

PLUGIN EN ARCGIS PARA EL RECONOCIMIENTO DE ÁREAS POTENCIALES EN
EL REAA Y APLICAR PSA BAJO EL DECRETO 1007 DEL 2018

LUIS EDUARDO MENDEZ DUARTE

PAULA JULIETH OSORIO QUIMBAYO

Alexandra López Sevillano

DOCENTE

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS
ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

INGENIERIA DE SOFTWARE

BOGOTÁ, D.C

2019



TABLA DE CONTENIDO

Introducción.....	6
1. Generalidades.....	8
1.1 Planteamiento del problema	8
1.1.1 Pregunta de investigación.....	9
1.1.2 Alcance y limitaciones.....	10
1.2 Justificación	10
1.3 Objetivos.....	12
1.3.1 Objetivo general	12
1.3.2 Objetivos Específicos	12
2. Marcos de referencia.....	13
2.1 Marco conceptual.....	13
2.2 Marco teórico.....	15
2.3 Marco jurídico	18
3. Metodología.....	20
3.1 Fases del proyecto.....	21
3.1.1 Fase I: Identificar los requerimientos funcionales y no funcionales.	21
3.1.2 Fase II: Diseñar la arquitectura que responda a la funcionalidad.....	22
3.1.3 Fase III: Desarrollar la arquitectura del software.	22
3.1.4 Fase IV: Evaluar la funcionalidad y usabilidad del software.	23
4. Desarrollo de la propuesta	25
4.1 Diseño de la propuesta.....	25
4.1.1 Reglas de Negocio	25
4.1.2 Definición de Actores	25
4.1.3 Especificaciones de Requerimientos de Software	26
4.1.3.1 Requerimientos funcionales	26
4.1.3.2 Requerimientos no funcionales	26
4.1.4 Diagrama de Casos de Uso.....	27
4.1.4.1 CU-01	28
4.1.4.2 CU-02.....	29



4.1.5 Arquitectura	30
4.1.5.1 Modelo Del Dominio	30
4.1.5.2 Modelo De Interacción.....	31
4.1.5.3 Modelo De Paquetes.....	32
4.1.5.4 Arquitectura física, Modelo De Componente.....	33
4.1.5.5 Arquitectura de hardware, Modelo De Despliegue	34
4.2 Moockup, Funcionalidad y Usabilidad.....	35
4.3 Ejecución de la propuesta	40
5. Productos a entregar.....	40
6. Resultados	41
6.1 Fase I: Identificación y diseño	41
6.2 Fase II: Diseño de la arquitectura del plugin.....	41
6.3 Fase III: Desarrollo del plugin.....	41
6.4 Fase IV: Evaluar la funcionalidad y usabilidad del plugin.....	41
7. conclusiones.....	45
Bibliografía	46

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Atributos de Calidad.....	23
Tabla 2 Escala de importancia.....	24
Tabla 3 Definición de actores.....	26
Tabla 4 Definición de requerimientos no funcionales.....	26
Tabla 5 Flujo del CU-01	28
Tabla 6 Flujo del CU-02.....	29
Tabla 7 Atributos de Calidad.....	42



LISTA DE TABLAS

Ilustración 1 ciclo de desarrollo SCRUM.....	20
Ilustración 2 Diagrama de casos de uso.....	27
Ilustración 3 Diagrama del dominio.	30
Ilustración 4 Modelo de secuencias, A CU-01 B CU-02.	32
Ilustración 5 Diagrama de paquetes de A. casos de uso B. paquetes de clases.	33
Ilustración 6 Modelo de paquetes.	34
Ilustración 7 Modelo de despliegue.....	34
Ilustración 8 Visualización del Plugin en el software ArcMap	35
Ilustración 9 Plataforma del Plugin	36
Ilustración 10 Funcionamiento del Plugin.....	37
Ilustración 11 Funcionalidad del Plugin.....	38
Ilustración 12 Donde Guarda el sistema la Información.	38
Ilustración 13 Prototipo del informe.....	39
Ilustración 14 Información adicional del bloc de notas.....	39
Ilustración 15 Proceso manual.....	43
Ilustración 16 Prototipo automatizado.....	44



RESUMEN

Este trabajo tiene como propósito la automatización de áreas potenciales para posibles PSA bajo la metodología del REAA, con el propósito de realizar el proceso de forma más eficaz, correcta, confiable, eficiente, integra, mantenible y usable, así, ejecutar dicha extensión para cualquier profesional que cuente con los conocimientos teóricos de la metodología.

ABSTRACT

This work aims to automate potential areas for possible PSA under the REAA methodology, with the purpose of performing the process more effectively, correctly, reliably, efficiently, integrate, maintainable and usable, thus, execute such extension for any professional who has the theoretical knowledge of the methodology.



INTRODUCCIÓN

Colombia, según SIAC (2018), es uno de los países nombrados mega diversos, albergando uno de los mayores índices de biodiversidad a nivel mundial. En 1994 el Convenio sobre la Diversidad Biológica – CDB, marco la importancia de generar políticas e iniciativas que ayuden a una adecuada gestión de la biodiversidad, por lo cual en el 2017 nace la resolución 0097 del 24 de enero, que considera a su vez el artículo 8° de la constitución política (1991) y la PNGIBSE, las cuales mencionan la importancia del desarrollo con responsabilidad y sostenibilidad frente a los diferentes ecosistemas presentes en Colombia, por lo cual se abre paso al Registro Único de Ecosistemas y Áreas Ambientales – REAA.

La metodología desarrollada en el REAA es un instrumento que se obtiene empleando sistemas de información geográfica, para mostrar de manera ilustrada, las áreas priorizadas de importancia ecológica a escala regional y local que deben ser incluidas, a su vez muestra las áreas que posee o se encuentra conflictos y presiones. Este proceso de reconocimiento se vuelve una tarea repetitiva y desgastante para los técnicos que se repercute ante el evaluador temático.

Debido a lo anterior se encuentra la importancia de la automatización de tareas que significara beneficios para el análisis de ecosistemas propensos que tendrán la oportunidad de articular y desarrollar incentivos y/o instrumentos económicos en pro de la conservación, así como el pago por servicios ambientales (PSA), compensaciones, entre otros, de esta forma brindar una base importante para la gestión de áreas ecológicas y ecosistemas, teniendo en cuenta las estrategias nacionales y regionales.

**PROYECTO DE GRADO
ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA**



Con el fin de identificar los ecosistemas y áreas importantes ambientales con conflictos o presiones se plantea el desarrollo de una herramienta complementaria bajo el entorno del software - ARCGIS, en donde se realice el cruce de la información que debe cumplir la estandarización dada por Norma ISO 19110, con las áreas de interés definidas por las corporaciones autónomas regionales -CAR. Como se mencionaba anteriormente este proceso es repetitiva y por ende se pueden cometer errores al desarrollarlo, por lo cual es ideal el uso de un plugin que permita automatizar este proceso y generar un reporte de los solapes de las diferentes áreas del REAA vs los conflictos y presiones, que brinde un soporte en la toma de decisiones al profesional temático.



1. GENERALIDADES

1.1 Planteamiento del problema

La velocidad de procesamiento de la información crece constantemente, esta revolución tecnológica compone un mecanismo fundamental para entender nuestra modernidad; el desarrollo de software lleva simultáneamente a favorecer la comunicación con los demás de forma más rápida y precisa. En otras palabras, se pueden prever posibilidades reales de “saltos tecnológicos” que permitan a los países en desarrollo dotarse de tecnologías modernas, cuyo auge, puede incluso, abrir nuevas perspectivas para el desarrollo (Blázquez Entonado, 2001). Junto con esto, el crecimiento exponencial del uso de las tecnologías de la información, facilita el desarrollo de herramientas para afrontar problemas que se creía que no tenían solución con lo desarrollado hasta el momento (Universidad de Valencia, 2007). En este contexto, surge la necesidad de crear nuevas tecnologías o funcionalidades que proporcionen datos, que sean ágiles y veloces (Casanova & Sosa, 2012).

Los SIG constituyen una tecnología que forma parte del ámbito más extenso de los Sistemas de Información, que permiten analizar, evaluar y proponer alternativas de soluciones para la toma de decisiones con respecto a la información espacial y sobre el territorio (Araya et al. 2006). Por tal motivo, surge la necesidad de crear una herramienta que proporcione una solución efectiva para la toma de decisiones, caso ocurrente con la identificación de ecosistemas y áreas ambientales para priorizarlas y efectuar los PSA- Pagos por Servicios Ambientales.

Estas áreas son reconocidas por su importancia ecológica y su alta oferta de Servicios ecosistémicos, representado un alto potencial de uso sostenible como alternativa



de desarrollo para las comunidades locales (medios alternativos de ingresos, mejoramiento del bienestar, entre otros) (WWF, 2014). Mediante la integración de información geográfica (cruce de capas), se identifica las áreas con mayor presión antrópica debido a las dinámicas de transformación y/o por las tensiones sectoriales, de esta forma implementar acciones de conservación (PSA), pero para esto, se establece los pasos que debe realizar para determinar y cuantificar las medidas de compensación por pérdida de biodiversidad, las cuales responden tres inquietudes fundamentales: i) cuánto compensar, ii) dónde compensar y iii) cómo compensar, bajo la jerarquía de la mitigación, es decir, se pueden compensar impactos a la biodiversidad que no puedan ser evitados, mitigados o corregidos (MINAMBIENTE & GIZ, 2016).

Siguiendo las tres inquietudes fundamentales, se establece una de las principales problemáticas: ¿cuál es la capa con mayor valor de biodiversidad y ecosistémica?... para poder responder la incógnita, es importante proporcionar al tomador de decisiones información de los atributos de las capas que se cruzan con presiones antrópicas, para que este, bajo su facultad de evaluador, identifique y priorice el área que representa mayor valor; de esta forma tener una respuesta asertiva a las tres incógnitas. Esta tarea se vuelve ardua y poco efectiva, debido a que la herramienta más útil para este procesamiento es identificar la capa y posteriormente copiar sus atributos en un informe.

1.1.1 Pregunta de investigación

Dado lo anterior se abre la puerta a una nueva incógnita ¿Existe alguna funcionalidad que ayude a crear reportes de cruces de capas para priorizar ecosistemas y áreas ambientales con el fin de generar acciones con los PSA?



1.1.2 Alcance y limitaciones

El plugin dependerá directamente de base de datos de las CAR que deberá estar normalizada según la estructura dispuesta por el REAA de acuerdo a la Norma ISO 19110, a su vez se debe contar con el polígono (.SHP) que será la información del conflicto y/o la presión a evaluar, la información debe estar cargada en el software ARCGIS.

Para realizar el plugin que ejecutara el reconocimiento de áreas que recibirán el beneficio de PSA, se hace necesario definir las reglas de negocio del plugin, los Actores del Sistema, los requerimientos funcionales, el modelo de casos de uso diseñados de acuerdo a las necesidades del sistema y por último los requerimientos no funcionales.

