



INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS
TERRITORIAL ANTIOQUIA
PROYECTO: MAPA DE VULNERABILIDAD FAUNÍSTICA

CONTRATO: 1565-2025

ID: 6755235

**PRESTAR SERVICIOS PROFESIONALES PARA ATENDER TEMAS TECNICOS
RELACIONADOS PARA LA ELABORACIÓN DE DOCUMENTOS DE LINEAMIENTOS
TÉCNICOS, DE LOS PROGRAMAS, PROYECTOS, CONTRATOS Y/O CONVENIOS A
CARGO DEL INVIA**

Ing. Jairo I. Coy C.

JAIRO COY

Medellín, Antioquia

2025

INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS
TERRITORIAL ANTIOQUIA
PROYECTO: MAPA DE VULNERABILIDAD FAUNÍSTICA

CONTRATO: 1565-2025

ID: 6755235

**PRESTAR SERVICIOS PROFESIONALES PARA ATENDER TEMAS TECNICOS
RELACIONADOS PARA LA ELABORACIÓN DE DOCUMENTOS DE LINEAMIENTOS
TÉCNICOS, DE LOS PROGRAMAS, PROYECTOS, CONTRATOS Y/O CONVENIOS A
CARGO DEL INVIAST**

Ing. Jairo I. Coy C.

Avance del primer mes de trabajo acerca del proceso de desarrollo de la capacitación y estructuración del proyecto del Mapa de vulnerabilidad Faunística.

JAIRO COY

Medellín, Antioquia
2025

Índice

1	INTRODUCCIÓN	4
1.1	Motivación	4
2	OBJETIVOS	6
2.1	Objetivo general	6
2.2	Objetivos específicos	6
3	ESTRUCTURA DE TRABAJO	7
3.1	Definición del alcance y objetivos	7
3.2	Análisis de requisitos	7
3.3	Diseño de Arquitectura	7
3.4	Formación y capacitación del equipo	7
4	METODOLOGÍA	8
5	DESARROLLO Y RESULTADOS	9
5.1	Organización y estructura de trabajo	9
5.2	Arquitectura y diseño de la herramienta digital	9
5.3	Diseño del flujo de datos	11
5.4	Tecnologías y componentes técnicos	12
6	CONCLUSIONES	13
	BIBLIOGRAFÍA	14

JAIRO COY

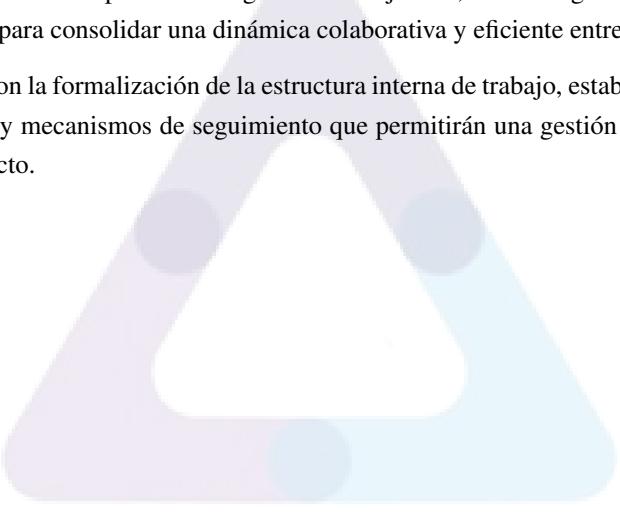
Resumen

Durante el primer periodo de trabajo, comprendido entre el 8 y el 30 de septiembre, los avances logrados en la fase inicial del proyecto Mapa de vulnerabilidad faunístico se centraron principalmente en la estructuración metodológica y técnica del proyecto, lo cual implicó un análisis profundo para identificar las herramientas más adecuadas que garantizaran una ejecución eficiente y alineada con los objetivos planteados.

Se desarrolló el diseño conceptual del sistema, acompañado por la selección de los componentes tecnológicos que conformarán la infraestructura operativa. Esta infraestructura será la base sobre la cual se articulará el funcionamiento del sistema, permitiendo la integración de datos, el procesamiento de información y la visualización de los niveles de vulnerabilidad de las especies faunísticas en el territorios selectos.

Asimismo, se dio inicio al proceso de capacitación del equipo de trabajo, con el propósito de fortalecer sus competencias técnicas y asegurar una comprensión integral de los objetivos, metodologías y herramientas del proyecto. Esta etapa formativa fue clave para consolidar una dinámica colaborativa y eficiente entre los miembros del equipo.

El periodo concluyó con la formalización de la estructura interna de trabajo, estableciendo roles, responsabilidades, canales de comunicación y mecanismos de seguimiento que permitirán una gestión ordenada y coherente durante las siguientes fases del proyecto.



