metodología planteada	6
Ilustración 2. Imagen satelital Insumo	7
Ilustración 3. Herramienta signature editor	8
Ilustración 4. Herramienta Clasificación supervisada	8
Ilustración 5. Comparación de coberturas clasificadas	10
Ilustración 6. Tejido urbano discontinuo	11
Ilustración 7. Vías conectoras	12
Ilustración 8. Tejido Urbano identificado a 2020	16
Ilustración 9. Comparativo histórico crecimiento del tejido urbano	18
Ilustración 10. Hectáreas licenciadas por periodo	20
Ilustración 11. Unidades de vivienda licenciadas - Tabio	22
Listado de tablas	
Tabla 1. Detalle imagen Landsat 8	6
Tabla 2. Comparación metodología IDOM	14
Tabla 3. Resultado tejido urbano 2020	15
Tabla 4. Variación porcentual del tejido urbano	17
Tabla 5. Crecimiento medio anual del tejido urbano	19
Tabla 6. Variación media anual de hectáreas licenciadas	20
Tabla 7. Comparativo crecimiento por periodo y medio anual	21
Tabla 8. Ejemplos crecimiento del tejido urbano a 2020	22
Tabla 9. Comparativo de crecimiento 2016 vs 2020	24



ANÁLISIS DEL PROCESO DE URBANIZACIÓN DE BOGOTÁ-CUNDINAMARCA 2016 - 2020

Objetivo

El objetivo de este ejercicio es estimar la ocupación del tejido urbano en Bogotá y 20 municipios de Cundinamarca en el año 2020. Con este estimado se contará con información base para el análisis del suelo disponible y vacante susceptible para el desarrollo de proyectos constructivos de escala regional .

Alcance

El alcance del estudio se basa en la identificación del tejido urbano a 2020 por medio de la interpretación de imágenes satelitales donde se pueda evidenciar la presencia de elementos constructivos asociados a un concepto del avance del tejido urbano o la continuidad física de los espacios urbanos, así como del surgimiento o consolidación de sectores discontinuos a los centros urbanos, pero con carácter de urbanización, independiente del uso que tengan.

Elementos y criterios metodológicos

En este documento se presentan los elementos y criterios metodológicos que permiten delimitar el tejido urbano continuo y discontinuo al año 2020 de los municipios mencionados, tomando como base el estudio realizado por IDOM para la Secretaría Distrital de Planeación en el año 2018, el cual aporta bases para analizar la expansión urbana hasta el año 2016. Sobre esa referencia, se realizan cálculos sobre el avance del tejido urbano a nivel de municipio.

Esto a través de cuatro fases planteadas en la metodología, la cual a partir de la selección de imágenes satelitales de Landsat 8 con mínima nubosidad y cobertura del área de estudio, se inicia un procesamiento de imágenes mediante los software de Erdas Imagine y ArcGis; se entrena el software en la diferenciación de coberturas a partir de firmas espectrales características de la cobertura y selección de muestras, con base en el muestreo el software realiza una clasificación de los pixeles generando un archivo tipo raster sobre el que se aplican una serie de filtros espectrales para minimizar el efecto sal y pimienta obteniendo un archivo formato raster. El producto se convierte a tipo vector para poder editar su forma e iniciar el control de calidad el cual consistió en depuración de áreas reducidas dando homogeneidad a las coberturas y verificación a partir de imágenes Google Earth, acorde con la siguiente ilustración.



Ilustración 1. Fases de metodología planteada



Fuente. Elaboración propia, SDHT - SIS.

Imágenes satelitales Insumo

Tomando como referencia una imagen satelital Landsat 8 "LC80080572020082LGN00" tomada el día 22 de marzo del 2020, se realizó la unión de bandas del espectro visible (layerstack) con el software de ERDAS Imagine para posteriormente realizar una clasificación supervisada entrenando al software para que clasificara las áreas urbanas continuas y dispersas en el área de estudio determinada en base a estudios previamente realizados.

A continuación, se detallan los datos de la imagen satelital usada para la clasificación supervisada en el área de estudio.

