

UNIVERSIDAD DE CUENCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INFORMATICA



**Sistema de apoyo a las decisiones en el ámbito de la evaluación de
tierras "ForAndesT v2.0"**

Tesis previa a la obtención del título de
Ingeniero de Sistemas.

AUTORES:

Mateo Sebastian Bautista Llivisaca
Miriam Isabel Lupercio Tuquiñahui

DIRECTOR:

Ing. Pablo Fernando Vanegas Peralta, MSc, PhD

Cuenca - Ecuador
2014



Resumen

Las herramientas de software para cubrir requerimientos específicos de los usuarios son de gran ayuda para prescindir del uso de aplicaciones comerciales o gratuitas, las cuales usualmente incluyen funciones que no se utilizan y que sin embargo requieren de recursos computacionales. Las herramientas gratuitas y abiertas para la construcción de software hacen uso de estándares que facilitan la construcción de aplicaciones que se adapten a los requerimientos de los usuarios; tarea que se facilita gracias a la basta documentación existente.

Hoy en día, los Sistema de información Geográfica (SIG) junto con los Modelos de Soporte a la Decisión DSS, se convierten en herramientas muy importantes en el ámbito de la evaluación de tierras. A través de estos sistemas es posible almacenar, modificar, analizar y desplegar información geográfica relevante en problemas relacionados con la gestión de recursos naturales.

El presente proyecto está orientado a la realización del análisis, diseño e implementación de la versión web del sistema ForAndesT V2.0, tomando como base el sistema de escritorio denominado con el mismo nombre. ForAndesT v2.0 será uno de los primeros sistemas de soporte de decisiones en temas de evaluación de tierras que estará disponible en la web, siendo así uno de los pioneros en el área. El objetivo es obtener una herramienta 100% de software libre de características en su mayoría similares a la de escritorio, sin embargo de lo cual se optimizan varios procesos para mejorar su rendimiento.

Palabras claves: Sistemas de información geográfica, sistemas de soporte a la decisión, evaluación de tierras



Abstract

Software tools fulfilling specific user requirements are a very good alternative to commercials or free applications, usually the later include functions that perhaps will never be used although those can require a high amount of computational resources. Free and open tools to build software use standards that make easy to develop applications required by users. All this can be made thanks to the available literature.

Currently, both the Geographical Information Systems and the Decisions Support Systems models, are important tools for land evaluation. With these systems it is feasible to store, modify, analyze and deploy geographic information in the field of natural resources management.

This project is intended to analyze, design and implement a web version of the ForAndesT system, taking the desktop version as the starting point. The proposed work will contribute to the development of the first decision support system available in the web to support the solution of land evaluation problems. In this sense the system will be the pioneer in this area. The objective is to obtain a 100% free software tool of similar features to the desktop version. In addition, it was needed to include some processes to improve the performance of the web version.

Keywords: Geographical Information Systems, Decisions Support Systems, land evaluation, free software.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Contenido

Capítulo 1: Introducción	13
1.1 Antecedentes	13
1.2 Identificación del Problema	14
1.3 Justificación	15
1.4 Alcance	15
1.5 Objetivos	16
1.5.1 General	16
1.5.2 Objetivos Específicos	16
Capítulo 2: Marco Teórico	18
2.1 Introducción	18
2.2 Sistemas DSS	18
2.3 Evaluación de tierras con ForAndesT	19
2.4 Información geográfica	26
2.5 Sistemas de información geográfica	28
2.6 Construcción de aplicaciones web con elementos SIG	30
2.7 Herramientas de software libre para el desarrollo de una aplicación SIG	31
2.7.1 Lenguajes de programación	31
2.7.2 Procesamiento de información geográfica	38
2.7.3 Visualizador de información geográfica	39
2.7.4 Servidor de información geográfica GeoServer	41
2.7.5 Herramientas de base de datos	46
Capítulo 3: Análisis y diseño (Iniciación y elaboración)	49
3.1 Introducción	49
3.2 Metodología para desarrollar el sistema	49
3.3 Arquitectura del sistema	50
3.4 Requerimientos del sistema	50
3.4.1 Especificación de Requisitos	50
3.4.2 Definición de actores del sistema	52
3.4.3 Casos de Uso	52
3.5 Vista Lógica	53
3.5.1 Diagrama de clases	53
3.6 Vista de Implementación	54
3.6.1 Diagrama de Componentes	54
3.6.2 Modelo de base de datos	56
3.7 Interfaz del sistema	57
3.8 Comparación y selección de las herramientas para la construcción del sistema	58
3.8.1 Selección de herramientas para el desarrollo del sistema	58
3.8.2 Otras herramientas para el desarrollo del sistema	60
Capítulo 4: Desarrollo e implementación del sistema (Construcción y Transición)	62
4.1 Introducción	62



UNIVERSIDAD DE CUENCA

4.1.1	Módulo de Internacionalización.....	62
4.1.2	Módulo de Importación.....	62
4.1.3	Módulo de elaboración de consultas.....	70
4.1.4	Módulo de ejecución de consultas	72
4.1.5	Módulo de presentación de resultados	73
4.1.6	Módulo de exportación	75
4.2	Pruebas	78
4.2.1	Módulo de Internacionalización.....	78
4.2.2	Módulo de Importación.....	78
4.2.3	Módulo de Elaboración de consultas.	79
4.2.4	Módulo de Ejecución de consultas.....	79
4.2.5	Módulo de Presentación de Resultados.....	79
4.2.6	Módulo de Exportación.....	79
4.2.7	Ejecución y resultados de pruebas	79
Capítulo 5:	Resultados, Conclusiones y Recomendaciones	81
5.1	Introducción.....	81
5.2	Resultados	81
5.2	Conclusiones	82
5.3	Recomendaciones.....	83
Bibliografía		84
Anexo A.....		86
Anexo B.....		107
Anexo C.....		114
Anexo D.....		118
Anexo E.....		121
Anexo F.....		141

Listado de Figuras

Figura Nº 1.	Representación de datos de una región.....	20
Figura Nº 2.	Codificación de una variable cualitativa en formato ráster	27
Figura Nº 4.	Elementos de un sistema de información geográfica.....	29
Figura Nº 5.	Elementos de una aplicación web con elementos de sistemas de información geográfica... 30	
Figura Nº 5.	Funcionamiento de MTV de Django.	37
Figura Nº 6.	Workspace de GeoExplorer.....	40
Figura Nº 7.	Estructura petición WMS	44
Figura Nº 8.	Estructura petición WCS.....	44
Figura Nº 9.	Estructura petición WFS.	44
Figura Nº 10.	Arquitectura de Hibernate (Avsarogulları)	47
Figura Nº 14.	Metodología RUP.....	49
Figura Nº 15.	Diagrama de casos de uso del sistema “ForAndesT v2.0”	53
Figura Nº 13.	Diagrama de componentes.....	55



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Figura N° 17. Modelo de datos “ForAndesT v2.0”	56
Figura N° 15. Diseño de la interfaz principal del sistema	57
Figura N° 16. Herramientas para el desarrollo del sistema “ForAndesT v2.0”	60
Figura N° 17. GeoServer Manager como medio de interaccion entre Java y GeoServer	61
Figura N° 18. Interacción Java POI Apache	61
Figura N° 20. Estructura del archivo zip.	63
Figura N° 20. Estructura del archivo .prj	63
Figura N° 21. Ejemplo de archivo ESRI ASCII	64
Figura N° 22. Plantilla de importación Excel	65
Figura N° 23. Plantilla de exportación Excel II	66
Figura N° 24. Plantilla de exportación Excel III	67
Figura N° 25. Orden de llenado de la base de datos OSMOSE	68
Figura N° 26. Proceso de conteo de las unidades de tierra	69
Figura N° 27. Procedimiento para la creación y visualización de mapas.	74
Figura N° 28. Proceso de exportación de tablas	75
Figura N° 29. Formatos de exportación.	76
Figura N° 30. Proceso de exportación de mapas.	77
Figura N° 39. Interfaz de ForAndesT v2.0 en el servidor.....	78

Listado de Tablas

Tabla N° 1. Atributos de rendimiento de la región de Tabacay.	21
Tabla N° 2. Valores de rendimiento	22
Tabla N° 3. Criterios de búsqueda	22
Tabla N° 4. Resultados de criterio	22
Tabla N° 5. Asignación de pesos	23
Tabla N° 6. Resultados de Iteración 0	24
Tabla N° 7. Resultados Iteración 1	25
Tabla N° 8. Resultados Iteración 2	25
Tabla N° 9. Formatos habituales ráster	28
Tabla N° 10. Almacenes de datos disponibles de acuerdo a su origen	42
Tabla N° 11. Formato de salida de acuerdo al tipo.....	45
Tabla N° 12. Resultado de la evaluación de lenguajes de programación.	59
Tabla N° 13. Estructura del archivo ráster en formato ESRI ASCII	64
Tabla N° 14. Combinaciones de preguntas	70
Tabla N° 15. Parámetros para cada pregunta Mejores resultados.....	71
Tabla N° 16. Parámetros para cada pregunta Peores resultados	72
Tabla N° 17. Algoritmos para cada pregunta.....	72
Tabla N° 18. Campos de tabla tmp.....	72
Tabla N° 19. Campos de la tabla de resultados	73
Tabla N° 20. Resumen de los resultados	73
Tabla N° 21. Tabla de resultados del método IIPT.	74
Tabla N° 22. Parámetros para petición WMS (Jody, 2014)	77
Tabla N° 23 Resultados de pruebas	80
Tabla N° 24. Tiempos de ejecución de procesos	81



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Yo, MATEO SEBASTIAN BAUTISTA LLIVISACA, autor de la tesis "Sistema de apoyo a las decisiones en el ámbito de la evaluación de tierras ForAndesT v2.0", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, junio de 2014.

MATEO SEBASTIAN BAUTISTA LLIVISACA
C.I: 0106000276



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Yo, MIRIAM ISABEL LUPERCIO TUQUIÑAHUI, autora de la tesis “Sistema de apoyo a las decisiones en el ámbito de la evaluación de tierras ForAndesT v2.0”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, junio de 2014.


MIRIAM ISABEL LUPERCIO TUQUIÑAHUI
C.I: 0105774004



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Yo, MATEO SEBASTIAN BAUTISTA LLIVISACA, autor de la tesis Sistema de apoyo a las decisiones en el ámbito de la evaluación de tierras ForAndesT v2.0, reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Ingeniero de Sistemas. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, junio de 2014.

MATEO SEBASTIAN BAUTISTA LLIVISACA
C.I: 0106000276



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Yo, MIRIAM ISABEL LUPERCIO TUQUIÑAHUI, autora de la tesis Sistema de apoyo a las decisiones en el ámbito de la evaluación de tierras ForAndesT v2.0, reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Ingeniero de Sistemas. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, junio de 2014.


MIRIAM ISABEL LUPERCIO TUQUIÑAHUI
C.I: 0105774004



Agradecimientos

Nuestros más sinceros agradecimientos a las personas que nos apoyaron en la realización de este proyecto:

Al Ing. Pablo Vanegas nuestro director de tesis por dedicar su tiempo, por los consejos impartidos, por preocuparse de nuestro bienestar y el apoyo dado para la realización de este proyecto.

De manera especial al Ing. Jaime Veintimilla por permitirnos ser parte de este proyecto, dedicarnos su tiempo, compartir sus conocimientos, ayudarnos en las dificultades y por la confianza y guía que nos ha brindado a lo largo del proyecto.

Al Ing. Felipe Cisneros director del PROMAS por la acogida en el departamento para la realización de este proyecto.

A nuestra querida Facultad de Ingeniería y a cada uno de los profesores que nos prepararon para conseguir esta meta.

A todas las personas que nos brindaron su ánimo y buenos deseos.

A nuestros padres por el apoyo incondicional.



Dedicatoria

A mi madre querida Teresa Bautista
por el apoyo incondicional a lo largo
del camino, así como también a mi
hermano Juan Carlos, familiares,
amigos y al movimiento Scout al
darme un estilo de vida.

Sebastian

A mis padres Miguel y Lucila por ser mi
ejemplo de amor, trabajo, dedicación y
sacrificio, por el apoyo incondicional que me
han dado a lo largo de mi vida; a mis hermanos
que siempre han estado conmigo; a toda mi
gran familia de manera especial a mi tío Jorge
por el regalo oportuno que me fue de gran
utilidad en la carrera.
Para ellos con todo mi cariño.

Miriam



Capítulo 1: Introducción

1.1 Antecedentes

Los DSS¹ (sistemas de soporte a las decisiones) son sistemas informáticos que categorizan y evalúan datos de tal forma que pueden servir como soporte para la toma de decisiones. ForAndesT es un sistema DSS que ayuda a la toma de decisiones en el ámbito de la evaluación de tierras, con la capacidad de responder cómo, dónde, cuándo y por cuánto tiempo se debe forestar una región para alcanzar un determinado objetivo en base a indicadores. El sistema hace uso de dos algoritmos para dar las repuestas más óptimas a las preguntas: 1) el primer algoritmo hace uso de valores umbrales que corresponden con los valores máximos y mínimos de los atributos, a través de lo cual se determinan las mejores o peores regiones en cuanto a rendimiento de suelo se refiere; y 2) este modelo, denominado IIPT (Iterative Ideal Point Threshold)² va realizando ajustes en diferentes iteraciones hasta encontrar el mejor resultado posible.

El sistema ha venido evolucionando en el tiempo ya que se le ha ido incorporando características y funcionalidades para su mejoramiento. A continuación se describe su evolución marcada por varias versiones:

ForAndesT nace a partir del sistema Afforest que fue desarrollado entre los años 2000 a 2004, luego se desarrolló el proyecto denominado OSMOSE³ que incorporó la posibilidad de partir desde una base de datos vacía (modelo de datos ForAndesT) junto con un conjunto de herramientas para su manipulación. Posteriormente se desarrolló el proyecto E.BOLA⁴ en donde se integró OSMOSE con la base de datos con información de la región Flandes⁵.

Durante los años 2005 a 2009, el VLIR-OI (Vlaamse Interuniversitaire Raad) y Promas Universidad de Cuenca desarrollan ForAndesT v2.0 como una aplicación de escritorio usando Microsoft .Net C#, una base de datos en PostgreSQL y un visualizador de mapas MapWindow GIS⁶, que corresponden a los módulos para desarrollo de software, base de datos y componentes para la visualización de mapas respectivamente.

ForAndesT en su versión actual 2.0 está compuesto de:

¹ DSS Sistema de soporte a la decisión.

² Algoritmo basado en Interval Goal Programming

³ OSMOSE On-site Multi-criteria Optimalisatie voor Spatiale Evaluatie

⁴ E.BOLA Evaluatie van Bodem- en Landgebruik en español Evaluación del suelo y la tierra

⁵ Región norte de Bélgica de habla Holandesa.

⁶ GIS Sistemas de Información Geográfica.



- Base de datos: Los datos que se obtienen del mundo real son almacenados en una base de datos relacional.
- Software: En esta parte se encuentra la lógica del sistema; se evalúan los parámetros de decisión
- Componente para presentación: Visualización de los mapas

Además el sistema incorpora las siguientes características:

- Modificación del modelo de datos de OSMOSE v 1.0.
- Soporte multilenguaje: Holandés, Inglés, Español, Francés haciendo uso del estándar XML⁷
- Soporte de varios intervalos de tiempo para poder predecir el futuro uso que se le puede dar a la tierra.
- Inclusión de una herramienta para la importación de los datos en diferentes formatos y fuentes.
- Módulo de importación de datos para archivos en formatos Excel, Shape y Ráster.
- Manuales de Utilización para el usuario en diferentes lenguajes.

Si bien a lo largo del tiempo ForAndesT ha ido incorporando características para mejorar su rendimiento, es necesario ampliar el número de usuarios que acceden a este sistema, razón por la cual se plantea desarrollar la versión web disponible a través de Internet.

1.2 Identificación del Problema

Al ser ForAndesT un sistema de escritorio, no cuenta con la capacidad de estar disponible en forma masiva a usuarios a través de internet. La arquitectura del sistema ha presentado los problemas que se describen a continuación: 1) para que la aplicación funcione es necesario instalar programas que consumen una carga elevada de recursos computacionales, 2) se restringe su uso a un solo sistema operativo; las bases de datos son individuales para cada usuario, por lo que no se puede compartir información; 3) se limita el acceso a usuarios ubicados en localizaciones remotas y; 4) las actualizaciones, instalaciones o correcciones deben realizarse en cada equipo tomando en cuenta las características técnicas de cada uno, de esta forma, es posible que aparezcan problemas de incompatibilidad, y dependiendo del número de equipos se necesitarían tiempos considerables para la atención de cada uno.

⁷ XML Lenguaje de Marcas



En conclusión, ForAndesT en su versión actual presenta desventajas que podrían reducirse o eliminarse al ser llevado al ambiente web mediante la utilización de herramientas apropiadas para su construcción.

1.3 Justificación

En la actualidad, la mayoría de usuarios alrededor del mundo requieren disponer de sus datos en todo momento, independientemente de la ubicación donde estos se encuentren. La arquitectura actual que presenta ForAndesT v2.0 no cuenta con esta versatilidad, debido a que ha sido concebido como un sistema de escritorio que presenta las desventajas expuestas anteriormente.

Entre las ventajas que ofrecerá esta nueva arquitectura se mencionan las siguientes: 1) menor consumo de recursos computacionales, 2) disponibilidad en múltiples plataformas; 3) costo de mantenimiento reducido, y 4) accesibilidad remota, ya que el sistema podrá ser utilizado desde cualquier parte del mundo y en cualquier momento, lo cual implica que más usuarios desde distintas ubicaciones accederán el sistema. Esta última característica crea la necesidad de contar con un sistema multilinguaje, además de una interfaz sencilla e intuitiva para el usuario.

Con lo expuesto anteriormente, se pretende que ForAndesT v2.0 web sea uno de los primeros sistemas de soporte de decisiones en temas de evaluación de tierras disponible en la web, esto gracias al avance de las herramientas tecnológicas para la programación en entornos web. Estas situaciones han permitido desarrollar aplicaciones con mayor interacción entre usuarios y accesibilidad a información disponible en cualquier lugar.

1.4 Alcance

El proyecto pretende realizar el análisis, diseño e implementación del sistema ForAndesT v2.0 para un ambiente Web. Como punto de partida, se realizará una investigación y comparación entre los diferentes frameworks⁸ de desarrollo y herramientas de libre distribución que faciliten la programación de la aplicación web incluyendo facilidades para la visualización de información geográfica. En base a la investigación realizada, se podrá seleccionar el framework más adecuado para implementar la aplicación, teniendo presente los objetivos planteados.

El sistema a implementar presentará las siguientes funcionalidades:

⁸ Framework es una estructura de software genérica la cual sirve como base para la organización y el desarrollo de aplicaciones.



- Por cuestiones de internacionalización y debido a que será utilizado principalmente por el personal académico de la Universidad de Cuenca y de la K.U.Leuven⁹, el sistema web será codificado, documentado e implementado en el idioma inglés y la interfaz del usuario se podrá utilizar en diferentes idiomas entre los cuales estarán disponibles inglés (por defecto), español, holandés y francés.
- Los datos de entrada que manejará el sistema llegarán de 3 fuentes: Excel (archivo con extensión xlsx), Shape (archivos con extensión dbf, prj shp, shx) empaquetadas en un archivo con formato zip, Ráster (archivo con extensión asc). Por otro lado los datos de salida o respuestas que entregará el sistema se podrán exportar a los formatos: Excel (en todas sus versiones), PNG¹⁰ (archivo con extensión png), SVG¹¹ (archivo con extensión svg), para lo cual se contará con módulos de importación y exportación respectivamente.
- Al ser un proyecto que busca colocarse a disposición de varios usuarios a nivel mundial, es necesario que ForAndesT v2.0 sea accesible por múltiples usuarios que se encuentren en cualquier parte de mundo. Se pretende que el sistema a desarrollar facilite una evolución futura hacia una plataforma que permita a los usuarios contribuir con nuevas funcionalidades a través de la inserción de nuevos paquetes en el sistema original.

1.5 Objetivos

1.5.1 General

- Obtener una herramienta equivalente a ForAndesT v2.0, la misma que pueda ser utilizada a través de internet y construida con herramientas de software libre.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Identificar los requerimientos del sistema a implementar, partiendo de la revisión y entendimiento del sistema ya desarrollado.
- Hacer un análisis y comparación sobre herramientas de software libre para el desarrollo de aplicaciones web y seleccionar la más adecuada de acuerdo a las necesidades de la aplicación.

9 K.U.Leuven Katholieke Universiteit Leuven

10 PNG Portable network graphics.

11 SVG Scalable vector graphics.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

- Desarrollar el sistema en base a un análisis previo, apegado a una metodología de desarrollo de software.
- Permitir que la aplicación sea multilenguaje, esto es, que el usuario final tenga la posibilidad de cambiar de idioma: Inglés (por defecto), español, holandés y francés.
- Permitir la importación de información geográfica proveniente de formatos shape, Excel, asc, mediante un módulo de importación, así como también permitir la exportación de información geográfica hacia formatos Excel, PNG y SVG.
- Elaborar la documentación necesaria para que el usuario pueda consultar sobre las funcionalidades del sistema.



Capítulo 2: Marco Teórico

2.1 Introducción

El objetivo de este capítulo es familiarizar al lector con todos los conceptos y teorías que sustentan el presente trabajo; de esta manera, se cubrirán los conocimientos teóricos necesarios para una mejor comprensión del texto.

2.2 Sistemas DSS

Un sistema de soporte a la decisión DSS es un sistema de información¹², que diseñado de cierta manera y mediante el uso de bases de datos, métodos y modelos contribuye con una correcta toma de decisiones (Tripathi, 2011).