JAIRO COY

1 Introducción

El desarrollo de un mapa de vulnerabilidad faunística representa una herramienta crucial para la gestión ambiental y la protección de la biodiversidad en Colombia. Esta iniciativa permite identificar con mayor precisión las zonas del territorio nacional donde la fauna silvestre enfrenta altos niveles de accidentalidad, severidad y riesgo, especialmente en corredores viales. A través de la integración de tecnologías avanzadas y estrategias de ingeniería, se abre una ventana hacia la mejora de la seguridad de los animales que habitan o transitan por las carreteras, facilitando la toma de decisiones informadas por parte de autoridades ambientales, ingenieros y profesionales del sector. Este tipo de incidentes se pueden asociar directamente a la falta de estudio de la ecología en las carreteras nacionales a pesar del significativo incremento de infraestructura vial.

La recopilación, procesamiento y análisis de datos geoespaciales y biológicos permiten generar representaciones visuales que evidencian los puntos críticos de interacción entre fauna y vías. Estos mapas no solo sirven como base para la formulación de políticas públicas, sino que también impulsan campañas de concientización, programas de mitigación y acciones concretas para reducir la mortalidad animal. Al visibilizar el conflicto entre infraestructura y vida silvestre, se promueve una planificación territorial más ética y sostenible, que priorice la coexistencia entre el desarrollo humano y la conservación ecológica.

Aunque muchos de los eventos de atropellamiento no son fortuitos, las estadísticas revelan patrones preocupantes que exigen una transformación en las estrategias de protección. La implementación de barreras físicas, pasos de fauna, señalización inteligente y monitoreo constante son medidas que deben fortalecerse para mitigar el impacto negativo sobre las especies. En este contexto, el mapa de vulnerabilidad faunística se convierte en un instrumento indispensable para cambiar el enfoque tradicional y avanzar hacia un modelo de infraestructura vial más respetuoso con la vida silvestre.

En esta fase del proyecto, se avanza en el desarrollo de la infraestructura tecnológica que permitirá la ejecución de los procesos, el almacenamiento de la información y la integración de las herramientas necesarias para la implementación del proyecto **Mapa de vulnerabilidad faunística**. Este componente técnico es fundamental para garantizar la operatividad, escalabilidad y sostenibilidad de las acciones previstas. Así mismo, se prioriza la capacitación del equipo de trabajo, fortaleciendo sus competencias en el uso de las plataformas, manejo de la infraestructura, metodologías y enfoques que sustentan el proyecto y uso de la tecnología implementada y ser desarrollada. La combinación de tecnología y formación humana busca asegurar una ejecución eficiente del proyecto y cumplir con los objetivos planteados.

1.1 Motivación

Colombia es uno de los tesoros naturales en el planeta. En 2021, fue reconocida como la segunda nación más biodiversa del planeta, albergando más de 50 mil especies registradas y protegiendo cerca de 31 millones de hectáreas, lo que representa el 15% del territorio de Colombia (Colombia, 2025a). Esta riqueza biológica no solo es motivo de orgullo, sino también acarrea una responsabilidad común: preservar la vida que habita en nuestros ecosistemas.

No obstante, esta biodiversidad enfrenta a diario amenazas silenciosas y devastadoras. A pesar de contar con leyes y espacios dedicados a la protección de la fauna silvestre, los eventos mortales en las carreteras son alarmantes. Solo en 2022, el Instituto Humboldt reportó que en el departamento de Antioquia se registraron aproximadamente 300 mil atropellos de animales silvestres en ese año (Colombia, 2025b). Esta cifra revela gran severidad ambiental que exige atención inmediata.

Uno de los factores clave detrás de esta problemática es la carencia de estudios ecológicos y conocimiento de las especies que habitan cerca de las vías nacionales, a pesar del significativo incremento y expansión de la infraestructura vial en el país. El crecimiento de las carreteras nacionales ha sido significativo, pero no siempre ha considerado el impacto sobre los corredores biológicos y hábitats naturales (Humboldt, 2025).

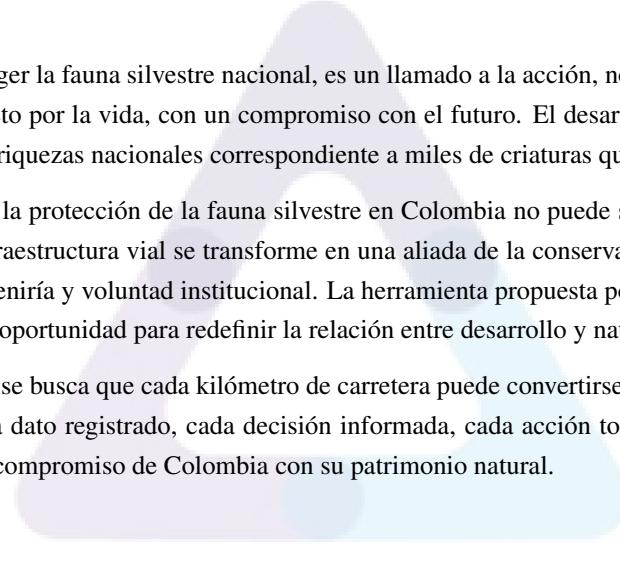
Ante este problemática, el Instituto Nacional de Vías (INVIAS) ha dado un paso estratégico, a través del desarrollo de herramientas digitales como SUKUBUN, donde se ha comenzado a recopilar información faunística en las vías del país. Para 2024, esta plataforma logró registrar más de 7,000 datos (Colombia, 2025c), marcando un avance importante en la comprensión del comportamiento de la fauna frente a las carreteras.