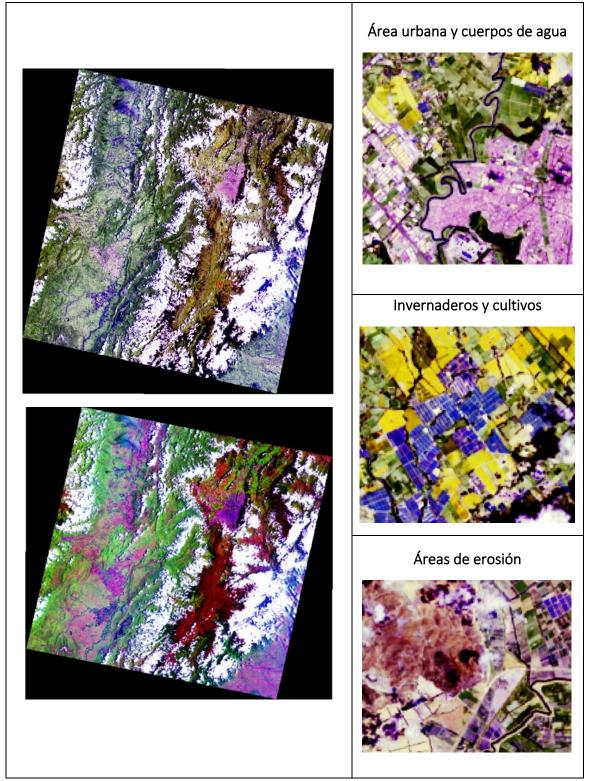
Tabla 1. Detalle imagen Landsat 8

Landsat Product Identifier	LC08_L1TP_008057_20200322_20200326_01_T1
Landsat Scene Identifier	LC80080572020082LGN00
Acquisition Date	2020/03/22
WRS Path Row	008 - 057
Target WRS Path	8
Target WRS Row	057
Nadir/Off Nadir	NADIR
Roll Angle	-0.001
Date L-1 Generated	2020/03/26
Start Time	2020:082:15:12:16.5360840
Stop Time	2020:082:15:12:48.3060830
Data Type Level-1	OLI_TIRS_L1TP
Sensor Identifier	OLI_TIRS
Map Projection Level-1	UTM
UTM Zone	18
Datum - Ellipsoid	WGS84
Grid Cell Size Panchromatic	15.00
Grid Cell Size Reflective - Thermal	30.00
Bias Parameter File Name OLI	LO8BPF20200322144936_20200322153613.02
Bias Parameter File Name TIRS	LT8BPF20200310060739_20200324104153.01
Calibration Parameter File	LC08CPF_20200101_20200331_01.04
RLUT File Name	LC08RLUT_20150303_20431231_01_12.h5
Center Latitude	4°20'19.93"N
Center Longitude	74°27'46.08"W

Fuente. Earth Explorer



Ilustración 2. Imagen satelital Insumo



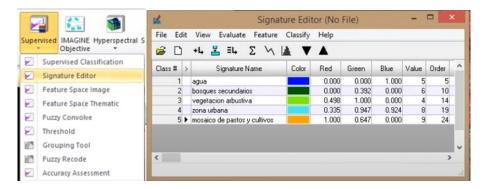
Fuente. Elaboración propia, SDHT - SIS.



Procesamiento digital de imágenes

Mediante la herramienta Signature Editor ubicada en el módulo ráster supervisado, se toman las muestras de las diferentes coberturas para entrenar al software en la diferenciación de usos del suelo, tomando las más predominantes como lo son Cultivos, áreas de bosque, cuerpos de agua, suelo erosionado y áreas urbanizadas a partir de fotointerpretación y sus características pictórico-morfológicas propias de cada cobertura.

Ilustración 3. Herramienta signature editor



Fuente. Elaboración propia, SDHT - SIS. Tomado del software Erdas Imagine.

Una vez finalizada la toma de muestras, se generan reportes de calidad para estimar el grado de separabilidad euclidiana entre las muestras, permitiendo estimar el grado de diferenciación que logró captar el software, posteriormente con la herramienta de clasificación supervisada se indica al software la imagen a clasificar y el muestreo realizado con la herramienta de signature editor, finalmente se definen reglas de decisión entre estas el método de máxima verosimilitud y se da inicio al procesamiento de la imagen.

Ilustración 4. Herramienta Clasificación supervisada



Fuente. Elaboración propia, SDHT - SIS. Tomado del software Erdas Imagine.

Una vez finaliza el procesamiento se obtiene un formato tipo ráster, se aplica un filtro a la imagen para reducir los efectos de sal y pimienta de la imagen con la función Neigborhood la cual mediante funciones de interpolación permite la reducción de dicho efecto.

Una vez ejecutado el procesamiento, con el software de ArcGis y la herramienta Raster to Polygon se convierte el producto de tipo ráster a vector dejando solo la cobertura de interés de áreas urbanizadas para facilitar su edición y cálculo de estadísticas.



Control de calidad

Se llevó a cabo el siguiente ejercicio de control de calidad teniendo en cuenta que la definición de la huella urbana excluye: las construcciones temporales con vocación agrícola como los invernaderos, la infraestructura ambiental como los rellenos sanitarios o embalses, la vivienda campesina de menos de 0,5 viviendas por hectárea y los pasivos ambientales ocasionados por la explotación minera.

Debido a que la escala de las imágenes satelitales utilizadas para el año 2020 como insumo no proporcionan un buen nivel de detalle para escala urbana, en la metodología fue indispensable su verificación y comparación contra imágenes de Google Earth que aportan mayor resolución espacial.

Es de resaltar que en algunos municipios con zonas de pendiente muy escarpada como Sibaté, Facatativá, Gachancipá y Bojacá, no fue posible corroborar o verificar la clasificación supervisada generada en su totalidad debido a la presencia de nubosidad en la imagen o falta de actualización de imágenes a 2020 en la aplicación de Google Earth, sin embargo, estas zonas al tener pendientes pronunciadas son de difícil urbanización y predominan los usos de protección, por ende, no representa un porcentaje importante sobre lo clasificado.

