

**PLUGIN “Offset Colombia” EN QGIS PARA EL CÁLCULO DE COMPENSACIONES POR
PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD SEGÚN LA RESOLUCIÓN 1517 DE 2012**



**UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS**

**YADIRA RODRÍGUEZ SABOGAL
20151094019**

**YINA ARCILA FORERO
20151094002**

**ALEXANDER CASTILLO SIERRA
20151094006**

S

**UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
BOGOTÁ D.C. – COLOMBIA
2015**

**PLUGIN “Offset Colombia” EN QGIS PARA EL CÁLCULO DE COMPENSACIONES POR
PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD SEGÚN LA RESOLUCIÓN 1517 DE 2012**

**YINA ARCILA FORERO
20151094002**

**ALEXANDER CASTILLO SIERRA
20151094006**

**YADIRA RODRÍGUEZ SABOGAL
20151094019**

**TRABAJO FINAL PRESENTADO COMO REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
ESPECIALISTA EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA**

DIRECTOR

SALOMÓN EINSTEIN RAMÍREZ FERNÁNDEZ

Ing. Catastral y Geodesta

MSc. en Ciencias de la Información y las Comunicaciones Énfasis en Geomática

**UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
BOGOTÁ D.C. – COLOMBIA
2015**

TABLA DE CONTENIDO

1.	RESUMEN	4
2.	INTRODUCCIÓN	5
3.	OBJETIVOS.....	7
3.1.	OBJETIVO GENERAL	7
3.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
4.	METODOLOGÍA	8
5.	RESULTADOS.....	10
6.	CONCLUSIONES	17
7.	RECOMENDACIONES.....	18
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	19

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Requerimiento de los archivos.....	9
Tabla 2.	CU 001 Calculo de compensaciones por pérdida de biodiversidad.....	11
Tabla 3.	Descripción de cada parámetro	16

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Metodología Scrum utilizada para el desarrollo del plugin Offset	8
Figura 2.	Diagrama de casos de uso	10
Figura 3.	Diagrama de secuencias	13
Figura 4.	Visualización interfaz desplegable Offset Colombia	14
Figura 5.	Visualización capa “ZonalIntervencion”	15
Figura 6.	Visualización tabla de atributos “ZonalIntervencion”	15

1. RESUMEN

En respuesta a los requerimientos del manual de compensaciones por pérdida de biodiversidad (Resolución MADS 1517 de 2012) para proyectos que impacten negativamente ecosistemas terrestres naturales y seminaturales en los procesos de licenciamiento ambiental, se brinda una herramienta *open source, plugin* en QGIS denominada *Offset Colombia* que responde a la pregunta ¿Cuánto compensar? y brinda lineamientos para responder a las preguntas ¿Dónde compensar? y ¿Cómo Compensar?

Palabras clave: QGIS, biodiversidad, compensaciones, código abierto.

ABSTRACT

In response to the requirements of the compensation manual for loss of biodiversity (MADS Resolution 1517, 2012) for projects that negatively impact at natural and semi-natural terrestrial ecosystems in environmental licensing processes provides an open source tool called Offset Colombia, that is a plugin in QGIS, to answer the question: How much compensation? Also provide guidelines to answer questions Where compensate? And, How to Compensate?

Keywords: QGIS, Biodiversity, Trade-off, Open Source.

2. INTRODUCCIÓN

Las compensaciones hacen parte del grupo de medidas de manejo ambiental dentro de las licencias ambientales, que comprende acciones dirigidas a resarcir y retribuir a las comunidades, las regiones, localidades y al entorno natural por los impactos o efectos negativos generados por un proyecto, obra o actividad, que no puedan ser evitados, corregidos o mitigados (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014). Para el componente biótico las compensaciones ambientales incluían: compensaciones por sustracción de áreas de reserva forestal, compensaciones por aprovechamiento forestal y compensaciones por aprovechamiento de especies amenazadas o en veda (Sarmiento, 2014) y desde 2012 las compensaciones por pérdida de biodiversidad como parte de la respuesta a los compromisos establecidos por Colombia en el convenio de diversidad Biológica.

En consecuencia a la adopción del convenio sobre diversidad Biológica mediante la Ley 165 de 1994 surge en 2012 la política nacional para la gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos (PNGIBSE), la cual establece como una de sus líneas estratégicas: *“Fortalecer las actividades e institucionalidad relacionada con la evaluación de los impactos ambientales, recuperación de pasivos ambientales y con la asignación de compensaciones ambientales por pérdida de biodiversidad, ligadas a proyectos licenciados ambientalmente, a escala nacional, regional y local, para el mantenimiento de la resiliencia de los sistemas socio ecológicos y el suministro de los servicios ecosistémicos fundamentales para la calidad de vida”* (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012).

