

## **METODOLOGÍA DIP\_CF APLICADA A LA FORMACIÓN CATASTRAL DE ZONAS DE INVASIÓN, CASO DE ESTUDIO MUNICIPIO SABANA DE TORRES, DEPARTAMENTO DE SANTANDER, COLOMBIA.**

*DIP\_CF Methodology applied to the cadastral formation of invasion zones, case study municipality  
Sabana de Torres, department of Santander, Colombia.*

***Yosef Harvey Cortes Millan***

*Universidad Distrital Francisco José de Caldas*

*Ingeniería Catastral y Geodesia*

[yhcortesm@correo.udistrital.edu.co](mailto:yhcortesm@correo.udistrital.edu.co)

***Paula Sofía Arias Garzón***

*Universidad Distrital Francisco José de Caldas*

*Ingeniería Catastral y Geodesia*

[psariasg@correo.udistrital.edu.co](mailto:psariasg@correo.udistrital.edu.co)

### **Resumen:**

El proceso de investigación presentado a continuación parte de una estructura metodológica fundamentada en el análisis espacial, a través de: sensores remotos, procesamiento digital de imágenes y manejo de índices espectrales, que dan como resultado la formulación de la metodología Digital Image Processing applied to Cadastral Formation (DIP\_CF); a partir de la cual será posible la adquisición de información de primer nivel de los procesos catastrales, enfocada en la detección primaria de construcciones ubicadas en zonas de invasión que no cuentan con reconocimiento predial en el municipio de Sabana de Torres del departamento de Santander, Colombia.

Lo anterior, surge de la necesidad de tener información primaria o base, que permita optimizar los procesos catastrales, a partir de la cual, para nuestro caso de estudio se iniciará el proceso de formación catastral de predios ubicados en las zonas de invasión que se encuentran en el norte del municipio de Sabana de Torres; de esta manera, con la metodología DIP\_CF, se propone llevar a cabo este proceso eficazmente, ya que, al generar una base de formación catastral aproximada, al momento de realizar la caracterización predial de manera presencial; no se partirá desde cero. Se resalta el hecho de que la información obtenida, tiene mayor grado de reconocimiento y representación debido a las fusiones de imágenes satelitales Worldview 3 y PlanetScope, e índices espectrales utilizados, tales como: NDVI, SAVI, DVI, MSAVI2 y BI2.

**Palabras clave:** Zonas de invasión; DIP\_CF; Procesos Catastrales; Procesamiento digital de imágenes; Fusión de imágenes.

### **Abstract**

The research process presented below is based on a methodological structure based on spatial analysis, through: remote sensors, digital image processing, 3d representation and spectral index management, which result in the formulation of the Digital Image Processing methodology. applied to Cadastral Formation (DIP\_CF); From which it will be possible to acquire first-level information on cadastral processes, focused on the primary detection of buildings located in invasion areas that do not have property recognition in the municipality of Sabana de Torres in the department of Santander, Colombia.

The foregoing arises from the need to have primary or base information, which allows optimizing the cadastral processes, from which, for our case study, the process of cadastral formation of properties located in the invasion areas will begin in the north of the municipality of Sabana de Torres; In this way, with the DIP\_CF methodology, it is proposed to carry out this process effectively, since, by generating an approximate cadastral formation base, at the time of realizing the property characterization in person; it will not start from scratch.

The fact that the information obtained has a higher degree of recognition and representation is highlighted due to the mergers of Worldview 3 and PlanetScope satellite images and spectral indices used, such as: NDVI, SAVI, DVI, MSAVI2 and BI2.

**Key words:** Invasion zones; DIP\_CF; Cadastral Processes; Digital image processing; Image fusion.

## 1. INTRODUCCIÓN

En el presente artículo se propone e implementa una nueva Metodología aplicada a la formación Catastral de zonas de invasión, cuyo nombre es DIP\_CF (Digital Image Processing applied to Cadastral Formation), la cual, tiene como objetivo generar información línea base de zonas de invasión que si llegan a ser legalizadas, podrán tener esta información como apoyo al proceso de formación catastral.

Esta metodología, se fundamenta en el procesamiento digital de imágenes, el uso de índices espectrales y la fusión de imágenes, aspectos que en conjunto nos permitirán obtener como resultado una caracterización visual de las construcciones presentes en las zonas de invasión, que para el presente artículo corresponde a la zona de invasión ubicada en el norte del municipio de Sabana de Torres, Santander, ubicado en el Centro-Norte de Colombia, en la cordillera de los Andes. Se resalta el hecho de que la metodología DIP\_CF permite que se puedan llevar a cabo análisis territoriales con fines catastrales de zonas que no cuenten con amplia información satelital, ya que, la metodología implementa la fusión de imágenes, lo cual permite que se pueda combinar información de diferentes medios para obtener en conjunto información de mayor resolución espacial.

Finalmente, se obtienen como resultados; representaciones visuales, capas vector y ráster, que cuentan como propuesta de información primaria línea base de las construcciones correspondientes a la zona de invasión del caso de estudio.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo general

Proponer una metodología basada en fusión de imágenes, índices espectrales y procesamiento digital de imágenes, aplicada a la formación catastral “Digital Image Processing applied to Cadastral Formation” (DIP\_CF).