Invernaderos y Canteras

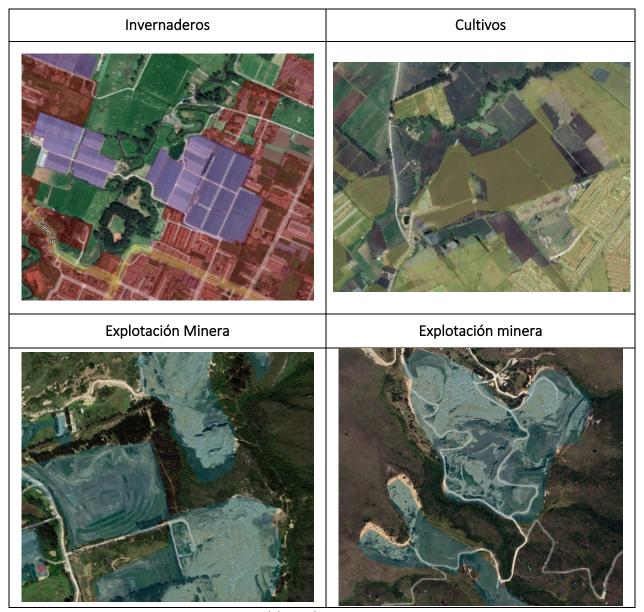
Debido a que la firma espectral de algunos de los elementos es similar a los de áreas urbanizadas, el software no logra reconocer en totalidad su diferencia y los confunde incluyendo este tipo de coberturas en la clasificación, por ende, fue necesario realizar un control de calidad y edición de la capa vectorial obtenida.

Este control de calidad se realizó verificando la información de imágenes: de Google Earth. Se realizó una verificación de las áreas clasificadas como tejido urbano continuo y discontinuo para el 2020 en zonas de borde o identificando áreas donde la clasificación no corresponde como lo son los cuerpos de agua, destinaciones agrícolas, áreas de explotación minera o suelo erosionado e invernaderos. Esta verificación fue complementada confrontando la información vectorial con la cobertura de Invernaderos y con la cobertura de Canteras elaborada por IDOM en 2018.

A continuación, se muestra como ejemplo algunos casos donde fue necesario ajustar la clasificación:



Ilustración 5. Comparación de coberturas clasificadas



Fuente. Elaboración propia, SDHT - SIS.

Tejido urbano discontinuo

Se aclara que no existe una metodología definida o aprobada a nivel nacional o regional para la delimitación del tejido urbano discontinuos o rurales lo cual conlleva a un criterio discrecional. Esta discrecionalidad puede generar diferencias en los cálculos, ya que al ser ocupación de baja densidad y al considerar la unidad predial completa puede ocasionar un aumento considerable en el área ocupada por huella o tejido urbanos y no necesariamente corresponder en su totalidad a áreas construidas.



De tal forma el resultado obtenido se comparó con la huella urbana del año 2016 identificada por IDOM e imágenes de Google Earth con el fin de complementar las áreas con tejido urbano discontinuo que no fue identificado en la clasificación supervisada. Dado que la escala de la imagen satelital utilizada (15-30 metros) no tiene la resolución suficiente como las ortofotos utilizadas para el diagnóstico de huella urbana del 2018. Sin embargo, como se mencionó, estas áreas fueron revisadas contra imágenes de Google Earth.

A continuación, se muestran unos ejemplos del tejido discontinuo mencionado.

Ilustración 6. Tejido urbano discontinuo



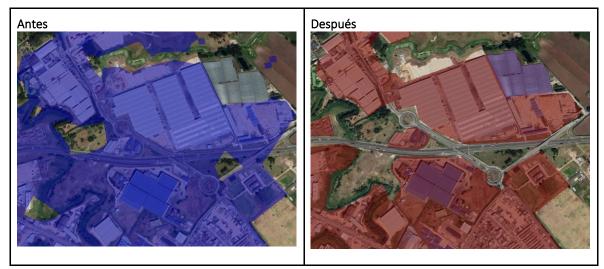
Fuente. Elaboración propia, SDHT - SIS.

Adicionalmente, siguiendo la metodología IDOM no se contempló en la delimitación del tejido urbano continuo y discontinuo las áreas de vía nacional o intermunicipal que sirven de conexión entre el tejido urbano continuo y discontinuo, reduciendo la continuidad del polígono, pero permitiendo mayor comparabilidad de resultados al extraerlas en el control



de calidad, en la siguiente ilustración la huella del 2016 (beige) y las áreas clasificadas en 2020 (rojo).

Ilustración 7. Vías conectoras



Fuente. Elaboración propia, SDHT - SIS.

Consideraciones sobre diferencias metodológicas

Teniendo en cuenta que IDOM realizó un trabajo de huella urbana para los años 1997, 2005, 2010 y 2016 a continuación presentamos las principales diferencias en las metodologías para estimar el crecimiento del tejido urbano producto de procesos de urbanización. Diferencias que pueden ocasionar variaciones considerables del crecimiento o avance del tejido urbano.

De acuerdo con la metodología planteada por (IDOM, 2018)² en el capítulo de definición del modelo territorial, la Huella Urbana se define como la sumatoria de todos los grupos de transición urbana teóricos propuestos y clasificados en huella urbana continua, huella dispersa y huella rural. Lo anterior permite señalar que la definición de Huella urbana no es taxativa y su interpretación depende de entender un proceso metodológico.

Por lo tanto, para subsanar dicha situación, la definición extensa es la siguiente:

"El suelo en el que actualmente se desarrollan actividades urbanas o suelo que está en proceso de dejar su vocación agrícola o de protección como los suelos suburbanos. Se incluyen todos los tejidos residenciales (inclusive las zonas de vivienda campesina y la vivienda de baja densidad de estratos altos de 0,5 o más viviendas por hectárea), también se incluyen los tejidos con usos comerciales, servicios, industriales, agroindustriales, logística y los dotacionales (recreativos y deportivos). Se excluyen: las construcciones temporales con vocación agrícola como los invernaderos, la infraestructura ambiental como los rellenos

-

² IDOM 2018, Anexo III Metodología técnica



sanitarios o embalses, la vivienda campesina de menos de 0,5 viviendas por hectárea y también se excluyen los pasivos ambientales ocasionados por la explotación minera."