Esta realidad exige mucho por hacer. La magnitud del problema demanda una modernización profunda y el desarrollo de soluciones más robustas. INVIAS propone una nueva herramienta que permita reducir los riesgos para las especies que habitan cerca de las vías nacionales, protegiendo su integridad y promoviendo la seguridad vial con enfoque ambiental.

El desafío para proteger la fauna silvestre nacional, es un llamado a la acción, no es solo una cuestión de conservación, es un acto de respeto por la vida, con un compromiso con el futuro. El desarrollo de esta herramienta, innova la forma de proteger las riquezas nacionales correspondiente a miles de criaturas que comparten nuestro territorio.

Bajo este panorama, la protección de la fauna silvestre en Colombia no puede seguir siendo una tarea secundaria. Es imperativo que la infraestructura vial se transforme en una aliada de la conservación, integrando tecnología, conocimiento científico, ingeniería y voluntad institucional. La herramienta propuesta por INVIAS representa más que una solución técnica: es una oportunidad para redefinir la relación entre desarrollo y naturaleza.

Bajo este desarrollo, se busca que cada kilómetro de carretera puede convertirse en un corredor seguro para la vida animal y silvestre. Cada dato registrado, cada decisión informada, cada acción tomada, puede salvar miles de vidas animales y fortalecer el compromiso de Colombia con su patrimonio natural.



JAIRO COY

2 Objetivos

2.1 Objetivo general

Prestar servicios profesionales especializados para abordar aspectos técnicos relacionados con la elaboración de funciones, documentos de lineamientos técnicos de los programas, proyectos, contratos y/o convenios a cargo del Instituto Nacional de Vías (INVIAS), orientados al desarrollo de una herramienta digital que permita identificar los niveles de riesgo de las especies faunísticas en las vías nacionales de Colombia.

2.2 Objetivos específicos

- Crear y analizar los programas, proyectos para identificar los requerimientos técnicos relacionados a la gestión de fauna en las vías nacionales.
- Diseñar los lineamientos técnicos que orienten hacia la planificación, ejecución y seguimiento de la infraestructura tecnológica del proyecto del mapa de vulnerabilidad.
- Desarrollar los contenidos técnicos especializados para la estructuración de documentos y archivos que respalden la implementación de medidas de mitigación del riesgo faunístico en los corredores viales selectos de Colombia.
- Apoyar técnicamente el diseño y desarrollo de una herramienta digital que permita evaluar e identificar los niveles de riesgo de las especies faunísticas en las carreteras de Colombia seleccionadas.
- Validar técnicamente la funcionalidad de la herramienta digital asegurando el alineamiento y cumplimiento de los requisitos técnicos del INVIAS y las necesidades expuestas.
- Implementar estrategias de articulación interinstitucional que faciliten el uso de la herramienta digital y la implementación de los requisitos y necesidades técnicas en los diferentes niveles de la fase.

JAIRO COY

3 Estructura de trabajo

Para realizar el diseño y estructura del proyecto de desarrollo de la herramienta digital, es generó una metodología que permitiera fusionar ingeniería, desarrollo de software, sistemas de información geográfica y gestión de proyectos. La estructura de trabajo para esta fase se segmentó en:

3.1 Definición del alcance y objetivos

En esta se definen el producto que se va a generar y cuales son las acciones y actividades necesarias para cumplir con ese fin. Se identifica el problema y como se resolverá, también se establecen las métricas de éxito.

3.2 Análisis de requisitos

Se identifican los requisitos técnicos y tecnológicos, se analiza su respuesta, determinando su papel e implicación en la infraestructura. Se identifica los componentes funcionales (servicios, formatos, elementos) y los no funcionales (escalabilidad, rendimiento, seguridad).

3.3 Diseño de Arquitectura

Se organiza y se da orden a los componentes y herramientas, generando un sistema armonizado. Se seleccionan las tecnologías y lenguajes de desarrollo, también se selecciona el motor de mapas.

3.4 Formación y capacitación del equipo

Se inicia el proceso de generación de documentos técnicos, alineándose al estándar del INVIA, como también al de las entidades técnicas internacionales. Se desarrolla un programa de capacitación de personal, iniciando desde el uso de herramientas integradas hasta la manipulación de los desarrollos generados durante la ejecución del proyecto.

4 Metodología

El trabajo se estructura en tres frentes de acción fundamentales: el diseño, el desarrollo y la formación. Cada uno de estos frentes cumple un papel esencial en la construcción de un sistema digital robusto, eficiente y sostenible. Esta división permite abordar el proyecto de manera integral, garantizando que cada etapa reciba la atención técnica y estratégica necesaria para alcanzar los objetivos propuestos.

