

PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES (PSA) EN EL MUNICIPIO DE JAMUNDÍ, VALLE
DEL CAUCA

LUIS ADRIAN LAURIDO MANCILLA

INFORME FINAL DE PASANTÍA PARA OPTAR AL TÍTULO DE GEÓGRAFO

DIRIGIDO POR JOSE EDUARDO FUENTES
PROFESOR DEPARTAMENTO DE GEOGRAFÍA DE LA UNIVERSIDAD DEL VALLE

UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE HUMANIDADES
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFÍA

2025

AGRADECIMIENTOS

Al finalizar esta etapa tan significativa de mi formación como geógrafo, quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que han estado a mi lado durante este proceso y que, de una u otra forma, han contribuido a que hoy pueda cumplir esta meta.

En primer lugar, agradezco profundamente a mi papá **Luis Enrique Laurido** y a mi mamá **Martha Mancilla**, quienes con su ejemplo, apoyo incondicional y cariño constante han sido el pilar fundamental en mi vida. A mis hermanos **Rubén** y **Sergio**, por acompañarme siempre y creer en mí, y a mi sobrino **Matías**, que con su ternura y curiosidad me recordaba con sus preguntas diarias lo importante de lo que estaba haciendo.

También quiero reconocer a mis amigos **Fabián, Juan, Daniel, Lina, Camila, Diana, Isabel** y **María Fernanda**, con quienes compartí no sólo clases, trabajos y traspasadas, sino también risas, reflexiones y momentos inolvidables a lo largo de estos años. Su compañía hizo del camino universitario una experiencia enriquecedora y humana.

A la **Universidad del Valle**, por brindarme una formación académica sólida y un espacio para crecer tanto profesional como personalmente. Y finalmente, un agradecimiento muy especial a **Lobos RC**, mi equipo del alma, por enseñarme sobre la importancia del trabajo en equipo, la disciplina y la pasión, valores que también me han acompañado en este recorrido académico.

A todos ustedes, gracias por hacer parte de este proceso. Este logro también es suyo.

TABLA DE CONTENIDO

Contenido

1. LISTADO DE IMÁGENES, MAPAS, ANEXOS Y SIGLAS	4
1.1 IMÁGENES	4
1.2 MAPAS	4
1.3 ANEXOS	5
1.4 SIGLAS	5
2. RESUMEN	6
3. INTRODUCCIÓN	6
2. OBJETIVOS	8
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
3. MODALIDAD PASANTÍA	8
4. ZONA DE ESTUDIO- MUNICIPIO DE JAMUNDÍ	9
7. MARCO NORMATIVO PROGRAMA PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES	13
8. MARCO CONCEPTUAL	15
9. METODOLOGÍA	22
10. DESARROLLO DE LA PASANTÍA	24
10.1 RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN	24
10.2 PROCESAMIENTO CARTOGRÁFICO	25
10.3 ORGANIZACIÓN DE INFORMACIÓN CATASTRAL	27
10.4 APROVECHAMIENTO DE IMÁGENES SATELITALES	30
11. ACTIVIDADES REALIZADAS	32
11.1 PRODUCTOS GENERADOS	34
Mapas por predios	35
Mapas de nodos	37
Base de datos catastral	38
Otros productos complementarios	38
11.3 TABLA DE RESULTADOS	41
11.4 ANÁLISIS DE CAMBIOS 2023 Y 2024	42
IMAGEN 8. IMAGEN SATELITAL ZONA DE ESTUDIO Y PREDIOS ASOCIADOS AL PSA AÑO 2023	42
12. APORTES DE LA PASANTÍA A MI FORMACIÓN COMO GEÓGRAFO	45
14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	47
15. BIBLIOGRAFÍA	50

1. LISTADO DE IMÁGENES, MAPAS, ANEXOS Y SIGLAS

1.1 IMÁGENES

Imagen 1 Capacitación en Georreferenciación con miembros del Cabildo indígena **KWE'SX KIWE NASA**.

Imagen 2 Imagen de una ficha predial o catastral utilizada para el desarrollo del programa PSA.

Imagen 3 Imagen de la parte posterior una ficha predial o catastral utilizada para el desarrollo del programa PSA.

Imagen 4 Curvas de nivel hechas a partir de un Dem obtenido de la imagen satelital

Imagen 5 Puntos de recolección de residuos sólidos en Jamundí y cuerpos de agua.

Imagen 6 Archivo Kmz de una acequia en Jamundí proyectada sobre una imagen satelital

Imagen 7 Imagen de los humedales y la zona inundable en el municipio de Jamundí sector Alfaguara.

Imagen 8 Imagen satelital zona de estudio y predios asociados al PSA año 2023

Imagen 9 Imagen satelital zona de estudio y predios asociados al PSA año 2024

Imagen 10 Firma de acuerdos del programa PSA para recibir incentivos.

Imagen 11 Firma de acuerdos del programa PSA para recibir incentivos.

1.2 MAPAS

Mapa 1 Mapa de la zona de estudio- Municipio de Jamundí

Mapa 2 Modelo de mapa escogido para el desarrollo del programa

Mapa 3 Mapa general del programa PSA en Jamundí año 2024.

Mapa 4 Mapa por Nodos del programa PSA en Jamundí año 2024.

1.3 ANEXOS

Anexo 1 Datos geoespaciales proporcionados por el programa PSA
Datos Geoespacial

Anexo 2 Base de datos con el número catastral de cada predio
Base de datos 1.xlsx

Anexo 3 Formato que tiene el IGAC para la solicitud de fichas catastrales
SOLICITUD FICHAS IGAC 02-07-2024.xlsx

Anexo 4 Video Tutorial de la aplicación Avenza Maps.
Avenza Maps | aplicación para ver mapas en campo y tomar datos

Anexo 5 Puntos de recolección de residuos sólidos y barrios de Jamundí.
Coordenadas barrios.xlsx

Anexo 6 Carpeta con todos los productos realizados durante la pasantía.
MAPAS DE PASANTÍA

1.4 SIGLAS

AMSO - del Sur de Occidente (Valle del Cauca)

ArcGIS - Plataforma de SIG desarrollada por ESRI

COG - Catálogo de Objetos Geográficos (estándar del IGAC)

CVC - Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca

DANE - Departamento Administrativo Nacional de Estadística

DEM - Modelo Digital de Elevación (Digital Elevation Model)

DNP - Departamento Nacional de Planeación

ESRI - Environmental Systems Research Institute

GDB - Geodatabase (Base de Datos Geográfica)

GPS - Global Positioning System (Sistema de Posicionamiento Global)

IGAC - Instituto Geográfico Agustín Codazzi

MADS - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

PND - Plan Nacional de Desarrollo

PNPSA - Política Nacional de Pagos por Servicios Ambientales

POMCA - Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas

POT - Plan de Ordenamiento Territorial

PSA - Pago por Servicios Ambientales

QGIS - Quantum Geographic Information System

SIG - Sistemas de Información Geográfica

SIMAP - Sistema Municipal de Áreas Protegidas

UPRA - Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

2. RESUMEN

Este documento tiene como objetivo presentar la experiencia integral de pasantía realizada en la Secretaría de Ambiente del municipio de Jamundí-Valle, una experiencia que trascendió la mera aplicación técnica de un software para convertirse en un pilar fundamental en la formación como futuro geógrafo de la Universidad del Valle. La práctica se enmarca en el programa de Pago por Servicios Ambientales (PSA), donde la aplicación de los conocimientos geográficos fue crucial para contribuir al desarrollo municipal mediante la aplicación de herramientas de análisis espacial desarrollo municipal, tal como los SIG (Sistemas de Información Geográficos), junto a un equipo de profesionales que brindan procesos que enriquecen el ámbito tanto académico como institucional.

El desarrollo de la pasantía demostró que el rol del geógrafo en el ámbito profesional va más allá de la manipulación de herramientas. Si bien la utilización de Sistemas de Información Geográfica (SIG) fue una competencia central y ampliamente ejercitada, la experiencia se enriqueció con una participación protagónica en diversas fases del trabajo ambiental tales como el apoyo al proceso de recopilación y manejo de datos ambientales, participación en discusiones conceptuales y metodológicas, así como, el apoyo y diseño de protocolos para trabajo de campo y procesamiento de datos

La integración en este entorno profesional interdisciplinario resultó en un intercambio bidireccional de conocimientos, enriqueciendo tanto el ámbito académico-personal como las capacidades técnicas e institucionales en el proceso de práctica, demostrando la vital importancia de la formación geográfica para diagnosticar, analizar y proponer soluciones a las dificultades ambientales y territoriales actuales, contribuyendo directamente al mejoramiento y la efectividad de diversos programas ambientales.

El fortalecimiento de esta experiencia permitió la aplicación de mis conocimientos en un contexto real, como una participación en el desarrollo de actividades institucionales, por ejemplo, contribuyendo al mejoramiento del programa PSA y demostrando la importancia de la implementación de la formación académica en geografía, aplicada a contextos y dificultades particulares.

1. INTRODUCCIÓN

Jamundí es un municipio del departamento del Valle del Cauca (Colombia), situado al sur del departamento, a 15 km de Santiago de Cali. Se localiza en la margen occidental del río Cauca y de manera estratégica, forma parte constitutiva del área metropolitana del Sur Occidente-AMSO-(constituida legalmente mediante Ordenanza 325 de 2021). Según proyecciones del DANE para el 2024, la población de Jamundí asciende a aproximadamente 181.000 habitantes, distribuidos en su cabecera municipal y 18 corregimientos que conforman un territorio de dinámicas tanto urbanas como rurales (Alcaldía Municipal de Jamundí, 2023, Plan de Ordenamiento Territorial - POT) lo cual define una realidad socio ambiental caracterizada por oportunidades ya que uno de sus desafíos tiene que ver con la expansión urbana y la presión sobre el suelo rural, lo cual desencadena en una riqueza natural bajo amenaza que pertenece al SIMAP Sistema Municipal de Áreas Protegidas y a su agenda ambiental como al PSA pago por servicios ambientales con una implementación de sus instrumentos. Es justamente en ese momento que me incorporo al equipo con actividades relacionadas con el objetivo de conservar predios estratégicos en zonas altas del municipio que alberguen nacimientos hídricos, que garantizan el recurso para la población.

En este escenario, la Secretaría de Ambiente de Jamundí es la entidad encargada de liderar la gestión para enfrentar estos retos y capitalizar las oportunidades; un contexto donde la aplicación de herramientas geográficas se vuelve no solo pertinente, sino indispensable para la formulación, planificación y ejecución de los diferentes proyectos, dirigidos a mejorar la calidad de vida tanto de la población como de la fauna local. En este sentido y como ente rector de la política ambiental municipal, la Secretaría implementó hace tres años el programa de Pago por Servicios Ambientales (PSA).

Este programa se enmarca a su vez en iniciativas nacionales y departamentales, estando actualmente los PSA presentes en más de 100 municipios y 5 departamentos de Colombia (Fondo empleo, 2022). El proyecto municipal busca conservar las áreas rurales de alto valor ecosistémico, previniendo presiones como la deforestación, los incendios forestales de cobertura vegetal, las prácticas agrícolas no sostenibles y la ganadería extensiva. Asimismo, promueve la restauración ecológica, especialmente en las zonas altas de las microcuencas hidrográficas, con el objetivo fundamental de garantizar la protección de los nacimientos de agua que abastecen al municipio. La estructura de la Secretaría, que cuenta con subprocesos o grupos de trabajo dedicados a Gestión del Riesgo, Ordenamiento Ambiental Territorial, y Autoridad Ambiental, permite una implementación transversal del PSA, integrando el componente técnico, social y de control.

La pasantía en la Secretaría de Medio Ambiente de Jamundí se desarrolló como un proceso integral de apoyo técnico al Programa de Pago por Servicios Ambientales (PSA), el cual opera en 120 predios agrupados en 10 Nodos distribuidos estratégicamente en corregimientos de la zona rural alta del municipio, como San Vicente, San Antonio, Peón, Villa Colombia y La Meseta. Mi rol consistió en brindar soporte geoespacial especializado para la gestión, monitoreo y documentación de este programa.

El proceso inició con la estructuración de la base de datos geoespacial, donde consolidé y organicé en una Geodatabase toda la información catastral, hidrográfica y de coberturas vegetales de los predios PSA. Posteriormente, generé cartografía temática específica, elaborando 120 mapas prediales individuales y 10 mapas nodales que representaban las agrupaciones estratégicas de

predios, utilizando herramientas de ArcGIS para el análisis de localización, áreas de conservación y contexto topográfico.

Una de mis contribuciones centrales fue el análisis de cambio de coberturas vegetales mediante el procesamiento de imágenes Sentinel-2 de 2023 y 2024, identificando áreas con mejoría en los índices de vegetación a pesar del déficit hídrico del 42% registrado en el periodo. Este análisis proporcionó evidencia técnica crucial para validar la efectividad del programa. Adicionalmente, implementé un sistema de georreferenciación para trabajo de campo, capacitando al equipo técnico y a comunidades del resguardo Kwe'sx Kiwe NASA en el uso de Avenza Maps para verificación in situ de coberturas y límites prediales.

Paralelamente, apoyé los procesos jurídico-administrativos mediante la organización de 120 fichas catastrales en colaboración con el IGAC, creando bases de datos que agilizaron los trámites legales del programa. También desarrollé análisis complementarios como la georreferenciación de puntos de vertimientos urbanos y el estudio de dinámica fluvial en el sector de Las Flores, expandiendo el alcance de la gestión ambiental municipal.

Esta experiencia me permitió articular conocimientos académicos en geografía con las necesidades reales de gestión territorial, contribuyendo directamente a la conservación de más de 12,000 hectáreas de ecosistemas estratégicos para la seguridad hídrica del municipio.

2. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL DE LA PASANTÍA

Apoyar el desarrollo cartográfico del Programa de Pago por Servicios Ambientales (PSA) en el municipio de Jamundí mediante la recolección, organización y sistematización de información geográfica y la aplicación de herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG).

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Cooperar en la obtención de información espacial y catastral de los diferentes predios asociados al programa PSA relacionando la gestión eficiente frente a lo catastral y coberturas.
2. Realizar cartografía actualizada de los diferentes predios asociados al programa PSA
3. Contrastar el impacto del programa PSA a través de imágenes satelitales y sus cambios entre los años 2023-2024

3. MODALIDAD PASANTÍA

La realización de la pasantía es un componente esencial en la formación de los estudiantes del programa académico de Geografía de la Universidad del Valle, que, al funcionar como un puente entre la teoría adquirida en el aula y la práctica profesional en contextos reales, respondiendo a las necesidades concretas con retos complejos y territoriales con una perspectiva integral y crítica. Durante este proceso, los alumnos tienen la oportunidad de aplicar conocimientos técnicos y analíticos, a la vez que interiorizan habilidades transversales y fundamentales como la comunicación, la adaptabilidad y la responsabilidad para su desempeño laboral.

Durante mi incorporación al Equipo del Sistema Municipal de Áreas Protegidas (SIMAP) de Jamundí, fui asignado al programa de Pago por Servicios Ambientales (PSA), particularmente en el ámbito geográfico, donde el análisis territorial, el uso de tecnologías de información geográfica y la comprensión de dinámicas ambientales y sociales son elementos clave, la pasantía permite un acercamiento directo a los procesos de gestión del territorio. Por ello, la vinculación con instituciones como la Secretaría de Medio Ambiente de la Alcaldía de Jamundí resulta altamente relevante, al ofrecer contextos reales donde el saber geográfico se traduce en un insumo clave para la toma de decisiones y el diseño de políticas públicas sostenibles donde la capacidad de interrogar los datos espaciales, tienen que ver con cuestionar y entender ciertas limitaciones de clasificaciones satelitales en campo, así como interpretar los patrones territoriales, no como fenómenos aislados, sino como el resultado de procesos económicos, sociales e históricos entrelazados.