Es importante resaltar, estas definiciones de Huella Urbana no tienen una correspondencia exacta con la clasificación del suelo de los planes de ordenamiento en categoría suburbano y rural; y tampoco tiene una correspondencia con las categorías de la cartografía DANE-IGAC en términos de casco urbano y centro poblad o^3 .

Los resultados del estudio de IDOM (2018) se originan en un ejercicio de restitución de imágenes satelitales lo que lo hace independiente de los sesgos de la clasificación legal de suelo de cada municipio. Clasificación legal que se entiende como un "deber ser" y no corresponde a un registro de la realidad con evidencia empírica.

Entonces, el atributo de esta delimitación de tejido urbano continuo y discontinuo propuesto es que gracias al ejercicio de restitución de imágenes satelitales permitió dimensionar ocupaciones muy extensas del suelo con baja y muy baja densidad. Ocupaciones que definitivamente no tienen vocación agrícola. Los resultados evidenciaron que el 29% del área ocupada entre 1997 y 2016 se dio en suelo clasificado como Urbano o Expansión, el 71% restante se dio sobre otro tipo de suelo.

³ Centro poblado (CP) (DANE, 2019): es un concepto creado por el DANE para fines estadísticos, útil para la identificación de núcleos de población. Se define como una concentración de mínimo veinte (20) viviendas contiguas, vecinas o adosadas entre sí, ubicada en el área rural de un municipio o de un Corregimiento Departamental. Dicha concentración presenta características urbanas tales como la delimitación de vías vehiculares y peatonales. En las tablas referidas a la codificación de la Divipola, se identifican en la columna "Categoría" con la expresión o etiqueta "CP", indicando que, si bien se trata de un centro poblado, no se cuenta con la precisión de la autoridad municipal, que permita afirmar si se trata de un caserío, de

una inspección de policía, o de un corregimiento municipal.



Tabla 2. Comparación metodología IDOM

Ítem	IDOM 2018	SDHT 2020				
Último corte de estudio	2016	2020				
Resolución Alta – Ortofotos Insumo disponible (solo para 2016)		Media – Google Earth Baja - Landsat 8				
Nivel de detalle	Zonas Homogéneas	Zonas Homogéneas				
Construcciones en proceso	Se incluyeron zonas con procesos de urbanización.	Aplicó según tamaño del proyecto.				
Espacio público	Los dotacionales (recreativos y deportivos) ya sean públicos o privados.	Aplica para áreas indispensables de soporte urbano				
Tejido discontinuo	Se incluyen todos los tejidos residenciales (inclusive las zonas de vivienda campesina y la vivienda de baja densidad de estratos altos de 0,5 o más viviendas por hectárea).	Aplica para todas las clases de suelo siempre y cuando tengan un conglomerado de construcciones. Se toma la unidad predial completa.				
Homogeneidad	Media	Media				
Continuidad	Media	Media				
Control de calidad	Completo	Completo				
Estado del estudio	Finalizado	Finalizado				

Fuente. Elaboración propia, SDHT - SIS.

Finalmente, como se observó en la tabla anterior la diferencia metodológica radica en la resolución espacial de las imágenes insumo utilizadas y el carácter subjetivo que conlleva la delimitación del tejido urbano discontinuo.



Análisis de resultados

Se obtuvo el área de tejido urbano por cada municipio, de acuerdo con la siguiente tabla: Tabla 3. Resultado tejido urbano 2020

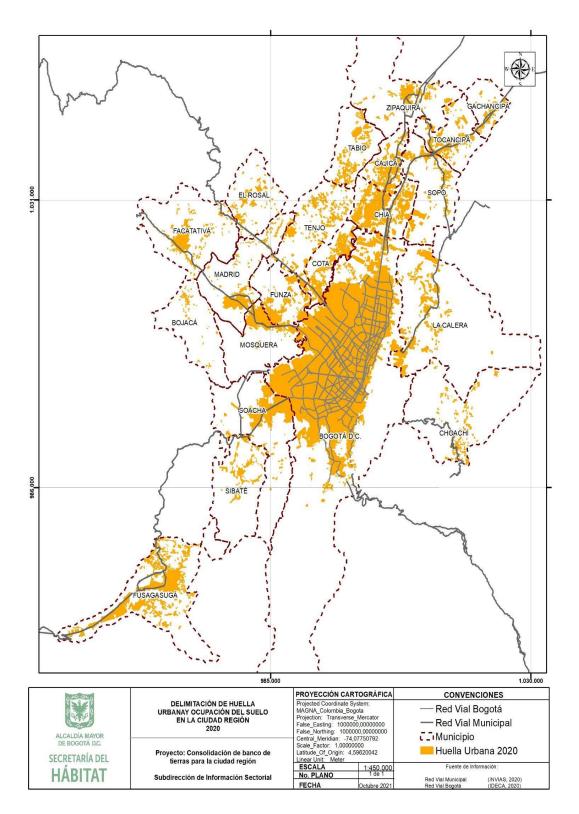
Municipio	Área	Tejido Urbano	%	% del
/	Municipio (ha)	2020 (ha)	General	Municipio
Bogotá D.C.	163.506,66	36.443,5	54,39%	22,29%
Fusagasugá	21.148,56	4.176,2	6,23%	19,75%
Chía	7.956,51	3.199,2	4,77%	40,21%
Soacha	18.778,67	2.826,1	4,22%	15,05%
La Calera	32.763,70	2.487,2	3,71%	7,59%
Tenjo	11.461,14	1.653,9	2,47%	14,43%
Cota	5.371,29	1.584,7	2,37%	29,50%
Cajicá	5.035,69	1.553,9	2,32%	30,86%
Mosquera	10.622,97	1.527,5	2,28%	14,38%
Funza	6.913,64	1.505,8	2,25%	21,78%
Sopó	11.094,40	1.389,3	2,07%	12,52%
Tocancipá	7.442,23	1.326,1	1,98%	17,82%
Facatativá	15.883,67	1.302,5	1,94%	8,20%
Madrid	12.014,51	1.223,5	1,83%	10,18%
Tabio	7.559,10	1.130,9	1,69%	14,96%
Zipaquirá	19.338,57	1.051,8	1,57%	5,44%
Sibaté	12.218,27	731,1	1,09%	5,98%
Choachí	21.341,45	651,3	0,97%	3,05%
El Rosal	8.643,41	636,8	0,95%	7,37%
Gachancipá	4.293,62	430,2	0,64%	10,02%
Bojacá	10.280,06	172,9	0,26%	1,68%
Total general	413.668,13	67.004,49	100%	16,20%