El frente del diseño se enfoca en la creación del concepto general del sistema, así como en la definición de su estructura y arquitectura. En esta fase se identifican y seleccionan los componentes tecnológicos que formarán parte del sistema, asegurando que cada uno cumpla con los requisitos funcionales y operativos. Además, se establecen los criterios de compatibilidad, escalabilidad y seguridad, que serán la base para un desarrollo exitoso.

Por su parte, el frente de desarrollo se encarga de la implementación práctica de los diseños previamente establecidos. Esto incluye la programación, integración y puesta en marcha de los módulos tecnológicos seleccionados. En esta etapa se materializan las ideas concebidas en el diseño, transformándolas en soluciones funcionales que responden a las necesidades del proyecto. También se realizan pruebas, ajustes y validaciones para garantizar la calidad y el rendimiento del sistema.

El tercer frente, la formación, tiene como objetivo capacitar al equipo de trabajo en el uso y manejo de las tecnologías incorporadas. Esta fase es clave para asegurar la apropiación del sistema por parte de sus usuarios, facilitando su operación y mantenimiento a largo plazo. La formación incluye talleres, documentación técnica y acompañamiento personalizado, adaptado al nivel de conocimiento de cada integrante del equipo.

La aplicación de estos tres frentes de acción permiten una ejecución ordenada y coherente del proyecto, desde su concepción hasta su implementación y uso. Este tipo de enfoque de trabajo permite garantizar que no solo se construya una solución tecnológica, sino que también se fortalezca el capital humano dentro del proyecto, asegurando así la sostenibilidad y evolución del sistema en el tiempo.

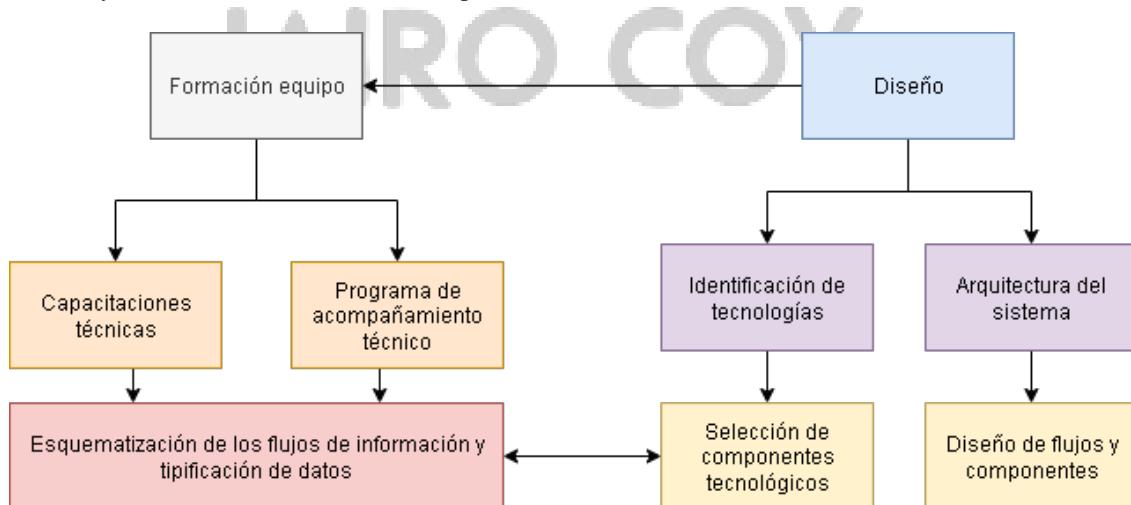


Figura 1 – Esquema metodología Fase I

Fonte: Creación propia

5 Desarrollo y resultados

5.1 Organización y estructura de trabajo

Los resultados presentados en esta fase, corresponden a actividades de integración y capacitación del personal Así mismo, se generan los ambientes para la gestión, monitoreo y seguimiento del equipo de trabajo. Para cumplir con este propósito se diseñan los espacios de trabajo, almacenamiento y diagnóstico. Se selecciona *GITHUB* como herramienta y plataforma PMIS (Project Management Information System).

La estructura de trabajo y gestión diseñada, para el desarrollo del proyecto permite tener control sobre las actividades de los integrantes al igual que estimar el estado y condición en la que se encuentra el proyecto. La 2 muestra el diagrama de la estructura y componentes de la organización al igual que las dependencias de cada uno. Como se observa se manejan tres elementos de diagnóstico. Los *repositorios* donde se identificara el estado de los códigos y el desarrollo, las *actividades y cronograma* como entes independientes, con lo que se identifica los tiempos de acción y respuesta y los *equipos de trabajo* donde se evidencia las interacciones y condiciones del equipo de trabajo, como los estados de cada componentes del desarrollo.