### 2.2 Objetivos específicos

2.2.1. Caracterizar y modelar la zona de invasión ubicada en el norte del municipio de Sabana de Torres, Santander, Colombia, obteniendo representaciones visuales, capas vector y ráster, con la finalidad de proponer información base para el proceso de formación catastral.

2.2.2. Validar que las construcciones obtenidas a partir de la metodología DIP\_CF se contrastan con los métodos convencionales de clasificación.

### 3 . ESTADO DEL ARTE

Las invasiones urbanas o asentamientos informales son un fenómeno que usualmente está relacionado con poblaciones en condición de vulnerabilidad, las cuales parten de los recursos que tienen disponibles para lograr conseguir un lugar donde instalarse, es así como se define que los asentamientos informales son: “aglomeraciones de viviendas, producto de la ocupación o invasión de tierras fiscales o privadas, cuya construcción fue financiada por sus ocupantes o sus antecesores por el sistema de autoconstrucción” como fue citado por (Tituaña, 2018); dicho sistema autoconstructivo es el que genera mayor dinámica a nivel poblacional en crecimientos urbanos, causando así problemas de planeación y volviéndose todo un reto, que en muchos casos termina en la legalización de las zonas de invasión urbanas, todo en pro de garantizar una vivienda digna, siendo en este momento donde se hace necesario lograr la formación catastral de los predios pertenecientes a dicha zona legalizada. Cabe resaltar que, los procesos catastrales, y en específico, el proceso de formación catastral, es uno de los más complicados a la hora de llevar a cabo la labor de campo para la adquisición de información y datos, esto a consecuencia del difícil acceso, seguridad e información base o previa que se tenga de los mismos, la cual en la mayoría de las ocasiones es muy precaria e imprecisa.

Por otra parte, las invasiones a su vez, provocan pérdida en la planificación de las ciudades y así mismo generan dificultad en el equipamiento de servicios. Es por eso que cuando una zona de invasión se legaliza, parte de este proceso tiene que ver con el acceso que tenga la zona para el abastecimiento de los servicios públicos, para así poder cumplir como nos dice Decastro, Hoyos y Umaña: “el deber constitucional de garantizar una vivienda digna que supone la prestación de servicios públicos básicos como acueducto y alcantarillado como se define en el artículo 134 de la Ley 142 de 1994 que desarrolla el Derecho a los Servicios Públicos Domiciliarios (SPD)” (Decastro, Hoyos y Umaña, 2011). Como podemos notar, la legalización de una zona de invasión, está fuertemente ligada con la infraestructura que el Estado le pueda garantizar (servicios públicos, infraestructura vial, infraestructura educativa, entre otras.), lo cual, usualmente se ve afectado por la ubicación periférica de las mismas, dificultando su acceso.

De igual manera en su tesis doctoral (Burgos.s.f.) señala que el loteo informal en la periferia de la ciudad de Bogotá al igual que muchos otros lugares que se prestan para este tipo de asentamientos, no presenta condiciones óptimas para la urbanización, y por el contrario presentan condiciones precarias, las cuales dificultan el acceso de servicios públicos, dotacionales y de equipamiento, también se menciona que el proceso de legalización de estos asentamientos, es tedioso, tanto para las comunidades, cómo para el estado.

Para Uribe los asentamientos informales o ilegales son “consecuencia de eventos como el desplazamiento forzado, los procesos migratorios campo-ciudad e incluso los ocasionados por los desastres naturales”(Uribe, 2011). Todo esto, trae dinámicas difíciles para las ciudades que se enfrentan a una demanda de vivienda que por lo general no pueden satisfacer, llegando a un punto donde la solución más factible es la legalización de zonas de invasión, que cumplan con los requisitos que le permitan a la población en condición de vulnerabilidad tener una vivienda digna.

Por todo lo anterior, para ayudar a que estos procesos de legalización se complementen con el proceso de formación catastral se quiere implementar la Metodología DIP\_CF, la cual, ayudará a que esas zonas de invasión previamente identificadas y legalizadas puedan tener información de apoyo en el proceso de formación catastral, ya que, mediante el procesamiento

digital de imágenes, la aplicación de índices espectrales y la fusión de imágenes se dará una línea base de información predial para estas zonas. Los índices a utilizar serán:

Cuadro 1- Índices espectrales.

| Índices espectrales |   |   |
|---------------------|---|---|
| Nombre              | Ecuación  | Fuente                                      |
| NDVI                | $\frac{NIR - Red}{NIR + Red}$   | (Chengbin y Changshan, 2012)                |
| SAVI                | $\frac{(b_{nir}-b_{red})(l+1)}{(b_{nir}+b_{red}+l)}, l = 0,5$         | (Valdiviezo, Téllez, Salazar y López, 2017) |
| DVI                 | $NIR - RED$   | (Erdas Imagine, 2020)                       |
| MSAVI <sub>2</sub>  | $0,5 * \frac{(2(NIR + 1) - \sqrt{((2NIR + 1)^2 - 8(NIR - Red))})}{2}$ | (ArcGis Documentation, 2020)                |
| BI2                 | $\sqrt{(Red^2 + Green^2 + NIR^2)}/3$                                  | (Gadal y Ouerghemmi, 2019)                  |

Fuente: Elaboración propia (2020).