Fuente. Elaboración propia, SDHT - SIS.

El análisis de los procesos de urbanización de Bogotá y los municipios aledaños identificó que el consumo de suelo en hectáreas (ha) en la región es de 67.004,49 hectáreas para el año 2020. Bogotá presenta un consumo de suelo de 36.443,5 hectáreas correspondientes a 54,39% del tejido urbano de la región, seguido de Fusagasugá, Chía, Soacha; que presentan un tejido urbano de 4.176,2 ha (6,23%); 3.199,2 ha (4,77%); 2.826,1 ha (4,22%); respectivamente. El resto de los municipios tienen una ocupación en proporción menor al 2% de la región. Los municipios con menor consumo de suelo urbano son Gachancipá con 430,2 ha (0,64%) y Bojacá con 172,9 ha (0,26%). En la Ilustración 8 se presenta la distribución espacial del tejido urbano clasificado para el área de estudio en el 2020.



Ilustración 8. Tejido Urbano identificado a 2020



Fuente. Elaboración propia, SDHT - SIS.



En términos de crecimiento del tejido urbano como lo muestra la siguiente tabla, los municipios de la región vienen creciendo a tasas superiores a las de Bogotá, en especial se observa un crecimiento importante entre los años 2005 y 2010.

Tabla 4. Variación porcentual del tejido urbano

	1997 - 2	005	2005 - 2	010	2010 - 20	16	2016 - 20	20
MUNICIPIO	Diferencia (ha)	% Var.	Diferencia (ha)	% Var.	Diferencia (ha)	% Var.	Diferencia (ha)	% Var.
BOJACÁ	6,54	16,7%	42,34	92,6%	46,80	53,1%	38,05	28,2%
COTA	26,00	14,4%	659,58	319,0%	423,45	48,9%	294,90	22,9%
FUNZA	30,80	7,5%	309,80	70,3%	475,81	63,4%	279,32	22,8%
MADRID	30,79	7,4%	248,38	55,6%	304,78	43,9%	223,93	22,4%
TABIO	55,90	49,4%	723,54	427,9%	41,05	4,6%	197,18	21,1%
EL ROSAL	23,93	116,2%	347,53	780,6%	142,25	36,3%	102,48	19,2%
GACHANCIPÁ	28,96	40,6%	133,86	133,4%	127,46	54,4%	68,54	19,0%
ZIPAQUIRÁ	38,64	7,8%	262,64	49,1%	105,06	13,2%	149,12	16,5%
FACATATIVÁ	50,27	9,9%	427,94	76,6%	136,98	13,9%	178,81	15,9%
TOCANCIPÁ	15,43	23,7%	819,38	1018,5%	266,01	29,6%	160,23	13,7%
TENJO	34,96	42,7%	1.030,68	881,6%	325,02	28,3%	181,32	12,3%
LA CALERA	20,55	19,9%	1.548,98	1249,7%	549,17	32,8%	265,12	11,9%
SIBATÉ	23,94	15,6%	313,54	176,3%	162,56	33,1%	77,21	11,8%
MOSQUERA	102,91	21,4%	239,22	40,9%	562,42	68,3%	141,25	10,2%
CHOACHÍ	20,48	68,3%	527,90	1045,6%	14,20	2,5%	58,66	9,9%
SOACHA	140,46	9,5%	237,63	14,7%	742,32	40,0%	229,79	8,9%
CAJICÁ	131,20	29,4%	569,69	98,7%	281,88	24,6%	125,29	8,8%
CHÍA	254,05	28,3%	1.371,41	119,2%	430,99	17,1%	246,59	8,4%
SOPÓ	46,16	41,4%	903,53	572,6%	240,12	22,6%	87,91	6,8%
FUSAGASUGÁ	241,13	56,2%	2.424,19	361,7%	935,42	30,2%	146,48	3,6%
BOGOTÁ D.C.	2.171,79	6,9%	2.161,02	6,4%	476,11	1,3%	300,90	0,8%
TOTAL	3.494,88	-	15.302,77	-	6.789,84	-	3.553,05	-

Fuente: Elaboración propia – SIS, datos IDOM 1997 - 2016.

