

Análisis multitemporal de cobertura vegetal y uso del suelo, mediante Sistemas de
Información Geográfica: repercusión de las poblaciones migrantes

Danna Marcela Suarez Barajas

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniera Forestal

Director

Sandra Milena Díaz López

MSc. Manejo, Uso y Conservación del bosque

Codirector

Liliana Carvajal

MSc. Planeación Regional

Universidad Industrial de Santander-Sede Málaga

Instituto de proyección regional y educación a distancia IPRED

Ingeniería Forestal

Bucaramanga

2023

Dedicatoria

A Dios y a la Virgen, pero especialmente a mi madre quien confió en mi desde un principio y me apoyo de todas las maneras incondicionalmente, en particular dándome fuerzas para superar cada obstáculo. Es por eso que, a ella le debo mi futuro título universitario. Igualmente, a mi abuela y a dos de mis tíos que hicieron parte de este bonito camino hacia una de mis metas, por estar presentes con sus oraciones, por su apoyo incondicional y sobre todo por su confianza en mis capacidades.

Agradecimientos

A Dios, a la Virgen y a mi familia por confiar en mi porque sin importar el cansancio, el tiempo, la desesperación o el dinero, siempre me apoyaron y fueron la fuerza y la inspiración necesaria para seguir trabajando cada día por ser una gran profesional.

De igual manera, a la vida por permitirme ser parte del 53,94% de los jóvenes que pueden acceder a la educación superior y a la Universidad Industrial de Santander por guiarme en el proceso de formación profesional, como una persona integra con conocimientos y capacidades afines a mi carrera. A iMMAP por darme la oportunidad de hacer parte de un gran equipo de trabajo, por guiarme y ampliar mis conocimientos sobre un campo de acción tan importante en Colombia y en el mundo. A Carolina Pardo y a mi codirectora Mtr. Liliana Carvajal porque desde el momento en que entre a la empresa, estuvieron dispuestas a guiarme de la mejor manera durante el desarrollo de mi practica empresarial.

Sin duda alguna, a mi directora MSc. Sandra Milena Díaz López por acompañarme y guiarme de la mejor manera durante el desarrollo de este trabajo, porque no solo me brindo su apoyo y sus conocimientos, también me ayudo a ver las cosas como una gran oportunidad para no ser solo una mejor persona sino una gran profesional.

Finalmente, a cada una de las personas que apoyaron mi proceso y siempre confiaron en mis capacidades y me animaron para que no tuviera miedo de arriesgarme hasta conseguirlo.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	17
1. Objetivos	20
1.1 Objetivo General	20
1.2 Objetivos Específicos.....	20
2. Antecedentes	21
2.1 Carpio y Tape, 2021.....	21
2.2 Guzmán y León, s.f.....	21
2.3 López, 2021.....	21
3. Marco Referencial.....	22
3.1 Aplicación de los SIG	22
3.2 Software y Herramientas de los SIG.....	24
3.3 Piloto de iMMAP, construyendo una metodología pensada desde el enfoque del manejo de la información basada en asentamientos para la respuesta humanitaria.....	25
4. Metodología	26
4.1 Área de estudio	26
4.1.1 Área de estudio en Barranquilla.....	26
4.1.2 Área de estudio en Soledad.....	27
4.2 Detección y caracterización de nuevos asentamientos.....	29
4.2.1 Análisis de expansiones, uniones y desalojos en los asentamientos.....	31
4.2.2 Conteo de viviendas en los asentamientos.....	31

4.3 Procesamiento de imágenes satelitales	31
4.3.1 Cálculo del índice NDVI	32
4.3.2 Reclasificación y vectorización del NDVI	33
4.3.3 Clasificación supervisada.....	33
4.3.4 Georreferenciación de mapas de uso actual del suelo en Soledad y Barranquilla.....	33
4.4 Revisión de información secundaria.....	34
4.5 Diagnóstico ambiental y comunitario	34
5. Resultados	35
5.1 Proceso de identificación de nuevos asentamientos humanos con posible población refugiada y migrante proveniente de Venezuela.....	35
5.1.2 Detección y caracterización de nuevos asentamientos	35
5.1.3 Análisis de expansiones, uniones y desalojos en los asentamientos.....	39
5.1.4 Conteo de viviendas en los asentamientos.....	41
5.2 Identificación de coberturas mediante la comparación de imágenes satelitales	49
5.2.1 Mapa de coberturas correspondiente al año 2016 para Soledad	50
5.2.2 Mapa de coberturas correspondiente al año 2022 para Soledad	52
5.2.3 Índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI)	54
5.2.3.1 NDVI para Soledad.....	56
5.2.3.2 NDVI para Barranquilla.....	57
5.2.4 Mapas de uso actual del suelo.....	60
5.2.4.1 Mapa de uso actual del suelo para Soledad	60
5.2.4.2 Mapa de uso actual del suelo para Barranquilla	62
5.3 Diagnóstico ambiental y comunitario	64

5.3.1 Diagnóstico ambiental y comunitario para los asentamientos en Soledad	64
5.3.2 Diagnóstico ambiental y comunitario para los asentamientos Barranquilla.....	67
6. Discusión.....	70
7. Conclusiones	74
8. Recomendaciones	76
Referencias Bibliográficas	77
Apéndices.....	85

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Asentamientos identificados en cada municipio.....	37
Tabla 2. Datos de expansión, unión y desalojo en los asentamientos.....	40
Tabla 3. Resultados del conteo de viviendas para el departamento de Norte de Santander	46
Tabla 4. Reclasificación del NDVI.....	55

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Asentamientos humanos en Barranquilla, Atlántico	27
Figura 2. Asentamientos humanos en Soledad, Atlántico	29
Figura 3. Metodología implementada por Immap para la caracterización y detección de nuevos asentamientos.....	30
Figura 4. Cálculo del NDVI.....	32
Figura 5. Reclasificación del NDVI.....	33
Figura 6. Mapa de probabilidad y grilla.....	36
Figura 7. Asentamiento en Barrancabermeja, año 2021	37
Figura 8. Asentamiento en Barrancabermeja, año 2022	37
Figura 9. Mapa de coberturas en Soledad, Atlántico para el año 2016	51
Figura 10. Mapa de coberturas en Soledad, Atlántico para el año 2022	53
Figura 11. NDVI, asentamiento Fronteras de Maduro, 2016	56
Figura 12. NDVI, asentamiento Fronteras de Maduro, 2022	56
Figura 13. NDVI, asentamiento Villa Caracas, 2016	57
Figura 14. NDVI, asentamiento Villa Caracas, 2022	57
Figura 15. NDVI, asentamiento Nueva Colombia, 2016.....	58
Figura 16. NDVI, asentamiento Nueva Colombia, 2022.....	58
Figura 17. Mapa de uso actual del suelo para Soledad	61
Figura 18. Mapa de uso actual del suelo para Barranquilla	63

Figura 19. Resultado del taller de cartografía social y comunitaria en el asentamiento Fronteras de Maduro	65
Figura 20. Resultado del taller de cartografía social y comunitaria en el asentamiento Villa Caracas	67
Figura 21. Resultado del taller de cartografía social y comunitaria en el asentamiento Nueva Colombia	69

Lista de Gráficas

	Pág.
Gráfica 1. Resultados del conteo de viviendas para el departamento del Magdalena.....	41
Gráfica 2. Resultados del conteo de viviendas para el departamento de Cundinamarca.....	42
Gráfica 3. Resultados del conteo de viviendas para el departamento de Nariño.....	43
Gráfica 4. Resultados del conteo de viviendas para el departamento de Chocó.....	43
Gráfica 5. Resultados del conteo de viviendas para el departamento de Córdoba.....	44
Gráfica 6. Resultados del conteo de viviendas para el departamento de Norte de Santander.....	45
Gráfica 7. Resultados del conteo de viviendas para el departamento de Norte de Santander.....	45
Gráfica 8. Resultados del conteo de viviendas por departamento	48
Gráfica 9. Área por cobertura para el conjunto de cinco asentamientos	54
Gráfica 10. Área por cobertura para cada asentamientos	59

Lista de Apéndices

	pág.
Apéndice A. Reunion virtual con el equipo de iMMAP	82
Apéndice B. Capacitaciones por parte de iMMAP	82
Apéndice C. Acompañamiento presencial a Workshop realizados por iMMAP	83
Apéndice D. Participación activa en las actividades del Workshop de iMMAP	83

Glosario

Actividad antrópica: Se refiere a todas las acciones que el ser humano realiza y que impactan sobre el medioambiente donde las lleva a cabo (Cutipa-Luque et al., 2020). De esta manera, las actividades antrópicas terminan produciendo modelos de habitabilidad (áreas urbanas o áreas industriales) que alteran el medio para que se produzcan actividades de extracción/producción y comercio (Roldán, 2021).

Análisis multitemporal: Son análisis de tipo espacio-temporal, en los cuales, se realiza una comparación de las coberturas interpretadas dentro de la zona de estudio, mediante imágenes satelitales, fotografías aéreas o mapas existentes de esa determinada zona, pero, teniendo en cuenta que estos sean de distintos periodos de tiempo, con el fin, de evaluar los cambios en las condiciones de las coberturas durante ese periodo de tiempo (Veloza 2017).

Áreas de expansión urbana: La expansión de las poblaciones fuera de las áreas urbanas centrales hacia zonas de baja densidad, en un proceso llamado suburbanización (Expansión urbana, 2019).

Áreas periurbanas: Hacer referencia a los espacios que se sitúan alrededor de las ciudades (Pérez y Gardey, 2013).

Áreas suburbanas: Grupo de comunidades que no están densamente compactadas pero ubicadas muy cerca de un área urbana (Espada, 2021).

Asentamiento: Para identificar un asentamiento se tiene en cuenta un criterio social, el cual determina que un asentamiento corresponde a aquellos grupos de individuos en su mayoría poblaciones migrantes, que se han establecido ya sea en áreas de expansión urbana, áreas periurbanas o suburbanas. Teniendo claro que los asentamientos no son albergues, lugares de paso, puntos de atención, campamentos, refugios y en general todo poblado que haya sido conformado

por alguna entidad gubernamental, no gubernamental o supranacional; es decir, que deben ser iniciativas de la misma comunidad o población y que su temporalidad no esté planeada a un corto plazo (IMMAP, 2020).

Cobertura vegetal: Son las capas vegetales naturales y no naturales, resultado de la acción del ser humano, suministran información importante para diversos procesos nacionales y regionales, como los mapas de ecosistemas, inventarios forestales, ordenación de cuencas y del territorio, junto con el seguimiento a los diversos problemas asociados con la deforestación (IDEAM, 2010).

Índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI): Es un índice ambiental que identifica la presencia de vegetación en el territorio, diferenciando ciertas estructuras vegetales que permiten analizar series temporales de crecimiento de cultivos e incluso reconocer vegetación dañada por el impacto provocado por incendios u otros factores (Ferrerías, 2021).

Sistemas de información geográfica: “Sistema de hardware, software y procedimientos elaborado para facilitar la obtención, gestión, manipulación, análisis, modelado y representación de datos espacialmente referenciados” (NCGIA, *National Center for Geographic Information and Analysis*- USA). Permiten analizar el territorio mediante diferentes capas de información de los SIG (el suelo y sus usos, red hidrográfica, el sistema de asentamientos, las infraestructuras varias-carreteras, ferrocarriles, la distribución de equipos y servicios) (Bartelme, 2022).

Teledetección: Entendida de manera general como cualquier procedimiento o técnica de adquisición de información sin tener contacto directo con ella. Sin embargo, de un modo más estratégico y en el ámbito de las ciencias de la tierra, la teledetección es entendida como una técnica que tiene por objeto la captura, tratamiento y análisis de imágenes digitales tomadas desde satélites artificiales (Pérez y Muñoz, 2006).

Ortofoto: Imagen aérea rectificada en la que se han eliminado las distorsiones del vuelo, cámara y desplazamiento del relieve. Está construida a partir de archivos digitales y da como resultado una imagen a escala y planimetría exactas en toda la superficie (Vojkovic, 2015).

Ráster: Un ráster consta de una matriz de celdas (o píxeles) organizadas en filas y columnas (o una cuadrícula) en la que cada celda contiene un valor que representa información, como la temperatura. Los ráster son fotografías aéreas digitales, imágenes de satélite, imágenes digitales o incluso mapas escaneados (¿Qué son los datos ráster? ArcMap, Documentación).

Vía arterial proyectada: Se entiende como la vía de un sistema urbano con prelación de circulación de tránsito sobre las demás vías, con excepción de la vía férrea y la autopista (Tiempo, 1995).

Vía colectora proyectada: Es la vía destinada a dar acceso desde las carreteras locales al sistema vial principal (Ficha de términos).

Resumen

Título: Análisis multitemporal de cobertura vegetal y uso del suelo, mediante Sistemas de Información Geográfica: repercusión de las poblaciones migrantes.*

Autor: Danna Marcela Suarez Barajas**

Palabras Clave: uso del suelo, coberturas, imágenes satelitales, multitemporal, NDVI.

Descripción:

El presente trabajo contribuye al análisis multitemporal de los diferentes cambios ocurridos en la cobertura vegetal y el uso del suelo, en ciertas zonas específicas del municipio de Soledad y la ciudad de Barranquilla del departamento del Atlántico durante un periodo de seis años. Con el fin de identificar y analizar el nivel de impacto a dichas coberturas a causa del establecimiento de poblaciones migrantes provenientes de Venezuela. Empleando como elementos claves imágenes satelitales PlanetScope correspondientes al año 2016 y 2022. Realizando el geo procesamiento de dichas imágenes en el software QGIS versión 3.16, teniendo en cuenta las clases establecidas en la leyenda Corine Land Cover de Colombia. Se realizó el cálculo del NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) para reconocer la presencia de vegetación en el territorio y comparar su porcentaje de pérdida de un año al otro y el incremento poblacional. Dentro de los resultados obtenidos se encontró que evidentemente el establecimiento de poblaciones asentadas en Soledad y Barraquilla, aun causado un cambio abrupto de la cobertura y el uso del suelo, modificando los ecosistemas y las áreas que en algunos casos según el POT estaban destinadas como áreas protegidas y de conservación (SILAP, SINAP, SIRAP, SIDAP) igualmente, áreas en condición de riesgo y amenaza. De esta manera, más que causar solo un impacto negativo sobre las coberturas, se extiende a una problemática social al ser poblaciones en estado vulnerable propensas a enfermedades, violencia, condiciones insalubres, entre otras.

** Programa de Ingeniería Forestal. Director: Sandra Milena Díaz López. MSc. Manejo, Uso y Conservación del bosque. Codirector: Liliana Carvajal. MSc. Planeación regional.

Abstract

Title: Multitemporal analysis of vegetation cover and land use, using Geographic Information Systems: impact of migrant populations.*

Author: Danna Marcela Suarez Barajas**

Key Words: Land use, land cover, satellite images, multitemporal, NDVI.

Description:

This work contributes to the multitemporal analysis of the different changes in vegetation cover and land use in specific areas of the municipality of Soledad and the city of Barranquilla in the department of Atlántico during a period of six years. In order to identify and analyze the level of impact to such coverages due to the establishment of migrant populations coming from Venezuela. Using as key elements PlanetScope satellite images corresponding to the year 2016 and 2022. Performing the geo-processing of these images in QGIS version software 3.16, taking into account the classes established in the Corine Land Cover legend of Colombia. The NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) was calculated to recognize the presence of vegetation in the territory and to compare its percentage of loss from one year to another and the population increase. Among the results obtained, it was found that evidently the establishment of populations settled in Soledad and Barranquilla, even caused an abrupt change in land cover and land use, modifying ecosystems and areas that in some cases according to the POT were intended as protected and conservation areas (SILAP, SINAP, SIRAP, SIDAP) as well as areas at risk and threat condition. In this way, more than just causing a negative impact on the land cover, it extends to a social problem as the population is vulnerable to disease, violence, and unhealthy conditions, among others.

* Degree Work

**Forestry Engineering Program. Director: Sandra Milena Díaz López. MSc. Forest Management, Use and Conservation. Co-director: Liliana Carvajal. MSc. Regional Planning.

Introducción

El análisis multitemporal y la implementación de herramientas de teledetección o imágenes satelitales, facilita los procesos de monitoreo, planificación territorial y la toma de decisiones para llevar a cabo cualquier gestión sobre un territorio (López, 2021). De esta manera, se reconoce que los cambios de la cobertura vegetal y el uso del suelo son evidentes, siendo una causal de estos cambios los establecimientos de las poblaciones migrantes en diferentes sitios del territorio colombiano.

Con base en la historia, en Colombia han existido las migraciones hacia grandes ciudades a causa de las crisis económicas, sociales y humanitarias sin precedentes que viven algunos países, obligando a sus habitantes a salir en búsqueda de nuevas oportunidades laborales, educativas y sociales, entre otras (Reina, 2018).

La situación actual de la República Bolivariana de Venezuela ha causado que los migrantes y refugiados provenientes de ese país se intensifiquen, y se den las condiciones para el aumento significativo de nuevos asentamientos ilegales en muchos de los municipios de Colombia.

Condición que durante los últimos cinco años en diferentes regiones del país no se detiene (iMMAP, 2021). Una cruel realidad, lo muestra la Enconvi-Revista, con un panorama devastador por los niveles de pobreza, desigualdad, escasez de trabajo y la migración, entre otros problemas sociales por lo que atraviesan los migrantes.

Siendo importante la cuantificación de los datos sobre las poblaciones que migran al territorio colombiano, implementando el uso de nuevas tecnologías e innovación, como lo es el proceso de detección de nuevos asentamientos, basándose en herramientas como las imágenes satelitales y la inteligencia artificial. Para lo que, la empresa iMMAP- *Information Management*

and Mine Action Program, se asocia con compañías como Thinking Machines-ONG que construye sistemas holísticos de aprendizaje automático y sistemas de datos que apoyan de manera factible la toma de decisiones y Premise-Compañía de tecnología de análisis y datos; con el fin de validar la información que se obtiene de las imágenes satelitales para que posteriormente, esta información contenga datos sobre la ubicación y la situación que se vive en los asentamientos. Información que a la vez es de libre consulta para el apoyo de la toma de decisiones por parte de entes gubernamentales (iMMAAP, 2021).

Las migraciones no solo tienen un impacto cultural, social y económico, también repercuten significativamente causando afectaciones en los recursos naturales como a la flora.

Promoviendo la temprana degradación, el cambio de uso del suelo, el aumento en la contaminación, la generación de residuos que pueden no ser tratados y la explotación de algunos recursos naturales. Lo que incide en que, fácilmente los bosques presentes en áreas periféricas de los centros urbanos, sean objeto de tala para dar paso a cambuches y otras estructuras. En tal sentido, los análisis deben tener elementos integrales que permitan a los profesionales de la gestión territorial, conocer este tipo de problemas que modifican y ponen en riesgo la estructura ecológica principal.