Es preciso mencionar que algunas de estas técnicas han sido trabajadas con diferentes procesos y en diferentes ámbitos, de los cuales se destaca el diseño de una propuesta metodológica que permitió “clasificar zonas mineras a cielo abierto a través del procesamiento digital de imágenes de sensores remotos, aplicado en un sector del nor-oriente del departamento de Antioquia para una escala 1:100.000, donde se desarrollan e integran procesos de interpretación visual de imágenes, índices espectrales, fusión de imágenes, clasificación de imágenes orientada a objetos y, finalmente, procesos de validación sobre los resultados obtenidos” (Castellanos, 2016).

De igual manera en el artículo *Aplicación de índices de suelo desnudo y edificado de Landsat 8 a ciudades en climas secos*, sus autores expresan que “las imágenes se han vuelto ampliamente disponibles como fuente de datos para mapear y monitorear el uso de la tierra y cobertura de la tierra. Debido a la rápida urbanización, la cobertura del suelo alrededor de muchas de las áreas urbanas del mundo cambia más rápido que nunca. Y los datos obtenidos de las plataformas de teledetección proporcionan información actualizada y una visión general de las características del paisaje y los cambios en las zonas urbanas”(Rasul, Balzter, Ibrahim, Hameed, Wheeler, Adamu, Ibrahim y Najmaddin, 2018). En el mismo sentido, Linares y Tisnes recalcan la importancia de desarrollar técnicas avanzadas de “procesamiento de imágenes satelitales que puedan ser utilizadas para obtener información exhaustiva, precisa, periódica y de fácil actualización sobre los espacios urbanos”(Linares y Tisnes, 2011).

Por otro lado se identifica que las fusiones de escenas satelitales son empleadas alrededor del mundo como una herramienta que permite la identificación a mayor resolución de elementos

en el espacio, las cuales pueden ser utilizadas en la detección de áreas urbanas construidas tal como plantean (Gadal y Ouerghemmi,2019), quienes a través de satélites de alta resolución espacial cómo lo son Sentinel-2A y SPOT 6 llevan a cabo dicho proceso para una caracterización morfométrica multinivel de áreas edificadas y detección de cambios en el área urbana subártica de Siberia, Yakutsk.

#### 4. METODOLOGÍA

Inicialmente se lleva a cabo la construcción del estado del arte, del cual, se obtiene la recopilación metodológica de los índices espectrales que son aplicados en el análisis de la zona de invasión propuesta. Para el cálculo de estos índices, se procesan bandas espectrales del sensor PlanetScope que mediante Pansharpening son fusionadas con el sensor Worldview 3; obteniendo así una a una las bandas diferenciadas a mayor resolución espacial. Es relevante mencionar que la resolución espacial de la escena Worldview 3 es de 0.3 m y de PlanetScope de 3 m, donde se pretende realizar una relación de 1 a 10 píxeles con las fusiones generadas por el método de Brovey y Multiplicación con técnica de resamplado de nearest neighbor, lo anterior para la banda de infrarrojo cercano de la escena PlanetScope.

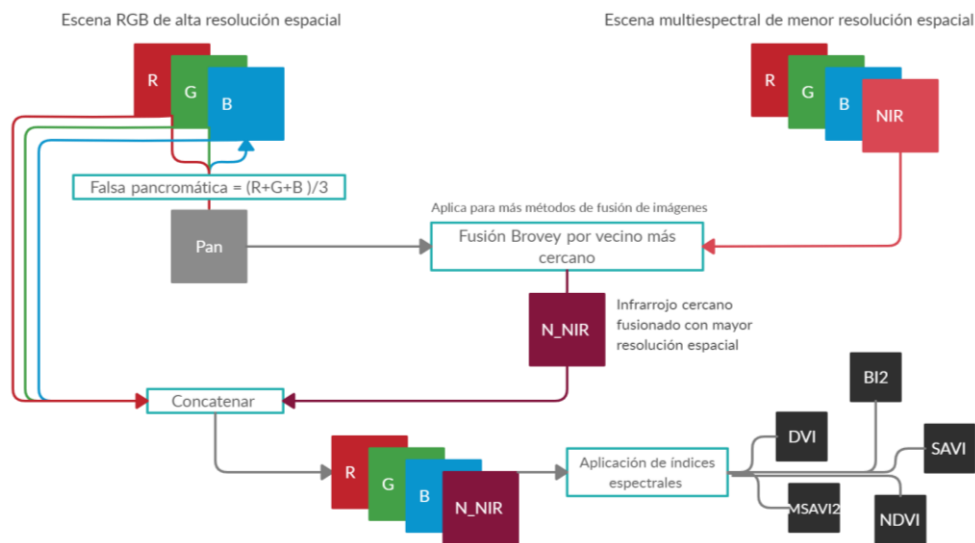
Tras llevar a cabo el cálculo de cada uno de los índices, se realiza una comparación, para determinar cuál índice genera una mejor representación espacial de la zona de invasión; una vez seleccionado se dispone de una clasificación supervisada con el objetivo de hacer un análisis de contraste con el índice, este producto intermedio es vectorizado para dar como resultado los polígonos prediales construidos, propuestos como información línea base para la formación catastral.

