

**GEOVISOR DE COMPENSACIONES FORESTALES DE LA EMPRESA GRAN  
TIERRA ENERGY EN EL DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO**

**JAVIER EDUARDO VERGARA MENDOZA**

**VICTOR MESIAS LINARES BARBOSA**

**Proyecto presentado como requisito parcial para optar al título de Especialista en  
Sistemas de Información Geográfica**



**UNIVERSIDAD DE  
MANIZALES®**

**UNIVERSIDAD DE MANIZALES**

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**

**MANIZALES**

**FEBRERO DE 2020**



## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	8
1. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA.....	9
2. OBJETIVOS .....	12
2.1 Objetivo General.....	12
2.2 Objetivos Específicos.....	12
3. JUSTIFICACIÓN .....	13
4. MARCO CONCEPTUAL.....	15
5. MARCO REFERENCIAL.....	22
6. MARCO NORMATIVO.....	27
7. CONTEXTO GEOGRAFICO .....	33
7.1 Localización de las Compensaciones de los proyectos de APE Cafelina – Costayaco .....	34
7.2 Localización de la Compensación del proyecto del APE Rio Mocoa .....	37
7.3 Localización de la Compensación del proyecto del APE Venado .....	38
7.4 Localización de la Compensación del proyecto del APE Rumiyaco .....	39
7.5 Localización de la Compensaciones del proyecto de la Batería Toroyaco.....	40
7.6 Localización de la compensación del Pozo Toroyaco IV.....	41
7.7 Localización de la compensación de Juanambú .....	42
8. METODOLOGIA .....	44
8.1 Estructuración de la Información .....	44
8.2 Elaboración de la Base de Datos Geográficos.....	45
8.3 Publicación de la Base de Datos.....	46
8.4 Generación del Aplicativo Web .....	47
9. RESULTADOS.....	49
10. CONCLUSIONES .....	55



*Universidad de Manizales*  
*Facultad de Ciencias e Ingeniería*  
*Especialización en Sistemas de Información Geográfica*

UNIVERSIDAD DE  
MANIZALES

RECOMENDACIONES.....	57
BIBLIOGRAFIA .....	58



## Lista de Imágenes

Imagen 1. Localización Proyectos de hidrocarburos de Gran Tierra Energy en Colombia.....	10
Imagen 2. Ciclo de un SIG (INEG, 2014).....	16
Imagen 3. <i>Plataforma ArcGIS Online</i> .....	18
Imagen 4.. <i>Web GIS</i> .....	18
Imagen 5. Localización General compensaciones de Gran Tierra en Putumayo.....	26
Imagen 6. Localización General compensaciones de Gran Tierra en Putumayo.....	34
Imagen 7. Localización compensaciones proyectos de Cafelina y Costayaco .....	37
Imagen 8. Localización compensación Proyecto Rio Mocoa .....	38
Imagen 9. Localización compensación proyecto Venado.....	39
Imagen 10. Localización compensación proyecto APE Rumiyo .....	40
Imagen 11. Localización compensación proyecto Batería Toroyaco – Villa Gloria .....	41
Imagen 12. Localización compensación proyecto Toroyaco IV.....	42
Imagen 13. Localización compensación proyecto Juanambú .....	43
Imagen 13. Metodología planteada para el presente proyecto.....	44
Imagen 15. Tabla de atributos creados en el shape de las compensaciones de Gran Tierra en Putumayo .....	46
Imagen 16. Estructura de la base de Datos creada para el proyecto de Compensaciones .....	47
Imagen 17. Servidor de publicación de la BD de las compensaciones forestales de Gran Tierra Energy.....	47



## Lista de Tablas

Tabla 1. Información lotes reforestados asignados a las compensaciones del Campo Costayaco.....	35
Tabla 2. Información lotes reforestados asignados a las compensaciones del APE Cafelina – Resolución 737 de 2002.....	36
Tabla 3. Información lotes reforestados asignados a las compensaciones del APE Cafelina – Resolución 272 de 2007.....	36
Tabla 4. Información lotes reforestados asignados a las compensaciones del APE Cafelina – Resolución 331 de 2008.....	36
Tabla 5. Información de las compensaciones del APE Rio Mocoa – Resolución 2059 de 2009 .....	38
Tabla 6. Información de las compensaciones del APE Venado – Resolución 0887 de 2010.....	39
Tabla 7. Información de las compensaciones del APE Rumiyocho – Resolución 0478 de 2011.....	40
Tabla 6. Información de las compensaciones del APE Venado – Resolución 0123 de 2011.....	41
Tabla 9. Información de las compensaciones del Pozo Toroyaco IV – Resolución 0231 de 2007 .....	42
Tabla 6. Información de las compensaciones de Juanambú .....	43
Tabla 11. Resultados obtenidos del proyecto planteado para obtener el aplicativo Web de las compensaciones forestales de Gran Tierra Energy en Putumayo .....	54



UNIVERSIDAD DE  
MANIZALES

Universidad de Manizales  
Facultad de Ciencias e Ingeniería  
Especialización en Sistemas de Información Geográfica

## ***RESUMEN***

El presente proyecto tiene como objetivo principal mostrar y hacer seguimiento a las compensaciones forestales establecidas en el departamento del Putumayo a todo el personal de la compañía Gran Tierra Energy y demás interesados por medio de un geovisor web que permita de manera fácil y efectiva visualizar las áreas reforestadas y obtener de primera mano información de cada uno de los proyectos de compensación forestal. El recurso empleado para la obtención de los resultados planteados fue a través de la elaboración de un geovisor, para el cual se empleó la siguiente ruta metodológica: estructuración de la información y evaluación de las necesidades, elaboración de la base de datos, publicación de la base de datos y la generación del geovisor por medio del portal de colaboración en GIS ArcGIS Online. El geovisor permite visualizar las áreas intervenidas por la compañía y consultar información de cada uno de los proyectos de compensación según el nivel del usuario.

***Palabras claves:*** Compensación, forestal, geovisor, ArcGis Online, reforestación, Gran Tierra Energy

## ***SUMMARY***

The main objective of this project is to show and monitor the forest compensation established in Putumayo department to all the staff of the Gran Tierra Energy company and other interested parties through a web geovisor that allows to easily and effectively visualize the areas reforested and obtain first-hand information on each of the forest compensation projects. The resource used to obtain the proposed results was through the development of a geovisor, for which the following methodological route was used: structuring of the information and evaluation of the needs,



*Universidad de Manizales*  
*Facultad de Ciencias e Ingeniería*  
*Especialización en Sistemas de Información Geográfica*

UNIVERSIDAD DE  
MANIZALES

elaboration of the database, publication of the database and geovisor generation through the collaboration portal in GIS ArcGIS Online. The geovisor allows to visualize the areas intervened by the company and consult information of each of the compensation projects according to the level of the user.

Keywords: Compensation, forestry, geovisor, ArcGis Online, reforestation, Gran Tierra Energy



## INTRODUCCIÓN

Los sistemas de información geográfica se han convertido en una herramienta muy habitual en la sociedad, han demostrado su relevancia para la toma de decisiones inteligentes en diferentes contextos, ya sea a nivel organizacional o personal, basados en el espacio, tiempo y ubicación (Toro V, 2019). Una de las tantas herramientas de los SIG son los Geoservicios o servicio web, perfectos para la articulación de información, ya que permiten de manera práctica que los usuarios compartan, visualicen y usen la información geográfica. El presente trabajo comprende el desarrollo y la elaboración de un geovisor como gestor de información para el conocimiento, divulgación y visualización de información de los proyectos de compensación forestal establecidos en el departamento del Putumayo por la Compañía Canadiense Gran Tierra Energy, en los cuales, en su ejecución se genera constantemente información, que necesita ser compartida de manera fácil y optima al personal de la compañía y demás interesados.

El geovisor elaborado de compensaciones forestales proporcionará información relevante de cada uno de los proyectos de reforestación establecidos, así mismo su interfaz permite la visualización de los datos geográficos, su consulta fácil y eficiente conforme a los usuarios a que está dirigido. En cuanto a los usuarios el geovisor ofrecerá visualización de metadatos y la visualización de las áreas de los proyectos de compensación.



## 1. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

De acuerdo a Sibato (2018) desde la segunda mitad del siglo XX, con la llegada de la revolución tecnológica ha impulsado en el mundo los cambios más rápidos e influyentes en la historia de la humanidad, esta revolución ha generado un desarrollo exponencial en las ramas de la computación, la informática, las telecomunicaciones y demás áreas afines, donde la ciencia cartográfica no ha sido ajena a este desarrollo y se ha visto claramente en la implementación de métodos numéricos y procesos computarizados que han logrado dar un giro en la producción de cartografía, generando así creación y generación exponencial de datos geográficos. Este desarrollo ha logrado construir métodos de almacenamiento avanzados, como las bases de datos espaciales, métodos y modelos para el análisis espacial y espacio-temporal (Siabato et ál. 2018); métodos para la producción cartográfica masiva; herramientas avanzadas para la gestión, consulta, análisis y visualización de datos geográficos, como los SIG y los métodos de análisis visual.

Este avance masivo en las tecnologías computacionales y el crecimiento cada vez mayor de la información a manejar ha repercutido en la sociedad en un aumento del uso de los sistemas de información geográfica – SIG, dado a su amplia utilidad se convierte en una herramienta multidisciplinar, que se puede emplear y combinar en diversas actividades encaminadas a integrar y visualizar una gran variedad de datos, que a partir de ellas se ven reflejadas en salidas graficas con la denominación de caracteres que el usuario desee (Varen E *et al.*).

Los sistemas de información geográfica (SIG) son herramientas versátiles de procesamiento, almacenamiento, análisis y visualización de referencia espacial relevantes en el desarrollo y crecimiento de un país. Para Colombia uno de los sectores más importantes en su economía es el petróleo, de acuerdo a Alberto Calderón expresidente de Ecopetrol menciona que para el país el



petróleo genera el 4,8% del PIB del valor total de los bienes y servicios producidos. Actualmente se encuentran habilitadas 22 operadoras ante la Agencia Nacional de hidrocarburos para explorar y producir petróleo (ANH, 2019), siendo fundamental el empleo de los SIG en la administración, planificación, exploración, perforación, producción e infraestructura de la industria petrolera (López M *et al.*, 2018).

Gran Tierra Energy es una de las operadoras con presencia en Colombia, tiene actualmente 28 contratos asignados en el país en las cuencas del departamento del Putumayo, Llanos, Sinú y Valle Medio del Magdalena, de los cuales opera 23 y ha realizado más de 111 pozos perforados.

Imagen 1. Localización Proyectos de hidrocarburos de Gran Tierra Energy en Colombia



A partir de lo expresado anteriormente, Gran Tierra Energy actualmente cuenta con varios proyectos de compensación de tipo forestal ejecutados en el departamento del Putumayo, pero la falta de información y de estrategias de divulgación de los mismos repercuten significativamente



en el desconocimiento de estos y hacen que no sean aprovechados en diferentes escenarios por parte del personal.

Actualmente la compañía Gran Tierra Energy no cuenta con un Sistema de Información Geográfica, específicamente con un geovisor interactivo de seguimiento a las áreas de compensación forestal, que le sirva como herramienta para la gestión de datos, de información y como soporte para la toma de decisiones, en el sentido que le ofrezca un despliegue y visualización de ésta, y por ende una optimización y aprovechamiento eficiente de su disponibilidad. Es importante dar a conocer a las dependencias, a todas las actividades realizadas para operar y dar cumplimiento a la normatividad legal colombiana, la cual establece obligaciones de compensación forestal en cada uno de los autos normativos de los proyectos, siendo esta una de las actividades más críticas o de mayor dificultad para su cumplimiento y conocimiento del personal de la compañía, donde se ha hecho evidente la falta de alternativas que ayuden a difundir dentro de la empresa las actividades ejecutadas.

Como alternativa de solución a la problemática anteriormente planteada, el geovisor se posiciona como una herramienta fundamental para la gestión y representación de la información espacial y alfanumérica, contribuyendo a la toma de decisiones, coordinación entre las dependencias y generación de prospectiva, planeación y coordinación empresarial.

Ante esta situación se pretende con el presente trabajo de grado el desarrollo e implementación de un Geovisor web sencillo que permita de manera fácil acceder a la información de las compensaciones ejecutadas por parte de Gran Tierra Energy en el Departamento del Putumayo.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo General**

Estructurar una herramienta SIG para que todo el personal de la compañía Gran Tierra Energy y demás interesados, visualicen el estado actual y la localización espacial de los proyectos de compensación forestal que se han ejecutado en el marco de cumplimiento de las obligaciones ambientales establecidas en la normatividad de los proyectos de Putumayo.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Estructurar la información relacionada de los proyectos referente a las compensaciones realizadas en el departamento de Putumayo por la empresa Gran Tierra Energy.
- Construir una base de datos espacial estructurada con toda la información relacionada de los proyectos de compensación.
- Implementar un geovisor a partir de la base de datos estructurada de los proyectos de compensación presentes en el Departamento del Putumayo.



### 3. JUSTIFICACIÓN

De acuerdo a Macedo (2005) a lo largo de la historia el desarrollo económico ha sido de gran importancia para la humanidad, lo cual ha llevado a la sobre-explotación de los recursos naturales, quebrando así la relación de naturaleza-hombre y exponiendo en riesgo la sostenibilidad ambiental, que afectaría directamente a las generaciones futuras, por esta situación cada vez más se unen esfuerzos en busca de un desarrollo sostenible de los recursos naturales.

En este esfuerzo de conseguir un desarrollo económico sostenible, Colombia ha dado pasos importantes en la intención de proteger, conservar y restaurar los recursos naturales del país, con la expedición de normatividad como lo es el código Nacional de Recursos Naturales (Decreto 2811/1974) y la constitución Política de 1991 (Ariza P *et al.*, 2017). Todos estos recursos que el país ha generado con el objetivo de lograr un equilibrio con el desarrollo de los sectores que impulsan la economía y sus recursos naturales. Uno de estos sectores económicos con mayor importancia para el país es el de hidrocarburos. De acuerdo a la Agencia Nacional de Hidrocarburos (2014) Colombia ocupa el tercer lugar a nivel mundial en nuevos descubrimientos petroleros, este escenario ha generado un reto para que este sector económico tan importante para el país no avance o se desarrolle en sacrificio o pérdida del capital natural de la nación (Soto A *et al.*, 2014).

Por tal razón, en el país se encuentran establecidas en la normatividad una serie de obligaciones de compensación para todo tipo proyecto sujeto de licencia ambiental, compensaciones enmarcadas en la constitución política del país y la ley 99 de 1993, desde donde se entiende por compensación ambiental el conjunto de medidas “encaminadas a resarcir y retribuir a las



comunidades, las regiones, las localidades y el entorno natural por los impactos o efectos negativos que no puedan ser corregidos, mitigados o sustituidos” (Silva L *et al.*, 2016).

En Colombia de acuerdo al informe de gestión de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA (2018), se tienen 870 proyectos licenciados con obligaciones de compensación, por diferentes actividades o afectaciones al entorno. El presente trabajo pretende por medio de la estructuración de una base de datos consolidar información de las actividades de compensación forestal de la empresa Gran Tierra Energy en el departamento del Putumayo, para así, desarrollar un geovisor web que contribuya a la divulgación y apropiación de los proyectos de compensación forestal de la compañía, como así mismo sirva de herramienta de conocimiento al público en general que se encuentre interesado en conocer los proyectos desarrollados en el departamento.