Por lo anterior el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) diseñó el manual para la asignación de compensaciones por pérdida de biodiversidad, adoptado por la Resolución 1517 de 2012 bajo los principios de la jerarquía de la mitigación, es decir, se pueden compensar impactos a la biodiversidad que no puedan ser evitados, mitigados o corregidos (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012), la no pérdida neta y la equivalencia ecosistémica (Sarmiento, 2014).

Este manual establece los pasos que debe realizarse para determinar y cuantificar las medidas de compensación por pérdida de biodiversidad en los ecosistemas naturales y vegetación secundaria, respondiendo tres inquietudes fundamentales: i) cuánto compensar, ii) dónde compensar y iii) cómo compensar, dirigido a proyectos objeto de licenciamiento ambiental que impacten ecosistemas naturales terrestres para las empresas de los sectores minería, hidrocarburos, infraestructura, eléctrico, marítimo y portuario, proyectos de generación de energía, construcción y operación de aeropuertos internacionales y de nuevas pistas en los mismos, ejecución de obras públicas, ejecución de proyecto en la red fluvial nacional, construcción de vías férreas o variantes de la red férrea nacional tanto pública como privada y construcción de obras marítimas duras y generación de dunas y playas.

Con la publicación del manual el ministerio de ambiente y desarrollo sostenible (MADS) propone a sus usuarios la herramienta *Mapping Alternatives for Equivalents* (MAFE) en su versión V2.0, como una guía no obligatoria para dar respuesta a las preguntas de dónde y cuánto compensar; esta herramienta permite identificar espacialmente los fragmentos del mismo tipo de ecosistema afectado (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Autoridad Nacional de Licencias Ambientales y The Nature Conservancy, 2012).

El presente proyecto presenta a las empresas y entidades solicitantes de licencias ambientales una herramienta tipo *Open Source* la cual es un complemento (plugin) desarrollado en QGIS como un pequeño software que le permite a los usuarios ahorrar tiempo, automatizar tareas de geo procesamiento requeridas para los cálculos de compensación, así como mejorar la precisión de dichas tareas y pasar de hacer pequeñas operaciones GIS a gestionar grandes volúmenes de información (TYC GIS, 2015). El Plugin *Offset Colombia* responde a la pregunta ¿Cuánto compensar? y brinda lineamientos para responder a las preguntas ¿Dónde compensar? y ¿Cómo compensar?

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar un complemento (plugin) que permita a las empresas solicitantes de licencia ambiental automatizar y agilizar tareas propias de las compensaciones por pérdida de biodiversidad a las que haya lugar, siguiendo los requerimientos de la Resolución MADS 1517 de 2012

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Proponer una solución *open source* para automatizar y agilizar tareas SIG que responda a necesidades propias del quehacer diario de un especialista en sistemas de información geográfica.
- Compilar en un solo complemento funcionalidades de geo procesamiento que permitan responder al cuestionamiento ¿Cuánto compensar? en ecosistemas terrestres naturales y seminaturales que puedan verse afectados por el desarrollo de un proyecto, obra o actividad.

4. METODOLOGÍA

(Cendejas Valdéz *et al*, 2014) indican que el desarrollo de software responde a necesidades de usuarios y/o clientes potenciales quienes ven en este mejoras en los procesos de su empresa; volviéndose el software un recurso principal para las organizaciones (García, Irrazabal, & Garzías, 2010) sin embargo en muchos casos no terminan satisfaciendo realmente las necesidades de los usuarios finales (Cendejas Valdéz *et al*, 2014); lo anterior debido a falta de identificación de pasos que mejor se ajusten a las características del proyecto; siendo necesario realizar la determinación de una metodología que permita reducir los errores en la automatización de los procesos (Presman, 2002). (Cano, Letelier, & Penadés, 2003) sugieren que existe una gran cantidad de metodologías las cuales varían dependiendo del enfoque en el desarrollo del software; proponiendo el uso de metodologías ágiles, caracterizadas por adaptarse al entorno cambiante del sistema, tiempos cortos pero con altos niveles de calidad.

Una vez identificadas las diferentes metodologías, el presente desarrollo utiliza una metodología tipo SCRUM por ser una metodología ágil, que se adapta con facilidad a los cambios de requerimientos con dos particularidades principales: presencia de sprints y reuniones cortas constantes (Cano, Letelier, & Penadés, 2003); (Scrum reference card, 2015).

En la Figura 1 se observa el ciclo de la metodología utilizada, donde se detalla los pasos de cada sprint (Iteración); el desarrollo del código se trató de manera conjunta para retroalimentar el equipo desarrollador.

