



PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA CREACIÓN DE UN GEOPORTAL DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS. ESTUDIO DE CASO: RESERVA DE PRODUCCIÓN DE FAUNA DE CHIMBORAZO – ECUADOR

Valeria Fernanda Flores Cantos¹

Ingeniera en Ecoturismo
valeffcantos@gmail.com

Patricio Xavier Lozano Rodríguez²

Director de la Escuela de Ingeniería en Ecoturismo de la ESPOCH
plozano@esPOCH.edu.ec

Mariela Elizabeth Sevilla Monar³

Ingeniera en Ecoturismo
maseeli92@gmail.com

Carlos Arturo Jara Santillán⁴

Docente Investigador de la Escuela de Ecoturismo de la ESPOCH
cjara@esPOCH.edu.ec

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Valeria Fernanda Flores Cantos, Patricio Xavier Lozano Rodríguez, Mariela Elizabeth Sevilla Monar y Carlos Arturo Jara Santillán (2018): "Propuesta metodológica para la creación de un geoportal de servicios ecosistémicos. Estudio de caso: reserva de producción de fauna de Chimborazo – Ecuador", Revista Caribeña de las ciencias sociales (marzo 2018). En línea:

<https://www.eumed.net/rev/caribe/2018/03/reserva-produccion-fauna.html>

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se plantea una propuesta metodológica, para la creación de un geoportal de servicios ecosistémicos, se trabaja específicamente para la Reserva de Producción de Fauna de Chimborazo, Ecuador. Se plantean los siguientes objetivos para cumplir con la propuesta metodológica: analizar el diagnóstico de los servicios ecosistémicos de la Reserva, realizar mapas de los servicios ecosistémicos y estructurar el geoportal de los servicios

¹ Ingeniera en Ecoturismo, forma parte del equipo de investigación para la elaboración de la base de datos referentes a la Reserva de Producción de Fauna de Chimborazo a la vez que, se está trabajando en distintos temas sobre teledetección y conservación de ambientes naturales, todo esto en colaboración con la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

² Ingeniero en Ecoturismo, Máster en espacios naturales protegidos, actualmente se desempeña como director de Escuela de la carrera de Ingeniería en Ecoturismo de la ESPOCH, siendo participe de varios trabajos integradores con la Reserva de Producción de Fauna de Chimborazo, el Ministerio de Ambiente del Ecuador y otros.

³ Ingeniera en Ecoturismo, trabajó en el proyecto integrador denominado "Diseño de un Sistema de Información Geográfica a Partir del Inventario Turístico de las parroquias Rurales de los cantones Alausí y Chunchi, provincia de Chimborazo" en colaboración con la ESPOCH y la CONAGOPARE-CH (Consejo Nacional de Gobiernos Parroquiales Rurales de la Provincia de Chimborazo).

⁴ Docente – Investigador de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, de la Facultad de Recursos Naturales, Ingeniero en Sistemas Informáticos y Magister en Informática Empresarial. Colaborador en varios proyectos de investigación referentes a informática aplicada a SIG, teledetección, análisis y procesamiento de la información. Docente de las materias: Sistemas de Información Geográfica I, Lenguajes de programación, entre otras.

ecosistémicos de la Reserva. Como resultado de la investigación se obtuvo que, de acuerdo al análisis realizado entre la clasificación de los servicios ecosistémicos propuestos por (Millennium Ecosystem Assessment, 2005) y (Zhicay, 2016) se evidenció 39 rasgos funcionales y 60 unidades suministradoras para 17 servicios ecosistémicos de tipo abastecimiento, regulación y cultural, además en base a la información obtenida en el primer objetivo se completó y estructuró la geo data base de cada servicio ecosistémicos, en relación a la cartografía de las unidades suministradoras por medio de la utilización del software Microsoft Access®, posterior a esto se creó un proceso cronológico y sistémico para desarrollar los mapas temáticos de los servicios ecosistémicos diagnosticados de la reserva con el software en línea CARTO. Después se creó los mapas temáticos y finalmente se desarrolló el geoportal. En conclusión, se determinó que el geoportal de los servicios ecosistémicos de la Reserva, debe ser concebido como una herramienta para la planificación estratégica que genere, levante, y difunda información confiable, clara, oportuna y precisa de la realidad; sobre el estado actual de los beneficios que se obtiene de dicha área protegida. El geoportal de los servicios ecosistémicos de la Reserva, es un referente para ser aplicado en cualquier territorio o zona de estudio, que necesite el registro y almacenamiento de información para análisis espaciales.

Palabras clave: Geoportal – Servicios Ecosistémicos – Reserva Chimborazo – Metodología

ABSTRACT

The present research aims a methodological proposal for creating a geoportal of ecosystem services, specifically for The Wildlife Production Reserve Chimborazo in Ecuador. Objectives are next, in order to comply with the methodological propose: Analyze the diagnosis of the ecosystem services of the Reserve, make maps of the ecosystem services and structure the geoportal of the ecosystem services of the Reserve. As a result of the research, it was obtained that, according to the analysis made for classificating the ecosystem services proposed by Ecosystem Assessment, 2005) & (Zhicay, 2016). It was obtained 39 functional features and 60 supplying units for 17 ecosystem services of supply, regulation and cultural. Furthermore, based on the information obtained in the first objective, the geo data base of each ecosystem service was completed and structured in relation to the cartography of the supply units using Microsoft Access® software. After this, a chronological and systemic process was created to develop the thematic maps of the ecosystem services diagnosed of the reserve with CARTO software on line. Then, the thematic maps were created using Arcgis software and finally, the geoportal was developed. In conclusion, it was determined that the geoportal of the ecosystem services of the Reserve should be conceived as a tool for strategic planning that generates, raises, and disseminates reliable, clear, timely and accurate information of reality, about the current status of the benefits obtained from said protected area. The geoportal of the ecosystem services of the Reserve is a reference to be applied in any territory or area of study that needs the registration and storage of information for spatial analysis.

Keywords: Geoportal - Ecosystem Services – Reserve Chimborazo – Methodology.

1. INTRODUCCIÓN

El Ecuador ha considerado que es de fundamental importancia el manejo de los recursos naturales por ello ha creado el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP); definidas como “espacios geográficos claramente definidos, reconocidos y gestionados, a través de medios legales u otros tipos de medios eficaces para conseguir la conservación a largo plazo de la naturaleza y sus servicios ecosistémicos y sus valores culturales asociados” (Dudley, 2008). Las áreas protegidas en el Ecuador ocupan el 20% del territorio nacional, a partir de la declaratoria del primer Parque

Nacional hasta la actualidad se han sumado 51 áreas protegidas entre el territorio continental e insular.

La Reserva de Producción Faunística de Chimborazo (RPFCH) que es parte del SNAP desde 1987 posee una extensión de 58,560 hectáreas, distribuidas entre las provincias de Tungurahua, Chimborazo y Bolívar, con altitudes que van desde los 3800 hasta los 6310 metros sobre el nivel del mar (Ministerio del Ambiente, 2014). Adicionalmente esta área protegida tiene como objetivos prioritarios la conservación de los ecosistemas y especies susceptibles de manejo, por lo que representa una fuente importante de servicios ecosistémicos que, en muchos casos, son aprovechados como insumos por los sectores de turismo, hidroelectricidad, producción de agua, entre otros. De esta forma la Reserva de Producción Faunística de Chimborazo (RPFCH) determina de forma crucial el bienestar humano en relación a la conservación de la biodiversidad.