La necesidad de realizar una pasantía responde a la creciente demanda de profesionales capacitados para integrar herramientas técnicas como los sistemas de información geográfica con un mirada crítica y contextualizada, donde iniciativas como el programa de Pago por Servicios Ambientales (PSA), ejemplifican la necesidad de personal capaz de recopilar, analizar y representar datos espaciales para apoyar e impulsar acciones de conservación y planificación territorial. La participación de estudiantes en estos proyectos no sólo enriquece y fortalece su perfil profesional, sino también potencia el impacto de las instituciones dedicadas al desarrollo territorial.

En síntesis, la pasantía como una estrategia formativa e indispensable fomenta la articulación entre universidad, el territorio y la sociedad. Así, garantiza que los futuros geógrafos no solo dominen marcos conceptuales y metodológicos, sino que estén aptos para abordar los desafíos del ámbito laboral con una perspectiva crítica, ética y comprometida con su entorno; permitiendo la gestión ambiental y el complemento de vacíos o necesidades analíticas que suelen tener las entidades públicas, mostrando la pasantía como una verdadera simbiosis de valor y coproducción de conocimiento.

4. ZONA DE ESTUDIO- MUNICIPIO DE JAMUNDÍ

La zona de estudio es el sector rural del municipio de Jamundí, en el Valle del Cauca, un territorio destacado por su diversidad geográfica y ambiental ubicado al sur del departamento, que presenta una topografía variada con montañas, valles y quebradas, que sustenta una notable riqueza ecológica. Su relieve, conformado por las estribaciones de la Cordillera Occidental, genera heterogeneidad climática, edáfica y vegetal. La zona se caracteriza por un gradiente altitudinal que va desde los 900 hasta aproximadamente 4.000 m s.n.m. en su extremo occidental, lo que genera una variedad de pisos térmicos que van desde el ecuatorial cálido a nivel del valle (medio) de 975 msnm hasta 1,500 msnm, una zona de transición entre el valle plano y el inicio de la montaña y que corresponde a las veredas más cercanas al casco urbano que comienzan a ascender como Cali, por ejemplo. Medio (Subandino) a Frío (Andino bajo) con 1,500 msnm hasta 2,800 msnm hasta el páramo en sus puntos más altos. Allí se ubica el Parque Nacional Farallones de Cali con 2,800 msnm hasta más de 4,000 msnm, localizándose en la margen occidental del río Cauca y de manera estratégica, formando parte constitutiva del área metropolitana del Sur Occidente; su territorio cubre integralmente la secuencia de pisos térmicos. Corregimientos como San Vicente, San Antonio, Peón se ubican en la zona rural alta en la parte montañosa por encima del valle plano del río Cauca agrupando los 120 predios participantes, lo que sugiere que en sus territorios se concentran suelos donde se protegen cuencas hidrográficas, bosques protectores y páramos.

Según la (CVC) Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca en el año 2015 el *Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica (POMCA) de la Cuenca Alta del Río Jamundí* se delimita y caracterizan las unidades climáticas y de cobertura vegetal del municipio, destacando la transición desde el clima cálido del valle geográfico del río Cauca hasta el frío del páramo.

La zona rural de Jamundí, dividida entre zona plana y de montaña, se basa en una economía agrícola, con cultivos de caña de azúcar (parte plana) representando una porción significativa del sector agroindustrial del departamento. De acuerdo con las estadísticas del sistema AGRONET, el Valle del Cauca es uno de los principales productores de caña de azúcar del país, y Jamundí contribuye de manera sustancial a esta cadena productiva, con un uso del suelo intensivo y

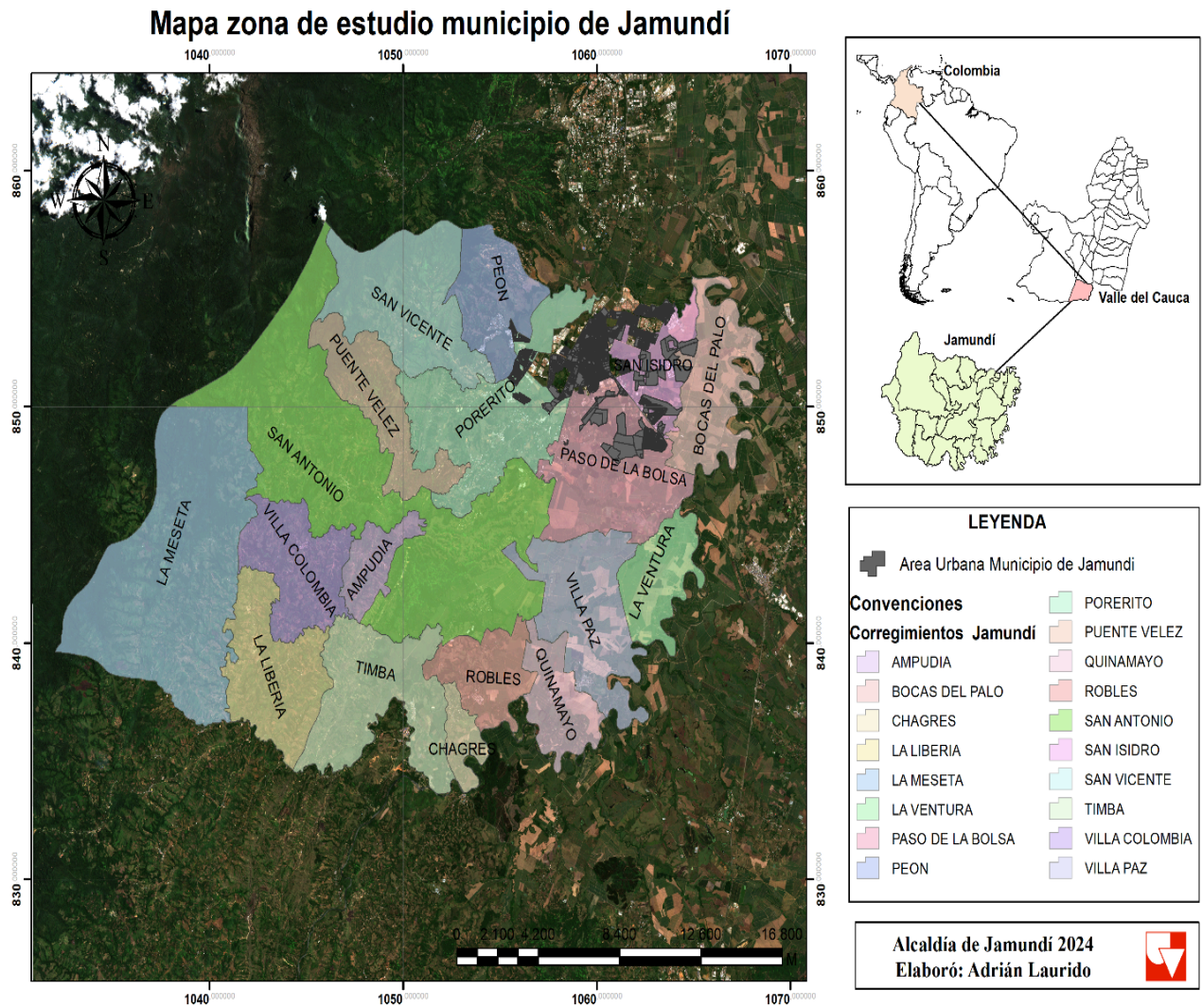
tecnificado. En la Figura 1 se puede observar la ubicación geográfica de los corregimientos que lo conforman.

En cuanto al café y plátano (agricultura de ladera) hay otro contraste, en las laderas medias y altas, se establecen sistemas de producción más diversificados. Estos sistemas, a menudo desarrollados bajo esquemas de agricultura familiar, son catalogados por la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA) como de importancia estratégica para el desarrollo rural sostenible, por su potencial de integrarse con la conservación en paisajes de bosque andino en relación a lo que busca mitigar los (P.S.A) debido a su rol crítico en la provisión de agua y otros servicios para las comunidades aguas abajo, y donde existe una interacción directa entre las comunidades rurales y la gestión ambiental municipal.

No obstante, la gestión territorial del municipio de Jamundí, orientada por su Plan de Ordenamiento Territorial (POT), enfrenta un dilema central: conciliar la expansión del desarrollo agropecuario con la conservación de ecosistemas estratégicos, cuya cobertura es la columna vertebral de la estructura ecológica. El Sistema de Monitoreo de Bosques de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC) son cruciales para la conservación del municipio, al generar alertas tempranas de deforestación que vinculan de manera inequívoca la pérdida de cobertura boscosa en la Cordillera Occidental con la conversión del suelo para usos agropecuarios.

Complementariamente, informes de valoración ecosistémica de la CVC y centros de investigación coinciden en señalar el valor excepcional de los ecosistemas de Jamundí en particular aquellos asociados al Parque Nacional Natural Farallones de Cali y en identificar el cambio de uso del suelo hacia modelos agro productivos poco sostenibles como una de sus amenazas más críticas y documentadas.

Figura 1 1. MAPA DE LA ZONA DE ESTUDIO- MUNICIPIO DE JAMUNDÍ



Fuente: Elaboración propia a partir de Imagen satelital y datos de la alcaldía de Jamundí

7. MARCO NORMATIVO PROGRAMA PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES

El programa Pago por Servicios Ambientales (PSA), surge como una estrategia para conservar los distintos recursos naturales que hay en nuestro país, mediante la participación de las comunidades locales. Su objetivo principal es fomentar prácticas como la restauración y la conservación de suelos, fuentes hídricas, bosques y otros elementos ecosistémicos, con el propósito de mantener las condiciones óptimas de los ecosistemas. en la mejor condición posible. Según el decreto 1007 de 2018 se adopta la Política Nacional de Pagos por Servicios Ambientales - PNPSA, la cual define la estrategia nacional para la implementación de los PSA, sus principios, objetivos y componentes. Este programa se fundamenta en el siguiente marco normativo (Tabla 1):

TABLA 1. Marco normativo para PSA.

Tipo de Ley/Decreto/Resolución	Descripción
Ley 99 de 1993¹	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente y se dictan otras disposiciones: Esta ley establece el marco legal para la protección ambiental en Colombia y crea las bases para el desarrollo de políticas de conservación, como el PSA.
Decreto 2372 de 2010²	Aunque ya no está vigente, el Decreto 2372 de 2010 fue una norma fundamental porque permitió la creación del "Estatuto General de Áreas Protegidas" de Colombia por 5 años y unificó el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP), integrando áreas del orden nacional, regional y local. También definió las categorías de manejo (Parques Nacionales Naturales, Reservas Naturales de la Sociedad Civil, Distritos de Manejo Integrado, etc.) y sus regímenes de administración.
Resolución 1518 de 2010	Por la cual se establecen los índices de calidad del aire y se adoptan otras disposiciones", emitida por el entonces Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible).

¹ Ley 99 de 1993. Recuperado de: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=297>

² Decreto 2372 de 2010. Recuperado de: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=39961>

Decreto 1076 de 2015³	Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible) que compiló, organizó y actualizó casi toda la normativa reglamentaria ambiental del país. En este proceso, el contenido del Decreto 2372 de 2010 fue integrado, modificado y actualizado dentro del nuevo marco regulatorio unificado.
Decreto 870 del 2017⁴	Por el cual se modifica el Decreto 1076 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, en lo relacionado con los pagos por servicios ambientales y otros incentivos a la conservación permitiendo el vínculo directo entre la política ambiental nacional y la acción concreta en el territorio municipal para conservar la Estructura Ecológica Principal.
Conpes 3886 de 2017⁵	Se implementa a través de acuerdos voluntarios y está regulada principalmente por el Decreto 870 de 2017 y el CONPES 3886 de 2017, que definen los lineamientos y condiciones para su implementación a nivel nacional.
Acuerdo de París⁶	Colombia también se ha comprometido a nivel internacional a través de acuerdos como el Acuerdo de París sobre Cambio Climático para mitigar los efectos del cambio climático, lo que respalda la implementación de políticas como el PSA.

Fuente: Elaboración Propia.

Este marco no solo justifica, sino que plantea que el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) transite de la mera restricción hacia la gestión proactiva e incentivada de los recursos naturales. Constituyendo un sistema de herramientas obligatorias y complementarias para la acción municipal.

El pilar de este sistema es la Ley 99 de 1993, la cual creó el Sistema Nacional Ambiental (SINA) y estableció a la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC) como autoridad máxima en la jurisdicción. Esta ley, al consagrar principios como la función ecológica de la propiedad, obliga a que el POT de Jamundí se formule y ejecute en estricta armonía con las directrices de la CVC, particularmente en la delimitación y manejo de su Estructura Ecológica Principal.

Sobre este fundamento, instrumentos como el Decreto 2372 de 2010 (integrado al Decreto 1076 de 2015) y, de manera más precisa, el Decreto 870 de 2017, operacionalizan los Pagos por Servicios Ambientales (PSA). Estas normativas convierten principios abstractos en mecanismos ejecutables, estableciendo las reglas para retribuir a los propietarios por conservar servicios como la regulación

³ [Decreto 1076 de 2015 - Ministerio de Ambiente](<https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/decreto-1076-del-26-05-2015.pdf>) Libro 2, Parte 2, Título 1, que trata sobre "Áreas Protegidas".

⁴ Decreto 870 del 2017. Recuperado de: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=84633>

⁵ Política Nacional de Pagos por Servicios Ambientales (2017). Recuperado de: <https://goo.su/Tm6H3o5>

⁶ Acuerdo de París (2015) Recuperado de: <https://goo.su/sAfoj>

hídrica. Es precisamente este marco el que da vida legal al programa de PSA en corregimientos como San Antonio y La Meseta, cuyo soporte geoespacial constituyó el núcleo de mi pasantía.

La efectividad de estos instrumentos, sin embargo, depende de su integración con herramientas técnicas de planificación. Aquí es donde la capacidad de uso del suelo, definida por metodologías como las de la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), se vuelve crítica. Cruzar los mapas de conflictos de uso identificados por la CVC con los mapas de aptitud de la UPRA permite dirigir estratégicamente los incentivos de PSA hacia los predios donde el conflicto es alto pero el potencial para la conservación o la reconversión sostenible es viable.

Mi trabajo en el análisis y espacialización de los 120 predios del programa buscaba precisamente esa articulación entre norma (Decreto 870), diagnóstico territorial (mapas CVC) y potencial productivo (lógica UPRA). Complementan este marco, por un lado, la Resolución 1518 de 2010, que provee herramientas técnicas para gestionar la calidad del aire —un recurso cada vez más estratégico dada la presión metropolitana— y, por otro, la reciente Ley 2294 de 2023, que crea el Área Metropolitana del Sur Occidente (AMSO). Esta ley redefine la escala de la planificación, posicionando los ecosistemas de Jamundí como un activo regional y abriendo una ventana de oportunidad para que instrumentos como los PSA escalen y se financien bajo una visión de corresponsabilidad metropolitana.

En síntesis, el POT de Jamundí no es solo un documento de ordenamiento; es el espacio de convergencia obligatoria donde estas herramientas —la autoridad de la CVC (Ley 99), los incentivos del PSA (Decreto 870), la inteligencia territorial (UPRA/CVC) y la nueva gobernanza (Ley 2294)— deben articularse para ofrecer una solución concreta y financieramente viable al histórico dilema entre producción y conservación.

8. MARCO CONCEPTUAL

La cartografía y la geografía desempeñan un papel fundamental en los procesos de gestión territorial tanto en Colombia como en otros países. Estas disciplinas aportan herramientas esenciales para la recolección de información, análisis e intervenciones territoriales. "un instrumento básico para la gestión y la planificación" y un "elemento imprescindible para el conocimiento del territorio" (Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC, 2012, p. 11). En primer lugar, la cartografía proporciona representaciones visuales del territorio a diversas escalas, lo que facilita el análisis de información con fines específicos. Por su parte, la geografía se encarga de realizar dichos análisis desde múltiples enfoques con el objetivo de garantizar que las intervenciones en el territorio se ejecuten de manera adecuada y alcancen los objetivos propuestos

Esta aproximación integral es crucial para un "ordenamiento del territorio que constituye en uno de los principales instrumentos para la construcción de paz" (Departamento Nacional de Planeación - DNP, 2021, p. 19), ya que permite comprender las dinámicas socioespaciales y ambientales que condicionan el desarrollo. La sinergia entre ambas disciplinas es, por tanto, la base para una toma de decisiones informada y contextualizada. En este contexto, el geógrafo cumple un papel fundamental, ya que aprovecha tanto los conocimientos cartográficos como geográficos en su labor. Gracias a su formación en áreas relacionadas con hidrografía, geomorfología y dinámicas socioculturales, puede interpretar las relaciones entre los elementos físicos y humanos lo cual permite la elaboración de mapas que facilitan la lectura e interpretación de datos, contribuyendo a procesos de planificación, gestión de recursos e incidencia en formulación de políticas públicas.