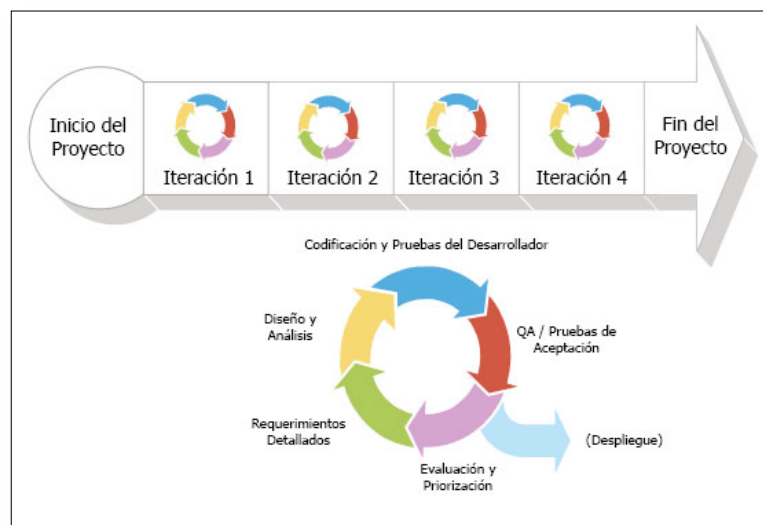


Figura 1. Metodología Scrum utilizada para el desarrollo del plugin Offset

Fuente: Scrum reference card, 2015

A continuación se detalla cada una de las fases de la metodología; donde se iteró el proceso después de ir desarrollando cada funcionalidad:

- **Evaluación y priorización:** Se evalúa la importancia del plugin, la funcionalidad a desarrollar y su priorización;

- **Requerimientos detallados:** Una vez identificada la funcionalidad, por cada sprint se describieron las características asociadas para el normal funcionamiento de esta (Formatos, alcances, restricciones, entre otros);
- **Diseño y análisis:** Se realizó un diseño de la funcionalidad, el cual se analizó teniendo en cuenta los requerimientos levantados en cada sprint;
- **Codificación y pruebas del desarrollador:** Al identificar los requerimientos de cada funcionalidad, se realizó el desarrollo del código, el cual se fue ajustando a medida que se cumplían los requerimientos propuesto por el equipo desarrollador;
- **Pruebas de aceptación:** Finalizado el código de la funcionalidad, se prosiguió a realizar pruebas con archivos que cumplían los siguientes requerimientos (ver Tabla 1) :

Tabla 1. Requerimiento de los archivos

Requerimiento	Descripción
Capas de análisis	Dos capas tipo shapefile con el mismo sistema de referencia, la primera donde se almacene los ecosistemas (el nombre de los ecosistemas aquí descritos debe coincidir con el anexo 1 del manual de compensaciones por pérdida de biodiversidad) y la segunda donde se almacene la geometría de las intervenciones. Se aclara que las capas deben ser validadas topológicamente con las reglas aplicables a geometrías tipo polígono, que son las que soportará <i>Offset Colombia</i> .

Fuente: Elaboración propia

Una vez terminado y aceptadas las pruebas para cada funcionalidad, se prosiguió por cada sprint, donde al momento de iniciar uno nuevo, dependiendo de las modificaciones que surgían a través del desarrollo se volvía a replantear la evaluación y priorización definida; lo anterior hasta llegar al alcance del plugin.

5. RESULTADOS

Con base a la metodología propuesta, al momento de iniciar se definió un diagrama de casos de uso (Figura 2), el cual, en cada sprint se reevaluó y se priorizó de acuerdo a las variaciones que se consideraran pertinentes; donde la versión final dejó un único caso de uso, el cual engloba todas las funcionalidades desarrolladas en el presente trabajo, el usuario solo tendrá que cargar las capas y definir la ruta; retornando el plugin el factor y área a compensar asociado en un shapefile, se recuerda que los archivos deben cumplir con los requerimientos especificados en la Tabla 1.

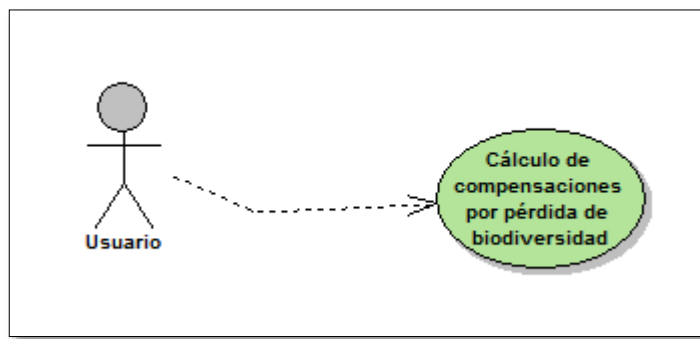


Figura 2. Diagrama de casos de uso

Fuente: elaboración propia

En la Tabla 2 se desarrolla las actividades, precondiciones y pos condiciones propias del caso de uso esquematizado y resumido en la Figura 2