Los DSS tienen las siguientes características (Tripathi, 2011):

- Obtienen y procesan datos desde varias fuentes;
- Proporciona flexibilidad en manejo y presentación;
- Presenta resultados en formato adecuados;
- Responde a preguntas como por ejemplo ¿qué pasaría si?.

Un sistema DSS está compuesto por (Tripathi, 2011):

- Base de datos. Con gran cantidad de datos en la mayoría de ocasiones;
- Modelo. El contexto del DSS y criterios del usuario;
- Interfaz. Para la visualización de resultados.

A continuación se describen algunos tipos de DSS (DSS, 2010):

- Sistemas de información gerencial (MIS): Sistema orientado a tareas organizacionales;
- Sistemas de información ejecutiva (EIS): Sistema orientado a tareas de inteligencia de negocios;
- Sistemas expertos basados en inteligencia artificial (SSEE): Sistema orientado al uso de redes neuronales, algoritmos y minería de datos;
- Sistemas de apoyo a las decisiones de grupo (GDSS): Sistema orientado apoyo a la tarea de un grupo.

¹² Los sistemas de información es un conjunto de elementos orientados al tratamiento y administración de datos e información.



2.3 Evaluación de tierras con ForAndesT

“La evaluación de tierras es el proceso de determinación y predicción del comportamiento de una porción de tierra usada para fines específicos, en donde se consideran aspectos físicos, económicos y sociales. En la evaluación también se consideran los aspectos económicos del uso propuesto, las consecuencias sociales para la gente del área y del país en general y las repercusiones benéficas o adversas para el medio ambiente” (FAO, 1976).

Un sistema evaluador de tierras es una de herramienta necesaria para una planificación racional de los recursos naturales y humanos, con el propósito de que cada área deba ser usada de tal manera que provea el máximo beneficio para la sociedad, sin una degradación de los recursos (Serra Varela, 2010).

ForAndesT es un sistema de soporte a las decisiones en el ámbito de la evaluación de tierras, que responde las preguntas de cómo, dónde, cuándo y por cuánto tiempo se debe forestar una región, para esto el sistema dispone de información de regiones geográficas almacenadas en una base de datos y hace uso de dos algoritmos que permiten encontrar las mejores soluciones a las preguntas planteadas.

La evaluación se hace en función de las características o atributos del suelo (propiedades físicas, químicas y biológicas) de tierra vegetal y el subsuelo, datos climáticos, hidrológicos y factores socio-económicos (Calzolari, Constantini, Ungaro, & Venuti, 2009). Esta información debe ser clasificada y almacenada en una base de datos para luego ser utilizada en los cálculos para obtener respuestas.

Antes de exponer la forma en cómo se realiza la evaluación de tierras, en el contexto de ForAndesT, es necesario conocer la siguiente terminología:

- Característica de la tierra: son indicadores que describen la naturaleza de una unidad de tierra.
- Unidad de tierra: representa una combinación específica de características de la tierra que se encuentra en una región. Para el almacenamiento en la base de datos cada unidad de tierra representa un pixel que contiene una determinada combinación de características.
- Atributo de rendimiento: es un indicador biofísico o socio-económico que se puede utilizar como criterio para la toma de decisiones en forestación. A cada uno de ellos se les debe asignar propiedades tales como: su objetivo requerido maximizar o minimizar, estos valores son importantes para la ejecución de los algoritmos.

En la figura N° 1 se representan los datos de una región dividida en unidades de tierra. A su vez cada unidad de tierra contiene varios atributos de rendimiento.

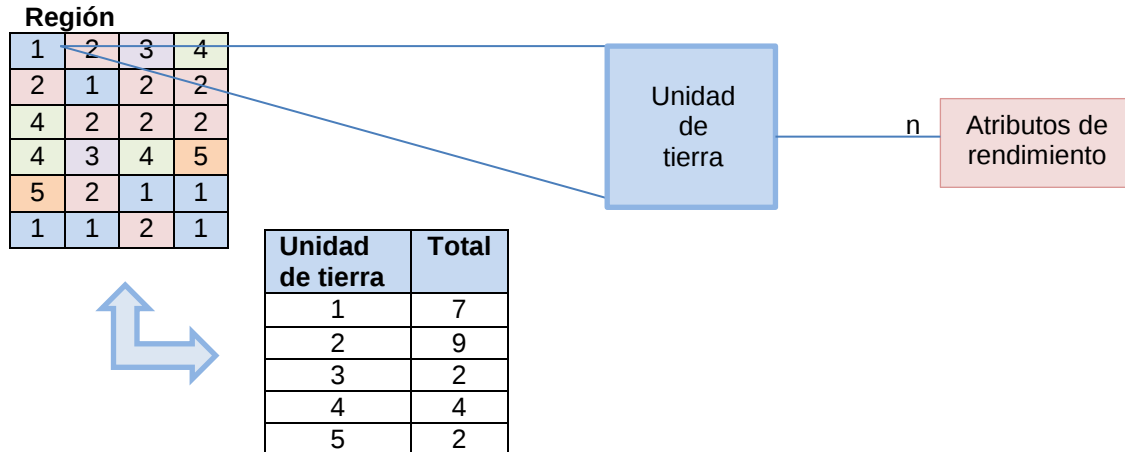


Figura N° 1. Representación de datos de una región

Además de los atributos de rendimiento, dependiendo del tipo de pregunta se deben establecer otros parámetros tales como intervalo de tiempo, objetivo para el uso futuro del suelo o establecer una área mínima.

Los algoritmos que se usan para el cálculo de respuestas son dos (De Meyer, Jacxsens, Deckers, Van Rompaey, & Van Orshoven, 2009):

- **Por valores umbrales:** Este método hace uso de los valores umbrales de los atributos de rendimiento que el usuario ha definido. Dependiendo si el objetivo del atributo de rendimiento es maximizar o minimizar y la búsqueda es de los mejores o peores resultados, sólo las unidades de tierra que cumplen con el umbral entrará en el conjunto de resultados. Se debe tener en cuenta que mientras más atributos de rendimiento seleccione el usuario, más crítica será la selección ya que debe usar el operador AND para hacer una combinación de estos.

Este método es relativamente sencillo ya que selecciona en la base de datos las unidades de tierra que cumplen con el valor umbral.

- **IIPT (Iterative Ideal Point Threshold):** Los resultados también se pueden encontrar con el método IIPT, para esto se debe asignar pesos a los atributos de rendimiento, en base a los cuales se encuentran las respuestas más óptimas. Este método se resuelve de la siguiente manera:



En un primer paso, llamado también iteración 0 se determinan los valores mínimos cuando se necesita minimizar un atributo de rendimiento o máximos cuando se requiere maximizar este atributo. Estos valores se denominan con t_i^* en la Ecuación N° 1. En una segunda etapa se ejecuta un proceso iterativo que permite ajustar los valores que servirán como umbral para seleccionar las celdas con mejor rendimiento en cada atributo (t_{ij} en la Ecuación N° 1). Este proceso iterativo se repite mientras no se alcance la superficie mínima establecida. En caso de que en la primera iteración se encuentren resultados estos se denominan óptimos, los resultados de las siguientes iteraciones, si los hubiera, se denominarán sub-óptimos. Las siguientes iteraciones permitirán buscar soluciones sub-óptimas a través del ajuste del valor de referencia t_{ij} .

$$t_{ij} = t_i^* \pm j \frac{w_{max}}{w_i} * \frac{max - min}{n}$$

Ecuación N° 1 Ajuste del valor umbral para selección de celdas

Dónde:

t_i^* Es el valor máximo o mínimo asignado al atributo de rendimiento i

j Es la iteración actual

w_{max} Es el valor máximo de entre los pesos asignados para los atributos de rendimiento

w_i Es el peso asignado al atributo de rendimiento para el cual se calcula el valor objetivo

max Es el valor máximo que puede tomar el atributo de rendimiento para el cual se calcula el valor objetivo

min Es el valor mínimo que puede tomar el atributo de rendimiento para el cual se calcula el valor objetivo

n Es el número máximo de iteraciones, este valor puede ser asignado por el usuario.

Se presenta a continuación un ejemplo que utilizará los dos algoritmos descritos anteriormente, para esto se emplean datos de la región de Tabacay. En la tabla N° 1 se listan algunos de los atributos de rendimiento con sus respectivos objetivos.

Atributo de rendimiento	Objetivo
Producción de escorrentía	Minimizar
Producción de sedimentos	Minimizar
Carbono en el suelo	Maximizar
Ingresos	Maximizar

Tabla N° 1. Atributos de rendimiento de la región de Tabacay.

Para este ejemplo se toman seis unidades de tierra con los respectivos valores asignados a los atributos de rendimiento. También se señala con rojo el valor máximo y con amarillo el valor mínimo de cada atributo de rendimiento; datos importantes para la aplicación de los algoritmos.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Unidad de tierra	Producción de escorrentía	Producción de sedimentos	Carbono en el suelo	Ingresos
1	0,168483699	5,956627509	6,30215024	51,15028983
2	67,53997177	18,64167274	43,18846142	29,69540792
3	76,6846137	67,98337842	49,32717045	55,55441843
4	41,0972622	98,96396744	62,99356465	28,87580288
5	93,57455991	31,96991231	9,965012193	45,20788574
6	21,37876432	99,79051806	20,06409702	28,30515996

Tabla N° 2. Valores de rendimiento

Una vez planteados los datos que necesitan los algoritmos se procede a aplicarlos:

Algoritmo de valores umbrales

A continuación se especificará para cada atributo de rendimiento un valor umbral que debe estar comprendido entre su correspondiente valor máximo y mínimo (Tabla N° 2). Para formar el criterio de búsqueda hay que tomar en cuenta si el objetivo es maximizar o minimizar el atributo (Tabla N° 1). En el caso de una maximización del rendimiento de un atributo se buscan los valores mayores al umbral y si el objetivo es minimizar se buscan los valores menores al umbral. En la tabla N° 3 se detallan los criterios que se aplican al ejemplo del algoritmo, en donde la columna Valor umbral contiene datos asignados

Atributo de rendimiento	Objetivo	Valor umbral[min-max]
Producción de escorrentía	<=	84
Producción de sedimentos	<=	70
Carbono en el suelo	>=	12
Ingresos	>=	30

Tabla N° 3. Criterios de búsqueda

Se forma el criterio de búsqueda:

Producción de escorrentía <= 84 && Producción de sedimentos <= 70 && Carbono en el suelo >= 12 && Ingresos >= 30

Ahora se seleccionan las unidades de tierra que cumplan con el criterio (Tabla N° 4).

Unidad de tierra	Producción de escorrentía	Producción de sedimentos	Carbono en el suelo	Ingresos
1	0,168483699	5,956627509	6,30215024	51,15028983
2	67,53997177	18,64167274	43,18846142	29,69540792
3	76,6846137	67,98337842	49,32717045	55,55441843
4	41,0972622	98,96396744	62,99356465	28,87580288
5	93,57455991	31,96991231	9,965012193	45,20788574
6	21,37876432	99,79051806	20,06409702	28,30515996

Tabla N° 4. Resultados de criterio



Como se puede observar solamente la unidad de tierra 3 es parte del resultado ya que cumple con el criterio. De acuerdo a esto, si como criterio se asigna un valor fuera del rango, ninguna unidad de tierra se seleccionará. Mientras más criterios se especifiquen más crítica será la búsqueda.

Algoritmo análisis con IIPT

Para mostrar el algoritmo IIPT, se toman los mismos atributos de la región Tabacay que están en la tabla N° 1, y se asignarán pesos a dos de ellos (tabla N° 5).

Id	Atributo de rendimiento	Objetivo	Peso (0-1)
1	Producción de sedimentos	Minimizar	0.3
2	Ingresos	Maximizar	0.7

Tabla N° 5. Asignación de pesos

En la primera iteración se determina el valor del máximo (o mínimo de ser el caso) rendimiento en cada atributo. Luego se ajusta en forma iterativa los valores de referencia para la selección de unidades de tierra (según la ecuación N° 1). En el ejemplo a continuación se utilizan 10 iteraciones para seleccionar las celdas de mayor rendimiento. Por tanto, para cada atributo de rendimiento se tiene los siguientes valores para las variables de la ecuación:

Atributo Producción de sedimentos

$i = 1$
 $t_i^* = 5,956627509$
 $w_{max} = 0,7$
 $w_i = 0,3$
 $max = 99,79051806$
 $min = 5,956627509$
 $n = 10$

Atributo Ingresos

$i = 2$
 $t_i^* = 55,55441843$
 $w_{max} = 0,7$
 $w_i = 0,7$
 $max = 55,55441843$
 $min = 28,30515996$
 $n = 10$

Como el objetivo del primer atributo es minimizar se usará el signo +, el objetivo del segundo atributo es maximizar por tanto se toma el signo -.

Proceso iterativo

Iteración 0:

Reemplazando los valores en la ecuación se tiene:

$$t_{10} = 5,956627509 + 0 * \frac{0,7}{0,3} * \frac{99,79051806 - 5,956627509}{10} = 5,95662709$$

$$t_{20} = 55,55441843 - 0 * \frac{0,7}{0,7} * \frac{55,55441843 - 28,30515996}{10} = 55,55441843$$



Ahora se buscan las unidades de tierra que cumplan con el criterio:

Producción de sedimentos $\leq 5,95662709$ & *Ingresos* $\geq 55,55441843$

Unidad de tierra	Producción de sedimentos	Ingresos
1	5,956627509	51,15028983
2	18,64167274	29,69540792
3	67,98337842	55,55441843
4	98,96396744	28,87580288
5	31,96991231	45,20788574
6	99,79051806	28,30515996

Tabla N° 6. Resultados de Iteración 0

No hay unidades de tierra que cumplan el criterio, se sigue con las siguientes iteraciones.

Como habrá notado en la iteración 0 se determinó el valor mínimo para el atributo Producción de sedimentos ya que este atributo debe minimizarse, en cambio para el atributo Ingresos se determinó su valor máximo ya requiere maximizarse.

Iteración 1:

Reemplazando los valores en la ecuación N° 1:

$$t_{11} = 5,956627509 + 1 * \frac{0,7}{0,3} * \frac{99,79051806 - 5,956627509}{10} = 27,8512019709$$

$$t_{21} = 55,55441843 - 1 * \frac{0,7}{0,7} * \frac{55,55441843 - 28,30515996}{10} = 52,829492583$$

En estos resultados podemos ver que los nuevos valores de umbral en el primer caso se incrementa, mientras que del segundo valor decrementa, esto para que haya posibilidad de que las unidades de tierra puedan cumplir con estos criterios.

Ahora se buscan las unidades de tierra que cumplan con los criterios:

Producción de sedimentos $\leq 27,8512019709$; *Ingresos* $\geq 52,829492583$



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Unidad de tierra	Producción sedimentos	de Ingresos
1	5,956627509	51,15028983
2	18,64167274	29,69540792
3	67,98337842	55,55441843
4	98,96396744	28,87580288
5	31,96991231	45,20788574
6	99,79051806	28,30515996

Tabla N° 7. Resultados Iteración 1

No hay unidades de tierra en de resultados, ya que ninguna cumple con los criterios de ajuste.

Iteración 2:

Reemplazando los valores en la ecuación N° 1:

$$t_{12} = 5,956627509 + 2 * \frac{0,7}{0,3} * \frac{99,79051806 - 5,956627509}{10} = 49,7457764328$$

$$t_{22} = 55,55441843 - 2 * \frac{0,7}{0,7} * \frac{55,55441843 - 28,30515996}{10} = 50,104566736$$

Ahora se buscan las unidades de tierra que cumplan con los criterios:

Producción de sedimentos <= 49,7457764328; *Ingresos* >= 50,104566736

Unidad de tierra	Producción sedimentos	de Ingresos
1	5,956627509	51,15028983
2	18,64167274	29,69540792
3	67,98337842	55,55441843
4	98,96396744	28,87580288
5	31,96991231	45,20788574
6	99,79051806	28,30515996

Tabla N° 8. Resultados Iteración 2

En el ejemplo, en la iteración 2, la unidad de tierra 1 cumple con el criterio, por lo tanto forma parte del conjunto de resultados.

Para este ejemplo se ha detenido el proceso porque ya se cuenta con un resultado.

Se debe recordar que las respuestas que se obtengan en la iteración 0 serán denominadas óptimas, si hay respuestas en las siguientes iteraciones serán respuestas sub-óptimas.



2.4 Información geográfica

La información geográfica es aquella que se encuentra georreferenciada, es decir contiene datos acerca de la ubicación física y forma de un objeto.

2.4.1 Formatos

La información geográfica puede estar representada en varios formatos entre ellos vectorial shapefile y ráster que se presentan a continuación.

2.4.1.1 Archivo ESRI Shapefile

Un archivo shapefile o ESRI¹³ shapefile es un formato estándar para el intercambio de información entre los sistemas de información geográfica. Este formato hace uso de puntos, líneas y polígonos para representar entidades geográficas.

Está compuesto como mínimo por 3 archivos, donde cada uno de estos puede tener hasta 2GB de tamaño, estos archivos son:

- .shp: Almacena las entidades geométricas de los objetos.
- .shx: Almacena el índice de las entidades geométricas.
- .dbf: Es la base de datos, almacena la información de los atributos de cada elemento en formato dBase¹⁴

También se pueden utilizar otros tipos de archivos para mejorar el funcionamiento en las operaciones de consulta a la base de datos, estos archivos son:

- .prj: Guarda la información referida al sistema de coordenadas en formato WKT.
- .sbn y .sbx: Almacena el índice espacial de las entidades.
- .fbn y .fbx: Almacena el índice espacial de las entidades para los shapefiles que son inalterables (solo lectura).
- .ain y .aih - Almacena el índice de atributo de los campos activos en una tabla o el tema de la tabla de atributos.
- .shp.xml - Almacena los metadatos del shapefile.

¹³ ESRI (Environmental Systems Research Institut) Empresa dedicada a la comercialización de software para sistemas de información geográfica

¹⁴ dBase Sistema de gestión de bases de datos.

2.4.2 Archivos Ráster

Un archivo ráster es una matriz de celdas (o píxeles) en la cual cada celda tiene un valor único. La información contenida en ésta puede representar: temperatura, relieve, y en general características y atributos de una región.

La matriz ráster se almacena en un archivo, el cual además de contener los valores de cada celda debe contener una cabecera con información geográfica del ráster, esto permite que un usuario o un programa puedan ubicar en el espacio estos valores y entender su significado.

La información geográfica del ráster en la cabecera consta de:

- Número de filas
- Número de columnas
- Coordenadas de las esquinas de la capa (Norte, Sur, Este Oeste)
- Tamaño de cada celda o pixel.

Una capa en formato ráster puede componerse de tres tipos de datos:

- Valores numéricos, en el caso de que los valores sean cuantitativos.
- Identificadores numéricos, en el caso de que los valores sean cualitativos, como se muestra en la figura N° 2.
- Identificadores numéricos únicos, en el caso de que la capa tenga entidades como (puntos, líneas, polígonos).

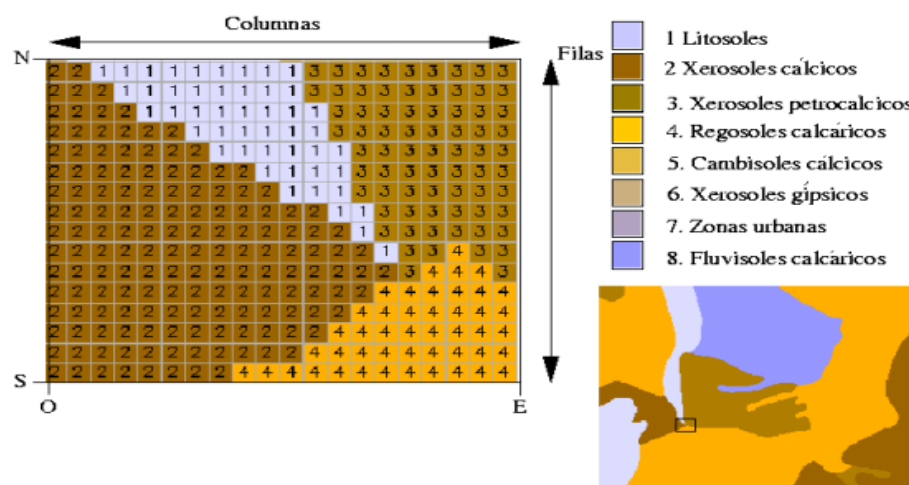


Figura N° 2. Codificación de una variable cualitativa en formato ráster

Fuente: (SIGMUR, 2006)



Entre los formatos ráster más habituales se describen (ESRI, 2011):

Formato	Descripción	Extensiones
ASCII Grid	El formato de ArcGIS para escritorio Advanced ASCII Grid es un archivo de intercambio ArcGIS para Desktop AdvancedGrid.	*.asc
Mapa de bits (BMP), formato de mapa de bits independiente del dispositivo (DIB) o mapa de bits de Microsoft Windows	Los archivos BMP son imágenes de mapas de bits de Windows.	*.bmp
Formato de intercambio de gráficos (GIF)	El formato de imagen de mapa de bits se usa generalmente para imágenes pequeñas.	*.gif
Grupo conjunto de expertos en fotografía (JPEG) Formato de intercambio de archivos (JFIF).	Técnica estándar de compresión para el almacenamiento de imágenes a color y en escala de grises.	*.jpg *.jpeg *.jpc o *.jpe.
Portable Network Graphics (PNG)	Proporciona una buena compresión de archivos ráster sin pérdida de información.	*.png
Formato de archivo de imagen con etiquetas (TIFF) (se admiten las etiquetas GeoTIFF).	El formato TIFF admite imágenes en blanco y negro, en escala de grises, de pseudo-color y colores verdaderos, que pueden almacenarse en un formato comprimido o descomprimido.	*.tif *.tiff *.tff

Tabla N° 9. Formatos habituales ráster

2.5 Sistemas de información geográfica

Un sistema de información geográfica SIG es una herramienta que “integra hardware, software y datos, para capturar, gestionar, analizar y mostrar todas las formas de información geográficamente referenciada” (ESRI, 2011).