Actualmente el geovisor se considera una necesidad para la representación de la información institucional, en el sentido que permita aumentar el aprovechamiento y disponibilidad de los datos y de la información mediante las condiciones adecuadas de seguridad, facilidad de acceso e interpretación para el personal correspondiente.



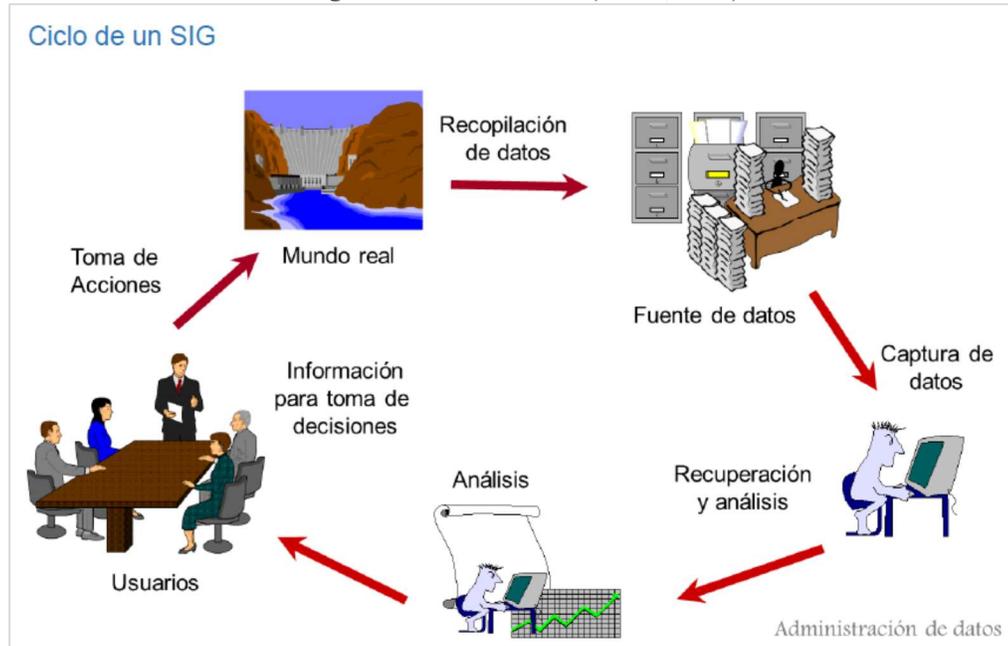
#### 4. MARCO CONCEPTUAL

La **Medidas de Compensación:** Son las acciones dirigidas a resarcir y retribuir a las comunidades, las regiones, localidades y al entorno natural por los impactos ambientales o efectos negativos generados por un proyecto, obra o actividad, que no puedan ser evitados, corregidos o mitigados.

Las **Medidas de compensación por pérdida de biodiversidad:** consiste en las acciones que tienen como objeto resarcir a la biodiversidad por los impactos o efectos negativos que no puedan ser evitados, corregidos, mitigados y que conlleven pérdida de la biodiversidad en los ecosistemas naturales terrestres y vegetación secundaria; de manera que se garantice la conservación efectiva de un área ecológicamente equivalente donde se logre generar una nueva categoría de manejo o estrategia de conservación permanente.

Los **Sistemas de Información Geográfica (SIG)** son sistemas que integran información espacial y alfanumérica, diferentes tecnologías y el talento humano para la realización de operaciones y utilización de diferentes herramientas en análisis espaciales, optimización de funciones y representación de la realidad por medio de mapas de todo tipo. Específicamente los componentes de un SIG son los datos que procesados se convierten en información, el hardware, el software, y las personas o profesionales expertos en su uso, quienes se encargan de realizar los geoprosesos y los análisis para las instituciones, entidades o empresas. (Olaya, 2014)

Imagen 2. Ciclo de un SIG (INEG, 2014).



Un modelo de datos de un SIG es un modelo de datos espacial, referida como “una representación del mundo real que puede ser usado para producir mapas, realizar consultas y diferentes análisis” (Documents, 2016). Estos modelos se definen de acuerdo con la realidad geográfica que se quiere representar, pudiéndose hacer en un modelo vector (línea, puntos y polígonos) o un modelo ráster (imágenes satelitales y elementos discretos).

El modelo conceptual es la descripción de la información por medio de objetos con las relaciones espaciales y atributos que representan la realidad. Se construye a partir del procesamiento de los datos, análisis de la información e identificación de los atributos, las entidades y su conexión. (Carmona & Monsalve, n.d.). “El modelo lógico “es un diseño conceptual que pretende modelizar el contenido de la base de datos” (Olaya Víctor, 2014); es el diseño detallado de la geodatabase. El modelo físico es la adaptación del diseño conceptual a las particularidades del Sistema Gestor de Base de Datos (SGBD) escogido. (Olaya Víctor, 2014);



este modelo determina la forma en cómo deben almacenarse los datos, de acuerdo con las restricciones y ventajas del sistema.

Una base de datos es “un conjunto de datos estructurados y almacenados de forma sistemática con objeto de facilitar su posterior utilización”. (Olaya Victor, 2014), ya una base de datos espacial son las que almacenan datos espaciales y la geodatabase “es la estructura de datos nativa para ArcGIS y es el formato de datos principal que se utiliza para la edición y administración de datos. Mientras ArcGIS trabaja con información geográfica en numerosos formatos de archivo del sistema de información geográfica (SIG), está diseñado para trabajar con las capacidades de la geodatabase y sacarles provecho”. (ESRI, 2018)

Existen diferentes plataformas GIS, la que se usa en el presente proyecto es la de ArcGIS Online la cual “es una plataforma inteligente de ubicación y representación cartográfica que se ejecuta en una infraestructura de nube administrada por ESI en un modelo de Software como servicio (SaaS). Dicho de otra manera, los recursos de cálculo y almacenamiento de los datos, el sitio web y el resto de las características del sistema se alojan en un entorno muy escalable de ESRI. Puede utilizar ArcGIS Online para crear, utilizar y compartir mapas y aplicaciones con su organización y con el público en general” (ESRI, 2018).

**Imagen 3. Plataforma ArcGIS Online.**



**Web GIS** es un tipo de sistema de información distribuido. La forma más simple de Web Gis se puede definir como cualquier SIG que utiliza tecnología web para la comunicación entre un servidor y un cliente. (ESRI, 2018).

**Imagen 4.. Web GIS.**



Entre las ventajas del SIG web se encuentra el acceso a la información a través de la web sin importar la distancia que hay entre el cliente y el servidor, permite un alcance global de la información accediendo desde equipos o dispositivos móviles; puede ser usado por una gran



cantidad de usuarios simultáneamente y el costo es mucho menor según el promedio por el número de usuarios, teniendo en cuenta que existe la posibilidad de que el contenido sea gratuito para los usuarios finales; es fácil de usar ya que está diseñado para una gran audiencia, no sólo para los profesionales capacitados en el área, está diseñado para brindar simplicidad, intuición y conveniencia; además permite actualizaciones unificadas, es decir, una sola actualización funciona para todos los clientes, adaptándolo para la entrega de información en tiempo real y por último la diversidad de aplicaciones que se han desarrollado y se pueden desarrollar de acuerdo a la demanda y el cumplimiento de las funciones requeridas. (ESRI, 2018)

Aplicaciones web: una aplicación web es un tipo especial de aplicación Cliente/Servidor, donde tanto el cliente como el servidor web y el protocolo mediante el que se comunican “HTTP”<sup>1</sup> están estandarizados y no han de ser creados por el programador de aplicaciones. (Mora, 2002)

Los estándares “son acuerdos documentados que contienen lineamiento y criterios técnicos que son utilizados como guías para asegurar que los productos, procesos y servicios cumplan con su propósito, además de garantizar la generación de información bajo los mismos parámetros, asegurando de esta forma la facilidad de disposición e intercambio de la información (interoperabilidad)”. (Alvarez, 2016).

Existen diferentes instituciones y organizaciones que se encargan de definir los estándares geográficos, entre ellas están: International Standardization Organization (ISO), Open Geospatial Consortium (OGC), en Colombia está el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC) y el Comité Técnico de Normalización de Información Geográfica (CTN 28). Dentro de los estándares de información geográfica ratificados se encuentran los siguientes: Metadatos



geográficos (NTC 4611), ISO 19115 (2003) “Geographic Information – Metadata”, ISO 19139 (2007) Implementación de esquema XML de ISO 19115, ISO 19139-2 (2012) Implementación del esquema XML de ISO 19115-2: defines esquemas XML para generar metadatos en XML de información ráster., ISO 19119 (2005) "Geographic Information - Services", ISO-19128 (2005) Web Mapping Services WMS: define la implementación de servicios web para la visualización de mapas digitales dinámicos.

Los **geoportales o geovisores** proporcionan una variedad de funcionalidades a administradores, proveedores de contenido (editores) y usuarios. Para su funcionamiento es fundamental el catálogo de metadatos, que se puede gestionar en una arquitectura distribuida o centralizada. El geoportal debe proporcionar la funcionalidad típica adecuada para cada uno de los tres roles: editor, administrador y usuario asociado a un geoportal. (Fu, Pinde. Sun, J. - 2011).

Dentro de los elementos típico de un geovisor, como los más relevantes se pueden encontrar los siguientes: Zooms: base de datos, la creación de librerías, la configuración de servidores y programación de servicios hasta el desarrollo de las interfaces al público. Paneo: es una herramienta universal reconocida por su icono de una pequeña mano para arrastrar el campo de visión o mover la vista actual. Búsqueda: La herramienta de búsqueda en los visores y en general en el mundo de la informática es universalmente identificada mediante el icono de una lupa. Norte o brújula: cuando la orientación es dinámica el usuario debe tener la posibilidad de regresar fácilmente a la orientación original (norte arriba). Coordenadas: pueden ser geográficas o proyectadas. Fondo o Mapa Pase: sirve como fondo de referencia donde se despliegan. Mapa de localización: debe poseer una pequeña pantalla adicional o recuadro que muestre el área actual de la vista. Escala de barra: La escala de barra es una barra en pantalla con medidas determinadas de



distancia en metros o en kilómetros y que sirve de referencia visual inmediata para el usuario de una proporción de distancia. Escala de texto: Generalmente se presenta cerca de la barra numérica y herramientas de dibujo y medición entre otras.

La visualización de datos geográficos usando geoservicios se fundamenta en la arquitectura de servicios web del Open Geospatial Consortium (OGC), que integra diferentes recursos de visualización, localización y geoprocésamiento. Esta estructura permite que diferentes sistemas de información geográfica distribuidos puedan comunicarse entre sí usando lenguajes como XML y http. Entre los servicios web geográficos más comunes definidos por los estándares del OGC (Franco, R. 2016) están:

**Catalog Service Web (CSW):** es un buscador de datos geográficos por tags o etiquetas o por coordenadas geográficas.

**WMS Web Map Service (WMS):** es un servicio que permite consultar datos geográficos en formato de imagen georreferenciada a través de la Web o desde un software SIG de escritorio que sea compatible para su lectura. En los WMS se posibilita la visualización, pero no la descarga de capas como tal.

**WMTS (Web Map Tile Service):** es un estándar que también permite la visualización en formato de imagen georreferenciada, pero con un desempeño mayor que el WMS por la posibilidad de almacenar tesselas estándar en memoria caché.

**Web Feature Service (WFS):** permite descargar objetos geográficos en formato vectorial desde un servidor Web.



## **5. MARCO REFERENCIAL**

Colombia ha registrado en los últimos años un crecimiento económico que se ha evidenciado en el aumento de inversiones para el desarrollo de proyectos mineros, de hidrocarburos, de infraestructura vial, construcción de aeropuertos y puertos marítimos, proyectos hidroeléctricos, entre otros; lo que se ha visto reflejado en el aumento de solicitudes de licencias ambientales, permisos, autorizaciones y concesiones para el uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables que ha provocado que en la actualidad se disponga de un importante volumen de datos georreferenciados que van desde un mapa topográfico, o la localización de un lote, de los cuales se registra información en hojas de cálculo, mapas en Autocad, archivos de texto que deben ser integrados y relacionados en un sistema de información geográfica que permita a las empresas o en este caso específico a la compañía Gran Tierra Energy, el almacenamiento, manipulación, análisis y mostrar al personal técnico y profesional de sus dependencias y demás interesados, la información actualizada de manera fácil y efectiva que permita visualizar las áreas reforestadas y obtener de primera mano información de cada uno de los proyectos por medio de un geovisor web que permita hacer seguimiento a las compensaciones forestales establecidas en el departamento del Putumayo, facilitando la incorporación de aspectos sociales-culturales, económicos y ambientales que conducen a la toma de decisiones de una manera más eficaz.

Los SIG inicialmente fueron en esencia la combinación de elementos cartográficos cuantitativos, conectados con los sistemas informáticos, surgieron con el desarrollo de nuevos enfoques de la cartografía y de la necesidad de incorporar los avances investigativos con nuevas tecnologías. Su evolución ha sido muy rápida e indiscutiblemente influenciada por otras disciplinas encargadas de la planificación urbana y el cuidado del medio ambiente. (Olaya, 2014). El primer



SIG que se desarrolló formalmente apareció en 1962, y fue creado por Roger Tomlinson para el Departamento Federal de Silvicultura y Desarrollo Rural de Canadá. Fue denominado CGIS (Canadian Geographical Information Systems). Este SIG “Fue utilizado para el inventario y planificación de tierras canadienses. Tomlinson se ha hecho conocido como el "padre de los SIG" por su trabajo pionero en el desarrollo de CGIS y la promoción de la metodología GIS. (Tomlinson, 2003).

Los geoportales, es decir, los sitios web donde se puede descubrir información geoespacial, son eso, una tecnología GIS que facilita a los usuarios encontrar, acceder y usar información geoespacial. En el mundo y en Colombia se han creado y desarrollado varios geoportales y geovisores que han contribuido a la organización y optimización de las funciones dentro de las entidades y/o instituciones gubernamentales, empresas privadas y diferentes organizaciones alrededor del mundo, para el gobierno se ha convertido en una gran herramienta para planeación y ordenamiento territorial, que aporta a soluciones prácticas permitiendo hacer análisis espaciales de alto nivel.

Es importante señalar que el geovisor, no es una herramienta especializada para usuarios SIG, y puede ser consultada por usuarios con distintos roles (tomadores de decisiones, investigadores, autoridades ambientales, comunidad en general, etc.), dado su fácil uso y acceso.

La tesis Geoportales y Visores Geográficos realizada por Rodolfo Franco en el año 2016, se enfoca en una revisión general de los principales Geoportales y visores geográficos existentes en Colombia. Inicialmente se narra una breve historia de los geoportales en el mundo y en nuestro país, se citan algunas normas nacionales relacionadas con el tema y se señalan también algunos



estándares internacionales pertinentes. En seguida se describen los componentes esenciales de un geoportal tales como visor geográfico, geoservicios, metadatos, entre otros. Hay atención especial al tema del visor geográfico y se comenta sobre los elementos típicos y ocasionales en esta herramienta. Se realiza una descripción de los geoportales más destacados de índole nacional, los más notorios para la ciudad de Bogotá y también algunos de otras ciudades y de carácter regional. Para cada sitio se muestra un ejemplo de su apariencia, su enlace de acceso (url), se relacionan las principales capas o categorías temáticas, los servicios geográficos ofrecidos y otras herramientas destacadas.