De esta manera, el presente trabajo está enfocado al análisis en los cambios de uso del suelo, los tipos de coberturas y el establecimiento de poblaciones migrantes en algunas áreas de la ciudad de Barranquilla y el municipio de Soledad. Pretende indagar acerca de ¿Cómo el establecimiento de las poblaciones migrantes induce al cambio de cobertura y uso del suelo en los diferentes sectores? Y ¿Cómo los sistemas de información geográfica y las nuevas tecnologías mejoran el tiempo de respuesta ante situaciones de vulnerabilidad y la asistencia humanitaria a

poblaciones migrantes? Tomando como referencia información que será suministrada por la empresa iMMAP con la que se realiza la práctica empresarial.

Es por esto que, realizar una pasantía como modalidad de trabajo de grado permite a los estudiantes interactuar en un entorno multicultural, mejorando sus destrezas y adquiriendo habilidades y competencias de gran utilidad para el ejercicio de su profesión.

Objetivo que la empresa cumple al integrar a sus pasantes en actividades relacionadas a su orientación profesional mediante el acompañamiento de un equipo interdisciplinario.

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Analizar el cambio de cobertura vegetal y uso del suelo, en algunos sectores de Barranquilla y Soledad del departamento del Atlántico, teniendo en cuenta el establecimiento de poblaciones migrantes.

1.2 Objetivos Específicos

Apoyar en el proceso de identificación de nuevos asentamientos humanos con posible población refugiada y migrante proveniente de Venezuela.

Identificar el tipo de cobertura, uso del suelo y el cambio que han sufrido durante los últimos seis años los sectores de los asentamientos.

Realizar un diagnóstico ambiental y comunitario en cada uno de los asentamientos.

2. Antecedentes

Es importante mencionar algunos estudios que ya se han realizado, enfocados a estudios multitemporales de los cambios de coberturas y uso del suelo mediante la implementación de imágenes satelitales o teledetección. De igual manera, recalcar la funcionalidad de los sistemas de información geográfica (SIG). Por último, dar a conocer la iniciativa por parte de iMMAP para la implementación del manejo de la información, enfocada en asentamientos humanos.

2.1 Carpio y Tape, 2021

Realizaron una cuantificación mediante el análisis supervisado de imágenes Landsat con una resolución espectral de 30 m, obtenidas en los meses de marzo y abril de los años 2000, 2005, 2010 y 2016. Con el objetivo de caracterizar los cambios temporales en la vegetación y uso del suelo en el distrito altoandino de Cabana (Perú); determinando así, el tipo de vegetación según la especie predominante en la cobertura, conjuntamente con las formas de uso de suelo frecuentes.

2.2 Guzmán y León, s.f

Con base en los beneficios de la plataforma Google Earth Engine realizaron el cálculo del NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) de los años 2019 y 2020 para la vereda La Florida en el municipio de Puerto Asís, para posteriormente hacer la resta del NDVI de estos dos años obteniendo así la cuantificación y la ubicación de la deforestación.

2.3 López, 2021

Con el objetivo de identificar y cuantificar las transformaciones que ha sufrido el área de estudio en coberturas seminaturales, realizaron procesos de corrección, normalización, eliminación de bandeo y generación de mosaicos por medio del software Erdas Imagine 2020. Utilizando imágenes multispectrales Landsat 7 TM/ETM y Sentinel 2B desde el año 2000 hasta

el 2021. Así mismo, procesaron cada imagen por medio de una clasificación no supervisada con la cual se identificaron y cuantificaron las coberturas de la tierra para cada año analizado.

3. Marco Referencial

3.1 Aplicación de los SIG

Desde que la tecnología láser fue inventada por Charles Townes y Arthur Schawlow en Bell Labs en 1958, se han llevado a cabo muchas investigaciones gracias a la diversidad de métodos, como el filtrado de datos LIDAR, la generación DTM/DEM/DSM (*Digital Terrain Model, Digital Elevation Model, Digital Surface Model*), el modelado de datos de onda completa, la creación de los tres conjuntos de datos de pruebas de referencia para la evaluación de los algoritmos, los métodos para la clasificación de objetos urbanos y la reconstrucción de edificios en 3D (Favorskaya y Jain, 2017). De esta manera, el incluir una perspectiva espacial en temas como las estrategias de gestión, está ligada a la función general de planificación en apoyo con los Sistemas de Información Geográfica, que ofrecen una interfaz apropiada para este tipo de enfoque espacial, con herramientas de análisis que corroboren la toma de decisiones (Kliskey, 1995).

Esto es posible, pues “los SIG a diferencia de muchos otros ámbitos de las tecnologías de la información, caracterizan estructuras a menudo más complicadas y menos unificadas.”

Contienen todos los datos espaciales, datos de la atmósfera, la superficie de la tierra y la litosfera, permitiendo la captura sistemática, la manipulación y el análisis de dichos datos, basados en un marco de referencia estandarizados y espacialmente distribuidos descritos por puntos, líneas o superficies (Bartelme, 2022).

Sin lugar a duda, los SIG han desempeñado un papel importante dado que los datos geográficos permiten abordar problemas y cuestiones de gestión contemporánea. Con un campo amplio de aplicación de optimización espacial para proporcionar decisiones directas, en entornos como centros comunitarios de salud, rutas de transporte, depósitos de biomasa, rutas de evacuación, entre otros, implementando softwares como ArcGIS, QGIS o TransCAD (Girona, 2017).

Una tarea innovadora con un futuro prometedor, que en los últimos años ha contribuido en diversos estudios, como el caso de los parámetros estructurales del bosque, tomando como referencia la altura, la forma, el follaje y la distribución de la copa, obteniendo datos a escala local o regional. Facilitando la recepción de información certera que permite evaluar los productos que se pueden obtener, como los mapas de la cobertura terrestre, la biomasa aérea, los parámetros biofísicos/químicos y la productividad de los bosques (Favorskaya y Jain, 2017).

Así mismo, los SIG son utilizados para la investigación, el análisis y modelización de la acuicultura, pues las decisiones más importantes en la “fase de planificación sobre el lugar, las especies, el sistema y la tecnología que se va a utilizar, están condicionadas por cuestiones geográficas” (Falconer., et al, 2020).

Lo que la convierte en una tecnología clave para los países en desarrollo, por su amplia gama de aplicación en áreas como la protección ambiental, la gestión urbana, la producción agrícola, el mapeo de deforestación, la evaluación de salud pública, la lucha contra el crimen y mediciones socioeconómicas (Câmara y Onsrud, 2004).

Esta versatilidad refleja lo viable de construir bases para el manejo particular de los datos, porque, así como “Excel de Microsoft, es un conjunto de herramientas orientadas a la manipulación de datos, dispuestos en tablas y hojas de cálculos y Word es un conjunto de

herramientas orientadas a la manipulación de textos, los SIG son similarmente, un conjunto de herramientas orientadas a la manipulación de datos geográficos” (Girona, 2017).

3.2 Software y herramientas de los SIG

Destacando lo más común de hoy en día, se ejemplifica la popularización de los SIG en las diferentes plataformas web de código abierto que le ofrecen al público en general, sitios como MapQuest que genera indicaciones de viajes o Expedia que permite la búsqueda de hoteles locales (Michael, 2010). Sin mencionar los softwares SIG de escritorio y complementos, como ArcGis que, aunque no es un software libre facilita desde la creación de mapas web hasta el desarrollo de modelos analíticos complejos; siguiendo con QGIS, que es de código abierto licenciado bajo GNU (*General Public License*); gvSIG que trabaja con diversidad de formatos, vectoriales y ráster, ficheros, base de datos y servicios remotos; GRASS GIS un software gratuito que está disponible para Linux, Unix, Mac OSX, Windows y Android y soporta numerosos formatos y funcionalidades de datos vectorial, ráster y bases de datos. (UNIGIS,2017). SAGA GIS de código abierto, que maneja un conjunto de algoritmos científicos para el trabajo con datos vectoriales y ráster; entre otros (UNIGIS,2017).

De la misma manera, existen herramientas que facilitan la visualización, la difusión y el análisis de los datos, al permitir la creación y la publicación de mapas (herramienta CARTO); la creación de bases cartográficas de referencia, así como el desarrollo de aplicaciones web map y móviles para la consulta de información georreferenciada (plataforma Mapbox), entre otras (UNIGIS, 2017).

3.3 Piloto de iMMAP, construyendo una metodología pensada desde el enfoque del manejo de la información basada en asentamientos para la respuesta humanitaria

La comunidad humanitaria en Colombia se coordina en dos estructuras principales: el Equipo Humanitario País (EHP) bajo la coordinación de la Coordinadora Residente y OCHA como Secretaría Técnica, en donde se articula la respuesta a desastres naturales, conflicto armado, COVID, migración transcontinental; y el Grupo Inter agencial de Flujos Migratorios Mixtos (GIFMM) liderado por ACNUR y OIM para la respuesta a personas refugiadas y migrantes provenientes de Venezuela.

En este contexto, un conjunto de organizaciones humanitarias, se han reunido en un espacio autónomo de colaboración y articulación, como Foro de Organizaciones Humanitarias en Colombia. En este espacio de coordinación, iMMAP lideró un proceso piloto con el fin de proponer una metodología de recolección de información y especialmente de comunicación con comunidades sobre las necesidades humanitarias, las capacidades de la comunidad afectada y la respuesta humanitaria a partir de un proceso de cartografía social y comunitaria en asentamientos nuevos.

En desarrollo de un proceso de innovación para la respuesta humanitaria, durante 2020, iMMAP como parte del apoyo a los sectores del GIFMM en el marco del Plan de Respuesta a Refugiados y Migrantes (RMRP) de 2020, inició un proceso de detección y caracterización de nuevos asentamientos creados a partir de 2015 (momento en el que se intensifican los flujos migratorios provenientes de Venezuela) a través de imágenes satelitales e inteligencia artificial (iMMAP).

4. Metodología

Se tuvo en cuenta una revisión bibliográfica enfocada en tres temas principales. En primer lugar, lo correspondiente a los POT de los municipios en donde se ubican los asentamientos, para determinar el uso actual de los suelos y así identificar los cambios en estos sectores. De igual manera, se identificó si los asentamientos estaban en áreas de expansión, periurbanas, suburbanas o en la periferia de los municipios teniendo en cuenta el POT. En segundo lugar, se abordó un análisis sobre las condiciones ambientales a las cuales estaban expuestas las poblaciones migrantes y su repercusión sobre la cobertura y el cambio del uso del suelo. Finalmente, lo correspondiente a los métodos de identificación y caracterización de los posibles asentamientos.

4.1 Área de estudio

Los asentamientos de las poblaciones migrantes que se analizaron se encuentran ubicados en los municipios de Barranquilla y Soledad en el departamento del Atlántico. Consideradas zonas priorizadas por el proceso de detección de asentamientos en iMMAP por lo que, están validados y cartografiados.

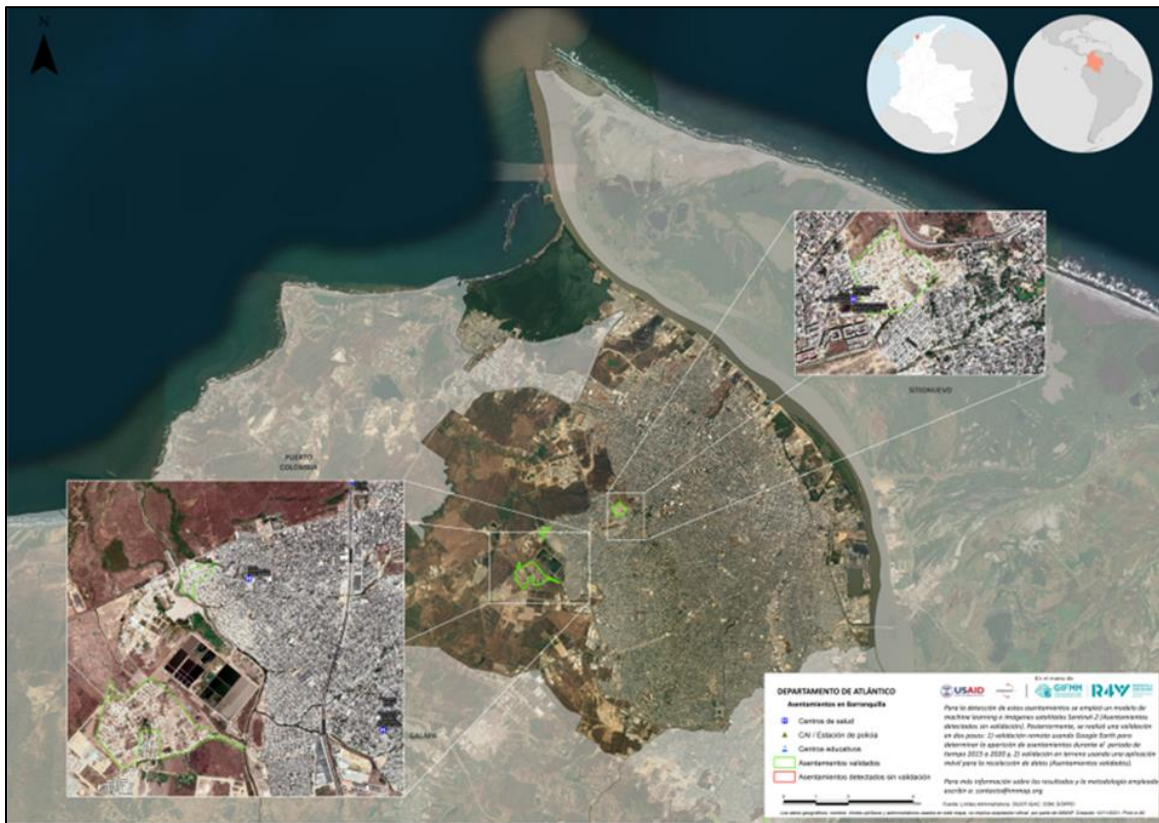
4.1.1 Área de estudio en Barranquilla

Barranquilla está ubicada sobre la ribera occidental del río Magdalena, a pocos kilómetros de su desembocadura en el Mar Caribe, con una extensión total de 154 km² destacada por estar registrada con el nivel de desempleo más bajo del país por puntuar el 8,7% (Páez, 2022). Posee un clima tropical, cálido y seco, una temperatura de 28°C y precipitaciones por temporadas, de mayo a junio y de agosto a noviembre. Caracterizada por sus grandes eventos, como el Carnaval de Barranquilla y sus lugares turísticos; pues su cultura nace de la convergencia de las culturas indígenas de la región caribe con Europa y África tras la llegada de los españoles a América

(Angula, 2011). Hoy en día posee una gran variedad de flora siendo los más comunes el roble morado (*Tabebuia rosea*), matarratón (*Gliricidia sepias*), el guayacán (*Tabebuia chrysantha*), el indio encuero (*Bursera simaruba*), entre otros (CUL, 2019).

Figura 1

Asentamientos humanos en Barranquilla, Atlántico



Nota. El mapa presenta tres de los asentamientos dentro del municipio. Tomado de iMMAP

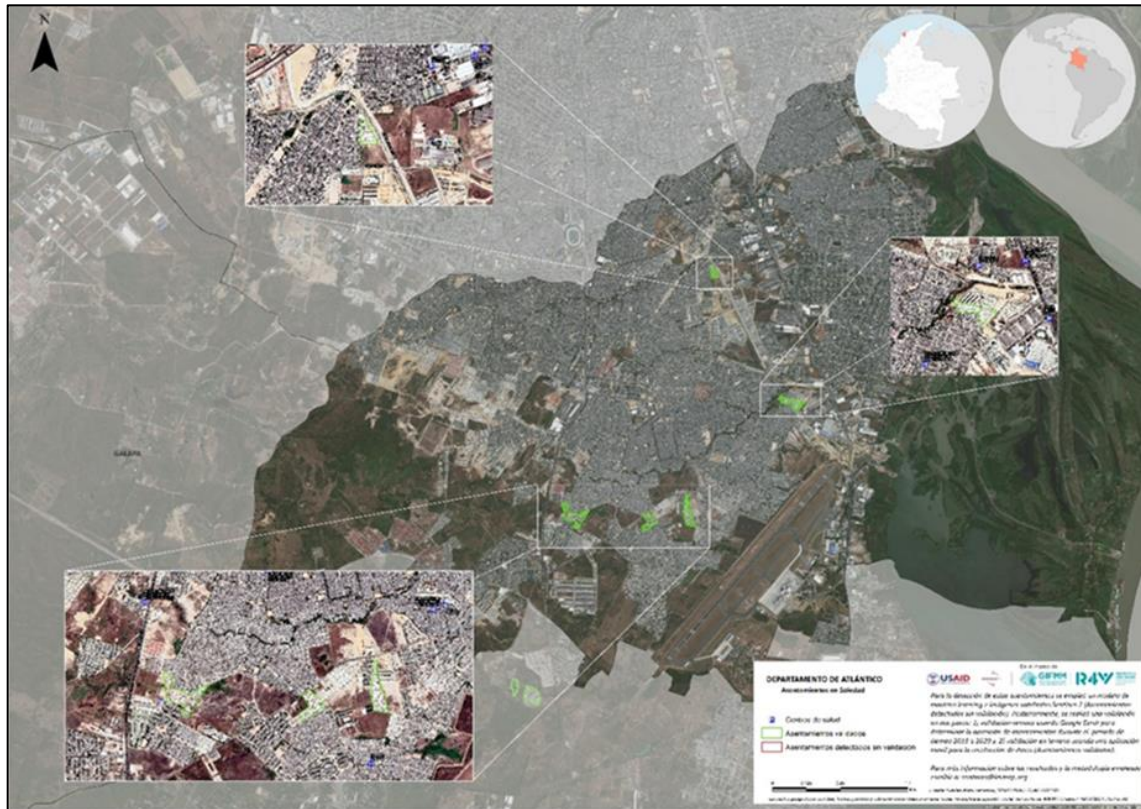
por L. Carvajal, 2021, <https://csdc.immap.org/>

4.1.2 Área de estudio en Soledad

El municipio de Soledad se encuentra localizado en la región Caribe Colombiana, forma parte del departamento del Atlántico, subregión rivera del norte. Así mismo, según ordenanza N.º 028 conforma el Área Metropolitana de Barranquilla, conjuntamente con los municipios de Puerto Colombia, Galapa, Malambo y el distrito de Barranquilla. Desde el punto de vista geográfico el

municipio de Soledad limita: al norte con el Distrito de Barranquilla (Conurbación del 100%), al sur con el municipio de Malambo, al oriente con el Río Magdalena y al occidente con el municipio de Galapa. La temperatura del municipio varía generalmente de 25°C a 32°C y precipitaciones por temporadas de mayo a noviembre (El clima en Soledad, s.f). Tiene una extensión de sesenta y siete kilómetros cuadrados (67 km²) equivalente a 6.700 hectáreas, siendo el 1.97% del departamento del Atlántico (Soledad, 2004).