Finalmente, la información obtenida por la metodología DIP\_CF, es comparada con métodos convencionales de clasificación; dando cómo resultado polígonos vectorizados y salidas gráficas, que sirven cómo información línea base de la zona de invasión propuesta, que de ser legalizada por la autoridad territorial iniciara su proceso de formación catastral.

Cabe resaltar, que esta metodología se propone partiendo de la idea de que en muchas ocasiones no se cuenta con escenas satelitales de alta resolución, que proporcionen una banda de infrarrojo cercano, es así cómo, a partir de DIP\_CF se puede obtener dicha banda desde otra imagen satelital mediante fusión de imágenes, generando mayores oportunidades en la adquisición de la información predial vía satélite.

La metodología propuesta se presenta en el siguiente diagrama de trabajo:

Figura 1 -Marco metodológico.

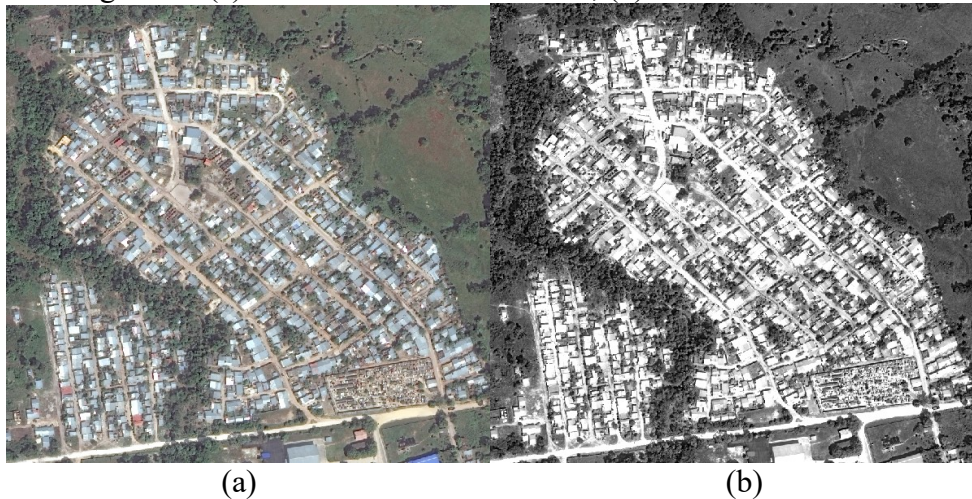


Fuente: Elaboración propia (2020).

## 5 . DESARROLLO

Se inicia llevando a cabo la generación de la escena falsa pancromática a partir de la cual se inyecta la información espacial a la fusión de imágenes.

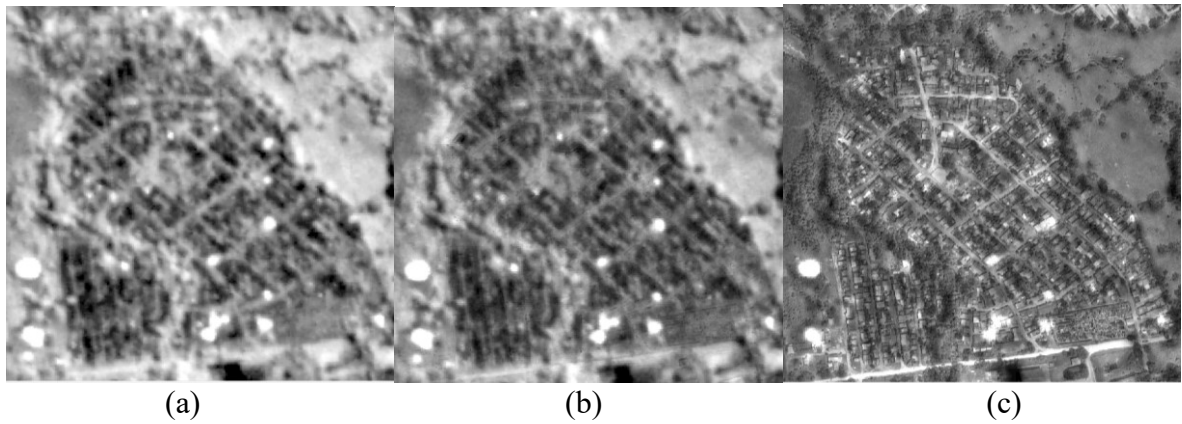
Figura 2 - (a) Escena Worldview 3 RGB, (b) Falsa Pancromática.



Fuente: Elaboración propia (2020).