Los SIG surgen en base a la necesidad de generar información útil para la toma de decisiones. Así estos sistemas permiten ver, comprender, cuestionar e interpretar información, para responder preguntas y resolver problemas.



2.5.1 Elementos

Cada elemento de un SIG debe tener la capacidad de interactuar con los demás, en la figura N° 4 se presentan los 5 componentes:

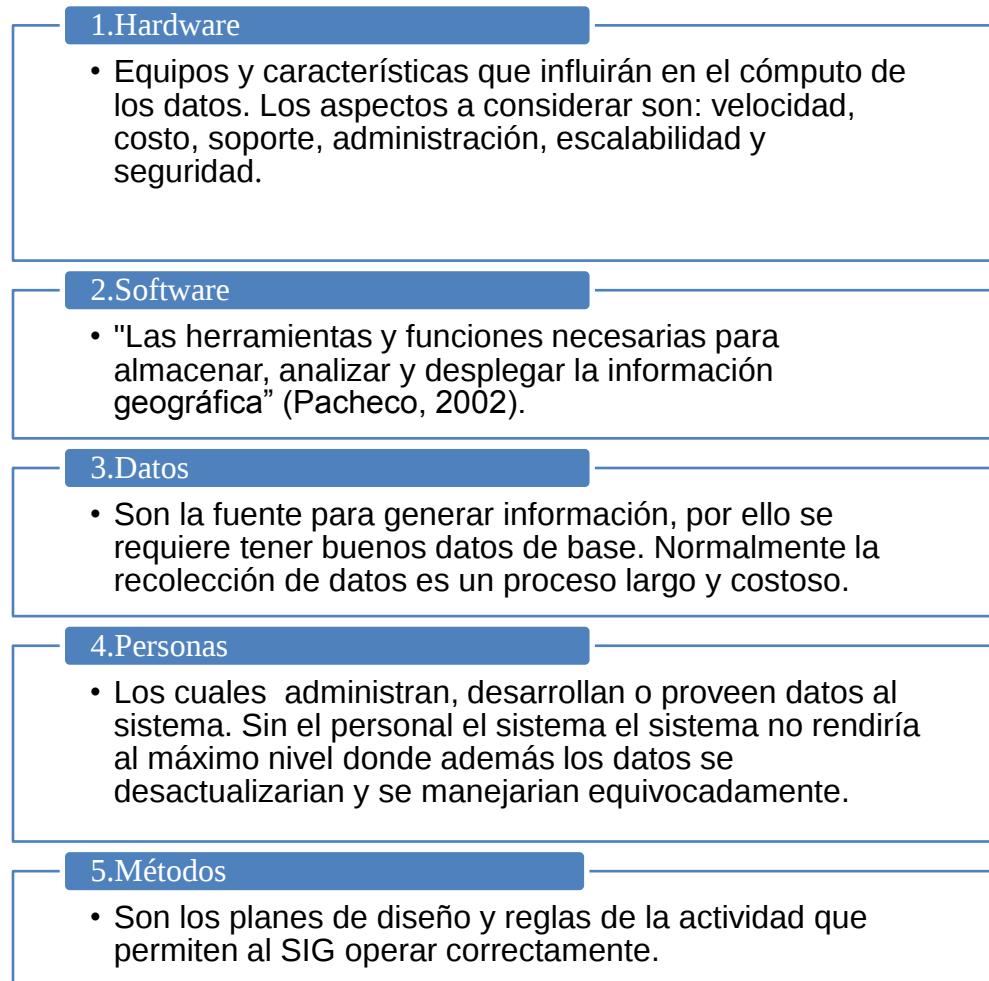


Figura N° 3. Elementos de un sistema de información geográfica

2.5.2 Aplicaciones

Los sistemas de información geográficas son usados en diversas áreas, entre ellas:

- Aplicaciones Forestales;
- Bases de datos ambientales;
- Censos;
- Planeación urbana;
- Sistemas de control ambiental.



Así, estos sistemas pueden implementarse en cualquier área que se requiera, teniendo en cuenta además que el uso de un SIG representa:

- Ahorro de costos y mayor eficiencia;
- Mejor toma de decisiones;
- Mejor forma de comunicación, compartiendo información geográfica (mapas).

2.6 Construcción de aplicaciones web con elementos SIG

Para la construcción de una aplicación web con elementos SIG, por lo general, se requiere los siguientes elementos especificados en la figura N° 4

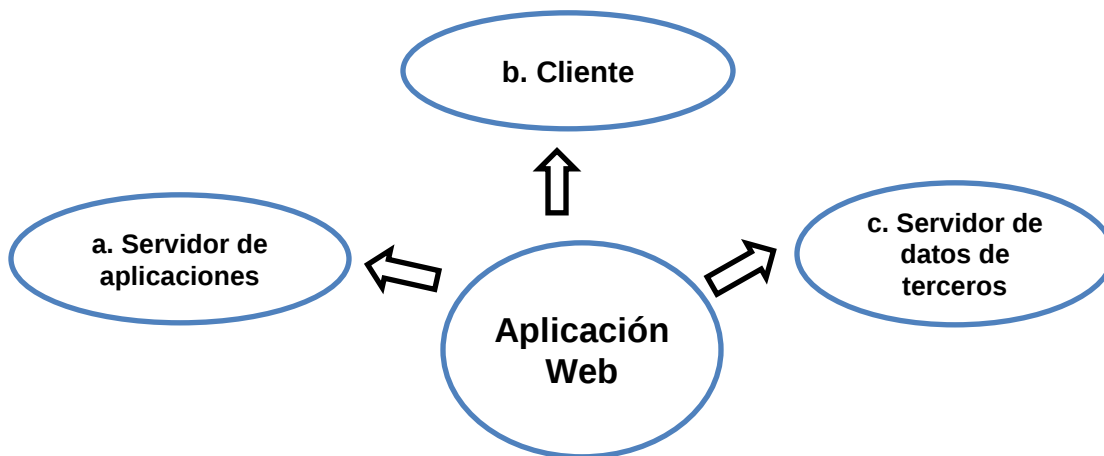


Figura N° 4. Elementos de una aplicación web con elementos de sistemas de información geográfica.

- a. Servidor de aplicaciones:** conjunto de herramientas de hardware y software para servir la aplicación web a través de internet.
- b. Cliente:** es la entidad que ejecuta la aplicación, por lo general es el navegador web que interpreta el código HTML y JavaScript que se envía desde el servidor
- c. Servidor de datos (API de datos):** Datos o funcionalidades de terceros, disponibles para utilizarlas dentro de la aplicación, estas deben cumplir los estándares para su fácil reutilización.



2.7 Herramientas de software libre para el desarrollo de una aplicación SIG

En esta sección se realizará una revisión de dos lenguajes de programación que permiten el desarrollo de aplicaciones web, así como también de sus frameworks más representativos. A esto se suma la revisión de herramientas que permiten el tratamiento y visualización de información geográfica en un ambiente web.

2.7.1 Lenguajes de programación

2.7.1.1 Lenguaje de programación Java

Java es un lenguaje de programación orientado a objetos, fue creado por Sun Microsystems en 1995 y en la actualidad es propiedad de Oracle Corporation¹⁵. Una de las características más importantes de Java es su independencia de arquitectura, esto gracias a su máquina virtual JVM¹⁶ que permite ejecutarse en una gran variedad de equipos con distintas características.

Entre las ventajas más importantes de Java se destacan:

- Se puede conectar con diferentes bases de datos haciendo uso de los JDBC;
- Independencia de plataforma;
- Cada 6 meses se actualiza la versión del JDK.

La principal desventaja es:

- Java es más lento comparación de C++ y otros, esto debido a su JVM.

Java cuenta con una importante comunidad de desarrolladores, los cuales han contribuido con varias tecnologías y herramientas para ayudar a los usuarios a simplificar su trabajo. Entre las tecnologías y herramientas se cuenta con frameworks para la programación web, mapeadores de bases de datos, entre otros.

2.7.1.1.1 Frameworks para desarrollo web en Java

A continuación se presenta una descripción de 3 frameworks utilizados para la programación en Web con los que cuenta Java. Esta descripción permitirá en lo posterior realizar una selección de las herramientas a utilizar.

¹⁵ Oracle Corporation es una de las más grandes compañías de software del mundo.

¹⁶ JVM Java virtual machine



2.7.1.1.1 JSP (Java Server Pages)

La tecnología Java Server Pages (JSP) da la oportunidad de crear de una manera rápida y sencilla ambientes web, en los cuales se muestre contenido generado dinámicamente. Bajo este esquema es posible crear páginas web que incluyan etiquetas propias de JSP y otras como HTML o XML, dando lugar a extensiones de tipo .jsp o .jspx que son reconocidas por todos los navegadores (ORACLE).

En JSP se maneja el concepto de Servlet que es un programa escrito en Java que se ejecuta en el lado del servidor, lo opuesto a esto sería por ejemplo un applet de un navegador. De esta forma, los procesos se ejecutan en el lado del servidor.

El proceso de compilado de una aplicación en JSP es el siguiente: en primera instancia la página es invocada, luego es compilada, se comunica con la base de datos para luego ser generada en un Java Servlet. Así, esta solicitud es devuelta al navegador del cliente con contenido estático y/o dinámico, la misma que puede residir en el lado del servidor, esto permite que las llamadas siguientes a la misma sean en menor tiempo.

Es así como JSP está diseñado para ser un método abierto estándar, el cual es apoyado por numerosos servidores, navegadores y herramientas, dándole así escalabilidad, usabilidad y soporte para el desarrollo de aplicaciones.

2.7.1.1.2 JSF (Java Server Faces)

La tecnología Java Server Faces establece un estándar para la creación de interfaces de usuario del lado del servidor, fue desarrollado a través de Java Community Process bajo el JSR-314¹⁷.

Su objetivo principal es proveer facilidad de uso ya que, separa claramente la lógica de la aplicación y de la presentación, definiendo así un modelo de 3 capas MVC con lo cual permite que cada miembro del equipo de desarrollo se centre en su ámbito.

JSF incluye una librería de etiquetas JSP para insertar JSF dentro de una página JSP, esto se produce mediante el uso de etiquetas personalizadas. Además, la interfaz JSF es tratada como un grupo de componentes UI.

Los elementos que constituyen una aplicación JSF son los siguientes (González, 2013):

- JSP, lo cual permite hacer el despliegue de las páginas.
- Un conjunto de beans¹⁸. Los cuales definen propiedades y funciones para los componentes UI de una página.

¹⁷ JSR-314. Java Specification Request 314.

¹⁸ Bean: Un componente de software que puede ser reutilizado.



- Un archivo de configuración de los recursos de la aplicación.
- Un descriptor de despliegue.
- Un conjunto de objetos personalizados, desarrollados por el programador (validadores, conversores, etc.).
- Un conjunto de custom tags¹⁹ que permiten trabajar con los objetos personalizados.

Así se concluye que JSF es una tecnología que facilita la creación de interfaces, maneja la información en el lado del servidor permitiendo la separación de componentes: lógica, aplicación y presentación. Para finalizar cabe destacar que dentro de la tecnología JSF se cuenta con 3 tecnologías para su manejo, las cuales son RichFaces, PrimeFaces e IceFaces, las cuales se presentan posteriormente.

2.7.1.1.1.3 RichFaces

RichFaces es una biblioteca basada en Java, la misma que permite integrar fácilmente Ajax en aplicaciones web bajo el framework JSF. Actualmente se encuentra en la versión 4 la misma que ha sido el resultado de la evolución pasando por Rich Faces versiones 2 y 3.

La herramienta ofrece entre otras características un conjunto completo de componentes Ajax, kit de desarrollo de componentes, documentación completa en base a las mejores prácticas, compatibilidad entre navegadores, entre otras.

RichFaces se considera como una biblioteca que brinda usabilidad, optimización del tiempo, recursos dinámicos a los cuales se les puede sacar el mejor provecho a la hora de desarrollar una aplicación web. (RichFaces, 2014)

2.7.1.1.1.4 PrimeFaces

“PrimeFaces es una librería de componentes visuales, desarrollada y mantenida por Prime Technology” (Lerma, 2010) bajo la licencia Apache V2. Esta librería es open source y actualmente es estable en sus diferentes versiones.

PrimeFaces presenta más de 90 componentes y además permite la integración con otros componentes como por ejemplo con RichFaces, no siendo así con IceFaces. Entre sus desventajas se menciona que una nueva versión de Prime Faces no es compatible al 100% con las anteriores. En cuanto se refiere a su soporte con Ajax, es

¹⁹ Custom tags Clases Java que implementan o heredan de determinadas clases



transparente para el desarrollador, además utiliza el soporte de jQuery y jQueryUI para el tema visual.

Para finalizar, Prime Faces es una de las librerías que más se acopla con JSF debido en gran mayoría a sus resultados, relacionados con su diversidad y calidad.

2.7.1.1.1.5IceFaces.

IceFaces es una librería de componentes de código abierto Java, desarrollada para realizar aplicaciones RIA empleando Ajax basada en JSF.

Entre las características de la librería se especifican: el soporte para Ajax es transparente para el desarrollador ya que lo implementa de forma nativa, la interfaz del usuario maneja el concepto de skin y actualmente consta con 79 componentes en la versión básica y 111 en la versión empresarial, su licencia es LGPL V2.1 pero además manejan un versión empresarial, y las aplicaciones en Ice Faces no necesitan plugins de navegador o applets para ser vistas.

Así se debe mencionar además que a Ice Faces se le suele comparar con Rich Faces siendo el último de estos el que presenta mayores ventajas ya que cuenta con más documentación e integración con más componentes.

2.7.1.1.1.6Zk

“Zk Direct RIA es un framework Open Source para el desarrollo de interfaces de usuario ricas en aplicaciones WEB” (**Checotaku, 2010**)

Entre las características principales se pueden mencionar (*Checotaku, 2010*):

- Zk está basado en componentes y está dirigido por eventos AJAX.
- Las interfaces Zk se definen en su propio lenguaje de marcado (xml) llamado ZUML.
- El framework dispone de un showcase²⁰ donde expone sus componentes visuales modernos y atractivos.
- Zk se basa en eventos que se ejecutan al lado del servidor y pretende en base a su arquitectura simular las características de una aplicación de escritorio, como por ejemplo la rapidez.
- Las interfaces se pueden construir de manera programática, o pueden ser definidas en un archivo XML usando el lenguaje de marcado ZUML.
- Zk permite incrustar código Java (Javascript, Ruby, Groovy).

²⁰ Showcase Lugar donde se muestran los controles o funciones de un framework



Entre las ventajas principales de Zk se identifican (*Checotaku, 2010*):

- El modelo basado en componentes, hace muy sencillo el diseño e implementación de interfaces gráficas.
- Existen más de 200 componentes, algunos con soporte a aplicaciones de terceros (GoogleMaps, JFreeChart, FCK Editor etc).
- No es obligatorio usar un patrón específico como MVC, si se desea se puede usar un enfoque más libre para el desarrollo.
- La curva de aprendizaje no es muy pronunciada, es posible obtener resultados sin mucho esfuerzo.
- ZK es extensible y personalizable, es posible extender la funcionalidad de los componentes existentes y reutilizarlos.
- La comunidad de desarrolladores es muy activa y constantemente se agregan nuevas características al framework.

Desventajas de ZK

- Solo en las ediciones comerciales se agregan más características (componentes extras, Ajax, Push), mejor rendimiento y soporte técnico.

Por lo tanto, se puede decir que Zk framework es un software robusto, fácil de usar y de aprender, simplificando así el tiempo de desarrollo de una aplicación, siendo una muy buena opción para el desarrollo de aplicaciones web.

2.7.1.2 Lenguaje de programación Python

Python es un lenguaje interpretado, usa el tipado dinámico²¹, y está disponible para todas las plataformas. El lenguaje admite módulos y paquetes lo que favorece en la modularidad y la reutilización del código, además posee licencia de código abierto, denominada Python Software Foundation²² License, compatible con la Licencia pública general de GNU.

Ventajas

- Python permite escribir programas compactos y legibles. Los programas en Python son típicamente más cortos que programas equivalentes en C, C++ o Java por varios motivos (Rossum & Guido, 2013):

²¹ Un lenguaje de programación es dinámicamente tipado si una misma variable puede tomar valores de distinto tipo en distintos momentos.

²² Más información http://es.wikipedia.org/wiki/Python_Software_Foundation_License



- Los tipos de datos de alto nivel permiten expresar operaciones complejas en una sola instrucción.
 - La agrupación de instrucciones se hace por sangría en vez de llaves de apertura y cierre.
 - No es necesario declarar variables ni argumentos.
- No hay el paso de compilación por lo que es más rápido el ciclo edición-test-debug.
 - Fue diseñado para ser leído con facilidad, haciendo uso de palabras en vez de símbolos, por ejemplo, los operadores lógicos: `!=`, `||` y `&&` en Python se escriben `not`, `or` y `and`, respectivamente.
 - Usa tipado dinámico y conteo de referencias para la administración de memoria.
 - Gran soporte e integración con otros lenguajes y herramientas.
 - Sus librerías hacen gran parte del trabajo.
 - Soporta varias bases de datos.

Desventajas

- No existe el concepto de encapsulación, por lo que el programador debe ser responsable de asignar los valores a las propiedades (Campos, 2012).

2.7.1.2.1 Frameworks para desarrollo web en Python

Se presenta a continuación algunos de los frameworks para desarrollo web escritos en Python:

2.7.1.2.1.1 Django

Django es un framework que permite el desarrollo de aplicaciones web, provee una infraestructura para que el proceso de desarrollo sea más limpio y con facilidades para el mantenimiento de las aplicaciones. El framework posee un alto nivel de abstracción y simplifica procesos, tareas y funciones repetitivas, frecuentes en el desarrollo de una aplicación web.

Características principales

Entre las características de Django están:

- Utiliza el lenguaje Python.
- Tiene un diseñador de URLs, vistas, plantillas
- Trabaja preferiblemente con PostgreSQL aunque también funciona con SQLite 3 y MySQL
- Utiliza un mapeo objeto relacional (ORM) para el manejo de datos,

- Posee un sitio de administrador del contenido de la página web.

Django maneja el concepto modelo vista controlador (MVC), esto es, por un lado el modelo para la manipulación de la base de datos (modelo en Django), por otro lado la parte lógica que es el controlador (vista en Django) y por último la vista (template en Django). Así mediante este modelo se tiene en Django un MTV: modelo, template, vista (Figura N° 5), lo cual permite el fácil mantenimiento y manejo de cada uno de los segmentos sin afectar o incidir en otros.

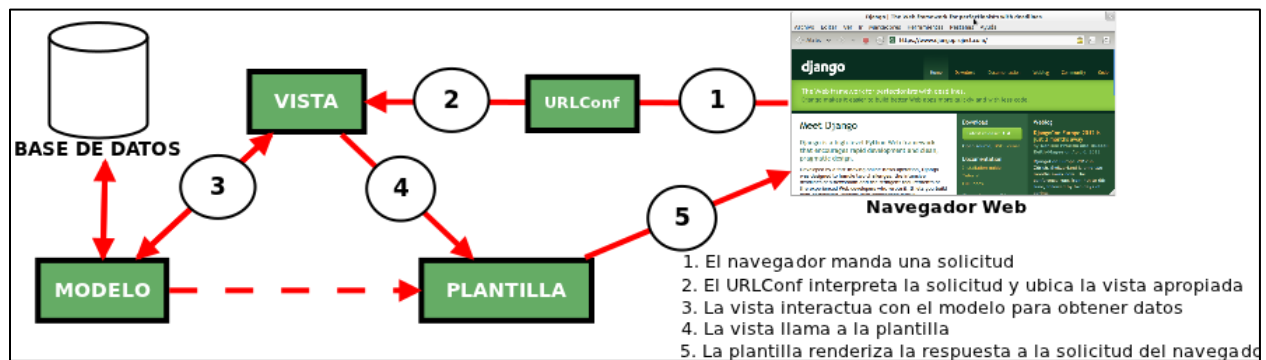


Figura N° 5. Funcionamiento de MTV de Django.

Fuente: (Sergio)

Es así como Django de acuerdo a sus características es considerado como un lenguaje de tercera generación el cual permite reutilizar y mantener un código más limpio, optimizando los procesos, esto una vez que se haya comprendido su funcionamiento, considerando que la curva de aprendizaje de este lenguaje es prolongada.

2.7.1.2.1.2 Web2py

Web2py es un framework de desarrollo de aplicaciones web, escrito en Python, posee licencia GPL 2.0 y no necesita instalación.

El proyecto fue concebido inicialmente como herramienta de aprendizaje con el fin de facilitar el desarrollo web, para que fuera más rápido y seguro. Su desarrollo se ha centrado básicamente en 3 principales metas:

- Facilidad de uso. Esto implica reducir el tiempo empleado en aprender y desplegar.
- Desarrollo ágil. Cada función de web2py tiene un comportamiento por defecto y se puede sobrescribir.
- Seguridad: Los formularios generados proveen de validación de campos y bloquean las falsificaciones de solicitud en sitios cruzados (CSRF). Las



contraseñas se almacenan codificadas. Las sesiones se almacenan del lado del servidor para prevenir la manipulación de los cookie.