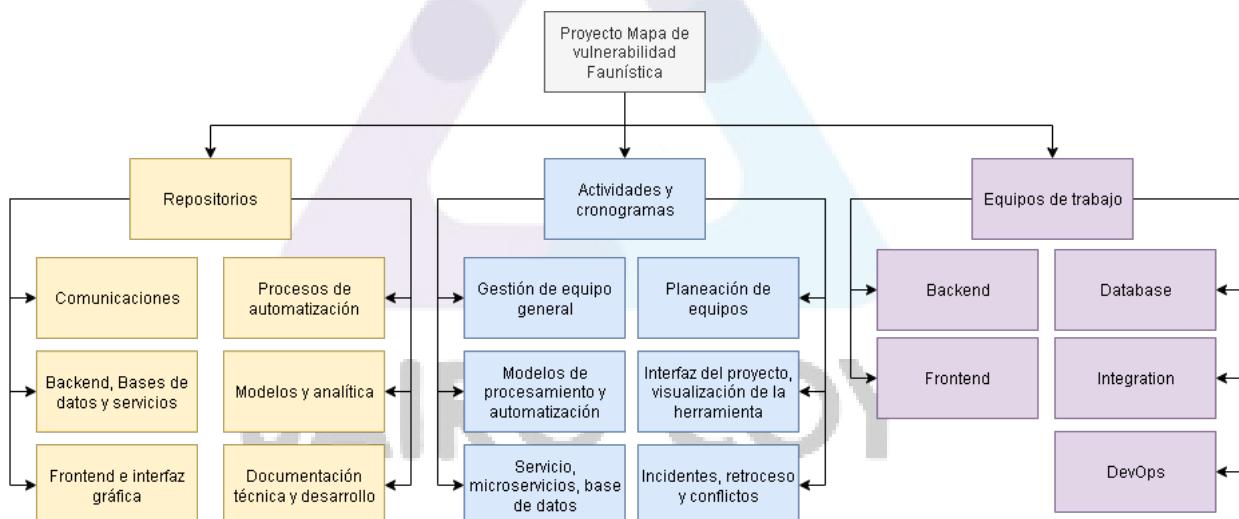


Figura 2 – Esquema estructura de la organización y trabajo

Fuente: Creación propia

5.2 Arquitectura y diseño de la herramienta digital

El diseño de la herramienta a ser desarrollada tiene una estructura modular, lo que favorece la escalabilidad y evita problemas de daños en cadena. Este tipo de arquitectura permite reutilizar código y funciones favoreciendo los tiempos de desarrollo. Debido a la modularidad, el proceso de mantenimiento es independiente favoreciendo la localización de errores, favorable para procesos de mantenimiento. Bajo esta arquitectura, el desarrollo colaborativo es más sencillo de gestionar, minimizando la dependencia en las actividades. Como se evidencia en la 3, cada módulo integra una serie de servicios y funciones de la herramienta. Para el caso del **GUIDE** en el se opera todo lo relacionado a la visualización e interactividad que va a presentar la herramienta. En el, se hallaran las funciones que permitan llamar a y

publicar los datos procesados o traer los datos de fuentes paralelas. Así tambien, brinda la interfaz de visualización con la que el usuario podrá interactuar. El módulo de **modelos y automatización** brindará las funciones y servicios que actuaran como puente entre el servidor, los procesadores y el usuario. En este modulo se encuentra todo el músculo de procesamiento e interpretación de información y datos. En este modulo se genera el insumo y el material para la toma de decisiones (ver 4). El módulo **DevOps**, tendrán todas funciones, configuraciones, herramientas y procedimiento requeridos para el despliegue y puesta en marcha de la herramienta en servicio público.