Tabla 2. CU 001 Calculo de compensaciones por pérdida de biodiversidad

<u>Identificador:</u> CU 001	<u>Nombre:</u> Calculo de compensaciones por pérdida de biodiversidad
<u>Categoría:</u> Negocio X Seguridad _ Conectividad __ Otra __ <u>Complejidad:</u> Alta	<u>Requerimiento (s) Funcional(es) Asociado(s):</u> Se ejecuta siempre y cuando se haya instalado el plugin, abierto QGIS, cargado las capas en formato shape: Ecosistema y Proyecto.
<u>Actores:</u>	Usuario y QGIS
<u>Propósito o Descripción:</u>	Indica el factor de compensación, calcula las áreas a compensar por pérdida de biodiversidad de los ecosistemas que se van a afectar por un proyecto con licenciamiento ambiental.
<u>Datos de Entrada:</u>	[Objeto 1] Proyecto (Formato shapefile, tipo geometría: polígonos, atributos: ID. [Objeto 2] Ecosistema (Formato shapefile, tipo geometría: polígonos, atributos: Ecosistema tipo String (100).
<u>Datos de Salida:</u>	[Objeto 3] ZonalIntervencion (Formato shapefile, tipo geometría: polígonos, atributos: ID, Area_Comp, Factor_compensación_fact_comp)
<u>Precondición:</u>	El usuario previamente debe: haber iniciado QGIS Cargado las capas que intervienen en el análisis
<u>Flujo Normal de Trabajo:</u>	
Actor	Sistema
1. Inicia caso de uso	



2. Abre plugin <i>Offset Colombia</i>	
3. Carga capas del proyecto y ecosistemas	
4. Da click en Cálculo	
	5. Intersecta las capas Proyecto y Ecosistemas
	6. Calcula área de la nueva capa producto de la intersección (ZonaIntervencion)
	7. Genera ID a los atributos de la capa “ZonaIntervencion”
	8. Hace un Join de la tabla de atributos de la capa “ZonaIntervencion” con una tabla asociada al plugin llamada FactorCompensacion.cvs (Localizada dentro de la carpeta del plugin)
	Calcula el área a compensar por la afectación de los ecosistemas estratégicos (Almacenado en el campo Area_comp)
<u>Excepciones:</u>	Excepción en paso 3. Las capas Proyecto y Ecosistema deben estar en formato shapefile y tener el mismo sistema de coordenadas
<u>Postcondición:</u>	El Sistema debe tener generada la capa “ZonaIntervencion” con una tabla de atributos asociada, donde incluya como mínimo el área a compensar, el ecosistema afectado y el factor de compensación.
<u>Criterio de Aceptación:</u>	La tabla de atributos indica el factor de compensación y el área a compensar por el ecosistema afectado
<u>Elaborado / Validado:</u> Yina Arcila , Alexander Castillo, Yadira Rodríguez	Aceptado: Salomón Einstein Ramírez _____ Fecha: 31-10-2015

Fuente: elaboración propia

El diagrama de secuencias (Figura 3) muestra con mayor detenimiento la interacción que existe entre el usuario y el plugin, donde se observan pocas funcionalidades a fin de disminuir las actividades que realice el usuario con el propósito de que la herramienta sea más amigable e intuitiva.

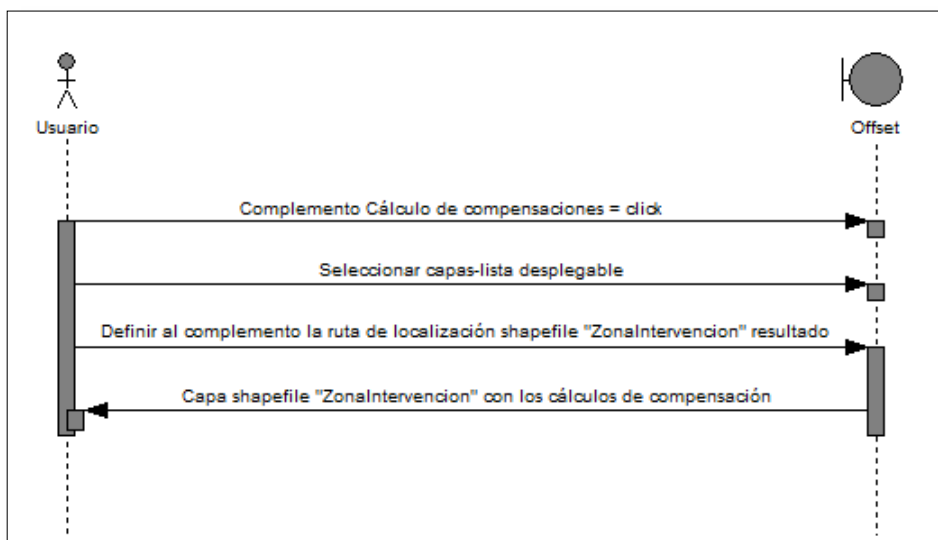


Figura 3. Diagrama de secuencias

Fuente: elaboración propia

La elaboración del plugin se desarrolló en lenguaje Python para QGIS, con ayuda del intérprete PyCharm. Es necesario que para ejecutar el plugin, previamente el usuario haya cargado las capas a usar, es decir la capa de Ecosistemas y la capa en donde se muestre la ubicación del Proyecto, las capas deben cumplir con los requerimientos descritos en la Tabla 1.