La problemática ambiental dentro del Municipio incluye un déficit en materia de educación ambiental; la inundación generada por los arroyos Don Juan, Platanal y el Salao; la inadecuada disposición de las aguas residuales domésticas e industriales; la deficiente recolección y disposición de los residuos sólidos; la contaminación sonora y electromagnética en las zonas residenciales; el impacto negativo de los asentamientos informales y/o subnormales (Ciudad de Soledad, 2004). Como se logra apreciar en el mapa este es un municipio con varios asentamientos.

Figura 2*Asentamientos humanos en Soledad, Atlántico*

Nota. El mapa presenta cinco de los asentamientos dentro del municipio. Tomado de iMMAP por L. Carvajal, 2021, <https://csdc.immap.org/>

4.2 Detección y caracterización de nuevos asentamientos

El proceso de detección y caracterización de nuevos asentamientos fue el enfoque primario dentro de las actividades programadas por la empresa, para ser desarrolladas por el pasante durante el transcurso de la práctica empresarial. De esta manera, para dar respuesta al primer objetivo, se siguió la metodología implementada por la empresa iMMAP para la recolección de información de asentamientos. Con base a los modelos de aprendizaje automático: Thinking Machines 2020 y 2022 y el modelo Dymaxion Labs, construido por medio de imágenes de radar que mejoran la

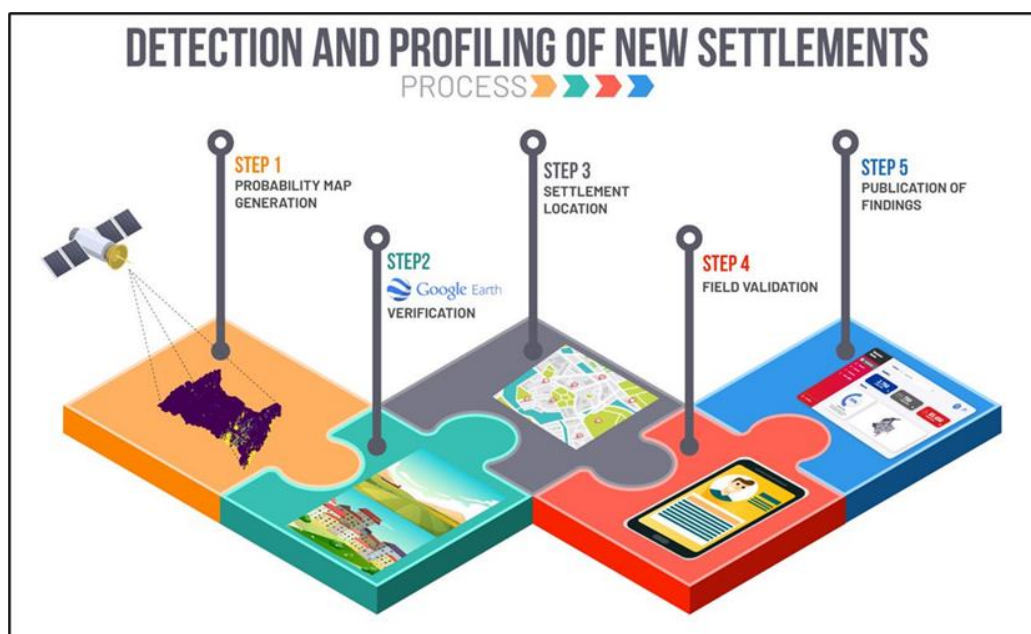
detección de asentamientos en zonas en donde la alta nubosidad no permitirá implementar los anteriores modelos.

Estos modelos facilitaron la identificación y caracterización de los posibles asentamientos, mediante mapas de probabilidad y grillas que cubren áreas priorizadas dentro del país. Con el apoyo de plataformas Open Source, Google Earth pro, Google Engine y Google Street View se observaron características como, la estructura del asentamiento (contigüidad entre viviendas y expansión desorganizada), tipo y calidad de las viviendas, estructura de la malla vial, detección de comercio en el área, iglesias, instituciones educativas, centros de salud y mobiliario urbano. Pues, dichos criterios ayudaron a corroborar si se trataba de un asentamiento o una expansión urbana.

Estos posibles asentamientos fueron validados con la plataforma Premise (Formularios T3 - iMMAP-Colombia Wiki, s. f.), que por medio de encuestas e imágenes permitirían conocer las condiciones de la comunidad migrante, su nivel de vulnerabilidad y sus necesidades, enfocando los sectores SALUD, SAN (seguridad alimentaria y nutrición) y WASH (agua, saneamiento e higiene). Información de gran apoyo que se entrega a entidades encargadas de proporcionar ayudas humanitarias (iMMAP, 2020).

Figura 3

Metodología para la caracterización y detección de nuevos asentamientos



Nota. Tomado de iMMAP.

4.2.1 Análisis de expansiones, uniones y desalojos en los asentamientos

Para identificar los asentamientos que se unieron con otros, los que fueron desalojados y en los que se aumentó el número de viviendas, se depuraron todos los asentamientos que ya estaban identificados hasta el momento y con el apoyo de Google Earth pro, se siguió la metodología de identificación en donde se tenían en cuenta las características picto morfológicas de identificación de asentamientos. Y con la herramienta Google Street View, es decir, la línea de tiempo se observó los últimos cuatro años, para así categorizar los asentamientos como expansiones, uniones o desalojos dentro de las bases de datos.

4.2.2 Conteo de viviendas en los asentamientos

El proceso de conteo de viviendas dentro de los asentamientos se realizó en Google Earth, depurando cada uno y teniendo en cuenta si todas las viviendas que entraban dentro del asentamiento se encontraban en condiciones precarias o no. De esta manera, según el código asignado para cada asentamiento se registró el total de viviendas.

4.3 Procesamiento de imágenes satelitales

Para la identificación de los cambios de la cobertura y el suelo, se utilizaron imágenes satelitales PlanetScope, ya que tiene una cobertura diaria en casi todo el mundo, un tamaño de pixel de 3,7-4,1m (muestreado a 3m) con bandas azul, verde, rojo e infrarrojo cercano. Estas imágenes son una excelente fuente de monitoreo de la vegetación, con una mejor resolución espacial y una cobertura temporal, lo que es importante en áreas nubladas ya que aumenta la posibilidad de adquirir una imagen sin nubes (PlanetScope, s.f).

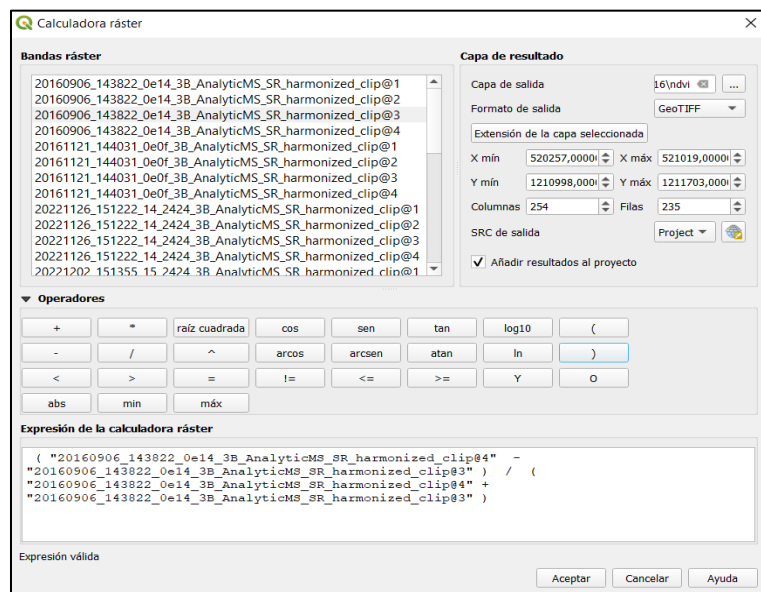
Las imágenes descargadas para el municipio de Soledad y el conjunto de los cinco asentamientos correspondieron, a las fechas 27 de septiembre del 2016 y 20 de agosto del 2022 y para el asentamiento Fronteras de maduro con las fechas 30 de diciembre del 2016 y 27 de diciembre del 2022.

Para Barranquilla, la imagen del asentamiento de Villa Caracas correspondió a las fechas, 6 de septiembre del 2016 y 26 de noviembre del 2022 y para el asentamiento Nueva Colombia las fechas, 21 de noviembre del 2016 y 02 de diciembre del 2022.

Estas imágenes fueron geo procesadas en el software de QGIS 3.16 realizando correcciones geométricas y re proyección de capas para manejar las mismas coordenadas. De esta manera, el área de estudio se cargó al software como un archivo vectorial ya que, los polígonos fueron trabajados previamente en Google Earth Pro.

4.3.1 *Cálculo del índice NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)*

El geo proceso se realizó en el software de QGIS, utilizando la banda NIR (infrarrojo cercano) y la visible (roja) que para este caso fueron la banda cuatro y tres. De esta manera, se realizó el respectivo cálculo en la calculadora ráster siguiendo la formula (figura 4).

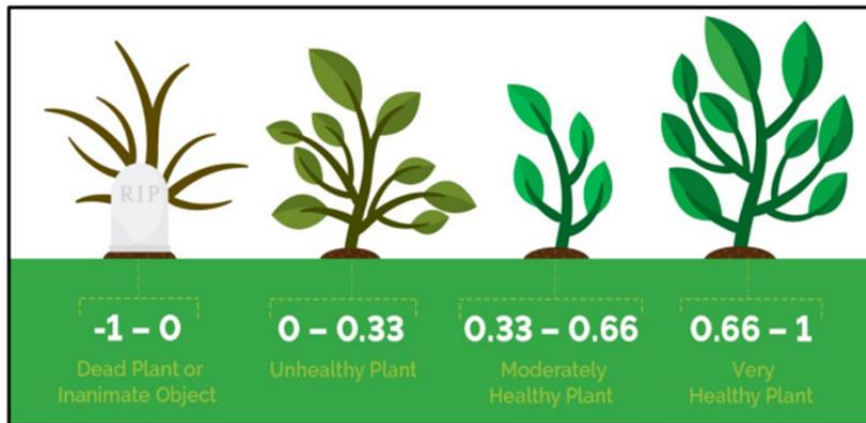
Figura 4*Cálculo del NDVI*

Nota. Calculadora ráster en QGIS 3.16

4.3.2 Reclasificación y vectorización del NDVI

Después de calcular el índice, se realizó una reclasificación del NDVI con el fin de reconocer los patrones y las características homogéneas de la vegetación. Tomando como referencia las categorías propuestas por Balderas, 2018 (Figura 5).

Figura 5*Reclasificación del NDVI*



Nota. Tomado de Balderas, 2018.

4.3.3 Clasificación supervisada

Con el fin de identificar qué áreas eran ocupadas por cada cobertura, se realizó una clasificación supervisada teniendo en cuenta la clasificación de coberturas de la leyenda Corine Land Cover. De la cual, se tomó la cobertura de zonas verdes urbanas con código 1.4.1 y la cobertura de tejido urbano continuo con código 1.1.1.

4.3.4 Georreferenciación de los mapas del uso actual del suelo en Soledad y Barranquilla

La información del uso actual del suelo para el municipio de Soledad, se tomó del departamento nacional de planeación (NDP) y para Barranquilla se obtuvo de la secretaria distrital de planeación, alcaldía de Barranquilla. De esta manera, en el software de QGIS, se georreferenciaron los PDF convertidos a formato PNG con dicha información.

4.4 Revisión de información secundaria

Se realizó una revisión bibliográfica a profundidad sobre ciertas características del área de estudio, con el fin de correlacionar la información ya existente con los productos obtenidos en el procesamiento de las imágenes satelitales.

La base más importante fueron los Planes de Ordenamiento Territorial (POT) de Barranquilla y Soledad y algunos shapes obtenidos de las páginas del IDEAM- Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales o del IGAC-Instituto geográfico Agustín Codazzi. De los que se tendrá en cuenta aspectos como:

Uso actual del suelo

Áreas de expansión urbana y rural

Bosques

Hidrología

Ecosistemas

4.5 Diagnóstico ambiental y comunitario

El desarrollo del tercer objetivo se llevó a cabo con base en la información provista por la empresa iMMAP, la cual realizó talleres con las poblaciones asentadas con el fin de obtener cartografía social y comunitaria. Los productos que iMMAP obtuvo de estos talleres fueron: mapas con soluciones de acceso a agua y saneamiento, educación, atención médica, entre otros. Mediante la toma de imágenes con un dron con una resolución de 20 cm por pixel, durante este proceso cartográfico; Dichas imágenes fueron usadas como soporte para analizar y correlacionar:

El tipo de cobertura dentro del asentamiento

Las condiciones a las que están expuestas estas comunidades

El acceso a cuerpos de agua y la contaminación de las mismas

La generación de residuos y por ende la contaminación al suelo

5. Resultados

Teniendo en cuenta los objetivos planteados para el desarrollo del proyecto, se muestran los resultados obtenidos durante el proceso.

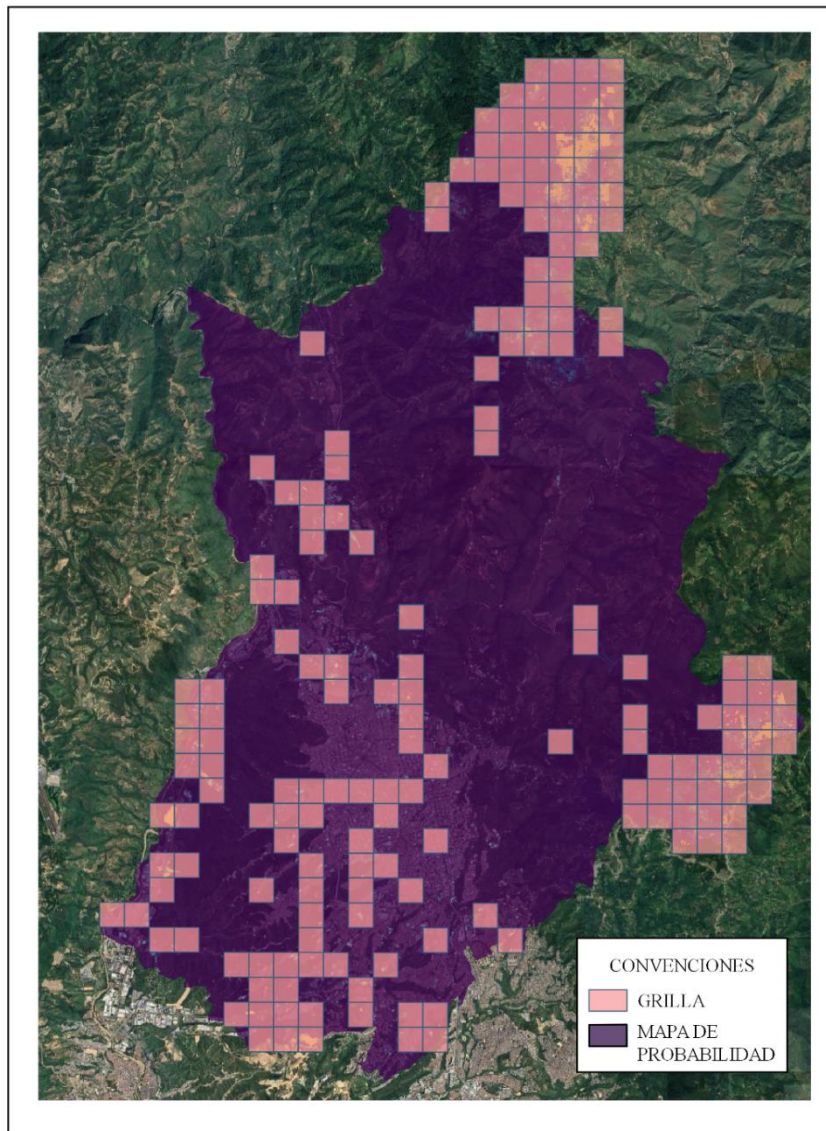
5.1 Proceso de identificación de nuevos asentamientos humanos con posible población refugiada y migrante proveniente de Venezuela

5.1.2 Detección y caracterización de nuevos asentamientos

A continuación, se presenta un ejemplo del área que cubre un mapa de probabilidad y la grilla (Figura 6). De igual manera, se presenta un ejemplo de un asentamiento identificado en el cual se evidencia el cambio de la cobertura vegetal en tan solo un año. Esto con el fin de evidenciar el proceso de manera más clara (Figura 7 y 8). Finalmente, se evidencia la tabla de resultados de los municipios en los que se identificaron nuevos asentamientos y el total de estos (Tabla 1).

Figura 6

Mapa de probabilidad y grilla



Nota. El mapa presenta el área de probabilidad de asentamientos en Bucaramanga.

Figura 7*Asentamiento en Barrancabermeja, año 2021***Figura 8***Asentamiento en Barrancabermeja, año 2022***Tabla 1***Asentamientos identificados en cada municipio*

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	ASENTAMIENTOS IDENTIFICADOS
Arauca	Arauquita	10
	Fortul	0
	Saravena	4
	Tame	5
Atlántico	Baranoa	7

	Malambo	14
	Puerto Colombia	2
	Santo Tomás	4
Bolívar	Turbaco	11
Caldas	Manizales	10
	Agustín Codazzi	6
Cesar	La Paz	8
	Chía	3
	Facatativá	3
Cundinamarca	Madrid	1
	Mosquera	1
	Soacha	23
	Riohacha	33
Guajira	Uribe	24
Magdalena	Fundación	10
Nariño	Ipiales	3
	Chinácota	5
	Los Patios	5
Norte de Santander	Ocaña	12
	Tibú	18
	Dosquebradas	8
Risaralda	Pereira	11

Santander	Bucaramanga	9
	Barrancabermeja	16
	Floridablanca	5
	Girón	5
	Piedecuesta	4
Valle del Cauca	Cali	11
	Jamundí	8
	Palmira	0
Total		299

La tabla 1, presenta los municipios y el total de asentamientos identificados durante el período 2019 al 2022. Se evidenció de esta manera que, en el municipio de Riohacha del departamento de la Guajira, se presentó mayor población asentada durante un tiempo de formación de 3 a 5 años, lo cual concuerda con el periodo de la crisis migratoria de Venezuela.

5.1.3 Análisis de expansión, unión y desalojo en los asentamientos

Se realizó un análisis más detallado de los asentamientos para actualizar la información registrada en las bases de datos. De esta manera, fue pertinente saber si la población del asentamiento creció, se unió con otros asentamientos o si fueron desalojados. A continuación, se presentan los datos de los asentamientos analizados.