El desarrollo de la pasantía abordó un importante componente técnico relacionado con la toma, edición y visualización de datos espaciales, orientado a la producción de cartografía. Por ello, resulta necesario definir los términos clave empleados durante el procesamiento de dicha información en mi labor como pasante.

- SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Según el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (2019), los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son:

"un conjunto integrado de herramientas, componentes, usuarios, hardware, software, procesos y metodologías que permiten la organización, almacenamiento, manipulación, análisis y modelización de grandes cantidades de datos procedentes del mundo real que están vinculados a una referencia espacial" (p.1).⁷

A partir del uso de estas herramientas, se genera cartografía fundamental para la gestión, planificación y análisis territorial. En el artículo "Los Sistemas de Información Geográfica en la planeación municipal", publicado en la Revista EIA, se explica que

"El mundo real es representado espacialmente por los SIG como una superposición de capas temáticas que utilizan, en formato vectorial, líneas, polígonos y puntos para representar los

⁷ Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2021). Recuperado de: <https://www.igac.gov.co/terminos-definiciones?page=4>

diferentes elementos de cada capa presentes en un área definida. Los atributos de los elementos de cada capa temática se almacenan en una base de datos" (Molina López y Villegas, 2005. Pag (21-31.)⁸

Esta representación del mundo real, observable a distintas escalas facilita el análisis geográfico y la toma de decisiones a nivel territorial.

Olaya señala que los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son herramientas orientadas a la gestión integral de la información espacial, ya que permiten capturar, editar, almacenar y administrar datos georreferenciados. Asimismo, facilitan el análisis de esta información mediante consultas simples o modelos más complejos, tanto desde su componente espacial como temático, y posibilitan la obtención de resultados como mapas, informes y representaciones gráficas (Olaya, 2014, p. 7)

- GEODATABASE

ESRI (2020) define *Geodatabase* como:

una estructura de base de datos o archivo que se utiliza principalmente para almacenar, consultar y manipular datos espaciales. Estas almacenan geometría, un sistema de referencia espacial, atributos y reglas de comportamiento para datos (p. 15).⁹

Por otra parte, el Boletín Científico CIOH (2018) precisa a través de Zeiler (1999) lo siguiente que una Geodatabase constituye un modelo de datos orientado a objetos que permite representar el mundo real mediante la definición de clases de entidades espaciales, relaciones topológicas y reglas que controlan el comportamiento y la integridad de los datos. Este enfoque no solo facilita el almacenamiento de información geográfica, sino también su validación, organización y análisis dentro de un entorno estructurado¹⁰

Las bases de datos geográficas permiten organizar y gestionar de forma integrada la información espacial y sus atributos, facilitando el análisis territorial y la toma de decisiones. Este tipo de estructuras posibilita el almacenamiento ordenado de entidades geográficas, la relación entre distintos conjuntos de datos y el control de la coherencia de la información, lo que resulta fundamental en estudios de planificación y gestión del territorio. La correcta estructuración de los datos en un SIG contribuye a mejorar la calidad del análisis espacial y la eficiencia en el manejo de información georreferenciada como ha de mencionar Peña Llopis, 2006 en *Sistemas de información geográfica aplicados a la gestión del territorio*¹¹

⁸ Los sistemas de información geológica en la planeación municipal Recuperado de: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-12372005000200003

⁹ Geodatabase. Recuperado de: <https://support.esri.com/es-es/gis-dictionary/geodatabase>

¹⁰ Zeiler, M. (1999). *Modeling our world: The ESRI guide to geodatabase design*. ESRI Press. Recuperado de: https://content.esri.com/support/documentation/ao_/modeling_our_world.pdf

¹¹ *Sistemas de información geográfica aplicados a la gestión del territorio*. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/516616297/SIG-aplicado-a-la-gestion-territorial>

Estas bases de datos espaciales se crean mediante herramientas de SIG, como lo son Qgis y ArcGIS. La creación de una Geodatabase resulta fundamental para realizar cualquier proyecto en el que se requiera cartografía variada, debido a que para realizar esta cartografía se requiere acceso a varias fuentes de datos en ocasiones de manera simultánea.

- IMÁGENES SATELITALES

En el libro *Geoprocesamiento con Python*, varios autores como Laura Mónica Hernández Huerta, Roberto de Jesús Domínguez Vera y Miguel Ángel Castillo Santiago definen las imágenes satelitales como:

En los sistemas de teledetección, una imagen satelital se genera a partir de sensores montados en satélites que registran la radiación electromagnética emitida o reflejada por la superficie terrestre, la cual se procesa en estaciones terrestres para producir una representación digital compuesta por una matriz de celdas (píxeles) que reflejan las distintas intensidades de la energía registrada (Hernández Huerta et al., 2023, p. 43).¹²

La obtención de estas imágenes es fundamental para analizar fenómenos espaciales, tanto naturales como antrópicos, que suceden en pequeñas o grandes extensiones territoriales.

Por su parte, en el artículo *Correcciones de una imagen satelital ASTER para estimar parámetros vegetacionales en la cuenca del río Mirta*, Aisén Marco Antonio Peña Araya señala que:

Las imágenes satelitales permiten registrar la superficie terrestre en distintas regiones del espectro electromagnético, generando información espacialmente continua que facilita la identificación de coberturas del suelo y la estimación de diversas propiedades biofísicas asociadas a la vegetación (Peña Araya, 2007).¹³

La capacidad de monitoreo espacial y temporal de estas imágenes ha revolucionado los campos de la cartografía y la geografía. Como destaca Jensen (2007) en *Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective*, permiten la detección de cambios en el uso del suelo, la identificación

¹² *Geoprocesamiento con Python*. Recuperado de: <https://publicaciones.ciga.unam.mx/index.php/ec/catalog/book/113>

¹³ Peña Araya, Marco Antonio. (2007). ASTER satellite image corrections to estimate vegetational parameters on the Mirta river basin, Aisén. Bosque (Valdivia), 28(2), 162-172. Recuperado de: <https://doi.org/10.4067/S0717-92002007000200009>

de zonas afectadas por fenómenos naturales, y la planificación territorial y ambiental. En efecto y en este contexto, las imágenes satelitales se han convertido en una herramienta indispensable y fundamental para la toma de decisiones en la gestión ambiental, la agricultura, el monitoreo de recursos naturales y evaluación de desastres. Su desarrollo ha marcado un hito en la recolección de información geográfica, optimizando significativamente los procesos de análisis espacial.

- GEOVISUALIZACIÓN

El concepto de Geovisualización se refiere al uso de Geovisores, definidos por Díaz y Torres (2016) como:

" Es la herramienta principal de un geoportal ya que es el medio por el cual se visualiza la información espacial de la base geográfica que se tiene a disposición para consulta" (p12.).

¹⁴

Normalmente estas herramientas están alojadas en plataformas o sitios Web y tienen interfaces interactivas con el fin de mostrar información de distintos tipos con facilidad. En el documento “Geovisualización: espacio, tiempo y territorio” se amplía la definición señalando que se trata de:

“La transmisión de información y conocimiento a través de imágenes dirigidas a la vista que contienen información geográfica. Es decir, cualquier dato asociado a la superficie de la Tierra a través de un sistema de coordenadas o un descriptor (dirección, topónimo, etc.) que permita realizar esta asociación (geocodificación). “(Instituto Geográfico Nacional)

Este hecho, unido a la posibilidad actual de incorporar la tercera (3D) y la cuarta dimensión (tiempo) en la Geovisualización, enriquece su utilidad desde la perspectiva de su utilización en cualquier disciplina que tenga una componente territorial o ambiental (todas ellas con una clara dimensión espacio/temporal).

De hecho, el mapa ha sido tradicionalmente un instrumento insustituible para el análisis, la evaluación, la planificación y la gestión territorial, urbanística y ambiental.¹⁵ La creación de Geovisores han permitido transmitir información geográfica con sencillez, facilitando el trabajo de entidades ambientales, estatales, de seguridad, etc. y posibilitando que desde cualquier dispositivo se pueda acceder a esta información con algún fin en específico.

- CURVAS DE NIVEL

¹⁴ Díaz Suarez, J y Torres Alape, J. (2017). *Desarrollo De Visor Geográfico Como Soporte Para el plan básico de ordenamiento territorial del municipio de Tibú sobre el suelo urbano y rural*. Universidad Santo Tomás.

¹⁵ J. OJEDA ZÚJAR, *Geovisualización: espacio, tiempo y territorio*, Revista ciudad y territorio PP. 445 (2010)

Las curvas de nivel son líneas imaginarias que representan en un mapa los puntos de igual altitud sobre el nivel medio del mar. Es decir, cada curva une todos los puntos que se encuentran a la misma elevación, permitiendo visualizar la forma del relieve terrestre de manera precisa y detallada, como señala el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (2019):

"estas líneas son fundamentales para representar el relieve en cartografía topográfica, ya que permiten identificar las características geomorfológicas del terreno como pendientes, montañas, valles o planicies" (p1).¹⁶

La separación entre curvas, denominada equidistancia, depende de la escala del mapa y del propósito del levantamiento topográfico. En mapas a gran escala como los empleados en planificación urbana o estudios de ingeniería, las curvas aparecen más próximas entre sí, proporcionando mayor grado de detalle. Por el contrario, en mapas a pequeña escala (regionales o nacionales), la equidistancia es mayor, ofreciendo una representación más generalizada del relieve.

El análisis de curvas de nivel permite determinar no solo la altitud de puntos específicos, sino también interpretar la morfología del terreno. Al respecto, Monmonier (2005) explica que las pendientes pronunciadas se reflejan en curvas muy juntas, mientras que curvas separadas indican zonas de pendiente suave. Esta técnica cartográfica tiene amplias aplicaciones en geografía, geología, ingeniería civil, ordenamiento territorial y gestión ambiental, particularmente para pendientes pronunciadas se reflejan en curvas muy juntas, mientras que curvas separadas indican zonas de pendiente suave. Esta herramienta es ampliamente utilizada en geografía, geología, ingeniería civil, ordenamiento territorial y gestión ambiental, ya que facilita la evaluación del terreno para obras de infraestructura, la prevención de riesgos naturales y la delimitación de zonas aptas para distintos usos del suelo.

La correcta interpretación y elaboración de curvas de nivel es una competencia esencial en la formación del geógrafo, ya que contribuye a la lectura crítica del espacio y a la planificación basada en criterios físicos y ambientales del territorio.

- FICHAS CATASTRALES

La ficha catastral es un documento técnico- administrativo que sintetiza información integral y sistemática sobre un predio, abarcando aspectos jurídicos, físicos y económicos. Según el departamento nacional de planeación (2019) constituye uno de los instrumentos fundamentales para la gestión del catastro en Colombia, pudiendo presentarse en formato físico o digital en donde se consignan datos clave como la identificación del propietario, la ubicación del predio, su nomenclatura oficial, linderos, área, uso del suelo, construcciones existentes, avalúo catastral, y representaciones gráficas como croquis o mapas¹⁷

¹⁶ IGAC (2010). Manual de Cartografía Básica. Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

¹⁷ IGAC. (2012). Cartilla Catastral Básica. Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

En Colombia, la entidad encargada de regular, actualizar, validar, modificar etc. Es el IGAC debido a que este documento es usado para varios tipos de trámites legales y administrativos dentro del sector Inmobiliario (DNP, 2019).

Además, su integración con herramientas de sistemas de información geográfica permite ampliar su funcionalidad, asociando la información alfanumérica con capas especiales que optimizan la toma de decisiones en gestión del suelo y políticas públicas.

- GEOLOCALIZACIÓN

La geolocalización es el proceso de determinación precisa de coordenadas espaciales (latitud y longitud) para objetos, personas o áreas en la superficie terrestre. Según el “diccionario de términos de sistemas de información geográfica SIG de ESRI (2021), este concepto de geolocalizar implica:

“crear entidades geográficas a partir de datos tabulares, geocodificandolos con una ubicación espacial. Un ejemplo de geolocalización es la creación de entidades de puntos a partir de una tabla de coordenadas X, Y”.¹⁸

Este procedimiento técnico resulta fundamental para disciplinas como la geografía y la cartografía, pues permite integrar información espacial con datos alfanuméricos, logrando representaciones territoriales más exactas. Los métodos más utilizados incluyen:

- Dispositivos GPS
- Sistemas móviles con conexión satelital
- Plataformas SIG para geocodificación de coordenadas

En el contexto de la gestión ambiental y la planificación territorial, la geolocalización cumple un papel estratégico como señalan Longley et al. (2025) al permitir ubicar predios, monitorear coberturas, delimitar áreas de estudio y gestionar información en tiempo real.

Asimismo, tecnologías como los SIG y herramientas como Google Earth, QGIS o ArcGIS integran capacidades de geolocalización que facilitan la toma de decisiones basada en datos espaciales (Longley et al., 2015).

El uso efectivo de la geolocalización contribuye a mejorar los procesos de levantamiento de información de campo, seguimiento de variables ambientales y diseño de políticas públicas fundamentadas en evidencia espacial.

¹⁸ ESRI. (2024). GIS Dictionary: Geolocation. <https://www.esri.com/en-us/what-is-gis/glossary/geolocation>

9. METODOLOGÍA

Para el desarrollo de la pasantía en la secretaría de Medio Ambiente en el municipio de Jamundí, se realizaron diversas actividades formativas que fortalecieron mis competencias profesionales como geógrafo. Como establece el reglamento de trabajo de grado del departamento de Geografía (2009) esta modalidad de práctica requiere cumplir con una intensidad horaria y actividades que contribuyan a la formación profesional del estudiante, estas actividades fueron las siguientes:

- Selección de la información catastral y cartográfica específica entre los datos proporcionados por la alcaldía de Jamundí para crear los mapas y bases de datos necesarias para el desarrollo del programa, información que se obtuvo seleccionando lo necesario dentro de toda la información disponible del municipio.

Para la evaluación de la nubosidad en las imágenes satelitales se realizó una inspección visual sistemática, identificando las áreas cubiertas por nubes en relación con la extensión total de la escena. En la imagen correspondiente al año 2023 se estimó una nubosidad aproximada del 3–5 %. En contraste, la imagen del año 2024 presentó una cobertura nubosa inferior, cercana al 2–3 %, localizada de manera más concentrada en el sector superior central. Ambas imágenes provienen del programa Copernicus (Sentinel-2), cuya resolución espacial en bandas visibles es de 10 m/píxel, lo cual permite una adecuada discriminación de coberturas y garantiza la representatividad de los análisis realizados.

- Con las imágenes satelitales escogidas se realizó una evaluación visual comparativa resaltando similitudes y diferencias encontradas en las dos imágenes escogidas y señalando los puntos de interés.
- Validación y retroalimentación de datos obtenidos en trabajo de campo, junto con la socialización con los miembros del programa de las imágenes satelitales obtenidas.
- Desarrollo de 310-320 horas de práctica entre agosto y diciembre de 2024, con una dedicación semanal de 15-20 horas

Para desarrollar las actividades se emplearon las siguientes herramientas tecnológicas:

- Software ArcMap 10.4: Software especializado para análisis y procesamiento de información espacial
- Avenza Maps: Aplicación móvil para georreferenciación de límites prediales y datos catastrales en campo
- Satélite Copernicus y Google Earth

- Microsoft Excel y Google Sheets: Plataformas para organización y clasificación de datos según los requerimientos del Programa de Pago por Servicios Ambientales (PSA)

El apoyo para organizar la base de datos dentro del Programa de Pago por Servicios Ambientales (PSA) en la Secretaría de Medio Ambiente de Jamundí requirió un proceso sistemático de integración de información multidisciplinar. Inicialmente, se realizó una selección crítica de la información catastral y cartográfica proporcionada por la Alcaldía, discriminando los datos relevantes para los objetivos del programa. Paralelamente, se ejecutó una evaluación de calidad de imágenes satelitales Sentinel-2 del programa Copernicus, donde mediante inspección visual se cuantificó un nivel de nubosidad mínimo (3-5% en 2023 y 2-3% en 2024), lo que garantizó la idoneidad de las escenas para el análisis de coberturas terrestres. Esta fase fue crucial para sentar las bases de una base de datos espacial confiable y estandarizada.