A nivel nacional se han desarrollado varios geovisores con diferentes enfoques para ordenación territorial, monitoreo de los recursos naturales y en especial, para la gestión y optimización del cumplimiento de las funciones en las empresas para la representación, obtención y utilización de la información en el país, como ejemplo se señalan los siguientes:

Portal Geográfico Nacional tienen como objetivo “implementar y administrar un único portal que soporte la consulta integral de la información geográfica oficial de Colombia, correspondiente a las diferentes temáticas sectoriales y territoriales; como parte del componente tecnológico de la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales – ICDE”. (ICDE , 2017). Los sectores que considera el PGN para la visualización de información son el ambiental, infraestructura, defensa y mares, socioeconómico y el de territorial y fronteras.

El Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) cuenta con una herramienta web interactiva que dispone a la ciudadanía diferentes productos de información georreferenciada que produce el instituto. En la sección de visores geográficos puede encontrar información como: Mapa de



Cartografía básica; Mapa de Cartografía Básica con Relieve; Mapa de Sistema Nacional Catastral; Mapa dinámico de Líneas de Vuelo; Mapa de Emergencia Invernal; Mapa de la Subdirección de Agrología; Consulta de Planchas a nivel Nacional; Consulta de Planchas a escala 1:2.000 para Bogotá; Socios Internacionales del IGAC; Visor de Patrones Corine Land Cover y Consulta de Aerofotografías a Color.

El geoportal del Servicio Geológico Colombiano, implementado en el 2014, es uno de los más amplios y organizados del país y ofrece varios visores geográficos (Franco, 2016)

El geoportal del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia, IDEAM, cuenta con un Geovisor Institucional que se divide en el Sistema de Información Ambiental (SIA) y el Sistema de Información del Recurso Hídrico (SIRH). El SIA promueve el intercambio de información, basados en sólidos procesos de coordinación a nivel institucional con el fin de generar datos confiables y un manejo adecuado de gestión de la información ambiental. El Sistema de Información del Recurso Hídrico - SIRH es el conjunto de elementos que integra y estandariza el acopio, registro, manejo y consulta de datos, bases de datos, estadísticas, sistemas, modelos, información documental y bibliográfica, reglamentos y protocolos que facilitan la gestión integral del recurso hídrico.

En el Sistema de Información Ambiental Marino de Colombia – SIAM del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras, tiene como objetivo desarrollar los instrumentos de acopio, análisis y gestión de la información ambiental y de uso de los recursos marinos y costeros de Colombia como elementos de apoyo a la generación de conocimiento, a la toma de decisiones y a la gestión orientada al desarrollo sostenible en un entorno que favorezca la participación



ciudadana. Por ello se emplean Geoservicios como mecanismo de divulgación de la información georreferenciada marino-costera.

**Imagen 5. Localización General compensaciones de Gran Tierra en Putumayo**

 <p><b>Visor geográfico del SIAM</b> Sistema información geográfica de consulta y visualización de la cartografía marina y costera existente de Colombia a diferentes escalas.</p>	 <p><b>Visor geográfico SIGMA</b> Sistema de Información para la Gestión de los Manglares de Colombia</p>	 <p><b>Visor geográfico Caladeros de Pesca</b> Información censal de los lugares donde se ejerce la pesca principalmente la de tipo artesanal.</p>
 <p><b>Visor geográfico REDCAM</b> Red de Monitoreo de Calidad de Aguas Marinas y Costeras.</p>	 <p><b>Visor geográfico ANH Biodiversidad</b> Caracterización física y de la biodiversidad de las áreas marina que pueden ser sujetas a explotación de hidrocarburos.</p>	 <p><b>Visor geográfico Erosión Costera</b> Sistema de información para seguimiento de la Erosión Costera.</p>
 <p><b>Visor geográfico SSD-SAMP</b> Sistema para el soporte a la toma de decisiones para la gestión de las Áreas Marinas Protegidas de Colombia.</p>	 <p><b>Visor geográfico Régimen común de Jamaica</b> Caracterización de las zonas prioritarias para la conservación de la Biodiversidad en el área geográfica en la que ejercen soberanía de manera conjunta Colombia y Jamaica.</p>	 <p><b>Catálogo Cartográfico del SIAM</b> Recopilación de cartografía marino costera de apoyo a la generación de conocimiento y a la gestión ambiental marino costera de Colombia. Plataforma: GEONODE.</p>
 <p><b>Visor Geográfico Cambio Climático</b> Sistema de información para el seguimiento del Cambio Climático en Mares y Costas.</p>		

La Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), a finales del año 2018 puso en operación para el público el hoy Geovisor SIGWEB cuya denominación cambiará a Sistema para el Análisis Geográfico de Información del Licenciamiento Ambiental (Sistema Ágil).

La Autoridad Nacional de Licencias Ambientales(ANLA) es la responsable de administrar el funcionamiento del Sistema para el Análisis Geográfico de Información en el Licenciamiento Ambiental de la ANLA (SIGWEB). Esta Plataforma es una herramienta que permite visualizar y consultar gráfica y dinámicamente capas de información geográfica de las diferentes entidades que producen información necesaria para decidir la viabilidad socioambiental de proyectos; de igual forma, información geográfica temática propia de los estudios presentados a la ANLA en el proceso de licenciamiento Ambiental.



## 6. MARCO NORMATIVO

Legislación	Tipo de compensación	Descripción	Autoridad ambiental que aplica
Ley 99 de 1993 – Título VIII	Licencia ambiental - CAR	<p><b>Título VIII: Licencias Ambientales</b></p> <p>Establece sobre la ejecución de obras, el establecimiento de industrias o el desarrollo de cualquier actividad, que, de acuerdo con la ley y los reglamentos, pueda producir deterioro grave a los recursos naturales renovables o al medio ambiente o introducir modificaciones considerables al paisaje requerirán de una Licencia Ambiental. Fue considerado un avance en el país para salvaguardar los recursos naturales, esto obligaría a todo proyecto a contemplar medidas de mitigación, corrección y compensación.</p>	CAR Autoridades ambientales regionales urbanas
Decreto 2820 de 2010	Licencia ambiental - CAR	<p><b>Decreto que reglamenta las facultades del Título VIII de la ley 99 de 1993, sobre las licencias ambientales</b></p> <p>Reglamenta que se deben establecer en todo proyecto que cuente con licencias ambiental actividades de restauración y conservación de las coberturas vegetales, encaminadas a resarcir al entorno natural por los impactos o efectos negativos de un proyecto, obra o actividad que no puedan ser corregidos, mitigados o sustituidos</p> <p>Con la expedición de este decreto se menciona que se avanzó referente en cuanto a las precauciones ambientales y las acciones a llevar a cabo durante las etapas de planeación y ejecución de proyectos a desarrollar en el territorio colombiano.</p>	CAR
Resolución 0256 de 2018	Manual de Compensaciones – ANLA	<p><b>Resolución expedida por el MADT, por la cual se adopta las actualizaciones del manual de compensaciones</b></p> <p>Manuel que tiene como objetivo establecer los lineamientos técnicos y el procedimiento para la asignación de compensaciones del componente biótico (fauna, flora, cobertura vegetal y contexto paisajístico), derivadas de los impactos ocasionados por proyectos, obras o actividades en el marco de las licencias ambientales, las solicitudes de permisos o autorizaciones de aprovechamiento forestal único de bosque natural y la solicitud de sustracciones temporales y definitivas de</p>	ANLA



Legislación	Tipo de compensación	Descripción	Autoridad ambiental que aplica
		reservas forestales nacionales o regionales por cambio de uso del suelo.  Tiene como alcance de aplicación las compensaciones del componente biótico (fauna, flora, cobertura vegetal y contexto paisajístico) de ecosistemas naturales terrestres continentales y vegetación secundaria, por lo tanto, no abarca las compensaciones del medio abiótico o socioeconómico.	
Resolución 1526 de 2012	Sustracción de áreas de reserva forestal	Por la cual se establecen los requisitos y el procedimiento para la sustracción de áreas en las reservas forestales nacionales y regionales, para el desarrollo de actividades consideradas de utilidad pública o interés social, se establecen las actividades sometidas a sustracción temporal y se adoptan otras determinaciones  La Resolución 1526 de 2012 establece que la sustracción de las áreas de reserva forestal (Ley 2 de 1959) dará lugar a la implementación de las medidas de compensación, restauración y recuperación.	CAR - ANLA
Decreto 1791 de 1996	Aprovechamiento forestal	<b>Por el cual se establece el régimen de aprovechamiento forestal del país.</b>  Para el presente decreto se traen a referencia los artículos del decreto que aplican en los casos para el presente trabajo.  <u>Artículo 12:</u> Del aprovechamiento forestal único, cuando las corporaciones reciban este tipo de solicitudes deberán tener en cuenta.  <i>“Cuando por razones de utilidad pública se requiera sustraer bosques ubicados en terrenos de dominio público para realizar aprovechamientos forestales únicos, el área afectada deberá ser <b>compensada</b>, como mínimo, por otra de igual cobertura y extensión, en el lugar que determine la entidad administradora del recurso”.</i>  <u>Artículo 46.</u> La realización de proyectos, obras o actividades que no requieran de licencia ambiental sino de Plan de Manejo Ambiental e impliquen remoción de bosques, deberán obtener los permisos de aprovechamiento que se requieran y, en todo caso,	



Legislación	Tipo de compensación	Descripción	Autoridad ambiental que aplica
		siempre deberá realizarse como medida de compensación una reforestación de acuerdo con los lineamientos que establezcan las Corporaciones o los Grandes Centros Urbanos competentes.	
Decreto ley 2811 de 1974	Aprovechamiento de especies amenazadas	<b>Código nacional de recursos naturales y protección del medio ambiente</b>  Se establecen medidas de reforestación cuando la solicitud de levantamiento de veda se realiza desde una trámite de licencia ambiental, las medidas de compensación las define la licencia, factores de compensación en relación 1:1 para individuos de la misma especie	MADS - CAR

A continuación, se relaciona cada uno de los actos administrativos (Resolución – Auto) sujetos de actividades de compensación de la empresa Gran Tierra Energy en Putumayo, proyecto al que pertenece la medida de compensación, tipo de compensación y autoridad ambiental que estableció la obligación y realiza el seguimiento de cumplimiento de la misma. La Normatividad relacionada a continuación son el objetivo para la creación del geovisor propuesto para el desarrollo del presente proyecto.

Legislación	Proyecto	Tipo de compensación	Descripción	Nº ha Compensadas	Autoridad ambiental que aplica
Resolución 737 de 2002	APE CAFELINA	Compensación de los pozos Costayaco-1 (Cafelina sur 2) y Costayaco-3 (Cafelina sur 1), obedece al ítem f), de la	<u>Artículo sexto:</u> (Ocupación de cauces, concesión de aguas y extracción de material de arrastre), numeral 2, Ítem f otras obligaciones, requisitos o restricciones sobre el aprovechamiento del recurso en el área a licenciada ECOPETROL deberá realizar labores de reforestación o enriquecimiento forestal en la zona protectora del Rio Guineo según lo establecido por CORPOAMAZONIA.  La Corporación decide que se reforesten 8 ha con un mínimo de 920 plántulas por ha con mantenimiento a tres	13,907	ANLA



Legislación	Proyecto	Tipo de compensación	Descripción	N° ha Compensadas	Autoridad ambiental que aplica
		Resolución 737 de 2002.	años, dentro de las obligaciones por la concesión de aguas y los permisos de ocupación de cauces.  Reforestación por extracción de material de arrastre del río Guineo: la Corporación establece que se reforesten 7 ha en el área de influencia de los sitios de extracción en el río Guineo mínimo 920 plántulas por hectárea.		
Resolución 472 de 2007	APE CAFELINA	La compensación del pozo Costayaco-2 (Naboyaco-1)	<u>Artículo noveno.</u> Se autoriza a la empresa GRAN TIERRA ENERGY COLOMBIA LTD., la remoción de un volumen de 4,95 m <sup>3</sup> de vegetación para la construcción de la locación. Obligaciones. a. La empresa deberá realizar compensación forestal por la afectación a la vegetación existente en el área de la locación. Cada árbol talado con diámetro mayor a 10 cm, se debe compensar por la siembra de cinco (5) árboles mayores de 50 cm de altura. b. Como medida de compensación forestal por la remoción de la cobertura vegetal para la construcción de la vía de acceso a la locación, la empresa deberá compensar con la siembra de árboles de especies nativas en una extensión de una (1) hectárea. c. Como medida de compensación forestal por la remoción de la vegetación herbácea y arbustiva para la construcción de la locación, la empresa deberá compensar con la siembra de árboles de especies nativas en una extensión de 0.5 hectáreas.	1,783	ANLA
Resolución 331 de 2008	APE CAFELINA	La compensación de los Costayaco Norte, Costayaco Oeste y la construcción y operación de la línea de transferencia de hidrocarburos entre el pozo Cafelina Sur 2 (hoy Costayaco 1)	<u>Artículo décimo primero.</u> La empresa GRAN TIERRA ENERGY COLOMBIA LTD., como medida de compensación por la remoción de cobertura vegetal, cambio de uso el suelo y modificación al paisaje, deberá realizar la siembra de especies nativas en un área de 20 hectáreas. Para lo cual deberá tener en cuenta las siguientes especificaciones: a) La siembra se deberá realizar en áreas aledañas al proyecto como enriquecimiento al bosque de galería presente en la zona, y deberá garantizar su mantenimiento durante tres años.	20,013	ANLA
Resolución 2200 de 2008	Campo Costayaco	Compensación por	<u>Artículo tercero, numeral 2.</u> Aprovechamiento forestal. Se autoriza realizar el aprovechamiento forestal en un volumen total de 18.8 m <sup>3</sup> para el desarrollo de las	31,561	ANLA



Legislación	Proyecto	Tipo de compensación	Descripción	Nº ha Compensadas	Autoridad ambiental que aplica
		aprovechamiento forestal –	<p>actividades de construcción y adecuación de vías y plataformas del Campo Costayaco</p> <p>Para el desarrollo de esta obligación la Empresa deberá presentar para el primer pozo a perforar el programa de compensación a este Ministerio en un plazo no mayor a cuatro (4) meses contados a partir de la perforación del primer pozo para su evaluación y pronunciamiento.</p>		
Resolución 2059 de 2009	APE Río Mocoa	Compensación por aprovechamiento de la cobertura vegetal a razón del cambio de uso de suelo	<i>Artículo décimo:</i> La empresa GRAN TIERRA ENERGY COLOMBIA LTD., deberá realizar compensación por aprovechamiento de la Cobertura Vegetal a razón del cambio de uso de suelo, consistente en: compensar mediante el establecimiento de especies nativas en las cuencas hidrográficas y/o nacaderos o donde la Empresa considere conveniente dentro del área de influencia del proyecto y en una proporción de 1:5, es decir que por cada hectárea intervenida deberá reforestar 5 hectáreas cuando la intervención sea en bosque secundario; pastos arbolados en relación 1:3, matorrales altos o bajos, la compensación debe ser en proporción 1:2.	13,9	ANLA
Resolución 0887 de 2010	APE VENADO	Compensación por aprovechamiento forestal – APE VENADO	<p><i>Artículo cuarto.</i> La Licencia Ambiental que se otorga a la empresa GRAN TIERRA ENERGY COLOMBIA LTD., lleva implícito el uso, aprovechamiento o afectación de los recursos naturales renovables.</p> <p>La empresa deberá presentar un plan de establecimiento y manejo forestal, donde se dé cuenta de las actividades a ejecutar, en cumplimiento de las medidas de compensación.</p>	11,0	ANLA
Resolución 0478 de 2011	APE RUMIYACO	Compensación por aprovechamiento forestal	<i>Artículo décimo tercero.</i> La empresa GRAN TIERRA ENERGY COLOMBIA LTD, como medida de compensación por la afectación de las unidades de cobertura vegetal, deberá desarrollar un programa de reforestación.	12,5	ANLA
Auto 0231-2007	Toroyaco IV	Compensación por derrame de crudo del Pozo Toroyaco IV	<i>Artículo 2, ítem 3:</i> Realizar labores de reforestación en un área de 15 hectáreas con especies protectoras en el cauce de la quebrada Sardinas y en el área donde se presentó el deslizamiento en la vereda La Pasera, se deberán realizar tres mantenimientos en el primer año.	15,0	CORPOA MAZONIA