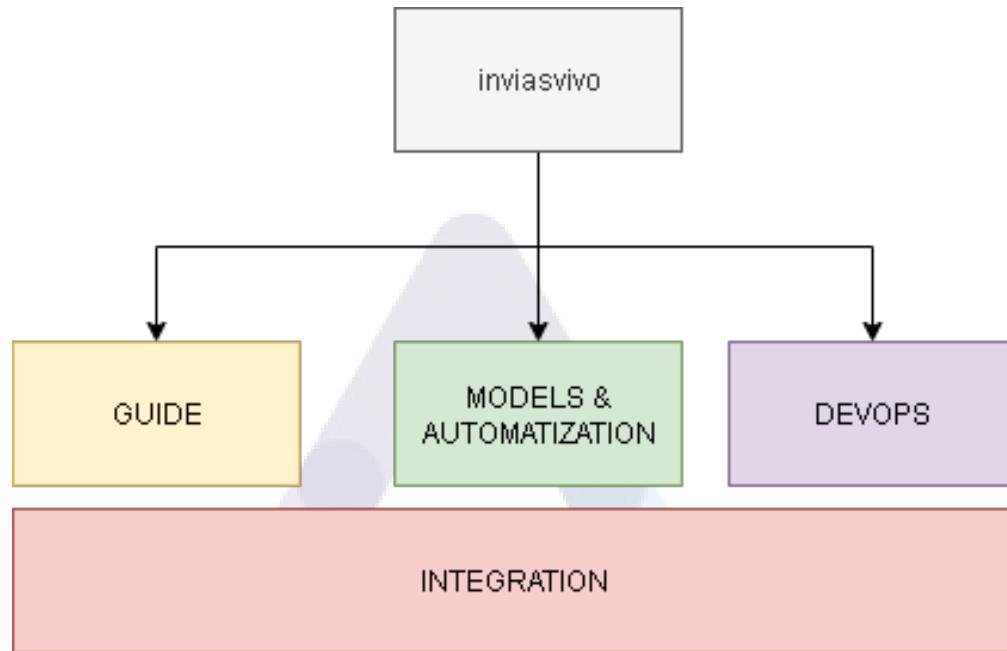


Figura 3 – Esquema estructura general de la herramienta

Fonte: Creación propia

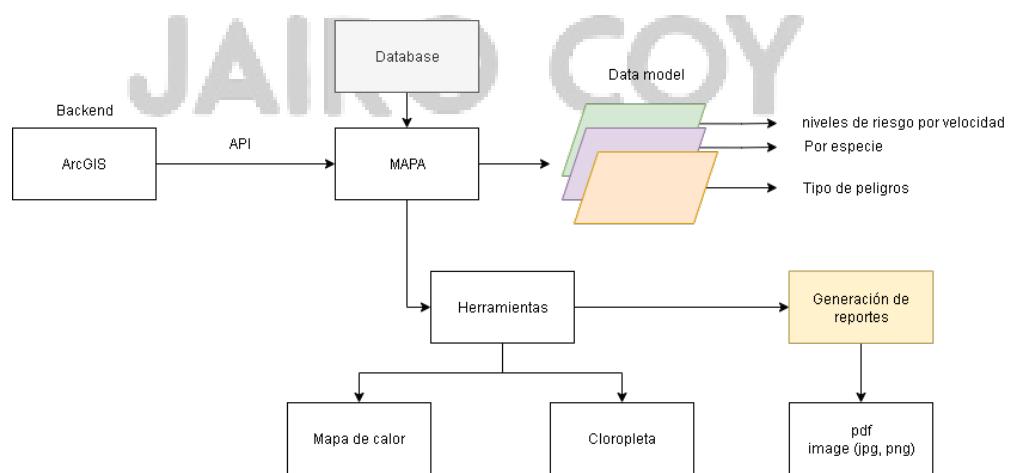


Figura 4 – Esquema estructura componentes de la herramienta

Fonte: Creación propia

5.3 Diseño del flujo de datos

Para la gestión, manipulación y control del flujo de datos, se crea una estructura que se alimenta de fuentes paralelas. Este tipo de fuentes son de dos tipos dinámicas y semi-estáticas. Se denominaron dentro del proyecto fuentes dinámicas aquellas donde su periodo de actualización no es superior a las 48 horas y semi-estáticas a las que tiene un periodo de actualización superior a los 15 días. Al trabajar con una arquitectura de micro servicios, los mínimos períodos de actualización dependen del proveedor y estos varían. No obstante, se busca establecer un estándar dentro del proyecto con el propósito que la discordancia temporal de los datos no sea significativamente mayor y se encuentre en los rangos aptos para la toma de decisiones. Por tal motivo, existe la posibilidad que la estructura del flujo de información sea modificada antes de iniciar el proceso de desarrollo, esto con el propósito de optimizar procesos. Como se evidencia en la 5, la estructura depende de fuentes externas tanto que requieren credenciales, como de fuentes que alimentan de forma directa. Para el caso de las fuentes directas, se tiene el SUKUBUN, la cual es dependiente de alta intervención humana, tanto para su actualización (correcciones), como para su puesta en marcha (despliegue). Este tipo de fuentes, en el proyecto se consideran un reto debido a su naturaleza, y no se pueden considerar ni dinámicas, tampoco semi-estáticas. No obstante se propone una intervención a la base de datos que esa limitación se reduzca. Este tipo de modificación se presentará en el segundo informe. Por otro lado, para las fuentes con credenciales, se solicitó una capacitación y acercamiento al sistema y las políticas del INVIA, en cuanto al sistema ArcGIS. Para los otros servicios, el equipo se encuentra en proceso de capacitación en su uso y manipulación.