1.2 Justificación

El REAA surge como un mecanismo para priorizar ecosistemas y áreas ambientales a escala regional y local a través de una metodología, dicha metodología está dividida en dos fases, la primera denominada identificación y la segunda priorización. En la fase de identificación se divide en tres componentes, el primero estrategias complementarias de conservación, el segundo en ecosistemas estratégicos determinados por norma nacional y en el tercero es las prioridades de conservación y otras áreas de interés para la conservación, en este último, se busca identificar áreas priorizadas por la CAR para actividades de conservación y compensación. Para identificar estas áreas se realiza procesos reiterativos.

Teniendo en cuenta lo anterior el plugin propuesto tiene como principal objetivo la automatización de uno de los pasos que más se reitera en la fase de identificación, el cual consiste en identificar la zona denominada área de conflictos y presiones, la cual podrá obtener el beneficio PSA, para ello se necesita saber que ecosistemas o áreas importantes se superponen en la zona, dicha información (las capas identificadas) se tiene que depositar y enumerar en un reporte el cual se entrega al temático del área para determinar si el área es apta o no lo es para el beneficio PSA.



Es necesario para la generar el reporte contar con información base correspondiente con áreas de conflictos y presiones, que será evaluada frente a las áreas de prioridades de conservación de interés para la conservación, estos datos tendrán que ser suministrados por las corporaciones regionales y cumplirán el modelo de almacenamiento mediante la Resolución 2182 de 2016. Por las razones anteriormente mencionadas, es importante generar una herramienta software que ayude a la agilización de este proceso ya que la información dada por la metodología del REAA, está en un continuo proceso de actualización. Realizar este proceso toma bastante tiempo por lo extenso y reiterativo del mismo, el reconocimiento de áreas puede llevar alrededor de 3 días, la gran ventaja que tendrá realizar el plugin es reducir estos tiempos a dos horas aproximadamente. Los principales beneficiarios de esta herramienta serán el grupo de expertos de cada autoridad ambiental que tiene como responsabilidad la actualización del REAA.



1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Realizar un plugin en ArcGis para el reconocimiento de áreas potenciales en el REAA y aplicar PSA bajo el decreto 1007 del 2018

1.3.2 Objetivos Específicos

- Identificar los requerimientos funcionales y no funcionales para establecer las reglas de negocio y necesidades.
- Diseñar la arquitectura que responda a las funcionalidades del plugin en ArcGis.
- Desarrollar el plugin con el fin de automatizar y agilizar procesos de áreas potenciales para el REAA.
- Evaluar la funcionalidad y usabilidad del plugin para generar reportes con la información de cruce de capas.



2. MARCOS DE REFERENCIA

2.1 Marco conceptual

- **Plugin:** es aquella aplicación que, en un programa informático, añade una funcionalidad adicional o una nueva característica al software (Instituto Nacional de Ciberseguridad, 2011).
- **GDB:** es una colección de datasets geográficos de varios tipos, contenida en una carpeta de sistema de archivos común (ESRI, 2018).
- **PSA:** Los pagos por servicios ambientales se distinguen como instrumentos innovadores para el manejo de los recursos naturales, que han servido para revertir la pérdida de biodiversidad y de cuencas hidrográficas ocasionadas por el uso no sostenible de la tierra (Departamento de Desarrollo Sostenible de la Organización de los Estados Americanos, 2005)
- **UML:** Lenguaje Unificado de Modelado indica cómo crear y leer los modelos, entre sus objetivos se encuentra: visualizar, especificar, construir y documentar, así este lenguaje indica cómo crear y leer los modelos (Hernández Orallo, 2009).
- **Arquitectura de software:** vista del sistema que incluye los componentes principales del mismo, la conducta de esos componentes según se la percibe desde el resto del sistema y las formas en que los componentes interactúan y se coordinan para alcanzar la misión del sistema (Billy Reynoso, 2004).
- **ArcGIS:** es el nombre de un conjunto de productos de software en el campo de los Sistemas de Información Geográfica o SIG. Producido y comercializado por ESRI, bajo el nombre genérico ArcGIS se agrupan varias aplicaciones para la



captura, edición, análisis, tratamiento, diseño, publicación e impresión de información geográfica (ESRI, 2016).

- **REAA:** Registro de ecosistemas y áreas ambientales identifica y prioriza ecosistemas y áreas ambientales del territorio nacional, con excepción de las áreas protegidas registradas en el Registro Único Nacional de Área Protegidas (RUNAP), en las que se podrán implementar Pagos por Servicios Ambientales (PSA) y otros incentivos y/o instrumentos orientados a la conservación (SIAC, 2017).
- **Usabilidad:** Es la medida de la calidad de la experiencia que tiene un usuario cuando interactúa con un producto o sistema (Sanchez, 2011).
- **CAR:** Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible, son entes corporativos de carácter público, integrados por las entidades territoriales, encargados por ley de administrar dentro del área de su jurisdicción, el medio ambiente y los recursos naturales renovables (MINAMBIENTE, 2019).
- **Python:** Es un lenguaje de programación interpretado de portotipado dinámico cuya filosofía hace hincapié en una sintaxis que favorezca un código legible. Se trata de un lenguaje de programación multiparadigma y disponible en varias plataformas (Fred L. Drake, 2009).
- **Shapefile:** Es un formato sencillo y no topológico que se utiliza para almacenar la ubicación geométrica y la información de atributos de las entidades geográficas. Las entidades geográficas de un Shapefile se pueden representar por medio de puntos, líneas o polígonos (ESRI, 2016)
- **Áreas potenciales:** Este proceso parte de la depuración de los listados de sitios de ecosistemas y áreas ambientales. Estas áreas parten de la modelación de las distribuciones potenciales de cada especie de interés; mapeo de áreas relacionadas



con pesca artesanal y el componente temático de conflictos y presiones (Villegas, 2006).

- **Conflicto ambiental:** Se identifica como las controversias de información, intereses o valores entre al menos dos grupos independientes, referidas a cuestiones relacionadas con el acceso, disponibilidad y calidad de los recursos naturales y de las condiciones ambientales del entorno que afectan la calidad de vida de las personas (Mariana, 2009).
- **Presión ambiental:** Consumo, emisión o transformación del sistema terrestre ejercido por las actividades humanas con capacidad de generar impacto ambiental, indicando la contribución potencial de cada agente social (Jordi , 2010).

2.2 Marco teórico

Para la implementación del registro de ecosistemas y áreas ambientales a escala regional y local, es necesario contar con un marco conceptual sólido que soporte la identificación y priorización de dichas áreas con miras a la implementación de esquemas de PSA y otros incentivos e instrumentos a la conservación en Colombia.

El modelo parte de los elementos conceptuales identificados en las metodologías analizadas, articuladas con los propósitos establecidos en la Política Nacional de Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos – PNGIBSE (MINAMBIENTE, 2012), relacionados con la conservación de la Biodiversidad, el suministro de los servicios ecosistémicos, y su gestión, de manera que se asegure la distribución justa y equitativa de sus beneficios, para contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de la población.



La PNGIBSE reconoce los ecosistemas estratégicos como sistemas socioecológicos donde existen relaciones complejas entre la naturaleza y la sociedad, en la que la oferta de servicios ecosistémicos, está mediada por un lado por conflictos y presiones territoriales y por el otro lado por los instrumentos y estrategias que la sociedad ha diseñado para gestionar de una manera sostenible la biodiversidad. En éste sentido se construyó un modelo conceptual que agrupa criterios de identificación y priorización de áreas a ser incluidas en el REAA, en tres componentes temáticos: servicios ecosistémicos, gestión de la biodiversidad y conflictos y presiones.

En el modelo conceptual la oferta de servicios ecosistémicos esta mediada por la interacción entre los componentes de conflictos y presiones y gestión de la biodiversidad. Esto se planeta bajo la premisa que en la medida en que exista mayor nivel de gestión de la biodiversidad va a aumentar la oferta de servicios ecosistémicos, por el contrario, en la medida en que la gestión de la biodiversidad disminuye, hay una mayor posibilidad que aumenten los conflictos y presiones, disminuyendo la oferta de servicios ecosistémicos. Así se espera que la oferta de servicios ecosistémicos aumenta en las áreas con mayor gestión de la biodiversidad y disminuye en las áreas donde predominan los conflictos y presiones territoriales.

La acción directa de las actividades humanas de asentamiento, producción y extracción sobre los ecosistemas y áreas ambientales, ha ocasionado que se superen, o se esté cerca de superar, los límites de transformación o extracción de los sistemas naturales, superando umbrales de estabilidad y cambio, generando nuevos estados, donde el bienestar humano se está viendo amenazado, o incluso, gravemente afectado. Estas actividades humanas actúan como conflictos y presiones que ocasionan la transformación de los



ecosistemas naturales y pérdida de la biodiversidad que resulta en escenarios de cambio global ambiental (MINAMBIENTE, 2012).

En éste sentido, el país ha incorporado éste tema en las políticas ambientales nacionales, tal como se encuentra en PNGIMBSE, donde se identificaron factores directos e indirectos que causan pérdida de la biodiversidad. En el Informe Nacional sobre el Estado de la Biodiversidad INSEB se definieron causas directas de pérdida de biodiversidad a través de fragmentación y extinción, e indirectas en procesos sociales (Chaves S. & Arango V, 1998). El Informe Nacional sobre el Estado de Conocimiento de la Biodiversidad 1998-2004 – NACIB presentó la pérdida de la biodiversidad con causas directas y subyacentes (Chaves & Santamaría, 2006).

Los conflictos y presiones de un territorio, se expresan a través de motores de transformación directos e indirectos; los primeros se refieren a presiones que afectan directamente la biodiversidad y la prestación de servicios ecosistémicos, y los indirectos se refieren a aspectos, patrones o procesos que influyen de manera colateral o exógena la transformación y pérdida de biodiversidad en el territorio. En términos generales, en el país se identifican los principales motores directos e indirectos de transformación y pérdida de biodiversidad (MINAMBIENTE, 2012)

Para el caso del registro de áreas en el REAA y la toma de decisiones de una autoridad ambiental sobre donde implementar un incentivo económico, se propone la modelación espacial del componente de conflictos y presiones para cada una de las corporaciones ambientales regionales. Este componente permite a las autoridades ambientales evidenciar los conflictos y presiones en su jurisdicción y contar con más



elementos de soporte para la toma de decisiones, sobre dónde invertir un incentivo o instrumento económico para la conservación.

2.3 Marco jurídico

Con el objetivo de ordenar las actividades productivas y promover espacios de conservación para la implementación de instrumentos e incentivos económicos por fuera del RUNAP, el ministerio de ambiente reglamentó la creación del “Registro Único de Ecosistemas y Áreas Ambientales –REAA–”, mediante la Resolución 097 de 2017, como una herramienta informativa, dinámica cuyo objetivo es identificar y priorizar ecosistemas y áreas ambientales del territorio nacional en las que se podrán implementar Pagos por Servicios Ambientales (PSA) y otros incentivos a la conservación, que no se encuentren registradas en el “Registro Único Nacional de Áreas Protegidas – RUNAP”, así dar cumplimiento al decreto 1007 del 2018.