Legislación	Proyecto	Tipo de compensación	Descripción	N° ha Compensadas	Autoridad ambiental que aplica
Resolución 123 de 2011	Batería Toroyaco	Compensación por permiso de vertimiento de la batería Toroyaco	<p><u>Artículo segundo:</u> GRAN TIERRA ENERGY COLOMBIA LTD, deberá dar especial cumplimiento a las siguientes obligaciones. (...)</p> <p>13. Presentar para revisión y aprobación de CORPOAMAZONIA, un plan de establecimiento y manejo forestal de especies nativas para 10 hectáreas en la cuenca del río Mecaya, como medida de compensación</p>	10,0	CORPOA MAZONIA
Resolución 0886 de 2006	Juanambú	Compensación por aprovechamiento forestal	<p><u>Artículo tercero:</u> (...)</p> <p>2. Reforestación: La medida compensatoria que se propone en el plan de aprovechamiento es la reforestación de (3) tres hectáreas en el lugar que defina entre la Corporación</p>	3,0	CORPOA MAZONIA
Resolución 0137 de 2007	Juanambú	Compensación por permiso de concesión de aguas Superficiales sobre la quebrada Picudo Chico y permiso de vertimiento de residuos líquidos industriales y domésticos	<p><u>Artículo tercero:</u> (...)</p> <p>Como medida de compensación ARGOSY deberá concertar con CORPOAMAZONIA</p>	4,1	CORPOA MAZONIA



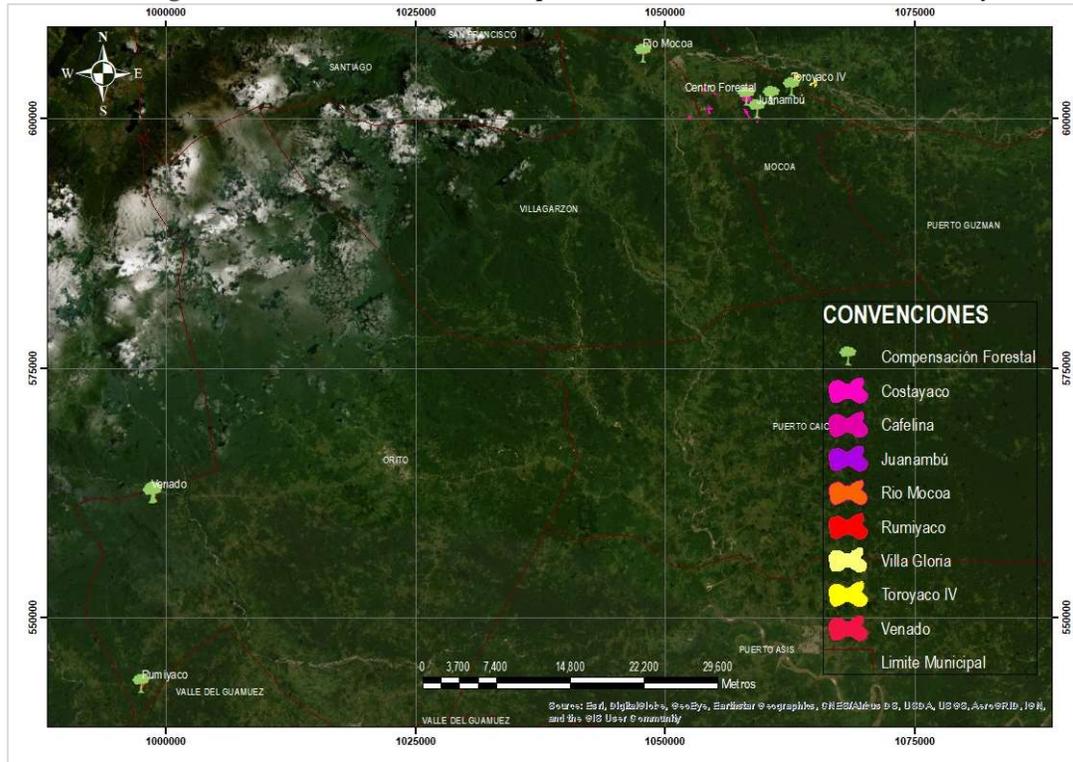
## **7. CONTEXTO GEOGRAFICO**

El departamento del Putumayo cuenta con una extensión de 2.600.000 hectáreas que representa en 2,2% del territorio de Colombia, su ubicación estratégica a nivel mundial y nacional para el desarrollo de proyectos de protección ambiental, dado a su inmensa riqueza en biodiversidad. El departamento del Putumayo está conformado políticamente por 13 municipios localizados en tres regiones topográficas; La primera es el alto Putumayo o región andina, que hace parte de la cordillera de los Andes y encierra el valle de Sibundoy. La segunda es el medio Putumayo o piedemonte amazónico, que comprende el descenso de la cordillera, y la tercera es el bajo Putumayo, o llanura amazónica, que constituye la mayor extensión del territorio y se caracteriza por ser terreno casi llano, ligeramente inclinado y cubierto de bosques nativos de selva tropical bañada por numerosos ríos.

Los proyectos de compensación realizados por Gran Tierra en el Putumayo, se encuentran establecidos en tres municipios del departamento; en Villagarzón se localizan los proyectos de APE Cafelina, Campo Costayaco, APE Río Mocoa y parte de Juanambú, en la capital del departamento San Francisco de Mocoa, se encuentran los proyectos de Toroyaco IV, Batería Toroyaco (Villa Gloria) y parte de Juanambú y en el municipio de Orito los proyectos de APE Venado y APE Rumiyo.



Imagen 6. Localización General compensaciones de Gran Tierra en Putumayo



Fuente: Elaborado a partir de información de Gran Tierra, 2020

### 7.1 Localización de las Compensaciones de los proyectos de APE Cafelina – Costayaco

De acuerdo a los informes de avance de las reforestaciones del campo Costayaco y Área Perforación Exploratoria Cafelina (2017), Gran Tierra cuenta en la vereda La Jordania y Villa Colombia del municipio de Villagarzón con un terreno de 212,6 Ha en cobertura mixta de rastrojo, bosque y pasturas que se conoce como el Centro Forestal de Costayaco, en donde se ubican actualmente para el campo Costayaco 19.669 árboles, distribuidos en 18,501 Ha de plantaciones compensatorias asignadas al campo Costayaco Resolución 2200/2008, adicionalmente otra reforestación de 1,084 Ha que se ubican en terreno colindante a los pozos CYC11, CYC12 donde se establecieron 1.232 árboles, 8.821 Ha (Predio La Danta) localizadas en terrenos colindantes al Campamento del Campo Costayaco a un costado del pozo CYC-4



donde se plantaron 8.755 árboles y finalmente 2.964 árboles ubicados en 2.695 hectáreas de predios de particulares denominados Villa Carmen y El Fraile. Mientras para Cafelina se localizan en el Centro Forestal, 10 lotes reforestados (29.853 árboles) asignados a las medidas de compensación, mas tres lotes reforestados (Lote Costayaco 10, lote Costayaco 7 y Villa Diana) localizados fuera del Centro Forestal.

**Tabla 1. Información lotes reforestados asignados a las compensaciones del Campo Costayaco**

TIPO DE COMPENSACIÓN	Nº ARBOLES/HECTÁREAS A COMPENSAR	LOTES	Nº HECTÁREAS/LOTE	Nº ARBOLES/LOTE	FECHA ESTABLECIMIENTO DD/M/AÑO	COORDENADAS (E-N) PROYECCIÓN MAGNA
Compensación por vías	3551 árboles	L. Chontaduro	1,103	1.348	10/10/2012	724456-601533
		L. Ceiba	0,441	427	10/10/2012	724109-602794
		L. La Danta 02	2,04	1.785	25/06/2015	
<b>TOTAL</b>			<b>3,584</b>	<b>3.560</b>		
Compensación por Aprovechamiento forestal	380 árboles	L. Tara Camino	0,259	397	10/01/2008	723989-602660
Compensación por plataforma	15,49 Hectáreas	L. Isla Martha	0,243	170	01/04/2011	723803-602456
		L. Mil Pesos	1,405	1.376	01/04/2011	724095-602288
		L. Campaña	0,340	334	01/04/2011	724031-602392
		L. Melina	1,942	2.045	15/12/2010	724065-602516
		L. Costayaco 11-12	1,084	1.232	01/12/2011	
		L. Vivero 01	0,502	769	10/10/2012	
		L. Chingale 03	0,85	918	18/10/2013	
		L. Guayacán	2,222	2.281	15/12/2010	724356-602573
		L. Isla Guayacán 01	0,618	620	15/12/2010	724243-602533
		L. Isla Guayacán 02	0,77	796	01/04/2011	724443-602640
L. La Danta	6,781	6.970	13/12/2014 - 25/06/2015	720635 - 600659		
<b>TOTAL</b>			<b>16,757</b>	<b>17.373</b>		
Facilidades: Batería	5,9 Hectáreas	L. Chingale 01	3,841	4.000	01/01/2008	723854-602030
		L. El Fraile	1,386	1.534	10/01/2008	725132-599767
		L. Vivero 02	0,582	552	10/10/2012	724188-602692
<b>TOTAL</b>			<b>5,809</b>	<b>6.086</b>		
Campamento	1,8 Hectáreas	L. Villa Carmen	1,309	1.430	10/01/2008	724348-600228



TIPO DE COMPENSACIÓN	N° ARBOLES/HECTÁREAS A COMPENSAR	LOTES	N° HECTÁREAS/LOTE	N° ARBOLES/LOTE	FECHA ESTABLECIMIENTO DD/M/AÑO	COORDENADAS (E-N) PROYECCIÓN MAGNA
		L. Tara Melina	0,469	256	10/01/2008	724041-602433
		L. Tara Guarango	0,205	173	10/01/2008	724241-602254
<b>TOTAL</b>			<b>1,983</b>	<b>1.859</b>		
<b>Facilidades: Estación de Bombeo</b>	2,9 Hectáreas	L. Chingale 02	3,169	3.222	18/10/2013	723854-602030

Fuente: Gran Tierra Energy, 2017

**Tabla 2. Información lotes reforestados asignados a las compensaciones del APE Cafelina – Resolución 737 de 2002**

PROYECTO	RECURSO NATURAL EMPLEADO	COMPENSACIÓN A ESTABLECER (N° ARBOLES)	LOTES	N° DE ARBOLES/LOTE	FECHA ESTABLECIMIENTO DD/M/AÑO	COORDENADAS (E-N) PROYECCIÓN MAGNA
C1 (Cafelina sur 2)	Ocupación de cauces, concesión de aguas	6.440	L. Costayaco 07	2.496	10/01/2009	719888-602974
			L. Costayaco 10	4.052	25/10/2011	718422-600198
<b>TOTAL</b>				<b>6.548</b>		
C3 (Cafelina sur 1)	Extracción de material de arrastre	8.461	L. Casa	1.101	10/01/2011	724000-602717
			L. Achapo	4.395	15/12/2010	724230-602395
			L. Bohío	1.503	15/12/2010	724378-602153
			L. Guarango	1.465	01/04/2011	724263-602197
<b>TOTAL</b>				<b>8.464</b>		

Fuente: Gran Tierra Energy, 2017

**Tabla 3. Información lotes reforestados asignados a las compensaciones del APE Cafelina – Resolución 272 de 2007**

PROYECTO	COMPENSACIÓN ESTABLECER (N° ARBOLES)	LOTES	N° DE ARBOLES/LOTE	FECHA ESTABLECIMIENTO DD/M/AÑO	COORDENADAS (E-N) PROYECCIÓN MAGNA
Costayaco 2 (Naboyaco 1)	195	L. Camino_1	201	10/01/2011	724025-602276
	1.100	L. Villa Diana	1.069	10/01/2008	724423-602032 724605-602006
	550	L. Tara Casa	545	10/01/2008	723964-602579
<b>Total</b>	<b>1.845</b>		<b>1.815</b>		

Fuente: Gran Tierra Energy, 2017

**Tabla 4. Información lotes reforestados asignados a las compensaciones del APE Cafelina – Resolución 331 de 2008**

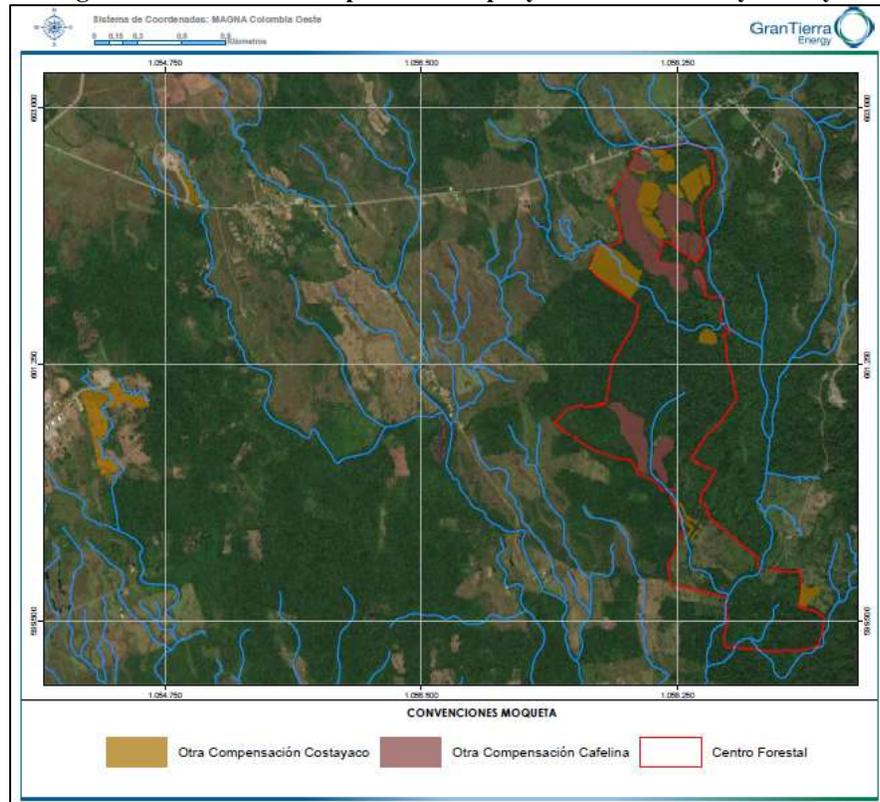
PROYECTO	RECURSO NATURAL EMPLEADO	COMPENSACIÓN A ESTABLECER (N° ARBOLES)	LOTES	N° DE ARBOLES/LOTE	FECHA ESTABLECIMIENTO DD/M/AÑO	COORDENADAS (E-N) PROYECCIÓN MAGNA
----------	--------------------------	--	-------	--------------------	--------------------------------	------------------------------------