Tabla 2*Datos de expansión, unión y desalojo en los asentamientos*

MUNICIPIO	EXPANSIONES	UNIONES	DESALOJOS
Araucanía	3		
Barrancabermeja	2	1	
Cali	2	1	
Dosquebradas	1		
Floridablanca	1		
Girón	1		
Saravena			1
Soacha	6		1
Tame	1		
Tibú	6		
Turbaco	1		

La tabla 2, da a conocer en que municipios los asentamientos se expandieron, se unieron con otra población asentada o fueron desalojados por alguna razón. Uno de los municipios que presentan mayor tendencia de crecimiento poblacional es Tibú, que al estar ubicado en el noreste del país en la frontera con Venezuela y a orillas del río Tibú representa un punto estratégico para los migrantes que buscan establecerse (iMMAP, 2021). Igualmente, el municipio de Soacha, autónomo del departamento de Cundinamarca y parte del área metropolitana de Bogotá, por su importante zona industrial representa una alternativa viable para los migrantes en busca de

oportunidades laborales, situación que se refleja en el 28,6 % de los asentamientos que están representados por población proveniente de Venezuela (iMMAP, 2021).

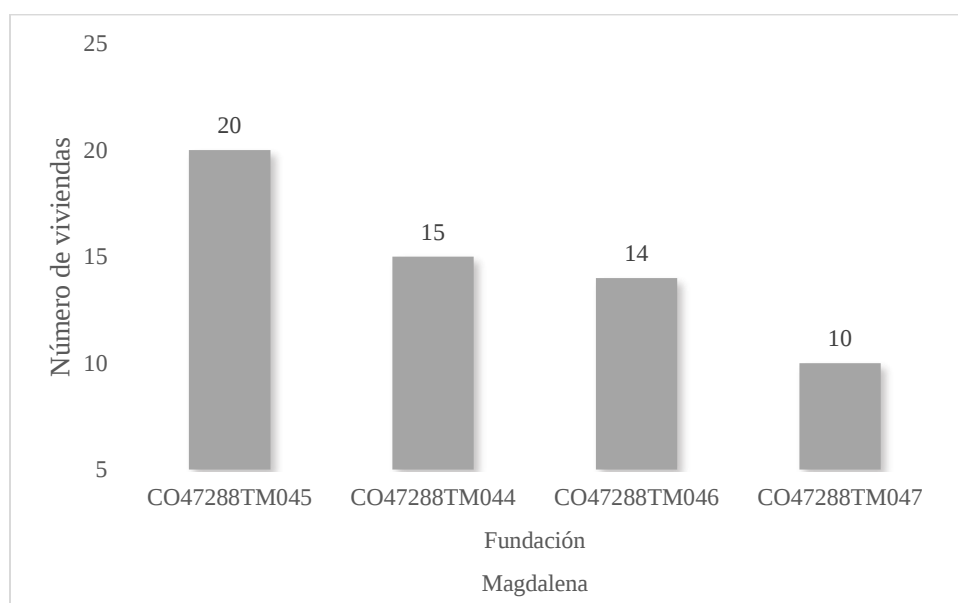
De igual manera, los resultados presentan una problemática social que a simple vista se ve como la violación de los derechos humanos por desalojos forzosos de las poblaciones asentadas en este caso en Saravena y Soacha. Aunque se desconocen las causas, un factor influyente es la ocupación ilegal de tierras que incide en la urbanización incontrolada (Desalojos forzosos y derechos humanos en Colombia | *Lincoln Institute of Land Policy*).

5.1.4 Censo de viviendas dentro en los asentamientos

Teniendo la información de los nuevos asentamientos en el país, se continuó la depuración con un censo de viviendas en cada uno de los asentamientos. A continuación, se presentan el censo realizado por departamentos.

Gráfica 1

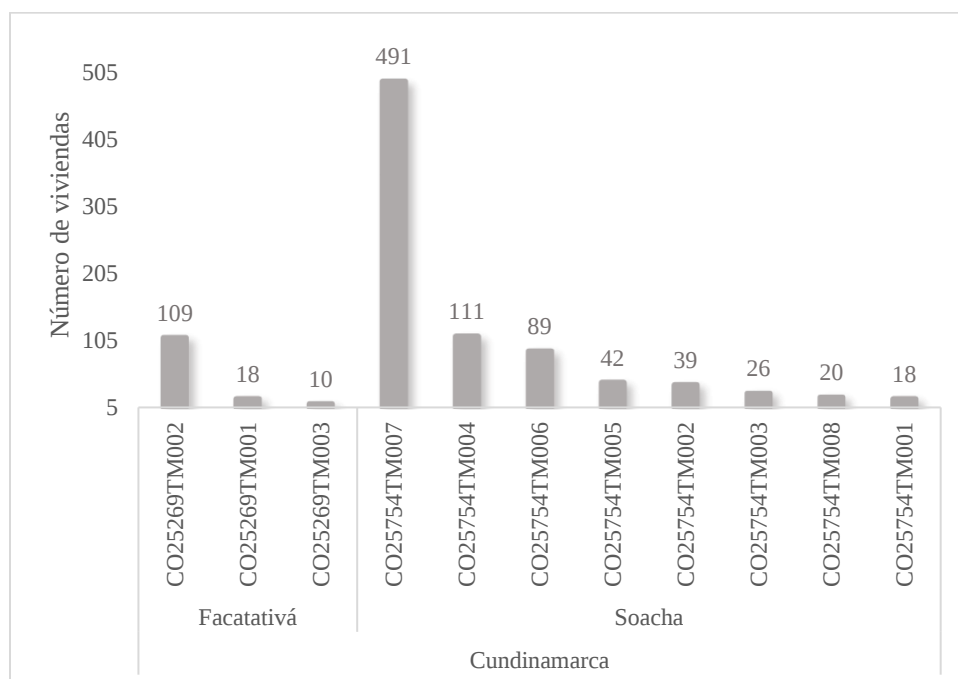
Resultados del censo de viviendas para el departamento del Magdalena



La gráfica 1, presenta el número de viviendas para el municipio de Fundación del departamento del Magdalena, con un total de 59 viviendas entre cinco de los asentamientos registrados por códigos.

Gráfica 2

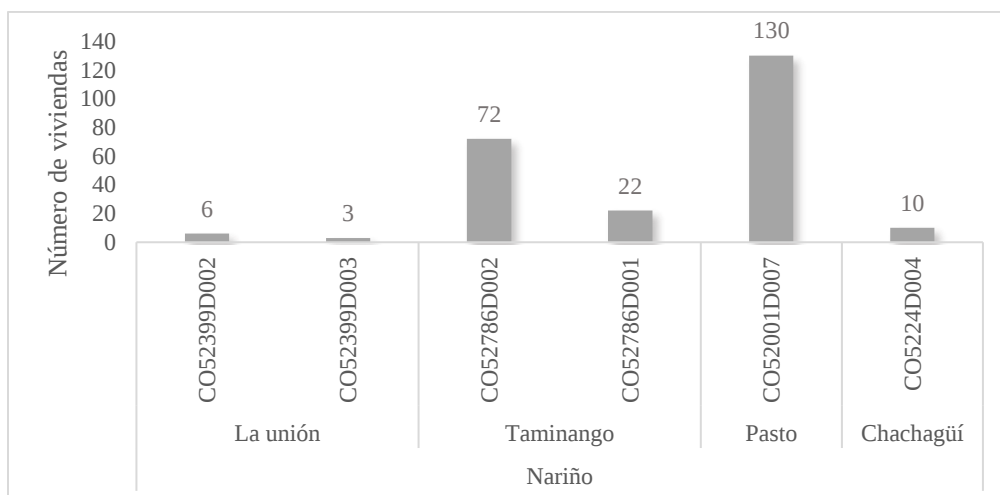
Resultados del conteo de viviendas para el departamento de Cundinamarca



La gráfica 2, presenta el número de viviendas en dos de los municipios del departamento de Cundinamarca. Para el municipio de Facatativá un total de 137 entre tres asentamientos y 836 para el municipio de Soacha entre ocho de asentamientos registrados por códigos.

Gráfica 3

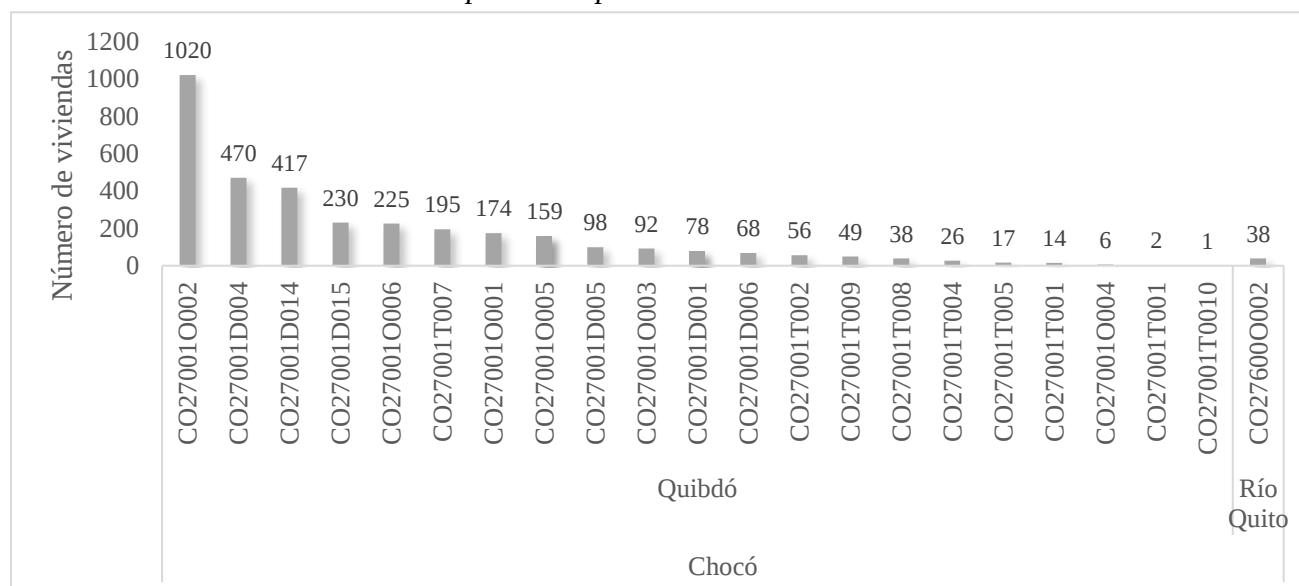
Resultados del conteo de viviendas para el departamento de Nariño



La gráfica 3, presenta el número de viviendas en cuatro municipios del departamento de Nariño. El municipio de la Unión presenta un total de 9 viviendas, Taminango registra 94 viviendas, Pato 130 viviendas y Chachagüí 10 viviendas en donde cada asentamiento está registrado con su respectivo código.

Gráfica 4

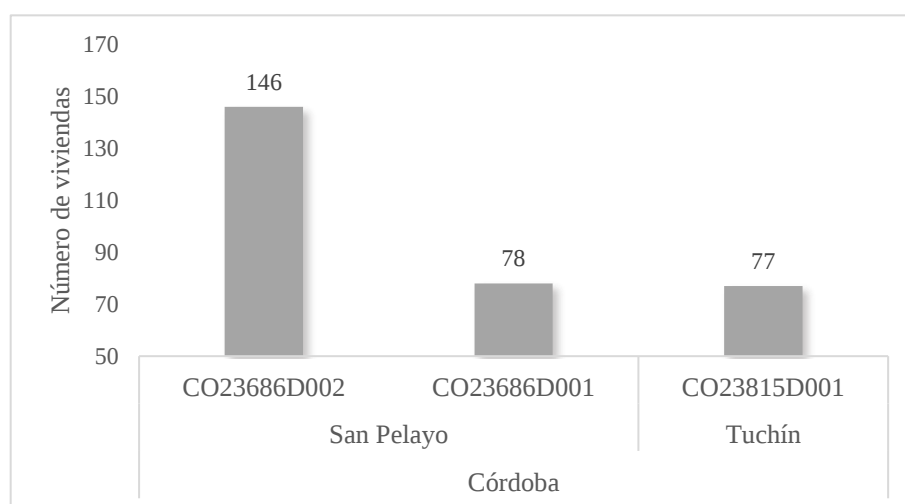
Resultados del conteo de viviendas para el departamento de Chocó



La gráfica 4, presenta el número de viviendas en dos municipios del departamento de Chocó. El municipio de Quibdó presenta un total de 3.435 viviendas entre 21 asentamientos presentes en la zona y Río Quito un total de 38 viviendas en el único asentamiento registrado en la zona.

Gráfica 5

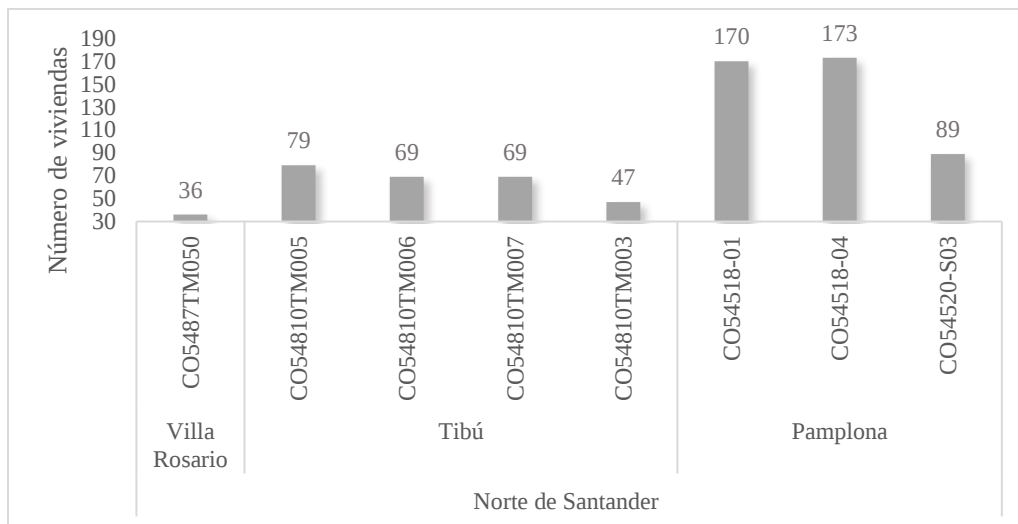
Resultados del conteo de viviendas para el departamento de Córdoba



La gráfica 5, presenta el número de viviendas en dos municipios del departamento de Córdoba. El municipio de San Pelayo presenta un total de 224 viviendas entre dos asentamientos y el municipio de Tuchín en un asentamiento depurado un total de 77 viviendas.

Gráfica 6

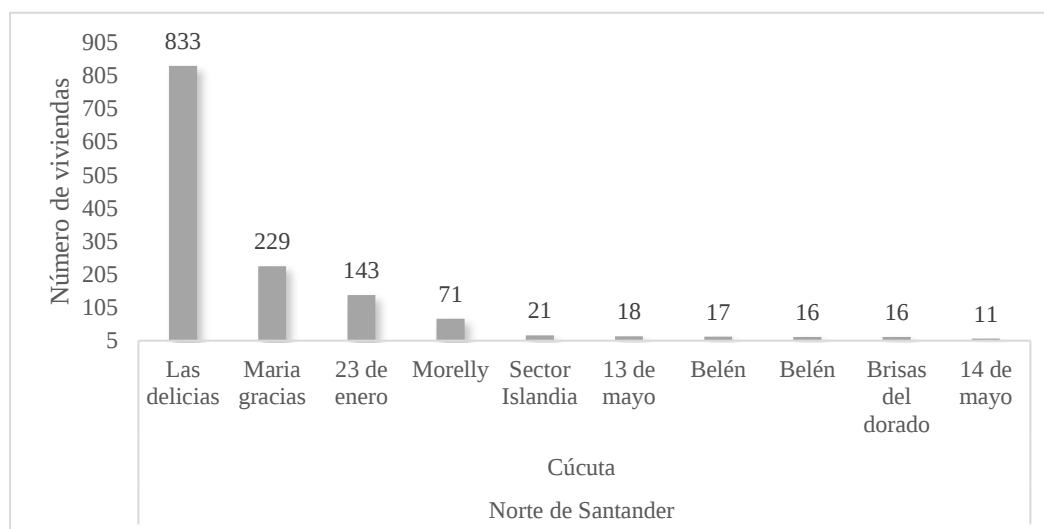
Resultados del conteo de viviendas para el departamento de Norte de Santander



La gráfica 6, presenta el número de viviendas para tres municipios en Norte de Santander. El municipio de Villa Rosario presenta un total de 36 viviendas en un asentamiento depurado en esa zona, el municipio de Tibú en total 264 viviendas entre cuatro de los asentamientos presentes en la zona y Pamplona un total de 432 viviendas entre tres de los asentamientos de la ciudad.

Gráfica 7

Resultados del conteo de viviendas para el departamento de Norte de Santander



La gráfica 7, presenta el número de viviendas para diez asentamientos ubicados en Cúcuta departamento de Norte de Santander. Los asentamientos fueron registrados por el nombre, siendo el asentamiento las delicias con un total de 833 viviendas el más poblado de la zona.

Tabla 3

Resultados del conteo de viviendas para el departamento de Norte de Santander

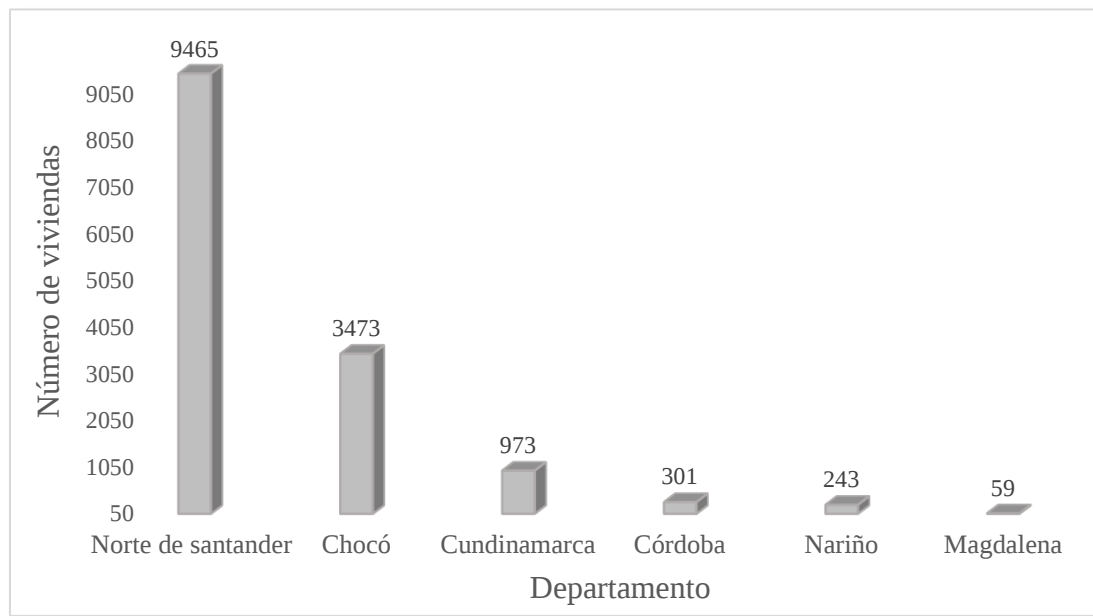
Departamento	Municipio	Número del asentamiento	Número de viviendas
Norte de Santander	Cúcuta	57	1376
		148	434
		190	412
		142	407
		79	356
		53	320
		89	309
		146	276
		143	270
		147	167
		140	164
		145	154
		183	149
		178	146
		144	136
		141	128
		58	123
		179	122
		62	111
		77	103
		180	101
		73	98
		199	97
		125	86
		189	80
		78	79
		133	74

Departamento	Municipio	Número del asentamiento	Número de viviendas
Norte de Santander	Cúcuta	160	73
		194	71
		204	69
		47	64
		56	57
		132	54
		202	54
		182	42
		192	42
		127	38
		46	37
		71	37
		137	35
		43	33
		138	32
		48	30
		49	29
		126	27
		203	27
		70	26
		181	24
		69	22
		75	21
		129	21
		197	18
		128	15
		135	15
		193	12
		51	10
		131	9
		136	9
		177	8
		139	7
		200	7
		44	3
		130	1
		201	1

La tabla 3, presenta el número de viviendas contadas de manera remota en cada uno de los asentamientos de la ciudad de Cúcuta departamento de Norte de Santander. De esta manera, se logró apreciar que en la ciudad de Cúcuta es en donde la mayor población migrante se encuentra asentada, en parches de asentamientos bastante pronunciados por la cantidad de personas que en estos albergan. A continuación, se presenta una gráfica resumen del total de viviendas por departamento.