En este contexto, la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo bajo el proyecto de investigación institucional SIV 25, ha venido impulsando y ejecutando proyectos de investigación sobre los servicios ecosistémicos existentes en el área, lo que ha generado información geográfica de relevancia; la necesidad de creación de una infraestructura de geo servicios está fundamentada tanto por una demanda de gestión interna como externa en el ámbito de la interoperabilidad de la información territorial, esto se debe a que los datos geográficos levantados en la Reserva permitirán coordinar, comunicar y compartir información clave, por ende, la creación de un geoportal se torna importante por cuanto permitirá establecer medidas de manejo y el uso sostenible de los servicios ecosistémicos que provee la Reserva. Permitted realizar en el futuro estudios de tendencia y proyecciones, favoreciendo las políticas de ordenamiento territorial.

1.1. Justificación de la investigación

Las recientes investigaciones realizadas en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo bajo el proyecto de investigación institucional SIV 25 "Evaluación de los servicios ecosistémicos de la RPFCH" impulsado por la facultad de Recursos Naturales, la misma que tiene como finalidad el evaluar los servicios ecosistémicos de la reserva, ha generado información de relevancia cuyos resultados deben difundirse de manera gráfica a través de un medio ágil y eficaz.

De esta forma el sector administrativo, académico, local y turístico podrán conocer de modo integral el estado actual de la reserva; por ello se genera la necesidad de impulsar la creación de un geoportal, para lo cual se requiere la digitalización geográfica de los programas y proyectos realizados en la reserva, de esta manera se podrá tomar decisiones que contribuyan a conservar los ecosistemas y los servicios que la RPFCH suministra. En concordancia con lo mencionado, la propuesta de la creación de un geoportal nos permitirá tener un acceso fácil e interactivo con la información de interés.

1.2. Importancia de un geoportal

Un geoportal es un tipo de portal web usado para búsqueda y acceso de información, geográfica (información geoespacial) y los servicios geográficos asociados (visualizados, edición, análisis, etc.) a través de internet. Los geo-pórtales son importantes para el uso eficaz de los sistemas de información geográfica (SIG) y un elemento clave de la infraestructura de datos espaciales (IDE) (Instituto Geográfico Militar, 2013).

Un Geoportal es la distribución de la información geográfica, integrando servicios asociados de visualización, edición, análisis y descarga, los Geoportales son importantes para una utilización eficaz de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) ya que se pretende con su utilización, entre otras cosas, eliminar la duplicidad de información, optimizar los recursos y llegar al mayor número de usuarios posibles. (Murillo Caicedo, 2014)

Según Edmundo, (2013) un geoportal es una puerta de enlace a recursos geoespaciales basados en la Web, que permiten a los usuarios descubrir, ver y acceder a información y servicios geoespaciales que ponen a disposición las organizaciones que los proporcionan.

El geoportal es un sistema integrado por un conjunto de aplicaciones que permiten el uso de la información cartográfica a diferentes niveles, teniendo como único requisito para el usuario el

manejo de un simple navegador de Internet. La información espacial disponible trata de ofrecer una amplia temática acorde con la diversidad de usos y gestión (Lorenzo, 2011).

La importancia para la creación de un geoportal radica en varios temas de relevancia; por ejemplo, aportan en la integración territorial del país, así como, para contrastar las consultas geográficas entre diversas fuentes. Pueden ser utilizados como fuente de información académica, científica, turística, ambiental, económica, política, cultural, etc. Además, con los resultados derivados de un estudio para la creación de un geoportal, es factible contrastar y analizar las coincidencias y las diferencias identificadas, tanto de funcionalidad de los entornos web, como de la exactitud y riqueza de los datos cartográficos presentados.

1.3. Tipos de geoportales

Se clasifican según la clase de información que procesa, pueden ser de seis tipos de acuerdo a (Acevedo, 2015) como:

a. Portales de contenido. - Son aquellos cuyo propósito principal es compartir conocimiento o información. Esta información puede ser agregada de distintos sistemas u obtenidos se un repositorio de contenido centralizado.

b. Portales transaccionales. - Son aquellos cuyo propósito principal es proporcionar a los usuarios un sistema con el que ejecutar transacciones o recibir actualizaciones sea resultado de la integración de 2 o más sistemas diferentes que sean articulados por medio de Web Services.

c. Portales colaborativos. - Son aquellos que proporcionan herramientas para que los usuarios a los que va dirigido trabajen juntos de varias maneras. Estos incluyen soportes para comunicaciones en tiempo real, foros y funcionalidades de colaboración documental, entre estos tenemos blogs, foros, entre otros.

d. Portales de Catálogo. - Se enfocan principalmente en organizar y administrar el acceso a los datos geográficos.

e. Portales de Aplicación. - Proveen servicios geográficos dinámicos en línea como el MapQuest.

f. Portales Empresariales. - Se enfocan en mejorar el ambiente de negocios de una organización mediante la integración de datos, así como la construcción de índices que ayuden a localizarlos y a usarlos como el Mapster.

1.4. Componentes básicos para la creación de un geoportal

La clasificación de los componentes básicos (Instituto Geográfico Militar del Ecuador, 2015), son los siguientes:

a. Geo-Visualizador. - Un geo-visualizador es un sistema de información geográfica que permite a los usuarios tener una herramienta intuitiva y fácil de utilizar para tratar cartografía digital asociada a bases de datos de forma interoperable e interactiva. Como el OpenGeo Suite

b. Catálogo de Datos. - Es una herramienta que permite mediante el buscador encontrar información descriptiva (metadatos) de las series y hojas cartográficas, fotografías aéreas, modelos digitales del terreno, las bases topográficas, las orto fotografías, los servicios web de visualización, entre otros. Dentro de estos programas tenemos el PostGis, GeoServer, GeoExt, GeoExplorer y OpenLayer

c. Geo-servicios. - Permiten la integración de una amplia variedad de servicios "online" GeoWebCache.

1.5. Servidor de Web de mapas OpenGeo Suite

Murillo Caicedo, (2014) señala que es; "Una plataforma geoespacial completa, construida sobre los más importantes programas de código abierto para hacer una aplicación web de mapas"

OpenGeo Suite abarca programas abiertos como:

a. GeoServer

El Instituto Geográfico Militar del Ecuador, (2015) menciona que el Geoserver “es un servidor web de código abierto desarrollado en Java, multiplataforma, que permite a los usuarios compartir y editar datos geospaciales. Diseñado para la interoperabilidad y publicación de datos de cualquier fuente de datos espaciales con estándares abiertos”.

b. GeoWebCache

Es un servidor que optimiza el trabajo de GeoServer y actúa como un proxy entre el cliente (Ej.: OpenLayers) y el servidor (Ej.: GeoServer), interceptando las solicitudes de mapas y mosaicos y devolviendo mosaicos pre-renderizados (Murillo Caicedo, 2014).

c. GeoExt

Una librería que combina el conocimiento geoespacial de OpenLayers con la interfaz de usuario de Ext JS (Java Script) para construir aplicaciones estilo SIG de escritorio en la web con Java Script (Boundless Spatial, 2016).

d. MapServer

MapServer permite navegar sobre datos espaciales y crear mapas tipo imagen, es decir, mapas que pueden dirigir a los usuarios hacia otros contenidos. Se caracteriza también por la compatibilidad con los estándares OGC (Open Geospatial Consortium) (Murillo Caicedo, 2014).