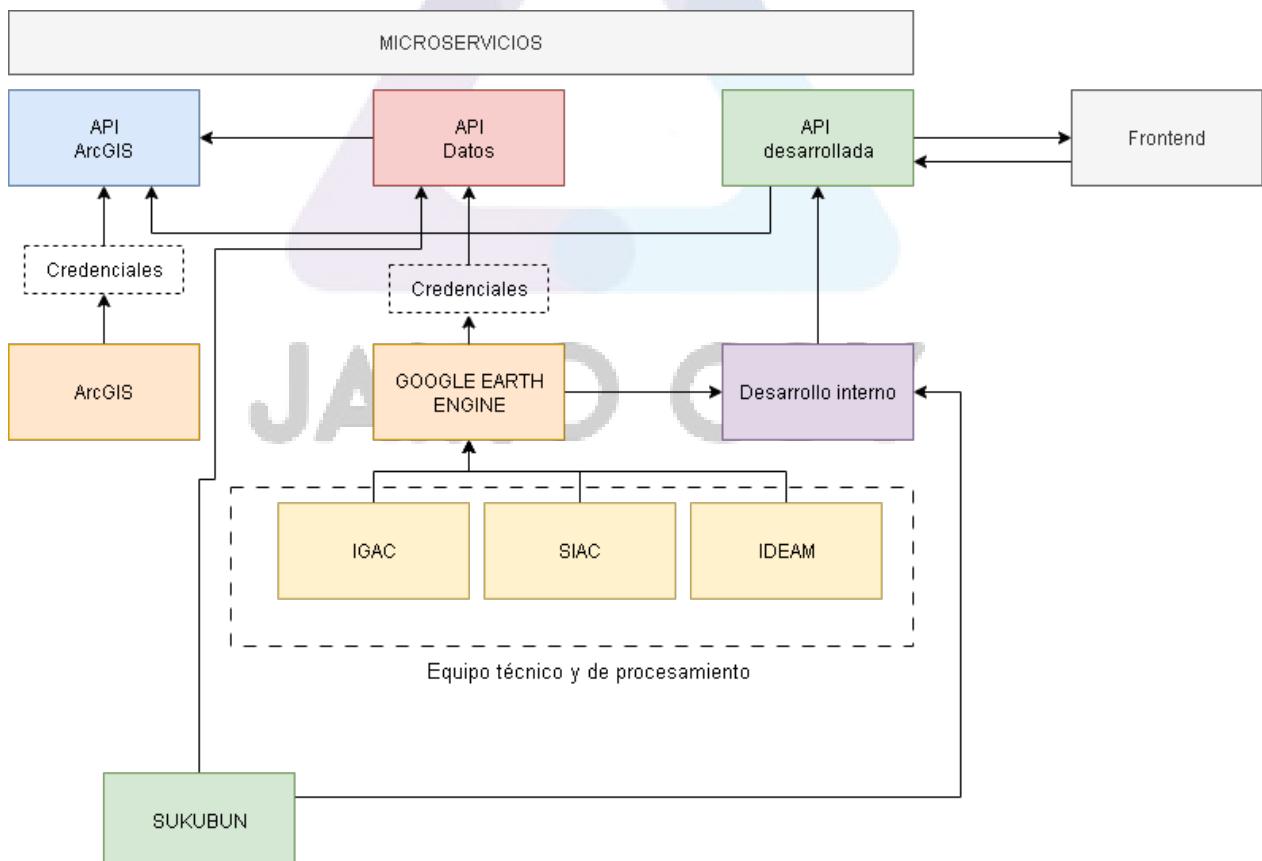


Figura 5 – Esquema estructura flujo de datos e información de la herramienta

Fuente: Creación propia

5.4 Tecnologías y componentes técnicos

Después de haber diseñado y definido una dinámica y flujo de datos e información, definir la arquitectura, los módulos y funcionalidades a ser integradas y a ser desarrolladas, se continua con la selección de las herramientas que forman el sistema. El proceso de selección se realizo teniendo en cuenta la naturaleza del proyecto, la capacidad técnica, los beneficios que brinda cada componente y sus respectivos servicios, al igual que se evalúa el comportamiento y la compatibilidad que experimenta con la arquitectura diseñada.

A razón de la capacidad de procesamiento que se requiere, como también del tipo de información que se requiere procesar, se toma como lenguaje base **Python**, a razón de esto, se trabaja con el entorno de desarrollo **Django**. Por la facilidad en el manejo de datos geográficos y la funciones internas en el motor, se selecciona **PostgreSQL** como motor de base de datos bajo el lenguaje **SQL**. Por indicaciones de la dirección, se trabajará con el servicio de mapas de ArcGIS. Este se trabajará con el lenguaje **JavaScript (JS)**, al igual que como fuente paralela se trabajara con el sistema de Google Earth Engine que también se trabajará con JS.

Acorde a los requerimientos del equipo de modelos y procesamiento, se trabajará también como lenguaje de procesamiento **R+**, lo que implica un adecuación del entorno de trabajo para poder operar con el lenguaje y sus respectivas librerías. Este proceso, se hará a través de Django y la instalación del lenguaje en el ambiente de desarrollo (servidor).

En cuanto a la arquitectura de despliegue se tiene un diseño preliminar aún no estructurado, que se presentará en el segundo informe de resultados, al igual que se describirán y listaran los componentes tecnológicos que lo formarán y sus respectivos lenguajes de desarrollo. Para tener más certeza de la capacidad instalada, se solicito una serie de premisos y credenciales para realizar el debido reconocimiento y ajustar el diseño de la arquitectura de despliegue.