Gráfica 8

Resultados del conteo de viviendas por departamento



La gráfica 8, presenta el número de viviendas contadas por departamentos. Se puede apreciar que el departamento de Norte de Santander fue el que registro mayor población asentada distribuida en diferentes municipios. Al estar ubicado al noreste de la región Andina de Colombia limitando por el Norte y Este con la República de Venezuela, resulta ser una alternativa viable para los migrantes pues según migración Colombia a finales del 2020 el departamento tenía unos 200.256 migrantes provenientes de Venezuela (iMMAP, 2020).

El diagnóstico de los asentamientos validados por la empresa iMMAP, permitió identificar que dentro de este departamento existen asentamientos con poblaciones mixtas, es decir, tanto colombianos como residentes de otros países. Se registro que un 22,6% de los asentamientos estaban representados por población colombiana y un 16,1% por población proveniente de otro país, con una alta probabilidad de que fueran migrantes y refugiados provenientes de Venezuela (iMMAP, 2020).

Continuando con el departamento del Chocó que registro un alto valor de población asentada mayormente en el municipio de Quibdó. En donde parte de los asentamientos son representados por familias indígenas desplazadas, que abandonaron sus comunidades a causa del conflicto armado, obligándolos a asentarse en áreas periurbanas continuas a los asentamientos informales representados por población afrocolombiana desplazada (Informe Final MIRA: Municipio de Quibdó (Chocó) Situación de asentamientos indígenas | *HumanitarianResponse*)

5.2 Identificación de coberturas mediante la comparación de imágenes satelitales del año 2016 y 2022.

El área de estudio fue propuesta teniendo en cuenta la presencia de asentamientos humanos, el cambio evidente en el tiempo y la disponibilidad de imágenes tomadas por el dron en el taller de cartografía social que realiza iMMAP. De esta manera, se presenta una imagen que contiene un total de cinco asentamientos y otra de un asentamiento llamado Fronteras de maduro y Nueva frontera pertenecientes al municipio de Soledad. Para el caso de Barranquilla, se estudiaron dos de los asentamientos, uno que tiene por nombre Villa Caracas y el otro Nueva Colombia.

Con el fin de que la información no sea redundante, solo se presenta un ejemplo de los mapas de coberturas, ya que solo se clasificaron dos para lograr el objetivo. Por ende, el ítem 5.2.1

y 5.2.2 verifican la realización de dicho proceso para el municipio de Soledad en el año 2016 y 2022.

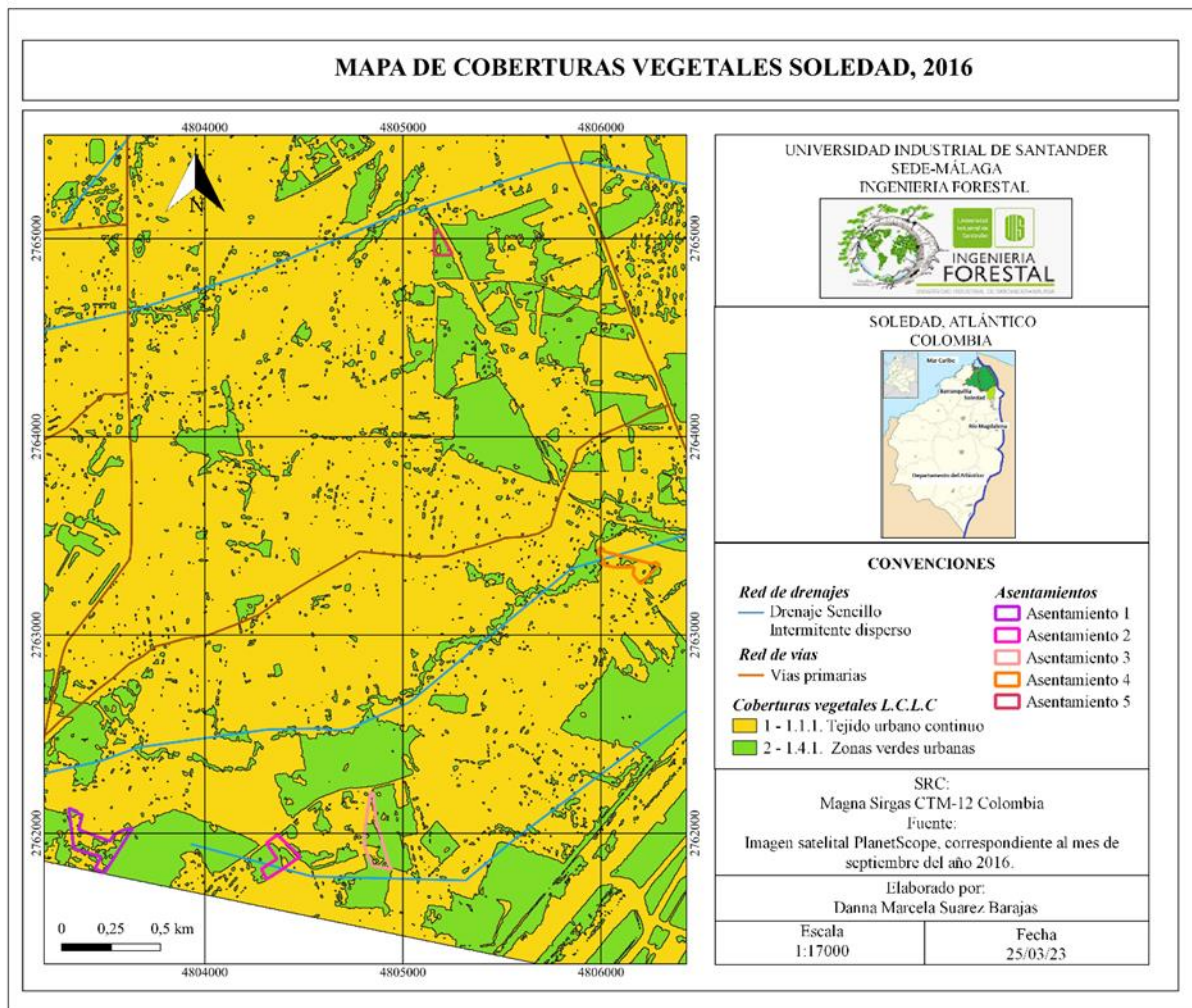
5.2.1 Mapa de coberturas correspondiente al año 2016 en Soledad, Atlántico

Tras realizar el proceso de clasificación supervisada y la asignación de clases según lo establecido en la Leyenda Corine Land Cover para Colombia, se obtuvieron dos tipos de coberturas dado que el objetivo de dicha clasificación era identificar la vegetación y la urbanización (Figura 9). De esta manera, la primera clase corresponde a la cobertura de tejido urbano continuo con código 1.1.1 y la segunda clase a las zonas verdes urbanas con código 1.4.1.

Con la ayuda de la herramienta de informes estadísticos para la capa ráster en el software QGIS 3.16, se obtuvieron los valores del área que ocupa cada cobertura dentro de la imagen de PlanetScope. Para el año 2016 la cobertura de tejido urbano continuo representa un área de 1.330 ha lo que corresponde al 76% y la cobertura de zonas verdes urbanas representa un área de 426 ha lo que representa el 24%.

Figura 9

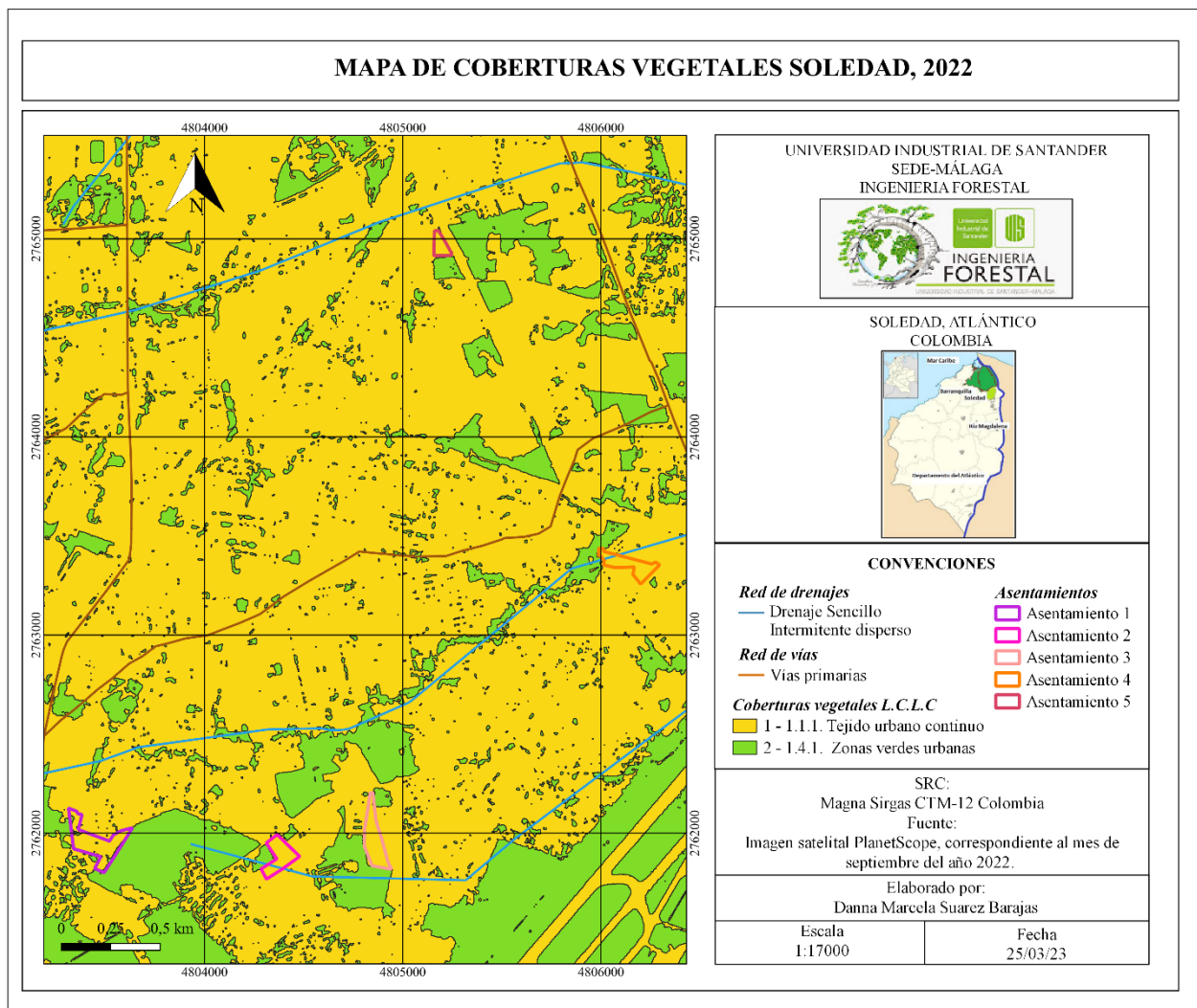
Mapa de coberturas en Soledad, Atlántico para el año 2016



La figura 9, presenta el mapa de coberturas para el municipio de Soledad, Atlántico correspondiente al año 2016. En este se aprecian dos tipos de coberturas, una que representa el tejido urbano continuo y otra las zonas verdes urbanas. De igual manera, las vías primarias, los drenajes sencillos y los polígonos que delimitan los cinco asentamientos presentes en el área de estudio.

5.2.2 Mapa de coberturas correspondiente al año 2022 en Soledad, Atlántico

Después de realizar la clasificación y para continuar con el propósito de comparar los valores estadísticos, se identificaron las mismas coberturas (Figura 10). La cobertura de tejido urbano continuo represento un área de 1.502 ha lo que corresponde al 77% y la cobertura de zonas verdes urbanas representa un área de 445 ha lo que representa el 23%. Al comparar estos valores con los del año 2016, se observa un incremento en la cobertura de tejido urbano continuo, debido al establecimiento de las poblaciones migrantes en este municipio y como se puede observar en el mapa, es muy evidente la disminución de vegetación que se presenta dentro de los polígonos que delimitan los asentamientos.

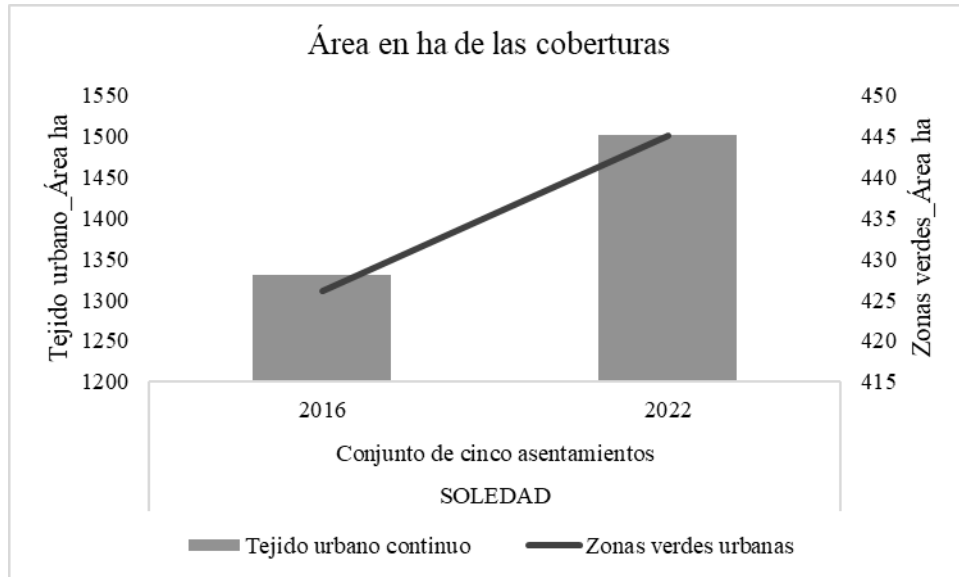
Figura 10*Mapa de coberturas en Soledad, Atlántico para el año 2022*

La figura 10, presenta el mapa de coberturas para el municipio de Soledad, Atlántico para el año 2022. Con sus dos clases de coberturas, las vías primarias, los drenajes sencillos y los polígonos que delimitan los cinco asentamientos presentes en el área de estudio.

A continuación, se presenta una correlación de los valores del área de las coberturas para los años 2016 y 2022 en el municipio de Soledad.

Gráfica 9

Área por cobertura para el conjunto de cinco asentamientos



La gráfica 9, presenta los valores de área en hectáreas (ha) que representa cada cobertura según el correspondiente año. En los dos años la cobertura más representativa es el tejido urbano continuo consecuencia de que, el municipio de soledad pertenece al área metropolitana de Barranquilla y en el año 2016 fue categorizado en la primera categoría de grandes municipios (Locales, 2016). En el 2022 se incrementa de manera significativa la población, situación que se puede relacionar con la presencia de poblaciones migrantes provenientes de Venezuela.

5.2.3 Índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI)

La comparación del resultado del índice se hizo con la finalidad de identificar la pérdida de vegetación en el área de los asentamientos y de igual manera analizar el incremento poblacional dentro del casco urbano. Se reajusto la reclasificación a las dos categorías clasificadas para este trabajo, zonas verdes urbanas y tejido urbano continuo (Tabla 4).

Tabla 4*Reclasificación del NDVI*

MUNICIPIO	ASENTAMIENTO	INTERPRETACIÓN	AÑO	MÍNIMO	MÁXIMO
Soledad	Conjunto de 5	Tejido urbano	2016	-0,1477	0,35
		continuo	2022	0,0072	0,45
		Zonas verdes urbanas	2016	0,35	0,7718
			2022	0,45	0,8280
	Fronteras de maduro	Tejido urbano	2016	0,0187	0,4
		continuo	2022	0,1075	0,5
		Zonas verdes urbanas	2016	0,4	0,6
				0,6	0,8365
			2022	0,5	0,8601
Barranquilla	Villa Caracas	Tejido urbano	2016	-0,0691	0,4
		continuo	2022	-0,0042	0,5
		Zonas verdes urbanas	2016	0,4	0,6498
			2022	0,5	0,7802
	Nueva Colombia	Tejido urbano	2016	-0,0393	0,6
		continuo	2022	0,1102	0,6
		Zonas verdes urbanas	2016	0,6	0,8216
			2022	0,6	0,8308

La tabla 4, presenta los valores de la reclasificación asignada al índice NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) teniendo en cuenta los pixeles categorizados para las dos clases, tejido urbano continuo y zonas verdes urbanas.

5.2.3.1 NDVI para Soledad. A continuación, se presenta el resultado del índice para el asentamiento Fronteras de maduro del municipio de Soledad correspondientes a los años 2016 y 2022.