Entre las características principales de Web2py se han destacado:

- Inspirado en Ruby on Rails y Django.
- Multiplataforma en la que se pueda ejecutar Python.
- Utiliza el patrón Modelo Vista Controlador (MVC) lo que hace al código más legible, escalable y fácil de mantener.
- Simplicidad del código.
- Provee características de Internacionalización.
- Se diferencia de Django por es más compacto, fácil de leer y no tiene ningún archivo de configuración a nivel de proyecto (Di Pierro, 2009)
- Las bases de datos soportadas son SQLite PostgreSQL, MySQL, Oracle, MSSQL, FireBird, DB2.

Es así como Web2py permite la creación de aplicaciones de alta calidad, de una manera rápida fácil y segura, siendo así una muy buena opción para la creación de aplicaciones Web.

2.7.2 Procesamiento de información geográfica

2.7.2.1 GeoTools

GeoTools es un conjunto de librerías SIG²³, útiles para usuarios que manejan datos geográficos: cartografía, topografía, SIG, servicios de planificación, etc. Con estas librerías se puede crear, editar y manipular información geográfica.

Este SIG provee implementación para las especificaciones Open Geospatial Consortium, está desarrollado en Java, se distribuye bajo Licencia Publica General (GNU) y se encuentra en desarrollo constante al verse nutrida de una comunidad de usuarios muy activa. El diseño y concepción modular de GeoTools hace que varias implementaciones de software libre hagan uso de sus librerías, un claro ejemplo es el servidor de mapas GeoServer.

Las principales ventajas que presenta GeoTools son:

- Los formatos soportados son los vectoriales y ráster.

²³ SIG Sistema de información geográfico.



- Soporte para las bases de datos: Db2, H2, Mysql, Oracle, PostGis, SpatiaLite, SqlServer
- Soporte para formatos basados en XML/GML²⁴
- Cuenta con un amplio grupo de colaboradores comprometidos con la calidad del código desarrollado.
- Fiabilidad en las funcionalidades que ofrece.

Es así como GeoTools se ha convertido en una de las mejores librerías para el manejo de datos geográficos teniendo en cuenta que es software libre, su desarrollo es constante y existe la disponibilidad de manuales y tutoriales siempre actualizados.

2.7.3 Visualizador de información geográfica.

A continuación se hace la descripción de herramientas para la visualización de mapas en entornos web

2.7.3.1 OpenLayers

OpenLayers es una librería para la visualización de mapas dinámicos en páginas web, está desarrollada en JavaScript con tecnología AJAX sin dependencias en el servidor. Toma como base de desarrollo otras dos librerías como son Rico y Prototype (GeoOpen).

Ventajas de OpenLayers.

Entre las principales ventajas que presenta OpenLayers se mencionan las siguientes (Higuera, Manual OpenLayers, 2010):

- Es una librería de uso totalmente libre bajo licencia BSD²⁵;
- OpenLayers dispone de un potente API JavaScript que permite construir mashups con información geográfica, similares a los mashups de Google Maps y MSN Earth;
- Proporciona herramientas para acceder a todo tipo de información geográfica proveniente de varias fuentes, por ejemplo Web Map Services, Web Feature Services, mapas comerciales, información genérica vectorial, etc;
- Dispone de los mismos tipos de datos que Javascript: *Undefined*, *Null*, *Boolean*, *Number* y *String*;
- OpenLayers ofrece clases con métodos útiles para operar con los tipos de datos básicos;

²⁴ GML Geography Markup Language: Es un sublenguaje XML para el modelaje, transporte, almacenamiento de información geográfica.

²⁵ BSD (Berkeley Software Distribution) Es una licencia de software libre permisiva. Al contrario que la GPL permite el uso del código fuente en software no libre.

- Dispone de aproximadamente de 40 controles para poder interactuar con los mapas, entre ellos el zoom, mover el mapa, coordenadas del cursor, etc;
- Su código fuente es libre;
- La documentación relevante puede ser encontrada en su página web oficial.

Desventajas de OpenLayers

- Es necesario cargar la librería en memoria antes de utilizar los mapas en las páginas web (Higuera, Bicimap, 2010);
- Se requiere de conocimientos en CSS, HTML y Javascript.

2.7.3.2 Geo Explorer

GeoExplorer es una aplicación que permite la interacción y publicación de mapas, esto mediante la integración con cualquier OGC²⁶ servidor de mapas, Geoserver, Google Maps y OpenStreetMap.

El objetivo de GeoExplorer es facilitar a los usuarios la utilización de las aplicaciones de mapas en un navegador, dando las mismas funcionalidades y características que solo las proporcionaba un SIG de escritorio. Incluye funciones básicas para la manipulación de capas (Schaub, 2009).

El área de trabajo de GeoExplorer está dividida en 3 partes (Figura N° 6):

1. Map Window : Área para la visualización de los mapas.
2. GeoExplorer Toolbar: Barra de herramientas de la aplicación
3. Layers Panel: Lista de las capas del mapa para acceder a los paneles de propiedades y estilos para cada una de las capas.

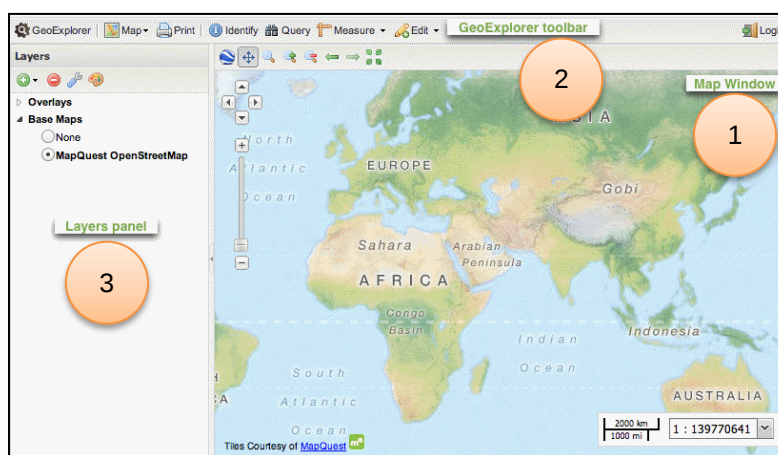


Figura N° 6. Workspace de GeoExplorer
Fuente: (Suite, OpenGeo Suite).

²⁶ OGC Open Geospatial Consortium.



Entre las principales ventajas de GeoExplorer se puede mencionar:

- Tiene herramientas para la edición y estilos de los gráficos;
- Permite la importación de shapefiles²⁷ y de GeoTIFFs²⁸;
- Usa la cache del servidor lo que dará como resultado un trabajo más rápido;
- Se puede exportar los mapas en formato PDF;
- Está construido con OpenGeo Cliente SDK que es un conjunto de herramientas para construir aplicaciones de mapas en la web usando JSON para la configuración.

2.7.4 Servidor de información geográfica GeoServer.

GeoServer es un servidor web de información geoespacial escrito en Java, es de código abierto y de libre distribución bajo la licencia GNU (General Public License), permite publicar, editar y compartir datos geoespaciales.

Es un servidor portable multiplataforma, esto quiere decir que puede correr en varios ambientes como: Windows, Mac o en Linux sin tener que hacerse cambios sustanciales o complejas configuraciones. Además cabe mencionar que cuenta con una herramienta de administración web que facilita su uso.

El servidor está continuamente incorporando nuevas funcionalidades y formatos, en la actualidad está en vigencia la versión 2.6.0. Además, Geoserver cuenta con una gran comunidad que brinda soporte y actualización continua presentando una vasta documentación que está disponible en la web

Es así como GeoServer es una herramienta de fácil acceso y útil para el manejo de información geoespacial, esto lo hace en base a varias herramientas y servicios que serán descritos a detalle en esta sección.

2.7.4.1 Datos.

GeoServer, con el fin de que la información almacenada en el servidor esté de una manera organizada y se puedan manipular los datos de acuerdo a su tipo hace uso de:

- Espacios de trabajo

²⁷ Shapefile es un formato vectorial de almacenamiento digital donde se guarda la localización de los elementos geográficos y los atributos asociados a ellos, está generado por varios ficheros informáticos, pero los básicos son: .shp (entidades geométricas de los objetos), .shx (índice de las entidades geométricas), .dbf (información de los atributos de los objetos).

²⁸ GeoTIFF: es un estándar de metadatos de domino público que permite que información georreferenciada sea encajada en un archivo de imagen de formato TIFF. La información adicional incluye el tipo de proyección, sistema de coordenadas, elipsoide, datum y todo lo necesario para que la imagen pueda ser automáticamente posicionada en un sistema de referencia espacial.



- Almacenes de datos
- Capas
- Grupo de capas
- Estilos

- ❖ **Espacios de trabajo (WorkSpaces):** Un espacio de trabajo es un contenedor que es usado para organizar artículos, en él se agrupan capas que generalmente son similares o tienen algo en común como por ejemplo todas las capas referentes a una misma región se pueden organizar bajo un espacio de trabajo determinado.
- ❖ **Almacenes de datos:** En GeoServer antes de importar una capa es necesario especificar la fuente de datos de la misma, en la cual la información puede ser ráster o vectorial. Así, un almacén de datos es el espacio donde se especifica la fuente de datos de la capa a importar

Se presentan los almacenes de datos disponibles, teniendo en cuenta que mediante plugins se pueden adicionar otros tipos:

Orígenes de datos vectoriales
Directorio de datos espaciales (shapefiles).
H2 - H2 Base de datos embebida.
H2 (JNDI) - H2 Base de datos embebida. (JNDI)
Oracle NG (JNDI) – Base de datos Oracle (JNDI)
PostGIS – Base de datos PostGIS
PostGIS (JNDI) – Base de datos PostGIS (JNDI)
Shapefile - ESRI(tm) Shapefiles (*.shp)
Web Feature Server.
Orígenes de datos ráster
ArcGrid – Formato Arc Grid Coverage
GeoTIFF
Gtopo30 - Gtopo30
ImageMosaic
WorldImage
Otros orígenes de datos
WMS - Configura un Web Map Service en cascada.

Tabla N° 10. Almacenes de datos disponibles de acuerdo a su origen



- ❖ **Capas:** Se manejan las capas ráster y vectoriales las mismas que contienen información geográfica. Una capa ráster es análoga a una cobertura (coverage) mientras que una capa vectorial a featuresTypes. Cada capa está vinculada a un almacén de datos.
- ❖ **Grupo de capas:** En el servidor además se permite que las capas se agrupen organizadamente de una forma jerárquica. Una vez agrupadas presenta la característica de que se le puede solicitar por el nombre dado al grupo de capas y no llamarlas una por una.

A continuación se presenta 4 modos en los que pueden ser organizados los grupos de capas

1. Single: El grupo de capas es presentado como una sola capa y un solo nombre;
 2. nameTree: El grupo es presentado como una sola capa y nombre pero además expone sus capas y grupos anidados en el documento de capacidades;
 3. Container Tree. El grupo de capas es presentado en el documento de capacidades por lo que no se podrá ver, este es llamado “containing category”;
 4. Earth Observation Tree: Es un grupo especial usado para administrar requerimientos WMS Earth Observation.
- ❖ **Estilos:** Los datos al ser importados, intrínsecamente no tienen ningún estilo predefinido asignado. Para ello se debe asignar un estilo a cada capa, el mismo que especifica entre otros el color y el grosor. Para esto, se utiliza el lenguaje basado en XML²⁹ llamado Style Layer Descriptor SLD³⁰, el mismo que puede llegar a ser muy complejo de acuerdo a como se requiera.

A los tipos de datos que se les puede asignar un estilo son: punto, línea, polígono y ráster.

2.7.4.2 Servicios

Los servicios web son un “conjunto de aplicaciones o de tecnologías con capacidad para interoperar en la Web” (W3C, 2014), así las aplicaciones pueden compartir información e invocar funciones de otras aplicaciones.

GeoServer es la implementación de los estándares OGC (Open Geospatial Consortium), el cual consta de tres especificaciones: WMS (Web Map Service), WCS (Web Coverage Service) y WFS (Web Feature Service) que son servicios web a los

²⁹ XML (Extensible Markup Language) Lenguaje de marcas extensible

³⁰ SLD Style Layer Descriptor



cuales se puede acceder en base a peticiones URL (Uniform Resource Locators) get y post http.

Las 3 especificaciones y su formato de acceso se detallan a continuación (Geoserver, Geoserver WCS, 2014):

- **WMS.** En la especificación Web Map Service WMS el software provee una interfaz HTTP para las consultas de mapas e imágenes, soporta WMS 1.1.1 y 1.3.0.

Por ejemplo, considere la petición WMS 1.1 utilizando el SRS WGS84 (EPSG: 4326):

```
GeoServer / wms VERSION = 1.1.1 Y PETICION = GetMap y SRS = EPSG: 4326 y BBOX = -180, -90.180,90 y ...
```

Figura N° 7. Estructura petición WMS

- **WCS:** La especificación Web Coverage Service WCS que está enfocada a la información espacial que representa fenómenos que representan “coberturas”, permite configurar solo los metadatos de una capa. Y en cuanto a las peticiones puede devolver más información que una solicitud WMS.

Utilizando una solicitud GET HTTP (estándar):

```
http://www.example.com/wcs?  
servicio = wcs y  
AcceptVersions = 1.1.0 y  
request = GetCapabilities
```

Figura N° 8. Estructura petición WCS.

- **WFS:** La especificación Web Feature Service WFS permite el intercambio de datos vectoriales a través del internet, en donde los usuarios pueden consultar la estructura de los datos y el origen de los mismos. GeoServer soporta WFS 1.0.0, 1.1.0 y 2.0.0.

Para emitir una petición GET HTTP usando:

```
http://example.com/geoserver/wfs?  
servicio = WFS y  
version = 1.1.0 y  
request = GetCapabilities
```

Figura N° 9. Estructura petición WFS.



Finalmente se puede anotar que GeoServer soporta WFS-t (WFS transaccional) pudiendo editar el mapa a través de un servicio web.

2.7.4.3 Formatos de capas de exportación.

GeoServer provee varios formatos de salida, los mismos que están organizados de acuerdo a su tipo siendo estos: imagen, texto y datos.

A continuación se presenta una tabla con los formatos disponibles de acuerdo a su tipo:

Imagen	Texto	Datos
KML JPEG GIF SVG TIFF PNG OpenLayers PDF	AtomPub GeoRSS GeoJSON CSV.	GML2 / 3 Shapefile

Tabla N° 11. Formato de salida de acuerdo al tipo.

2.7.4.4 Configuración REST.

GeoServer provee una interfaz que permite recuperar información del servidor y configurarlo de acuerdo a las necesidades que se requiera. Todo se maneja en base al estándar HTTP: get para leer y put, post, delete para escribir, esto sin la necesidad de acceder a la interfaz de administración web.

Esta característica de GeoServer es sin duda una de las más representativas para los desarrolladores quienes pueden acceder desde su aplicación a las opciones del servidor.

Se han desarrollado varios componentes REST con diferentes características y capacidades, a continuación se enumera los disponibles:

- cURL.



- Soporte para PHP con cURL.
- Soporte para Python con gsconFig.py y geonode.
- Soporte para Java con GeoServer Manager y gsrcj.
- Soporte para Ruby con RGeoServer.

Es así como de acuerdo a la necesidad que se requiera se puede configurar y manipular GeoServer.

En conclusión, GeoServer es un servidor web de información geográfica que provee muchas funcionalidades para el manejo de los datos, de fácil acceso e intuitivo, ideal para aplicaciones que necesitan alojar información, editarla y consumirla en un momento determinado.

2.7.5 Herramientas de base de datos

2.7.5.1 Gestor de base de datos PostgreSQL

El gestor de base de datos objeto-relacional PostgreSQL es un producto de código abierto bajo licencia BSD³¹. De acuerdo a sus funcionalidades es una de las más potentes y avanzadas en el medio, ya que presenta características similares a gestores de pago como DB2 u Oracle. (Martínez)

PostgreSQL es considerado objeto-relacional ya que dispone de herencia, restricciones, funciones, tipos de datos, disparadores, reglas e integración transaccional, además se debe considerar que PostgreSQL no es puramente orientado a objetos.

El gestor presenta características tales como gestión de diferentes usuarios con sus roles y permisos. Para la inclusión de otras funcionalidades se puede añadir utilidades creadas para este motor como por ejemplo el proyecto PostGis. (Martínez)

Postgres posee una extensión denominada PostGis la cual provee soporte para objetos geográficos permitiendo la realización de consultas SQL espaciales mediante conexión a aplicaciones GIS.

Es así como “PostgreSQL es un gestor magnífico, que posee gran escalabilidad, haciéndolo idóneo para su uso en sitios web que posean alrededor de 500.000 peticiones por día”.

³¹ BSD Berkeley Software Distribution



2.7.5.2 Hibernate

Hibernate es software libre bajo licencia GNU LGPL, un entorno de trabajo en el cual su objetivo es facilitar la persistencia de datos Java a bases de datos relacionales, y de igual manera poder realizar la extracción de información de estas bases en forma de objetos. Entonces se puede decir que Hibernate es una herramienta que permite el mapeo objeto-relacional (ORM). La herramienta realiza el mapeo mediante la configuración de archivos XML o mediante anotaciones en los beans donde cada atributo de cada clase es una columna de una tabla.

Entre las ventajas de Hibernate se tiene la compatibilidad con varias bases de datos y su arquitectura está dividida por capas, una de las desventajas es que comparado con JDBC es un poco más lento.

Arquitectura

En la figura N°10 se aprecia la arquitectura de Hibernate donde se observa que mantiene una capa entre la aplicación y la base de datos, esta capa se llama persistencia. Esta capa está compuesta por 6 archivos los cuales son:

- Archivo de configuración el mismo que contiene la información de configuración el mismo que es creado en primera instancia.
- Session Factory el mismo que provee objetos de sesión necesarios para la aplicación.
- Session que es usado para obtener una conexión física con la base de datos.
- Transaction el mismo que proporciona funcionalidad entre las transacciones.
- Query utilizado para recuperar información en forma de objetos utilizando SQL o HQL (Hibernate Query Language).
- Criteria que recupera información en base a consultas de tipo objeto.

Hibernate Architecture

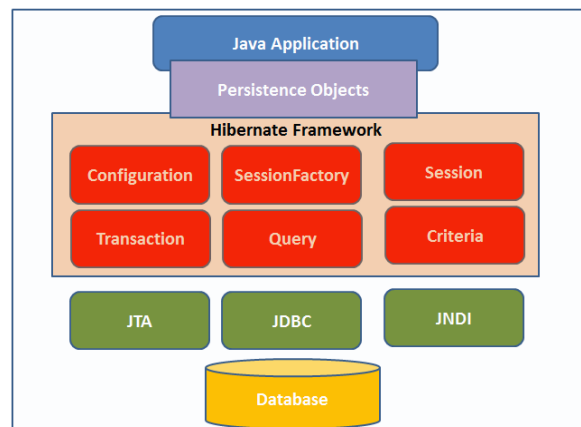


Figura N° 10. Arquitectura de Hibernate (Avsarogullari)



UNIVERSIDAD DE CUENCA

De esta manera, Hibernate facilita y simplifica el manejo de datos entre el mundo de objetos y el relacional, además de facilitar capacidades para el almacenamiento, tratamiento y extracción de la información.

Capítulo 3: Análisis y diseño (Iniciación y elaboración)

3.1 Introducción

En este capítulo se detallará todo lo referente a como se va a construir el proyecto: se hará un análisis de todos los requerimientos del software, una vez entendida y documentada esta parte se procederá al diseño de la aplicación,

También se realizará la selección de las herramientas para el desarrollo del sistema: lenguaje de programación y herramientas GIS, que mejor convenga para la construcción del sistema.

3.2 Metodología para desarrollar el sistema

La metodología que se utilizará para desarrollar el sistema es la metodología RUP (Rational Unified Process). Esta metodología se centra en tres principales características que son: dirigido por casos de uso, centrado en la arquitectura y sigue un proceso iterativo e incremental.

Esta metodología contempla las siguientes cuatro fases:

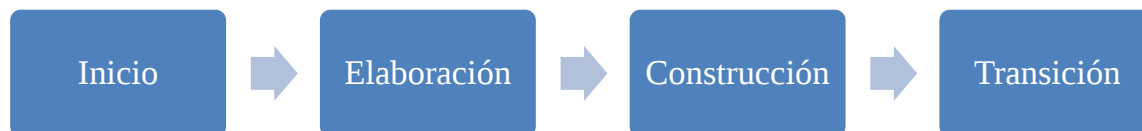


Figura N° 11. Metodología RUP

- En la fase de inicio se realizará una revisión del estado actual del sistema ForAndesT v2.0, luego se procede a realizar la justificación, el alcance y los objetivos del proyecto en base a la captura de los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema. Posteriormente se realiza un análisis más profundo de los requerimientos previamente capturados, con el objeto de revisar la factibilidad de cada uno; finalmente se definirán los actores y los casos de uso que intervendrán en el sistema. Una vez terminada la parte de requerimientos se procederá al análisis y comparación de herramientas utilizadas para el desarrollo de aplicaciones web, se seleccionará la más adecuada para la implementación del sistema. Luego se realizará la actividad de planificación en donde se estimará el tiempo, costo y recursos que se requerirá para la elaboración del proyecto.
- En la fase de elaboración se realizará un análisis más completo de los requerimientos del sistema, aquí se transformará los requerimientos al diseño del sistema.



- En la fase de Construcción se realizará la implementación del sistema, y la verificación es decir, se examinará el correcto funcionamiento del sistema ForAndesT v 2.0 en la web para esto se definirá un plan de pruebas en donde se especificará el cómo, cuándo y quien realizará las pruebas, en caso de detección de errores se procederá a corregirlos. Adicionalmente se elaborará el manual de usuario de la aplicación construida.
- Finalmente, en la fase de transición se hará la validación del proyecto en donde se asegurará que el producto que se ha construido cumpla con los requisitos especificados, y se documentará las conclusiones.