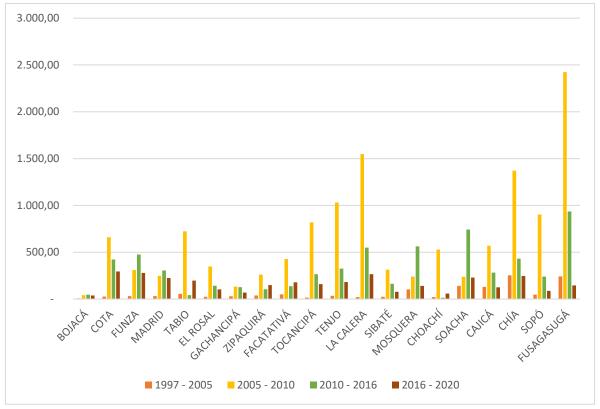
Complementando la anterior tabla, la siguiente ilustración evidencia el mayor crecimiento urbano entre los años 2005 a 2010 para los municipios de Fusagasugá, la Calera y Chía, en comparación con el menor crecimiento entre los años 1997 y 2005 siendo significativo solo para los municipios de Chía y Soacha, para el periodo de 2010 a 2016 se destaca un crecimiento significativo en los municipios de Soacha y Fusagasugá, y un valor mínimo de crecimiento para el municipio de Zipaquirá.

Teniendo en cuenta el crecimiento del tejido urbano de la región para el año 2020 con 3.553,05 hectáreas adicionales se compara con el periodo de 1997 – 2005 con un crecimiento de 3.494,88 hectáreas, mientras que el periodo de 2005 – 2010 representó un crecimiento total de 15.30,77 hectáreas representando el 53% del tejido actual.



En relación con el cálculo del tejido urbano continuo y discontinuo para el año 2020 realizado mediante la presente metodología, se presentó un crecimiento menor al 28% para la región, siendo los municipios de Bojacá, Cota, Funza, Madrid y Tabio los únicos con un crecimiento por encima de 20%, para los demás se destacaría un crecimiento constante a excepción del municipio de Fusagasugá y Sopó con un mínimo crecimiento respecto a años anteriores.

Ilustración 9. Comparativo histórico crecimiento del tejido urbano



Fuente: Elaboración propia – SIS, con base en IDOM, 2018.

Sin embargo, con el fin de realizar una comparación de crecimiento anual y no por periodos, se observa en la tabla 5 la tasa media anual de crecimiento por municipio, destacando a Bojacá, Cota, Funza y Madrid con un crecimiento anual por encima del 5% para el periodo de 2016 - 2020, el cual sigue siendo considerablemente bajo respecto a los periodos de 2005-2010 y 2010-2016.



Tabla 5. Crecimiento medio anual del tejido urbano

MUNICIPIO	1997-2005	2005-2010	2010-2016	2016-2020
BOJACÁ	1,95%	14,00%	7,36%	6,40%
COTA	1,69%	33,18%	6,86%	5,28%
FUNZA	0,91%	11,23%	8,53%	5,26%
MADRID	0,90%	9,25%	6,25%	5,18%
TABIO	5,14%	39,48%	0,75%	4,91%
EL ROSAL	10,12%	54,51%	5,29%	4,49%
GACHANCIPÁ	4,35%	18,48%	7,51%	4,44%
ZIPAQUIRÁ	0,94%	8,32%	2,08%	3,89%
FACATATIVÁ	1,19%	12,04%	2,19%	3,76%
TOCANCIPÁ	2,70%	62,08%	4,41%	3,27%
TENJO	4,54%	57,90%	4,24%	2,95%
LA CALERA	2,29%	68,29%	4,85%	2,86%
SIBATÉ	1,82%	22,54%	4,88%	2,83%
MOSQUERA	2,45%	7,10%	9,06%	2,46%
CHOACHÍ	6,72%	62,86%	0,41%	2,39%
SOACHA	1,14%	2,78%	5,77%	2,14%
CAJICÁ	3,28%	14,72%	3,73%	2,12%
CHÍA	3,17%	17,00%	2,66%	2,03%
SOPÓ	4,42%	46,40%	3,46%	1,65%
FUSAGASUGÁ	5,73%	35,79%	4,50%	0,90%
BOGOTÁ D.C.	0,84%	1,26%	0,22%	0,21%
MEDIA REGIONAL	1,11%	6,50%	1,90%	1,37%

Fuente: Elaboración propia – SIS, con base en IDOM, 2018.

A modo de complementación del análisis se consultó la base de estadísticas de licencias de constricción del DANE con el fin de dar un soporte adicional a la delimitación obtenida de tejido urbano. La Ilustración 10 muestra para los últimos periodos de análisis el área licenciada para diferentes usos en los municipios de estudio como: vivienda, industria, comercio, equipamientos, entre otros.