Figura 11

NDVI, asentamiento Fronteras de maduro, 2016

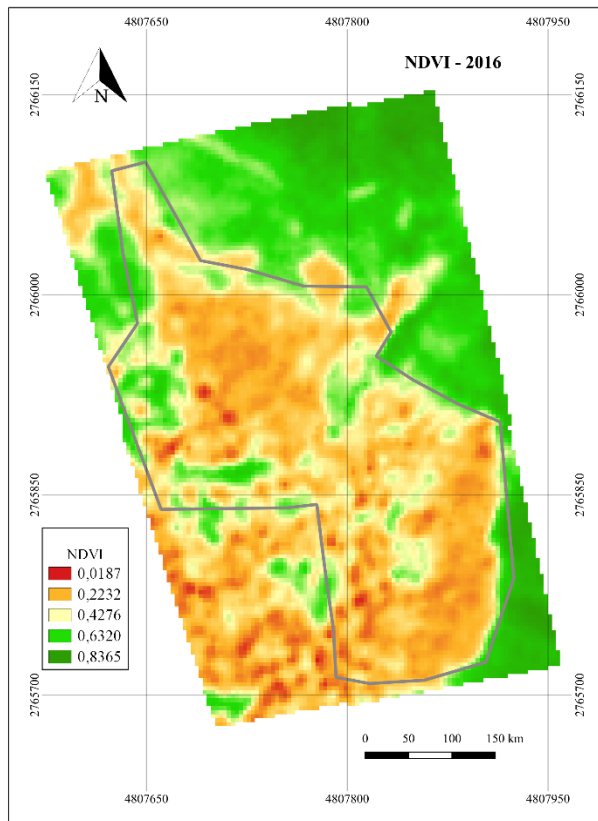
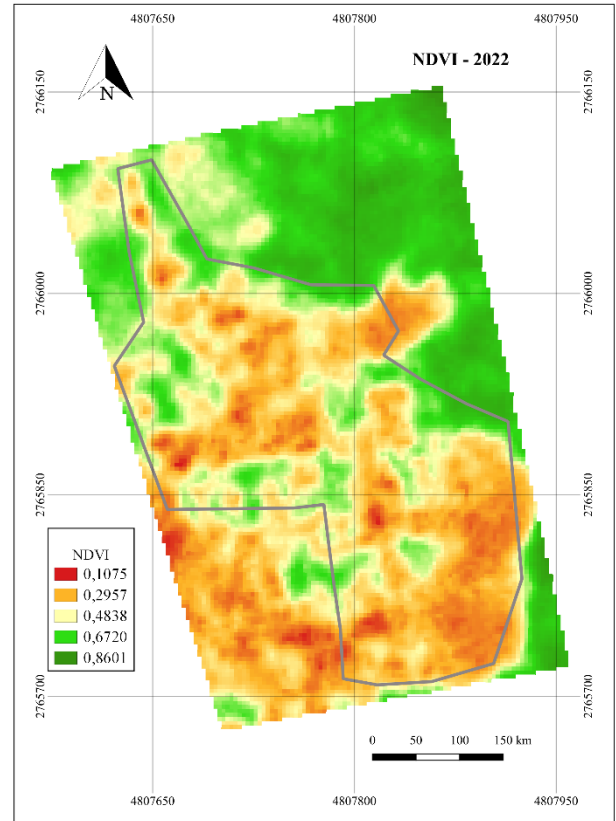


Figura 12

NDVI, asentamiento Fronteras de maduro, 2022



Las figuras 11 y 12, presentan el resultado del NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) para el asentamiento Fronteras de maduro del municipio de Soledad, respecto a los años 2016 y 2022 a una escala 1:2400. Teniendo en cuenta que los valores en color verde representan

la cobertura de zonas verdes urbanas y los valores restantes en tonos rojos y claros representan la cobertura de tejido urbano continuo, se evidencia que la vegetación natural total disminuyó notablemente en seis años, en el 2016 la cobertura tenía 6,39 ha y para el 2022 llegó a tener 5,76 ha. Para el caso de tejido urbano continuo, se presentó un incremento durante los seis años, en el 2016 el total de ha eran 6 y en el 2022 llegó a las 6,62 ha, incremento que se dio a causa del establecimiento de la población migrante proveniente de Venezuela. Es importante mencionar que este asentamiento se encuentra establecido en un relleno sanitario (en el ítem 5.3.1 se puede apreciar mejor esta condición).

5.2.3.2 NDVI para Barranquilla. A continuación, se presenta el resultado del índice para el asentamiento de Villa Caracas y Nueva Colombia, correspondientes a los años 2016 y 2022.

Figura 13

NDVI, asentamiento Villa Caracas, 2016

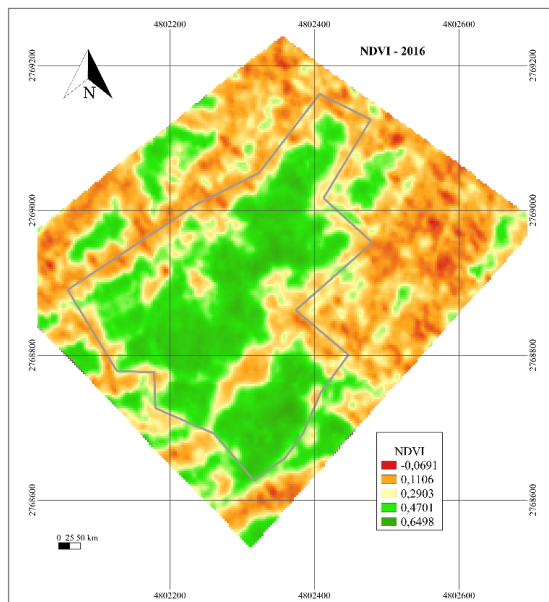
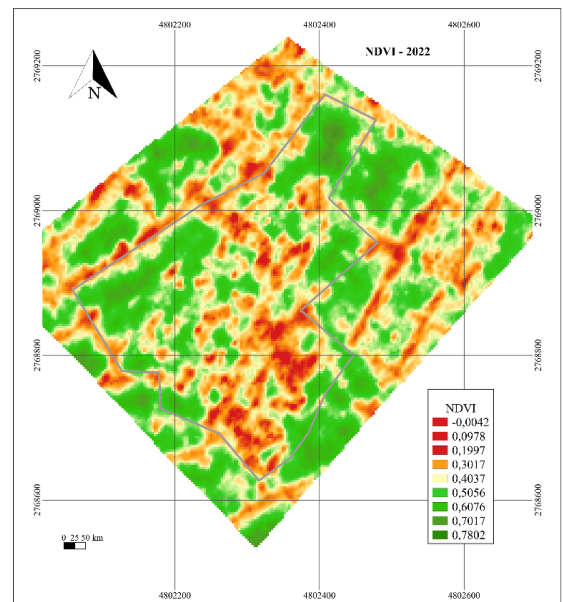


Figura 14

NDVI, asentamiento Villa Caracas, 2022



Las figuras 13 y 14, presentan el resultado del NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) para el asentamiento de Villa Caracas en Barranquilla, respecto a los años 2016 y 2022 a una escala 1:2200. Teniendo en cuenta que los valores en color verde representan la cobertura de

zonas verdes urbanas y los valores restantes en tonos rojos y claros representan la cobertura de tejido urbano continuo, se evidencia la perturbación antropogénica dentro de la cobertura de zonas verdes urbanas. En el 2016 el área que ocupaba esta cobertura era de 18,41 ha y para el 2022 llegó a las 17 ha. Para el caso de la cobertura de tejido urbano continuo el incremento con respecto del 2016 al 2022 fue de 1,31 ha.

A continuación, se presenta el resultado del índice para el asentamiento de Nueva Colombia, correspondientes a los años 2016 y 2022.

Figura 15

NDVI, asentamiento Nueva Colombia, 2016

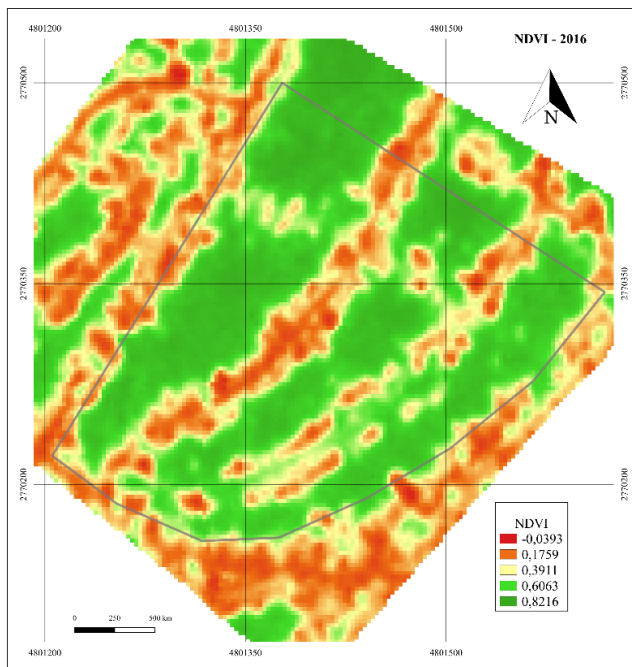
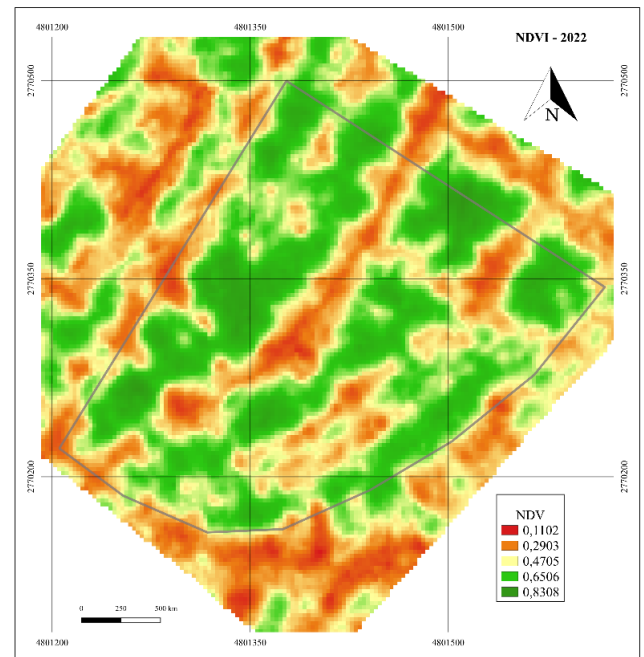


Figura 16

NDVI, asentamiento Nueva Colombia, 2022



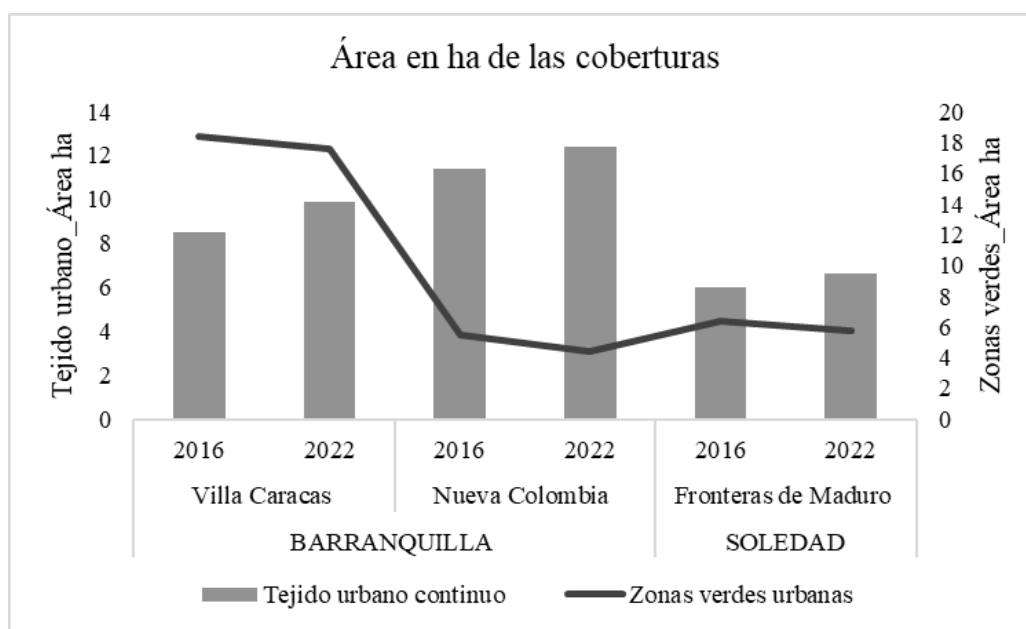
Las figuras 15 y 16, presentan el resultado del NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) para el asentamiento de Nueva Colombia en Barranquilla, respecto a los años 2016 y 2022 a una escala 1:1800. Teniendo en cuenta que los valores en color verde representan la cobertura de zonas verdes urbanas y los valores restantes en tonos rojos y claros representan la cobertura de

tejido urbano continuo, con la información estadística de las capas ráster se obtuvo que la cobertura de zonas verdes urbanas presentó una pérdida, dado que para el 2016 tenía un área de 5,47 ha y tras seis años llegó a presentar una disminución a un total de 4,44 ha. Es así como los valores de pérdida se contrastan con el aumento significativo de asentamientos humanos, con poblaciones migrantes provenientes de Venezuela. Incrementando los valores del área de la cobertura de tejido urbano continuo en total de 12,41 ha para el 2022.

A continuación, se presenta una gráfica resumen con el total de las áreas por cobertura y por año en cada uno de los asentamientos.

Gráfica 10

Área por cobertura para cada asentamiento



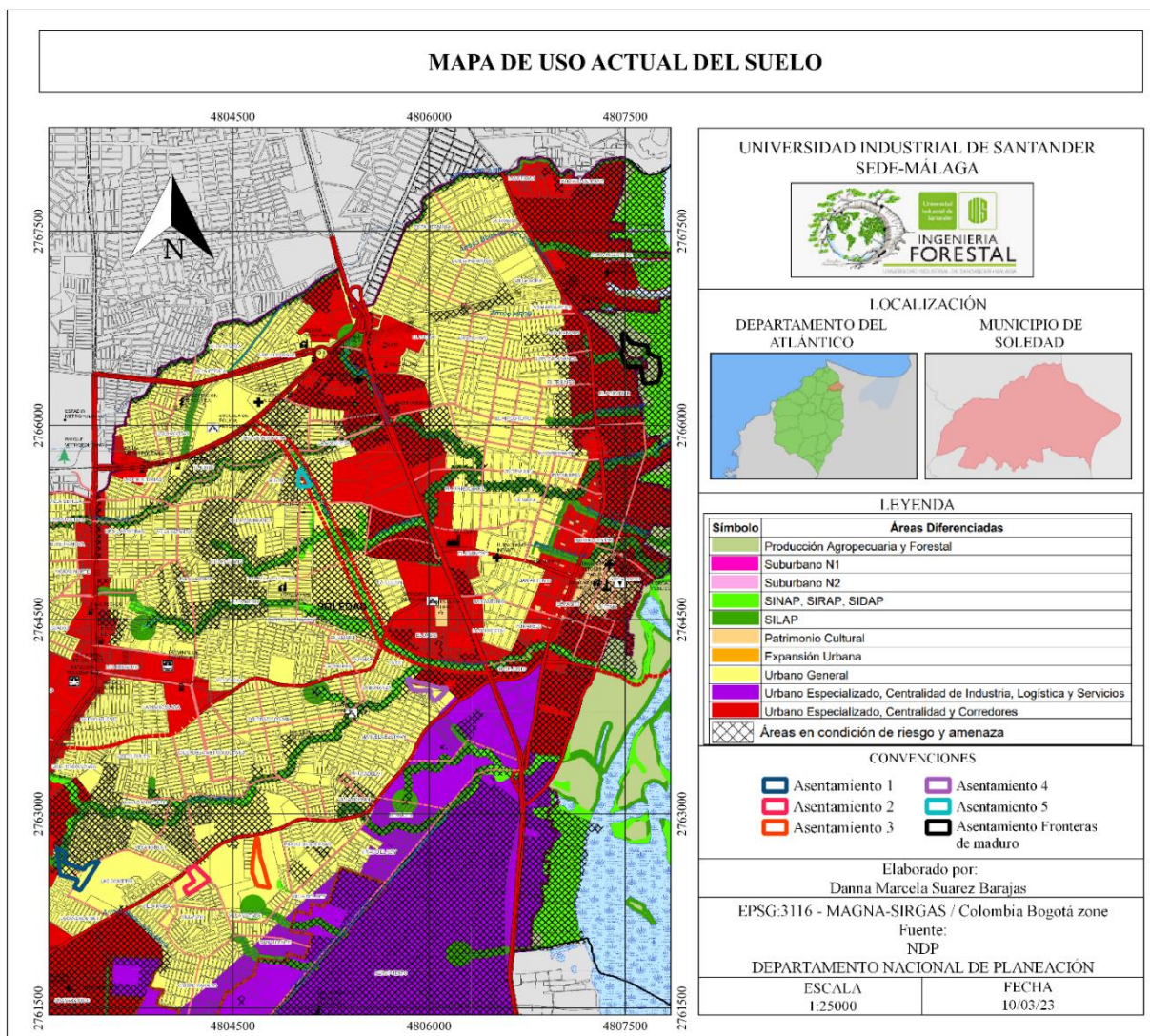
La gráfica 2, presenta los valores de área en hectáreas (ha) que representa cada cobertura según el correspondiente año. Para la ciudad de Barranquilla se evidenció que la cobertura que más se incremento es la de tejido urbano continuo, aumentando su crecimiento poblacional para

el año 2022. Situación que nuevamente puede relacionarse con el establecimiento de poblaciones migrantes provenientes de Venezuela.

5.2.4 Mapas de uso actual del suelo

Tras realizar la georreferenciación de los mapas de usos actual del suelo, se identificaron en que zona de las áreas diferenciadas se encontraban ubicados los asentamientos.

5.2.4.1 Mapa del uso actual del suelo para Soledad. En el mapa se pueden apreciar las áreas diferenciadas y los polígonos de algunos de los asentamientos en el municipio de Soledad

Figura 17*Mapa de uso actual del suelo para Soledad*

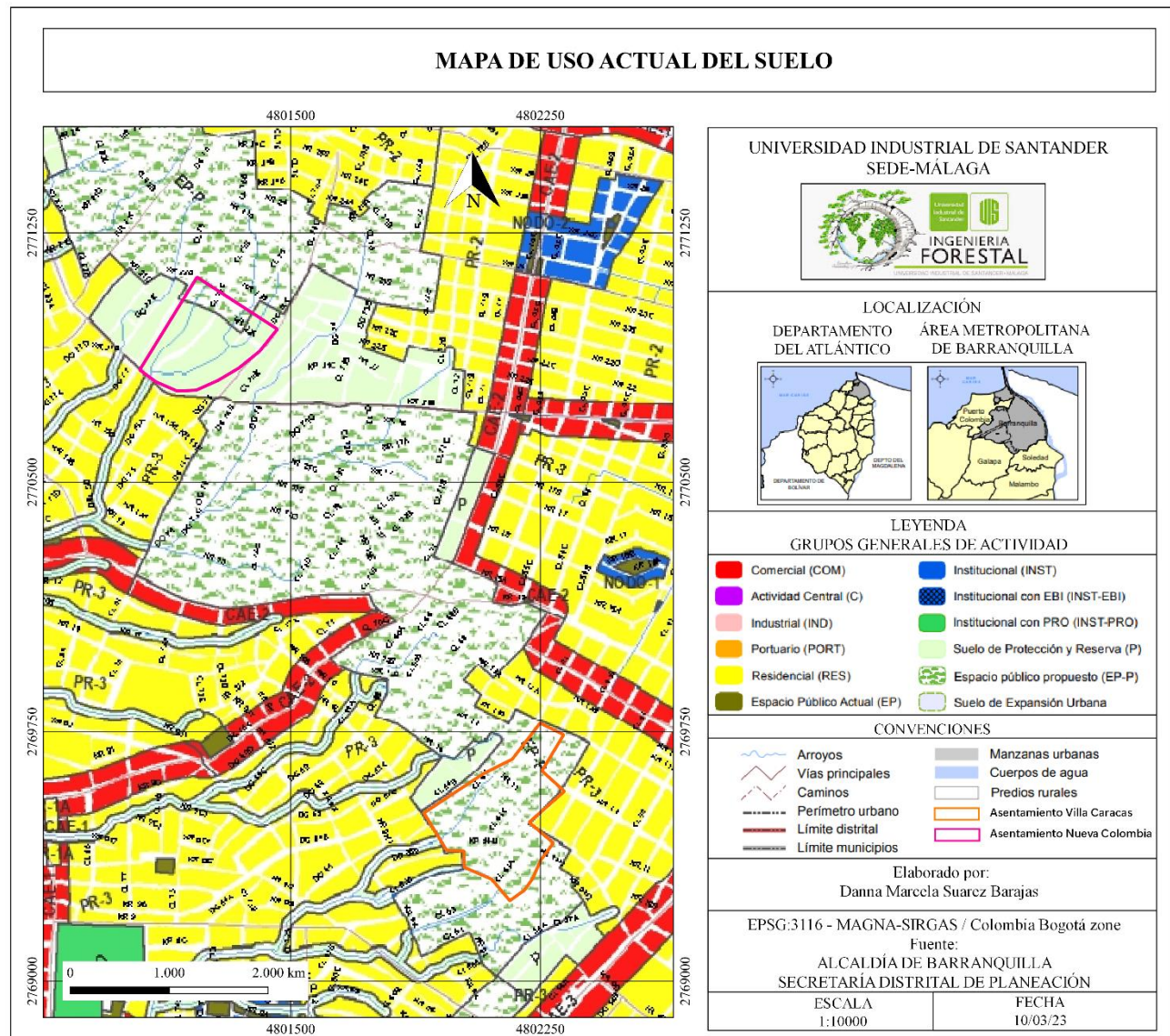
Nota. Mapa modificado por el autor, tomado del mapa zonificación para la reglamentación de usos de suelo.