Para el buen desarrollo de áreas en ecosistemas y áreas de importancia ambiental es fundamental compilar, evaluar y estructurar la información geográfica de las autoridades ambientales necesaria para iniciar las actividades de procesamiento de datos y análisis espacial. Los resultados asociados a la identificación y priorización de áreas ambientales, dependen en gran medida de la calidad de la información. Por otra parte, es necesario que todas las autoridades ambientales adopten como único Datum oficial de Colombia el Marco Geocéntrico Nacional de Referencia MAGNA-SIRGAS establecido como Datum oficial por el IGAC, mediante resolución 068 de 2005.

Para dar cumplimiento a la estructuración, la información que se requiera evaluar para el realizar los incentivos PSA, deben cumplir con la resolución 2182 de 2016 para estandarizar Modelo de Almacenamiento Geográfico contenido en la Metodología



**PROYECTO DE GRADO
ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA**

General para la presentación de Estudios Ambientales y en el Manual de Seguimiento Ambiental de Proyectos, asegurando de esta manera manejar una misma base informacional y Datum geográfico, que evite la ambigüedad e imprecisión de los análisis que de esta información se derivan.

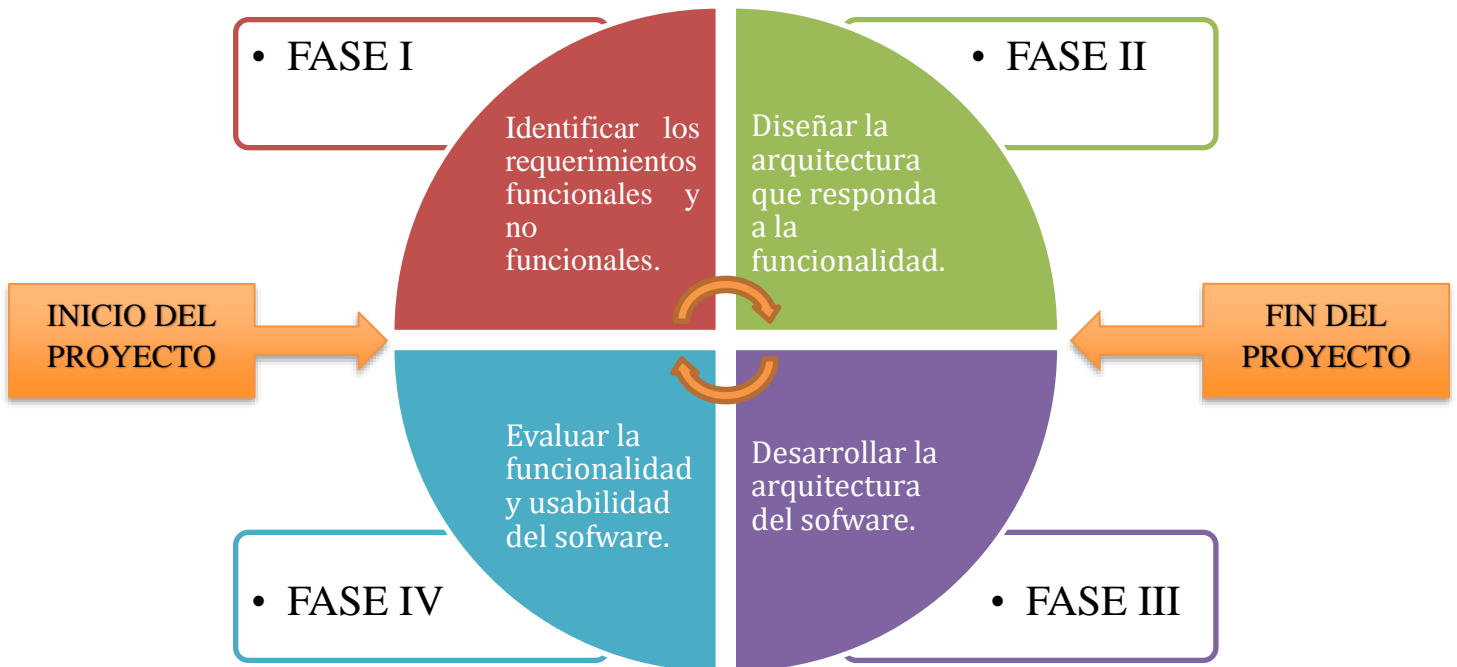
Es importante y necesario garantizar que la estructuración de la información se realice bajo estándares adoptados por la ICDE dentro de las cuales se encuentra la ISO 19110, 19115 y la 17 NTC 4611. Norma ISO 19110, la cual especifica la metodología para determinar la estructura (catálogo), por la que se organizan los tipos de objetos geográficos, sus definiciones y características (atributos, relaciones y operaciones); la adaptación de los estándares establecidos por la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales – ICDE.

La implementación de este desarrollo tecnológico y el cumplimiento de la normatividad anteriormente mencionada, se realiza con el fin de cumplir la Ley 23 de 1973 Art. 8 donde el gobierno adoptará las medidas necesarias para coordinar las acciones de las entidades gubernamentales que directa o indirectamente adelantan programas de protección de recursos naturales y la ley 165 de 1994 el cual tiene por objetivo la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos. Así cumplir con el Artículo 8° de la 27 Normatividad Ambiental en el Control Fiscal en Colombia: “(...) donde el estado y las personas tienen como obligación proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación”.



3. METODOLOGÍA

Para el desarrollo de una herramienta automatizada se utilizó metodologías ágiles caracterizadas por ser adaptables en un entorno cambiante del sistema durante tiempos cortos, pero con altos niveles de calidad; para el presente desarrollo se utilizará la metodología tipo SCRUM por ser ágil y adaptable con facilidad a los cambios de requerimientos, teniendo dos particularidades principales: presencia de sprints y reuniones cortas constantes. A continuación, en la Ilustración 1, se presenta el proceso que se llevara a cabo para desarrollar el sistema que abarcara los requerimientos para desarrollar el Plugin.



*Ilustración 1 ciclo de desarrollo SCRUM.
Fuente: elaboración propia*

La selección de la metodología de trabajo ágil implica un tiempo corto para el desarrollo de la herramienta, aplicando la estrategia la refactorización la cual permite la



ejecución de todas las fases definidas de manera rápida, permitiendo que el producto cumpla con los elementos de funcionalidad requeridos.

Un proceso de software (Ilustración 1), es una serie de actividades relacionadas que conduce a la elaboración de un producto (CGN, 2017). Existen muchos diferentes procesos, que como indica Humphrey todos deben determinar “*el conjunto completo de actividades de ingeniería de software necesarias para transformar los requerimientos del usuario en software*” (Casallas & Yie, 2007). Como indica Sommerville (2011), cada actividad comprenderá:

3.1 Fases del proyecto

3.1.1 Fase I: Identificar los requerimientos funcionales y no funcionales.

La especificación de requerimientos: consiste en un proceso de comprender y definir qué servicios son requeridos en el sistema, así como la identificación de las restricciones sobre la operación y su desarrollo. A su vez, divide este proceso en cuatro actividades:

- a.** Estudio de factibilidad: se estima las necesidades del usuario.
- b.** Obtención y análisis de requerimientos: derivar los requerimientos del sistema.
- c.** Especificación de requerimientos: se transcribe la información recopilada durante la actividad de análisis, en un documento que define un conjunto de requerimientos.
- d.** Validación de requerimiento: verifica que los requerimientos sean realistas, coherentes y completos.



3.1.2 Fase II: Diseñar la arquitectura que responda a la funcionalidad

se convierte las especificaciones en un sistema ejecutable, es decir, se realiza una descripción de la estructura, empleando cuatro actividades, que, aunque se definirán, solo se realizaron las tres primeras:

- a. Diseño arquitectónico:* aquí se identifica la estructura global del sistema, los principales componentes con sus relaciones y cómo su distribución.
- b. Diseño de interfaz:* en éste se definen las interfaces entre los componentes de sistemas. Esta especificación de interfaz no tiene que presentar ambigüedades.
- c. Diseño de componentes:* en éste se toma cada componente del sistema y se diseña cómo funcionará.
- d. Diseño de base de datos:* donde se diseñan las estructuras del sistema de datos y cómo se representarán en una base de datos.

3.1.3 Fase III: Desarrollar la arquitectura del software.

UML es un lenguaje de especificación el cual posee una gramática determinada. En general UML se ha convertido en el estándar de facto para la representación de software orientado a objetos durante todo el ciclo de desarrollo, tanto como forma de documentación (Medina Pasaje, 2005).

En el desarrollo de este trabajo, se desarrolla la arquitectura mediante el Lenguaje de Modelado que abarca su aplicación, permitiendo visualizar el sistema permite sin codificación, que abarcara, Elementos Estructurales, Elementos de comportamiento, Elementos de agrupación, Elementos de anotación, Relaciones y Diagramas



3.1.4 Fase IV: Evaluar la funcionalidad y usabilidad del software.

El modelo de calidad establece la evaluación del producto, de acuerdo a la Norma ISO 25010 se determinan las características de calidad que se van a tener en cuenta a la hora de evaluar las propiedades de un producto software determinado.

La calidad del producto software se interpreta como el grado en que dicho producto satisface los requisitos de sus usuarios aportando de esta manera un valor. Son precisamente estos requisitos (funcionalidad, rendimiento, seguridad, mantenibilidad, etc.) los que se encuentran representados en el modelo de calidad, el cual categoriza la calidad del producto en características y subcaracterísticas. El modelo de calidad del producto definido por la ISO/IEC 25010 se encuentra compuesto por las ocho características de calidad que se muestran:

Tabla 1 Atributos de Calidad.

CALIDAD DEL PRODUCTO SOFTWARE		
CRITERIOS	METRICAS	ATRIBUTOS
Aprendizaje	Facilidad de aprendizaje	Tiempo que tarda para terminar el proceso
		Lenguaje
	Comprensibilidad	Tiempo que se tarda en entender el funcionamiento el usuario
		Reconocimiento del usuario
	Recordación	Como utilizarlo
Interoperable	Atracción	Satisfacción del usuario con la interacción
		Satisfacción del usuario con los resultados
Contenido	Comunicación	Estética
	Accesibilidad	Compatibilidad
		Idiomas
Eficiencia	Velocidad y medios	Tiempo de respuesta
	Desempeño humano	Comandos a utilizar
		Frecuencia con la que el usuario solicita a la ayuda
		Tiempo en errores
Eficacia	Diagnóstico de errores	Mensajes de error

Autor: Adopción Norma ISO 25010.



De acuerdo a la Tabla 1 Atributos de Calidad., se realiza la evaluación de usabilidad del plugin, tomando como referencia las métricas y atributos, los cuales tuvieron mayor acopamiento al producto de software, a continuación, se muestra el valor de importancia por cada atributo, Tabla 2 Escala de importancia.