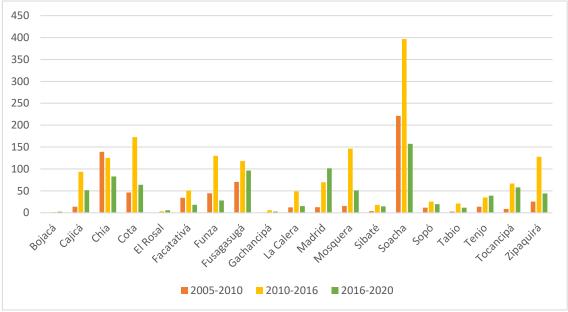
Para el periodo de 2005-2010 se registró un total de 678 hectáreas licenciadas, para el 2010 – 2016 un total de 1.661 hectáreas licenciadas y para el periodo en análisis de 2016 – 2020 un total de 869 hectáreas, lo cual muestra una congruencia con la proporción de crecimiento del tejido urbano entre la Ilustración 9 y la Ilustración 10. Es de resaltar que para el periodo 2005 – 2010 no se tiene información para los municipios de Bojacá, El Rosal, Gachancipá y de la ciudad de Bogotá ocasionando una disminución considerable de las áreas licenciadas.

Adicionalmente, un comparativo entre la Tabla 4 y la Tabla 6 se observa una congruencia de los porcentajes de variación media anual por municipio, resaltando que los porcentajes son



más altos en comparación con el crecimiento del tejido urbano, pero se mantienen las tendencias en proporción.

Ilustración 10. Hectáreas licenciadas por periodo



Fuente. Estadísticas de licencias de construcción, DANE.

Tabla 6. Variación media anual de hectáreas licenciadas.

N.A minimin	2005 -	2010 - 2016	% Variación	2016 - 2020	% Variación Media
Municipio	2010 (ha)	(ha)	Media Anual	(ha)	Anual
Bogotá	-	3	N/R	5	18%
Bojacá	-	2	N/R	3	14%
Cajicá	14	94	97%	51	11%
Chía	139	125	2%	83	8%
Cota	46	173	45%	64	16%
El Rosal	-	4	N/R	6	15%
Facatativá	34	51	8%	18	16%
Funza	45	130	32%	28	20%
Fusagasugá	71	118	11%	96	5%
Gachancipá	-	6	N/R	3	13%
La Calera	12	49	49%	15	17%
Madrid	13	70	74%	102	11%
Mosquera	16	146	140%	51	16%
Sibaté	4	18	62%	15	5%
Soacha	221	397	13%	157	15%
Sopó	12	25	19%	20	6%
Tabio	3	21	105%	12	11%
Tenjo	14	35	25%	39	3%
Tocancipá	9	67	110%	58	3%
Zipaquirá	26	128	67%	44	16%
Total	678	1.661	24%	869	12%

Fuente. Estadísticas de licencias de construcción, DANE.

Como se observó en la Tabla 6 el municipio con mayor variación anual es Funza con 20%, seguido de Bogotá con 18% y La Calera con 17%, sin embargo, en relación con la cantidad de áreas licenciadas predomina el municipio de Soacha con 157 hectáreas y el municipio de Madrid con 102 hectáreas, el primero mostrando una reducción respecto al periodo anterior y el según un aumento.

Variaciones en el crecimiento reciente de los municipios de: Bojacá, Cota, Funza, Madrid y Tabio.

Los municipios de Bojacá, Cota, Funza, Madrid y Tabio presentan un crecimiento del tejido urbano en más del 20% en un periodo de 4 años, lo que representa un crecimiento mayor al 5% anual.

Si revisamos el crecimiento entre el año 2010 y 2016 (6 años) fue de 53%, 49%, 63%, 44% y 5% respectivamente. Para los cuatro municipios en cuestión el crecimiento del periodo anterior fue de más del doble en tan solo dos años más. Con el detenimiento, en términos comparables, la tasa media anual de crecimiento del periodo 2016-2020 fue inferior al periodo 2010-2016. Es decir, exceptuando a Tabio, tomando como referencia el periodo anterior no se puede afirmar que exista una anomalía en la tasa de crecimiento de estos municipios.

Tabla 7. Comparativo crecimiento por periodo y medio anual

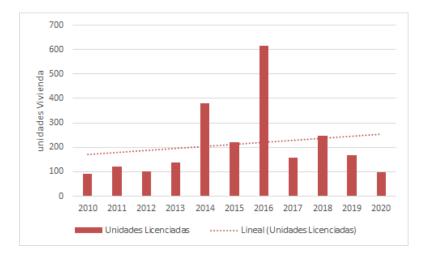
	Crecimiento			Crecimiento Tasa media anual							
	IDOM	SDHT	SDHT	IDOM	IDOM	IDOM	IDOM	SDHT			
MUNICIPIO	2010- 2016 6 años	2016- 2020 4 años	Delta 16-20 (ha)	1997- 2016	1997- 2005	2005- 2010	2010- 2016	2016- 2020			
BOJACÁ	53%	28%	38	6,72%	1,95%	14,00%	7,36%	6,40%			
COTA	49%	23%	295	10,90%	1,69%	33,18%	6,86%	5,28%			
FUNZA	63%	23%	279	5,94%	0,91%	11,23%	8,53%	5,26%			
MADRID	44%	22%	224	4,73%	0,90%	9,25%	6,25%	5,18%			
TABIO	5%	21%	197	11,75%	5,14%	39,48%	0,75%	4,91%			

Fuente: Elaboración propia – SIS. Con base en SDP - IDOM. (2017).

El caso de Tabio debe ser analizado con detenimiento, sin embargo, por su pequeño tamaño se puede asumir que las tasas de crecimiento resultantes sean volátiles ante nuevas ocupaciones con tamaño relativamente modestos. De las 197 hectáreas adicionales en el municipio de Tabio 7 corresponden a un crecimiento urbano y el área restante a tejido discontinuo en su mayoría conectado a lo identificado en el 2016.