3.3 Arquitectura del sistema

El sistema a desarrollar será dividida en tres capas: de datos, modelo y presentación. Este modelo separa la interfaz gráfica del modelo de negocio a través de un controlador, con lo cual se afectará únicamente el lado del servidor ante posibles cambios.

A continuación se realiza la descripción de cada una de las capas:

- Capa de presentación: Es la interfaz que el usuario utiliza para comunicarse con la lógica del negocio, es decir captura y envía información
- Capa de negocio: Es en donde reside el modelo del sistema, encargada de comunicarse por un lado con la capa de presentación y por otro con la capa de datos, esto para la comunicación entre estas.
- Capa de datos: Es la capa que se encarga de la persistencia y recuperación de información de una base de datos.

3.4 Requerimientos del sistema

3.4.1 Especificación de Requisitos

La definición de requerimientos del sistema especifican que es lo que el sistema debe hacer y sus propiedades esenciales y deseables y sus restricciones operativas, estos reflejan las necesidades de los clientes de un sistema que ayude a resolver algún problema. Para realizar la captura de requerimientos se consulta con los clientes y usuarios finales de la aplicación. Los requisitos se pueden categorizar en funcionales y no funcionales



3.4.1.1 Requerimientos funcionales

Son las declaraciones de los servicios que proporcionará el sistema, las respuestas que debe dar a situaciones particulares (Sommerville, 2005). A continuación se describen los requerimientos funcionales identificados para el sistema ForAndesT v2.0:

- Internacionalización
 - Permitir que el usuario pueda visualizar el sistema entre cuatro idiomas (inglés por defecto, francés, holandés, y español)
- Importación
 - Permitir al usuario que alimente al sistema con datos de una región que vienen desde tres formatos (Excel, shapefile y ráster)
 - Asignar colores de forma aleatoria a cada uno de los atributos de una región
 - Permitir que el usuario pueda cambiar los colores que se asignaron de forma aleatoria a los colores que el desee.
- DSS
 - Responder a las preguntas: cómo, cuándo, dónde, y por cuánto tiempo se debe forestar una región
- Resultados
 - Permitir la visualización de los resultados en dos formas:
 - Mapas
 - Tablas
- Exportación
 - Permitir que los resultados que genera el sistema se puedan exportar en diferentes formatos

3.4.1.2 Requerimientos no funcionales

Los requerimientos no funcionales son aquellos que no se refieren directamente a las funciones específicas que el sistema proporciona sino a las propiedades emergentes no funcionales del sistema por ejemplo requerimientos de velocidad de comunicación o seguridad. A continuación se definen los requerimientos no funcionales para el sistema “ForAndesT v2.0”

- Requisitos de interfaz
 - El sistema debe contar con una interfaz sencilla, amigable y fácil de usar.
- Requisitos de usabilidad
 - Los mensajes del sistema y de error deben ser reportados por la propia aplicación en la medida de las posibilidades.
 - Cada uno de los mensajes que el sistema genere deben ser claros y comprensibles para el usuario
- Requisitos de seguridad
 - Todos los usuarios podrán acceder a la aplicación.



- Requisitos de software
 - La aplicación se ejecutará en entornos multiplataforma (Windows, Linux, Mac, etc.)
 - Se utilizará el gestor de base de datos Postgresql
 - Para el desarrollo del sistema se utilizará software y/o herramientas libres.

3.4.2 Definición de actores del sistema

En base a los requerimientos que se han identificado anteriormente se definirán los actores del sistema: como se puede ver el sistema no tiene funcionalidades restringidas por tanto se tiene únicamente un actor que es el usuario final.

- Usuario final: Podrá acceder a todas las funcionalidades del sistema.

3.4.3 Casos de Uso

Los casos de uso del sistema se han especificado en base a los requerimientos del sistema, se han especificado los siguientes casos de uso:

1. Cambiar lenguaje de visualización del sistema
2. Importar información de una región.
3. Seleccionar región y escenario.
4. Seleccionar características de las UT³²
5. Seleccionar desempeño inicial
6. Seleccionar filtro por características de la tierra
7. Seleccionar características de las preguntas
8. Seleccionar el objetivo de uso del suelo de la región
9. Determinar los atributos de desempeño
10. Elegir método Y, con valores umbrales
11. Elegir método Análisis con IIPT
12. Ejecutar la consulta
13. Dibujar mapa
14. Mostrar tabla
15. Dar límites espaciales
16. Exportar mapa
17. Exportar tabla
18. Límites Región.
19. Unidades de tierra.
20. Máscara por polígono simple.

³² Unidades de tierra

Se presenta la siguiente figura donde se puede apreciar cómo interactúan entre si los diferentes casos de uso que se listaron anteriormente, en el anexo A del documento se hace las especificaciones de cada uno de los casos de uso.



3.5.1 Diagrama de clases

Sebastian Bautista - Miriam Lupercio



El diagrama de clases se encuentra dividido en secciones para un mejor entendimiento, estas son:

- **DAO.** Se presentan aquí las clases con que contienen funciones relacionadas al acceso a datos.
- **Results.** Se presentan aquí las clases que permiten la visualización de resultados.
- **Translation.** Se presenta aquí la clase que da funcionalidad al manejo de varios idiomas en la aplicación.
- **Question.** Se presentan aquí las clases que tienen funciones referentes a las 5 preguntas del sistema.
- **Controller.** Se presentan aquí las clases que dan funcionalidad a los componentes gráficos.
- **Utils.** Se presentan aquí las clases que tienen funciones genéricas y procesos a nivel general, optimizando así el funcionamiento de la aplicación.

En el anexo D se presentan los diagramas de clases de acuerdo a las secciones mencionadas.

3.6 Vista de Implementación

3.6.1 Diagrama de Componentes

Un diagrama de componentes presenta la estructura del software a través de sus componentes junto con sus dependencias.

En la figura N° 13 es presentado el diagrama de componentes de la aplicación teniendo como base los requerimientos actuales y la estructura del sistema ForAndesT de escritorio.

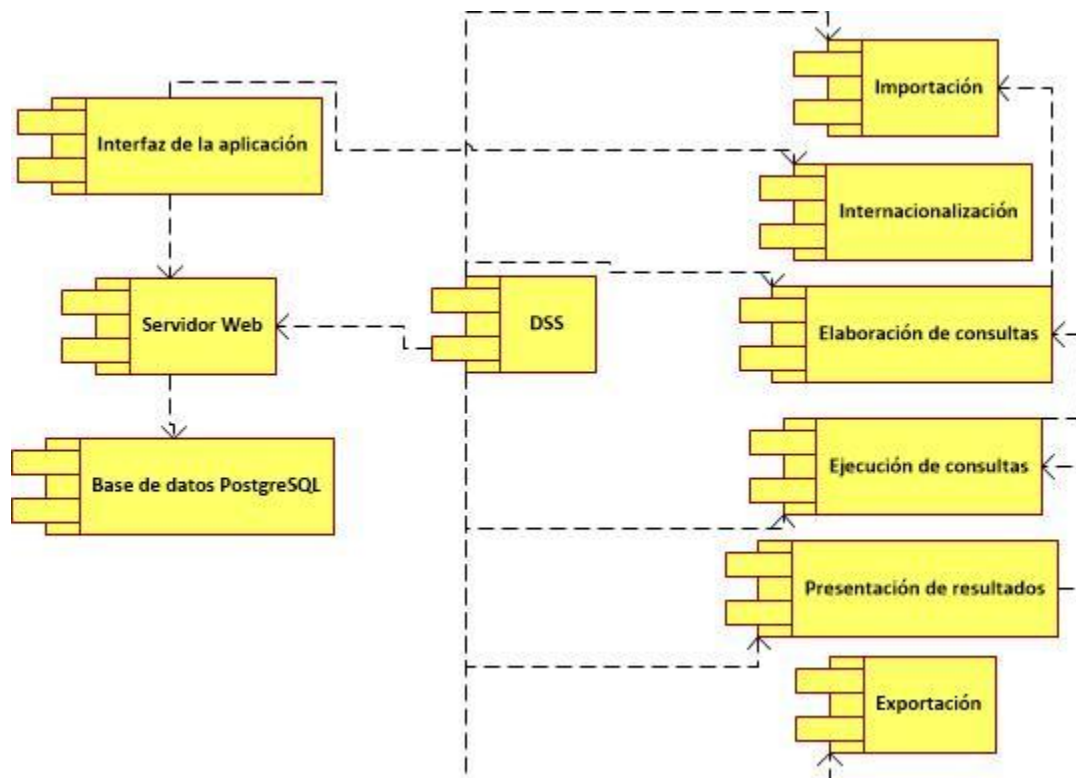


Figura N° 13. Diagrama de componentes.

Como se puede apreciar cualquier acción se puede realizar al ingresar al sistema mediante la interfaz del usuario. El módulo DSS es donde se llevan a cabo la interacción de los componentes: importación, internacionalización, elaboración de consultas, ejecución de consultas, presentación de resultados y el módulo de exportación.

La interfaz de usuario hace uso del servidor web que a su vez se comunica con la base de datos, además la interfaz de la aplicación necesita del módulo de internacionalización para la presentación de las etiquetas de las opciones en el lenguaje correcto.

De acuerdo al diagrama, el proceso para presentar resultados es secuencial donde en primera instancia se importan los datos, luego se elaboran las consultas, se procesa a ejecutar la consulta y es aquí donde se pueden presentar los resultados para poder exportarlos.

Como se mencionó anteriormente se necesita de datos para que un sistema DSS puede realizar su trabajo, es por esto que se define a continuación la estructura para el almacenamiento de los datos que necesita el sistema, este modelo fue desarrollado para la versión del sistema OSMOSE, y se han hecho ciertos cambios para adaptarlo al sistema en la web.

Diagrama de base de datos de la base de datos de la encuesta de uso de la tierra (LUIS).

Las tablas y sus atributos son:

- land_characteristic**: PK lnc_id, lnc_description, lnc_measurement_unit, lnc_controlid
- characteristic_class**: PK crc_id, FK1 crc_description, crc_code, crc_characteristic, crc_texture, crc_drainage, crc_control
- region**: PK rgn_id, rgn_name, rgn_controlid
- land_unit**: PK lnun_id, PK,FK1 lnun_region, lnun_count, lnun_filtered_count
- land_unit_characterist**: PK luc_id, FK1 luc_land_unit_region, FK1 luc_land_unit, FK2 luc_class
- performance_attribute**: PK pra_id, pra_description, pra_measurement_unit, pra_extreme_type, pra_value_type, pra_class_or_continuos, pra_number_of_classes, pra_controlid
- land_use**: PK lnu_id, lnu_description, lnu_managed, lnu_controlid
- unit_use_attribute**: PK uua_id, FK1 uua_attribute, FK2 uua_luc_to, FK3 uua_land_unit, FK3 uua_land_unit_region
- attribute_value**: PK atv_id, FK1 atv_value, atv_years_after_change, atv_profit, FK1 atv_uua, FK2 atv_sce
- color**: PK clr_pk, clr_table_prefix, clr_id, clr_type, clr_r, clr_g, clr_b
- lenguaje**: PK languaje_id, name, location
- spatial_ref_sys**: PK srid, auth_name, auth_srid, srtext, prj4text, esritext
- scenario**: PK sce_id, sce_name, sce_controlid

Las relaciones entre las tablas son:

- land_characteristic (lnc_id) a characteristic_class (crc_id)
- region (rgn_id) a land_unit (lnun_region)
- land_unit (lnun_id) a land_unit_characterist (luc_id)
- land_unit (lnun_id) a performance_attribute (pra_id)
- land_unit (lnun_id) a land_use (lnu_id)
- land_unit (lnun_id) a unit_use_attribute (uua_id)
- land_unit_characterist (luc_id) a performance_attribute (pra_id)
- unit_use_attribute (uua_id) a performance_attribute (pra_id)
- unit_use_attribute (uua_id) a land_use (lnu_id)
- unit_use_attribute (uua_id) a attribute_value (atv_id)
- attribute_value (atv_id) a scenario (sce_id)

Figura N° 14. Modelo de datos “ForAndesT v2.0”



En la sección de diccionario de datos se especifica todas las propiedades que contiene cada una de las entidades o tablas.

3.6.2.1 Diccionario de datos de la base de datos

Un diccionario de datos también conocidos como repositorios o catálogo de datos; almacenan y describen de forma detallada el diseño físico de una base de datos. (Elmasri & S., 2005)

Para la creación del diccionario de datos, se tomará cada una de las tablas o entidades que contiene y a continuación se listará las columnas o campos y las características de cada uno, las claves o índices, también se incluirá las dependencias o asociaciones entre las tablas.

El diccionario de datos es encuentra en el Anexo B de este documento.

3.7 Interfaz del sistema

Uno de los requerimientos del software fue crear una interfaz sencilla muy similar a la que se tiene en la aplicación de escritorio, a continuación se presenta el esquema que se definió para la aplicación en la web:

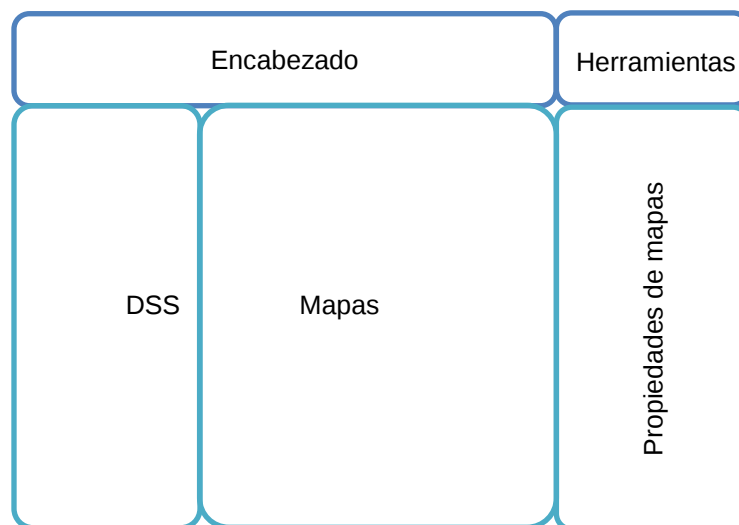


Figura N° 15. Diseño de la interfaz principal del sistema

De acuerdo a la figura N°15 se definen los siguientes elementos:

- Encabezado: Aquí se ubica el nombre del sistema, su logo y enlaces hacia las instituciones que han colaboraron en la realización del software.



- DSS: Es la parte más importante del programa, aquí se definen todos los formularios para elaborar una pregunta.
- Mapas: Esta parte es designada para mostrar los mapas de acuerdo a las peticiones que se han realizado en el DSS.
- Propiedades de mapas: Mostrará las propiedades de los mapas: leyendas, descripciones, etc. También, esta parte presenta las opciones para que se pueda descargar los mapas en diferentes formatos.
- Herramientas: en esta parte se ubicará las opciones para cambiar de idioma al sistema y los enlaces para descargar los manuales de usuario.

3.8 Comparación y selección de las herramientas para la construcción del sistema

3.8.1 Selección de herramientas para el desarrollo del sistema

En el capítulo anterior se hizo una descripción de las posibles herramientas para desarrollar el sistema ForAndesT, en donde, de cada una se expuso sus características importantes, ventajas, desventajas; en esta sección se seleccionará la herramienta que más se ajuste a las necesidades del sistema y se hará la justificación respectiva.

Para realizar la selección del lenguaje de programación a utilizarse en la construcción de los módulos del sistema, se han tomado los siguientes parámetros de la Norma ISO-9126 (ISO/IEC, 2011) para análisis de software:

1. Funcionabilidad e idoneidad.
2. Eficiencia.
3. Compatibilidad.
4. Usabilidad.
5. Confiabilidad.
6. Seguridad.
7. Mantenibilidad.
8. Portabilidad.

Se ha aplicado un proceso de evaluación de los lenguajes Java y Python dando métricas a cada parámetro, según cumpla con los requerimientos de la aplicación se dará una valoración, la evaluación completa se adjunta en el anexo C.

Los resultados obtenidos para cada parámetro sobre 100% son:



UNIVERSIDAD DE CUENCA

	JAVA	Phyton
Funcionabilidad e idoneidad	100%	100%
Eficiencia	97%	100%
Compatibilidad	100%	100%
Usabilidad	97.68%	95.46%
Confiabilidad	98.5%	99.5%
Seguridad	100%	100%
Mantenibilidad	100%	100%
Portabilidad	100%	100%
TOTALES	99.1475%	99.6475%

Tabla N° 12. Resultado de la evaluación de lenguajes de programación.

En base a la tabla N° 12, se puede concluir que Java y Phyton van a la par en muchas características presentando resultados similares en la evaluación y que el lenguaje Python se ajusta a las necesidades del sistema. A pesar de que Phyton tiene una muy ligera superioridad sobre Java, se optó por el último lenguaje de programación ya que se tomó en cuenta el nivel de conocimiento del lenguaje por parte del equipo desarrollador que es de un 80% contra un 20% en otros lenguajes como Phyton, lo que significa ventajas tales como: que el tiempo de desarrollo de la aplicación será menor, además que se suprimiría la etapa de ambientación al lenguaje.

Una vez seleccionado Java como lenguaje de programación para la aplicación se procederá a elegir las demás herramientas. La construcción de aplicaciones web se facilitan usando los frameworks disponibles para este fin además de que da un ahorro significativo de tiempo en el desarrollo, entonces se ha escogido el framework ZK ya que permite la creación de interfaces sencillas de forma rápida e idóneas para las funcionalidades que requiere el sistema en un tiempo de desarrollo rápido.

La herramienta Hibernate de Java será de gran utilidad ya que permite abstraer varios procesos para la comunicación entre la aplicación y la base de datos, lo que permitirá ahorro de tiempo para los desarrolladores.

En cuanto al lugar donde se albergarán los mapas se ha elegido GeoServer por sus características y además de ser una herramienta compatible 100% con el lenguaje de programación Java.

Para la visualización de mapas se hará uso de OpenLayers ya que permite la visualización de mapas sin dependencia de un servidor específico y se tiene como punto principal para su elección que se complementa de forma directa con Zk Framework sin necesidad de usar JavaScript.

Entonces se hará uso de la tecnología web ZK la cual hace que el lenguaje de programación a usar sea JAVA, la primera que ayudará a la construcción del frontend y la segunda de todo el sistema en general. Otra de las tecnologías más importantes que usará el sistema es Openlayers para la visualización de los mapas, el cual trabaja en conjunto con GeoTools para manipular los mapas. Para albergar archivos de mapas se hace uso del servidor GeoServer en conjunto con un servidor para que el sistema esté disponible en la web. Para la importación y manipulación de datos desde archivos Excel se hará uso de las librerías POI de Apache.

De acuerdo a la selección anterior se presenta la figura N° 16 donde se puede apreciar de mejor manera cada una de las herramientas para la construcción del sistema.

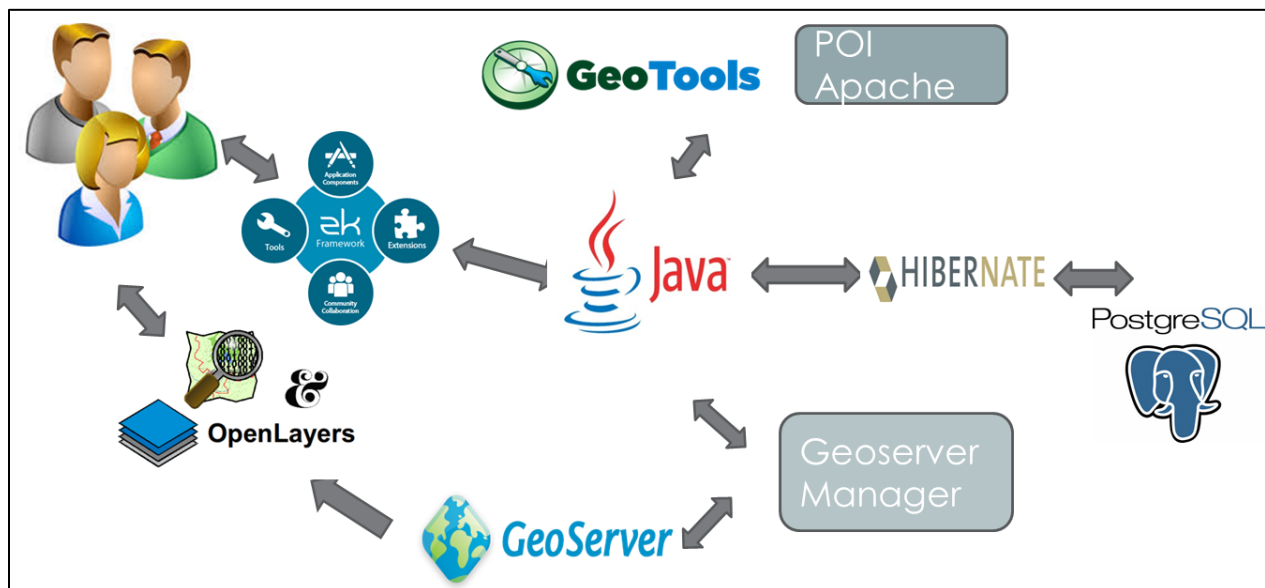


Figura N° 16. Herramientas para el desarrollo del sistema "ForAndesT v2.0"

Un aspecto importante tomado en cuenta entre las herramientas seleccionadas ha sido la facilidad de integración entre todas ellas lo que ha significado ventajas como el ahorro de tiempo de desarrollo.

3.8.2 Otras herramientas para el desarrollo del sistema

3.8.2.1 GeoServer Manager

GeoServer Manager es una librería REST escrita en Java que permite interactuar con GeoServer (Figura N° 17).