Tabla 2 Escala de importancia

CRITERIO	PESO
Excelente	5
Bueno	3
Regular	2
Malo	0

Autor: Yanquén & Otálora, 2015



4. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

4.1 Diseño de la propuesta

4.1.1 Reglas de Negocio

- Regla 1:** Para que el sistema realice el proceso, le corresponde al usuario contar con la información en el panel de capas del software ArcGis.
- Regla 2:** La información que utilizará el sistema debe estar en formato shape (SHP).
- Regla 3:** El sistema deberá aceptar información con geometría: punto, línea y polígono.
- Regla 4:** Todas las capas a utilizar deben estar en el mismo sistema de referencia.
- Regla 5:** Se debe proporcionar un informe organizado de los cruces efectuados entre capas, indicando el área de sobreposición.
- Regla 6:** Todas las capas (excepto la base) deben encontrarse en la GDB, ya que, al realizar la metodología del REAA, se obliga a la autoridad ambiental a utilizar dicha base de almacenamiento de acuerdo a la Norma ISO 19110. De igual forma:
- No se deben renombrar ni quitar campos del modelo en las capas o tablas presentadas con información.
 - Las coordenadas de los campos con geometría punto, al igual que las áreas deben estar calculadas en el origen local (Resolución 399 de 2011 del IGAC)

4.1.2 Definición de Actores

A continuación, se presenta los actores que tendrá interacción con el sistema:



Tabla 3 Definición de actores

NOMBRE	CORPORACIONES AUTÓNOMAS REGIONALES	AC-001
DESCRIPCIÓN	Representa el usuario que hace uso del sistema.	
CAPACIDADES	<ul style="list-style-type: none"> - Define la capa base que será el área de análisis y la posición en el panel de capas. - Define la base de datos que requiere analizar. - Define el estado (encendida/apagada) de la capa. - Da inicio al proceso dando clic al sistema. 	

Autor: elaboración propia.

4.1.3 Especificaciones de Requerimientos de Software

4.1.3.1 Requerimientos funcionales

A continuación, se presentará las capacidades que debe cumplir el sistema solicitado por el usuario:

- Generar reportes de la información (capas) que se active por sobreposición, contemplando todos sus atributos y el área de solape entre ellas
- Proporcionar un reconocimiento de las áreas propensas a implementar acciones (PSA) bajo el decreto 1007 del 2018.
- Disponer el reporte en una ruta específica.

4.1.3.2 Requerimientos no funcionales

Posteriormente, se presentan los requerimientos que restringirá el sistema del plugin, los cuales se discriminaron en dos grupos, el primero se refiere a requerimientos del producto y el segundo a requerimientos organizacionales:

Tabla 4 Definición de requerimientos no funcionales.

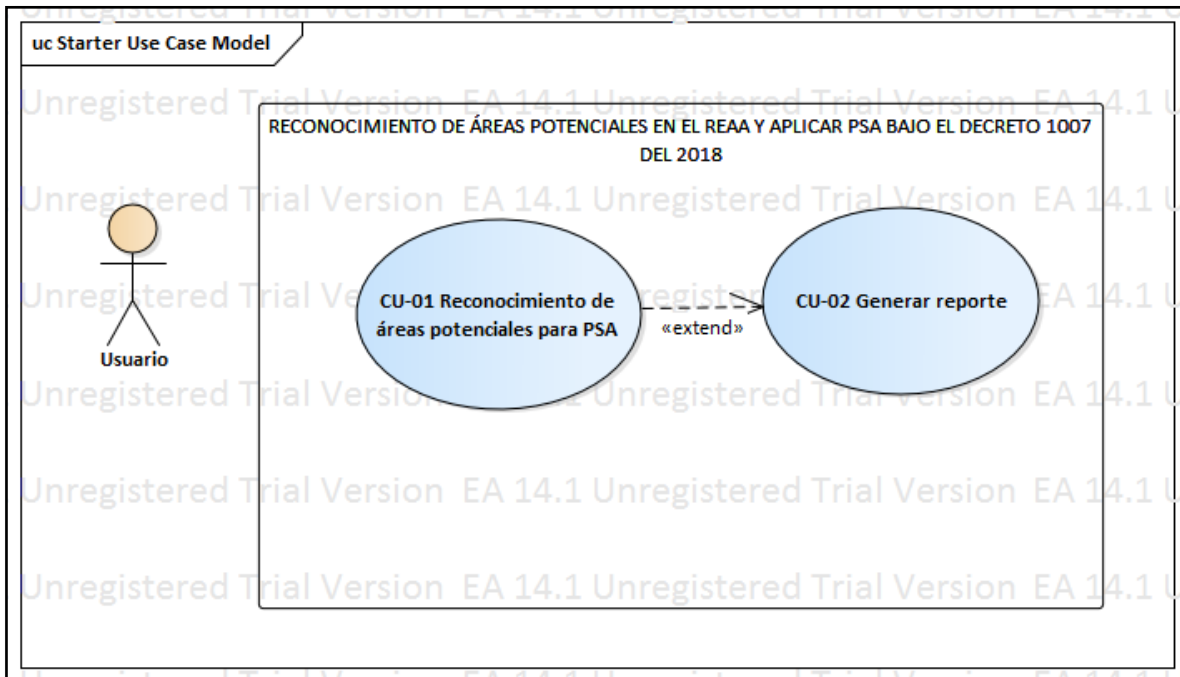
ÍTEM	DESCRIPCIÓN
I. REQUERIMIENTOS DEL PRODUCTO	
Usabilidad	La solución debe ser de fácil entendimiento de tal forma que se reduzcan los tiempos de entrenamiento, soporte y prueba por parte del usuario.
	Debe ser intuitivo para el usuario, sin interfaces que afecte la finalidad del sistema por manipulación del usuario.



ÍTEM	DESCRIPCIÓN
	La capa que se sobreponen debe activarse automáticamente.
	El sistema debe estar implementado en idioma español.
	Que el usuario, no necesite recurrir a la ayuda en caso de no recordar el uso de la herramienta.
	En la información de la herramienta debe ser explicativo.
	La herramienta debe soportar el aprendizaje colaborativo.
	El sistema debe ser accedido por el usuario a través de una aplicación o nueva característica del software.
Eficiencia	El sistema durante su operación desactivará la capa que este duplicada.
Confiabilidad	Certificar la lógica del flujo de eventos asociado a cada proceso de validación frente a la GDB realizada por el usuario.
Accesibilidad	El diseño debe estar encaminado a cumplir las guías básicas de ArcGis.
II. REQUERIMIENTOS ORGANIZACIONALES	
Desarrollo	Deberá realizarse bajo las reglas de estilo P8P correspondientes a python.

Autor: elaboración propia.

4.1.4 Diagrama de Casos de Uso



*Ilustración 2 Diagrama de casos de uso.
 Fuente: elaboración propia*



4.1.4.1 CU-01

Tabla 5 Flujo del CU-01

NOMBRE		Reconocimiento de áreas para PSA.		IDENTIFICADOR	CU-001	
ITERACIÓN		Finalizar	PRIORIDAD	Alta	TIPO	Necesario
RESUMEN						
Proporciona al usuario un reconocimiento de las áreas más importantes a nivel ecosistémico y ambiental, para proporcionar PSA debido a impactos antrópicos.						
ACTOR(ES)						
Primario(s)		Usuario		Soporte		
INFORMACIÓN NECESARIA						
Información		Capas formato shape		Responsable(s)	Usuario	
Flujo	Ítem	Características			Evento	
Entrada	Capa base	Esta capa indicara las presiones antrópicas (minería, cultivos ilícitos, etc.) Debe estar siempre activa y en la primera posición en el panel de capas.			El sistema opera con éxito.	
Entrada	Capas generadoras	Estas capas, representaran las reas con riqueza de biodiversidad y ecosistémica. Deben estar todas en un mismo estado: encendida o apagada.			El sistema opera con éxito.	
FLUJO PRINCIPAL						
Flujo	Paso	Acción	Escenario			
1	1	Usuario	Inicializa el plugin, da clic en el ícono.			
	2	Sistema	Cambia el estado de la capa que presenta sobreposición y calcula el área de solapamiento.			
	3	Usuario	Da clic en Ok.			
FLUJO ALTERNATIVO						
Flujo	Paso	Acción	Escenario			
1	1					
FLUJO DE EXCEPCIÓN						
Flujo	Paso	Acción	Escenario			
1	1	Usuario	Selecciona una capa que no es tipo shape.			
	2	Sistema	Muestra un mensaje de alerta notificando error de archivo.			
2	1	Usuario	Las capas generadoras no se encuentran en un mismo estado: encendida o apagada.			
	2	Sistema	El sistema no ejecuta el proceso.			
3	1	Usuario	No ubica la capa base en la primera posición.			
	2	Sistema	El sistema no ejecuta el proceso.			
4	1	Usuario	No ubica ninguna capa en panel de capas.			
	2	Sistema	El sistema no ejecuta el proceso.			
PUNTO(S) DE EXTENSIÓN						
CU-002 Generar reporte.						
PUNTO(S) DE INCLUSIÓN						
DESENCADENADOR(ES)						
1. La necesidad de generar un proceso que identifique áreas para proporcionar PSA de varias capas de manera rápida y eficaz; además de denotar el área que se solapa.						

**PROYECTO DE GRADO
ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA**



NOMBRE	Reconocimiento de áreas para PSA.	IDENTIFICADOR	CU-001
SUPUESTO(S)			
<ol style="list-style-type: none"> El plugin está correctamente descargado e instalado El usuario tendrá la información requerida debidamente desarrollada según criterios del ANLA. 			
PRECONDICIÓN(ES)			
<ol style="list-style-type: none"> El usuario tiene desplegadas todas las capas que necesite involucrar para que se genere el análisis. El usuario activará la capa base y la asegurará que esta se encuentra primera posición del panel de capas. 			
POSTCONDICIÓN(ES)			
REGLA(S) DE NEGOCIO RELACIONADA(S)			
<ol style="list-style-type: none"> Regla 1 Regla 2 Regla 3 Regla 4 Regla 6 			

Fuente: elaboración propia

4.1.4.2 CU-02

Tabla 6 Flujo del CU-02

NOMBRE	Generar reporte.		IDENTIFICADOR	CU-002	
ITERACIÓN	Finalizar	PRIORIDAD	Alta	TIPO	Necesario
RESUMEN					
Proporciona al usuario un reporte de los cruces de capas enlistándolas con sus respectivos atributos y el área que se solapa.					
ACTOR(ES)					
Primario(s)	Usuario		Soporte		
INFORMACIÓN NECESARIA					
Información	Capas formato shape		Responsable(s)	Usuario	
Flujo	Ítem	Características	Evento		
Entrada	Áreas reconocidas	Se debe haber efectuado en su totalidad y de manera exitosa el caso de uso CU-001.	Se proporciona el reporte.		
FLUJO PRINCIPAL					
Flujo	Paso	Acción	Escenario		
1	1	Usuario	Debe haber realizado el proceso de reconocimiento de áreas a través de la herramienta.		
	2	Sistema	Abre una ventana emergente indicando al usuario la ubicación del reporte.		
	3	Usuario	Da clic en Ok.		
FLUJO ALTERNATIVO					
Flujo	Paso	Acción	Escenario		
1	2				
FLUJO DE EXCEPCIÓN					
Flujo	Paso	Acción	Escenario		
1	1	Sistema	No opera con éxito el proceso anterior.		
PUNTO(S) DE EXTENSIÓN					
PUNTO(S) DE INCLUSIÓN					
DESENCADENADOR(ES)					



NOMBRE	Generar reporte.	IDENTIFICADOR	CU-002
1. La necesidad de generar reportes con información organizada de manera rápida y eficaz.			
SUPUESTO(S)			
1. El plugin se realiza correctamente.			
PRECONDICIÓN(ES)			
1. Se debe a ver iniciado el plugin de manera exitosa.			
POSTCONDICIÓN(ES)			
1. El usuario cuenta con la información descargada del reporte en una ruta determinada en el sistema			
REGLA(S) DE NEGOCIO RELACIONADA(S)			
1. Regla 5			

Fuente: elaboración propia

4.1.5 Arquitectura

Elementos lógicos o físicos que ayudan a entender el problema, escritos en el lenguaje del cliente y se nombran con sustantivos para su representación.