C. Norte, C. Oeste y Construcción y operación de la línea de transferencia de hidrocarburos entre el pozo Cafelina Sur 2 (hoy CYC 1)	Remoción de la cobertura vegetal, cambio uso del suelo y modificación al paisaje	22.000	L. Lejanía 01	2.819	01/04/2011	724144-600710
			L. Lejanía 02	6.196	01/04/2011	723948-600870
			L. Camino	8.161	10/01/2011	724025-602276
			L. Barbasco	4.012	10/01/2011	724401-601926 724214-601958
Total				<b>21.194</b>		

Fuente: Gran Tierra Energy, 2017

**Imagen 7. Localización compensaciones proyectos de Cafelina y Costayaco**



Fuente: Elaborado a partir de información de Gran Tierra, 2020

## 7.2 Localización de la Compensación del proyecto del APE Rio Mocoa

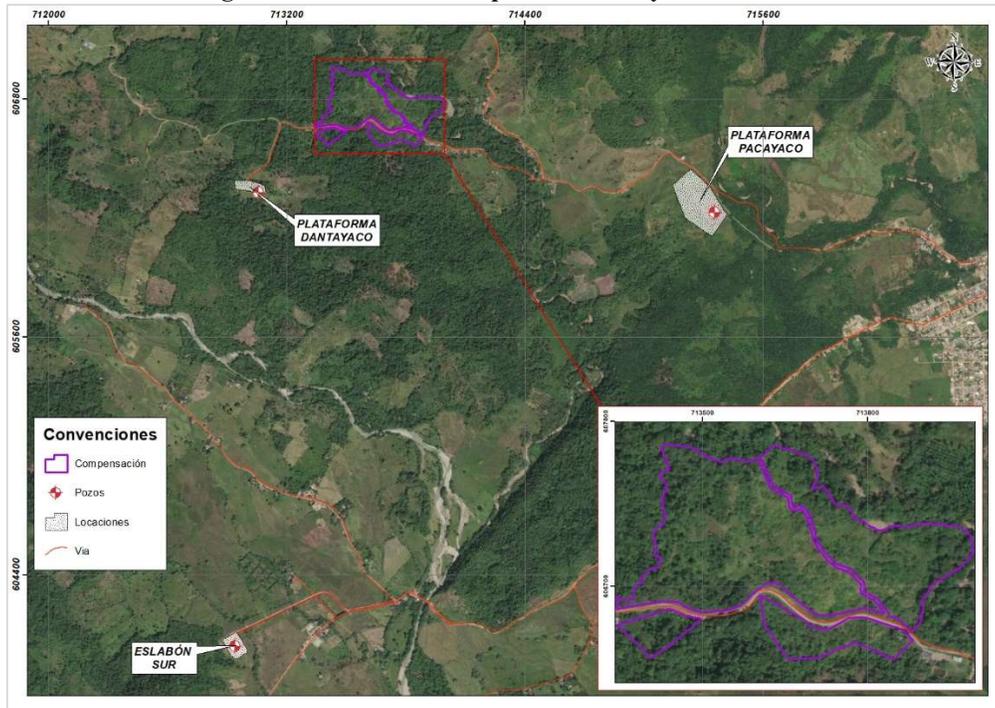
La compensación por aprovechamiento de la cobertura vegetal a razón del cambio de uso de suelo del proyecto Rio Mocoa (Pozos Dantayaco – Pacayaco), se estableció en el predio denominado La Esperanza, localizado en la vereda Bajo Eslabón del municipio de Villagarzón (Gran Tierra, 2017).



**Tabla 5. Información de las compensaciones del APE Rio Mocoa – Resolución 2059 de 2009**

PROYECTO	COMPENSACIÓN A ESTABLECER (Nº HA)	LOTES	Nº DE ARBOLES /LOTE	FECHA ESTABLECIMIENTO DD/M/AÑO	COORDENADAS (E-N) PROYECCIÓN MAGNA
Pozos Dantayaco - Pacayaco	13,9	La Esperanza	13.342	06/09/2011	

**Imagen 8. Localización compensación Proyecto Rio Mocoa**



*Fuente: Elaborado a partir de información de Gran Tierra, 2020*

### 7.3 Localización de la Compensación del proyecto del APE Venado

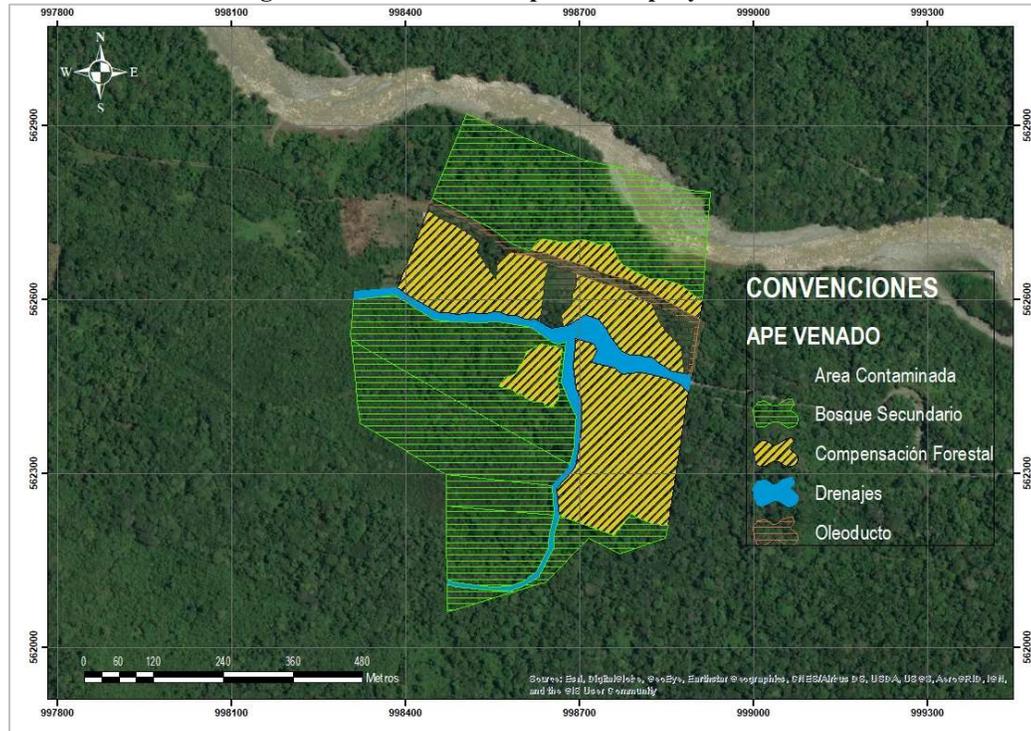
De acuerdo al informe del primer semestre del año 2017 sobre el avance de la compensación forestal del proyecto, Gran Tierra Energy estableció la medida de compensación forestal en el municipio de Orito, vereda Las Palmeras, dentro del Predio Puente Dos Localizado en la parte alta de la cuenca del río Sucio.



**Tabla 6. Información de las compensaciones del APE Venado – Resolución 0887 de 2010**

PROYECTO	COMPENSACIÓN A ESTABLECER (Nº HA)	LOTES	Nº DE ARBOLES/LOTE	FECHA ESTABLECIMIENTO DD/M/AÑO	COORDENADAS (E-N) PROYECCIÓN MAGNA
Proyecto APE Venado	11,0	Predio puente dos	10.017	15/12/2012	

**Imagen 9. Localización compensación proyecto Venado**



Fuente: Elaborado a partir de información de Gran Tierra, 2020

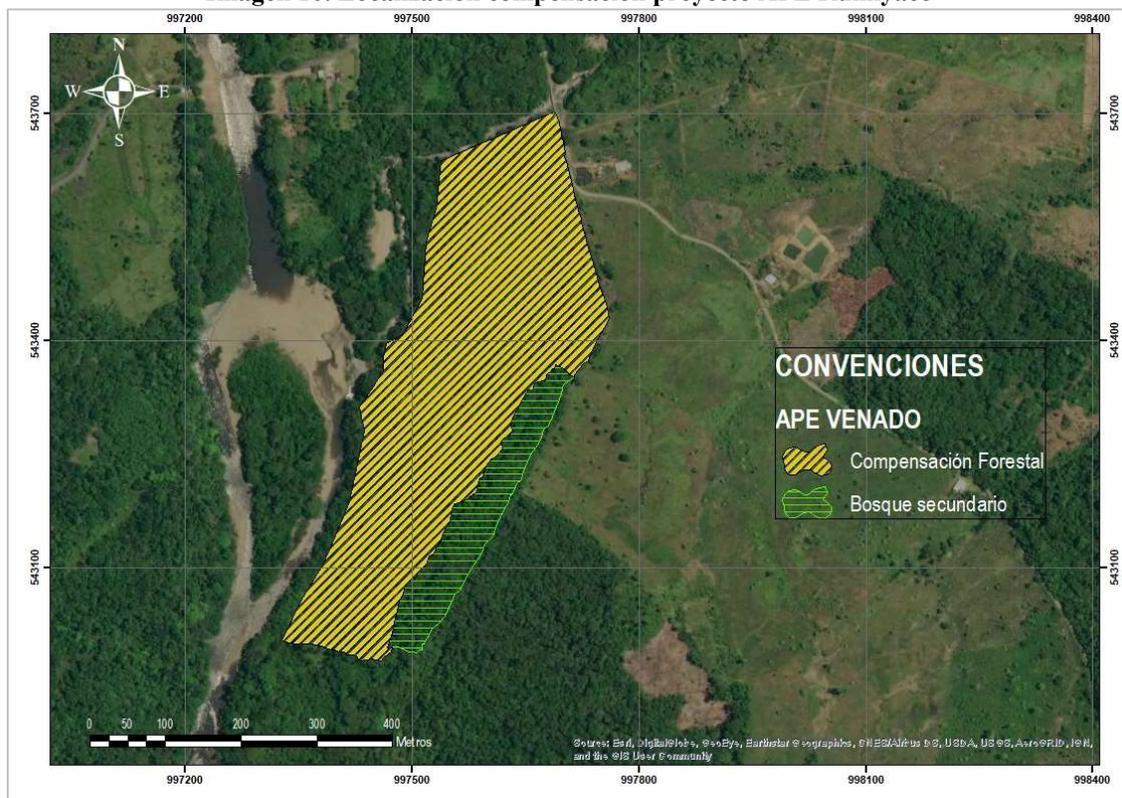
#### 7.4 Localización de la Compensación del proyecto del APE Rumiyo

La compensación forestal de las actividades realizadas para proyecto del APE Rumiyo, Gran Tierra Energy, decidió llevarla a cabo en el predio denominado La Danta, localizado al sur occidente del municipio de Orito, Vereda Lucitania Churuyaco. Para el acceso hasta la compensación se toma vía carretable que parte desde el municipio y que lo comunican con las veredas Siberia y Lucitania Churuyaco, recorriendo aproximadamente 47,5 Km (Gran Tierra, 2017).

**Tabla 7. Información de las compensaciones del APE Rumiyaico – Resolución 0478 de 2011**

PROYECTO	COMPENSACIÓN A ESTABLECER (Nº HA)	LOTES	Nº DE ARBOLES/LOTE	FECHA ESTABLECIMIENTO DD/M/AÑO	COORDENADAS (E-N) PROYECCIÓN MAGNA
Proyecto APE Rumiyaico	12,5	Predio La Danta	12.549	15/08/2014	

**Imagen 10. Localización compensación proyecto APE Rumiyaico**



*Fuente: Elaborado a partir de información de Gran Tierra, 2020*

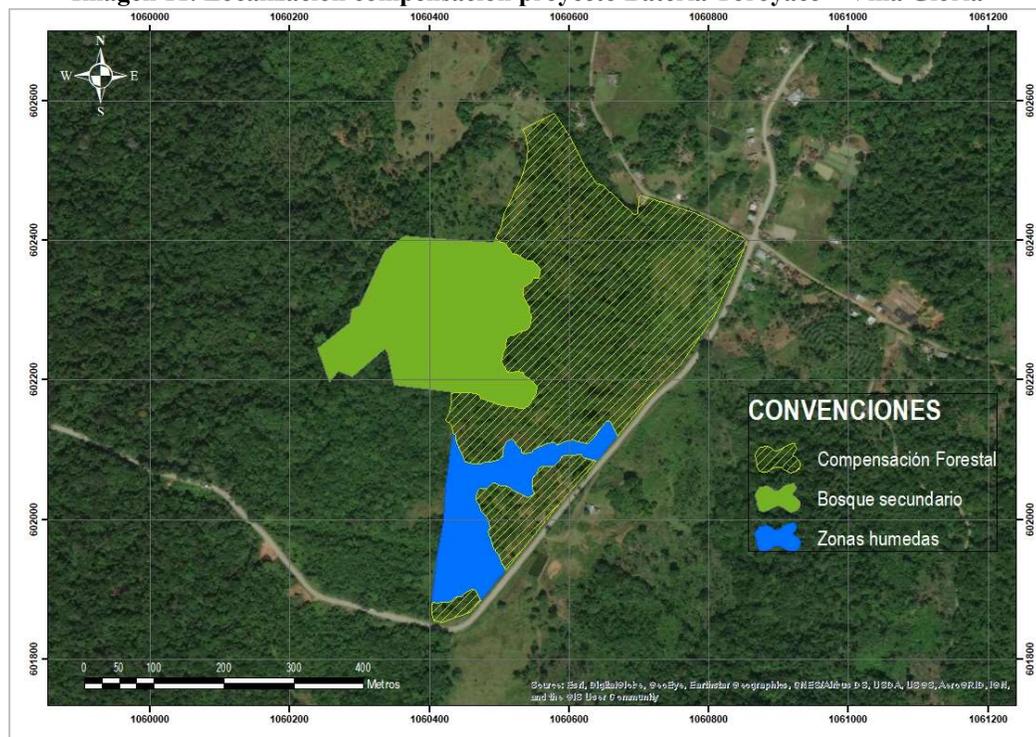
### 7.5 Localización de la Compensaciones del proyecto de la Batería Toroyaco

La compensación de la batería Toroyaco, se estableció dentro de la cuenca del río Picudo, en la zona de la Vereda Villa Gloria del municipio de Mocoa.