La figura 17, permite identificar según el mapa de la zonificación para la reglamentación de uso del suelo, que el asentamiento número uno se encuentra entre un área urbana general con una infraestructura vial y un drenaje sencillo intermitente, pero la mayor parte de este se encuentra

en un área en condición de riesgo y amenaza. El asentamiento número dos, se encuentra en un área urbana en general y cuenta con una vía colectora proyectada. El asentamiento número tres se encuentra ubicado en un área urbana en general. El asentamiento número cuatro a pesar de encontrarse en un área urbana en general, presenta una pequeña área en condición de riesgo y amenaza. El asentamiento número cinco se encuentra en un área en condición de riesgo y amenaza a pesar de contar con una vía arterial proyectada.

El asentamiento Fronteras de Maduro fue construido sobre un área usada como relleno sanitario, pero dentro del plan de ordenamiento del municipio esta zona estaba dirigida para producción agropecuaria y forestal, áreas protegidas y de conservación (SILAP, SINAP, SIRAP, SIDAP) además, es un área en condición de riesgo y amenaza.

5.2.4.2 Mapa de uso actual del suelo para Barranquilla. En el mapa se pueden apreciar los grupos generales de actividad y dos asentamientos pertenecientes a Barranquilla.

Figura 18*Mapa de uso actual del suelo para Barranquilla*

Nota. Mapa modificado por el autor, tomado del plan de ordenamiento territorial Barranquilla: 2012-2032.

La figura 18, muestra el mapa correspondiente al uso actual del suelo para Barranquilla, donde se observa que el asentamiento de Villa Caracas se encuentra en un área destinada al espacio público propuesto, lo cual no interviene de manera directa con el conflicto de uso del suelo.

Al contrario, el asentamiento de Nueva Colombia según la planeación territorial de la ciudad se encuentra establecido en un área destinada para la protección y reserva con una mínima parte de un área destinada al espacio público propuesto y con parte de un arroyo. De esta manera, el establecimiento de las poblaciones migrantes en áreas que no están destinadas para la expansión urbana generan un conflicto de uso del suelo.

5.3 Diagnóstico ambiental y comunitario

Dando respuesta al tercer objetivo y con base en la información suministrada por la empresa iMMAP se realizó un análisis sobre las condiciones en las que se encuentran las poblaciones asentadas en estos sitios.

5.3.1 Diagnóstico ambiental y comunitario para el asentamiento Fronteras de Maduro en Soledad.

Para el municipio de Soledad solo el asentamiento Fronteras de Maduro cuenta con el resultado del taller de cartografía social y comunitaria, realizado por especialistas de iMMAP. De esta manera, se pudo observar más a detalle las condiciones de la población migrante asentada en este sitio.

De la información que la empresa pudo obtener, se recalca que en nueve viviendas se encontraban alojados menores de edad de ambos sexos y a excepción de dos viviendas los niños estudiaban. En el asentamiento se presentaron situaciones de vulnerabilidad respecto a la salud, ya que, en dos viviendas se alojaban personas con alguna discapacidad visible. En cinco viviendas se alojaban personas que sufrían de diabetes, hipertensión, cáncer o alguna enfermedad que requería atención médica con mucha frecuencia. Además, en una vivienda se encontraba una mujer gestante o lactante.

Dentro de las problemáticas que se resaltan, están los siete sitios en los que se percibía un riesgo de desastres naturales o antrópicos y la falta de conexión de agua en cuatro de las viviendas.

Figura 19

Resultado del taller de cartografía social y comunitaria en el asentamiento Fronteras de Maduro



Nota. Tomado de iMMAP por L. Carvajal, 2022, <https://csdc.immap.org/>

En la figura 19, se presenta una ortofoto del asentamiento Fronteras de maduro. Como se mencionó en el ítem 5.2.4.1 esta zona según el plan de ordenamiento del municipio estaba dirigida para producción agropecuaria y forestal, áreas protegidas y de conservación (SILAP, SINAP, SIRAP, SIDAP) además, es un área en condición de riesgo y amenaza.

Según la información suministrada por la empresa iMMAP, el asentamiento Fronteras de Maduro lleva establecido 15 años, aumentando su densidad poblacional a medida que transcurren los años por el tema de la migración, que comenzó hace aproximadamente seis años. Los resultados del censo realizado mostraron que hasta el 2022 el total de viviendas de este asentamiento era de 177 casas, en donde la comunidad se organizaba por colores y números de calles. A pesar de que, no tenían transporte público puesto que debían caminar 15 minutos para conseguirlo ya que, la economía de la población dependía de las actividades del reciclaje.

Dentro de las problemáticas que más se destacan para la población asentada en esta zona, está la vulnerabilidad ante enfermedades a causa de las toxinas, los lixiviados, los olores y las bacterias que están presente en la basura (Patricia, 2022). Igualmente, una de las afectaciones más fuertes es la contaminación del cuerpo de agua debido a que las empresas químicas vierten sus aguas residuales al arroyo y como lo menciono una de las expertas que hizo parte del taller, las personas se bañaban y tomaban de esa agua para suplir sus necesidades alimenticias. Condición que impulsa la creencia de los rumores sobre una propagación de dengue.

La gestión de los residuos es la quema, la cual ayuda a que se presenten incendios frecuentes y la recolección por parte de camiones que recogen y disponen de ellos finalmente en esta zona; respecto al saneamiento identificaron que la mayoría de las casas tienen baños hechos con cortinas, estilo ducho en donde hacen sus necesidades y las recogen en bolsas para luego tirarlas a las áreas en donde se presentan incendios, no hay alcantarillados y los pocos baños suelen ser compartidos dado que, el único punto de recolección de agua requiere de la compra de una manguera de 400 metros para obtenerla (iMMAP, 2022).

5.3.2 Diagnóstico ambiental y comunitario para el asentamiento Villa Caracas y Nueva Colombia en Barranquilla.

Para el caso de Banquilla tanto el asentamiento de Villa Caracas (figura 20) y Nueva Colombia (figura 21), cuentan con el resultado del taller de cartografía social y comunitaria, realizado por especialistas de iMMAP. De esta manera, se pudo observar más a detalle las condiciones de la población migrante asentada en estos sitios dado que, se identificaron cuatro puntos de acceso a agua y saneamiento, catorce medios de vida, es decir, ingresos y un punto de acceso a la educación.

Figura 20

Resultado del taller de cartografía social y comunitaria en el asentamiento Villa Caracas



Nota. Tomado de iMMAP por L. Carvajal, 2022, <https://csdc.immap.org/>

En la figura 20, se presenta una ortofoto del asentamiento Villa Caracas. Como se mencionó en el ítem 5.2.4.2 se encuentra en un área destinada al espacio público propuesto, es decir dentro del área de expansión urbana.

Según información suministrada por la empresa iMMAP, en este asentamiento hasta el 2022 el total de personas era de 3553 siendo el 70% población proveniente de Venezuela y el 30% restante entre población colombiana de acogida y retornados. Dentro de las problemáticas que se presentan en este asentamiento, está la presencia de deslizamientos dado que la zona hace parte de las fallas geológicas que atraviesan todo el suroccidente concentrándose en Villa Caracas, Villa Esperanza y Lomo de Roma. De la misma manera, eventos repentinos de remoción, por la suma de la filtración y la implementación de letrinas por falta de alcantarillados a causa de las malas condiciones respecto al agua.

Dentro de la información que la comunidad le brindó a la empresa, mencionaron que el 40% de las viviendas tienen acceso a agua, dado que esta viene de dos tubos madres cercanos al asentamiento, siendo aguas filtradas de dos tuberías antiguas. La comunidad pretendía crear un comité desde el interior del asentamiento para mejorar el mantenimiento de los 300 tanques con capacidad de 500 litros donados para el abastecimiento de agua de las familias (iMMAP, 2022).

Figura 21

Resultado del taller de cartografía social y comunitaria en el asentamiento Nueva Colombia



Nota. Tomado de iMMAP por L. Carvajal, 2022, <https://csdc.immap.org/>

En la figura 21, se presenta una ortofoto del asentamiento Nueva Colombia, el cual está constituido por un total de 272 viviendas. En las cuales se identificaron cinco medios de vida, es decir, ingresos y cinco puntos de acceso a alimentos.

Como se mencionó en el ítem 5.2.4.2 según la planeación territorial de la ciudad se encuentra establecido en un área destinada para la protección y reserva con una mínima parte de un área destinada al espacio público propuesto. Al estar asentados en áreas que no estaban destinadas para la expansión urbana generan un conflicto de uso de suelo, un cúmulo de las

alteraciones que terminan generando contaminación, deforestación y pérdida del hábitat a causa de la actividad antrópica (Roldán, 2021).

6. Discusión

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos sobre el aumento significativo de asentamientos humanos en las diferentes ciudades de Colombia, se evidenció que el contexto no solo va dirigido hacia el conflicto armado interno y las personas afectadas por las diferentes catástrofes naturales que se presentan en el país. Al contrario, en su gran mayoría se debe a la crisis migratoria y de refugiados provenientes de Venezuela, durante los últimos seis años aumentando su flujo migratorio significativamente desde el 2018 (iMMAP, 2022).

Esto genera la necesidad de incrementar las ayudas humanitarias dado que, al no poder satisfacer sus necesidades básicas de una manera apropiada, estas personas se encontraban en un estado propenso a enfermedades, hurtos, violencia, entre otras situaciones. De la misma manera, al ser necesario realizar el registro de la población venezolana en Colombia, fue fundamental que varias organizaciones apoyaran este proceso. Como en el caso de ACNUR- Agencia de la ONU para refugiados y OIM- Organización internacional para las migraciones. Quienes apoyaron los esfuerzos de las entidades colombianas para llevar a cabo el registro administrativo de personas venezolanas irregulares dentro del país, conociendo así el perfil, las necesidades y el potencial de estas poblaciones en el país. Lo cual resultaría en un diseño de una política pública de asistencia humanitaria y acceso a derechos humanos para esta población (ACNUR, 2023).

iMMAP al ser una organización no gubernamental internacional, que presta servicios de manejo de información a organizaciones humanitarias y de desarrollo. Priorizando sectores como

agua, saneamiento e higiene (WASH), salud, seguridad alimentaria y nutrición; ayuda a sus socios a dirigir la asistencia a las poblaciones más vulnerables del mundo.

De la misma manera, sobresale la labor que cumplen los sistemas de información geográfica, respecto al apoyo a la detección de asentamientos, caracterización, crecimientos, desalojos y número de viviendas construidas en cada asentamiento conformados por poblaciones migrantes y refugiadas.

Con respecto a los mapas finales de coberturas y los resultados obtenidos tras el cálculo del índice NDVI para el municipio de Soledad, respecto a los años 2016 y 2022, se evidencio respecto a las áreas en las que se encuentran establecidos los asentamientos que se ha experimentado durante los últimos seis años, una pérdida progresiva en la cobertura de zonas verdes urbanas y un aumento significativo en la cobertura de tejido urbano continuo. Aunque es importante resaltar, que el área de los asentamientos era muy pequeña y la resolución de las imágenes no permitía identificar muy bien los píxeles de cada cobertura, por lo que los valores se sobrestiman fuera del área de los asentamientos. Sin embargo, los datos de aumentos en la cobertura de tejido urbano continuo, fueron validados por iMMAP en los talleres de cartografía social y comunitaria. Lo que se colaciona con algunos estudios como el realizado por Therán et al., (2022). En el cual mencionan, que el proceso de metropolización de la ciudad de Barranquilla conllevó a que se aumentara de manera significativa los asentamientos humanos en la periferia urbana del municipio de Soledad. Y que, de esta manera la autoconstrucción de viviendas e invasiones ocasionó una reducción del 30 al 50% de la cobertura vegetal y aumentando así la deforestación en áreas periféricas del municipio.

Del mismo modo, para la comparación de los cambios presentados en las coberturas durante este periodo de tiempo se realizó un proceso acorde con otros estudios que se han

realizado. Como lo es el realizado por Carpio y Taype (2021) quienes utilizaron imágenes Landsat de diferentes años para caracterizar los cambios temporales en la vegetación y uso del suelo mediante un análisis supervisado. Sin embargo, al utilizar imágenes con una mejor resolución del satélite de PlanetScope fue posible un estudio más preciso y detallado. Así mismo, se tuvo en cuenta el estudio realizado por Guzmán y León (s.f). En el que realizaron el proceso del cálculo del NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) para dos años diferentes cuantificando y ubicando así la deforestación en el área de estudio. Teniendo en cuenta los rangos de clasificación del NDVI en donde de -1 a 0 se catalogó como planta muerta u objeto inanimado, de 0 a 0.33 planta insalubre, de 0.33 a 0.66 planta moderadamente saludable y de 0.66 a 1 planta muy saludable. Lo cual fue una guía para reajustar los valores de reclasificación según los datos obtenidos en el software QGIS 3.16.

Respecto a los resultados obtenidos tras el cálculo del índice NDVI para la ciudad de Barranquilla, durante los años 2016 y 2022 en las áreas en las que se encuentran establecidos los asentamientos, se presentó una disminución en la cobertura de zonas verdes urbanas, a causa del aumento significativo del tejido urbano continuo de manera irregular por parte de poblaciones migrantes y refugiadas procedentes de Venezuela. Pues esta es la conurbación más densamente poblada de la región Caribe al albergar más de 97.651 migrantes provenientes de Venezuela, representando el 5,4% del total de migrantes en Colombia (Migración Colombia, 2020).

Dicha situación, causó la construcción de viviendas irregulares en áreas que según el Plan de Ordenamiento Territorial para Barranquilla construido para los años 2012-2032, no estaban dirigidas como zonas de expansión urbana, al contrario, algunas de estas áreas estaban destinadas para la protección y reserva afectando de esta manera la gestión del territorio.

De este modo, los talleres de cartografía social y comunitaria al considerarse como un medio por el cual las comunidades, tienen la oportunidad de analizar y socializar sus conocimientos y sus vivencias reconociendo la realidad sobre lo que desarrollan en su cotidianidad. Siendo una herramienta muy eficaz, en el aporte a la elaboración de rutas de vida a nivel comunitario respecto a enfoques de atención y ayuda humanitaria (Loaiza et al., 2019).

Medio que permitió corroborar la información sobre la procedencia de las poblaciones asentadas, aspecto fundamental para identificar ciertos puntos clave que apoyan el proceso de ayuda humanitaria. Igualmente, se evidencio como método de análisis para este trabajo ya que, su alcance dio a conocer en términos de calidad de vida las posibilidades de acceso a agua, salud, educación, entre otras, de estas poblaciones. Pues dicha cartografía le brindo a los especialistas de iMMAP, un conocimiento del territorio, acercamiento a la comunidad y un proceso de mapeo comunitario en el que se identificaron dichos puntos claves.

Por último, resulta apropiado mencionar que los sistemas de información geográfica aportan un rol importante ya que, este fenómeno social trae consigo consideraciones ambientales, sociales, políticas y administrativas. Por lo que, al disponer de una información verídica en tiempo real como la que ofrece el GIFMM- Grupo Interagencial sobre Flujos Migratorios Mixtos, que funciona como un espacio de coordinación para la respuesta a la situación de refugiados y migrantes en Colombia, tanto a nivel nacional como a través de la presencia local en 14 departamentos en forma complementaria a la respuesta del Gobierno colombiano (Página de GIFMM Colombia | R4V). Permite la generación de mapas en los que se caracterizan los sitios de establecimiento de poblaciones migrantes, facilita el acceso de las diferentes entidades de ayuda humanitaria en caso de que se presente alguna catástrofe natural, manteniendo el control de la planificación del territorio en donde se reconocen las áreas invadidas durante los últimos años.

En este sentido, es posible materializar diferentes campos en los que los sistemas de información geográfica, son el elemento principal al representar e interpretar los datos sobre aquellas poblaciones que migraron al país en busca de nuevas oportunidades y que hoy en día afrontan los patrones de pobreza, desigualdad, violencia, condiciones insalubres y carencias de elementos básicos para sobrevivir.

7. Conclusiones

Al desarrollar el análisis, se evidencio que en los últimos seis años si se ha presentado un cambio significativo en las coberturas y el uso del suelo asignado para el municipio de Soledad y la ciudad de Barranquilla. Dado que, para el municipio de Soledad la pérdida de la cobertura de zonas verdes urbanas para el año 2022 es muy evidente dentro de los asentamientos por el incremento del 1% en la cobertura de tejido urbano continuo, que aparentemente no es significativo en términos de porcentajes, pero si se evidencia en el mapa.

Los dos casos que se presentaron para Barranquilla, representaron una tendencia de crecimiento poblacional más significativa durante el transcurso de los seis años. Situación que repercute sobre la importancia de una planificación territorial en vista a las crisis sociales, económicas y políticas que se pueden presentar en los países aledaños.

El establecimiento de las poblaciones migrantes en las áreas que no están destinadas para expansión urbana, afectan directamente el suelo, los bosques y los ecosistemas de las zonas y en mayor parte si se tratan de áreas destinadas para la conservación. Situación que representa un nivel significativo de presencia por parte del gobierno o las entidades encargadas de mitigar estos impactos.