4.1.5.1 Modelo Del Dominio

Interfaz: esta clase muestra la comunicación entre la interfaz y el generador de las áreas potenciales PSA. Algunas funciones identificadas inicialmente del sistema corresponden a la identificación de sobreposición (Intersectar Capas), cálculo de áreas que se intersecta (Calcular área), entre otras. Las áreas potenciales PSA Corresponde a la clase que contiene el conjunto de operaciones que se ejecutan para llegar al producto (Identificación de AP-PSA).

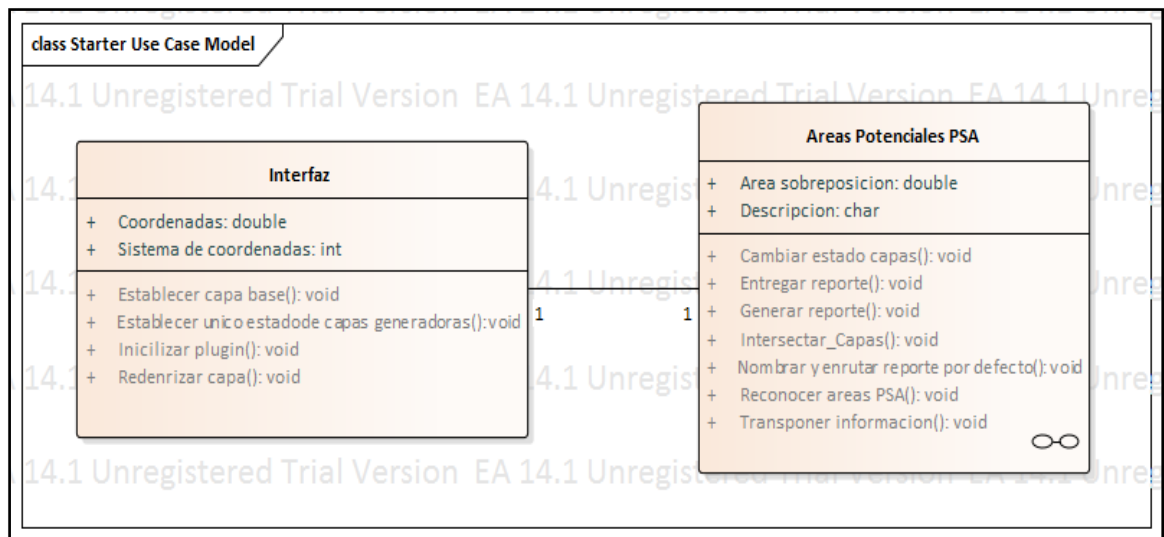


Ilustración 3 Diagrama del dominio.

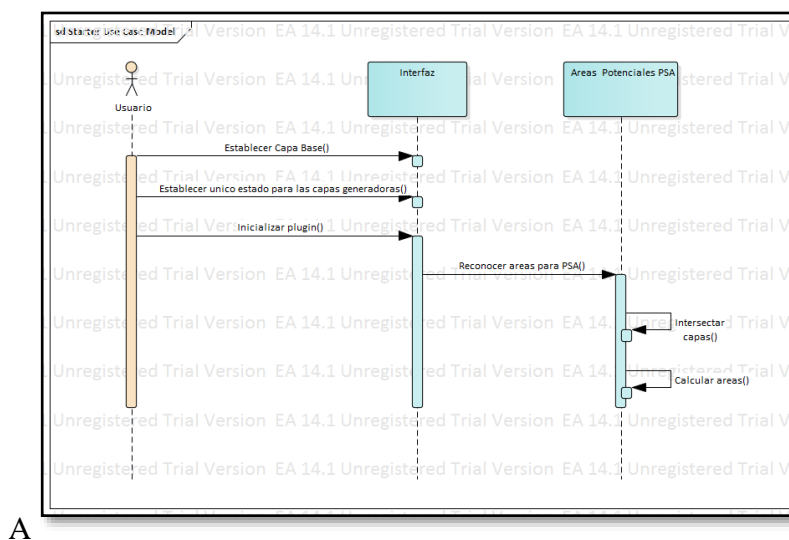
Fuente: elaboración propia



4.1.5.2 Modelo De Interacción

Para el plugin Áreas Potenciales PSA existe dos casos de uso, el primero el cual es AP- PSA donde el usuario antes de acceder al plugin, definirá su capa base y un estado único de sus capas generadoras (103), provenientes de la GDB-REAA Norma ISO 19110, el usuario accederá al plugin, donde éste comienza el reconocimiento de las áreas para PSA, además de intersectar capas y calcular el área de solape existente entre las capas.

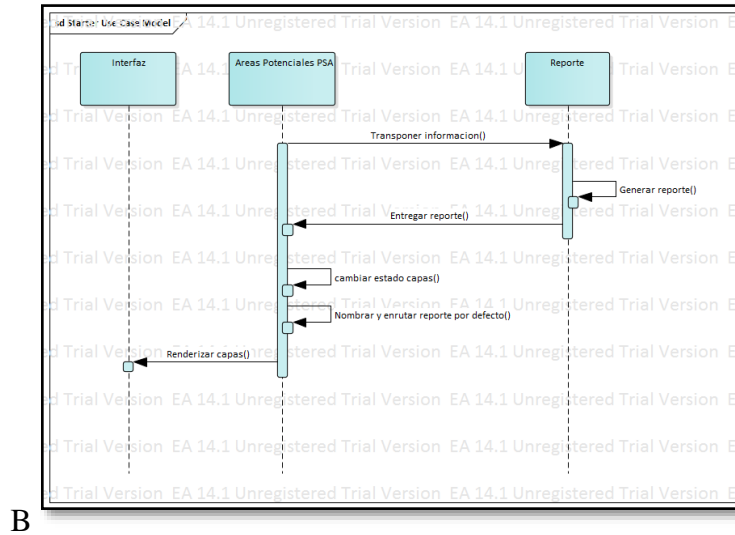
El segundo caso de uso que es generar reporte, este ejecutara transponer la información y generar reporte, les entrega esta información a AP-PSA, este se encarga de cambiar el estado de las capas que presente intercepción (capa base y capas generadoras), donde, finalmente se produce un mensaje en la interfaz para el usuario indicando donde se encuentra guardado el reporte en el equipo. Para enfatizar y generar un análisis amplio en lo descrito anteriormente, a continuación, se presenta los dos modelos que representan los flujos de los dos casos de uso.



A



PROYECTO DE GRADO ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA



B

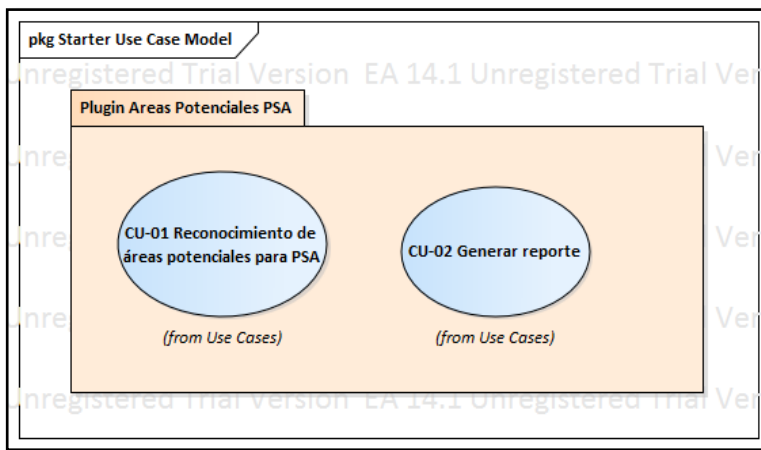
*Ilustración 4 Modelo de secuencias, A CU-01 B CU-02.
Fuente: elaboración propia*

4.1.5.3 Modelo De Paquetes

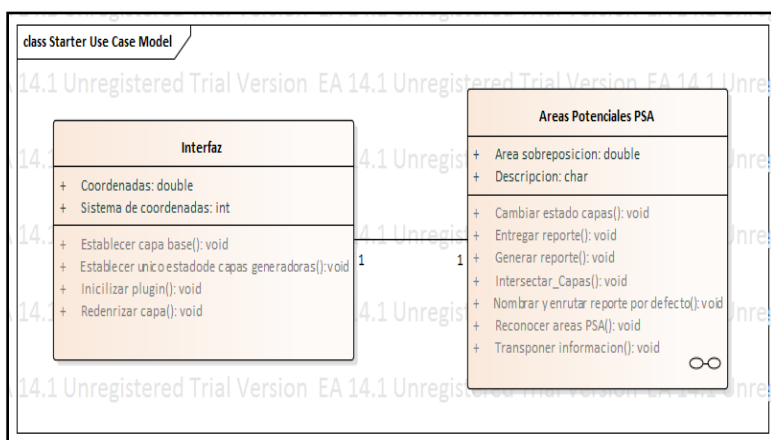
Para el diagrama de paquetes de casos de uso, al contar con dos casos de uso y uno es una extensión del otro se crea un solo paquete para representarlos, caso ocurrido en el diagrama de paquetes de clases, donde se realiza un paquete para las dos clases, donde se identifican como elementos con funciones muy dependientes entre sí. Se tiene un paquete de clases que se llama plugin, la interfaz hace referencia a la parte de disposición de insumos y visualización de los mismos, y las áreas para PSA permitirán ejecutar todos los procesos para identificar áreas para PSA y generar el reporte del mismo.



PROYECTO DE GRADO ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA



A



B

Ilustración 5 Diagrama de paquetes de A. casos de uso B. paquetes de clases.
Fuente: elaboración propia

4.1.5.4 Arquitectura física, Modelo De Componente

Define el comportamiento del sistema que se está modelando. El plugin AP-PSA recibe la información base contenida en una geodatabase y la información de la capa base en formato shape para poder inicializar el plugin es necesaria esta información.