La primera acción que realiza *Offset Colombia* es la intersección entre capas, para ello en la pantalla una vez se ejecuta el plugin, se abre una ventana con una lista desplegable en donde el usuario debe indicar entre que capas desea la intersección, con la finalidad de asegurar la zona de intervención y dar a conocer el área total a afectar (Figura 4).

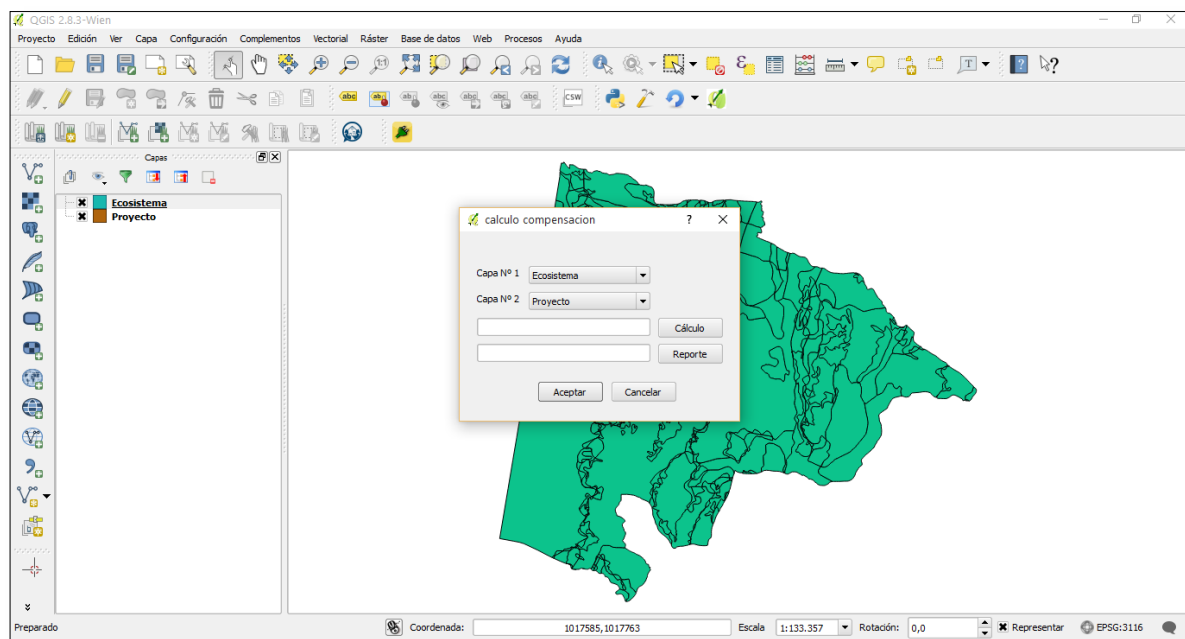


Figura 4. Visualización interfaz desplegable Offset Colombia

Fuente: elaboración propia

Una vez se definen las capas a intersectar se debe hacer click en el botón Cálculo, el cual permite al usuario guardar en el repositorio que el desee la nueva capa generada del paso anterior la cual se denomina “ZonalIntervencion”.

Internamente al dar click sobre el botón Cálculo, se produce un Join (unión) entre tablas, en donde se empleó cómo referencia (Gandhi, 2015). La primera tabla contiene los atributos que se generan de la capa “ZonalIntervencion”, en la cual se encuentra el nombre del ecosistema de las áreas intersectadas y el área en hectáreas con el correspondiente identificador (ID), La segunda tabla pertenece al Listado Nacional de Factores de Compensación para Ecosistemas Naturales Terrestres. El cual se encuentra en el ANEXO 1 del Manual de Compensación por Pérdida de Biodiversidad. La unión de estas tablas permite realizar el cálculo del área a compensar el cual es un campo que se agrega a la tabla de atributos “ZonalIntervencion”, y que resulta de realizar una operación de multiplicación entre los campos “Area_Ha” y “FactorCompensacion_fact_comp”, el resultado de esta operación se guarda en un campo denominado “Area_Comp”, que es el que le indicara al usuario el valor total que debe compensar por tipo de ecosistema a afectar.