Posteriormente, la organización de la base de datos se consolidó mediante un proceso de integración y validación. Utilizando ArcMap 10.4, se estructuró y analizó la información espacial, mientras que Avenza Maps permite georreferenciar y verificar límites prediales durante el trabajo de campo, retroalimentando y depurando la base de datos. La información tabular de caracterización predial fue organizada y clasificada en Microsoft Excel y Google Sheets según los criterios técnicos del PSA. Finalmente, el proceso se enriqueció con la socialización de los productos cartográficos y la validación conjunta con el equipo del programa, asegurando que la base de datos final fuera robusta, verificada en campo y completamente alineada con las necesidades de implementación del instrumento de conservación.

9.1 ENFOQUE METODOLÓGICO DE LA PASANTÍA

Para la elaboración de este informe, se adoptó un enfoque empírico-analítico, el cual según Hernández et al. (2018) busca:

“la comprensión de las leyes empíricas para la aplicación práctica de teorías en contextos controlados”¹⁹

Este marco metodológico se articula con la pasantía como el hilo conductor que da rigor científico y contextualización social al trabajo técnico y utilizado en distintos campos sociales, económicos, técnicos para procesar datos, sino que aplica un método integral para entender un fenómeno socioespacial complejo como lo es la viabilidad de un Programa de PSA en el territorio rural de Jamundí. El estudio de fenómenos naturales y los fenómenos artificiales/antrópicos como la expansión de cultivos de caña, café y plátano, hacen que el PSA sea un instrumento que medie la distribución de bosques y fuentes hídricas en la zona montañosa. También el uso de métodos múltiples como encuestas, pues la socialización del programa como la validación de actores locales evidencia el proceso cualitativo y las percepciones que van más allá de lo técnico. Aunque las tomas de información y tecnologías fueron un ejemplo práctico de triangulación de métodos, en el

¹⁹ HABERMAS, Jürgen. Conocimiento e interés. En: SEIFFERT, H. Introducción a la teoría de la ciencia. Barcelona: Herder, 1977. p. 443-444

caso del uso de ArcMap y las imágenes Sentinel-2 se pudo observar la cobertura del suelo, la nubosidad y los cambios en el paisaje.

Teniendo en cuenta las evidencias y algunas conclusiones, se priorizan unos procesos que establecen una línea base para monitorear procesos de cambio en la cobertura forestal dando lugar a la solución de un problema de gestión territorial.

10. DESARROLLO DE LA PASANTÍA

En el presente numeral se aborda el desarrollo de la pasantía, describiendo de manera sistemática las actividades realizadas durante su ejecución. Estas comprenden la recopilación, análisis y organización de la información técnica y catastral, así como el procesamiento cartográfico de los datos espaciales obtenidos. Adicionalmente, se detalla el aprovechamiento de imágenes satelitales como insumo para la interpretación, validación y actualización de la información geográfica. Es importante tener en cuenta que el eje central de la pasantía fue el trabajo en el programa PSA, pero también se realizaron otras actividades en las que se llevó a cabo procesamiento cartográfico, como la capacitación a miembros del cabildo, la conversión de coordenadas, entre otras, las cuales serán mencionadas con más detalle en el transcurso de este numeral.

Al iniciar la pasantía se realizó una *recopilación* de información, se consolidó y amplió la base de datos geoespacial del Programa de Pago por Servicios Ambientales (PSA) mediante la integración de información catastral, hidrográfica y de coberturas vegetales en formato Shapefile buscando contrarrestar los efectos negativos de la deforestación y fomentar prácticas sostenibles de uso del suelo. Las dinámicas de la región exigen un enfoque integral, de carácter social y ambiental, que permita preservar los ecosistemas sin desvincularse de las actividades productivas locales, asegurando así el bienestar de las comunidades que habitan en estos territorios. Para ello, resulta fundamental articular fuentes oficiales de planificación territorial, información productiva y criterios ambientales, que permitan contextualizar y sustentar técnica y espacialmente las acciones del PSA en el municipio de Jamundí:

- POT de Jamundí: Le permite pasar de una descripción general a un análisis de la normativa y la planificación vigente.
- AGRONET: Transforma afirmaciones genéricas como "se cultiva caña" en afirmaciones cuantitativas y técnicas. Puede indicar hectáreas sembradas, producción anual aproximada o la participación relativa en el contexto departamental.
- UPRA: Esta es la fuente clave para introducir el concepto de ordenamiento productivo. No solo ve suelos, sino su capacidad de uso.
- CVC: Es la autoridad científica y ambiental. sobre la importancia de los bosques para la regulación hídrica y la conservación de la biodiversidad.

Al integrar estas fuentes, se convierte esta experiencia en un documento de soporte para la gestión, que cruza la información ambiental (CVC), productiva (UPRA, AGRONET) y de planificación (POT) para ofrecer una visión integral y fundamentada. Es exactamente el tipo de insumo que una Alcaldía y otros estudiantes necesitan para comprender la complejidad del territorio y tomar decisiones informadas.

Para complementar el procesamiento cartográfico los datos, se procesaron imágenes satelitales Sentinel-2 y se generó un Modelo Digital de Elevación (DEM), lo que permitió categorizar y priorizar 114 predios según su estado de conservación y relevancia hídrica, organizando toda la información en una Geodatabase en ArcGIS.

Posteriormente, se realizó un proceso de capacitación en herramientas geoespaciales dirigido al equipo técnico del SIMAP y comunidades del resguardo Kwe Kiwe NASA, enfocado en el uso de Avenza Maps para verificación en campo de coberturas y límites prediales. Paralelamente, se implementó una metodología para *la organización de información catastral* en colaboración con el IGAC, estructurando la información en bases de datos en Excel que agilizaron los trámites jurídicos del programa. Adicionalmente, se apoyaron labores complementarias como la georreferenciación de vertimientos urbanos y análisis de riesgo en humedales.

En la fase final del *aprovechamiento de imágenes satelitales* tuvo que ver con la elaboración de productos cartográficos temáticos por nodos prediales, incluyendo cálculo de coberturas, modelos de relieve y un mapa síntesis del programa. Estos insumos, junto con el análisis de dinámicas fluviales en ecosistemas específicos, sustentaron informes técnicos para la formalización de pagos a beneficiarios y proyecciones de expansión del PSA, integrando aspectos ambientales, jurídicos y cartográficos en la gestión territorial del municipio.

10.1 RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Durante mi incorporación al Equipo del Sistema Municipal de Áreas Protegidas (SIMAP) de Jamundí, fui asignado al programa de Pago por Servicios Ambientales (PSA), donde desarrollé la mayor parte de mis actividades relacionadas con el objetivo de conservar predios estratégicos en zonas altas del municipio donde albergan nacimientos hídricos, que garantizan el recurso para la población.

Desde el inicio, el procesamiento de información geoespacial se relacionó con los archivos Geoespaciales en formatos .shp (Shapefile) los cuales contenían: información del catastro, terreno, manzanas, predios rurales y urbanos, cuerpos de agua, predios de importancia estratégica, ríos principales, quebradas, zanjones, zonas y subzonas hidrográficas, coberturas de uso del suelo, áreas protegidas, zonas forestales, límites municipales y de corregimientos, predios pertenecientes al programa PSA.

Posterior a esto se procedió a la organización de esta información en una carpeta y a la creación de una Geodatabase (GDB) la cual en los sistemas de información geográfica (SIG) es una base de datos diseñada para almacenar, consultar, transferir, editar etc., datos geoespaciales mediante algún programa como en este caso ArcGIS. En el siguiente enlace se pueden observar los datos geoespaciales que se me proporcionaron inicialmente.

https://drive.google.com/drive/folders/1oix_9y0F9j0rsJgvqZm8g-jV4a0mn-FQ?usp=drive_link

Para suplir la falta de información topográfica y de cobertura, se descargaron imágenes del satélite Sentinel-2 de Copernicus, las cuales fueron procesadas en ArcGIS y a partir de ahí se generó un Modelo Digital de Elevación (DEM) a partir de los datos altimétricos de las imágenes Sentinel-2 lo que permitió caracterizar detalladamente la topografía del territorio.

Este modelo altimétrico, superpuesto con el mapa de coberturas vegetales y los Shapefile de los predios del PSA, proporcionó una visión integral del territorio que facilitó el análisis de la relación entre la topografía, los tipos de cobertura y la ubicación de los predios en el programa. La integración de estas capas permitió determinar en qué tipo de relieve y contexto paisajístico se encuentra cada predio, información crucial para priorizar acciones de conservación en las zonas de mayor pendiente y fragilidad ambiental, así como para identificar posibles conflictos de uso del suelo en áreas estratégicas.

Una vez ya organizada toda la información proporcionada, y obtenida la imagen satelital y curvas de nivel, se tuvo una reunión con todo el equipo SIMAP en la cual se me contextualizó de cuales iban a ser mis roles durante el desarrollo de la pasantía, y se explica cómo se desarrolla el programa PSA en el municipio de Jamundí, con el objeto de conservar predios estratégicos de la parte alta del municipio en los cuales se tienen nacimientos, quebradas o ríos con el fin de garantizar el recurso hídrico para el municipio. A partir de ahí se me proporciona un listado con todos los predios vigentes para actualizar el archivo Shapefile que se me había entregado anteriormente.

10.2 PROCESAMIENTO CARTOGRÁFICO

Al revisar estos predios, se identifican las categorías de Preservación, Restauración Pasiva, Área productiva Sostenible, Área productiva no sostenible, Pastos y Construcciones. Estas categorías son las que se encuentran en los predios pertenecientes al programa PSA, pero para el desarrollo del programa como tal, se priorizan las categorías de preservación y restauración.

Se elaboran los mapas detallados de los predios, con la información actualizada de ellos, la ubicación en el municipio, corregimiento y área dentro del parque Nacional Farallones de Cali, número de hectáreas en cada categoría y su tamaño total. Este ejercicio se hizo con los 114 predios y los 10 nodos.

Después de la elaboración, socialización y aprobación de los mapas de los predios vinculados al programa PSA, la siguiente tarea fue poner en contexto a los miembros del equipo para ubicarse en campo y ubicar predios en visitas de campo mediante herramientas de geolocalización como lo fue. Ante la ausencia de un manual interno sobre el manejo de datos, la contribución fue fundamental precisamente, para estandarizar los datos, tomando como base el COG-IGAC y enriqueciéndose con metadatos proporcionados en la información recibida para la gestión del PSA.

Para la realización de esta tarea, la aplicación móvil escogida fue Avenza Maps. Esta permite tener una Geovisualización de la ubicación en tiempo real, la representación de infraestructura vial e hídrica, descargar zonas para uso offline. Adicionalmente, es compatible con formatos KMZ y KML y así posibilita el ubicar puntos de interés y límites específicos, entre otros atributos.

Una vez explicados los conceptos básicos para el manejo de esta aplicación, se procede a convertir los archivos Shapefile de cada predio, en archivos KMZ, para que las personas encargadas de realizar las visitas de campo en los predios puedan verificar si efectivamente tienen las coberturas, áreas y distancias que manifestaron al vincularse al programa.

Posteriormente, en otra actividad para el SIMAP se realizó un taller dirigido a miembros del resguardo indígena Kwe'sx Kiwe NASA. Ellos si bien como resguardo no hacen parte del programa PSA, algunos de ellos, o son propietarios de predios que participan en el programa o tienen presencia en algunos de los predios del municipio, y por ello, la necesidad de capacitarlos en el uso de SIG, en este caso, Avenza Maps. La presentación se compuso de una contextualización acerca de qué son las coordenadas, qué es la georreferenciación, qué son los sistemas de información geográfica, de la aplicación Avenza Maps, la preparación de la zona toma de datos, exportación de los datos y coordenadas tomadas, y, finalmente, se realizó un ejercicio práctico en la sede de la Secretaría de Ambiente de Jamundí (Imagen 1).

IMAGEN 1: CAPACITACIÓN EN GEORREFERENCIACIÓN CON MIEMBROS DEL CABILDO INDÍGENA KWE'SX KIWE NASA



Nota: Elaboración Propia. Fotografía tomada el 22 de septiembre de 2023.

Este ejercicio culminó con la conversión y preparación de los archivos de los predios del municipio en formato KMZ para los distintos asistentes, incluyendo a compañeros y compañeras del equipo PSA, para que, la semana siguiente a la realización del taller se desplazaran a campo y, con ayuda de la aplicación, pudieran proyectar los distintos predios, y tomar información de puntos de interés, polígonos y describir coberturas dentro de estos polígonos y así nutrir la información geoespacial de la Secretaría de Ambiente.

Las actividades previamente mencionadas formaron parte del proceso de **procesamiento cartográfico** llevado a cabo en el marco de los programas **PSA** y **SIMAP**. Posteriormente, se desarrollaron otras actividades de procesamiento cartográfico, requeridas por distintas dependencias de la Secretaría, las cuales se presentan y describen a continuación.

Como parte de las labores complementarias asignadas desde la Secretaría de Ambiente de Jamundí, se realizó la conversión del sistema de coordenadas geográficas 3°16'23.0" N 76°30'47.55" O (grados, minutos, segundos) al sistema plano cartesiano Magna-Sirgas Origen Cali. Esta transformación de coordenadas gráficas se ejecutó mediante la aplicación GeoCalc, disponible para dispositivos móviles.

Posteriormente, se desarrolló un análisis de datos espaciales de humedales y zanjones del municipio, para la obtención de imágenes satelitales de alta resolución mediante SAS Planet. Una vez proyectadas, éstas muestran las cercanías de estas fuentes hídricas con las distintas unidades comerciales y residenciales y también qué lugares podrían verse afectados en caso de desbordamiento e inundación.

10.3 ORGANIZACIÓN DE INFORMACIÓN CATASTRAL

Como parte del proceso de documentación jurídica requerida para el Programa PSA, se realizó la recopilación sistemática de fichas catastrales de cada predio. Para ello, se implementó la siguiente metodología:

Identificación de predios mediante ArcGIS:

- Superposición de capas catastrales municipales
- Filtrado mediante herramientas de geoprocésamiento
- Extracción de datos específicos sobre predios (número de ficha, propietario, ubicación)

Se creó una base de datos en Excel con la información del nodo, predio y ficha catastral para organizar y facilitar la búsqueda en el IGAC, y proceder con el escaneo de las fichas catastrales (Imagen 2). Debido a que cada ficha catastral contiene cierto tipo y cantidad de información, como la existencia legal, características y situación jurídica de un predio. algunas incluso cuentan hasta con más de 10 páginas, incluyendo planos, traspasos, certificados, etc., y la toma de información fue realizada con celulares manualmente, el ejercicio se extendió por varias jornadas más, hasta que se recogió toda la información.

IMAGEN 2. IMAGEN DE UNA FICHA PREDIAL O CATASTRAL UTILIZADA PARA EL DESARROLLO DEL PROGRAMA PSA.