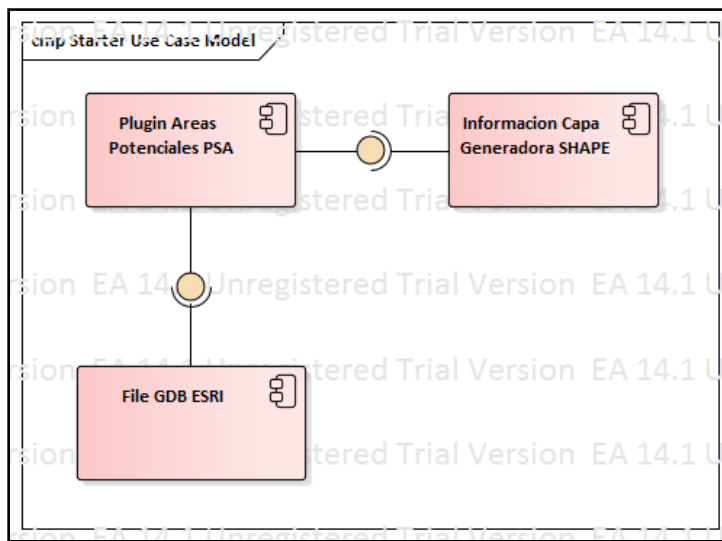


Ilustración 6 Modelo de paquetes.
Fuente: elaboración propia

4.1.5.5 Arquitectura de hardware, Modelo De Despliegue

En este modelo se muestra las partes físicas de la aplicación y las interacciones entre ellas, en nuestro caso el desarrollo de plugin AP-PSA. En este contexto tenemos la extensión contenida en el Software ArcGis, que será un nodo contenido dentro del nodo de la PC, la File GDB-ESRI y el plugin, como se muestra en la imagen, interactuaran por el nodo de la PC.

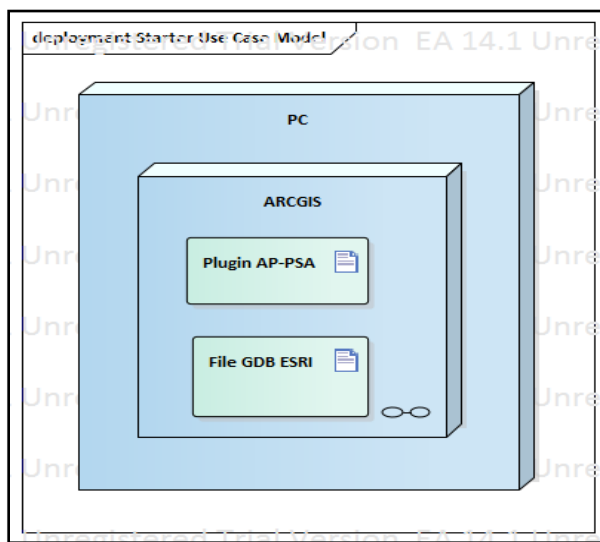


Ilustración 7 Modelo de despliegue.
Fuente: elaboración propia



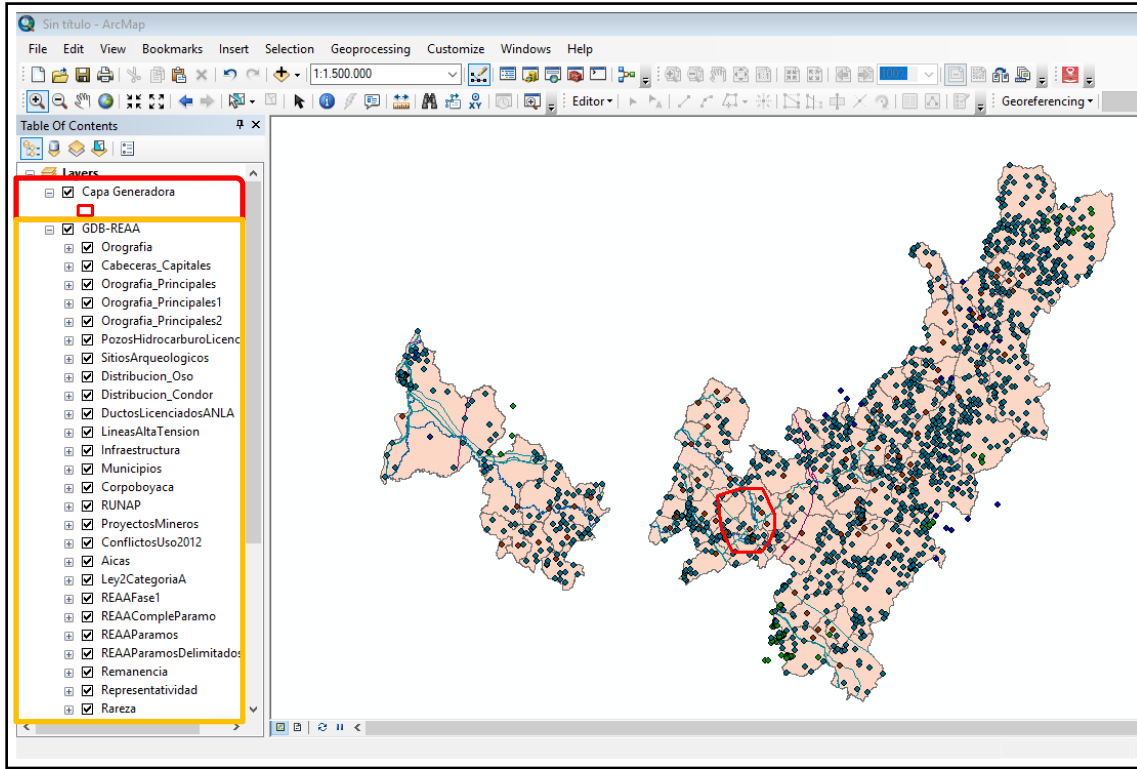
4.2 Moockup, Funcionalidad y Usabilidad

Para este complemento se utilizó la interfaz gráfica de ArcGis, con el fin que el usuario interactúe de manera fácil, después de su correcta instalación en el software, para esto el usuario contara con un manual de usuario (Ver Anexo x). Luego de la instalación, el usuario deberá activar el plugin como un complemento del software, de esta forma aparecerá en la barra de herramienta de ArcMap, Ver Ilustración 8.



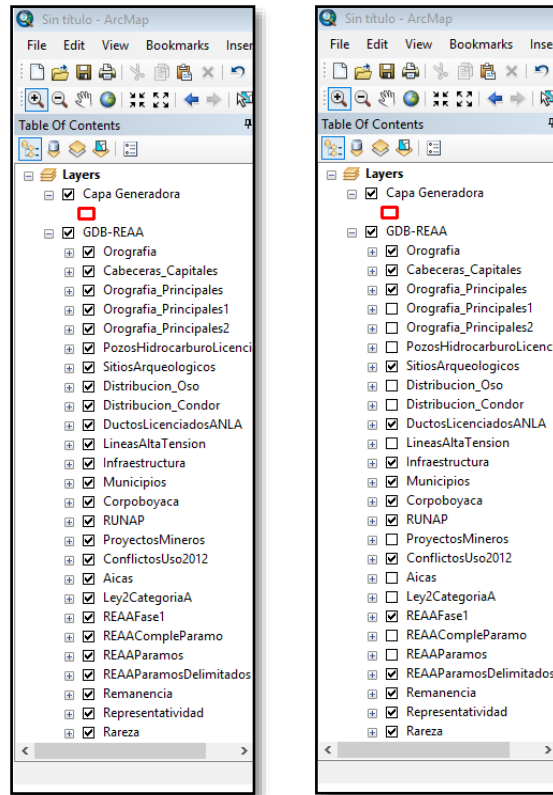
*Ilustración 8 Visualización del Plugin en el software ArcMap
Fuente: elaboración propia*

A continuación, el usuario deberá desplegar la información necesaria para que la extensión funcione correctamente, en este caso debe cargar la capa generadora y la Geodatabase REAA, es necesario para el correcto funcionamiento que el usuario ubique la capa generadora o capa a analizar en primera posición color rojo y en segunda posición la GDB REAA color naranja dentro del software. Además, todas las capas se deben encontrar en el mismo estado ya sea todas apagadas o todas encendidas, Ver Ilustración 9.



*Ilustración 9 Plataforma del Plugin
Fuente: elaboración propia*

En seguida el usuario debe dar clic izquierdo sobre el complemento para ejecutarlo, no se desplegará ninguna interfaz gráfica o ventana emergente. El plugin se ejecutará automáticamente y se verá el cambio del estado de cada una de las capas, para este caso ya que todas las capas están activas el plugin cambiara el estado de las capas que no presenten cruce con la capa generadora solo dejando encendidas la que presenten cruces con el fin de que el usuario pueda generar de manera más fácil una salida gráfica. Ver Ilustración 10.



*Ilustración 10 Funcionamiento del Plugin
Fuente: elaboración propia*

Cuando la extensión haya finalizado aparece una ventana emergente con un mensaje de terminación del proceso y le dirá al usuario la ruta donde se almacenó el informe en un formato de block de nota, Ver Ilustración 11.

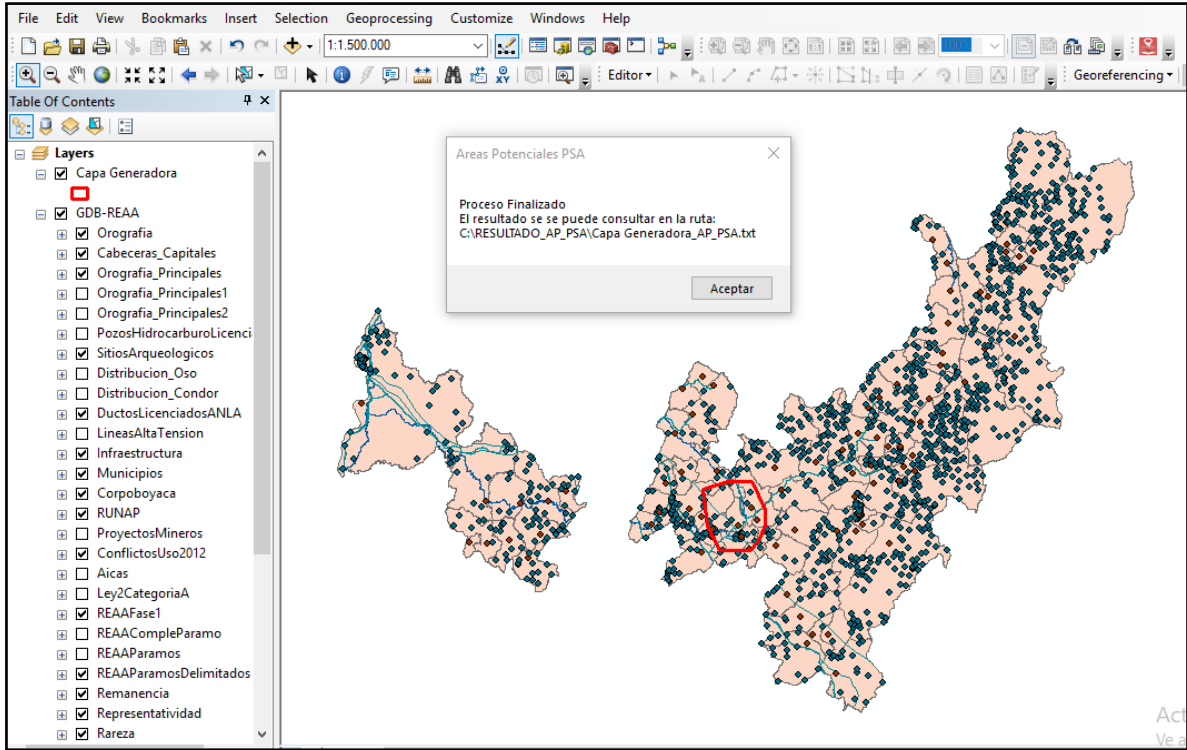


Ilustración 11 Funcionalidad del Plugin
Fuente: elaboración propia

El plugin, debido al requerimiento de un informe que resuma y facilite la información proporciona un bloc de notas, por lo cual, la extensión guarda la información en una carpeta elaborada por la extensión, donde se encontrara una GDB que almacena los resultados y el bloc de notas de dicho proceso, Ver Ilustración 12 Donde Guarda el sistema la Información. Ilustración 12.