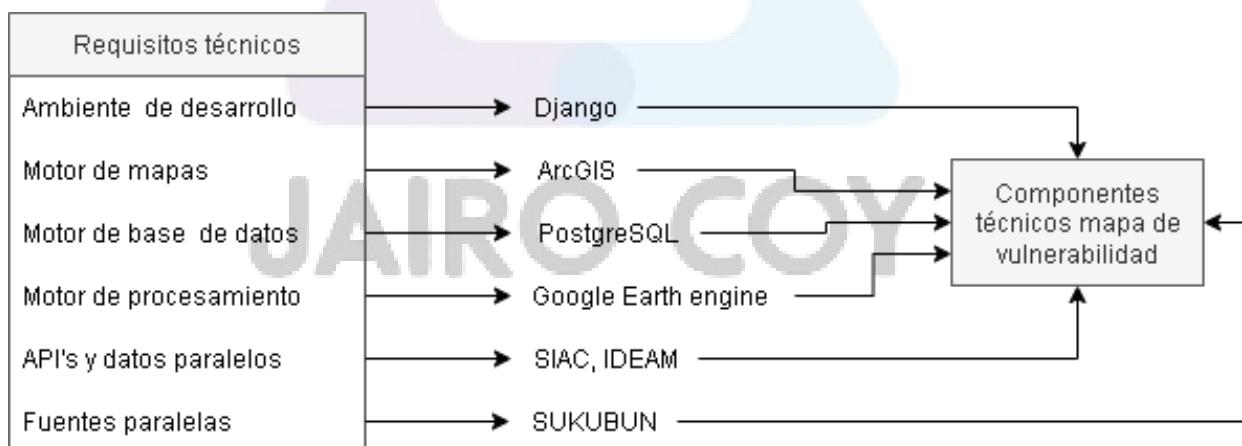


Figura 6 – Componentes técnicos del sistema

Fonte: Creación propia

6 Conclusiones

- Identificar los requerimientos técnicos permitió establecer una base sólida para la gestión de procesos y funciones en el sistema del Mapa de vulnerabilidad Faunística, facilitando la generación de estrategias, selección y diseño de la infraestructura, permitiendo elaborar los lineamientos técnicos del sistema, garantizando un diseño funcional para el mapa de vulnerabilidad.
- Los espacios de capacitación y formación ha permitido contar con un equipo con capacidad en el uso de las herramientas y estructuras integradas como también las desarrolladas, esta dinámica ha permitiendo tener un ritmo de trabajo continuo, reduciendo reprocesos y retrocesos de periodos extensos. La producción de contenidos técnicos para el equipo, ha permitido consolidar documentos que respalden la toma de decisiones y la implementación efectiva de métricas de monitoreo y diagnóstico en el desarrollo del proyecto.
- La arquitectura diseñada permite integrar herramientas que potencia su capacidad de adquisición de información, flujo de datos y procesamiento. Sin embargo, se han identificado limitaciones, que requieren modificaciones en la estructura y en su lógica a razón de optimizar y favorecer en rendimiento. Se cuenta con una solución funcional, pero requiere de ser optimizada y adaptada la capacidad tecnológica y el tiempo de desarrollo, como de las limitaciones actualmente identificadas.
- El diseño de flujo de datos, favorece en cuanto a capacidad de computo y procesamiento, reduciendo la probabilidad de que el sistema se sature en un tiempo corto, no obstante, se reconocen fuentes de alimentación de datos paralelos que pueden afectar el rendimiento en cuanto a los procesos de automatización de la actualización de información. Para corregir esta vulnerabilidad se propone estudiar otras fuentes paralelas que suministren los mismos datos. Para esto se validara la herramienta bajo estándares técnicos, con lo que se busca asegurar la operatividad y calidad del producto.

JAIRO COY

Bibliografía

COLOMBIA, M. de medio ambiente de. Colombia, el segundo país más biodiverso del mundo, celebra el Día Mundial de la Biodiversidad. 2025. <<https://www.minambiente.gov.co/colombia-el-segundo-pais-mas-biodiverso-del-mundo-celebra-el-dia-mundial-de-la-biodiversidad/>> [Accedido: (2025)].

_____. Siniestralidad vial de fauna silvestre alcanza cifras alarmantes: en cada 140 km se atropellan casi 572.000 animales al año. 2025. <<https://www.infobae.com/colombia/2025/04/23/siniestralidad-vial-de-fauna-silvestre-alcanza-cifras-alarmantes-en-cada-140-km-se-atropellan-casi-572000-animales-al-ano/>> [Accedido: (2025)].

_____. A través del aplicativo Sukubun, Invías ha registrado más de 7.000 datos de fauna silvestre en sus vías a cargo. 2025. <<https://www.invias.gov.co/index.php/informacion-institucional/153-sala-de-prensa/boletines-sostenibles/5360-a-traves-del-aplicativo-sukubun-invias-ha-registrado-mas-de-7-000-datos-de-fauna-silvestre-en-sus-vias-a-cargo>> [Accedido: (2025)].

HUMBOLDT, O. Los animales atropellados de Colombia: Estrategias para mitigar los efectos de la infraestructura vial en la fauna silvestre. 2025. <<https://reporte.humboldt.org.co/biodiversidad/2017/cap2/206/#seccion2>> [Accedido: (2025)].

JAIRO COY