1.6. Servicios ecosistémicos

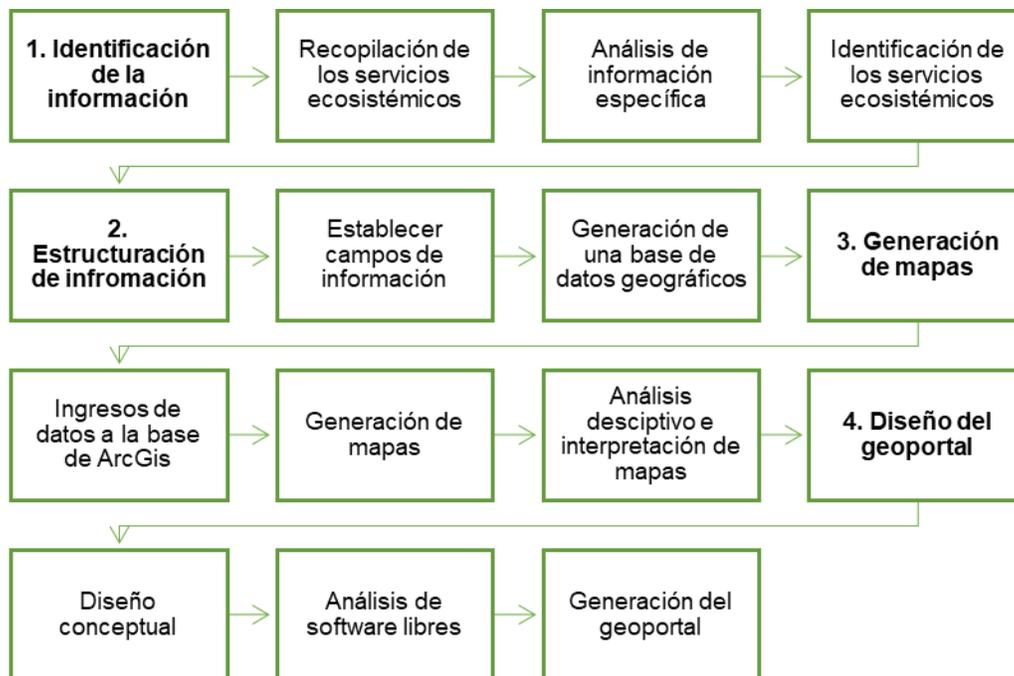
De acuerdo a (Fernández, N & Saavedra, M., 2010) define a “los servicios ecosistémicos como la representación de los beneficios que la población humana obtiene directa o indirectamente de las funciones eco sistémicas”. Esto determina que la traducción de una función a un servicio ecosistémico implica necesariamente la identificación de los beneficiarios, el tipo de utilización realizado, así como la localización espacio temporal de su uso.

Se podría decir que los servicios ecosistémicos son los beneficios que el hombre obtiene de la naturaleza para mejorar su calidad de vida, por ende, la conservación del medio ambiente es un factor importante para nuestra salud y bienestar.

1.7. Objetivos para cumplir con la investigación en el estudio de caso

- Analizar el diagnóstico de los servicios ecosistémicos de la Reserva de Producción de Fauna de Chimborazo, Ecuador.
- Realizar mapas de los servicios ecosistémicos.
- Estructurar el geoportal de los servicios ecosistémicos de la Reserva.

2. DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA



Fi

Figura 1. Propuesta metodológica
Nota: Elaborado por equipo de investigación

Para el cumplimiento de la presente propuesta metodológica, se contó con la información de la base de datos, sobre el estudio realizado referente al diagnóstico de los servicios ecosistémicos de la Reserva. En este estudio se evidenció como resultado, 17 servicios ecosistémicos de tipo: abastecimiento, regulación y cultural (Zhicay, 2016).

Para el desempeño del segundo objetivo el cual fue: Mapeo de los servicios ecosistémicos de la Reserva, se procedió al cumplimiento de las siguientes fases:

2.1. Estructuración de la Geo data base

En base a la información obtenida en el primer objetivo se completó y estructuró la geo data base de cada servicio ecosistémicos, en relación a la cartografía de las unidades suministradoras por medio de la utilización del software Microsoft Access®, en donde se creó campos de información alfanumérica para cada servicio ecosistémico de la Reserva. Los parámetros de información alfanumérica fueron establecidos de acuerdo al origen del rasgo cartográfico (punto, polígono, polilínea) y a la información recopilada en el objetivo anterior, tomando en cuenta los siguientes criterios:

Tabla 1. Parámetros de información

Rasgos Cartográficos		Campos Temáticos	
Shape	Hectáreas	Tipo de SE	Descripción del servicio
Longitud	Latitud	Clase de SE	Indicador
Área	Altura	Rasgo funcional	Fuente
Shape Length	Shape Área	Unidad suministradora	

Nota: Equipo de investigación

2.2. Generación de mapas temáticos

Para la generación de los mapas temáticos se creó un proceso cronológico y sistémico presentados en el siguiente organizador gráfico, mismo que servirá para establecer los resultados



con su respectivo análisis.

Figura 2. Proceso metodológico para la generación de mapas
Nota: Equipo de investigación

Para el cumplimiento del tercer objetivo: Estructurar el geoportal de los servicios ecosistémicos de la Reserva se procedió al cumplimiento de la siguiente fase:

2.3. Análisis y selección de tecnologías existentes

Considerando los elementos necesarios para la estructuración del geoportal de los servicios ecosistémicos de la Reserva, se estableció el siguiente proceso metodológico:

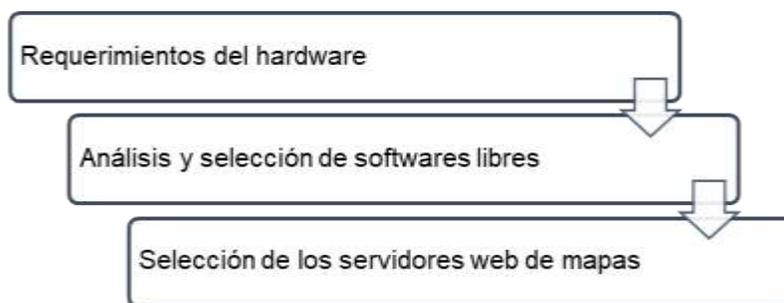


Figura 3. Proceso metodológico para el análisis y selección de tecnologías existentes
Nota: Equipo de investigación

2.4. Arquitectura y diseño del Geoportal

Para la ejecución de esta fase se estructuró la creación del geoportal en una arquitectura de tres niveles siendo:

- 1) Nivel de almacenamiento de datos.
- 2) Nivel de intercambio de la información en el servidor web libre
- 3) Nivel de aplicaciones, constituye el diseño del Geoportal.

3. DESARROLLO DE LOS RESULTADOS

3.1. GENERACIÓN DE MAPAS TEMÁTICOS

Para la generación de los mapas sobre los servicios ecosistémicos, de abastecimiento, regulación y culturales, se seleccionaron los rasgos cartográficos de cada unidad suministradora del servicio, así como también aquellos rasgos que faciliten la representación gráfica y análisis descriptivo de cada rasgo funcional de los servicios ecosistémicos presentes en la Reserva.

A continuación, se detalla en una tabla los mapas elaborados por el equipo de investigación para el geoportal.

Tabla 2. Grupo de mapas temáticos por tipología del servicio ecosistémico.