Una vez obtenida la falsa pancromática de mayor resolución espacial, es decir, mayor detalle, se lleva a cabo la fusión de imágenes por los métodos de Brovey y multiplicación con técnica de resamplado de vecino más cercano a la banda NIR (infrarrojo cercano) del satélite de menor resolución espacial PlanetScope.

Figura 3 - (a) NIR original, (b) NIR fusionada Brovey (c) NIR fusionada Multiplicación.



Fuente: Elaboración propia (2020).

Cómo se observa, se inyecta la información de la banda del infrarrojo cercano a la escena pancromática, dando como resultado unas nuevas imágenes sintéticas NIR\_fusionadas a mayor resolución espacial. Posteriormente, se procede a concatenar las bandas de mayor resolución espacial RGB junto a las NIR\_fusionadas respectivamente; a continuación se presentan en falso color infrarrojo ambas concatenaciones.

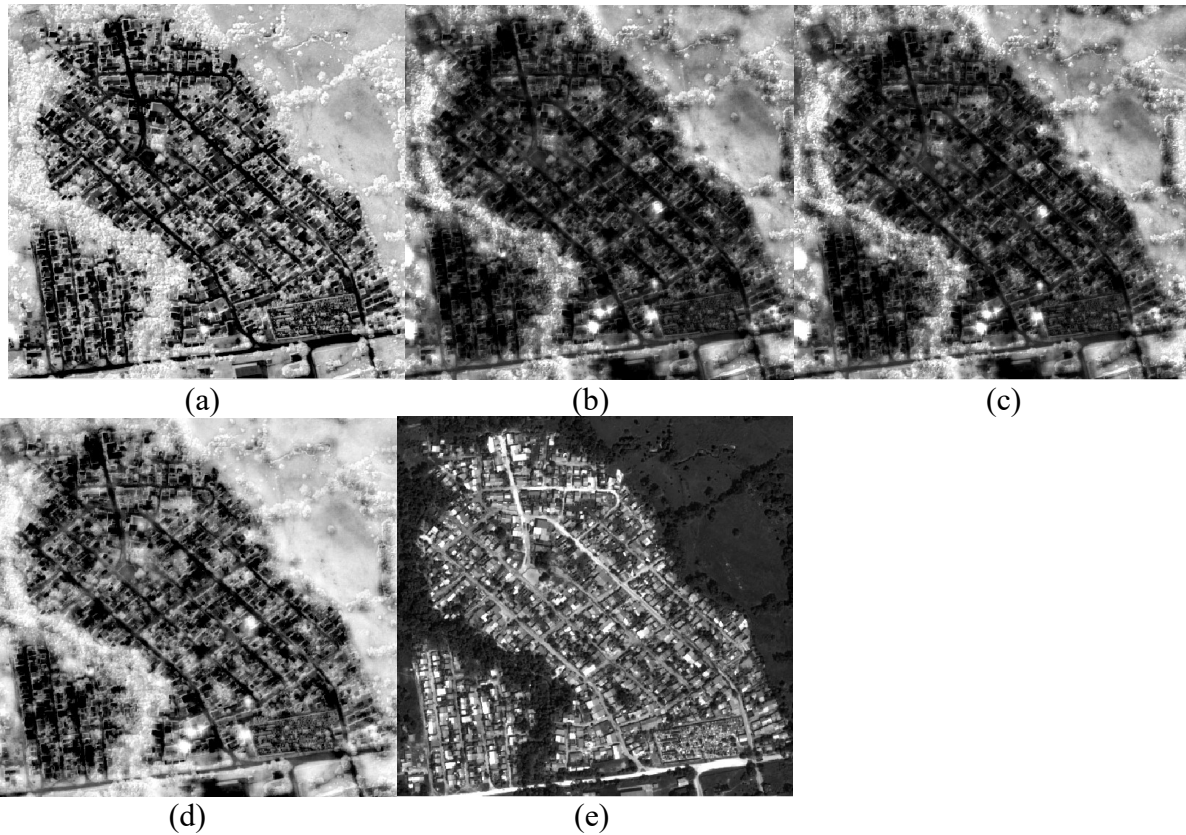
Figura 4 - Falso color NIR fusionado - Green-Blue, (a) Brovey (b) Multiplicación



Fuente: Elaboración propia (2020).

Es posible observar cómo la información de infrarrojo cercano ahora presenta mayor resolución espacial; de igual manera se observa cómo la escena sintética NIR\_fusionada por método de Brovey es más acertada al resamplado de píxel a píxel en la relación 1 a 10, por lo cual, se escoge para este caso en específico y se procede a calcular los índices DVI, NDVI, SAVI, MSAVI2 y BI2.