Finalmente se da click en botón Aceptar, y automáticamente la capa “ZonalIntervencion” se carga al QGIS, (Figura 5). Al abrir la tabla de atributos se observa que en aquellos ecosistemas en los que se generará alteración se muestran los valores del factor de compensación y del área a compensar, mientras que en aquellos ecosistemas que no estén registrados en el Anexo 1 del manual de compensaciones por pérdida de biodiversidad, se generará un valor “NULL” (Figura 6).

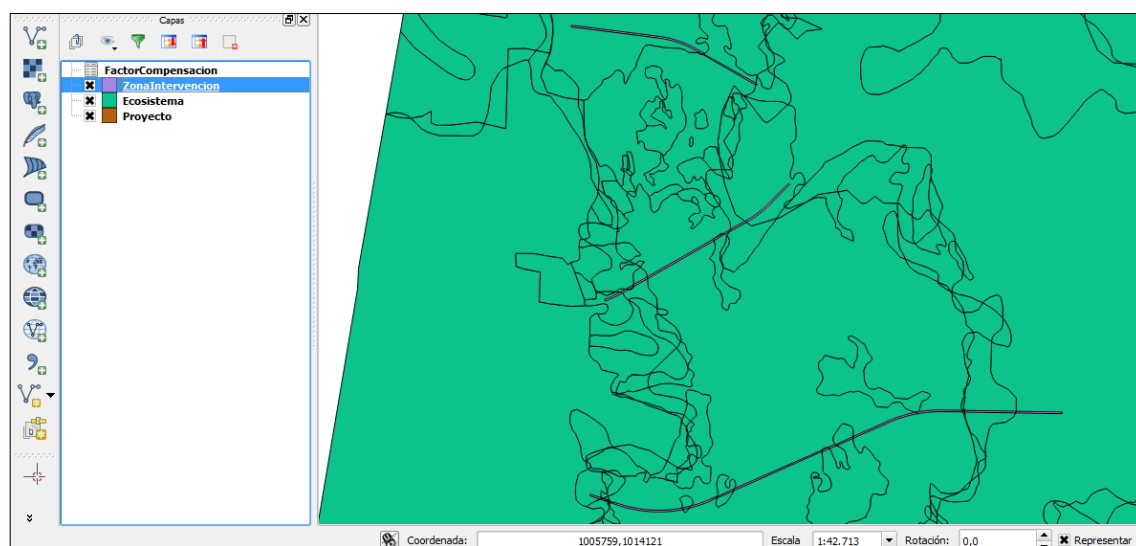


Figura 5. Visualización capa “ZonaIntervencion”

Fuente: elaboración propia

	NOMBRE	AREA_Ha	ID	Area_Comp	Alt	FactorCompensacion_id	FactorCompensacion_fact_comp	ctorCompensacion_reg_espi
19	Arbustales del or...	7.597446409864...	20	55.08148647151...	Alternativa NÁ° 1	31	7.25	NO
21	Arbustales del or...	3.227744881555...	22	23.40115039127...	Alternativa NÁ° 3	31	7.25	NO
20	Arbustales del or...	1.946219431125...	21	14.11009087566...	Alternativa NÁ° 2	31	7.25	NO
7	Arbustales del or...	1.340949334610...	8	7.375221340356...	Alternativa NÁ° 2	65	5.5	NO
9	Arbustales del or...	0.436581491060...	10	3.165215810187...	Alternativa NÁ° 2	31	7.25	NO
18	Arbustales del or...	0.529081110995...	19	2.909946110477...	Alternativa NÁ° 2	65	5.5	NO
2	Arbustales del or...	0.436231696809...	3	2.399274332452...	Alternativa NÁ° 2	65	5.5	NO
1	Arbustales del or...	0.162948975374...	2	0.896219364960...	Alternativa NÁ° 1	65	5.5	NO
8	Arbustales del or...	0.042696332696...	9	0.309548412051...	Alternativa NÁ° 1	31	7.25	NO
3	Arbustales del or...	0.035605720353...	4	0.258141472564...	Alternativa NÁ° 1	31	7.25	NO
17	Arbustales del or...	0.003947203306...	18	0.021709618185...	Alternativa NÁ° 1	65	5.5	NO
0	Zonas de extracc...	0.288628888869...	1	NUL	Alternativa NÁ° 1	NUL	NUL	NUL
4	Mosaico de cultv...	1.092449070614...	5	NUL	Alternativa NÁ° 1	NUL	NUL	NUL
5	Mosaico de cultv...	1.213730311279...	6	NUL	Alternativa NÁ° 1	NUL	NUL	NUL
6	Mosaico de cultv...	0.020942112118...	7	NUL	Alternativa NÁ° 3	NUL	NUL	NUL
10	Zonas de extracc...	0.176876337561...	11	NUL	Alternativa NÁ° 2	NUL	NUL	NUL
11	Zonas de extracc...	0.287272977424...	12	NUL	Alternativa NÁ° 2	NUL	NUL	NUL
12	Pastos arbolados...	0.622802338389...	13	NUL	Alternativa NÁ° 1	NUL	NUL	NUL
13	Pastos arbolados...	0.007571617595...	14	NUL	Alternativa NÁ° 1	NUL	NUL	NUL
14	Mosaico de cultv...	1.429315822677...	15	NUL	Alternativa NÁ° 3	NUL	NUL	NUL
15	Pastos limpios del...	0.169441048912...	16	NUL	Alternativa NÁ° 1	NUL	NUL	NUL
16	Pastos limpios del...	0.434715076900...	17	NUL	Alternativa NÁ° 1	NUL	NUL	NUL