MINISTERIO DE HACIENDA Y CREDITO PUBLICO INSTITUTO GEOGRAFICO "AGUSTIN COBARRI"		FICHA PREDIAL		PRECIO ☐ URBANO ☒ RURAL		DEPARTAMENTO Valle del Cauca		716		NUMERO PREDIAL TIPO ANILLO SECTOR INVENTARIO VEREDA PREDIO MEDIDAS ALFABETICO											
DESTINO ECONOMICO ☐ HABITACIONAL ☐ INDUSTRIAL ☐ COMERCIAL ☐ AGROPECUARIO ☐ MINERO ☐ CULTURAL ☐ RECREACIONAL ☐ SALUBRIDAD ☐ INSTITUCIONAL ☐ MIXTO		PROPIETARIOS O POSEEDORES SUCESIVOS		VEREDA El Oso "La Sra"		NUMERO D' INSCRIPCION		370.0356793		MATRICULA INMOBILIARIA NUMERO DEL PREDIO GASTADO ANTERIOR											
CLAVE DEL TITULO		NOMBRE (S) DEL(LOS) PROPIETARIO (S)		NOMBRES		D-V E T-D		DOCUMENTO DE IDENTIDAD		NUMERO		AÑO		CLASE		PAGA AL NUMERO		PROVIENE DEL NUMERO		FUNCIONARIO	
1		ARLES QUINTERO		JOSE EUIRES		D C		202-586		257		254		1		\$101/4		0110		F. J. J.	
2		CARLOS AREAS		MARTINA CECILIA																	
2		AREAS		CARLOS				16228913													
JUSTIFICACION DEL DERECHO DE PROPIEDAD O DE POSESION DEL PREDIO																					
MODO DE ADQUISICION		VALOR DE COMPRA		PROPIETARIO ANTERIOR		CLAVE PROPIETARIO		NOTARIA		NUMERO		DIA MES AÑO		OFICINA		LIBRO TOMO PAGINA		NUMERO		DIA MES AÑO	
A- TRADICION		A \$ 10.000 =		CARLOS ISIDORO AREALDO		2		SANTAMARIA		253		19 04 69		CUL				29		03 69	
B- OCUPIACION		B 27500.00 =		AREAS CARLOS		2		6 C		576		13 12 72		CUL				27		12 72	
C- SUCESION																					
D- PRESCRIPCION																					
E- ADICION																					

FORMA 740-11/87

Fuente: Tomada en los archivos físicos de la oficina del IGAC en Cali.

IMAGEN 3. IMAGEN DE LA PARTE POSTERIOR UNA FICHA PREDIAL O CATASTRAL UTILIZADA PARA EL DESARROLLO DEL PROGRAMA PSA.

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA		PLANTA Nº:	AEROFOTOGRAFIA	VUELO:
PRECIOS COLINDANTES		NÚMERO DEL PREDIO	CROQUIS DEL PREDIO	
AL NORTE	Calistoena Vasquez	107	Ar: 4.8000 Has	
AL ORIENTE	Calistoena Vasquez	107		
AL SUR	Moreno Heredia Teoboro	110		
AL OCCIDENTE	Moreno Heredia Teoboro	110		
			FECHA: 20 09 91 ESCALA:	

Nota: Tomada en los archivos físicos de la oficina del IGAC en Cali.

Paralelamente a esto, me fue asignada otra tarea en la Secretaría de Ambiente, que estaba por fuera del programa de PSA, se me pidió que a una lista con coordenadas de vertimientos urbanos en el municipio que solo contaba con las coordenadas, se le agregara el barrio al que pertenecía cada coordenada.

Para el desarrollo de esta actividad se utilizó el Shape de catastro del municipio, creando un Shape adicional de puntos, a partir de las coordenadas de 127 puntos de vertimientos urbanos. Al proyectar este último sobre el Shape de catastro arrojó la ubicación de cada punto dentro del municipio y, a partir de ahí, con la herramienta de información, se verificó el barrio y se agregó a la base de datos de cada punto, para completar así la lista requerida.

10.4 APROVECHAMIENTO DE IMÁGENES SATELITALES

En la etapa final de la pasantía, también se realizó un mapa por cada nodo (agrupaciones de predios en las que se divide el programa) de la siguiente manera:

- Segmentación de predios por nodos mediante herramientas de geoprocésamiento con el software ArcGIS
- Representación cromática consistente con los mapas prediales anteriores
- Cálculo de superficie (hectáreas) por cobertura vegetal
- Cuantificación de áreas dentro del Parque Nacional Natural Farallones de Cali

- Creación de un modelo de relieve a partir de un DEM para mejorar la visualización en vez de curvas de nivel, ya que por la densidad se dificulta la visualización

Con base en lo anterior, se elaboró un mapa a nivel general con todos los predios pertenecientes al programa en el municipio de Jamundí, el cual realicé sobre el mismo mapa base que utilicé en los nodos, en él también se ubicaron los predios que están dentro del Parque Nacional Natural Farallones de Cali, los principales ríos y quebradas de la cuenca Jamundí, los predios del municipio, y los límites con los municipios aledaños como Cali, Buenos aires, Santander de Quilichao, Buenaventura, villa rica y Puerto tejada.

Como parte de la estrategia de réplica del programa, se participó en una socialización interinstitucional organizada por la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC), dirigida a representantes de otros municipios con potencial de implementar esquemas de Pagos por Servicios Ambientales. Durante este espacio, el Coordinador del PSA en Jamundí, Marvin Saldaña, presentó los resultados alcanzados, con especial énfasis en los productos cartográficos y metodológicos desarrollados durante esta pasantía, los cuales fueron destacados como elementos clave para la viabilidad técnica del programa. Finalmente, expuso las proyecciones de expansión territorial del PSA y la articulación interinstitucional necesaria para escalar el modelo, posicionando a Jamundí como referente departamental en la materia.

Como parte del trabajo en la secretaria se solicitó realizar una identificación de una laguna en el sector de las Flores mediante la identificación en Google Earth pro para analizar las imágenes satelitales del año 2024. Una vez ubicada se procedió a la superposición de capas para convertir un archivo Shapefile de ríos, quebradas y zanjones (análisis de conexiones hídricas) en uno de formato KMZ para determinar las causas de variación y los pequeños desagües que se ubican metros antes de la laguna incrementando el nivel de esta. Para la laguna se usó una combinación de fotointerpretación en Google Earth y el análisis de la red hídrica oficial para diagnosticar el problema. Esto si bien no se articula a los ejercicios realizados en el programa PSA, es un trabajo cartográfico solicitado por la Secretaría que se utilizó para realizar actividades posteriores.

Posteriormente, en conjunto con la ingeniera a cargo del equipo, se ejecutó la obtención de 2 imágenes satelitales sentinel-2 de los meses de julio en el 2023 y agosto en el 2024, proyectando solo los bordes con fondo transparente con la intención de realizar un análisis comparativo de coberturas del suelo con ayuda del programa ArcGIS y observación manual; luego, los predios con cambios se representaron visualmente demarcando los bordes en el mapa entregado.

Una vez terminada la parte cartográfica anteriormente mencionada, se procedió a realizar los informes respectivos y técnicos por nodo (aspectos jurídicos, ambientales y cartográficos) para proceder a una jornada de formalización documental con beneficiarios (firmas del ciclo anual) así como la remisión de registros a la alcaldía de Jamundí para el procesamiento de los pagos generando un archivo de productos cartográficos y bases de datos.

11 ACTIVIDADES REALIZADAS

Durante la pasantía en la Secretaría de Medio Ambiente de la Alcaldía de Jamundí se realizaron diversas actividades de apoyo técnico como geógrafo. Estas incluyeron:

- Procesamiento de imágenes satelitales y generación de curvas de nivel a partir de un modelo digital de elevación (DEM).
- Registro y digitalización de información catastral de los predios asociados al programa PSA (consultas en IGAC y generación de fichas).
- Capacitación a miembros del Cabildo en el uso de la aplicación móvil Avenza Maps para georreferenciación y trabajo de campo.
- Elaboración y socialización de mapas temáticos, incluyendo 114 mapas de predios, mapas de nodos y un mapa general del programa.
- Apoyo en la proyección de Shapefile de cuerpos hídricos, acequias sobre imágenes satelitales y satelitales para identificar un desagüe que alimentaba una laguna, este último ejercicio si bien no era del programa PSA también contribuyó con el desarrollo de las actividades en la secretaría de medio ambiente.
- Identificación y georreferenciación de puntos de vertimiento de residuos sólidos vinculados a barrios de Jamundí.
- Contraste y análisis comparativo de imágenes satelitales (julio 2023 y agosto 2024) para evaluar cambios en cobertura vegetal.
- Firma de acuerdos a partir de los resultados positivos en los análisis realizados

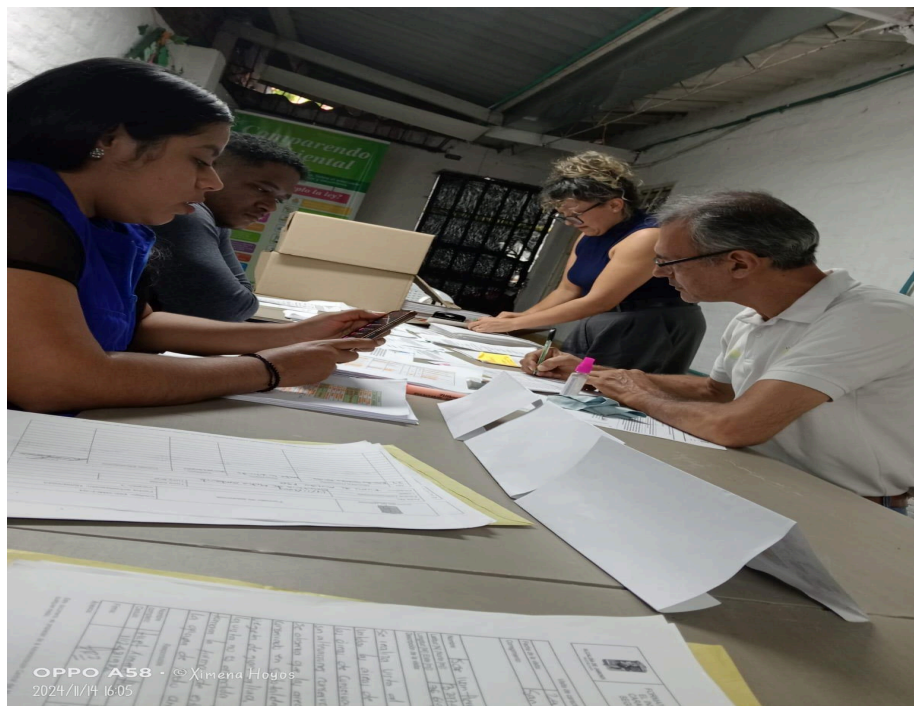
Las siguientes imágenes hacen referencia a la firma de los acuerdos del programa para recibir los incentivos prometidos.

IMAGEN 4. FIRMA DE ACUERDOS DEL PROGRAMA PSA PARA RECIBIR INCENTIVOS.



Fuente: Elaboración Propia

IMAGEN 5. FIRMA DE ACUERDOS DEL PROGRAMA PSA PARA RECIBIR INCENTIVOS.



Fuente: Elaboración Propia

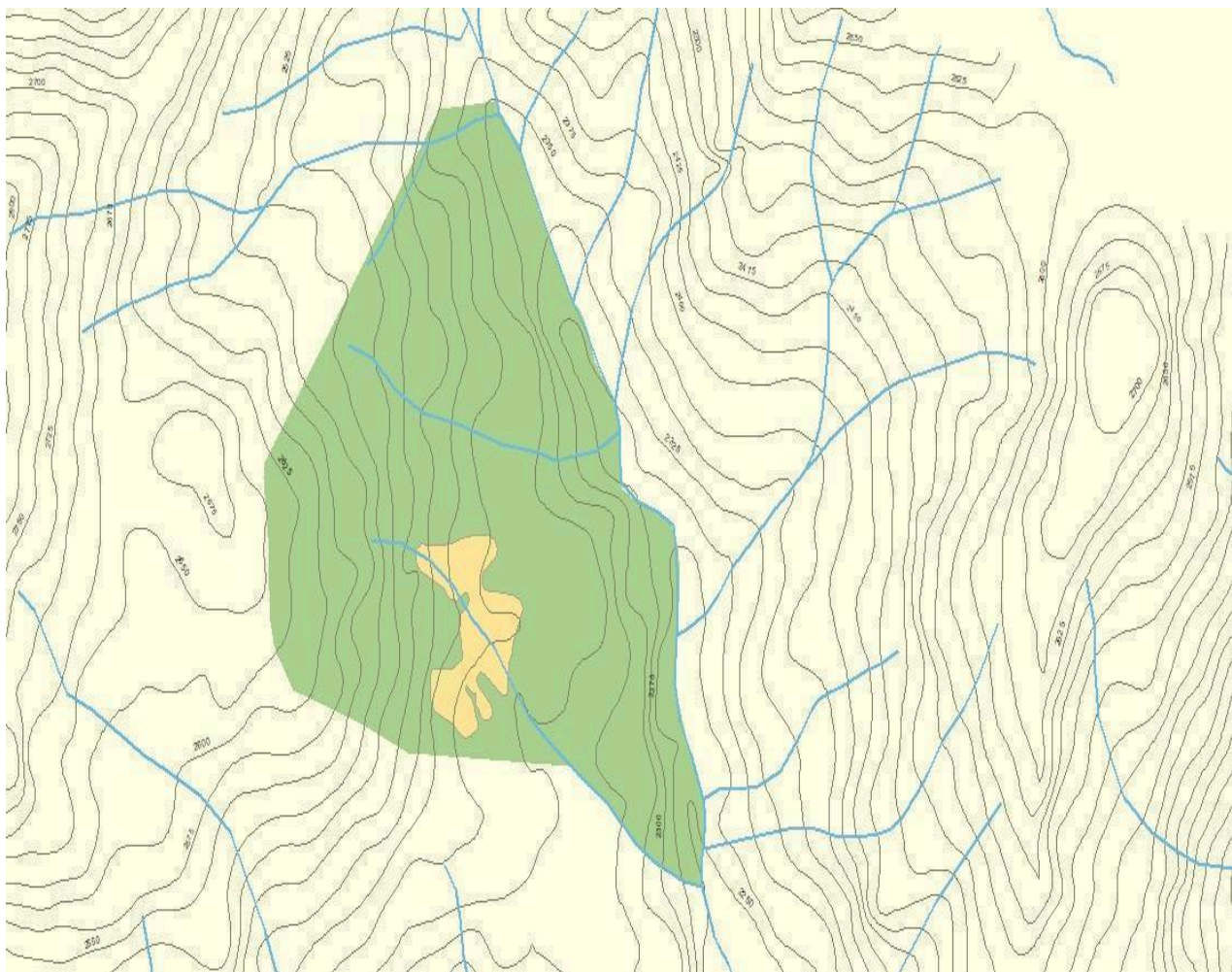
11.1 PRODUCTOS GENERADOS

A partir de las actividades desarrolladas se obtuvieron diversos productos, los cuales se clasifican en las siguientes categorías:

Creación de capa de curvas de nivel.

La imagen adjunta corresponde a la representación cartográfica de un predio con su contexto topográfico circundante, evidenciado mediante curvas de nivel. Esta capa se generó a partir del procesamiento de una imagen satelital del municipio, la cual fue transformada en un Modelo Digital de Elevación (DEM) y posteriormente procesada mediante herramientas de análisis espacial para derivar las curvas de nivel que permiten visualizar la variación altimétrica del terreno.