Servicio ecosistémico	División del servicio ecosistémico	Mapas
Servicio ecosistémico de abastecimiento	Servicios ecosistémico de alimentos. El mapeo de este tipo de servicio ecosistémico, está representado por las actividades agrícolas y pecuarias que se realizan dentro de las comunidades de la Reserva.	Mapa de las actividades agrícolas Mapa de las actividades pecuarias
	Servicio ecosistémico de agua dulce. La representación gráfica de este tipo de servicio ecosistémico, se encuentra relacionado con los glaciares, páramos y subcuencas de la Reserva.	Mapa de la escorrentía de los glaciares Mapa de los ecosistemas paramunos Mapa de las subcuencas
	Servicio ecosistémicos de materias primas. La unidad de este tipo de servicio está relacionada con las fibras de los animales domésticos como la vicuña, alpacas, borregos y llamas.	Mapa sobre la fibra textil de la vicuña (<i>Vicuña vicugna</i>) Mapa sobre la fibra textil de Alpacas (<i>Lama pacos</i>), Borregos (<i>Ovis aries</i>) y Llamas (<i>Lama glama</i>)
	Servicios ecosistémicos de medicinas naturales. El mapeo de este tipo de servicio ecosistémico está relacionado con los usos de las plantas medicinales en la Reserva.	Mapa de plantas medicinales
	Servicio ecosistémico regulación climática, purificación del aire y control de la erosión.	Mapa de carbono orgánico en los suelos de la Reserva
Servicios ecosistémicos de regulación	Servicios ecosistémicos de polinización. El mapeo del suministro de polinización, está relacionado con la dispersión de especies por viento y por los animales e insectos polinizadores.	Mapa de animales e insectos polinizadores Mapa de polinización por viento
	Servicio ecosistémico de mantenimiento del hábitat para especies singulares. El mapeo de este tipo de servicio ecosistémico hace referencia a las especies representativas de la Reserva por su endemismo e importancia ecológica.	Mapa de especies de flora con importancia Mapa de especies de fauna con importancia
	Servicio ecosistémico de educación ambiental. El mapeo de este de servicio ecosistémico está representado en las comunidades beneficiadas de educación ambiental.	Mapa de educación ambiental
Servicios ecosistémicos culturales	Servicio ecosistémico de conocimiento científico. El mapeo de este servicio ecosistémico se representa con las investigaciones científicas realizadas en la Reserva	Mapa de especies de fauna como objetos de estudio- Vicuña (<i>Vicugna vicugna</i>) Mapa de especies de fauna como objetos de estudio- Lobo de páramo (<i>Pseudalopex culpaeus</i>) y el venado de cola blanca (<i>Odocoileus virginianus</i>) Mapa de especies de flora como objetos

		de estudio de investigación-Bofedales
	Servicios ecosistémicos de conocimiento ecológico, identidad cultural y sentido de pertenencia. El mapeo de este servicio ecosistémico está representado por el Pueblo Puruhá, Pueblo Waranka y Kichwas de Tungurahua, existentes en las comunidades de la Reserva.	Mapa del Pueblo Puruhá, Pueblo Waranka y Kichwas de Tungurahua
	Servicio ecosistémico de disfrute espiritual. El mapeo de este suministro se representa con las especies de flora, fauna y lugares que poseen significado espiritual para las comunidades de la Reserva.	Mapa de plantas con significado espiritual. Mapa de animales con significado espiritual. Mapa de sitios con significado espiritual
	Servicio ecosistémico de disfrute estético. El mapeo de este servicio está representado por los atractivos turísticos que ofrece la Reserva.	Mapa Atractivos turísticos para el SE de disfrute estético
	Servicio ecosistémico de recreación y turismo de naturaleza. El mapeo de este servicio ecosistémico está representado por las rutas turísticas y los servicios turísticos, que generan la visita de turistas nacionales y extranjeros	Mapa de rutas turísticas para el servicio de recreación y turismo de naturaleza Mapa de servicios turísticos ofertados por las comunidades Mapa de servicios turísticos ofertados por el Ministerio del Ambiente

Nota: Elaborado a partir de los resultados de la propuesta de investigación

4. ESTRUCTURA DEL GEOPORTAL DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE LA RESERVA DE PRODUCCIÓN DE FAUNA DE CHIMBORAZO

4.1. Análisis y selección de tecnologías existentes

Este punto describe las tecnologías del hardware, software y componentes asociados con el fin de identificar la capacidad del ordenador para la generación del geoportal.

4.1.1. Requerimientos del hardware

Al hablar sobre los requerimientos del hardware se refiere a la capacidad del computador para poder soportar y/o ejecutar el geoportal de los servicios ecosistémicos de la Reserva, estos requerimientos se detallan a continuación:

1) Procesador

Es el componente fundamental del ordenador, ya que depende de la velocidad con la que se ejecutan los procesos desde abrir un programa como el gvSIG como crear shapes. Por lo cual un procesador Core i3, i5 o i7 es el indicado para trabajar con GIS debido que la velocidad del procesador puede llegar a 2.7 GHz en un portátil y a 3.3 GHz en un ordenador de mesa (velocidad de las operaciones que realiza por segundo), para el caso de ArcGIS se requiere de menos velocidad por lo que se puede trabajar con procesadores de tipo Intel Pentium 4 o Intel Core Duo (MappingGIS, 2016).

2) Memoria RAM

Este requerimiento es necesario para almacenar procesos en GIS, ya que al ejecutar análisis espaciales con grandes volúmenes de datos estamos realizando operaciones matemáticas por lo cual la potencia del cálculo es crucial; es por ello que nuestro equipo debe tener más memoria de lo que las aplicaciones puedan consumir.

3) Disco duro

Según (Freyle, 2014) el disco duro es un tipo de disco magnético que sirve para el almacenamiento duradero de datos. Para trabajar en la elaboración de la información del geoportal se utilizó datos XML, orto fotos, modelos digitales de terrenos, raster y tin por lo cual se necesitó un disco de 500 GB.

4) Tarjeta gráfica

Este elemento sirve para el procesamiento de datos que vienen del CPU y transformarlos en elementos de salida hacia el monitor. En el GIS las tarjetas gráficas pueden ser de 1GB de RAM. Como es el caso del ArcGIS que para el procesamiento de imágenes 3D exige una tarjeta mínima de 64 MB.

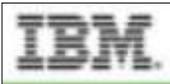
5) Sistema operativo

Para la elaboración del geoportal de los servicios ecosistémicos de la Reserva se necesitó del sistema operativo Windows 10 ya que se utilizó programas de GIS, como ArcGIS, gvSIG y PostGIS los cuales pueden trabajar con un sistema operativo de 64 bits.

4.1.2. Requerimiento de softwares libres

Existen varias opciones de softwares libres para gestionar una base de datos con sus respectivas extensiones espaciales, en la tabla 3 a manera de información se describen algunas de las más utilizadas:

Tabla 3. Softwares para la publicación de base de datos espaciales

Nombre	Slogan	Características	Ventajas	Desventajas
Oracle con Oracle Spatial and Graph		Ofrece compatibilidad con aplicaciones de Sistemas de Información geográfica (SIG), aplicaciones empresariales y aplicaciones de servicios basados en la localización, aumentando la función de base de datos Oracle Locator que proporciona almacenamiento, análisis e indexación de datos de localización 2D	Posee soporte y contabilidad a largo plazo	Complejidad al momento del acceso al SIG
SQL Server con Spatia		SQL Server admite datos espaciales es decir datos de tipo geométrico, representados en un sistema de coordenadas proyectadas.	Presenta libertad de almacenamiento y distribución de información sobre las características de los datos espaciales	No existe aplicaciones para todas las plataformas como Mac
DB2 con DB2 Spatial Extende		Permite almacenar, gestionar y analizar los datos espaciales.	Métodos simples y unificados en el almacenamiento de datos	Existe poca compatibilidad con el hardware
PostgreSQL con PostGIS		Es un sistema gestor que enlaza directamente el servidor web con el Sistema de Información Geográfica, gestionando y almacenando la cartografía de una manera más eficiente que los modelos tradicionales como por	PostGIS es un software libre, debido a que posee licencia GNU General Public License (GPL). Por ende, soporta tipos de datos espaciales, índices espaciales y tiene cientos de funciones espaciales	Permite únicamente base de datos construidas sobre PostgreSQL, debido a que la combinación de postGIS con su extensión, es la solución perfecta para el almacenamiento, gestión y mantenimiento de datos espaciales. Lo que nos indica que