**Tabla 8. Información de las compensaciones del APE Venado – Resolución 0123 de 2011**

PROYECTO	COMPENSACIÓN A ESTABLECER (Nº HA)	LOTES	Nº DE ARBOLES/ LOTE	FECHA ESTABLECIMIENTO DD/M/AÑO	COORDENADAS (E-N) PROYECCIÓN MAGNA
Batería Toroyaco	10,0	San Pedro – Lote Rural	9.960	06/05/2013	

**Imagen 11. Localización compensación proyecto Batería Toroyaco – Villa Gloria**



*Fuente: Elaborado a partir de información de Gran Tierra, 2020*

## 7.6 Localización de la compensación del Pozo Toroyaco IV

De acuerdo al informe de actividades ejecutadas en marco de la compensación forestal por el derrame del pozo Toroyaco IV (2017) La compensación forestal impuesta por el derrame de crudo en el pozo Toroyaco IV, se encuentra establecida en cuatro predios privados; Las Brisas (Propietaria Gladys Botina), La Samaria (Propietario Alirio Ortega), Bellavista (Propietario

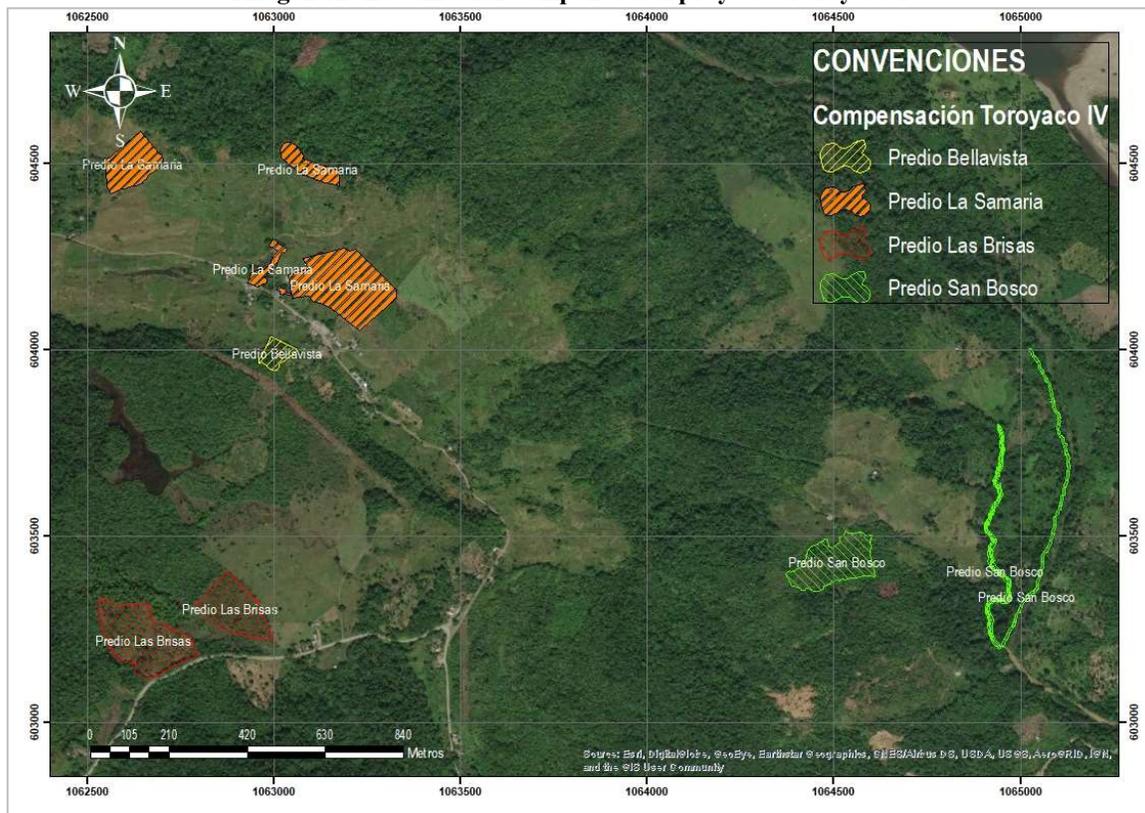


Omaira Delgado) y San Bosco (Propietario Pedro Valencia), localizados en la vereda La Pasera, municipio de Mocoa.

**Tabla 9. Información de las compensaciones del Pozo Toroyaco IV – Resolución 0231 de 2007**

PROYECTO	COMPENSACIÓN A ESTABLECER (N° HA)	LOTES	N° DE ARBOLES/LOTE	FECHA ESTABLECIMIENTO DD/M/AÑO	COORDENADAS (E-N) PROYECCIÓN MAGNA
Batería Toroyaco IV	15	Las Brisas La Samaria Bellavista San Bosco	16.254	20/10/2011 01/03/2010 01/03/2010 01/03/2010	

**Imagen 12. Localización compensación proyecto Toroyaco IV**



Fuente: Elaborado a partir de información de Gran Tierra, 2020

### 7.7 Localización de la compensación de Juanambú

La compensación forestal del pozo Juanambú-1, Contrato Guayuyaco, está ubicada en las Veredas El Mesón (Municipio de Mocoa) y Villa Colombia (Municipio Villagarzón),

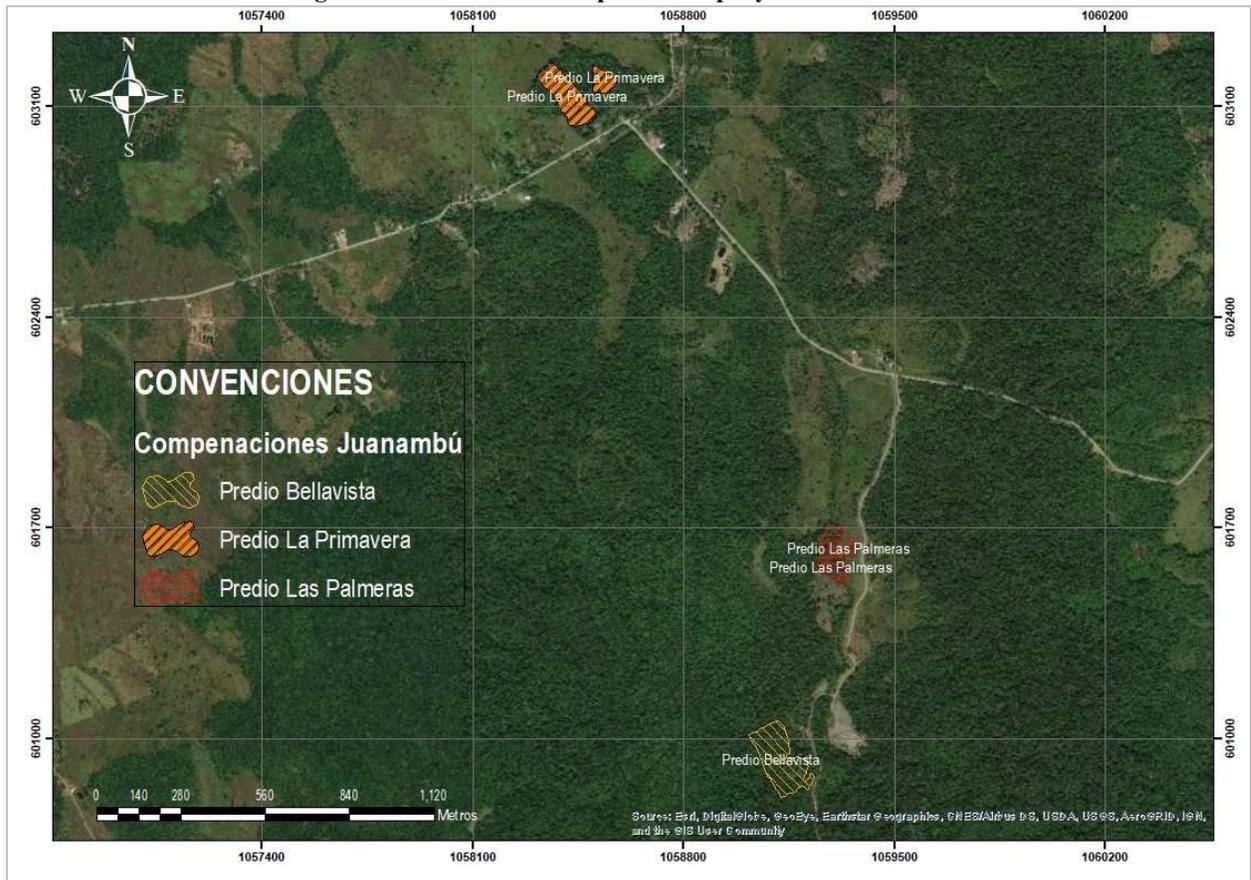


Departamento de Putumayo, correspondientes a los predios La Primavera (Mocoa), Bellavista y Las Palmeras (Gran Tierra Energy, 2017).

Tabla 10. Información de las compensaciones de Juanambú

PROYECTO	COMPENSACIÓN A ESTABLECER (Nº HA)	LOTES	Nº DE ARBOLES/LOT E	FECHA ESTABLECIMIENTO DD/M/AÑO	COORDENADAS (E-N) PROYECCIÓN MAGNA
Proyecto Juanambú	8,1	Primavera Bellavista Las Palmeras	8.910	20/10/2011 01/03/2010 01/03/2010 01/03/2010	

Imagen 13. Localización compensación proyecto Juanambú

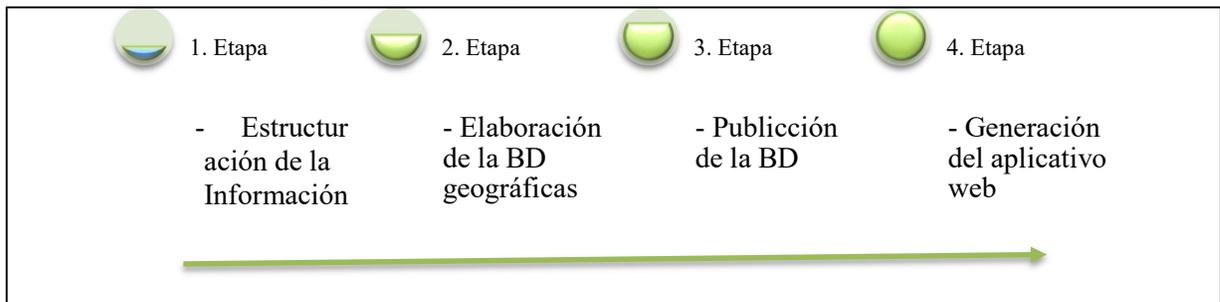


Fuente: Elaborado a partir de información de Gran Tierra, 2020

## 8. METODOLOGIA

Para el desarrollo del presente trabajo se planteó el desarrollo de la siguiente metodología, dividida en cuatro grandes actividades que se establecieron luego que llevar a cabo una revisión de bibliografía para el desarrollo del Geovisor WEB.

Imagen 14. Metodología planteada para el presente proyecto



### 8.1 Estructuración de la Información

Dentro de la estructura organizacional de Gran Tierra Energy, se encuentra conformado el equipo de seguimiento Ambiental, responsable de velar por el cumplimiento legal ambiental en todas las operaciones de la compañía. Dentro de este se conforma un equipo responsable de las actividades de compensación forestal, el cual es el responsable de realizar toda la gestión administrativa y en campo para la ejecución de cada uno de los proyectos de reforestación hasta obtener su cumplimiento por parte de la autoridad ambiental competente.

El equipo de Compensaciones de Gran Tierra maneja información robusta levantada en campo necesaria para establecer el manejo de los proyectos y dar respuesta a los requerimientos solicitados por parte de las autoridades ambientales, en las visitas de seguimiento, información compilada en levantamientos topográficos e informes en formato Word elaborados de cada proyecto. Partiendo que el desarrollo del presente trabajo aplicativo se concentra en los proyectos



de Putumayo, se seleccionó inicialmente la información geográfica de cada una de las áreas reforestadas, presentes en formato shape y kmz, el cual presenta dentro de la tabla de atributos información relevante a cada proyecto.

Teniendo en cuenta que la idea es generar un aplicativo web de las compensaciones forestales de la compañía Gran Tierra en Putumayo, se consideró importante integrar información adicional asociada al proyecto, que permitiría a los usuarios contextualizarse de manera más rápida y facilitar su consulta en el geovisor web. Esta información corresponde a la división política del departamento, división veredal, capa de drenajes y capa de parques nacionales localizados en Putumayo.

## **8.2 Elaboración de la Base de Datos Geográficos**

Teniendo en cuenta que todo el manejo cartográfico de las compensaciones forestales de Gran Tierra Energy se realizan con el manejo del software de ArcGIS. Se decidió para el desarrollo del presente trabajo, continuar con este mismo software.

Partiendo que el presente proyecto tiene como propósito elaborar un geovisor, se estableció obtener la visualización de las compensaciones forestales empleando el portal de ArcGIS Online, este portal incluye una variedad de mapas base que permite dotar de contexto y personalizar los datos, además se pueden generar mapas a partir de la información geográfica que se cargue al portal y la representación visual a los usuarios se realizará a través de un geovisor web.

Para la construcción de la información cartográfica de los ocho (8) proyectos de compensación forestal se almacenarán dentro de una base de datos que se construirá – GDB, con formato gdb compatible con los sistemas operativos de Windows y Linux. Para la estructuración de la GDB se

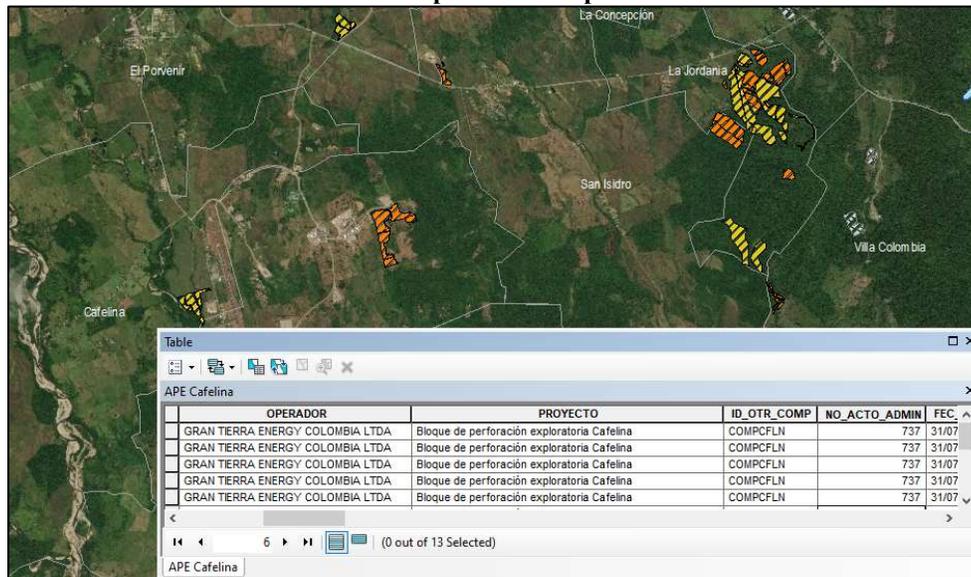


generó un feature class que se denominó como Compensaciones y se le definió los siguientes atributos; Proyecto, expediente, tipo de acto administrativo, numero de acto administrativo, fecha acto administrativo, localización, área compensada entre otros. Adicional a la información contenida en el feature Class, se emplearán como información adicional el mapa base, división política administrativa del departamento, división veredal (Municipios de Villagarzón, Mocoa y Orito), vías y drenajes dobles y sencillos.

### 8.3 Publicación de la Base de Datos

Partiendo de la información establecida en la etapa 2, elaboración de la base de datos geográficos, se inició a construir o diligenciar dentro del archivo shape, cada uno de los atributos establecidos para el feature Class que se va denominar como Compensaciones. Toda la información diligenciada se tomó de los informes de avance elaborados para cada proyecto.

Imagen 15. Tabla de atributos creados en el shape de las compensaciones de Gran Tierra en Putumayo

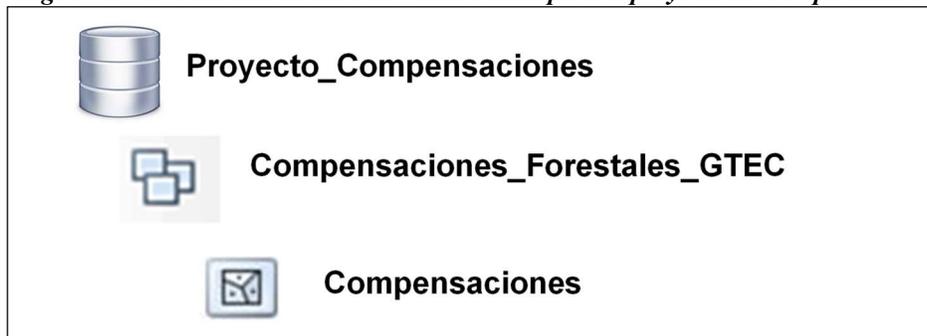


OPERADOR	PROYECTO	ID_OTR_COMP	NO_ACTO_ADMIN	FEC
GRAN TIERRA ENERGY COLOMBIA LTDA	Bloque de perforación exploratoria Cafelina	COMPCFLN	737	31/07
GRAN TIERRA ENERGY COLOMBIA LTDA	Bloque de perforación exploratoria Cafelina	COMPCFLN	737	31/07
GRAN TIERRA ENERGY COLOMBIA LTDA	Bloque de perforación exploratoria Cafelina	COMPCFLN	737	31/07
GRAN TIERRA ENERGY COLOMBIA LTDA	Bloque de perforación exploratoria Cafelina	COMPCFLN	737	31/07
GRAN TIERRA ENERGY COLOMBIA LTDA	Bloque de perforación exploratoria Cafelina	COMPCFLN	737	31/07



Una vez elaborado el shape con los atributos de cada uno de los proyectos de compensación forestal de Gran Tierra en el Putumayo, se generó la base de datos geográfica denominada “Proyecto Compensaciones”. Dentro de esta, esta contenido el Data Set “Compensaciones Forestales GTEC” y por ultimo dentro del data set se encontrará el Feature Class que contiene la información geográfica y asociada en la tabla de atributos.