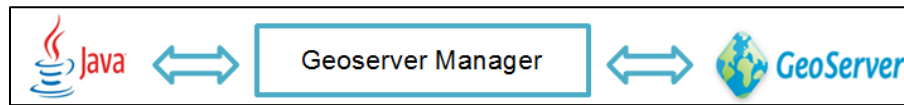


Figura N° 17. GeoServer Manager como medio de interaccion entre Java y GeoServer

Entre las características más sobresalientes de esta librería están:

- Esta librería en su versión 1.5.3 tiene mayor cantidad de funciones para administrar GeoServer que otros componentes como gsrcj, además es intuitiva y posee una basta documentación.
- GeoServer Manager es una librería escrita en Java que permite el fácil acceso a GeoServer

3.8.2.2 POI Apache

Es una librería escrita en Java para manipular archivos de Microsoft Office

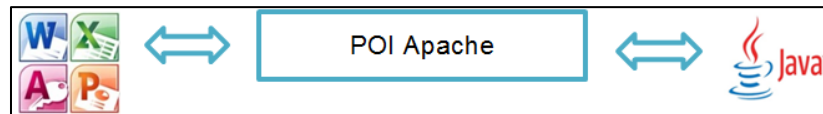


Figura N° 18. Interacción Java POI Apache



Capítulo 4: Desarrollo e implementación del sistema (Construcción y Transición)

4.1 Introducción

Una vez realizado el análisis del sistema se procederá al desarrollo del mismo, para esto se ha dividido en módulos para una mejor organización

Los módulos en los que se ha dividido el sistema son:

- Módulo de Internacionalización.
- Módulo de Importación.
- Módulo de Elaboración de consultas.
- Módulo de Ejecución de consultas.
- Módulo de Presentación de Resultados.
- Módulo de Exportación.

4.1.1 Módulo de Internacionalización

El sistema tiene la capacidad de cambiar a 4 diferentes idiomas: inglés, español, holandés y francés. Esta funcionalidad se implementa de dos maneras:

1. En archivos con extensión .properties para cada idioma se realizó un diccionario que consta de: todos los títulos, etiquetas de los controles de la interfaz y mensajes para los usuarios.
Para la elaboración del diccionario es necesario que el control que necesite de traducción tenga un identificador único, así, se toma este y se da la respectiva traducción dependiendo del idioma que haya seleccionado para visualizar.
2. Todos los campos o etiquetas de controles, mensajes para el usuario que cambian de forma dinámica o en tiempo de ejecución, tienen en la base de datos un identificador con su respectiva traducción y a que lenguaje pertenece, los mismos que al ser requeridos se realiza una consulta a la base de datos y ésta devuelve la traducción respectiva.

4.1.2 Módulo de Importación

En este módulo se provee a la aplicación de información, la misma que proviene de 3 fuentes: archivo shapefile, ráster y plantilla en archivo Excel. A continuación se presenta las estructuras de los archivos utilizados por el sistema.

Archivo Shapefile

Para la importación del shapefile que contiene los bordes o límites de una región se requiere de un empaquetado .zip que conste de cuatro archivos como mínimo, existen también archivos opcionales que se podrían incluir.

La figura N° 19 presenta la estructura del archivo .zip con los archivos requeridos y opcionales:

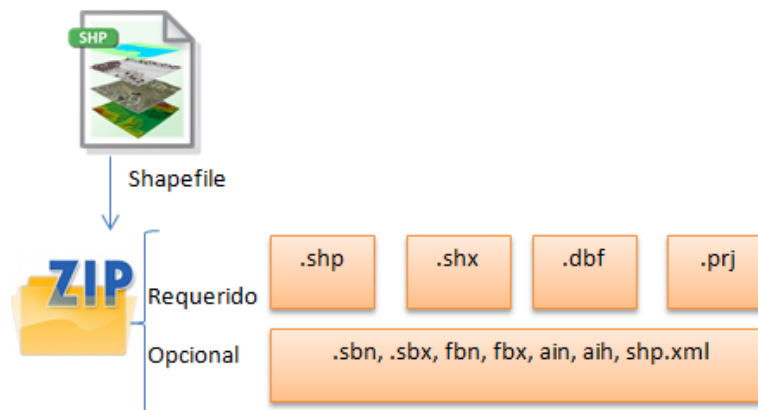


Figura N° 19. Estructura del archivo zip.

El archivo .prj deberá tener la estructura en base al estándar WKT ESRI o WKT OGC, la figura N° 20 contiene un ejemplo de la representación de cada uno de éstos:

Estándar	Ejemplo
WKT ESRI	• "PROJCS["WGS_1984_UTM_Zone_36N",GEOGCS["GCS_WGS_1984",DATUM["D_WGS_1984",SPHEROID["WGS_1984",6378137.0,298.257223563]],PRIMEM["Greenwich",0.0],UNIT["Degree",0.0174532925199433]],PROJECTION["Transverse_Mercator"],PARAMETER["False_Easting",500000.0],...
WKT OGC	• "PROJCS["WGS 84 / UTM zone 36N",GEOGCS["WGS 84",DATUM["WGS_1984",SPHEROID["WGS 84",6378137,298.257223563,AUTHORITY["EPSG","7030"]],AUTHORITY["EPSG","6326"]],PRIMEM["Greenwich",0,AUTHORITY["EPSG","8901"]],...

Figura N° 20. Estructura del archivo .prj



Cabe anotar que el nombre del archivo .zip así como de todos los elementos en su interior deben ser los mismos.

Archivo Ráster

Este archivo contiene las características de la región, está en formato estándar .asc, el cual es muy difundido y sumamente útil para la transferencia de información.

El archivo ráster deberá estar en formato ESRI ASCII, tal como se presenta en la tabla N° 13:

Atributo	Descripción	Valor ejemplo
Ncols	Número de columnas en la grilla	948
nrows	Número de columnas en la grilla	711
Xllcorner	Borde occidental de la grilla	102906.7400389
Yllcorner	Borde occidental de la grilla	357762.13139245
cellsize	Tamaño de la celda	90
NODATA_value	Valor que representa Nulo	-9999

Tabla N° 13. Estructura del archivo ráster en formato ESRI ASCII

La figura N° 21 es un ejemplo de archivo ráster, nótese que contiene todos los campos que se especificaron en la tabla n° 13.

```
ncols      948
nrows      711
xllcorner  102906.7400389
yllcorner  -357762.13139245
cellsize   90
NODATA_value -9999
-9999 -9999 -61 261 305 294 213 167 305
6 90 90 172 123 90 147 75 102 75 102 90
2 102 184 184 218 102 172 230 276 298 1
9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -999
-9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -99
42 250 250 237 305 213 85 97 261 305 25
41 241 241 309 241 241 241 241 241 254
```

Figura N° 21. Ejemplo de archivo ESRI ASCII

Archivo Excel:

Para la importación de los datos de una región desde el archivo Excel se tiene una plantilla predefinida distribuida de la siguiente manera:

En la figura N° 30 se presenta un ejemplo de plantilla con los datos de la región de Burundi, se han identificado las secciones que debe contener esta plantilla:

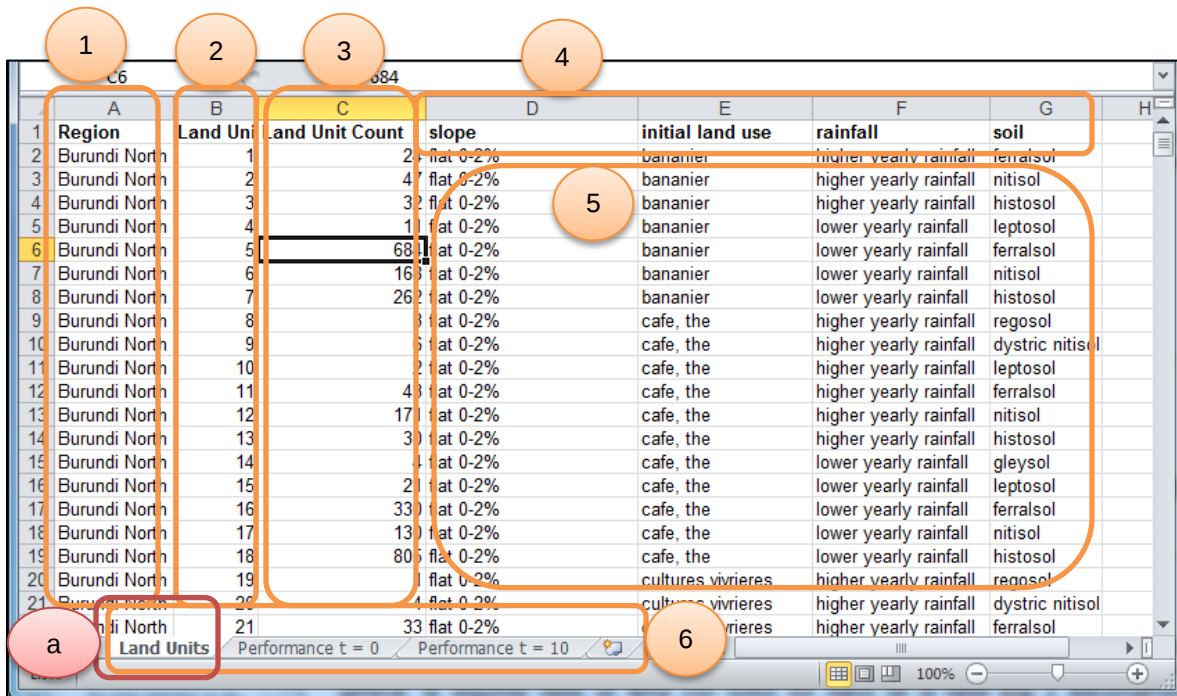
1. Región: Contiene el nombre de la región que se va a importar al sistema.
2. Unidades de tierra: Cada una de las unidades de tierra que contiene la región.
3. Conteo de unidades de tierra: El número de píxeles de cada una de las unidades de tierra que tiene la región.
4. Características de la tierra: Las características de la tierra de una región.
5. Clases de características: Cada una de las clases de cada característica de la tierra de una región.
6. Nombre de la hoja de Excel:
 - a. Land Units: Detalle o atributos de las unidades de tierra de una región
 - b. Performance t=N Valores que toma cada atributo de rendimiento en un tiempo N.

En la figura N° 31 se aprecian también otros campos que representan el uso actual de la región.

7. Escenario: Los escenarios que contenga la región.
8. Atributos de rendimiento: Se enumera cada atributo de rendimiento de la región con su respectiva medida.
9. Valores de los atributos: Los valores de los atributos para cada unidad de tierra en cada escenario que posea la región.

Por último, si se tienen valores de rendimientos para tiempos N también se debe especificar el uso que se dará.

10. Objetivo de uso de tierra: Los futuros usos que se pueda dar a cada unidad de tierra en un tiempo N.



Region	Land Units	Land Unit Count	slope	initial land use	rainfall	soil
Burundi North	1	2	flat 0-2%	bananier	higher yearly rainfall	ferralsol
Burundi North	2	4	flat 0-2%	bananier	higher yearly rainfall	nitisol
Burundi North	3	32	flat 0-2%	bananier	higher yearly rainfall	histosol
Burundi North	4	1	flat 0-2%	bananier	lower yearly rainfall	leptosol
Burundi North	5	68	flat 0-2%	bananier	lower yearly rainfall	ferralsol
Burundi North	6	16	flat 0-2%	bananier	lower yearly rainfall	nitisol
Burundi North	7	26	flat 0-2%	bananier	lower yearly rainfall	histosol
Burundi North	8	3	flat 0-2%	cafe, the	higher yearly rainfall	regosol
Burundi North	9	5	flat 0-2%	cafe, the	higher yearly rainfall	dystric nitisol
Burundi North	10	2	flat 0-2%	cafe, the	higher yearly rainfall	leptosol
Burundi North	11	4	flat 0-2%	cafe, the	higher yearly rainfall	ferralsol
Burundi North	12	17	flat 0-2%	cafe, the	higher yearly rainfall	nitisol
Burundi North	13	3	flat 0-2%	cafe, the	higher yearly rainfall	histosol
Burundi North	14	1	flat 0-2%	cafe, the	lower yearly rainfall	gleysol
Burundi North	15	2	flat 0-2%	cafe, the	lower yearly rainfall	leptosol
Burundi North	16	33	flat 0-2%	cafe, the	lower yearly rainfall	ferralsol
Burundi North	17	13	flat 0-2%	cafe, the	lower yearly rainfall	nitisol
Burundi North	18	80	flat 0-2%	cafe, the	lower yearly rainfall	histosol
Burundi North	19	1	flat 0-2%	cultures vivieres	higher yearly rainfall	regosol
Burundi North	20	1	flat 0-2%	cultures vivieres	higher yearly rainfall	dystric nitisol
Burundi North	21	33	flat 0-2%	cultures vivieres	higher yearly rainfall	ferralsol

Figura N° 22. Plantilla de importación Excel



UNIVERSIDAD DE CUENCA

burundi data - Microsoft Excel (Error de activación de productos)

Archivo Inicio Insertar Diseño de página Fórmulas Datos Revisar Vista

Pegar Fuente Alineación Número Estilos Insertar Eliminar Formato Ordenar y filtrar Buscar y seleccionar Modificar

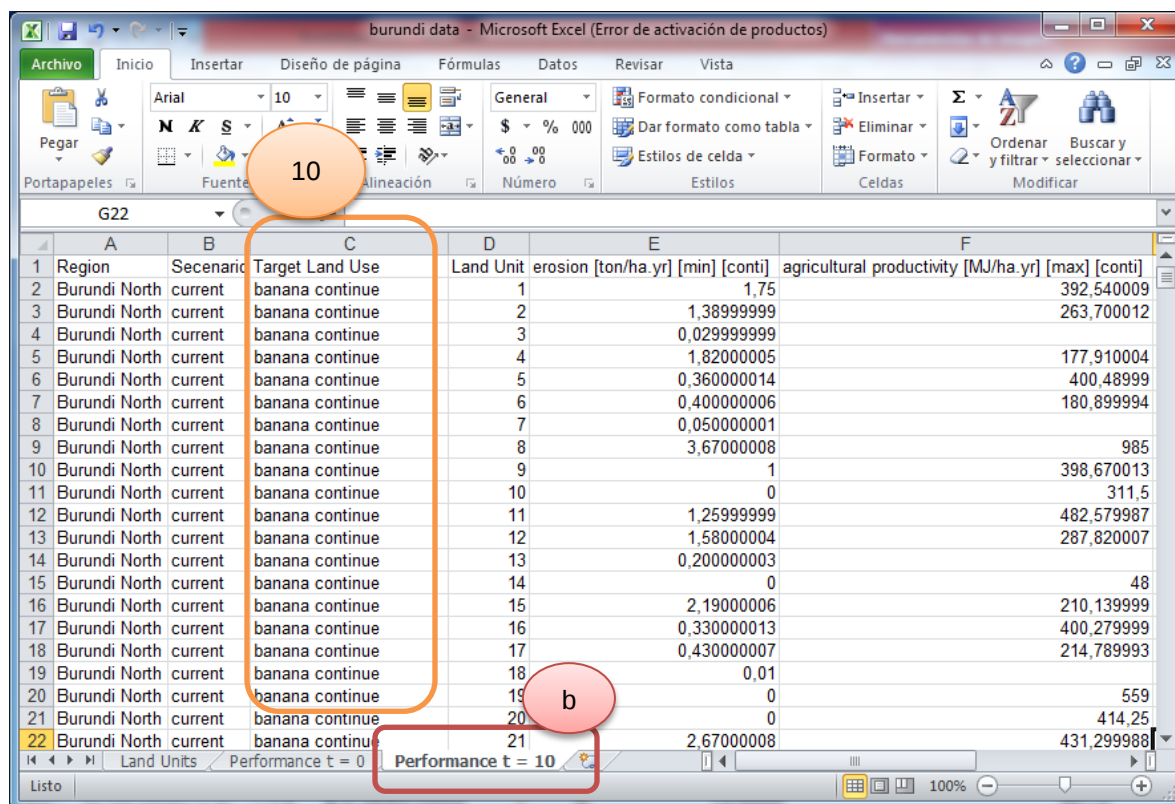
G22

	A	B	C	D	E	F	G
	Region	Scenario	Land Unit	erosion [ton/ha.yr] [min] [cont]	agricultural productivity [t/ha.yr] [max] [cont]		
2	Burundi North	current	1	5,4	633,25		
3	Burundi North	current	2	1,38999999	263,700012		
4	Burundi North	current	3	0,029999999			
5	Burundi North	current	4	1,92	177,910004		
6	Burundi North	current	5	0,360000014	389,52		
7	Burundi North	current	6	0,45	180,899994		
8	Burundi North	current	7	0,005			
9	Burundi North	current	8	3,45	985		
10	Burundi North	current	9	1	398,670013		
11	Burundi North	current	10	2	311,5		
12	Burundi North	current	11	1,25999999	482,579987		
13	Burundi North	current	12	1,58000004	287,820007		
14	Burundi North	current	13	0,200000003			
15	Burundi North	current	14	0	50		
16	Burundi North	current	15	2,19000006	321		
17	Burundi North	current	16	0,3332	400,279999		
18	Burundi North	current	17	0,430000007	214,789993		
19	Burundi North	current	18	0,01			
20	Burundi North	current	19	0	638		
21	Burundi North	current	20	2	414,25		
22	Burundi North	current	21				

Land Units Performance t = 0 Performance t = 10

Listo

Figura N° 23. Plantilla de exportación Excel II



	A	B	C	D	E	F
	Region	Secenario	Target Land Use	Land Unit	erosion [ton/ha.yr] [min] [conti]	agricultural productivity [MJ/ha.yr] [max] [conti]
1	Burundi North	current	banana continue	1	1,75	392,540009
2	Burundi North	current	banana continue	2	1,38999999	263,700012
3	Burundi North	current	banana continue	3	0,0299999999	
4	Burundi North	current	banana continue	4	1,82000005	177,910004
5	Burundi North	current	banana continue	5	0,360000014	400,489999
6	Burundi North	current	banana continue	6	0,400000006	180,899994
7	Burundi North	current	banana continue	7	0,050000001	
8	Burundi North	current	banana continue	8	3,67000008	985
9	Burundi North	current	banana continue	9	1	398,670013
10	Burundi North	current	banana continue	10	0	311,5
11	Burundi North	current	banana continue	11	1,25999999	482,579987
12	Burundi North	current	banana continue	12	1,58000004	287,820007
13	Burundi North	current	banana continue	13	0,200000003	
14	Burundi North	current	banana continue	14	0	48
15	Burundi North	current	banana continue	15	2,19000006	210,139999
16	Burundi North	current	banana continue	16	0,330000013	400,279999
17	Burundi North	current	banana continue	17	0,430000007	214,789993
18	Burundi North	current	banana continue	18	0,01	
19	Burundi North	current	banana continue	19	0	559
20	Burundi North	current	banana continue	20	0	414,25
21	Burundi North	current	banana continue	21	2,67000008	431,299988

Figura Nº 24. Plantilla de exportación Excel III

Se proporciona la plantilla (Figuras Nº 22 - 24) para que el usuario llene la información de una región la cual se almacenará en la base de datos, cabe recalcar que esta información debe coincidir con la información que contiene el archivo ráster.

Una vez conocidos los formatos o fuentes que necesita el sistema para alimentarse se dará a conocer el proceso de almacenamiento.

La figura Nº 25 da una guía de como las tablas de la base de datos se deben llenar para evitar las inconsistencias (Report of STSM at the Department of Earth & Environmental Sciences, 2010).

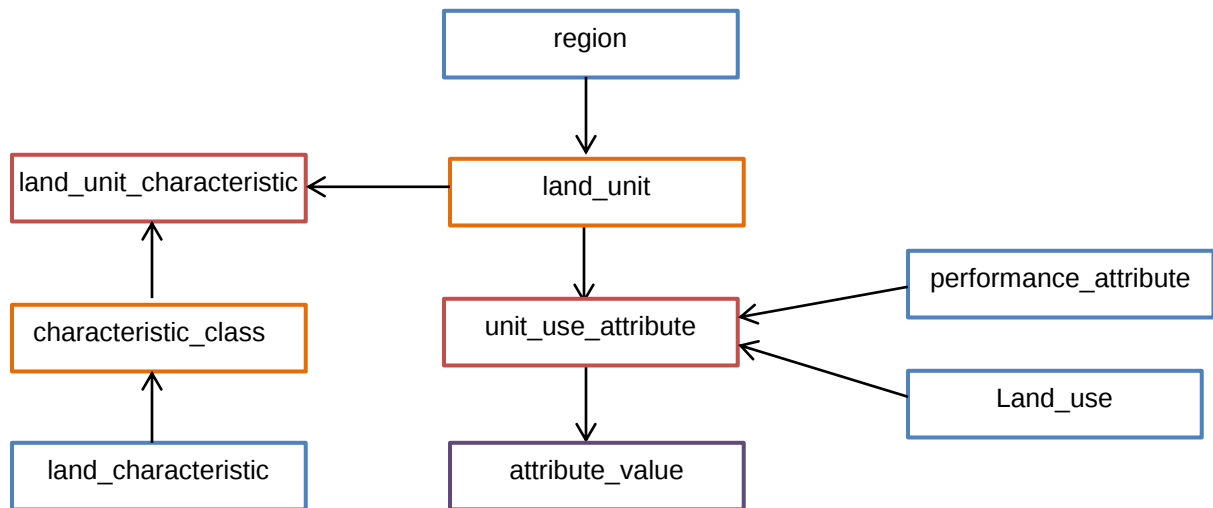


Figura Nº 25. Orden de llenado de la base de datos OSMOSE

1. Las tablas en azul se pueden llenar primero, no importa el orden, ya que estas no tienen claves foráneas.
2. Las que están en naranja se llenan después ya que necesitan de las claves primarias de las tablas en azul
3. Las que están en rojo deben llenarse después, y que necesitan de las claves primarias de las tablas en naranja
4. Y finalmente la tabla en morado se llenará al último ya que necesita de la clave primaria de una de las tablas en rojo.