		ejemplo los shapes.		bases de datos construidas en Shapefiles (Datos vectoriales) no presentan compatibilidad, debido a que su formato es propiedad de ERSI.
ArcGis		ArcGIS es un completo sistema que permite recopilar, organizar, administrar, analizar, compartir y distribuir información geográfica. Trabaja con datos raster, excel, shapeliles y Xml	ArcGIS es un software comle debido a las varias versiones y complementos como el ArcGIS Online y ArcGis Desktop.	Para la publicación de mapas y datos espaciales se necesita autorización de ERSI. Las empresas públicas no pueden hacer uso de la versión gratuita de este software No posee soporte con las extensiones espaciales de PostgreSQL y PostGIS
gvSIG		Es un software integrador, capaz de trabajar con información de cualquier tipo u origen, tanto en formato raster como vectorial, Además, permite trabajar con formatos de otros programas como Autocad, Microstation o ArcView, de acuerdo con los parámetros de la OGC (Open Geospatial Consortium	Está programado en Java, lo que significa que puede ejecutarse virtualmente en casi cualquier máquina como celular. Permite el almacenamiento de base de datos construidas en shapefiles.	Permite una cantidad limitada de memoria y cuando la carga máxima se llena, gvSIG no carga ningún conjunto adicional de datos. Lo que limita la capacidad del usuario para realizar consultas espaciales de grandes magnitudes, ya que puede ser incapaz de cargar todos los elementos necesarios para una consulta de una vez

Nota: Realizado por los investigadores en base a la propuesta elaborado por Murillo Caicedo, 2014.

1) Selección de servidores web para publicación de mapas

Existen varias alternativas de servidores, de tipo propietario como se puede mencionar: ArcGIS Server o Autodesk Mapguide y de software libre como: GeoServer, MapServer, Carto y Mapguide; sin embargo, debido al tipo del proyecto se ha seleccionado trabajar con los softwares libres. A continuación, se muestra las características de tres paquetes de servidores libres en la web:

Tabla 4. Servidores web libres para la publicación de mapas

Nombre	Slogan	Características	Ventajas	Desventajas
GeoServer		Es un software servidor de código abierto escrito en Java y distribuido bajo licencia GPL (General Public License), ofrece a los usuarios el acceso para compartir, ver y editar datos geoespaciales. Utiliza los estándares abiertos establecidos por el Open Geospatial Consortium (OGC), lo que permite interoperabilidad para intercambio y publicación, y flexibilidad en la creación de mapas	GeoServer puede leer varias fuentes de datos, desde archivos guardados en el disco local a bases de datos externas.	Para poder insertar las capas y crear el mapa, el paso esencial es el de importar la información a GeoServer por medio de PostGis o por software de bases espaciales libre

MapServer		<p>Es una plataforma de código abierto para la publicación de datos espaciales y aplicaciones cartográficas interactivas en la web. MapServer permite navegar sobre datos espaciales y crear mapas tipo imagen, es decir, mapas que pueden dirigir a los usuarios hacia otros contenidos</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Logra un rendimiento superior en cuanto al uso de procesador y memoria del hardware. 2. Permite filtrar los mapas compartidos de forma muy sencilla, cambiando en la URL el mapfile. 3. Puede leer información raster, vectorial y distintos formatos de base de datos 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Problemas de compatibilidad con softwares comerciales (ArcGIS) 2. Exige alto dominio del software 3. Paquetes separados 4. No es 100% gratuito 5. Se debe actualizar constantemente.
Carto		<p>Permite almacenar hasta 250 mb, 5 tablas y nos da soporte de la comunidad. Además, destaca por su potencia al almacenar nuestras tablas en una base de datos PostgreSQL, con el componente espacial PostGIS. Lo que permite realizar geoprocesos de manera muy rápida, gracias a la utilización de índices espaciales.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. No necesita de un servidor web propio, ni de un gestor de bases de datos. 2. No necesita instalar ningún tipo de software, por lo que los gastos en instalaciones, licencias, actualizaciones implementación, soporte y mantenimiento son casi nulas 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Almacena información solo hasta 250 Mg y para un uso más profesional se necesita contratar un plan. 2. Para la manipulación de los datos por parte del usuario se necesita la creación de una cuenta 3. Permite subir información de un solo shepile por cada mapa

Nota: Equipo de investigación

Adicionalmente a la información detallada en la tabla anterior, pertinente identificar las funciones de CARTO, debido a que es el servidor web que se utilizó para la publicación de los mapas sobre los servicios ecosistémicos que suministra la Reserva.

Según MappingGIS, (2016) Carto, es una aplicación que proporciona herramientas GIS y de mapeo web utilizada para la generación de mapas en la nube, permitiendo trabajar con datos shapefiles, excel o base de datos de código abierto, a la vez posee herramientas con una aptitud para el análisis y visualización de datos que no requieren experiencia previa de GIS. CARTO permite editar nuestras capas moviendo los puntos, editando los atributos de la tabla o creando nuevos puntos; pero sin duda el punto fuerte de CARTO es el análisis espacial a través de Buffer. Cabe mencionar que CARTO nos permite crear mapas interactivos y hacer visualizaciones en tiempo real o 3D.

2) Arquitectura y Diseño del Geoportal

El Geoportal de los servicios ecosistémicos de la Reserva constituye un sitio web, estructurado en una arquitectura de tres niveles siendo:

4.2. Nivel de almacenamiento de datos

En este nivel los procesos se realizan a través de la administración de la información cartográfica generada en el presente proyecto; a continuación, se detalla los procesos realizados para que todas las capas de información espacial posean extensiones en la web.

Las capas de información cartográfica de cada unidad suministradora descritas en los capítulos anteriores, fueron generadas con información de las distintas investigaciones y levantamiento de datos de los servicios ecosistémicos de la Reserva en formato digital con la extensión *.shp que es

una extensión propietaria de la casa ESRI por lo que se utilizó el programa ArcGIS10.3 que permitió la modificación de las tablas de atributos para la incorporación de datos adicionales, el proceso realizado es el siguiente:



Figura 4. Proceso metodológico para almacenamiento de datos.

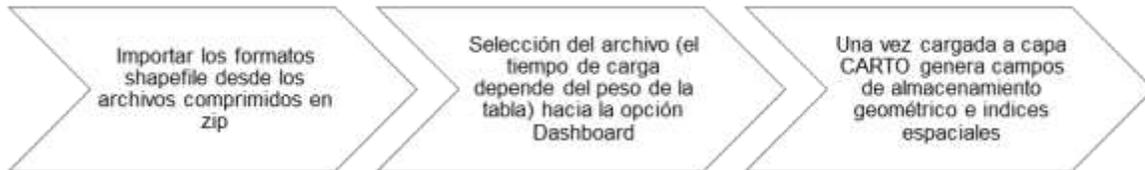
Nota: Equipo de investigación

4.3. Nivel de intercambio de la información en el servidor web libre

Este nivel se ejecutó a través del servidor de mapas de información en la web mediante la herramienta CARTO el cual requiere de la creación de un usuario en la página web: carto.com. mediante esto, el procedimiento fue el siguiente:

1) Importar capas a CARTO

Una vez introducidos los datos, se abre la pantalla de inicio en donde nos aparece la opción de (1) crear una Database para lo cual se realiza el siguiente procedimiento:



Fi

Figura 5. Proceso de incorporación de datos espaciales en CARTO.