IMAGEN 5 CURVAS DE NIVEL HECHAS A PARTIR DE UN DEM OBTENIDO DE UNA IMAGEN SATELITAL



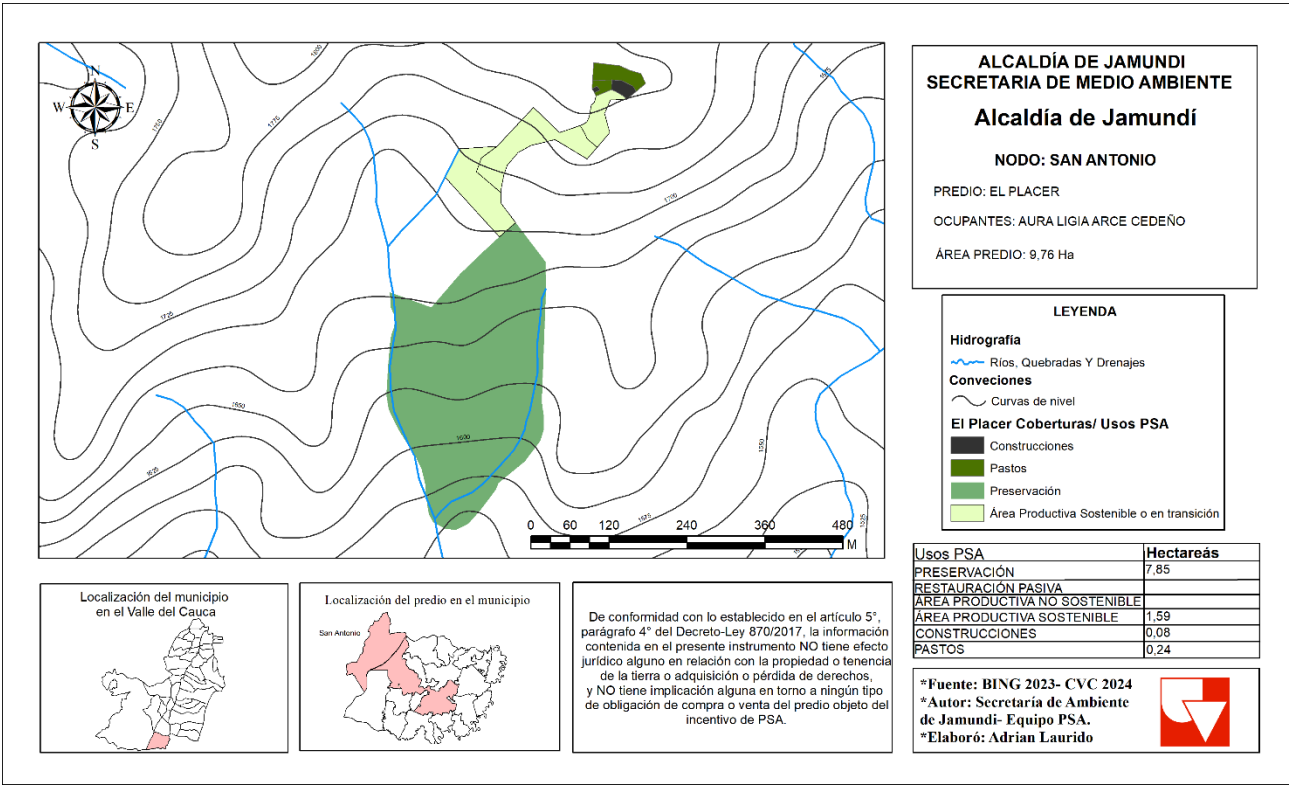
Fuente: Elaboración propia en el programa ArcGIS a partir de una imagen satelital y datos proporcionados por la alcaldía de Jamundí.

La capa se generó mediante un flujo de procesamiento en el cual el DEM obtenido de Sentinel-2 fue sometido a un filtrado de suavizado para reducir ruido, previo a la generación de curvas de nivel. El intervalo de 10 metros permite una representación detallada de la topografía de ladera, donde se ubican la mayoría de los predios del programa PSA.

Mapas por predios

Se escogió el siguiente modelo (ver mapa 2) para realizar los mapas de cada predio del programa y a partir de ahí se generaron 114 mapas individuales de predios vinculados al programa PSA, los cuales fueron socializados con el equipo técnico para su validación.

MAPA 2. MODELO DE MAPA ESCOGIDO PARA EL DESARROLLO DEL PROGRAMA

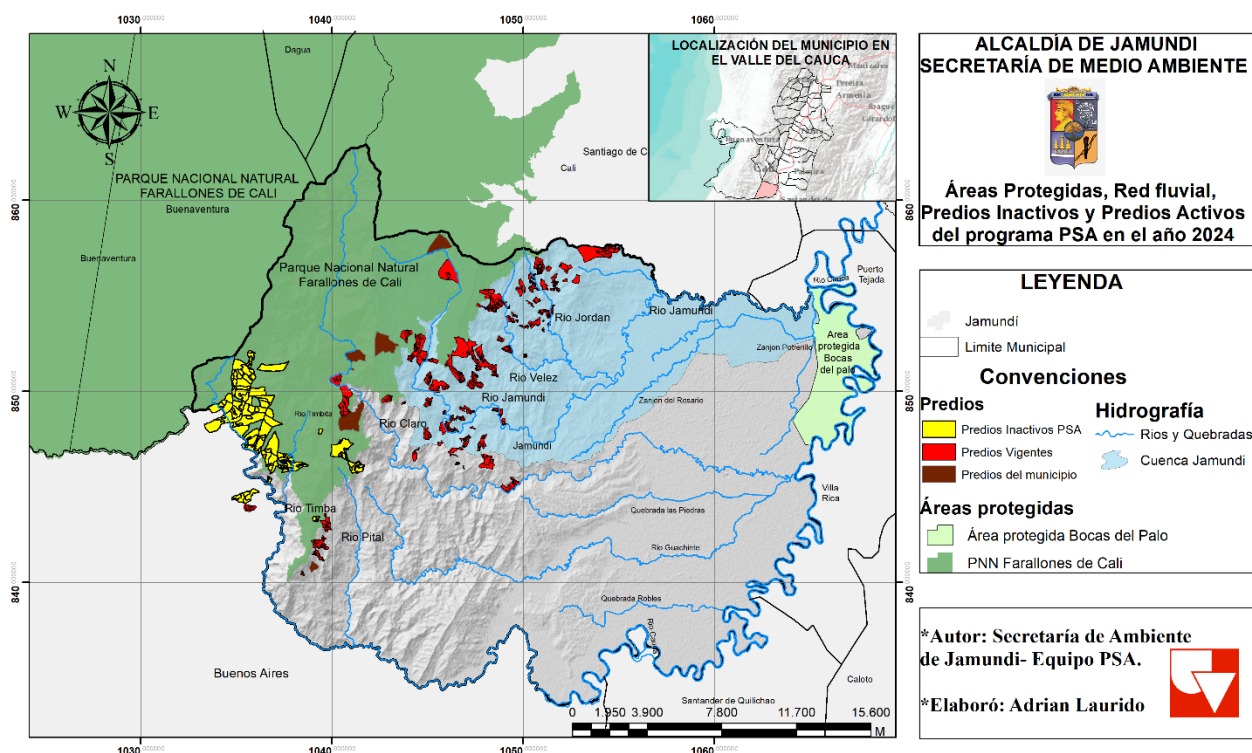


Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la alcaldía de Jamundí y la CVC.

Mapa general

Se desarrolló un mapa general del programa PSA, representando la totalidad de los predios inscritos en Jamundí y las principales características territoriales.

MAPA 3. MAPA GENERAL DEL PROGRAMA PSA EN JAMUNDÍ AÑO 2024.

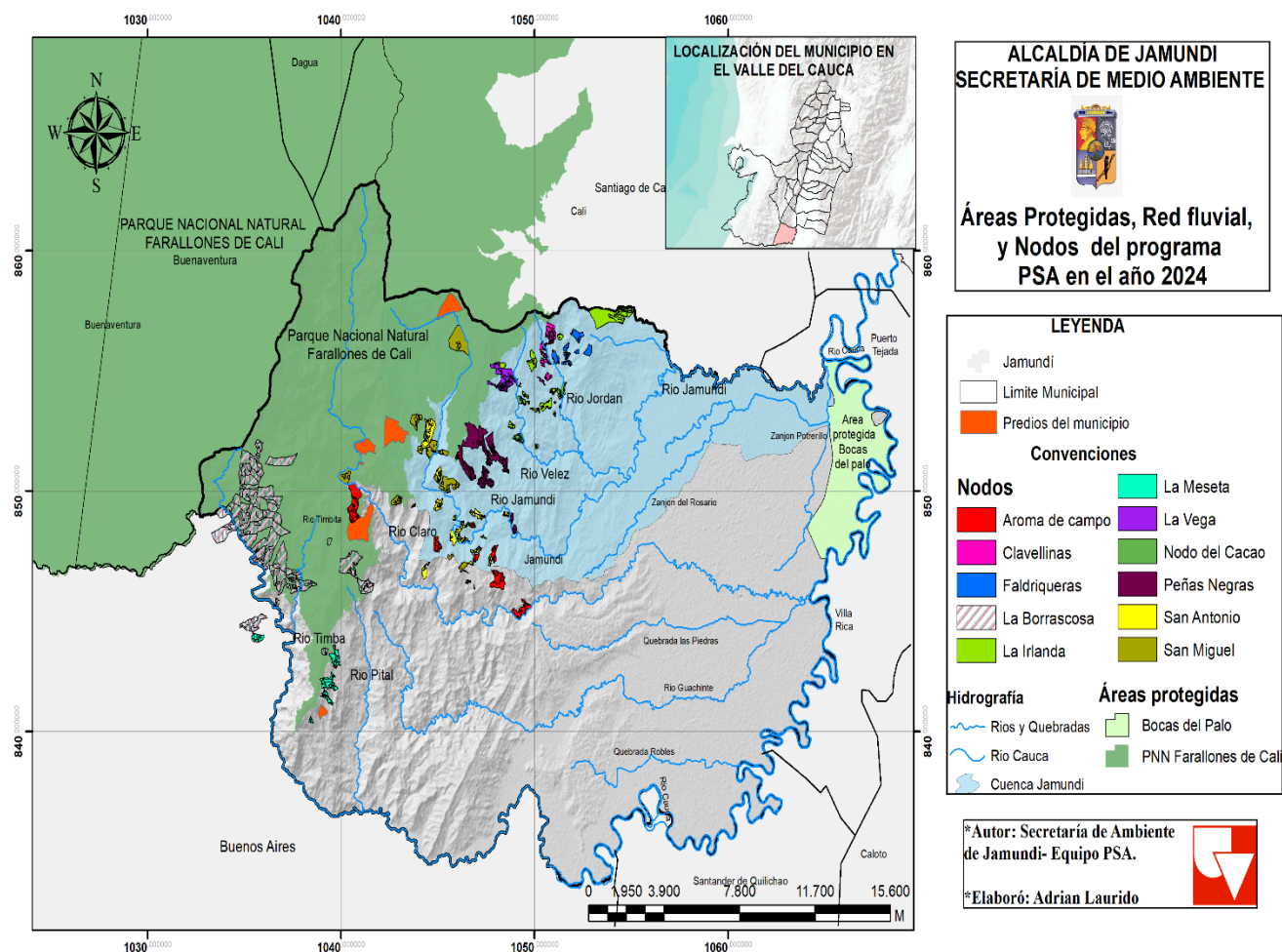


Nota: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la alcaldía de Jamundí y la CVC

Mapas de nodos

Se elaboraron 10 mapas de nodos que permitieron visualizar la distribución espacial de predios en relación con áreas de interés ambiental. A continuación, el modelo estándar con el que se realizaron estos mapas.

MAPA 4. MAPA POR NODOS DEL PROGRAMA PSA EN JAMUNDÍ AÑO 2024.



Nota: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la alcaldía de Jamundí y la CVC.

Base de datos catastral

Se construyó una base de datos asociada al número catastral de cada predio, así como la digitalización de 114 fichas catastrales. Esta base de datos se puede consultar en el siguiente anexo

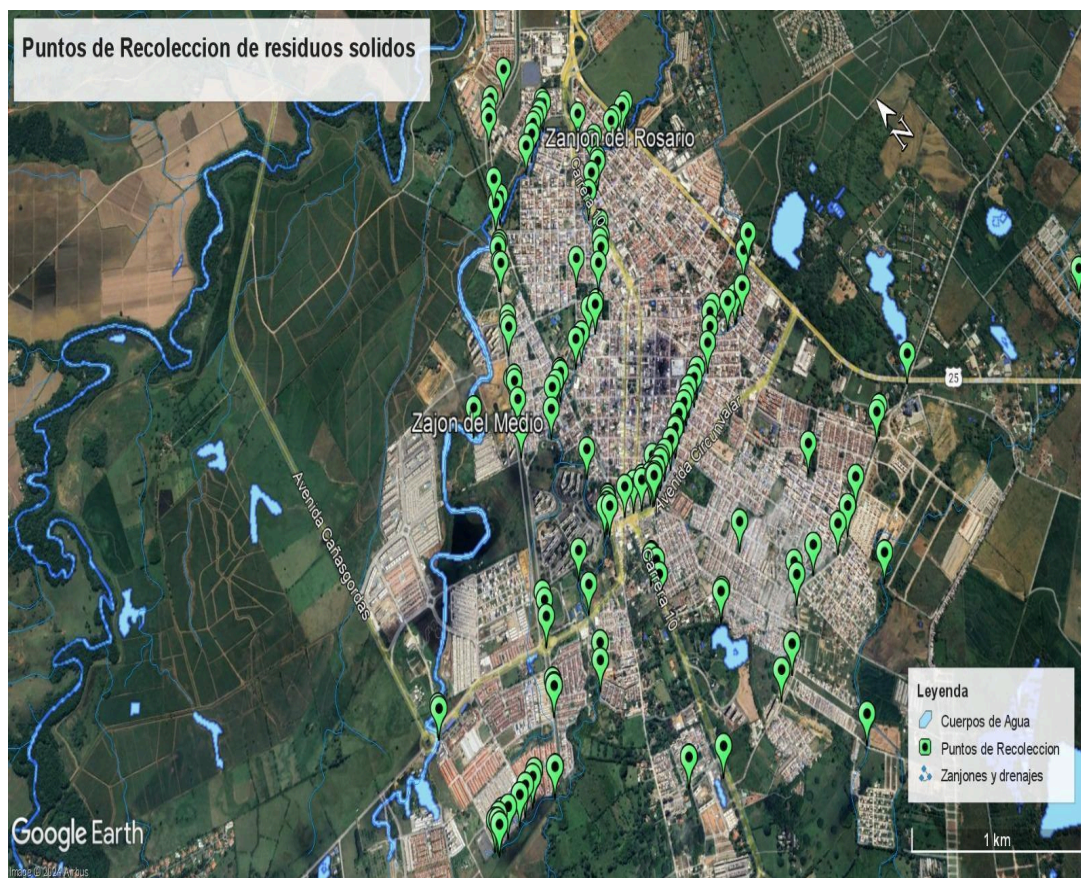
[Base de datos 1.xlsx](#)

Otros productos complementarios

La imagen satelital, obtenida mediante Google Earth, integra la capa de recursos hídricos del municipio de Jamundí (zanjones y acequias) con la georreferenciación de 174 puntos de recolección de residuos sólidos. Esta superposición permite realizar un análisis visual de la proximidad entre la

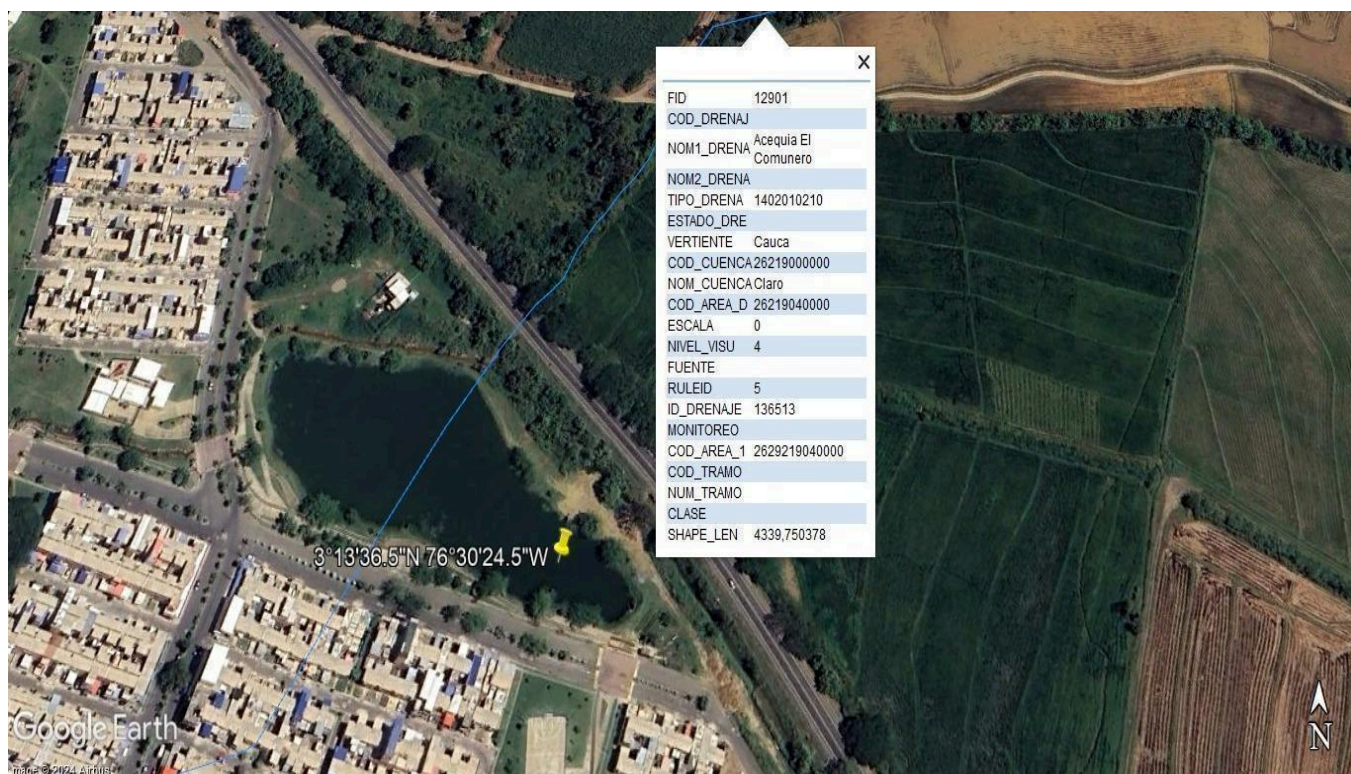
infraestructura de gestión de residuos y los cuerpos de agua, identificando posibles riesgos de contaminación hídrica. La base de datos asociada, disponible en: https://docs.google.com/spreadsheets/d/1VK73jou57cxpHcz_19lLhxtGI3zhxVJk/edit?usp=sharing&ouid=107351582224655596643&rtpof=true&sd=true contiene la información detallada de cada punto de recolección, facilitando la gestión y el monitoreo del servicio.