A partir de la explicación anterior, se describirá el proceso de la lectura de datos desde la plantilla Excel para almacenarlos en la base de datos:

1. Se lee el nombre de la región desde la columna 1 (Región), se comprueba que este valor no haya sido ingresado anteriormente en la base de datos y se almacena en la tabla región asignando un identificador secuencial junto con el nombre de la nueva región.
2. Se toma de la columna 2 (Unidades de tierra) todas las unidades de tierra y se almacenan en la tabla land_unit las unidades de tierra junto con el identificador único de la región.
3. Se toman las características de la tierra que corresponde al elemento 4 (Características de la tierra) de la plantilla de Excel, y se almacenan en la tabla land_characteristic junto con un identificador secuencial, si ya existiere esta característica; se toma el identificador secuencial. Si la característica viene con su medida, ésta también debe ser almacenada en el campo Inc_measurement_unit de la tabla.
4. Ahora se procede a tomar las clases de las características de cada característica de la tierra que se almacenó previamente y se almacena cada una en la tabla characteristic_class con su respectivo identificador secuencial, además en la

- tabla `land_unit_characteristic` se almacena los identificadores de cada característica, con su clase y la respectiva unidad de tierra de acuerdo a los datos que estén en la plantilla.
5. Luego se toman los atributos de rendimiento del elemento 8 de la plantilla (Atributos de rendimiento), se almacenan en la tabla `performance_attribute` junto con su respectivo identificador, la medida, la clase, el valor extremo, y el número de clases si es que tuviere, estos datos son importantes para la ejecución de consultas.
 6. Se toma cada uno de los elementos de la columna 7 de la plantilla (Escenario) que corresponde a los distintos escenarios de la región y se almacenan en la tabla `scenario`, junto con su identificador secuencial, si es que ya existiera se toma su respectivo identificador.
 7. En la tabla `unit_use_attribute`, se almacena para cada unidad de tierra, los escenarios y los atributos de rendimiento que posea, además se asigna a cada uno un identificador secuencial. Este valor también se almacena en la tabla `attribute_value` en el campo `uua_id` junto con los respectivos valores de los elementos 9 de la plantilla, se asigna un identificador secuencial, el identificador del escenario y el tiempo N que corresponde al elemento b de la plantilla.
 8. Ahora se toman los diferentes elementos de la columna 10 de la plantilla (Uso de la tierra) y se almacenan en la tabla `land_use`, junto con un identificador secuencial y se repite el paso 7 pero agregando el uso de la tierra.
 9. Si hubiere más de tres hojas en el archivo Excel, se repite el paso 8.
 10. Luego se toma el archivo ráster de la región y se hace un conteo del número de píxeles de cada unidad de tierra y se actualiza el campo `land_count` de la tabla `land_unit`, este proceso se explica en la figura N° 26 a continuación (Esri, 2013):

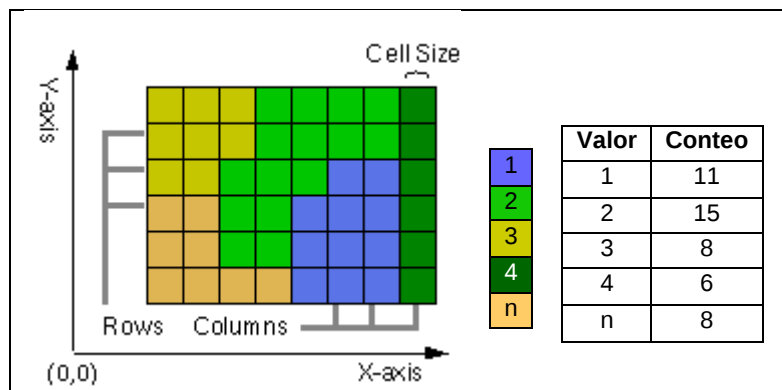


Figura N° 26. Proceso de conteo de las unidades de tierra

Con el proceso anterior se tiene almacenado en la base de datos todos los atributos de la región: características de la tierra, clases de las características, usos de la tierra, atributos de rendimiento e intervalos de tiempo; que necesitan de la asignación de un color para la visualización de estos atributos en los mapas, por tanto se ha asignado a



UNIVERSIDAD DE CUENCA

cada uno de forma aleatoria un color, estos valores se almacenan en la tabla color. En el caso de que el usuario quisiera asignar otros colores se presenta una pantalla para que lo haga entonces se actualizará este valor en la tabla.

Los archivos ráster y vectorial son almacenados dentro del servidor de mapas GeoServer haciendo uso de las clases de la herramienta GeoServer Manager.

La estructura y características para el almacenamiento son las siguientes:

- Se crea un espacio de trabajo “WorkSpace” con un número, el mismo que depende del número de regiones presentes en la base de datos.
- A la región se le asigna el espacio de trabajo “WorkSpace”
- Si es un archivo ráster se crea un almacén de cobertura “Coverage Store” y se asocia a este.
- Si es un archivo vectorial se crea un almacén de datos normal “DataStore” y se asocia a este.
- Para cada tipo de archivo (vectorial/ráster) se crea un estilo y se asocia a este.

De esta manera los datos, vectorial y ráster se encuentran en el servidor para su utilización.

4.1.3 Módulo de elaboración de consultas

Como antes ya se explicó, el sistema puede responder a cinco preguntas referentes a la forestación de una región. En algunas de las preguntas se cuenta con la opción de desplegar los mejores o peores resultados.

La tabla N° 14 especifica las preguntas con las diferentes alternativas que se puede seleccionar:

Pregunta	Mejores resultados	Peores resultados
1. ¿Dónde aplicar el tipo seleccionado de LUT?	✓	✓
2. ¿Cómo sería el desempeño?	✓	
3. ¿Qué tipo de LUT se aplicará?	✓	✓
4. ¿Cuáles son las mejores/ peores unidades de tierra?	✓	✓
5. ¿Cuánto tiempo se debe forestar?	✓	✓

Tabla N° 14. Combinaciones de preguntas



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Ahora se mostrará los parámetros que necesita cada una de las preguntas, esto también se define en base a la selección de mejores o peores resultados.

La tabla N° 15 especifica los parámetros de las 5 preguntas cuando se ha seleccionado que se requieren los mejores resultados.

Mejores resultados				
Pregunta	Objetivo del uso del suelo	Parámetros de tiempo	Atributos de desempeño	Área mínima
1 ¿Dónde aplicar el tipo seleccionado de LUT?	✓	✓	✓	✓ solo si ha escogido el método Análisis con IIPT
2¿Cómo sería el desempeño?	✓	✓		
3¿Qué tipo de LUT se aplicara?		✓	✓	
4¿Cuáles son las mejores/ peores unidades de tierra?	✓		✓	✓ solo si ha escogido el método Análisis con IIPT
5. ¿Cuánto tiempo se debe forestar?	✓	✓	✓	

Tabla N° 15. Parámetros para cada pregunta Mejores resultados

La tabla N° 16 especifica los parámetros de las 5 preguntas cuando se ha seleccionado que se requieren los peores resultados.

Peores resultados				
Pregunta	Objetivo del uso del suelo	Parámetros de tiempo	Atributos de desempeño	Área mínima
1 ¿Dónde aplicar el tipo seleccionado de LUT?	✓	✓	✓	✓ solo si ha escogido el método Análisis con IIPT
2¿Cómo sería el desempeño?				
3¿Qué tipo de LUT se aplicara?		✓	✓	
4¿Cuáles son las mejores/ peores unidades de tierra?	✓		✓	✓ solo si ha escogido el método Análisis con IIPT



UNIVERSIDAD DE CUENCA

5. ¿Cuánto tiempo se debe forestar?	✓	✓	✓	
-------------------------------------	---	---	---	--

Tabla N° 16. Parámetros para cada pregunta Peores resultados

También dependiendo del tipo de pregunta que se elija estarán disponibles los algoritmos para encontrar las respuestas más óptimas. La tabla N° 17 especifica los algoritmos para cada pregunta.

Pregunta	Valores umbrales	Análisis con IIPT
1. ¿Dónde aplicar el tipo seleccionado de LUT?	✓	✓
2. ¿Cómo sería el desempeño?		
3. ¿Qué tipo de LUT se aplicara?		✓
4. ¿Cuáles son las mejores/ peores unidades de tierra?	✓	✓
5. ¿Cuánto tiempo se debe forestar?		✓

Tabla N° 17. Algoritmos para cada pregunta

4.1.4 Módulo de ejecución de consultas

Luego de seleccionada la región, la pregunta y establecido sus respectivos parámetros se puede proceder a ejecutar la consulta, la cual seleccionará todas las unidades de tierra que cumpla con los criterios de búsqueda que se ha establecido.

Para esto, se hace uso de dos tablas temporales para almacenar los resultados llamadas tmp y results, en la primera tabla se almacenan los datos que se generan a partir de la consulta general, la tabla N° 18 contiene los campos para la tabla tmp:

Nombre de la columna	Descripción
Id unidades de tierra	Identificador de la unidad de tierra que cumple con el criterio
Conteo	Total de unidades de tierra que están dentro del conjunto de resultados
Atributos de rendimiento de la región seleccionada	Los atributos de rendimiento a los cuales el usuario asignó pesos o valores umbrales, los valores que toma esta columna son

Tabla N° 18. Campos de tabla tmp

En la segunda tabla (results) se llena con todos los datos filtrando las respuestas más óptimas, los campos que contiene se describen en la tabla N° 19:



Nombre de la columna	Descripción
Id de unidades de tierra	Identificador de la unidad de tierra que cumple con la consulta del usuario
Conteo	El número de píxeles para cada unidad de tierra
Características de la tierra	Todas las características de tierra que pertenecen a la región
Atributos de rendimiento	Todos los atributos de rendimiento pertenecientes a la región
Solución	Indica si la unidad de tierra pertenece a una respuesta optima o sub-óptima

Tabla N° 19. Campos de la tabla de resultados

4.1.5 Módulo de presentación de resultados

Para realizar la presentación de resultados son necesarios los datos que se generaron en el módulo de la ejecución de consultas, éstos se presentarán de dos formas: en tablas y en mapas

Tabla

Los datos que se visualizan en esta pantalla son los que se almacenaron en la tabla results de la base de datos, adicionalmente se mostrará un resumen de los resultados en donde se detalla: el total de unidades de tierra que cumplen con los criterios de consulta, el número de píxeles y el número de unidades de tierra. La tabla N° 20 presenta los datos del resumen con su respectiva descripción.

Nombre de campo	Descripción
Número de unidades tierra.	Total de unidades de tierra que cumplen con el criterio de consulta.
Número de píxeles.	Total de píxeles de la región que cumple con la consulta, junto con el tamaño de píxeles con que se ha creado la región.
Área Total.	Área total de resultado medido en hectáreas (ha).

Tabla N° 20. Resumen de los resultados

Si se ha elegido el algoritmo IIPT, se presentará también otra tabla donde se visualiza el número de iteraciones y cada una con su respectivo valor objetivo calculado para encontrar las respuestas óptimas.



Nombre de campo	Descripción
Número de iteración.	Número de iteración que ha ejecutado el algoritmo
Condición.	Valor que es calculado en base a la fórmula del algoritmo IIPT
Solución.	Si la solución es óptima o subóptima

Tabla N° 21. Tabla de resultados del método IIPT.

Mapas

Tomando los datos que se almacenaron en la tabla results y tomando los respectivos colores que se asignaron aleatoriamente a cada uno de los atributos: intervalos de tiempo, características, atributos, usos de la tierra, se presenta el procedimiento de la creación y visualización del mapa solicitado, en base a la figura N° 27:



Figura N° 27. Procedimiento para la creación y visualización de mapas.

Cargar colores: Se cargan los colores de los atributos de la región que están almacenados en la base de datos: 1) Colores de intervalos de tiempo, 2) Colores de características, 3) Colores de atributos, 4) Colores de usos de la tierra. Estos valores servirán para las operaciones posteriores.

Verificar tipo de pregunta: Se verifica el tipo de pregunta que se ha realizado.

Creación de grilla ESRI ASCII: En base a los datos de la tabla results y del tipo de pregunta, se crea una grilla. Esta grilla es leída y convertida a formato GeoTIFF³³ mediante las funciones de GeoTools: ArcGridReader y GeoTiffWriter.

Creación del esquema de colores: A continuación se crea el esquema de colores para el mapa en base a: la grilla generada, tipo de pregunta y los valores de los colores previamente obtenidos. Para esto, se utiliza el lenguaje basado en XML³⁴ llamado Style Layer Descriptor SLD compatible con Geoserver.

³³ GeoTIFF es un estándar de metadatos de dominio público que permite que información georreferenciada sea encajada en un archivo de imagen de formato TIFF. La información adicional incluye el tipo de proyección, sistema de coordenadas, elipsoide, datum y todo lo necesario para que la imagen pueda ser automáticamente posicionada en un sistema de referencia espacial.

³⁴ XML (Extensible Markup Language) Lenguaje de marcas extensible



Importación de información al servidor: El archivo GeoTIFF y SLD son asociados e importados al servidor mediante servicios REST provistos por la librería Geoserver Manager.

Visualización del mapa: Para la visualización del mapa se hace uso de la librería OpenLayers, que mediante solicitudes WMS permite consumir el mapa del servidor y mostrar en la aplicación.

4.1.6 Módulo de exportación

La aplicación presenta los resultados en dos formas ya sea en tablas o mapas, esta información puede ser exportada a una serie de formatos. A continuación se presenta cada una de ellas:

Tablas

Los resultados que se han visualizado en tablas permite la descarga en formato CSV, la figura N° 28 contiene el proceso que se realiza para que se pueda descargar los datos que se presentan en una tabla:



Figura N° 28. Proceso de exportación de tablas

Seleccionar datos. Se seleccionan los datos de la tabla results de la base de datos.

Formar CSV. Se forma la estructura del CVS mediante funciones nativas de Java.

Descargar. Se descargan los datos requeridos en formato CSV.

Mapas

Para la exportación de mapas se hace uso de los servicios WMS que brinda GeoServer, estos formatos dependen del tipo de capa que se requiera: ráster o vectorial. De acuerdo al tipo de capa se tiene los siguientes formatos (Figura N° 29):



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Ráster. Mapas con bordes/ sin bordes	Vectorial. Sólo bordes.
☐	☐
☐ AtomPub, GIF, GeoRSS	☐ AtomPub, GIF, GeoRSS
☐ GeoTiff	☐ GeoTiff
☐ GeoTiff 8-bits	☐ GeoTiff 8-bits
☐ JPEG	☐ JPEG
☐ KML (comprimido)	☐ KML (comprimido)
☐ KML (network link)	☐ KML (network link)
☐ KML (sencillo)	☐ KML (sencillo)
☐ Openlayers	☐ Openlayers
☐ PDF	☐ PDF
☐ PNG	☐ PNG
☐ PNG 8-Bit	☐ PNG 8-Bit
☐ SVG	☐ SVG
☐ Tiff	☐ Tiff
☐ Tiff 8-Bits	☐ Tiff 8-Bits
	☐ CSV
	☐ GeoJSON
	☐ ShapeFile (zip)
	☐ Application/json

Figura N° 29. Formatos de exportación.

Para consumir un servicio WMS se requiere hacer una petición URL en base a una serie de parámetros. A continuación en la tabla N° 22 se describen los parámetros en donde se indican también los que son obligatorios para formar una petición:



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Parámetro	¿Necesario?	Descripción
Servicio	Sí	Nombre de servicio. El valor es de WFS.
versión	Sí	Versión de servicio. El valor es uno de 1.0.0, 1.1.0, 1.1.1, 1.3.
solicitud	Sí	Nombre de la operación. El valor es GetMap.
capas	Sí	Capas para mostrar en el mapa. El valor es una lista separada por comas de nombres de capas.
estilos	Sí	Estilos en la que las capas van a ser prestados.
srs o crs	Sí	Sistema de referencia espacial para el mapa de salida. El valor es en forma EPSG: nnn. crs es la clave de parámetro utilizado en WMS 1.3.0.
BBOX	Sí	Condiciones de selección para la extensión del mapa. El valor es minx, miny, maxx, maxy en unidades de la SRS.
ancho	Sí	Ancho del mapa de salida en píxeles.
altura	Sí	Altura del mapa de salida en píxeles.
formato	Sí	Formato para la salida de mapa.
transparente	No	Si el mapa de fondo debe ser transparente. El valor es verdadero o falso. El valor predeterminado es falso
bgcolor	No	El color de fondo de la imagen del mapa. El valor es en forma RRGGBB .El valor predeterminado es FFFFFFFF (blanco).
excepciones	No	Formato en el que reportar excepciones. El valor predeterminado es application / vnd.ogc.se_xml.
tiempo	No	Valor de tiempo o intervalo de datos de los mapas.
sld	No	Una dirección URL hace referencia a un <i>StyledLayerDescriptor</i> archivo XML que controla o mejora las capas del mapa y el estilo
SLD_BODY	No	Una codificación URL <i>StyledLayerDescriptor</i> documento XML que controla o mejora las capas del mapa y el estilo

Tabla N° 22. Parámetros para petición WMS (Jody, 2014)

El proceso de exportación de mapas se presenta en la figura N° 30:

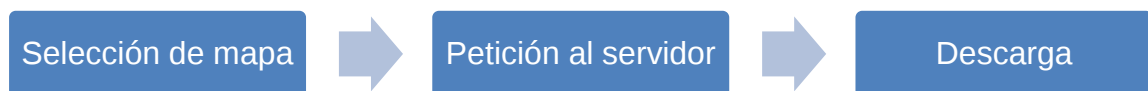


Figura N° 30. Proceso de exportación de mapas.

Selección de mapa. En base a la figura “Formatos de exportación” se selecciona el mapa deseado.

Petición al servidor. Se arma la petición WMS de acuerdo a los parámetros de la tabla “Parámetros para petición WMS”.

Descarga. Se realiza la petición WMS al servidor de mapas mediante la interfaz HTTP³⁵, el cual genera la descarga del recurso deseado.

³⁵ HTTP Protocolo de transferencia de hipertexto.

4.2 Pruebas

En esta sección de pruebas se presenta la ejecución de la aplicación en el ambiente de producción, haciendo uso de los datos de la región de Tabacay, de acuerdo a los módulos en los que está dividida la aplicación, con la finalidad de analizar los resultados obtenidos y compararlos con los requerimientos del capítulo 3 y también para resaltar las ventajas que tiene la nueva versión.

Se provee el manual de usuario en el anexo E para un mejor entendimiento del proceso de pruebas.

Para acceder a la aplicación se dirige a la siguiente dirección: promas.ucuenca.edu.ec:90/ForAndesT, donde se presenta la interfaz de la aplicación de acuerdo a la figura N° 31.

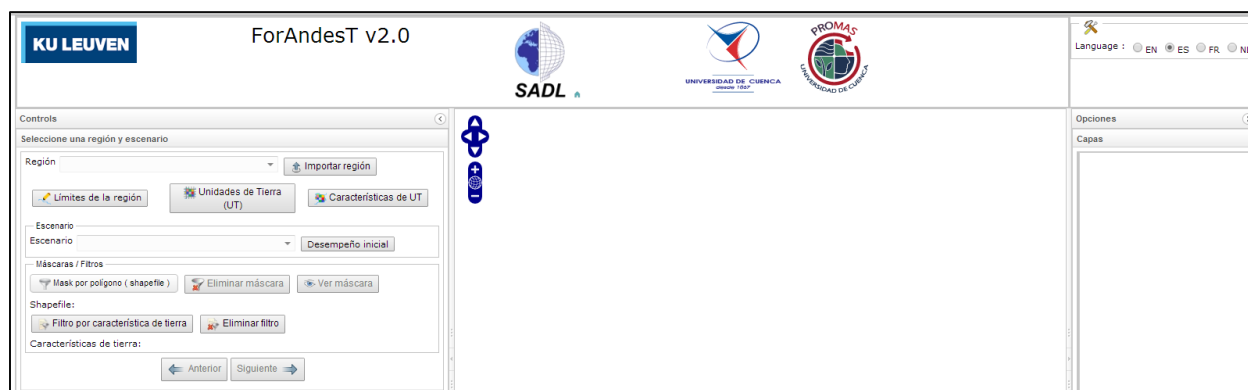


Figura N° 31. Interfaz de ForAndesT v2.0 en el servidor

4.2.1 Módulo de Internacionalización.

En el módulo de internacionalización las pruebas a realizar sobre la aplicación son:

- Cambio de idioma a inglés.
- Cambio de idioma a español.
- Cambio de idioma a francés.
- Cambio de idioma a holandés

4.2.2 Módulo de Importación.

En el módulo de importación las pruebas a realizar sobre la aplicación son:

- Importación de archivo Excel.
- Importación de archivo empaquetado .zip shapefile.
- Importación de archivo ráster.
- Importación exitosa de una región.



- Cambio de colores a los atributos de la región.

4.2.3 Módulo de Elaboración de consultas.

En el módulo de elaboración de consultas la prueba a realizar sobre la aplicación es la elaboración de la primera pregunta, ¿Cuando el uso del suelo se especifica tipo de aplicación?

4.2.4 Módulo de Ejecución de consultas.

En el módulo de ejecución de consultas la prueba a realizar sobre la aplicación es realizar la consulta donde los resultados sean coherentes.

4.2.5 Módulo de Presentación de Resultados.

En el módulo de presentación de resultados las pruebas a realizar sobre la aplicación son:

- Presentación de resultados mediante una tabla.
- Presentación de resultados de pregunta mediante un mapa.
- Presentación de los bordes de una región mediante un mapa.
- Presentación de resultados de características de la región mediante un mapa.
- Presentación de resultados de los atributos de rendimiento de la región mediante un mapa.