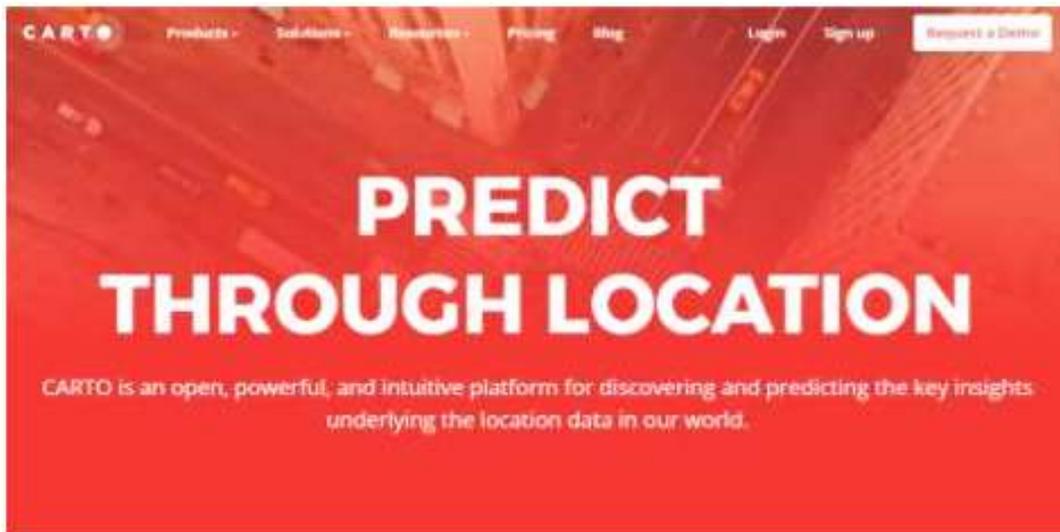
Nota: Equipo de investigación.

Una vez importadas las capas cartográficas, se selecciona la opción Map la cual nos genera nuestro campo de trabajo, en el cual se lo puede visualizar y modificar el mapa dependiendo al tipo de información.

A continuación, se detalla a manera de figuras, el proceso más exacto del intercambio de datos entre los formatos *.shp y CARTO.

1. Creación de la Database en CARTO

Se accede a la a la página web: carto.com



- Se crea un usuario: introducimos una cuenta de correo, usuario y contraseña.
- Proceso
- Una vez introducidos los datos se despliega la pantalla de inicio
- En donde se selecciona **Create a table**.
- Lo que conducirá a la siguiente pestaña para poder subir la información por el computador, mediante Google Drive y Dropbox. A continuación, se selecciona Data file.
- Seleccionamos la opción de comenzar un shapefile (que tenemos comprimido en un archivo zip) arrastrándolo hacia el Dashboard.
- Una vez importada la capa, se crea automáticamente un campo que almacena las geometrías y un índice espacial para acelerar las consultas, este campo se llama *the_geom*.
- A continuación, se selecciona Ccreate map, para visualizar nuestra capa en el mapa.
- Posteriormente vamos al menú anclado en la derecha y en el asistente de visualización seleccionamos lo que queremos representar en nuestra capa de información geográfica.
- Editamos nuestras capas de información geográfica y las personalizamos de acuerdo a nuestros requerimientos.
- A continuación, publicamos el mapa en la web, lo que nos genera enlaces de publicación para blogs y url's independientes.

4.4. Nivel de aplicaciones que constituyen el diseño del Geoportal

El Geoportal de los servicios ecosistémicos de la Reserva es una herramienta de tipo público para el uso de la información generada en el proyecto institucional SIV 25, en donde la herramienta ofrece un nivel de acceso a la información para la vista y consulta de datos desplegados mediante el servicio de la página web Blogger, en donde se obtiene información sobre los servicios ecosistémicos de la Reserva con los links respectivos de cada mapa de las unidades suministradoras en la página interactiva de CARTO.

4.4.1. Diseño del Geoportal de los servicios ecosistémicos de la Reserva

El ingreso a la página principal del Geoportal se realiza desde la página de navegación blogger escribiendo en el browser: <http://geoportalse.blogspot.com/> , el cual se describe la información de cada servicio ecosistémico de la Reserva.

Como parte del resultado de la investigación se detalla a continuación tres mapas de cada servicio ecosistémico, esto como ejemplo gráfico de la información generada:

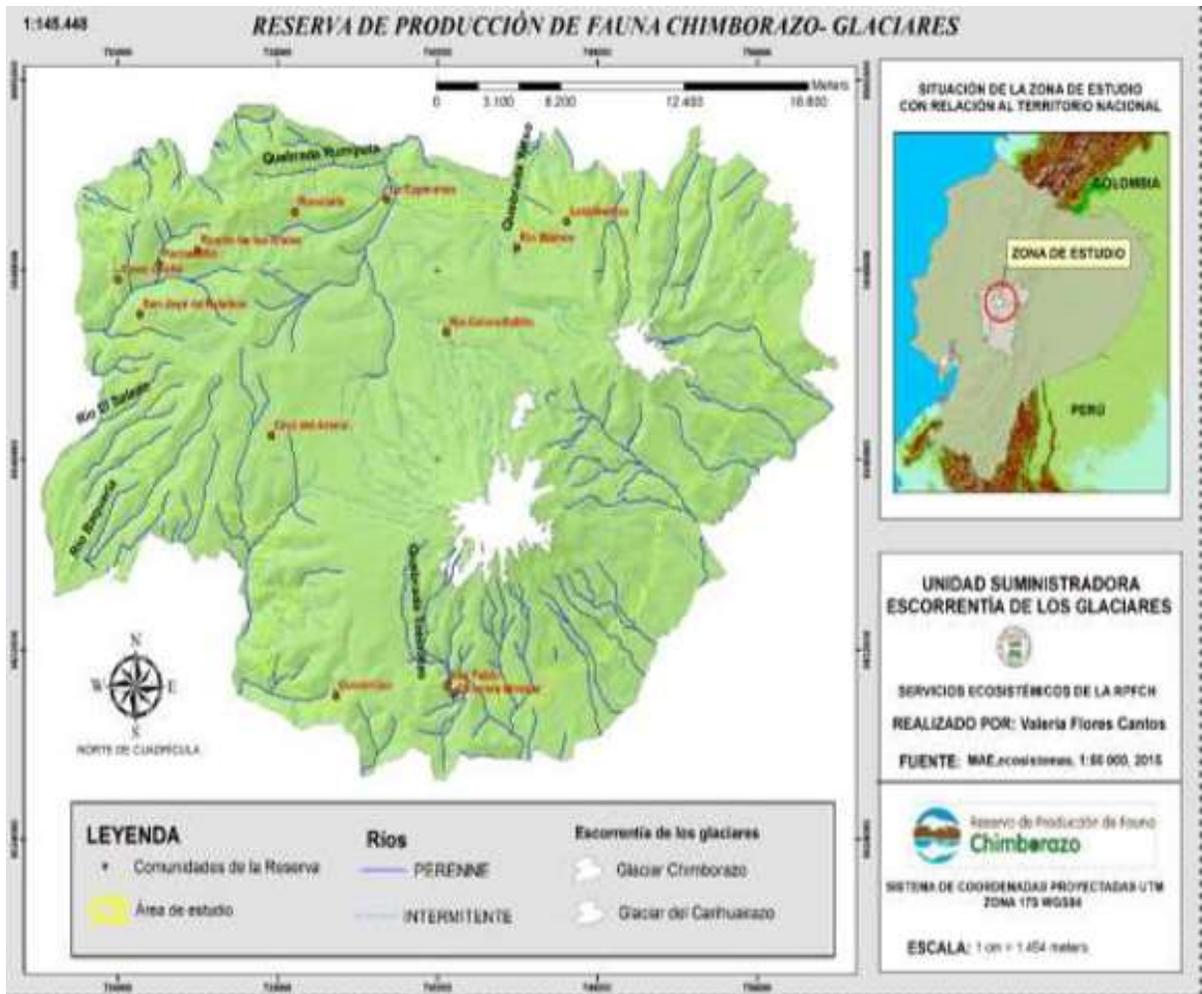


Figura 6. Servicio ecosistémico de agua dulce, mapa de la escorrentía de los glaciares.
Nota: Elaborado por los investigadores.