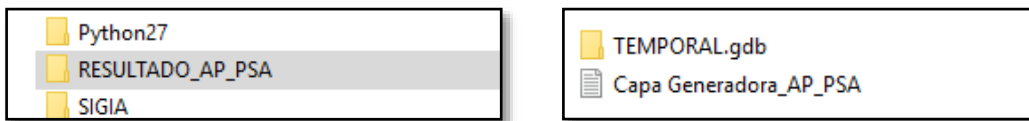


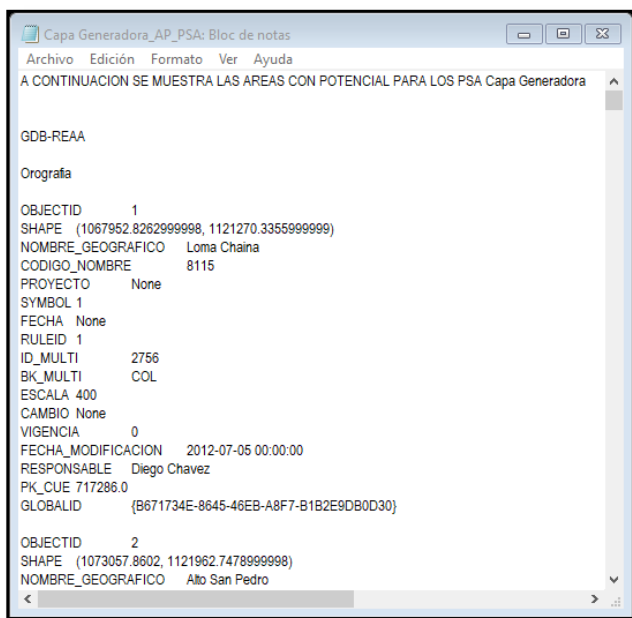
Ilustración 12 Donde Guarda el sistema la Información.
Fuente: elaboración propia

Este bloc de notas está compuesto de toda la información relevante, es decir, la información que se intercepta con el polígono de interés (capa generadora), en este bloc de notas se especifica los cruces que existe, el área de intersección y las capas donde no existe



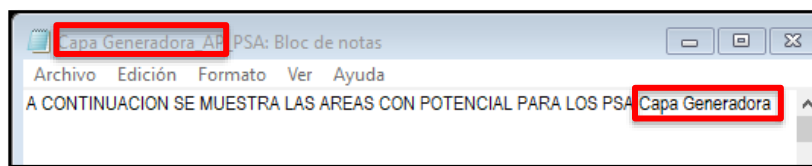
**PROYECTO DE GRADO
ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA**

dicho cruce, de esta forma, el tomador de decisiones pueda determinar si esta área es apta o no para PSA, Ver Ilustración 13.



*Ilustración 13 Prototipo del informe
Fuente: elaboración propia*

En la Ilustración 12 e Ilustración 13 se puede evidenciar el nombre de la capa, que en este caso se dejó como Capa Generadora, esta información proviene del nombre que se le proporciono a la capa base, con la cual se quiere realizar el análisis, lo que quiere decir, que el usuario podrá codificar dicha capa y esta se vera reflejada en el nombre del bloc de notas y en el encabezado de la información, ver Ilustración 14.



*Ilustración 14 Información adicional del bloc de notas
Fuente: elaboración propia*



4.3 Ejecución de la propuesta

Desarrollar una extensión de programa SIG de escritorio, que permita el reconocimiento de área potenciales bajo la metodología del REAA como base para aplicar PSA, es necesaria un adecuado y sencillo entorno, de forma que permita realizar los procesos de manera sencilla para el usuario, pero obteniendo resultados fiables.

Para el desarrollo de la extensión se utilizó Python como lenguaje de programación el cual será implementado en el software ArcGis. La extensión cuenta con varios geo-procesos para obtener el reconocimiento de área potenciales bajo la metodología del REAA como base para aplicar PSA. Con el fin de comprender de manera fácil a continuación se presenta un mapa de procesos con que se realizó la extensión.

5. PRODUCTOS A ENTREGAR

- Plugin en ArcGis para el reconocimiento de áreas potenciales en el REAA y aplicar PSA bajo el decreto 1007 del 2018
- Manual de usuario para el plugin.



6. RESULTADOS

6.1 Fase I: Identificación y diseño

La arquitectura de software tiene importancia especial porque la manera en que se estructura un sistema tiene impacto sobre la capacidad de este para alcanzar los objetivos de negocio (Cervantes Maceda, Velasco-Elizondo, & Castro Careaga, 2006), por lo cual, en esta fase se estableció las reglas del negocio necesarios para el funcionamiento óptimo la extensión (Plugin) en ArcGis (Ver pág. 25), a su vez, se realizó un levantamiento de los requerimientos funcionales y no funcionales que darían los lineamientos necesarios para el desarrollo del mismo (Ver pág. 26).

6.2 Fase II: Diseño de la arquitectura del plugin en ArcGis.

Se diseñó la arquitectura del software entendiéndose como la especificación creada por el desarrollador, que busca alcanzar ciertos objetivos, enmarcados en las reglas de negocio y los requerimientos funcionales y no funcionales (Ver pág. 30)

6.3 Fase III: Desarrollo del plugin.

La arquitectura es la base para el diseño y la construcción de un producto de software, por lo que se hace necesario que en su desarrollo no se desvíe de los requerimientos funcionales, de atributos de calidad y de restricciones, así como, confirmar que sea técnicamente óptimo para que no se diseñen funcionalidades erróneas, por lo cual, en esta fase se realizó todas las pruebas necesarias para confirmar la funcionalidad y cumplimientos de los requerimientos (Ver pág. **¡Error! Marcador no definido.**).

6.4 Fase IV: Evaluar la funcionalidad y usabilidad del plugin.

La revisión de la funcionalidad y usabilidad de la extensión desarrollada se hizo tomando como referencia la norma ISO/IEC 25010 donde se establecen los principales



parámetros de calidad del producto software. A continuación, se presenta el modelo planteado para la evaluación del plugin generado:

Tabla 7 Atributos de Calidad

CALIDAD DEL PRODUCTO SOFTWARE				
Criterios	Métricas	Atributos	Importancia	Ponderación
Aprendizaje	Facilidad de aprendizaje	Tiempo que tarda para terminar el proceso	7	3
		Lenguaje	10	5
	Comprensibilidad	Tiempo que se tarda en entender el funcionamiento el usuario	10	4
		Reconocimiento del usuario	7	5
	Recordación	Como utilizarlo	5	3
Interoperable	Atracción	Satisfacción del usuario con la interacción	10	5
		Satisfacción del usuario con los resultados	10	5
Contenido	Comunicación	Estética	7	5
	Accesibilidad	Compatibilidad	5	3
		Idiomas	5	5
Eficiencia	Velocidad y medios	Tiempo de respuesta	10	3
	Desempeño humano	Comandos a utilizar	7	4
		Frecuencia con la que el usuario solicita a la ayuda	7	3
		Tiempo en errores	5	3
Eficacia	Diagnóstico de errores	Mensajes de error	5	2

Fuente: elaboración propia

De acuerdo a la Tabla 7 Atributos de Calidad, se puede decir que la calificación obtenida para el plugin realizado, obtuvo una calificación de 80.181, lo cual, indica que la usabilidad del plugin AP-PSA es buena. Los principales aspectos a mejorar son: compatibilidad con diferentes servicios, ya que, solo es una extensión para ArcGis, tiempo de



respuesta y tiempo gastado en errores, estos últimos se debe a que la interfaz aun no arroja mensajes que interactúe con el Usuario.

Por otro lado, se realizó un comparativo de los procesos de reconocimiento de áreas potenciales para PSA de acuerdo a los conflictos y presiones que este en la zona. De acuerdo a esto se obtuvo la Ilustración 15, donde se evidencia los pasos reiterativos del usuario.

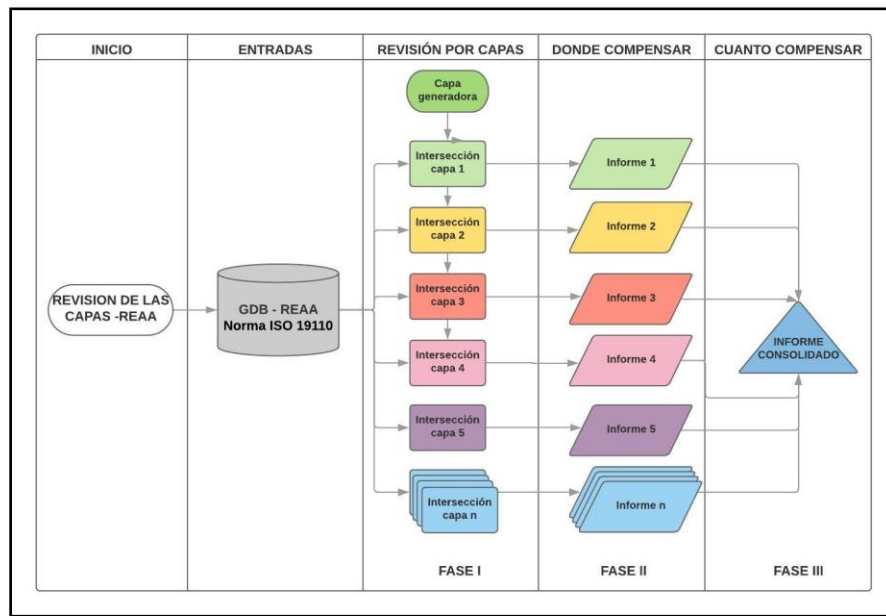


Ilustración 15 Proceso manual
 Fuente: elaboración propia

Por otro lado, al visualizar de la Ilustración 16, se puede ver que la utilización del plugin evita esos pasos reiterativos y a su vez errores, esto se debe a que en cada uno de los pasos, Ilustración 15, el usuario puede omitir información relevante para el proceso de PSA. Finalmente, en las pruebas realizadas el plugin se tarda aproximadamente 30 minutos en realizar el proceso, dicho proceso al realizarlo de manera manual, tardaba aproximadamente 16 horas, lo que indica que existe un mejoramiento de 96.875% en el tiempo de realización de los informes.