**Imagen 16. Estructura de la base de Datos creada para el proyecto de Compensaciones**



#### 8.4 Generación del Aplicativo Web

Una vez surtido la etapa 3, se ha estructurado la base de datos geográfica, por lo que procedemos a cargar la GBD desde la cuenta de ArcGIS Online creada u otorgada por la Universidad de Manizales y se finaliza el proceso con la publicación del servicio, en donde se diligencia los espacios de resumen, palabras claves y descripción del proyecto a publicar.

**Imagen 17. Servidor de publicación de la BD de las compensaciones forestales de Gran Tierra Energy**

The screenshot shows the 'Item Description' form in ArcGIS Online. The form includes the following fields:

- Summary (required):** A text area containing the text: "PROYECTO DE COMPENSACIONES FORESTALES DE GRAN TIERRA EN EL DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO".
- Tags (required):** A text area containing the tags: "Compensación, forestal, Gran Tierra, Putumayo". Below this is a button labeled "Choose Your Tags...".
- Description:** A text area containing the text: "La siguiente publicación de los proyecto de compensación forestal realizados por parte de la compañía Gran Tierra Energy en el departamento del Putumayo, se relacionan cada uno de las areas recuperadas por medio de las reforestaciones."



*Universidad de Manizales*  
*Facultad de Ciencias e Ingeniería*  
*Especialización en Sistemas de Información Geográfica*

UNIVERSIDAD DE  
MANIZALES

Por ultimo para visualizar la base de datos publicada, se ingresa al usuario de la cuenta de ArcGIS online y al desplegar las funciones en la pestaña “Mi Contenido “se encontrará la base de datos de los proyectos de compensación forestal de Gran Tierra en el Putumayo.



**Tabla 11. Atributos de la capa de CompensacionesGranTierra\_VF**

FID_1	Lote	Expediente	Operador	Proyecto	Autori_Amb	Tip_ActoAd	No_ActoAdm	Fec_ActoAd	Art_Compen	Nume_item
0	Lote Ceiba	4113	Gran Tierra Energy Colombia, LLC Sucursal	Campo Costayaco	ANLA	Resolución	2200	10/12/2008	3	2
1	Lote Chontaduro	4113	Gran Tierra Energy Colombia, LLC Sucursal	Campo Costayaco	ANLA	Resolución	2200	10/12/2008	3	2
2	Lote Chingale 02	4113	Gran Tierra Energy Colombia, LLC Sucursal	Campo Costayaco	ANLA	Resolución	2200	10/12/2008	3	2
3	Lote Tara Camino	4113	Gran Tierra Energy Colombia, LLC Sucursal	Campo Costayaco	ANLA	Resolución	2200	10/12/2008	3	2
4	Lote Isla Guayacan 01	4113	Gran Tierra Energy Colombia, LLC Sucursal	Campo Costayaco	ANLA	Resolución	2200	10/12/2008	3	2
5	Lote Campaña	4113	Gran Tierra Energy Colombia, LLC Sucursal	Campo Costayaco	ANLA	Resolución	2200	10/12/2008	3	2
6	Lote Tara Guarango	4113	Gran Tierra Energy Colombia, LLC Sucursal	Campo Costayaco	ANLA	Resolución	2200	10/12/2008	3	2
7	Lote Isla Guayacan 02	4113	Gran Tierra Energy Colombia, LLC Sucursal	Campo Costayaco	ANLA	Resolución	2200	10/12/2008	3	2
8	Lote Guayacan	4113	Gran Tierra Energy Colombia, LLC Sucursal	Campo Costayaco	ANLA	Resolución	2200	10/12/2008	3	2
9	Lote Melinas	4113	Gran Tierra Energy Colombia, LLC Sucursal	Campo Costayaco	ANLA	Resolución	2200	10/12/2008	3	2
10	Lote Tara Melina	4113	Gran Tierra Energy Colombia, LLC Sucursal	Campo Costayaco	ANLA	Resolución	2200	10/12/2008	3	2
11	Lote Isla Martha	4113	Gran Tierra Energy Colombia, LLC Sucursal	Campo Costayaco	ANLA	Resolución	2200	10/12/2008	3	2
12	Lote Chingale 01	4113	Gran Tierra Energy Colombia, LLC Sucursal	Campo Costayaco	ANLA	Resolución	2200	10/12/2008	3	2
13	Lote Mil Pesos	4113	Gran Tierra Energy Colombia, LLC Sucursal	Campo Costayaco	ANLA	Resolución	2200	10/12/2008	3	2
14	Lote Vivero 02	4113	Gran Tierra Energy Colombia, LLC Sucursal	Campo Costayaco	ANLA	Resolución	2200	10/12/2008	3	2
15	Predio El Fraile	4113	Gran Tierra Energy Colombia, LLC Sucursal	Campo Costayaco	ANLA	Resolución	2200	10/12/2008	3	2
16	Predio Villa Carmen	4113	Gran Tierra Energy Colombia, LLC Sucursal	Campo Costayaco	ANLA	Resolución	2200	10/12/2008	3	2
17	Lote Chingale 03	4113	Gran Tierra Energy Colombia, LLC Sucursal	Campo Costayaco	ANLA	Resolución	2200	10/12/2008	3	2
18	Lote Vivero 01	4113	Gran Tierra Energy Colombia, LLC Sucursal	Campo Costayaco	ANLA	Resolución	2200	10/12/2008	3	2
19	Lote Costayaco 11 y 12	4113	Gran Tierra Energy Colombia, LLC Sucursal	Campo Costayaco	ANLA	Resolución	2200	10/12/2008	3	2
20	La Danta	4113	Gran Tierra Energy Colombia, LLC Sucursal	Campo Costayaco	ANLA	Resolución	2200	10/12/2008	3	2
24	La Danta 02	4113	Gran Tierra Energy Colombia, LLC Sucursal	Campo Costayaco	ANLA	Resolución	2200	10/12/2008	3	2
25	Lote Camino	2078	Gran Tierra Energy Colombia, LLC Sucursal	Ape Cafelina	ANLA	Resolución	331	28/02/2008	3	2
26	Lote Camino 1	2078	Gran Tierra Energy Colombia, LLC Sucursal	Ape Cafelina	ANLA	Resolución	472	16/03/2007	9	1
27	Lote Casa	2078	Gran Tierra Energy Colombia, LLC Sucursal	Ape Cafelina	ANLA	Resolución	737	31/07/2002	6	0
28	Lote Barbasco	2078	Gran Tierra Energy Colombia, LLC Sucursal	Ape Cafelina	ANLA	Resolución	331	28/02/2008	3	2
29	Lote Achapo	2078	Gran Tierra Energy Colombia, LLC Sucursal	Ape Cafelina	ANLA	Resolución	737	31/07/2002	6	0
30	Lote Guarango	2078	Gran Tierra Energy Colombia, LLC Sucursal	Ape Cafelina	ANLA	Resolución	737	31/07/2002	6	0



FID_1	Lote	Expediente	Operador	Proyecto	Autori_Amb	Tip_ActoAd	No_ActoAdm	Fec_ActoAd	Art_Compen	Num_item
31	Lote Bohío	2078	Gran Tierra Energy Colombia, LLC Sucursal	Ape Cafelina	ANLA	Resolución	737	31/07/2002	6	0
32	Lote Villa Diana	2078	Gran Tierra Energy Colombia, LLC Sucursal	Ape Cafelina	ANLA	Resolución	472	16/03/2007	9	1
33	Lote Lejanía 2	2078	Gran Tierra Energy Colombia, LLC Sucursal	Ape Cafelina	ANLA	Resolución	331	28/02/2008	3	2
34	Lote Lejanía 1	2078	Gran Tierra Energy Colombia, LLC Sucursal	Ape Cafelina	ANLA	Resolución	331	28/02/2008	3	2
35	Lote Costayaco 7	2078	Gran Tierra Energy Colombia, LLC Sucursal	Ape Cafelina	ANLA	Resolución	737	31/07/2002	6	0
36	Lote Costayaco 10	2078	Gran Tierra Energy Colombia, LLC Sucursal	Ape Cafelina	ANLA	Resolución	737	31/07/2002	6	0
37	Lote La Esperanza	4479	Gran Tierra Energy Colombia, LLC Sucursal	Ape Rio Mocoa	ANLA	Resolución	2059	23/10/2009	10	0
38	Taruka	4650	Gran Tierra Energy Colombia, LLC Sucursal	Ape Venado	ANLA	Resolución	887	11/05/2010	4	0
39	Lote La Danta	4847	Gran Tierra Energy Colombia, LLC Sucursal	Ape Rumiyaco	ANLA	Resolución	478	16/03/2011	3	0
40	Lote Villa Gloria	0	Gran Tierra Energy Colombia, LLC Sucursal	Bateria Toroyaco	CORPOAMZONIA	Resolución	123	30/06/2011	2	13
41	Lote San Bosco	0	Gran Tierra Energy Colombia, LLC Sucursal	Toroyaco IV	CORPOAMZONIA	Auto	231	27/06/2007	2	3
42	Lote La Samaria	0	Gran Tierra Energy Colombia, LLC Sucursal	Toroyaco IV	CORPOAMZONIA	Auto	231	27/06/2007	2	3
43	Lote Bellavista	0	Gran Tierra Energy Colombia, LLC Sucursal	Toroyaco IV	CORPOAMZONIA	Auto	231	27/06/2007	2	3
44	Lote Las Brisas	0	Gran Tierra Energy Colombia, LLC Sucursal	Toroyaco IV	CORPOAMZONIA	Auto	231	27/06/2007	2	3
45	Lote Bellavista_JNB	0	Gran Tierra Energy Colombia, LLC Sucursal	Juanambu	CORPOAMZONIA	Resolución	886	28/09/2006	3	2
46	Lote Las Palmeras	0	Gran Tierra Energy Colombia, LLC Sucursal	Juanambu	CORPOAMZONIA	Resolución	886	28/09/2006	3	2
47	Lote La Primavera	0	Gran Tierra Energy Colombia, LLC Sucursal	Juanambu	CORPOAMZONIA	Resolución	886	28/09/2006	3	2

FID_1	Lote	Area_Comp	Area_ha_P	No_Indiv	Fecha_Est	FECHA_TER	Loca_Muni	Loca_Ver	Cuenca	Sub_Cuenca	Polig_area	Polig_long
0	Lote Ceiba	31,06	0,4403	427	1/10/2008	21/09/2017	Villagarzon	La Jordania	Putumayo	Río Uchupayaco	4403	286
1	Lote Chontaduro	31,06	1,1016	1333	1/10/2008	21/09/2017	Villagarzon	La Jordania	Putumayo	Río Uchupayaco	11016	396
2	Lote Chingale 02	31,06	3,1634	3222	1/10/2008	21/09/2017	Villagarzon	La Jordania	Putumayo	Río Uchupayaco	31634	759
3	Lote Tara Camino	31,06	0,2590	397	1/10/2008	21/09/2017	Villagarzon	La Jordania	Putumayo	Río Uchupayaco	2590	292
4	Lote Isla Guayacan 01	31,06	0,6175	620	1/10/2008	21/09/2017	Villagarzon	La Jordania	Putumayo	Río Uchupayaco	6175	327
5	Lote Campaña	31,06	0,3402	334	1/10/2008	21/09/2017	Villagarzon	La Jordania	Putumayo	Río Uchupayaco	3402	266
6	Lote Tara Guarango	31,06	0,2049	173	1/10/2008	21/09/2017	Villagarzon	La Jordania	Putumayo	Río Uchupayaco	2049	202



FID_1	Lote	Area_Comp_e	Area_ha_P_o	No_Indiv_i	Fecha_Est_a	FECHA_TER	Loca_Muni	Loca_Vered	Cuenca	Sub_Cuenca	Polig_are_a	Polig_lon_g
7	Lote Isla Guayacan 02	31,06	0,7688	796	1/10/2008	21/09/2017	Villagarzon	La Jordania	Putumayo	Río Uchupayaco	7688	381
8	Lote Guayacan	31,06	2,2187	2281	1/10/2008	21/09/2017	Villagarzon	La Jordania	Putumayo	Río Uchupayaco	22187	617
9	Lote Melinas	31,06	1,9395	2045	1/10/2008	21/09/2017	Villagarzon	La Jordania	Putumayo	Río Uchupayaco	19395	607
10	Lote Tara Melina	31,06	0,4685	256	1/10/2008	21/09/2017	Villagarzon	La Jordania	Putumayo	Río Uchupayaco	4685	350
11	Lote Isla Martha	31,06	0,2435	170	1/10/2008	21/09/2017	Villagarzon	La Jordania	Putumayo	Río Uchupayaco	2435	201
12	Lote Chingale 01	31,06	3,3756	3841	1/10/2008	21/09/2017	Villagarzon	La Jordania	Putumayo	Río Uchupayaco	33756	927
13	Lote Mil Pesos	31,06	1,4033	1376	1/10/2008	21/09/2017	Villagarzon	La Jordania	Putumayo	Río Uchupayaco	14033	562
14	Lote Vivero 02	31,06	0,5815	552	1/10/2008	21/09/2017	Villagarzon	La Jordania	Putumayo	Río Uchupayaco	5815	311
15	Predio El Fraile	31,06	1,3837	1386	1/10/2008	21/09/2017	Villagarzon	Villacolombia	Putumayo	Río Uchupayaco	13837	550
16	Predio Villa Carmen	31,06	1,3075	1309	1/10/2008	21/09/2017	Villagarzon	Villacolombia	Putumayo	Río Uchupayaco	13075	1563
17	Lote Chingale 03	31,06	0,8491	918	1/10/2008	21/09/2017	Villagarzon	La Jordania	Putumayo	Río Uchupayaco	8491	402
18	Lote Vivero 01	31,06	0,5018	769	1/10/2008	21/09/2017	Villagarzon	La Jordania	Putumayo	Río Uchupayaco	5018	312
19	Lote Costayaco 11 y 12	31,06	1,0821	1232	1/10/2008	21/09/2017	Villagarzon	San Isidro	Putumayo	Río Uchupayaco	10821	735
20	La Danta	31,06	6,7693	6970	1/10/2008	21/09/2017	Villagarzon	Canangucho	Putumayo	Río Uchupayaco	67693	2523
24	La Danta 02	31,06	2,0370	1785	1/10/2008	21/09/2017	Villagarzon	Canangucho	Putumayo	Río Uchupayaco	20370	900
25	Lote Camino	36,50	8,8993	8161			Villagarzon	La Jordania	Putumayo	Río Uchupayaco	88993	3386
26	Lote Camino 1	36,50	0,2338	201			Villagarzon	La Jordania	Putumayo	Río Uchupayaco	2338	350
27	Lote Casa	36,50	1,2203	1101			Villagarzon	La Jordania	Putumayo	Río Uchupayaco	12203	446
28	Lote Barbasco	36,50	3,7195	4012			Villagarzon	La Jordania	Putumayo	Río Uchupayaco	37195	1367
29	Lote Achapo	36,50	4,2903	4395			Villagarzon	La Jordania	Putumayo	Río Uchupayaco	42903	883
30	Lote Guarango	36,50	1,4467	1465			Villagarzon	La Jordania	Putumayo	Río Uchupayaco	14467	609
31	Lote Bohío	36,50	1,4448	1503			Villagarzon	La Jordania	Putumayo	Río Uchupayaco	14448	487
32	Lote Villa Diana	36,50	1,0996	1069			Villagarzon	Villacolombia	Putumayo	Río Uchupayaco	10996	1754
33	Lote Lejanía 2	36,50	5,3906	6196			Villagarzon	La Jordania	Putumayo	Río Uchupayaco	53906	1289
34	Lote Lejanía 1	36,50	2,5193	2819			Villagarzon	La Jordania	Putumayo	Río Uchupayaco	25193	821
35	Lote Costayaco 7	36,50	2,7175	2496			Villagarzon	El Porvenir	Putumayo	Río Uchupayaco	27175	1303
36	Lote Costayaco 10	36,50	3,8658	4052			Villagarzon	Canangucho	Putumayo	Río Uchupayaco	38658	2054