En términos de calidad de vida, se evidenció que las condiciones de algunas personas migrantes son críticas dada las circunstancias y los lugares que tomaron para establecerse. Como el caso del asentamiento Fronteras de Maduro, el cual está establecido en medio de un relleno sanitario cercano a un drenaje que abastece ciertas necesidades básicas de la población y que además de estar contaminado por los residuos sólidos que genera la misma población asentada, termina por contaminar todo a su paso durante su trayectoria a su desembocadura con el drenaje principal.

Los sistemas de información geográfica dentro de su gran campo de acción en mira a los estudios multitemporales de cambios en las coberturas y uso del suelo, permiten identificar y analizar los diferentes cambios que sufren las coberturas de dichos territorios a través del tiempo relacionando la repercusión o el impacto de la actividad antrópica, más exactamente la de las poblaciones migrantes asentadas irregularmente sobre el territorio. De esta manera, será más sencillo realizar una planificación más ordenada del territorio teniendo en cuenta la presencia de estas poblaciones, creando estrategias en pro de la conservación y la sostenibilidad del medio ambiente.

Finalmente, se puede concluir que este trabajo permite conocer otro campo de acción de los sistemas de información geográfica, al ser una herramienta fundamental mejorando el tiempo de respuesta ante las situaciones de vulnerabilidad y la asistencia humanitaria a poblaciones migrantes. Esto gracias a los mapas que obtiene iMMAP durante los talleres de cartografía social y comunitaria, en donde se identifican puntos clave de salidas y accesos a agua y otras cosas.

8. Recomendaciones

Dar continuidad al convenio entre la universidad y la ONG iMMAP ya que, las actividades realizadas durante la pasantía permitieron al estudiante ampliar conocimientos afines sobre los diferentes campos en los que se implementan los sistemas de información geográfica.

Instruir a los estudiantes sobre el manejo de otras plataformas y softwares como Python, Excel, Google Earth, entre otras, ya que el campo de acción de los SIG requiere un conocimiento básico o intermedio de más programas.

Ampliar el campo de acción del estudiante dentro de las actividades que desarrolla la empresa, ya que el conocimiento que se podría adquirir al participar en un taller de cartografía social y comunitaria con las poblaciones asentadas, le permitiría al estudiante indagar más a fondo sobre esta crisis social y ampliar su conocimiento sobre el trabajo en campo.

Referencias Bibliográficas

- ACNUR. (noviembre 2018). La cifra de personas refugiadas y migrantes venezolanas alcanza los 3 millones. *La agencia de la ONU para los refugiados*.
<https://www.acnur.org/noticias/press/2018/11/5be443b54/la-cifra-de-personas-refugiadas-e-inmigrantes-venezolanas-alcanza-los-3.html>
- ACNUR - The UN Refugee Agency. (2023, 18 enero). ACNUR y OIM apoyan el registro de venezolanos en Colombia. ACNUR. <https://www.acnur.org/noticias/stories/acnur-y-oim-apoyan-el-registro-de-venezolanos-en-colombia>
- Angula, Y. B. (2011). El ordenamiento territorial, un proceso en construcción en la ciudad de Barranquilla. *Dictamen Libre*, (9), 34-41.
<https://repositoriocdim.esap.edu.co/bitstream/handle/123456789/9854/3187-13.pdf?sequence=13&isAllowed=y>
- Barranquilla, A. (2000). Plan de ordenamiento territorial del Distrito de Barranquilla. 2 tomos. <https://repositoriocdim.esap.edu.co/bitstream/handle/123456789/9854/3187-13.pdf?sequence=13&isAllowed=y>
- Bartelme, N. (2022). Geographic information systems. In *Springer handbook of geographic information* (pp. 121-149). Springer, Cham.
- Câmara, G., & Onsrud, H. (2004, July). Open-source geographic information systems software: Myths and realities. In *Open Access and the Public Domain in Digital Data and Information for Science: Proceedings of an International Symposium*. National Research Council, US National Committee for CODATA, Washington, DC (pp. 127-133).

- Carpio, A. L. del, & Taype-Huamán, I. (2021). Multitemporal analysis of plant associations and land use changes in a high andean locality, Puno-Peru. *Uniciencia*, 35(2). <https://doi.org/10.15359/RU.35-2.3>
- Correia, R., Duarte, L., Teodoro, A. C., & Monteiro, A. (2018). Processing image to geographical information systems (PI2GIS)—A learning tool for QGIS. *Education Sciences*, 8(2). <https://doi.org/10.3390/educsci8020083>
- CUL (2019). Conoce a Barranquilla. <https://www.ul.edu.co/uleduco/internacionalizacion/conoce-a-barranquilla.html>
- Cutipa-Luque, L., Alvariño, L. y Iannacone, J. (2020). Situación actual de las áreas marinas protegidas en el Perú y propuestas de conservación. *Paideia XXI*, 10(2), 573–612. <https://bit.ly/3y7p8e0>.
- Desalojos forzosos y derechos humanos en Colombia | Lincoln Institute of Land Policy*. (s. f.). LILP. <https://www.lincolninst.edu/es/publications/articles/desalojos-forzosos-derechos-humanos-en-colombia>
- El clima en Soledad, el tiempo por mes, temperatura promedio (Colombia) - Weather Spark. (s. f.). <https://es.weatherspark.com/y/23459/Clima-promedio-en-Soledad-Colombia-durante-todo-el-a%C3%B1o>
- Espada, B. (2021, 20 julio). Zonas suburbanas: qué son y cuáles son sus características. [okdiario.com. https://okdiario.com/curiosidades/cual-zona-suburbana-ciudad-3404127](https://okdiario.com/curiosidades/cual-zona-suburbana-ciudad-3404127)
- Expansión Urbana, Definición, Causas, Efectos, Costos Y Alternativas. (2019, 27 agosto). *Ecología*. <https://decologia.info/medio-ambiente/expansion-urbana/>

- Favorskaya, M. N., & Jain, L. C. (2017). Handbook on Advances in Remote Sensing and Geographic Information Systems: Paradigms and Applications in Forest Landscape Modeling. In *Intelligent Systems Reference Library* (Vol. 122).
- Falconer, L., Middelboe, A. L., Kaas, H., Ross, L. G., & Telfer, T. C. (2020). Use of geographic information systems for aquaculture and recommendations for development of spatial tools. *Reviews in Aquaculture*, 12(2), 664-677. <https://doi.org/10.1111/raq.12345>
- FormulariosT3-IMMAP-ColombiaWiki.
(s. f.). https://wiki.colombia.immap.org/index.php/Formularios_T3
- Felipe G. A., & Freddy L. R. (s.f). Cálculo del índice de vegetación de diferencia normalizada-NDVI usando la plataforma Google Earth Engine para los años 2019 y 2020 de la vereda la florida en el municipio de puerto asís universidad militar nueva granada especialización en geomática diciembre de 2021 Bogotá Colombia.
- Ferreras, R. M. (2021). NDVI: índice de vegetación de diferencia normalizada. *Geoinnova*. <https://geoinnova.org/blog-territorio/ndvi-indice-vegetacion/>
- Ficha de términos | Terminología PIARC | vía colectora.
(s. f.). <https://www.piarc.org/es/actividades/Diccionario-Vial-Terminologia-Transporte-Carretera/ficha-termino/67971-es-v%C3%ADa%20colectora#:~:text=Definici%C3%B3n%20%3A%20V%C3%ADa%20destinada%20a%20dar,locales%20al%20sistema%20vial%20principal>.
- GIRONA (mayo 2017). ¿Qué software y herramientas de SIG utilizamos? UNIGIS. <https://www.unigis.es/software-sig/>.
- Goodchild, M. F. (2010). Geographic information systems. *Research methods in geography*, 376-391.

<https://books.google.es/books?id=gGU0wV9bUQgC&lpg=PA376&ots=k1buwAr3e1&dq=tools%20that%20make%20up%20geographic%20information%20systems%20&lr&hl=es&pg=PA376#v=onepage&q&f=false>

IDEAM. (2010). “Leyenda Nacional De Coberturas De La Tierra. Metodología Corine Land Cover Adaptada Para Colombia. Escala 1:100.000”. ResearchGate.72 p.

https://www.researchgate.net/publication/303960063_Leyenda_Nacional_de_Cobertura_de_la_tierra_metodologia_Corine_Land_Cover_adaptada_para_colombia_escala_110000

iMMAP Colombia. (2020). *Nuevos Asentamientos Norte de Santander - iMMAP Colombia*.

<https://colombia.immap.org/deteccion-y-caracterizacion-de-asentamientos-nuevos/caracterizacion-de-asentamientos/nuevos-asentamientos-norte-de-santander/>

iMMAP Colombia. (2022, 30 junio). *Misiones wash, un análisis de las condiciones y necesidades en diferentes entornos - iMMAP Colombia*.

<https://colombia.immap.org/analisis-de-las-condiciones-de-la-respuesta-en-wash-perspectivas-de-la-respuesta-sectorial-en-el-2022/>

iMMAP Colombia. (2021, 7 febrero). *Nuevos asentamientos del municipio de Tibú - iMMAP Colombia*. [https://colombia.immap.org/deteccion-y-caracterizacion-de-asentamientos-nuevos/caracterizacion-de-asentamientos/nuevos-asentamientos-norte-de](https://colombia.immap.org/deteccion-y-caracterizacion-de-asentamientos-nuevos/caracterizacion-de-asentamientos/nuevos-asentamientos-norte-de-Santander/nuevos-asentamientos-del-municipio-de-Tibú/)

[Santander/nuevos-asentamientos-del-municipio-de-Tibú/](https://colombia.immap.org/deteccion-y-caracterizacion-de-asentamientos-nuevos/caracterizacion-de-asentamientos/nuevos-asentamientos-norte-de-Santander/nuevos-asentamientos-del-municipio-de-Tibú/)

Informe Final MIRA: *Municipio de Quibdó (Chocó) Situación de asentamientos indígenas |*

HumanitarianResponse.<https://www.humanitarianresponse.info/es/operations/colombia/assessment/informe-final-mira-municipio-de-quibd%C3%B3-choc%C3%B3-situaci%C3%B3n-de>

- Kliskey, A. D. (1995). The role and functionality of GIS as a planning tool in natural-resource management. *Computers, Environment and Urban Systems*, 19(1), 15–22.
[https://doi.org/10.1016/0198-9715\(94\)00029-8](https://doi.org/10.1016/0198-9715(94)00029-8)
- Leroux, L., Congedo, L., Bellón, B., Gaetano, R., & Bégué, A. (2018). Land cover mapping using Sentinel-2 images and the semi-automatic classification plugin: A Northern Burkina Faso case study. *QGIS and Applications in Agriculture and Forest*, 2, 119-151.
<https://doi.org/10.1002/9781119457107.ch4>
- Locales, R. (2016, 24 octubre). Alcaldía de Soledad, certificada en categoría primera. EL HERALDO. <https://www.elheraldo.co/local/alcaldia-de-soledad-certificada-en-categoria-primer-271385>
- Loaiza, D. P. B., Álvarez, C. V., & Sánchez-Palacio, N. (2019). Cartografía social: construyendo territorio a partir de los activos comunitarios en salud. *Entramado*, 16(1), 138-151. <https://doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.1.6081>
- López, C. (2021). “Multi-temporal analysis of change in vegetation cover in the municipality of Miraflores (Boyacá), from 2000 to 2021”. Bogotá. Colombia. (1-18).
<https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/38989?locale-attribute=en>.
- Migración Colombia (2020). Radiografía venezolanos en Colombia.
<https://www.kas.de/documents/287914/0/Migracion+BARRANQUILLA-AJ-03-12-2020.pdf/ba201662-6f9d-4cdc-3a1b-e32b2582aeac?t=1607987521705>
- Miranda Pérez, J. (septiembre-diciembre 2020). Migración Venezolana: la respuesta de los países Andinos. *Revista de Relaciones Internacionales de la UNAM*, (137), 113-136.
<http://revistas.unam.mx/index.php/rri/article/view/76205>

- Páez, A. (2022). *Presentamos la Barranquilla de hoy para soñar en la que queremos en 2100* – *Alcaldía de Barranquilla, Distrito Especial, Industrial y Portuario*. Alcaldía de Barranquilla, Distrito Especial, Industrial y Portuario. <https://www.barranquilla.gov.co/planeacion/presentamos-la-barranquilla-de-hoy-para-sonar-en-la-que-queremos-en-2100>
- Página de GIFMM Colombia | R4V. (s. f.). <https://www.r4v.info/es/colombia>
- Palomares, M. (2019). A cinco años del inicio del éxodo venezolano, en Colombia urge la integración. *Revista Semana*. <https://migravenezuela.com/web/articulo/a-cinco-anos-del-exodo-venezolano-urge-la-integracion/2097>
- Patricia. (2022). La problemática de los rellenos sanitarios. *Aseca*. <https://aseca.com/la-problematica-de-los-rellenos-sanitarios/#:~:text=Los%20tres%20problemas%20principales%20con,bacterias%20que%20descomponen%20la%20basura>.
- Pérez Porto, J., Gardey, A. (4 de marzo de 2013). Definición de periurbano - Qué es, Significado y Concepto. *Definiciones*. Última actualización el 9 de marzo de 2015. Recuperado el 10 de febrero de 2023 de <https://definicion.de/periurbano/>
- Pérez, C., & Muñoz, A. L. (2006). *Teledetección: nociones y aplicaciones*. Carlos Pérez.
- PlanetScope (s.f). Acerca de los datos de PlanetScope. <https://docs.sentinel-hub.com/api/latest/data/planet/planet-scope/¿Qué son los datos ráster?> —ArcMap | Documentación. (s. f.). <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/manage-data/raster-and-images/what-is-raster-data.htm>

- Reina, M., Mesa, C., Ramírez, T. (2018). Elementos para una Política Pública Frente a la Crisis de Venezuela. Fedesarrollo. https://www.fedesarrollo.org.co/sites/default/files/iml-octubre_2018-web.pdf
- Roldán. (2021). Impacto de las actividades antrópicas en las áreas naturales protegidas. caso peruano. Revista científica de biología y conservación, 18-32, <https://orcid.org/0000-0001-5251-8379>
- Sánchez, M. A., Fernández, A. A., Illera, P., & Ponferrada, L. (1999). Los sistemas de información geográfica en la gestión forestal. In Teledetección. Avances y Aplicaciones. VIII Congreso Nacional de Teledetección. Albacete, España (pp. 96-99). <http://dns2.aet.org.es/congresos/viii/alb24.pdf>
- Therán-Nieto, K., Pérez-Arévalo, R., & García-Estrada, D. (2022). Asentamientos informales en la periferia urbana de áreas metropolitanas. El caso de Soledad, Colombia. urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana, 14.
- Tian, L., Ge, B., & Li, Y. (2017). Impacts of state-led and bottom-up urbanization on land use change in the peri-urban areas of Shanghai: Planned growth or uncontrolled sprawl? *Cities*, 60, 476-486.
- Tiempo, R. E. (1995, 9 junio). Las vías tienen su significado, conózcalo para evitar multas. el Tiempo. <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-499323#:~:text=V%C3%ADa%20arteria%3A%20v%C3%ADa%20de%20un,v%C3%A9a%20f%C3%A9rea%20y%20la%20autopista>.
- Veloza J. (2017). “Análisis multitemporal de las coberturas y usos del suelo de la reserva forestal protectora -productora (Casablanca) en Madrid Cundinamarca entre los años 1961 y 2015: Aportes para el ordenamiento territorial municipal”. Instituto Geográfico Agustín

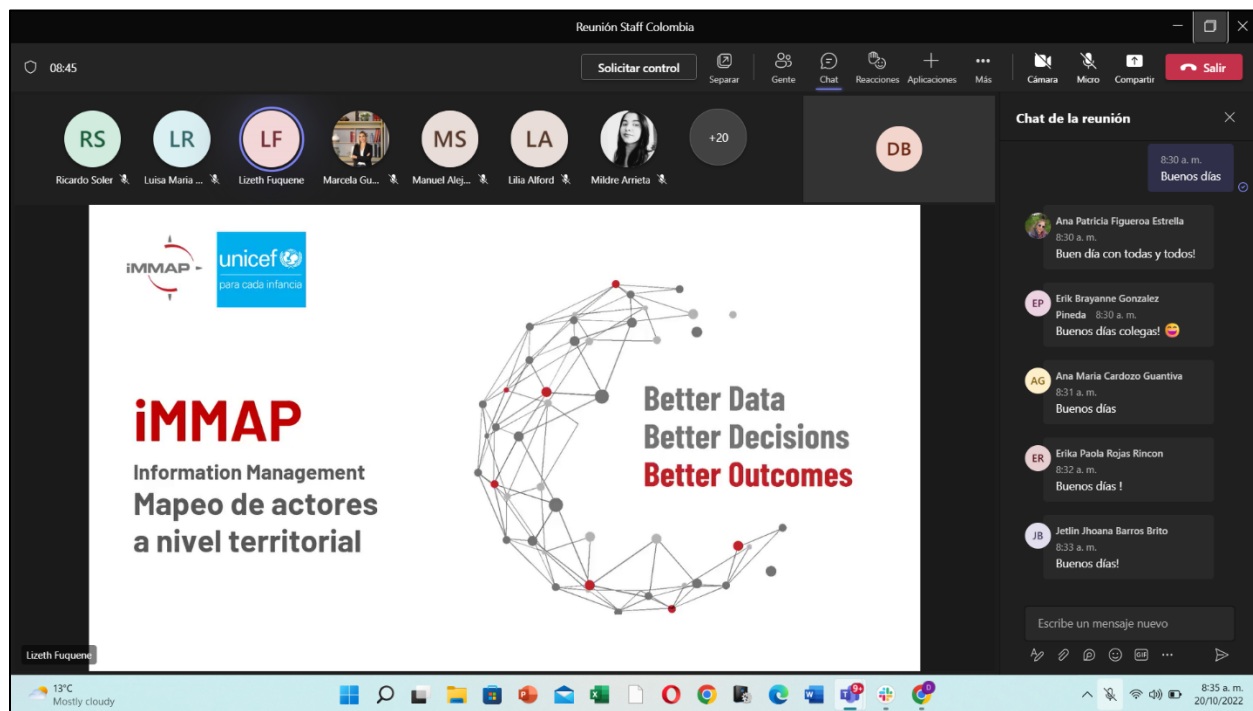
Codazzi, Bogotá, Colombia, 67 pp.

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0012-73532017000200095

Vojkovic Acevedo, E. (2015). Ortofotos digitales IV Región/Folleto.

Apéndices

Apéndice A. Reunión virtual con el equipo de iMMAP



Apéndice B. Capacitaciones por parte de iMMAP



Apéndice C. Acompañamiento presencial a Workshop realizados por iMMAP



Apéndice D. Participación activa en las actividades del Workshop de iMMAP