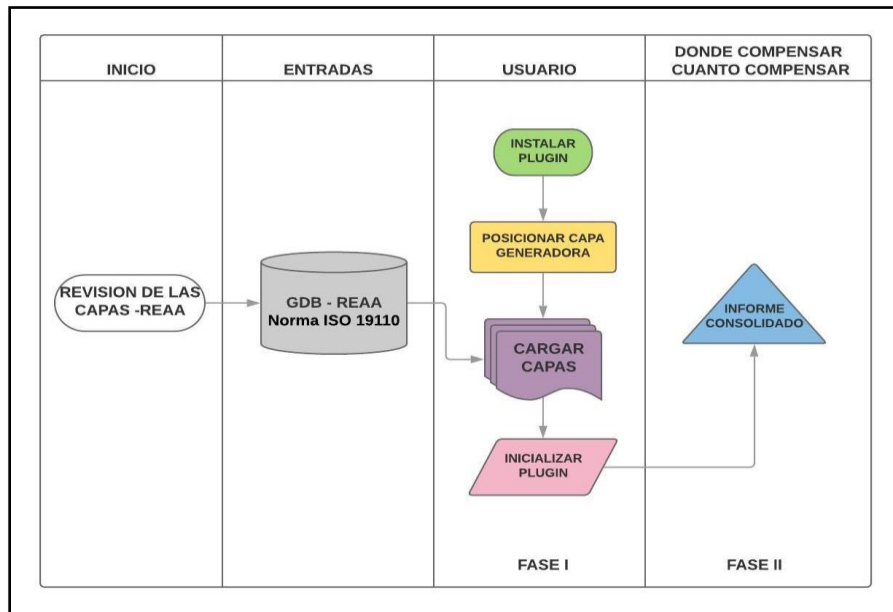


Ilustración 16 Prototipo automatizado
Fuente: elaboración propia



7. CONCLUSIONES

- De acuerdo al desarrollo, se puede deducir, que la usabilidad de AP-PSA tuvo buenos resultados, aunque se deben mejorar aspectos de diseño, se destaca que es sencilla, entendible para los usuarios y con una facilidad de aprendizaje buena, adicionalmente cumple con el objetivo principal de generar identificar áreas potenciales y generar reporte que servirán como insumo para el tomador de decisiones, el cual le corresponde establecer si es viable o no la intervención antrópica en dicho lugar (conflictos y presiones).
- PA-PSA es una extensión que cumple con una función particular, generación de un informe de las capas que se solapa en una zona en particular, este resultado se podrá emplear para la toma de decisiones de expertos para PSA, de esta forma realizar procesos más eficaces y eficientes.
- El plugin es una herramienta sencilla, lo que hace que sus diagramas sean de fácil entendimiento y minimice los tiempos de implementación, supliendo su necesidad de una forma muy eficaz y funcional.
- El diseño del Plugin permite al usuario acceder a la herramienta de manera muy fácil, obteniendo resultados de buena calidad y minimizando tiempo. A su vez, la extensión se diseñó de tal manera que sea muy intuitiva en su uso, por lo cual se espera que esta herramienta ayude en la implementación de los PSA, ya que se identificaría dos incógnitas: Donde y como Compensar.



BIBLIOGRAFÍA

- Araya Cerda, J., Arcis , F., Rojas , E., & Vera , D. (2006). *Sistemas de Información Geográfica*. Recuperado el 24 de Febrero de 2019, de Plug - in Open Jump: Áreas de Incidencia: http://cartomap.cl/utfsm/Trabajos%202008/Grupo%2006-09%20Areas%20influencia%20o%20cobertura/Manual_Final.pdf
- Billy Reynoso, C. (Marzo de 2004). *Introducción a la Arquitectura de Software*. Recuperado el Agosto de 2019
- Blázquez Entonado, F. (2001). *Sociedad de la Información y Educación*. (R. y. Dirección General de Ordenación, Editor) Recuperado el 23 de Febrero de 2019, de <http://www.ub.edu/prometheus21/articulos/obsiberprome/blanquez.pdf>
- Casallas, R., & Yie, A. (Enero de 2007). *Ingeniería de software*. Recuperado el 25 de Febrero de 2019, de Ciclos de vida y metodologías: <https://profesores.virtual.uniandes.edu.co/~isis2701/dokuwiki/lib/exe/fetch.php?media=07-01-ciclosdevida.pdf>
- Casanova, A., & Sosa, R. (2012). *SIGAP: Sistema de Información Geográfica para el Análisis Prospectiv*. Recuperado el 24 de Febrero de 2019, de https://www.fig.net/resources/proceedings/fig_proceedings/uruguay/papers/ts04d/TS04D_casanova_sosa_et_al_6451.pdf
- Cervantes Maceda, H., Velasco-Elizondo, P., & Castro Careaga, L. (2006). *Arquitectura de software*. Obtenido de Conceptos y ciclo de desarrollo: https://www.researchgate.net/profile/Perla_Velasco-Elizondo/publication/291970001_Arquitectura_de_Software_Conceptos_y_Ciclo_de_Desarrollo/links/5a84f6b70f7e9b2c3f502c34/Arquitectura-de-Software-Conceptos-y-Ciclo-de-Desarrollo.pdf
- CGN. (2017). *Ingeniería del software*. Recuperado el 25 de Febrero de 2019, de Procesos de software: https://www.cgn.gub.uy/innovaportal/file/83018/1/material_concurso_r14_cgn_2017.pdf
- Departamento de Desarrollo Sostenible de la Organización de los Estados Americanos. (2 de Noviembre de 2005). *Los pagos por servicios ambientales*. Recuperado el Agosto de 2019, de <https://www.oas.org/dsd/Documents/Lospagosperserviciosambientales.pdf>



- ESRI. (2016). *Arcgis resources*. Recuperado el Junio de 2019, de ¿Qué es ArcGIS?: <https://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n00000014000000.htm>
- ESRI. (2018). *¿Qué es una geodatabase?* Recuperado el Agosto de 2019, de <http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/manage-data/geodatabases/what-is-a-geodatabase.htm>
- Fred L. Drake, J. (Septiembre de 2009). *Python*. Recuperado el Agosto de 2019, de <http://docs.python.org.ar/tutorial/pdfs/TutorialPython2.pdf>
- Hernández Orallo, E. (Marzo de 2009). *El Lenguaje Unificado de Modelado*. Recuperado el Agosto de 2019, de <http://www.disca.upv.es/enheror/pdf/ActaUML.PDF>
- IEC. (2011). *ISO 25010*. Obtenido de Calidad del producto Software: <https://iso25000.com/index.php/normas-iso-25000/iso-25010/19-iso-iec-25010>
- Instituto Nacional de Ciberseguridad. (Mayo de 2011). *INTECO-CERT*. Recuperado el Agosto de 2019, de Plugins: https://www.incibe.es/extfrontinteco/img/File/intecocert/EstudiosInformes/cert_inf_actualizaciones_software.pdf
- Jordi , R. (2010). *Las Presiones Ambientales: Población, Abundancia Y Tecnologías*. Recuperado el Agosto de 2019 , de http://revistaeconomiacritica.org/sites/default/files/revistas/n9/12_Jordi_Roca.pdf
- Mariana, W. (Abril de 2009). *Conflictos ambientales, socioambientales, ecológico distributivos, de contenido ambiental... Reflexionando sobre enfoques y definiciones*. Recuperado el Agosto de 2019
- Medina Pasaje, J. (Junio de 2005). *Metodología y Herramientas UML para el Modelado y Análisis de Sistemas de Tiempo Real Orientados a Objetos*. Obtenido de <https://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/10633/JMPtesis.pdf?sequence=1>
- MINAMBIENTE & GIZ. (2016). *Manual para la asignación de compensaciones por pérdida de Biodiversidad*. Recuperado el 24 de Febrero de 2019, de http://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/gestion_en_biodiversidad/180912_manual_compensaciones.pdf
- MINAMBIENTE. (23 de Diciembre de 2016). *Resolución 2182 del 23 de Diciembre de 2016* . Obtenido de <http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/ef->

**PROYECTO DE GRADO
ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA**



Resoluci% C3% B3n% 202182% 20de% 2023% 20de% 20diciembre% 20de% 202016% 20-
% 20MODIFICACI% C3% 93N% 20GEODATA% 20BASE.PDF

MINAMBIENTE. (14 de Junio de 2018). *Pagos por Setrvicios Ambietales* . Recuperado el 27 de Febrero de 2019

MINAMBIENTE. (Enero de 2019). *Corporaciones Autónomas Regionales*. Recuperado el Agosto de 2019, de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/885-plantilla-areas-planeacion-y-seguimiento-33>

República de Colombia. (14 de Junio de 2018). *Decreto 1007*. Recuperado el 24 de Febrero de 2019, de <http://es.presidencia.gov.co/normativa/normativa/DECRETO%201007%20DEL%2014%20DE%20JUNIO%20DE%202018.pdf>

Sanchez, W. (Agosto de 2011). *La usabilidad en Ingeniería de Software: definición y características*. Recuperado el Agosto de 2019, de <https://core.ac.uk/download/pdf/47264961.pdf>

SIAC. (2017). *REAA*. Recuperado el Agosto de 2019, de Registro único de Ecosistemas y Áreas Ambientales –REAA: <http://www.siac.gov.co/reaa>

SIAC. (2018). *Biodiversidad en Colombia*. Obtenido de <http://www.siac.gov.co/biodiversidad>

Sommerville, I. (2011). *Ingenieria de Sofware* (Vol. 9). México: PEARSON EDUCACIÓN. Recuperado el 25 de Febrero de 2019

Universidad de Valencia. (2007). *Las Tecnologías de la Información y Comunicación en el aprendizaje*. Recuperado el 23 de Febrero de 2018, de <https://www.uv.es/bellohc/pedagogia/EVA1.wiki>

Villegas, H. (11 de Septiembre de 2006). *Convenio de Cooperación Técnica No 474 entre la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR y el Instituto Alexander von Humboldt - IAvH*. Recuperado el Agosto de 2019, de <https://www.car.gov.co/uploads/files/5bfc05b631f7d.pdf>

WWF. (Diciembre de 2014). *Valoración de los servicios ecosistémicos como herramienta para la toma de decisiones: Bases conceptuales y lecciones aprendidas en la Amazonía*. Recuperado el 24 de Febrero de 2019, de [48](https://naturalcapitalproject.stanford.edu/wp-content/uploads/2017/05/Valoración-de-los-servicios-ecosistémicos-como-herramienta-</p></div><div data-bbox=)



**PROYECTO DE GRADO
ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA**

para-la-toma-de-decisiones.pdfhttps://naturalcapitalproject.stanford.edu/wp-
content/uploads/2017/05/Valoración-de-los-servi

Yanquén Ramírez, C., & Otálora Luna, J. (2015). Evaluación de usabilidad en aplicaciones educativas móviles. *Revista Vínculos*, 122-123.