Figura 5 - Índices espectrales (a) DVI (b) NDVI (c) SAVI (d) MSAVI2 (e) BI2



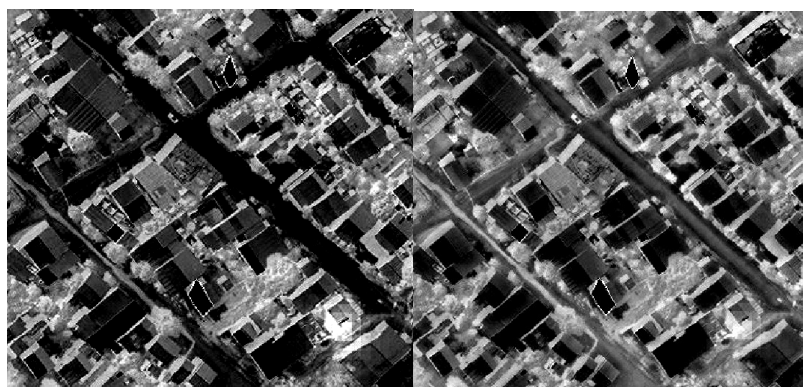
Fuente: Elaboración propia (2020).

Se escoge a (DVI) Difference Vegetation Index cómo el índice que en mayor medida representa los niveles digitales de la escena a nivel visual, el cual se reevalúa a partir de la siguiente ecuación:

$$DVI_{\text{modificado}} = DVI + (R - B) \quad (1)$$

La ecuación anterior es un algoritmo que pretende diferenciar mayoritariamente el suelo de las construcciones, propuesto tras analizar la respuesta espectral del suelo en las diferentes bandas, ya que usualmente es el principal problema en la utilización de los métodos convencionales; de esta manera se corrige y da cómo resultado una aproximación sintética sin esta distorsión.

Figura 6 - (a) DVI (b) DVI modificado



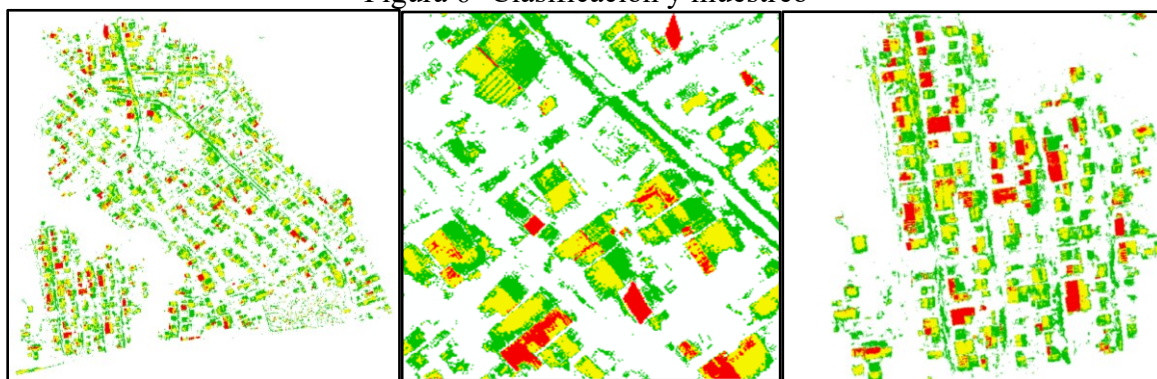
(a)

(b)

Fuente: Elaboración propia (2020).

A partir de la escena DVI modificada se lleva a cabo un proceso de clasificación por valor de píxel, seleccionando así aquellos que se aproximan a las construcciones en la zona de invasión propuesta.

Figura 6 -Clasificación y muestreo



Fuente: Elaboración propia (2020).

De la clasificación generada se lleva a cabo su vectorización, obteniendo así los polígonos constructivos que se proponen como línea base catastral de la zona de invasión. Cabe resaltar que los polígonos obtenidos son una buena aproximación de lo captado por los sensores, sin embargo se pueden presentar disparidades, las cuales, son precisas depurar y analizar; una vez depurados y analizados permiten tener un punto de partida para no iniciar desde cero el proceso de formación catastral.