Dentro del suministro de escorrentía de los glaciares, tenemos el glaciar del Chimborazo, el cual forma 27 ríos y quebradas beneficiando de agua dulce a las comunidades de Río Colorado Alto, La Esperanza, San Pablo y Chorrera Mirador. De la misma manera, dentro de este servicio tenemos el glaciar Carihuairazo que forma al río Blanco, la Quebrada Mirinpamba, Quebrada Pataló, Quebrada Pachanlica y Quebrada la carbonería, suministrando de agua a las comunidades de Río Blanco y Lutzabantza (Zhicay, 2016).

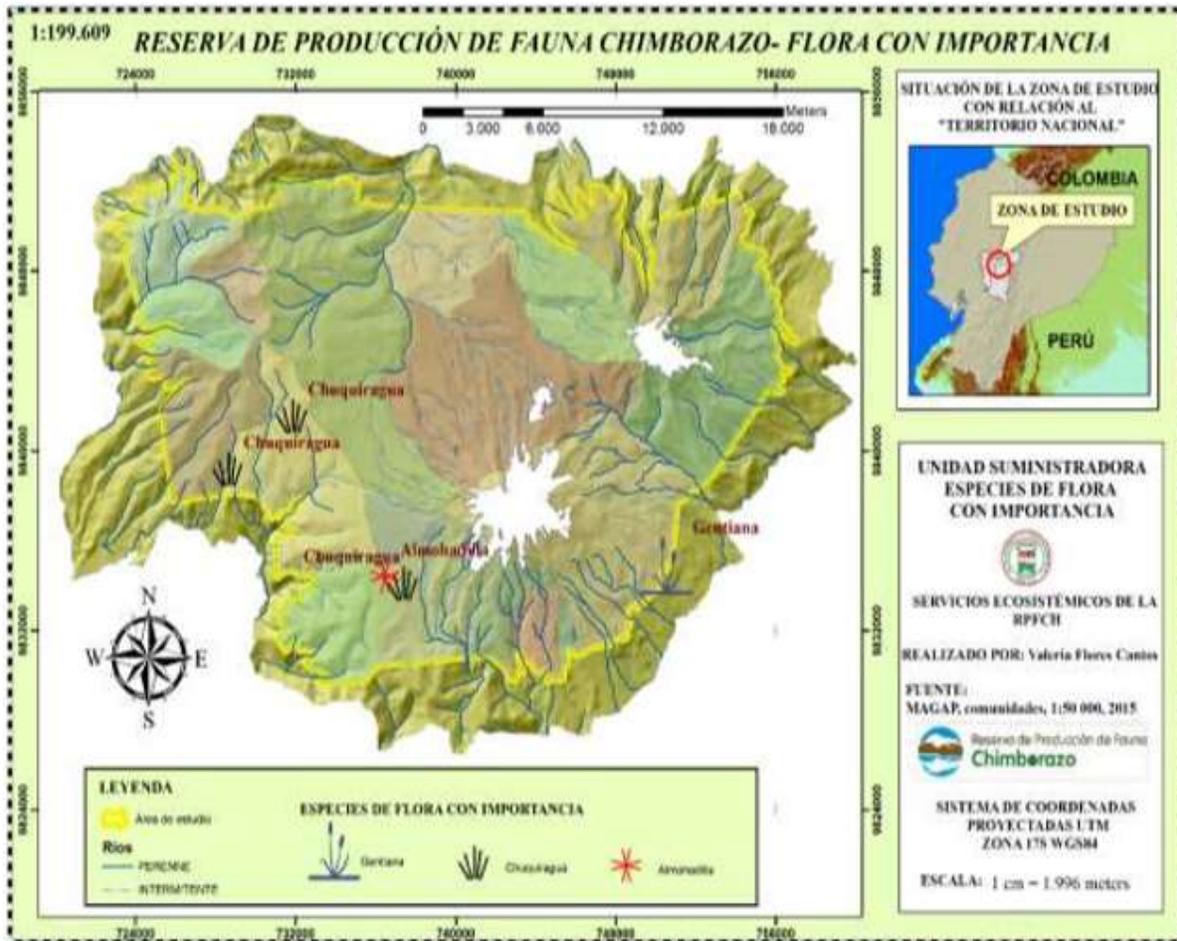


Figura 7. Servicio ecosistémico de mantenimiento del hábitat para especies singulares, mapa de especies de flora con importancia.

Nota: Elaborado por equipo de investigación.

De acuerdo a la figura 7, las especies de flora con importancia para este suministro son el Chuquiragua (*Chuquiragua Jussieu*), Almohadilla (*Plantago rígida*) y Gentiana (*Gentiana sedifolia*) quienes por sus funciones ecológicas contribuyen al funcionamiento y desarrollo de los distintos organismos de los ecosistemas. Como una característica principal de este suministro, tenemos que dichas especies son consideradas con una funcionalidad de tipo paraguas es decir que su existencia en la Reserva ayuda a la conservación y subsistencia de otras especies animales como vegetales. Como un ejemplo se puede mencionar la Gentiana (*Gentiana sedifolia*) misma que se encuentra distribuida en tres tipos de vegetación como el pajonal altimontano, vegetación geliturbada y edafoxerófila, siendo así el alimento principal para la dieta de la Vicuña (*Vicugna vicugna*).

soporte de la imagen de Google Earth. Mencionando que en estos casos se cumple el componente fundamental que es la información fotográfica de gran calidad y orto referenciada. El Ministerio del Medio Ambiente, en ese entonces, trabajó con los geoportales para el proyecto de Socio Bosque, mediante los Web Map Service (WMS) (Rodríguez, 2006).

En el contexto de uso práctico de la información hacemos referencia a los autores Bernabé & Gonzales (2014), quienes en su análisis sobre la necesidad y usabilidad de los geoportales mencionan que son una implícita o explícita puerta de entrada a la Infraestructura de Datos Espaciales (IDE), y afirman a su vez existen ciertos parámetros o recomendaciones que se deben acoger para el mejor uso de los geoportales, tales como; a) asistentes personales como los del tipo Siri para dispositivos móviles de Apple o tipo Nina, para Android e iOS que responden con un buen grado de acierto a preguntas sencillas realizadas verbalmente, por ejemplo. Otra acotación que mencionan es b) reconocer el contexto personal del usuario para conocer a qué tipología pertenece y ayudarlo en lo que dicho usuario espera. Señalando también lo que menciona la European Commission, 2005 que acuerda que un geoportal es una aplicación web que actúa como un punto de entrada a la Información Geográfica (IG) distribuida y disponible para ser compartida.