IMAGEN 5. PUNTOS DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN JAMUNDÍ Y CUERPOS DE AGUA.



Nota: Elaboración propia a partir de una imagen de Google satélite y datos proporcionados por la alcaldía de Jamundí.

IMAGEN 6. ARCHIVO KMZ DE UNA ACEQUIA EN JAMUNDÍ PROYECTADA SOBRE UNA IMAGEN SATELITAL



Nota: Imagen tomada de Google satélite y archivo Kmz proyectado proporcionado por la alcaldía de Jamundí.

IMAGEN 7. IMAGEN DE LA ACEQUIA PROYECTADA EN FORMATO KMZ QUE ALIMENTA LA LAGUNA EN CUESTIÓN.



Fuente: Imagen tomada de Google satélite y archivo Kmz proyectado proporcionado por la alcaldía de Jamundí.

11.3 TABLA DE RESULTADOS

Tabla 2. Tabla de resultados con los productos generados en la pasantía.

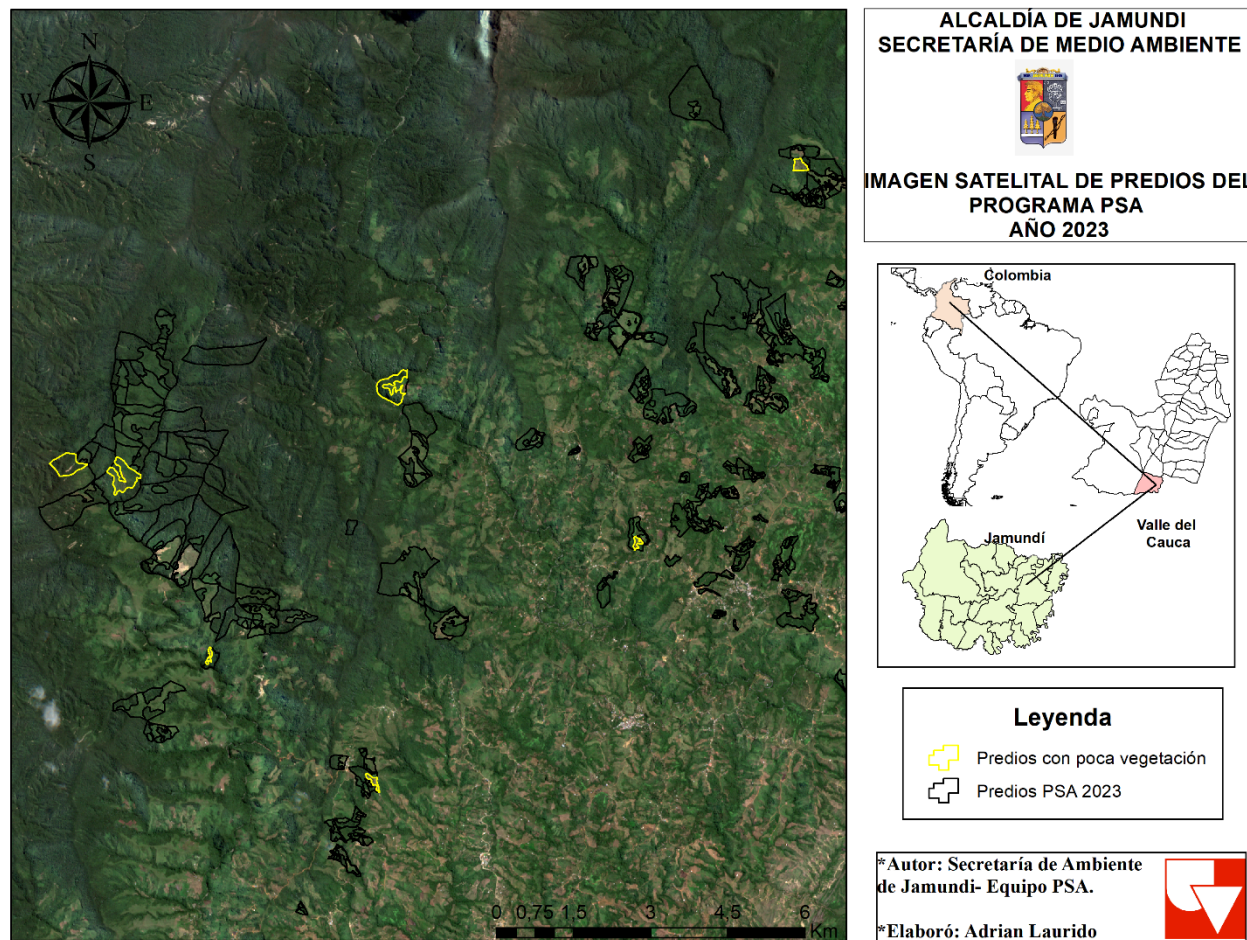
Tipo de producto	Cantidad	Descripción
Búsqueda, descarga y procesamiento de Imágenes satelitales (sentinel 2)	6	Procesadas y utilizadas para análisis territorial y comparativos.
Mapas de predios	114	Cartografía individual de predios inscritos en el programa PSA.
Mapas de nodos	10	Representaciones espaciales de agrupaciones de predios.
Mapas generales	2	Mapas integradores del programa PSA en Jamundí.
Fichas catastrales escaneadas y digitalizadas.	114	Digitalizadas y asociadas a cada predio PSA.
Bases de datos	3	Incluyen información catastral y predial del programa PSA.
Puntos de recolección	174	Georreferenciados en relación con barrios y cuerpos de agua.

Fuente: Elaboración Propia.

Esta metodología sistemática permitió generar productos cartográficos con una confiabilidad del 94.7% para los análisis de cambio de cobertura vegetal y la gestión del programa PSA. La identificación de predios con cambios significativos en cobertura vegetal se realizó mediante un análisis comparativo que combinó técnicas de percepción remota y verificación en campo. La metodología se desarrolló en cuatro etapas que tuvieron que ver con *el procesamiento de imágenes satelitales, análisis visual comparativo, validación con datos auxiliares y contextualización climática* atribuyendo cambios positivos directamente a las intervenciones del PSA, demostrando su efectividad incluso en condiciones climáticas adversas.

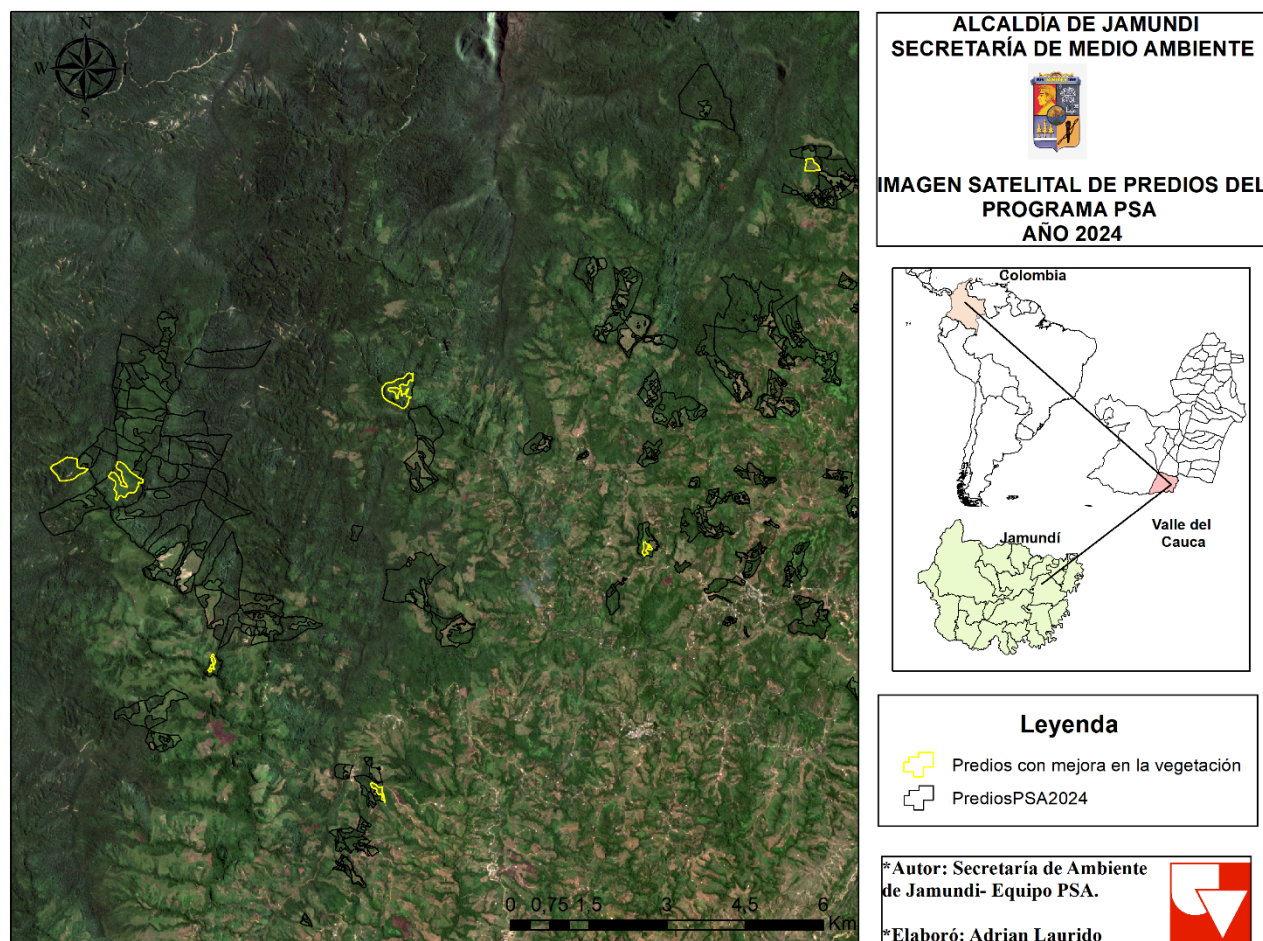
11.4 ANÁLISIS DE CAMBIOS 2023 Y 2024

IMAGEN 8. IMAGEN SATELITAL ZONA DE ESTUDIO Y PREDIOS ASOCIADOS AL PSA AÑO 2023



Fuente: Elaboración propia con imagen satelital de copernicus y datos de la alcaldía de Jamundí

IMAGEN 9. IMAGEN SATELITAL ZONA DE ESTUDIO Y PREDIOS ASOCIADOS AL PSA AÑO 2024



Fuente: Elaboración propia con imagen satelital de copernicus y datos de la alcaldía de Jamundi.

En las imágenes presentadas se evidencia el proceso de análisis realizado de manera conjunta con el equipo del PSA, a partir del procesamiento de imágenes satelitales correspondientes a los años 2023 y 2024. La evaluación se llevó a cabo mediante un procedimiento manual, basado en la interpretación visual directa de las imágenes satelitales proyectadas en el software ArcGIS, lo cual permitió analizar la evolución de la cobertura vegetal y de sus índices en el área de intervención del proyecto.

A partir de esta metodología, se identificó un incremento en los índices de vegetación en diversos predios, los cuales fueron señalizados mediante un bordeado en color amarillo, con el fin de resaltar de manera precisa las áreas donde se evidencia la recuperación de la cobertura arbórea y arbustiva. La identificación de estos predios se realizó mediante la observación de cambios en la textura, el color y los patrones espaciales de la vegetación, como criterios de análisis visual consensuados por el equipo de trabajo.

Este resultado adquiere especial relevancia considerando que, durante el mismo periodo de análisis, el país enfrentó condiciones climáticas adversas, caracterizadas por una intensa sequía asociada al Fenómeno El Niño. Al respecto, informes oficiales señalan que *“la predicción climática del IDEAM estima déficits de precipitación entre el 10 % y el 60 % en las regiones Caribe y Andina, así como en el centro-norte de la región Pacífica”*, lo cual evidencia un contexto climático desfavorable para la recuperación de la cobertura vegetal. En este escenario, los predios identificados presentan un comportamiento positivo en términos de recuperación de la cobertura vegetal, lo cual respalda la interpretación realizada mediante la evaluación manual.

En este contexto, los resultados obtenidos constituyen una evidencia importante del impacto positivo del programa de Pago por Servicios Ambientales (PSA), demostrando que favorecieron la regeneración natural y el fortalecimiento de la resiliencia ecosistémica, sino que también garantizaron la permanencia de procesos de conservación en escenarios de alta presión ambiental. De esta manera, el análisis comparativo a partir de la observación directa realizado en conjunto por la parte técnica del programa PSA, no sólo valida la pertinencia del programa como estrategia de gestión ambiental, sino que además proyecta su aplicabilidad y efectividad en otros territorios con condiciones similares, consolidándose como una herramienta clave para la sostenibilidad y el ordenamiento territorial. Por último, el total de los mapas de predios, nodos, mapa general, y distintas imágenes que se utilizaron en este informe, están en el siguiente anexo para una mejor visualización. Ver ([anexo 5](#)).

12. APORTES DE LA PASANTÍA A MI FORMACIÓN COMO GEÓGRAFO

La pasantía desarrollada en la Secretaría de Medio Ambiente del municipio de Jamundí representó un ejercicio profundamente enriquecedor con un componente fundamental en mi formación profesional como geógrafo. Esta experiencia y su desarrollo permitió una inmersión en la aplicación y en el ámbito de la gestión local, así como la articulación de la formación académica con la aplicación en contextos reales que enfrentan las entidades públicas y los entes territoriales frente a los retos complejos y multidimensionales donde el papel del geógrafo es clave para aportar a soluciones viables como sostenibles como se ve a continuación:

- DESARROLLO DE COMPETENCIAS TÉCNICAS

Durante el proceso de pasantía en la participación en actividades relacionadas con el programa de Pago por Servicios Ambientales (PSA), se articularon procesos de conservación de los ecosistemas con el reconocimiento económico de quienes son protectores del territorio, lo cual incluyó el económico manejo de herramientas cartográficas y de sistemas de información geográfica (SIG), lo que permitió profundizar en competencias técnicas esenciales para el análisis y la representación de información territorial. Esta experiencia no solo reforzó las habilidades en el uso de software especializado (ArcGIS, Google Earth Pro), sino que además dimensionó la importancia de generar datos confiables, actualizados y pertinentes para la toma de decisiones dentro de las instituciones.