## 6. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

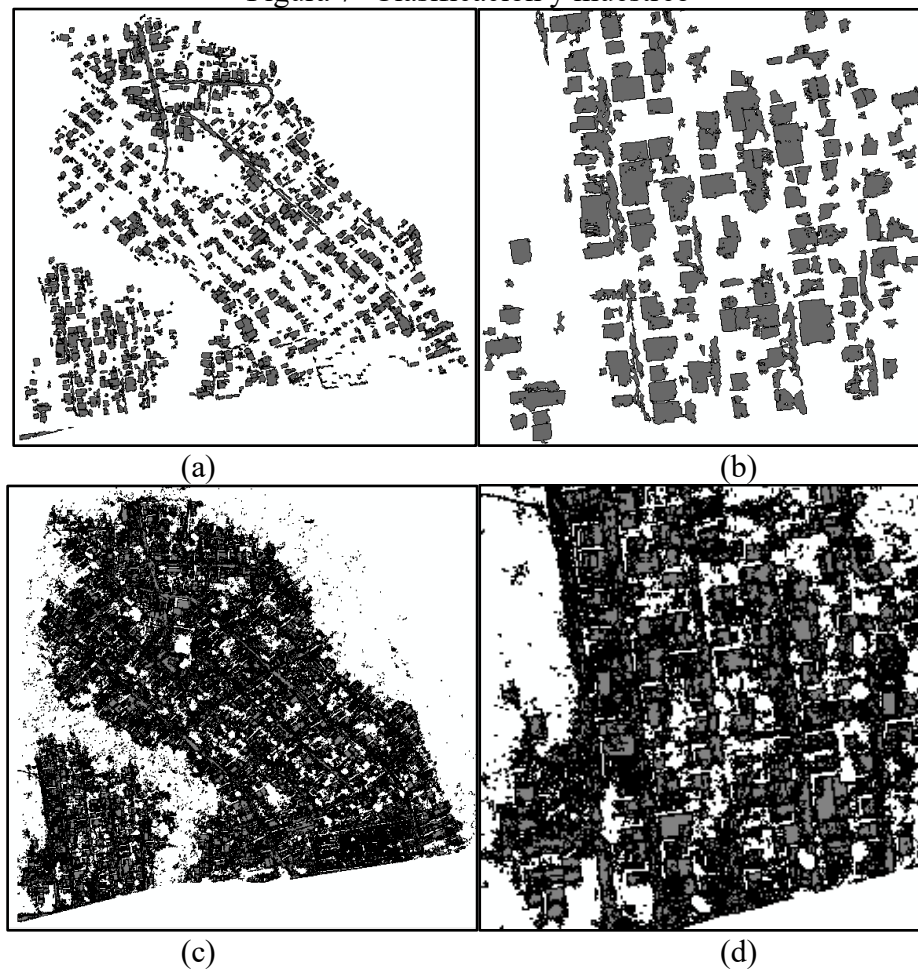
Cómo un producto intermedio se destacan las fusiones de imágenes llevadas a cabo por el método de Brovey y multiplicación, a partir de las cuales se obtuvieron escenas satelitales con una banda infrarroja de mayor resolución espacial, que permitieron llevar a cabo el cálculo de los índices espectrales, que de no ser así no hubiera sido posible.

Gracias a lo anterior, se logra la comparación visual de los diferentes índices: NDVI, SAVI, DVI, MSAVI2 y BI2, destacando el reconocimiento espectral de índice DVI, el cual, se propone como resultado intermedio ráster para la ayuda de los procesos catastrales,

especialmente, el proceso de formación. Consecuentemente, del análisis espectral de bandas satelitales, se da la propuesta de la ecuación (1) de la cual se obtiene un reconocimiento más detallado, dando cómo resultado adicional, un producto ráster que identifica de manera eficaz las estructuras constructivas.

A partir de la metodología DIP\_CF obtenemos las visualizaciones (a) y (b), y por métodos convencionales (cómo clasificación de la escena RGB original) obtenemos las visualizaciones (c) y (d), presentadas a continuación:

Figura 7 -Clasificación y muestreo



Fuente: Elaboración propia (2020).

De las escenas anteriores, podemos observar que la Metodología DIP\_CF en los recuadros (a) y (b), obtiene polígonos constructivos mejor definidos que los métodos convencionales, los cuales se contrastan en los recuadros (c) y (d), obtenidos a partir de la clasificación y vectorización de la escena RGB de mayor resolución sin preprocesamiento.

Cabe resaltar que con la implementación de la ecuación (1) logramos corregir aproximadamente para el caso estudio, el problema en el cual el procesamiento digital de imágenes, por lo general confunde el suelo desnudo con construcciones, evidencia de lo anterior, es que en los recuadros (c) y (d) este problema persiste mientras que en los recuadros

(a) y (b) producidos por la metodología DIP\_CF este problema se reduce considerablemente.

Adicionalmente, también se evidencia que los métodos convencionales producen disparidades en los polígonos generados, a consecuencia de lo mencionado con anterioridad de cómo se malinterpretan píxeles de suelo desnudo con unidades constructivas, generando así ruido en la vectorización, perdiendo precisión y eficiencia.

Por lo anterior, la metodología DIP\_CF genera una visualización más precisa, más eficaz y más clara de los polígonos constructivos ubicados en la zona de invasión estudiada, lo cual, permite que la información propuesta para la formación catastral sea útil y eficaz en el reconocimiento de campo de los mismos.

## 7. CONCLUSIONES

Se concluye que la metodología “Digital Image Processing applied to Cadastral Formation” (DIP\_CF) a partir del procesamiento digital de imágenes, el uso de índices espectrales y la fusión de imágenes, logra una caracterización y modelamiento eficaz de la zona de invasión ubicada en el norte del municipio de Sabana de Torres, Santander, Colombia; lo anterior dado que, se obtiene una visualización clara a nivel constructivo vía satélite, a partir de productos como representaciones visuales, capas vector y raster.

En cuanto a lo relacionado con la validación y comparación, efectivamente se contrasta la eficacia de la metodología DIP\_CF con respecto a los métodos convencionales, siendo esta la que mejor representación constructiva obtiene, reduciendo así el ruido y las disparidades ocasionadas por la identificación errónea de píxeles de suelo asimilados como construcciones. En adición de lo anterior se concluye que el algoritmo propuesto para la modificación del índice DVI obtiene mejores resultados que clasificaciones sin preprocesamiento, así como el hecho de que es posible obtener información más detallada a partir de fusiones de imágenes.