Figura 6. Visualización tabla de atributos “ZonaIntervencion”

Fuente: elaboración propia

En los anexos GUÍA DE INSTALACIÓN y GUÍA DE USO, encontrará paso a paso los elementos para poder hacer uso de este aplicativo.

Siguiendo los lineamientos de evaluación propuestos por (Claros & Collazos, 2006); (González & Cáceres, 2013), se encuentra que el plugin *Offset Colombia* desarrollado, no puede contener todos los criterios, métricas y atributos propuestos para evaluar cada parámetro, lo anterior por ser un desarrollo *stand alone*, tener unos requerimientos particulares e ir dirigido a un grupo de personas con conocimientos previos en procesos de licenciamiento ambiental. En la Tabla 3, se realiza una breve descripción de los parámetros sugeridos por los autores.

Tabla 3. Descripción de cada parámetro

Parámetro	Descripción
Funcionalidad	Cumple la funcionalidad propuesta al inicio del desarrollo; indica el tipo de ecosistema a afectar, el área a afectar, el factor de compensación del ecosistema a alterar y el área a compensar por bioma afectado.
Fiabilidad	Tiene un rendimiento en función a QGIS; <i>Offset Colombia</i> presenta buen rendimiento en el procesamiento de las capas, sin presentar problemas asociado al peso de los archivos a analizar..
Usabilidad	Es fácil uso y aprendizaje, satisface al usuario, permite una buena comunicación y es eficiente. Al ser una primera versión del plugin, la usabilidad funciona sin problemas con archivos en que cumplan las condiciones especificadas en Tabla 1.
Mantenibilidad	Permite ser modificado con facilidad debido a que es desarrollado en ambiente <i>open source</i> .
Portabilidad	El presente plugin permite ejecutarse en cualquier ambiente compatible con QGIS para Windows.

Fuente: elaboración propia

6. CONCLUSIONES

- El desarrollo de un plugin en software existente, permite la unificación y automatización de tareas, ahorrando tiempo en procesos que requieren los mismos pasos para ser ejecutados, sin embargo se requiere de una clara identificación del alcance del proyecto, con el fin de definir una buena planificación asociada al desarrollo de este.
- Colombia tiene asociada una biodiversidad única debido a sus características abióticas, por lo que se debe plantear estrategias que promuevan su conservación. Una de estas estrategias es la compensación por pérdida de biodiversidad; *Offset Colombia* contribuye a responder ¿Cuánto compensar? y brinda lineamientos de respuesta a las preguntas ¿Dónde compensar? y ¿Cómo compensar? En consecuencia las capas de análisis que se procesarán en el plugin deben ser estructuradas con información real obtenida en campo.
- El desarrollo de *Offset Colombia* en *open source* es transparente al usuario, permite que sus funcionalidades puedan ser usadas sin necesidad de pagar por estas.
- El desarrollo de plugins hoy en día se ha vuelto más accesible a las personas, lo anterior asociado al uso de lenguajes de programación de fácil aprendizaje como es Python en contraste a C++.