Adicionalmente, de acuerdo con las estadísticas de licencias de construcción el municipio de Tabio presentó un crecimiento en el número de unidades de vivienda en los años 2016 y 2018 que corrobora dicho comportamiento.

Ilustración 11. Unidades de vivienda licenciadas - Tabio



Fuente. Estadísticas de licencias de construcción, DANE.

A continuación, se detallan ejemplos de las zonas donde estos municipios tuvieron mayor crecimiento del tejido urbano, predominando las áreas con tejido urbano discontinuo, polígonos en naranja corresponde al crecimiento del tejido urbano para el año 2020 y en rojo las áreas identificadas desde el 2016 por IDOM.

Tabla 8. Ejemplos crecimiento del tejido urbano a 2020

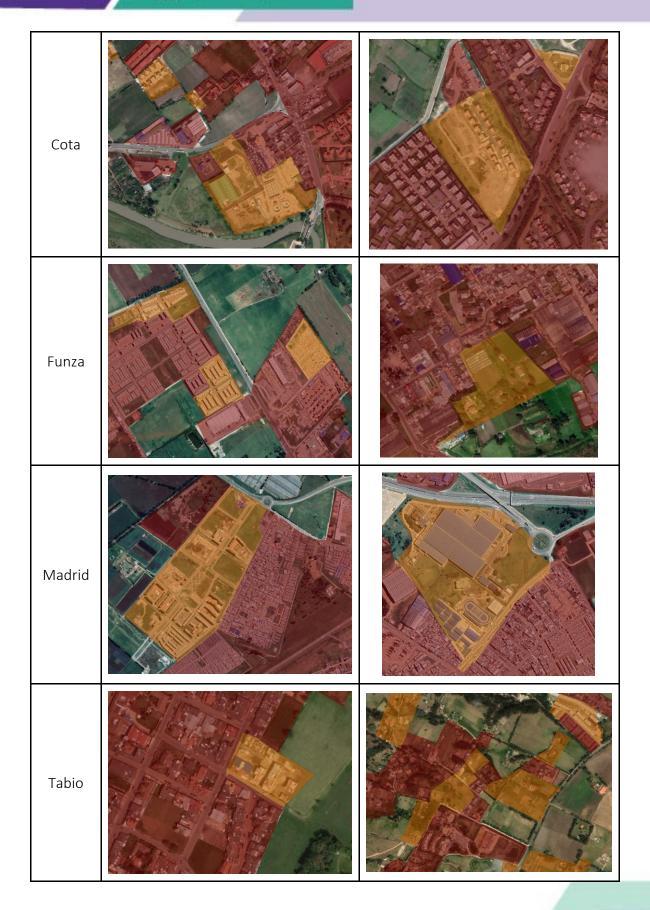
















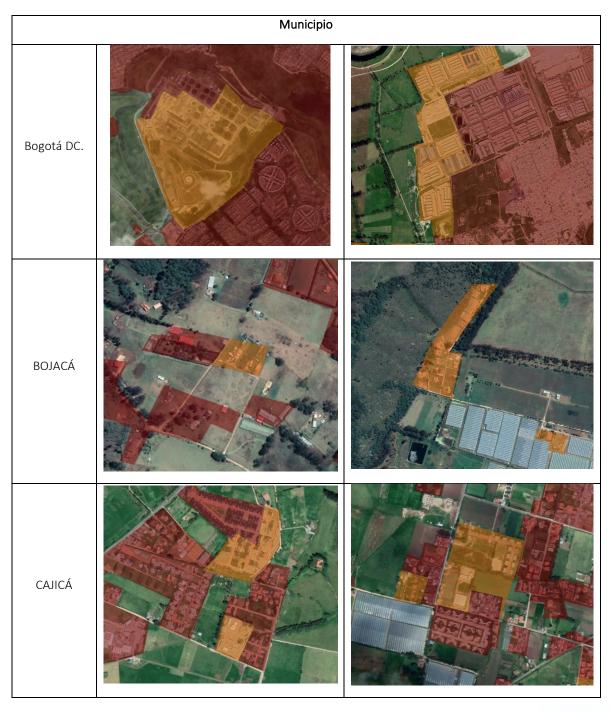




Comparativo de avance del tejido urbano

Los siguientes cuadros muestran una comparación del crecimiento del tejido urbano continuo y discontinuo respecto al año 2016 (rojo) desarrollado por IDOM y la delimitación del tejido urbano continuo y discontinuo propuesto para el año 2020 (naranja).

Tabla 9. Comparativo de crecimiento 2016 vs 2020











































Fuente. Elaboración propia – SIS, Imágenes Google Earth Pro.



Referencias

Earth Explorer. (2020). Imagen satelital Landsat 8. Disponible en: https://earthexplorer.usgs.gov/.

Google Earth Pro. (2020) como herramienta de análisis. Región Metropolitana – Bogotá. Maxar Technologies.

IDOM. (2018). Estudio de crecimiento y evolución de la huella urbana para los municipios que conforman el área Bogotá Región. Bogotá.

Melo Wilches, L., & Camacho Chavez, M. (2005). Interpretación visual de imágenes de sensores remotos y su aplicación en levantamiento de cobertura y uso de la tierra. Bogotá: IGAC - CIAF.

DANE (2021). Estadísticas de licencias de construcción (ELIC). Serie tipo base por municipios 2005-2021.