En general, podemos decir que la metodología DIP\_CF puede ser una herramienta innovadora a la hora de realizar procesos catastrales, ya que, fortalece la relación entre Catastro, Tecnologías de la Información y Gestión de Tierras; especialmente puede ser útil para el proceso de formación catastral de zonas de invasión legalizadas, debido a que estas no cuentan con ningún tipo de información previa. Dando como resultado, información línea base de apoyo para que el proceso no parta desde cero y se optimice.

## Referencias

ARGIS DOCUMENTATION. **MSAVI**. Imagine Analyst functions: Math , 2020. Disponible en <<https://pro.arcgis.com/es/pro-app/arcpy/image-analyst/msavi.htm>>. Accedido el 12 agosto .2020.

BURGOS, P. C. **Génesis, evolución y consolidación de los asentamientos clandestinos. Tres casos en la ciudad de Bogotá**. España:2001. Disponible en <<http://oa.upm.es/665/1/03200116.pdf>> . Accedido el 12 de agosto. 2020.

CASTELLANOS, Q. H. **Diseño metodológico para clasificar zonas mineras a cielo abierto a través del procesamiento digital de imágenes de sensores remotos, aplicado en el nor-orient del Departamento de Antioquia**. Universidad Nacional de Colombia; 2016, 9 p. Disponible en <<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/58146>> . Accedido el 12 de agosto.

2020.

CHENGBIN, D. ; CHANGSHAN W. **BCI: A biophysical composition index for remote sensing of urban environments, Remote Sensing of Environment**. Department of Geography, University of Wisconsin—Milwaukee; 2012, 252 p. Disponible en <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S003442571200363X>> . Accedido el 12 agosto .2020.

DECASTRO. S.; HOYOS. M.; UMAÑA. V .**Legalización de barrios informales Prestación de servicios públicos: ¿una medida constitucional paliativa o un paso hacia la legalización?**. Bogotá: 2011, 5 p. Disponible en <<https://programasocrates.uniandes.edu.co/pdfs/revista5/r5Decastro.pdf>> . Accedido el 12 agosto .2020.

ERDAS IMAGINE SOFTWARE. **DVI**. Hexagon geospatial: 2020. Disponible en <<https://www.hexagongeospatial.com/products/power-portfolio/erdas-imagine>>. Accedido el 12 agosto .2020.

GADAL, S. ; OUERGHEMMI, W. **Caracterización morfométrica multinivel de áreas edificadas y detección de cambios en el área urbana subártica de Siberia: Yakutsk**. ISPRS International Journal of Geo-Information , MDPI: 2019, 1 p. Disponible en <<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02056619>>.Accedido el 12 agosto .2020.

LINARES, S. ; TISNES, A. **Extracción y análisis de superficies urbanas construidas empleando imágenes landsat 5 (TM)**. Centro de Investigaciones Geográficas, Facultad de Ciencias Humanas (UNCPBA): 2011, 1 p. Disponible en <[https://www.researchgate.net/publication/326693361\\_Extraccion\\_y\\_analisis\\_de\\_superficies\\_urbanas\\_construidas\\_empleando\\_imagenes\\_LANDSAT\\_5\\_TM](https://www.researchgate.net/publication/326693361_Extraccion_y_analisis_de_superficies_urbanas_construidas_empleando_imagenes_LANDSAT_5_TM)>. Accedido el 12 agosto .2020.

RASUL, A. ; BALZTER, H. ; IBRAHIM, G. ; HAMEED, H. ; WHEELER, J. ; ADAMU, B. ; IBRAHIM, S. ; NAJMADDIN, P. **Aplicación de índices urbanizados y de suelo desnudo de Landsat 8 a ciudades en climas secos**. Land: 2018, 1 p. Disponible en <<https://www.mdpi.com/2073-445X/7/3/81#cite>> . Accedido el 12 de agosto. 2020.

TITUAÑA, C. C. **Análisis multitemporal del crecimiento urbano de Shushufindi y sus áreas de asentamientos informales, período 1990-2017**.Ecuador:2018, 47 p. Disponible en <<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/18044>> . Accedido el 12 de agosto. 2020.

URIBE, C. H. **Los asentamientos ilegales en Colombia: las contradicciones de la economía mundo capitalista en la sociedad global**. Latinoamérica: México , 2011. 190 p. Disponible en <[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1665-85742011000200009&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-85742011000200009&lng=es&nrm=iso)>. Accedido el 12 agosto .2020.

VALDIVIEZO. J. ; TELLEZ. A.; SALAZAR. A.; LOPEZ. A. **Métodos de índice construido y sus aplicaciones para la extracción urbana de datos satelitales Sentinel 2A**. México: 2017,

36 p. Disponible en <<https://www.osapublishing.org/josaa/abstract.cfm?uri=josaa-35-1-35>>.  
Accedido el 12 agosto .2020.