7. RECOMENDACIONES

- *Offset Colombia* nace de la necesidad de automatizar una serie de tareas solicitadas por la Resolución 1517 de 2012; por lo cual es necesario revisar continuamente la vigencia esta normatividad.
- Para futuras versiones de *Offset Colombia* se puede incluir la validación de las capas de análisis ya que en su versión actual es necesario que el usuario haya cumplido previamente muchos requerimientos relacionados con la calidad de las capas.
- En próximas versiones de *Offset Colombia*, se recomienda incluir información respecto al Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) y los ecosistemas de Colombia actualizada en línea con el fin de facilitar al usuario la identificación de las áreas donde compensar.
- Actualmente existe una gran cantidad de formatos asociados a información espacial; en próximas versiones de *Offset Colombia* se puede ampliar la cantidad de formatos de lectura de los archivos donde se encuentra la información que se procesará espacialmente.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Canos, J. H., Letelier, P., & Penadés, M. C. (2003). Metodologías ágiles en el desarrollo de software. *DSIC - Universidad politécnica de Valencia*, 1-8.
- Cendejas Valdéz, J., Vega Lebrún, C. A., Careta Isordia, A., Gutiérrez Sánchez, O., & Ferreira Medina, H. (2014). Diseño del modelo integral colaborativo para el desarrollo ágil de software en las empresas de la zona centro-occidente en México. *Revista electrónica Nova Scientia*, 7(1), 133-148.
- Claros, I. D., & Collazos, C. A. (2006). Propuesta metodológica para la evaluación de la usabilidad en sitios web: Experiencia Colombiana. *Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones, Universidad del Cauca*.
- Departamento nacional de planeación. (2009). *Pobreza y condiciones de vida-Deficit de vivienda*. Recuperado el 1 de Noviembre de 2015, de http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/fichas/Deficit_vivienda.pdf
- deusto.es. (2006). Recuperado el 15 de 10 de 2013, de deusto.es: http://paginaspersonales.deusto.es/dipina/doctorado/presentaciones/Aura_Gaia.pdf
- ESIDE. (06 de 2006). *Paginaspersonales*. Recuperado el 09 de 12 de 2013, de Paginaspersonales: http://paginaspersonales.deusto.es/dipina/doctorado/presentaciones/Aura_Gaia.pdf
- Galvis, L. (Junio de 2012). El déficit de vivienda: Consideraciones metodológicas y un estudio de caso. *Scielo - Cuadernos de economía*, 31(56), 111-148.
- Gandhi, U. (08 de Noviembre de 2015). *QGIS Tutorials and Tips*, 1. Recuperado el 25 de Octubre de 2015, de http://www.qgistutorials.com/es/docs/performing_table_joins_pyqgis.html
- Garcia, M. C., Irrazabal, E., & Garzás, J. (10 de Julio de 2010). *Kybele Consulting*. Recuperado el 2015 de Noviembre de 08, de <http://www.kybeleconsulting.com/wp-content/uploads/2011/11/Implantacion-ISO-15504-con-SCRUM.pdf>
- Gobernación de Boyacá. (s.f). *Departamento Administrativo de Planeación de Boyacá*. Recuperado el 1 de Noviembre de 2015, de <http://www.dapboyaca.gov.co/wp-content/uploads/2014/11/PLAN-DE-DESARROLLO.pdf>
- González , J. S., & Cáceres, G. (Febrero de 2013). Comparison of GIS Desktop tools for development of SIGPOT. *IEEE Latin America Transactions*, 11(1), 86-90.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (Agosto de 2012). *Autoridad Nacional de Licencias Ambientales*. Recuperado el 10 de Octubre de 2015, de http://www.anla.gov.co/documentos/normativa/13991_Res_1517_2012_Manual_compensac_perdida_biodiversidad.pdf
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2012). *Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos*. Bogotá D.C.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (15 de Octubre de 2014). *MINAMBIENTE*. Recuperado el 10 de Octubre de 2015, de <https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/decretos/34-DECRETO%202041%20DEL%2015%20DE%20OCTUBRE%20DE%202014.pdf>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Autoridad Nacional de Licencias Ambientales y The Nature Conservancy. (2012). Recuperado el 10 de Octubre de 2015, de <http://www.terraconsultores.com/descargas/manual-software-mafe-mapeo-de-formulas-equivalentes-ma.f.e.-V2.0.pdf>

- Naciones Unidas. (2014). *Guía para estimar la pobreza infantil*. Recuperado el 1 de Noviembre de 2015, de <http://dds.cepal.org/infancia/guia-para-estimar-la-pobreza-infantil/guia-contenido-442.php>
- Presman, R. S. (2002). *Ingeniería del software un enfoque práctico* (quinta ed.). Madrid, Aravaca, España: McGrawHill.
- Sarmiento, M. (Abril de 2014). *FUNDEPÚBLICO*. Recuperado el 10 de Octubre de 2015, de Fundación para la defensa del interés público: <http://fundepublico.org/wp-content/uploads/2014/05/RESUMEN-EJECUTIVO.pdf>
- Scrum reference card. (2015). *Scrum reference card*. Recuperado el 08 de Noviembre de 2015, de <http://scrumreferencecard.com/scrum-reference-card/>
- Smartmatic. (2014). *CiudadesInteligentes*. Recuperado el 20 de 02 de 2014, de CiudadesInteligentes: <http://ciudadesinteligentes.smartmatic.com/wp-content/uploads/2012/06/sistemas-domoticos.jpg>
- TYC GIS. (2015). *Formación y asesoría GIS*. Recuperado el 7 de Noviembre de 2015, de <http://www.cursosgis.com/index.php/blog-cursosgis/130-como-anadir-plugins-en-qgis.html>