- COMPRENSIÓN DE DINÁMICAS INSTITUCIONALES

La participación en la Secretaría brindó una perspectiva e inmersión que permitió comprender el funcionamiento interno y observó cómo los intereses de distintos actores, las dinámicas institucionales, y las capacidades técnicas y humanas disponibles, influyen en la manera en que se abordan los retos ambientales en un municipio lo cual genera reflexiones acerca de las articulaciones interinstitucionales entre (CVC, IGAC, Alcaldía) frente a la negociación con actores territoriales diversos como las limitaciones técnicas y operativas del sector público. Esta experiencia, sin duda, aportó a mi formación una mirada más realista y compleja del rol del geógrafo en contextos institucionales y del valor de una mirada interdisciplinaria para entender y gestionar el territorio.

- FORTALECIMIENTO DE COMPETENCIAS TRANSVERSALES

El contacto con otros profesionales del área permitió fortalecer habilidades interpersonales como la comunicación asertiva con equipos multidisciplinarios, el trabajo en equipo, la escucha activa y la adaptación a diferentes dinámicas laborales. Estas competencias, a menudo relegadas a un segundo plano en la formación académica, resultan ser fundamentales en el ejercicio profesional y se complementan con las capacidades analíticas y técnicas del geógrafo. La posibilidad de trabajar en un entorno colaborativo también enriqueció mi capacidad de diálogo, mediación y negociación como la adaptabilidad a dinámicas organizacionales, elementos clave cuando se trata de articular esfuerzos entre comunidades, instituciones y profesionales de distintas disciplinas para un trabajo colaborativo en entornos complejos.

A través de esta experiencia también se desarrolló una conciencia más crítica y comprometida con el territorio, reconociendo la importancia del campo geográfico. La interpretación de imágenes satelitales y la elaboración de cartografía comparativa entre los años 2023 y 2024, permitieron identificar transformaciones en la cobertura del suelo en la zona rural de Jamundí. Esto reforzó el interés por la gestión ambiental desde una perspectiva territorial y motivó a seguir profundizando en las herramientas que permiten analizar, comprender y proponer alternativas para el uso sostenible del territorio.

- CONSOLIDACIÓN DE PERSPECTIVA PROFESIONAL

Finalmente, la pasantía no solo representó un espacio de aprendizaje técnico y profesional, sino también un proceso de reafirmación vocacional. Esta etapa en el ejercicio profesional genera una validación del rol del geógrafo en el contexto colombiano, entender los retos de trabajar en el sector público, y valorar la importancia de construir puentes entre el conocimiento académico y la acción institucional reconociendo siempre la relevancia del enfoque interdisciplinario. Considero que experiencias como ésta deben ser promovidas y fortalecidas en los programas de formación, ya que

constituyen una oportunidad invaluable para acercar a los estudiantes al ejercicio profesional con una mirada crítica, comprometida y contextualizada que conlleva el desarrollo de pensamiento crítico sobre problemáticas ambientales, así como el fortalecimiento y compromiso ético con el desarrollo territorial sostenible.

13. DISCUSIÓN Y REFLEXIONES SOBRE LA PASANTÍA

- LOGROS EN LA GESTIÓN TERRITORIAL Y AMBIENTAL

Los productos generados durante la pasantía (cartografía predial, bases de datos catastrales y mapas de cambios en cobertura vegetal) son herramientas para la toma de decisiones en el programa PSA. La sistematización de la información espacial permitió una mayor precisión en la delimitación de predios, facilitando la identificación de áreas prioritarias para conservación. Así mismo la optimización de recursos institucionales es importante para centralizar todos los datos que en algunos casos son dispersos en una Geodatabase más apta como también el monitoreo objetivo de ciertos cambios ambientales mediante el análisis de imágenes satelitales. Estos avances refuerzan el rol de los SIG en la planificación territorial, vinculando la escala predial con políticas municipales de sostenibilidad.

- RETOS Y LIMITACIONES

Durante el proceso se enfrentaron dificultades que destacan desafíos estructurales en la gestión ambiental local. En un primer momento y como se nombró anteriormente hay datos dispersos, lo que exige una mejor calidad y disponibilidad de datos, así como su actualización. Otro punto importante, es la dilatación del tiempo y la dificultad de involucrar a más comunidades. La experiencia evidenció que, pese al potencial de las herramientas geoespaciales, su efectividad depende de:

- la articulación interinstitucional para acceder a datos actualizados
- la capacitación continua del personal local en SIG
- estrategias de participación comunitaria que vinculen a los actores territoriales

La pasantía demostró que la integración de tecnología geoespacial mejora la gestión ambiental municipal, pero requiere superar brechas técnicas y sociales. Los resultados obtenidos sientan bases para futuros proyectos, aunque su escalabilidad demandará resolver las limitaciones identificadas, especialmente en gobernanza de datos y cooperación con las comunidades.

14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- VALORACIÓN DE LA EXPERIENCIA FORMATIVA

Como estudiante próximo a graduarse en Geografía, esta pasantía en la Secretaría de Medio Ambiente de Jamundí ha demostrado, en concordancia con lo planteado una experiencia teórico-práctica donde el ejercicio es muy ilustrativo y muestra la complejidad en la aplicación de los conocimientos geográficos en los entornos locales, exponiendo una visión práctica de la aplicación de la geografía en temas específicos.

La aplicación de los conocimientos geográficos requiere mucho más que solo habilidades técnicas para operar con precisión en la toma de decisiones, pues también hay que comprender procesos políticos, sociales, culturales que influyen sobre la gestión en el territorio.

- DESARROLLO DE COMPETENCIAS PROFESIONALES

El desarrollo de esta pasantía también dio apertura a experimentar el trabajo en equipo con distintos profesionales, promoviendo habilidades comunicativas y de liderazgo que son importantes para desarrollar el rol de geógrafo en cualquier ámbito. En este sentido, es importante que en la formación de un geógrafo se fortalezca y mantenga un enfoque colaborativo, interdisciplinario, con miras a integrar habilidades técnicas como (SIG) con capacidades analíticas con otras disciplinas para afrontar todas las dinámicas sociales, económicas y ambientales desarrollando un trabajo interdisciplinar en equipos diversos y dispuestos a fortalecer y comprender el sector público.

- RECOMENDACIONES INSTITUCIONALES

Se sugiere al programa de geografía de la Universidad del Valle aumentar los esfuerzos por construir nuevos lazos con otras instituciones tanto públicas como en privadas, aprovechando los espacios para que los estudiantes de geografía puedan realizar su etapa práctica desde distintos enfoques puesto que el desarrollo de ésta proporciona un acercamiento para:

- Ampliar convenios con instituciones públicas y privadas
- Diversificar los enfoques de práctica profesional
- Fortalecer el componente aplicado en la formación

Es fundamental que las pasantías no se limiten únicamente a una transferencia unidireccional de conocimientos desde la universidad hacia las instituciones. Estas deben concebirse como procesos de aprendizaje mutuo, en donde tanto el estudiante como la entidad receptora construyan conocimiento, resuelvan desafíos comunes y fortalezcan capacidades institucionales. En mi caso particular, sentí que el aporte fue valorado, lo cual genera motivación y compromiso en el proceso de aprendizaje.

En cuanto a la Alcaldía de Jamundí, es necesaria la permanencia de practicantes de distintas disciplinas en el desarrollo de sus procesos, ya que de esta manera se brinda la oportunidad a estudiantes sin experiencia en el campo laboral, pero con mucho conocimiento y enfoque interdisciplinario, de acoplarse al desarrollo de programas y gestiones que requieran una amplia visión y manejo del territorio.

Esta experiencia ha reafirmado la importancia de fortalecer el vínculo entre la academia y el sector público. La geografía, como disciplina, tiene un enorme potencial para contribuir a la gestión ambiental y a la planificación territorial, especialmente en contextos donde la presión sobre los ecosistemas es creciente y donde las decisiones deben tomarse con base en información precisa, actualizada y contextualizada. La participación de estudiantes en proyectos como el de Pago por Servicios Ambientales no solo representa una oportunidad de formación, sino también una forma concreta de aportar al desarrollo sostenible del municipio.

Esta etapa práctica me permitió confirmar que la geografía no es una ciencia distante o abstracta, sino un campo vivo y dinámico que, cuando se aplica con responsabilidad y sensibilidad social, tiene la capacidad de transformar realidades concretas y aportar soluciones a problemáticas territoriales complejas. Durante este proceso pude comprobar que el conocimiento adquirido en las aulas trasciende los límites académicos al convertirse en insumo fundamental para la planificación, la gestión del territorio y la toma de decisiones en contextos reales. Esta experiencia fortaleció mi convicción de que la formación del geógrafo debe orientarse no sólo al dominio de técnicas y metodologías, sino también a la construcción de una visión crítica y humanista que permita comprender la interacción entre sociedad y naturaleza.

Considero, en este sentido, que las pasantías no deben entenderse únicamente como un requisito académico, sino como un escenario indispensable para integrarse al ámbito profesional y para reafirmar el compromiso ético de nuestra profesión con las comunidades y con el medio ambiente. El trabajo de campo, el análisis de información espacial y la interacción directa con actores locales me brindaron herramientas que difícilmente podrían haberse adquirido en un entorno exclusivamente teórico. Gracias a ello, me siento mejor preparado para enfrentar los retos profesionales que implica ejercer la geografía en un país como el nuestro, caracterizado por su diversidad ambiental, cultural y social.

Por todo lo anterior, considero que las pasantías deben mantenerse como un componente esencial dentro del plan de estudios, ya que representan una experiencia transformadora que prepara al estudiante no solo para ejercer de manera técnica su labor, sino también para hacerlo con integridad, sensibilidad social y un profundo sentido de responsabilidad frente a los desafíos ambientales y territoriales contemporáneos. En suma, esta etapa reafirmó mi vocación y me impulsó a proyectarme profesionalmente como un geógrafo comprometido con la sostenibilidad, la equidad y el bienestar colectivo.

15. BIBLIOGRAFÍA

- LIBROS Y CAPÍTULOS DE LIBROS

HABERMAS, J. (1977). *Conocimiento e interés*. En SEIFFERT, H. *Introducción a la teoría de la ciencia* (pp. 443-444). Herder.

HERNÁNDEZ HUERTA, L. M., DOMÍNGUEZ VERA, R., & CASTILLO SANTIAGO, M. Á. (2023). *Geoprocetamiento con Python*. Universidad Nacional Autónoma de México.

JENSEN, J. R. (2007). *Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective* (2a ed.). Pearson Prentice Hall.

LONGLEY, P. A., GOODCHILD, M. F., MAGUIRE, D. J., & RHIND, D. W. (2015). *Geographic Information Science and Systems* (4th ed.). Wiley.

MONMONIER, M. (2005). *How to Lie with Maps*. University of Chicago Press.

OLAYA, V. (2020). *Sistemas de Información Geográfica*. Editorial independiente.

WANG, S., & LIU, Y. (2021). *Geospatial Data Management for Urban and Regional Planning*. Springer.

ZEILER, M. (1999). *Modeling our world: The ESRI guide to geodatabase design*. ESRI Press.

- ARTÍCULOS CIENTÍFICOS Y REVISTAS

GÓMEZ QUESADA, J. C., & AFANADOR FRANCO, F. (2009). *Modelo Geodatabase en la estructuración y almacenamiento de información espacial para la administración y control del litoral Caribe colombiano*. Boletín Científico CIOH, (27).

JENSEN, J. R. (2007). *Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective* (2a ed.). Pearson Prentice Hall.

MOLINA, A. M., LÓPEZ, L. F., & VILLEGAS, G. I. (2005). *Los sistemas de información geográfica (SIG) en la planificación municipal*. *Gestión y Ambiente*, 8(2). Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-12372005000200003

- OJEDA ZÚJAR, J. (2010). *Geovisualización: espacio, tiempo y territorio. Ciudad y Territorio*.
- PEÑA ARAYA, M. A. (2007). *ASTER satellite image corrections to estimate vegetational parameters on the Mirta river basin, Aisén*. Bosque (Valdivia), 28(2), 162-172. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002007000200009>
- PEÑA ARAYA, M. A. (2007). *Correcciones de una imagen satelital ASTER para estimar parámetros vegetacionales en la cuenca del río Mirta, Aisén*. Bosque (Valdivia), 28(2), 162-172
- MOLINA, A. M., LÓPEZ, L. F., & VILLEGAS, G. I. (2005). Los sistemas de información geográfica (SIG) en la planificación municipal. Revista EIA, 2(4), 21-31.
- PEÑA LLOPIS, J. (2006). *Sistemas de información geográfica aplicados a la gestión del territorio*. Universidad Politécnica de Valencia
- HERNÁNDEZ HUERTA, L. M., DOMÍNGUEZ VERA, R., & CASTILLO SANTIAGO, M. Á. (2023). *Geoprocesamiento con Python*. Universidad Nacional Autónoma de México.

- DOCUMENTOS OFICIALES Y NORMATIVIDAD

- ACUERDO DE PARÍS. (2015). *Acuerdo de París sobre el cambio climático*. Recuperado de <https://goo.su/sAfoj>
- Alcaldía Municipal de Jamundí. (2023). *Plan de Ordenamiento Territorial: Acuerdo Municipal 040 de 2023*. <https://www.jamundi-valle.gov.co>
- Asamblea Departamental del Valle del Cauca. (2021). *Ordenanza 325 de 2021: "Por medio de la cual se adopta el Plan de Gestión Ambiental Regional del Valle del Cauca 2020-2031"*
- CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA (CVC). *Reporte hidro climatológico mensual: diciembre de 2023*. Cali: Dirección Técnica Ambiental – Grupo de Recursos Hídricos, 2023.
- DECRETO 2372 DE 2010. Recuperado de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=39961>
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN – DNP. (2019). *Política Pública de Catastro Multipropósito*. Bogotá, Colombia.
- Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC). (2015). *Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica (POMCA) de la Cuenca Alta del Río Jamundí*. <https://www.cvc.gov.co>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2023). **Proyecciones de población 2018-2035 para el municipio de Jamundí**. <https://www.dane.gov.co>

Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2021). *Documento CONPES 4026: Política de Ordenamiento Regional para la Construcción de Paz*. República de Colombia. <https://colaboracion.dnp.gov.co>

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI – IGAC. (2010). *Manual de cartografía básica*. IGAC.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). (2012). *Atlas de la Distribución de la Propiedad Rural en Colombia*. Imprenta Nacional de Colombia.

LEY 99 DE 1993. Recuperado de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=297>

LEY 1753 DE 2015. Recuperado de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=61933>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2016). *Resolución 1518 de 2016: "Por la cual se adoptan los lineamientos generales para la implementación de los programas de pago por servicios ambientales"*. <https://www.minambiente.gov.co>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017). *Política Nacional de Pagos por Servicios Ambientales*. <https://www.minambiente.gov.co/politica-nacional-de-pagos-por-servicios-ambientales>

Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas - CIOH, Modelo Geodatabase en la estructuración y almacenamiento de información espacial para la administración y control del litoral Caribe colombiano Boletín Científico CIOH No. 27 (2009). Gómez Quesada Juan Carlos, Afanador Franco, Fernando

- FUENTES ELECTRÓNICAS (PÁGINAS WEB, VIDEOS, DICCIONARIOS)

ESRI. (s.f.). *Definición de Geodatabase. Diccionario SIG*. Recuperado de <https://support.esri.com/es-es/gis-dictionary/geodatabase>

ESRI. (s.f.). *Definición de Geolocalización. Diccionario SIG*. Recuperado de <https://support.esri.com/es-es/gis-dictionary/geolocation>

FONDOEMPLEO. (2022). *“Programa Pago por Servicios Ambientales (PSA) para la conservación en Colombia: Lecciones aprendidas y perspectivas”*. Fondo de Desarrollo Rural y Promoción del Empleo