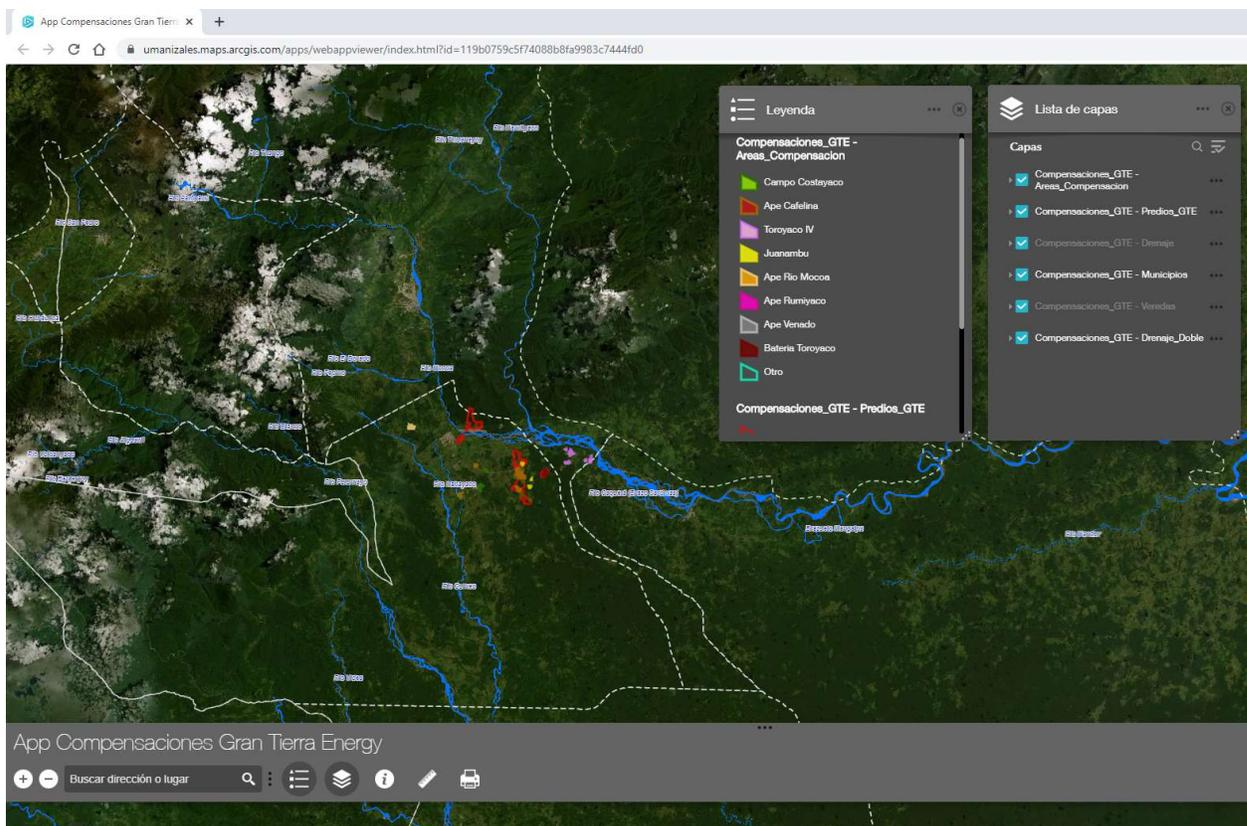


FID_1	Lote	Area_Comp_e	Area_ha_P_o	No_Indiv_i	Fecha_Est_a	FECHA_TER	Loca_Muni	Loca_Vered	Cuenca	Sub_Cuenca	Polig_arena	Polig_long
37	Lote La Esperanza	14,00	14,2050	13346			Villagarzon	Bajo Eslabon	Putumayo	Rio Eslabón	142050	3773
38	Taruka	11,00	11,0354	10627			Orito	Valle de las Palmeras	Putumayo	Río Sucio	110354	3513
39	Lote La Danta	12,50	12,7217	12549			Orito	Lucitania	Putumayo	Río Rumiayaco	127217	1901
40	Lote Villa Gloria	10,00	11,6525	9960			Mocoa	Villa Gloria	Putumayo	Rio Picudo	116525	2558
41	Lote San Bosco	15,00	3,3078	3400			Mocoa	La Pasera	Caqueta	Qbda Sardinas	33078	5508
42	Lote La Samaria	15,00	6,3972	7018			Mocoa	La Pasera	Caqueta	Qbda Sardinas	63972	2263
43	Lote Bellavista	15,00	0,4899	531			Mocoa	La Pasera	Caqueta	Qbda Sardinas	4899	296
44	Lote Las Brisas	15,00	5,2960	5305			Mocoa	La Pasera	Caqueta	Qbda Sardinas	52960	1386
45	Lote Bellavista_JNB	6,20	2,6246	3256			Villagarzon	Villacolombia	Putumayo	Rio Uchupayaco	26246	886
46	Lote Las Palmeras	6,20	1,1877	2134			Villagarzon	Villacolombia	Putumayo	Rio Uchupayaco	11877	808
47	Lote La Primavera	6,20	2,4060	3320			Mocoa	El Mesón	Putumayo	Rio Uchupayaco	24060	937

Como resultado final se implementó el Geovisor de compensaciones forestales de la empresa Gran Tierra Energy, en ArcGis Web Application, umanizales.maps.arcgis.com publicado en:

<https://umanizales.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=119b0759c5f74088b8fa9983c7444fd0>

**Imagen 19. Geovisor de compensaciones forestales de la empresa Gran Tierra Energy, ArcGis Web Application**



## 10. CONCLUSIONES

La estructuración adecuada de la información relacionada con las áreas de compensación forestal asociada a cada uno de los proyectos y sus obligaciones ambientales mediante un SIG, permite que el personal de la compañía Gran Tierra Energy y otras entidades, cuenten con un Geovisor para apoyar la toma de decisiones gerenciales y un instrumento de seguimiento a las áreas de compensación en ejecución en los ocho (8) proyectos en el departamento del Putumayo.

La implementación de una base de datos geográfica y su ArcGis Web Application, hace que se pueda gestionar, visualizar, consultar, editar y actualizar la información geográfica relacionada a los ocho proyectos en ejecución de manera que toda esta información que fue recopilada para los diferentes predios quede implementada en un solo repositorio de información georreferenciada de fácil manejo y acceso por parte de los usuarios no especializados de la compañía y tener un mejor conocimiento del ámbito geográfico y cartográfico de las áreas de compensación forestal en su territorio; ya que se pone a disposición de ésta información geográfica actualizada en forma permanente.

Una de las principales potencialidades que brindan el Geovisor, es el desarrollo de aplicaciones de terceros que consuman los recursos que se brindan. Aunado a ello, se tiene que la información geográfica especializada permite el despliegue de capas actualizadas que brindan información valiosa, para ser utilizada con múltiples propósitos y que pueden potenciar el desarrollo de aplicaciones web en dispositivos móviles.

Por último, este aplicativo web (Geovisor), facilita el control y seguimiento no solo del personal de la compañía Gran Tierra Energy, sino también de las autoridades ambientales ANLA y



*Universidad de Manizales*  
*Facultad de Ciencias e Ingeniería*  
*Especialización en Sistemas de Información Geográfica*

UNIVERSIDAD DE  
MANIZALES

CORPOAMAZONIA que realizan visitas de seguimiento y verifican en campo el cumplimiento de las obligaciones impuestas en las licencias ambientales y autos en cada uno de los proyectos.



## **11. RECOMENDACIONES**

Para garantizar la adecuada y oportuna actualización de cada capa temática de información que se representa en el geovisor, se debe dejar la información en las rutas preestablecidas con las que se creó la GDB e igualmente disponer del soporte técnico necesario que permita periódicamente el mantenimiento de la aplicación, brindar un mejor servicio y potencializar el uso de esta herramienta en la compañía Gran Tierra Energy.

Realizar una jornada de capacitación en la compañía Gran Tierra Energy para los administradores y usuarios para dar a conocer la aplicación web y mantener activo el sistema y aprovecharlo al máximo en el cumplimiento de las obligaciones impuestas por las autoridades ambientales a la empresa y actualizar con más capas de información que respondan a preguntas adicionales de las que fueron planteadas en el presente trabajo.

El visor geográfico desarrollado en este proyecto puede servir de base para su implementación en muchas entidades de diferentes sectores al de hidrocarburos, como proyectos mineros, de infraestructura vial, construcción de aeropuertos y puertos marítimos, proyectos hidroeléctricos, entre otros; con licencias ambientales, permisos, autorizaciones y concesiones por parte de las autoridades ambientales para el uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables, en los cuales se hace necesario la implementación de medidas de prevención, mitigación, corrección y compensación por pérdida de biodiversidad en el desarrollo de actividades altamente impactantes y reguladas mediante el marco legal existente en esta materia en la legislación colombiana.



## BIBLIOGRAFIA

- **Agencia Nacional de Hidrocarburos- ANH, (2014).** Ronda Colombia 2014: El ambiente perfecto.
- **Ariza Pardo, D. M. & Moreno Hincapié, J.C. (2017).** Análisis comparativo sobre compensaciones ambientales por pérdida de biodiversidad en el contexto nacional e internacional. Bogotá: *Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt*.
- **Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA. (2018).** Informe de gestión año 2018. Bogotá.
- **Documents, M. (03 de Enero de 2016).** México Documento. Obtenido de <https://vdocuments.mx/representacion-de-datos-espaciales-modelos-de-datos-espaciales-mowl.html>
- **ESRI. (2018).** ArcGIS ¿Qué es una geodatabase? Obtenido de <http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/manage-data/geodatabases/what-is-a-geodatabase.htm>
- **ESRI. (2018).** Portal para ArcGIS. Obtenido de <https://enterprise.arcgis.com/es/portal/latest/administer/windows/choosing-between-an-arcgis-online-subscription-and-portal-for-arcgis.htm>
- **Franco, R. (2016).** GEOPORTALES Y GEOVISORES EN COLOMBIA. Bogotá.
- **Fu, Pinde. Sun, J. (2011).** Web GIS: Principles and Applications Web GIS: Principles and Applications. Web GIS: Principles and Applications. Estados Unidos.
- **Fundación Paz y Reconciliación (2014).** Departamento del Putumayo, tercera monografía.
- **Gran Tierra Energy (2017).** Informe de avance de avance de las reforestaciones del Campo Costayaco en cumplimiento a la resolución 2200 de 2008 del MVDT
- **Gran Tierra Energy (2017).** Informe de avance de avance de las reforestaciones del Área de perforación exploratoria Cafelina en cumplimiento a las resoluciones 737 de 2002, 472 de 2007 y 331 de 2008 del MVDT.



- **Gran Tierra Energy (2017).** Informe de actividades ejecutadas en marco de las compensaciones forestales Bloque Rio Mocoa, Pozos Dantayaco -1 y Pacayaco-1 a junio de 2017, en cumplimiento a la resolución 2059 de 2009.
- **Gran Tierra Energy (2017).** Informe de avance compensación forestal para el area de perforación exploratoria Vendado, Pozo Taruka-1 primer semestre de 2017, en cumplimiento a la resolución 0887 de 2010.
- **Gran Tierra Energy (2017).** Informe de actividades en marco de las compensaciones forestales del Pozo Rumiyo-1 a junio de 2017, en cumplimiento a la resolución 0478 de 2011.
- **Gran Tierra Energy (2017).** Informe de actividades ejecutadas en marco de la compensación forestal por el permiso de vertimientos de la batería Toroyaco, sobre las quebradas picudo y san pedro, en cumplimiento a la resolución de Corpoamazonia No 0123 de 2011.
- **Gran Tierra Energy (2017).** Informe de avance de la compensación forestal por uso de recursos naturales del Pozo Juanambú-1, junio de 2017
- **ICDE (2017).** *INFRAESTRUCTURA COLOMBIANA DE DATOS ESPACIALES .* Obtenido de <http://www.icde.org.co/servicios/portal-geografico-nacional>
- **IDEAM (2019).** *Geoportal Instituto de Hidrología, Meteorología y estudios Ambientales de Colombia IDEAM.* Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/geoservicios-institucionales>.
- **IGAC (2019).** *Geoportal Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).* Obtenido de <https://geoportal.igac.gov.co/>
- **INVEMAR. (2014).** *Sistema de Información Ambiental de Colombia.* Obtenido de *SIAM:* <http://siam.invemar.org.co/informacion-geografica>
- **López, M. P., Douglas Alberto, G. and Hernandez Puentes, M. (2018).** Uso y desarrollo de Sistemas de Información Geografica en la Industria Petrolera; un estudio de caso, *Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros.*
- **Macedo, B. (2005).** UNESCO. *El concepto de Sostenibilidad.* Obtenido de <http://unesdoc.unesco.org/images/0016/001621/162177s.pdf>



- **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS. (2018).** Resolución 0256 de 2018 – Manual de Compensaciones del componente biótico – Autoridad Nacional de Licencias ambientales. Bogotá
- **Olaya, V. (2014).** Sistemas de Información Geográfica.
- **Sibato Willington, (2017).** Sobre la evolución de la Información Geográfica; las bodas de oro de los SIG. *Revista Colombia de Geografía y Geociencia*, 45, 105-119.
- **Silva, L. M. Corzo, G & Portocarrero, M. (2016).** Compensaciones ambientales en Colombia. Bogotá: *Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt*.
- **Soto A. y Sarmiento M. (2014).** Hidrocarburos y Compensaciones por pérdida de la biodiversidad: Oportunidad para el desarrollo Sostenible. Bogotá. *Universidad de los Andes*.
- **Tomlinson, R. (2003).** Pensando en el SIG: *planificación del sistema de información geográfica dirigida a gerentes. Esri*.
- **Varen Eliani,. and Pantoja Yoenis Z.** Guia Metodologica para desarrollo del SIG, petroleros utilizando la plataforma GENESIC, *Universidad de ciencias Informaticas de Cuba*.