Requena (2014), acota sobre la importancia de elaborar este tipo de investigación para las investigaciones académicas con miras a la conservación de los diferentes usos ecosistémicos de las Áreas Naturales, es por ello la necesidad de aportar con los resultados derivados de dichos estudios, así como, las ventajas y desventajas diferenciadas en cada uno. El trabajo elaborado sobre servicios ecosistémicos de la Reserva de Chimborazo, en Ecuador aporta con el conocimiento científico a ser validado y posteriormente revisado en futuras actualizaciones, mientras tanto se espera que el uso de la información contribuya a las nuevas políticas públicas del país y los diferentes avances tecnológicos del mundo.

El trabajo de investigación realizado por la Padilla, Salazar & Freire (2014), con el tema “Implementación del Geoportal para el Centro Geográfico de la carrera de Ingeniería Geográfica y del Medio Ambiente utilizando el Software Propietario ARCIMS”, presenta la utilización del software ARCIMS además, la metodología empleada por la autora se basó, en las normas para el manejo de la información geográfica, ISO 19110 e ISO 19128 correspondientes a la catalogación de objetos, metadatos e interfaz de servidor de mapas web respectivamente. Mediante su estudio señala que, los metadatos son fuentes de gran ayuda para los usuarios que están interesados en información geográfica, sin metadatos no se puede controlar la información espacial. También sugiere que ArcMap y ArcCatalog, son aplicaciones del software ArcGIS, que tienen gran capacidad de manejo para la corrección topológica de elementos y catálogos de datos.

6. CONCLUSIONES

La generación de los 25 mapas temáticos de cada unidad suministradora, se realizó de acuerdo a la información obtenida de las bases de datos, lo que permitió identificar y delimitar todas las zonas de estudio que se han registrado dentro de las distintas investigaciones realizadas en la Reserva de Producción de fauna Chimborazo.

El desarrollo del Geoportal de los servicios ecosistémicos de la Reserva de Producción de fauna Chimborazo es un proyecto que ha demandado trabajo e investigaciones continuas, permitiendo la actualización de datos, ya que es un proyecto que busca contener información accesible y de calidad, tanto para investigadores como para turistas.

El geoportal de los servicios ecosistémicos de la Reserva de Producción de fauna Chimborazo debe ser concebido como una herramienta para la planificación estratégica que genere, levante, y difunda información confiable, clara, oportuna y precisa de la realidad sobre el estado actual de los beneficios que se obtiene de dicha área protegida.

En cuanto a la estructuración y ejecución del Geoportal, al ser un recurso de análisis espacial, necesita de la utilización e implementación de softwares con licencia para un correcto funcionamiento y equipamiento de la información cartográfica.

El geoportal de los servicios ecosistémicos de la Reserva de Producción de fauna Chimborazo, es un referente para ser aplicado en cualquier territorio o zona de estudio, que necesite el registro y almacenamiento de información para análisis espaciales.

Se pone a disposición la información de los mapas elaborados, siempre y cuando se siga con el adecuado proceso de citación de la información requerida.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, R. (Productor). (2015). Seminario gratuito sobre construcción de Geoportales con Software Libre [Película]. En línea: <https://www.youtube.com/watch?v=t9lQsDIwr7Y> Recuperado el 28 de septiembre de 2016.
- Bernabé-Poveda, M. A., & González, M. E. (2014). Sobre la necesaria usabilidad de los geoportales como puertas de entrada a las IDE. *GeoFocus. Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica*, (14), 1-5. En línea: http://geofocus.rediris.es/2014/Editorial1_2014.pdf
- Boundless Spatial. (2016). Arquitectura de OpenGeo Suite. En línea: <http://boundlessgeo.com/whitepaper/opengeo-architecture/> Recuperado el 22 de octubre de 2016,
- Dudley, N. (2008). Directrices para la aplicación de las categorías de gestión de áreas protegidas.
- Edmundo, C. (2013). *Fundamentos de programación*. Buenos Aires: Cuarta Edición.
- Fernández, N., & Saavedra, M. (2010). Servicios de los ecosistemas y el bienestar humano. Bilbao, España.
- Freyle, J. (2014). Tecnum. Scielo. En línea: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0123-921X2014000200010 Recuperado el 26 de enero de 2017
- Instituto Geográfico Militar de España. (2014). Conceptos Cartográficos, de https://www.ign.es/ign/resources/cartografiaEnsenanza/conceptosCarto/descargas/Conceptos_Cartograficos_def.pdf. Recuperado el 20 de septiembre de 2016
- Instituto Geográfico Militar del Ecuador. (2015). GEOPORTAL "MANUAL DE USUARIO". (IGM, Editor). En línea: http://www.geoportaligm.gob.ec/portal/wp-content/uploads/2013/05/Manual_geoportal.pdf. Recuperado el 20 de septiembre de 2016.
- Instituto Geográfico Militar. (2013). Manual Guía del Usuario para el Ingreso al Geoportal del Instituto Geográfico Militar. IGM. Pág. 3
- Lorenzo, R. (2011). *Sistemas de información geográfica*.
- MappingGIS. (2016). Formación GIS y difusión tecnológica. En línea: <https://mappinggis.com/2016/02/requisitos-minimos-de-un-equipopara-trabajar-con-gis/>
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). Integración de los servicios ecosistémicos en la planificación del desarrollo. En línea: <https://www.giz.de/expertise/downloads/giz2012-es-servicios-ecosistemicos.pdf>. Recuperado el 20 de septiembre de 2016
- Fernández, N., & Saavedra, M. (2010). Servicios de los ecosistemas y el bienestar humano. Bilbao, España. e septiembre de 2016
- Ministerio del Ambiente. (2014). Actualización del Plan de Manejo de la Reserva de Fauna de Chimborazo. MAE, Riobamba.
- Ministerio del Ambiente. (2014). Plan de Manejo de la Reserva de Producción de Fauna de Chimborazo. Riobamba. Recuperado el 18 de septiembre de 2016.

- Murillo Caicedo, K. (2014). Desarrollo de un prototipo de geoportal para el observatorio de mercado de precios de la tierra en la zona rural del Ecuador. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ingeniería, Ciencias Físicas y Matemática. Recuperado el 20 de octubre de 2016.
- Murillo Caicedo, K. (2014). Desarrollo de un prototipo de geoportal para el observatorio de mercado de precios de la tierra en la zona rural del Ecuador. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ingeniería, Ciencias Físicas y Matemática.
- Navas, G. E., & Prieto, P. M. (2011). Geoportales en el Ecuador. *LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida*, 14(2). En línea: <http://www.redalyc.org/html/4760/476047398006/>
- Padilla, O., Salazar, R., & Freire K. (2014). Implementación del Geoportal para el Centro Geográfico de la carrera de Ingeniería Geográfica y del Medio Ambiente Utilizando el Software Propietario ARCIMS. En línea: <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/8906/AC-GMA-ESPE-048142.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
<http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/8906/AC-GMA-ESPE-048142.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Requena Lara, G.N. (2014). Uso de un sistema de información geoespacial para la evaluación socioeconómica de los servicios ambientales en la cuenca Guayalejo-Tamesí (Tamaulipas, México). (Tesis Doctoral Inédita). Universidad de Sevilla, Sevilla. En línea: <https://idus.us.es/xmlui/handle/11441/57494>
- Rodríguez, A. 2006. La infraestructura de datos espaciales de España (idee): un proyecto colectivo y globalizado. Castellón, España.
- Zhicay, J. (2016). Determinación de los servicios ecosistémicos que suministra la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo. ESPOCH. En línea: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/5438/1/23T0572.pdf>