4.2.6 Módulo de Exportación.

En el módulo de presentación de resultados las pruebas a realizar sobre la aplicación son:

- Exportación de la tabla resultados a formato CSV.
- Exportación del resumen de la tabla resultados a formato CSV.
- Exportación de capas vectoriales.
- Exportación de capas ráster.

4.2.7 Ejecución y resultados de pruebas

La ejecución de cada una de las pruebas en los diferentes módulos se pueden ver en el anexo E.

De acuerdo a las pruebas realizadas y en base a los requerimientos especificados en el capítulo 3, se obtiene la siguiente tabla N° 23.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Modulo	Requerimiento	Cumplido	No cumplido
Internacionalización	Permitir que el usuario pueda visualizar el sistema entre cuatro idiomas (inglés por defecto, francés, holandés, y español)	Si	
Importación	Permitir al usuario que alimente al sistema con datos de una región que vienen desde tres formatos (Excel, shapefile y ráster)	Si	
	Asignar colores de forma aleatoria a cada uno de los atributos de una región.	Si	
	Permitir que el usuario pueda cambiar los colores que se asignaron de forma aleatoria a los colores que el desee.	Si	
DSS	Responder a las preguntas: cómo, cuándo, dónde, y por cuánto tiempo se debe forestar una región	Si	
Resultados	Permitir la visualización de los resultados en dos formas: 1) Mapas, 2) Tablas	Si	
Exportación	Permitir que los resultados que genera el sistema se puedan exportar en diferentes formatos	Si	

Tabla N° 23 Resultados de pruebas



Capítulo 5: Resultados, Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Introducción

Una vez concluido el proyecto se presentan los resultados, conclusiones y recomendaciones.

5.2 Resultados

En la tabla N° 24 se detallan los tiempos que toma en ejecutarse ciertos procesos de la aplicación web y de la aplicación de escritorio. Para esto se ha tomado los datos de la región de Tabacay.

Proceso	Tiempo (hh:mm:ss)		Referencia
	Aplicación Web	Aplicación escritorio	
Importación	00:00:03.43	02:50:00.00	Módulo de importación, Figura E N° 14.
Ejecución de la pregunta	00:00:01.87	00:00:03.14	Módulo de ejecución de consultas, Figura E N° 25.
Mostrar datos en tabla	00:00:00.75	00:00:01.58	Módulo de presentación de resultados. Figura E N° 27.
Mostrar datos en mapa	00:00:02.01	00:00:05.35	Módulo de presentación de resultados, Figura E N° 29.
Mostrar bordes	00:00:00.66	00:00:01.89	Módulo de presentación de resultados, Figura E N° 31.
Mostrar una característica de tierra	00:00:01.84	00:00:18.82	Módulo de presentación de resultados, Figura E N° 33.
Mostrar mapa de rendimiento inicial	00:00:01.93	00:00:10.46	Módulo de presentación de resultados, Figura E N° 37.

Tabla N° 24. Tiempos de ejecución de procesos

Como se puede apreciar en la tabla N° 24 podemos ver que los tiempos de ejecución de los procesos en la aplicación web han reducido considerablemente en comparación con los de la aplicación de escritorio, esto se debe fundamentalmente a lo siguiente:

- En el proceso de importación se cambió el proceso de lectura del archivo Excel, además se incluyó en ciertas tablas la propiedad auto numérica en las claves primarias, esto redujo considerablemente el acceso a la base de datos.
- En la aplicación web no se hace uso de una barra de progreso para evitar la prolongación de tiempos.



En la aplicación desarrollada se han mejorado los siguientes aspectos:

- En la internacionalización, todas las etiquetas de ventanas y mensajes tienen sus traducciones a los cuatro idiomas establecidos.
- El proceso de importación permite que todos los datos de una región se almacenen en la base de datos de una manera adecuada.
- La disponibilidad de la información de varias regiones, además de la inclusión de una quinta pregunta.

5.2 Conclusiones

Al término del proceso de desarrollo del sistema en todas sus etapas se ha llegado a las siguientes conclusiones:

Al momento se dispone de un sistema web equivalente a ForAndesT v2.0, el mismo que puede ser utilizado a través del internet, esto con el uso de herramientas 100% software libre.

El sistema ForAndesT v2.0 web es multilenguaje, con lo cual se espera que más usuarios puedan utilizarlo sin importar su ubicación geográfica.

Se dispone actualmente de la documentación del sistema: manuales para el usuario en caso de que se requiera revisar con profundidad las funcionalidades al sistema.

El proyecto ha hecho uso de herramientas de software libre para la construcción de aplicaciones web donde se han integrado el manejo de información geográfica.

Se tienen los módulos de importación y exportación de información a diferentes formatos, los que se especificaron como requerimientos. Este proceso de intercambio de información pudo implementarse gracias a los servicios que proporciona el servidor de mapas Geoserver.

Con respecto al sistema de escritorio, los tiempos para la importación de una región y generación de resultados se han reducido considerablemente. Para alcanzar este resultado, fue necesario realizar cambios en el diseño de la base de datos para reducir los tiempos de acceso.



5.3 Recomendaciones

En base a los resultados obtenidos con el proyecto actual, es posible recomendar lo siguiente:

- El manejo de estándares de programación, diccionario de datos y un proceso de desarrollo ayudan a la buena realización de un proyecto de software con lo que se recomienda seguir el modelo del proyecto actual para futuras implementaciones y mejoras al sistema.
- En la fase de análisis del sistema no se contempló la gestión de usuarios, la cual brindaría más seguridad a la aplicación, además de confidencialidad en la gestión de datos. Por esta razón se sugiere incorporar al sistema la gestión de usuarios ya que así el sistema podrá ser utilizado por más personas que requieran mantener sus datos de forma confidencial.
- Los datos de las regiones son importados al sistema mediante el módulo de importación, sin embargo se puede ampliar la funcionalidad del sistema y crear un módulo de mantenimiento de una región, en donde se pueda: editar, actualizar y eliminar una región específica, además de importar y exportar información.
- Los datos de las regiones son importados y alojados en un servidor; de esta forma los datos son compartidos por todos los usuarios. Sería recomendable que a más de incorporar la gestión de usuarios al sistema se puedan compartir datos de las regiones entre usuarios y así formar una red de cooperación para la gestión de la información.
- Un sistema de soporte a las decisiones siempre debe estar en continuo desarrollo, de esta manera se recomienda que en futuros proyectos se analicen los algoritmos de optimización con el objetivo de reducir los tiempos de respuesta con los mejores resultados posibles.



Bibliografía

- Avsarogullari, E. (s.f.). *Online Technology Vision*. Recuperado el 26 de Febrero de 2014, de <http://www.onlinetechvision.com/?p=128>
- Batista R, S., & Selles R, F. (9 de Noviembre de 2010). *Web2py*. Recuperado el 23 de Septiembre de 2013, de <http://osl2.uca.es/wikiCE/index.php/Web2py>
- Boundless. (s.f.). *Boundless*. Recuperado el 20 de Febrero de 2014, de Boundless: <http://boundlessgeo.com/2012/06/5-things-you-didnt-know-about-geoexplorer/>
- Calzolari, C., Constantini, E., Ungaro, F., & Venuti, L. (2009). *Manual of Methods for Soil and Land Evaluation*. Enfield: Science Publishers.
- Campos, O. (10 de Mayo de 2012). *Genbeta Dev desarrollo y software*. (Genbeta Dev) Recuperado el 23 de Septiembre de 2013, de <http://www.genbetadev.com/python/cazadores-de-mitos-las-propiedades-privadas-en-python>
- Checotaku. (28 de Marzo de 2010). *Java Mexico*. Recuperado el 13 de Enero de 2014, de http://www.javamexico.org/blogs/checotaku/zk_direct_ria
- De Meyer, A., Jacxsens, P., Deckers, S., Van Rompaey, A., & Van Orshoven, J. (2009). *Ontwikkeling vanuit bodemkundig perspectief van een geïntegreerd landevaaluatiesysteem voor een duurzaam bodemgebruik in Vlaanderen*. Leuven.
- Di Pierro, M. (2009). *Framework web2py: sitio en español*. Recuperado el 2013, de <http://www.web2py.com.ar/examples/default/what>
- DSS, E. M. (Abril de 2010). *Equipo MAR - DSS*. Recuperado el 27 de 5 de 2014, de <http://dss-mar.blogspot.com/2010/04/tipos-de-dss.html>
- Elmasri, R., & S., N. (2005). *Fundamentos de sistemas de base de datos*. Pearson Educación.
- ESRI. (Julio de 1998). *Esri shapefiles*. Recuperado el 19 de 01 de 2014, de <http://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/shapefile.pdf>
- ESRI. (Enero de 2011). *ESRI*. Obtenido de http://www.esri.com/what-is-gis/overview#overview_panel
- Esri. (9 de 11 de 2013). *Ayuda de ArcGIS 10.1 Formato de cuadrícula de Esri*. Recuperado el 28 de 04 de 2014, de ArcGIS Resources: <http://resources.arcgis.com/es/help/main/10.1/index.html#/009t000000w000000>
- FAO. (1976). *A framework for land evaluation*. Roma.
- GeoOpen. (s.f.). *OpenGeo OpenLayers*. Recuperado el 02 de Septiembre de 2013, de <http://opengeo.org/technology/openlayers/>
- Geoserver. (2014). *Geoserver WCS*. Recuperado el 26 de Febrero de 2014, de <http://docs.geoserver.org/latest/en/user/services/wcs/reference.html>
- Geoserver. (s.f.). *Geoserver*. Recuperado el 25 de Febrero de 2014, de <http://docs.geoserver.org/latest/en/user/styling/sld-cookbook/rasters.html>
- GeoTools. (s.f.). *GeoTools*. Recuperado el 15 de Febrero de 2014, de <http://docs.geotools.org/latest/userguide/geotools.html>
- González, G. (s.f.). Recuperado el 28 de Mayo de 2014, de <http://kalistog.wordpress.com/javaserver-faces-jsf/>
- González, G. (1 de Enero de 2013). Recuperado el 28 de Mayo de 2014, de <http://kalistog.wordpress.com/javaserver-faces-jsf/>
- Higuera, S. (Agosto de 2010). *Bicimap*. Recuperado el 2 de Septiembre de 2013, de <http://bicimap.es/wordpress/?p=872#more-872>
- Higuera, S. (7 de Junio de 2010). *Manual OpenLayers*. Recuperado el 2 de Septiembre de 2013, de <http://openlayers.bicimap.es/manualOpenLayers.html>
- Ignou. (2014). *Ignou*. Recuperado el 27 de 5 de 2014, de <http://www.ignou.ac.in/upload/BME-063P2-01.pdf>
- Inc., O. G. (2006). *OpenGIS® Web Map Server Implementation Specification*.
- ISO/IEC, 9. (2011). *Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation*. Switzerland.
- Jody, A. (21 de Mayo de 2014). *GeoServer*. Recuperado el 9 de Junio de 2014, de <http://docs.geoserver.org/latest/en/user/index.html>
- Lerma, E. V. (30 de Junio de 2010). *Adictos al trabajo*. Recuperado el 12 de Enero de 2014, de <http://www.adictosaltrabajo.com/tutoriales/tutoriales.php?pagina=introduccionPrimefaces>



UNIVERSIDAD DE CUENCA

- Martínez, D. P. (s.f.). *geeeWare*. Recuperado el 26 de Febrero de 2014, de <http://danielpecos.com/documents/postgresql-vs-mysql/>
- ORACLE. (s.f.). *ORACLE*. Recuperado el 28 de Mayo de 2014, de <http://www.oracle.com/technetwork/java/faq-137059.html>
- Pacheco, S. M. (22 de 2 de 2002). Generación de consultas en un Sistema de Información Geográfica. Puebla, Mexico.
- Raible, M. (29 de Diciembre de 2013). *Confluence*. Recuperado el 28 de Mayo de 2014, de <http://appfuse.org/display/APF/Using+JSF>
- RAR. (s.f.). *Right Place For Right Person*. Recuperado el 28 de Mayo de 2014, de [http://r4r.co.in/java/jsp/topics/basics/Define%20the%20%20JavaServer%20Pages%20\(JSP\)%20%20architecture.shtml](http://r4r.co.in/java/jsp/topics/basics/Define%20the%20%20JavaServer%20Pages%20(JSP)%20%20architecture.shtml)
- Report of STSM at the Department of Earth & Environmental Sciences. (2010). *Analyzing the Adaptability Condition of Decision Support Systems and Data mining in Forestry*. Leuven.
- RichFaces. (26 de Mayo de 2014). *RichFaces*. Recuperado el 12 de Enero de 2014
- Rossum, V., & Guido. (2013). *Tutorial de Python (Traducción al español)*. Argentina: Comunidad de Python de Argentina.
- Schaub, T. (17 de Junio de 2009). *GeoExplorer Preview*. Recuperado el 04 de Septiembre de 2013, de <http://blog.opengeo.org/2009/06/17/geoexplorer-preview/>
- Sergio. (s.f.). *maestros del web*. Recuperado el 14 de Enero de 2014, de <http://www.maestrosdelweb.com/editorial/curso-django-entendiendo-como-trabaja-django/>
- SIGMUR. (1 de Junio de 2006). *SIG y Teledetección en la Universidad de Murcia*. Recuperado el 9 de Junio de 2014, de http://www.um.es/geograf/sigmur/sigpdf/temario_4.pdf
- Sommerville, I. (2005). *Ingeniería del Software Séptima Edición*. Madrid: Pearson Educacion S.A.
- Suite, O. (s.f.). *OpenGeo Suite*. Recuperado el 16 de 2 de 2014, de <http://suite.opengeo.org/docs/latest/geoexplorer/>
- Suite, O. (s.f.). *OpenGeo Suite*. Recuperado el 20 de Febrero de 2014, de <http://suite.opengeo.org/opengeo-docs/geoexplorer/workspace.html>
- Tripathi, K. (2011). DECISION SUPPORT SYSTEM IS A TOOL FOR MAKING BETTER DECISIONS IN THE ORGANIZATION. *Indian Journal of Computer Science and Engineering (IJCSE)*, 112-113-114-116-116.
- W3C. (2014). *Servicios Web*. Recuperado el 25 de Febrero de 2014, de <http://w3c.es/Divulgacion/GuiasBreves/ServiciosWeb>



Anexo A

En el anexo A se presenta la especificación de los casos de uso que se emplearon para el proyecto de tesis: Sistema de apoyo a las decisiones en el ámbito de la evaluación de tierras ForAndesT v2.0

A continuación se detalla cada caso de uso que se ha identificado para el sistema “ForAndesT v2.0”, estos casos de uso se han definido a partir de los requerimientos funcionales que se identificaron anteriormente.

Caso de Uso 1 Cambiar lenguaje de visualización del sistema		
Actores	Usuario.	
Descripción	El sistema presenta la opción de cambiar el lenguaje de visualización del sistema entre: español, inglés (Defecto), holandés y francés.	
Frecuencia	Media	
Pre-condición	El usuario debe acceder al sistema	
Post-condición	Las etiquetas de los controles y mensajes para el usuario se visualizarán de acuerdo al idioma que seleccionó, es importante recordar que al hacer esta acción se refrescará toda la página	
Estado	Revisión	
Flujo Básico		
	R.1.1	El usuario puede cambiar el lenguaje de visualización.
	R.1.2	El sistema refrescará la aplicación mostrando todos los mensajes y nombres de las etiquetas de los controles de acuerdo al idioma que se seleccionó
Flujo Alternativo		

Tabla A- 1. Caso de uso 1 Cambiar lenguaje de visualización del sistema

Caso de Uso 2 Importar información de una región		
Actores	Usuario.	
Descripción	El sistema permite que se pueda importar datos referentes a una región en los siguientes formatos: .xlsx, .shape, .ráster; estos datos se almacenarán en la base de datos y en un servidor de mapas.	
Frecuencia	Media	
Pre-condición	El usuario debe tener todos los formatos de datos de una región con las siguientes especificaciones: - Excel: Este archivo es una plantilla con las características y atributos de una región, en cualquier versión de Excel. - Shapefile: Debe estar empaquetado en formato .zip , donde los nombres de todos los archivos incluido el nombre del .zip deben ser iguales Los siguientes archivos son requeridos como mínimo: .shp que es el archivo que almacena las entidades geométricas de los objetos. .shx es el archivo que almacena el índice de las entidades geométricas.	



UNIVERSIDAD DE CUENCA

		○ .dbf es la base de datos, en formato dBASE, donde se almacena la información de los atributos de los objetos. ○ .prj es el archivo que guarda la información referida al sistema de coordenadas en formato WKT, deberá estar en formato ESRI WKT o OGC WKT. ○ Alternativamente podrá incluir los siguientes archivos: ▪ .sbn y .sbx que almacena el índice espacial de las entidades. ▪ .fbn y .fbx que almacena el índice espacial de las entidades para los shapefiles. ▪ .ain y .aih que almacena el índice de atributo de los campos activos en una tabla o el tema de la tabla de atributos. ▪ .shp.xml que almacena los metadatos del archivo. • Ráster: Este es un archivo de texto con formato ASCII (.asc), que contiene una matriz que representa las unidades de tierra que conforman una región.
Post-condición		El sistema tendrá almacenado los datos de una nueva región.
Estado		Revisión
Flujo Básico		
	R.2.1	El usuario seleccionará la opción Importar región desde la sección de herramientas.
	R.2.2	El sistema mostrará una nueva pantalla donde se ubican tres selectores de archivo para cada uno de los tipos de archivo que debe subir.
	R.2.3	El usuario selecciona la opción para subir el archivo .xlsx.
	R.2.4	El sistema muestra una pantalla para seleccionar un archivo .xlsx
	R.2.5	El usuario selecciona el archivo .xlsx y da clic Aceptar
	R.2.6	El sistema carga el archivo y muestra la ruta del archivo .xlsx en un texto desactivado.
	R.2.7	El usuario selecciona la opción para subir el empaquetado de archivos que contiene la información vectorial de la región.
	R.2.8	Se abre una pantalla para seleccionar el .zip de archivos.
	R.2.9	El usuario selecciona el archivo empaquetado .zip y da clic Aceptar
	R.2.10	El sistema carga los archivos y se muestra la ruta del archivo empaquetado en un texto desactivado.
	R.2.11	El usuario selecciona la opción para subir el archivo ráster en formato .asc.
	R.2.12	Se abre una pantalla para seleccionar un archivo ráster en formato .asc.
	R.2.13	El usuario selecciona el archivo .asc y da clic Aceptar
	R.2.14	Se carga el archivo y se presenta el nombre del archivo ráster en un texto desactivado.
	R.2.15	El usuario presiona el botón "Ok".
	R.2.16	El sistema carga y procesa la información de la región, se habilita el botón colores (Caso de uso Cambiar colores de atributos de la región)
Flujo Alternativo		
	R.2.6	El usuario selecciona un archivo de diferente extensión se muestra un mensaje de error
	R.2.10.1	El usuario selecciona un archivo de diferente extensión se muestra un mensaje de



UNIVERSIDAD DE CUENCA

		error
	R.2.10.2	El usuario selecciona un archivo empaquetado con los archivos requeridos faltantes, se muestra un mensaje de error.
	R.2.10.3	El usuario selecciona un archivo empaquetado en el cual el nombre de los archivos y el nombre del .zip no son todos iguales, se muestra un mensaje de error.
	R.2.10.4	Si el usuario ingresa el archivo .zip, el archivo .prj con una estructura diferente a WKT ESRI o OGC WKT no contenidas en la base de datos, se muestra un mensaje de error.
	R.2.13	El usuario selecciona un archivo de diferente extensión se muestra un mensaje de error
	R.2.15	En caso de que no estén todos los archivos requeridos cargados se mostrará un mensaje de error que indica la falta del/los archivo/s
	R.2.16	Si el archivo Excel no cumple con el formato especificado Si ya existe una región con el mismo nombre O si el archivo ráster contiene valores que no coinciden con el del archivo Excel se cancela todo el proceso de importación, se muestran mensajes de error al usuario indicando la causa.
	R.2.11	Se presiona el botón Cancel se cierra la pantalla de importación

Tabla A- 2. Caso de uso 2 Importar información de una región

Caso de Uso 3 Seleccionar región y escenario			
Actores	Usuario		
Descripción	ForAndest V2.0 web permite a que el usuario pueda seleccionar la región sobre la cual se desea trabajar, además podrá definir el escenario y/o aplicar filtros ya sea por características de la región o por límites de un shapefile.		
Frecuencia	Alta		
Pre-condición	Los datos de una región se deben haber sido importados previamente al sistema. El usuario está en el grupo de opciones denominado “Seleccionar región y escenario”		
Post-condición	Almacenar la región, el escenario y/o filtros de la características para luego poder hacer cálculos con estas		
Estado	Revisión		
Casos de uso relacionados	Tipo de relación	Caso de Uso	Título
	Inclusión	4.	Seleccionar características de las UT.
	Inclusión	5.	Seleccionar desempeño inicial.
	Inclusión	6.	Seleccionar filtro por características de la tierra.
	Inclusión.	18	Limites Región.
	Inclusión.	19	Unidades de tierra.
Flujo Básico			
	R.3.1	El usuario selecciona el grupo de controles seleccionar región y escenario.	
	R.3.2	El sistema muestra en pantalla el grupo de controles.	
	R.3.3	El usuario selecciona una región desde un combo.	
	R.3.4	El sistema actualiza el combo de escenarios con los que pertenecen a la región	



UNIVERSIDAD DE CUENCA

		seleccionada
	R.3.5	Mostrar "límites región", en el visualizador se dibujaran los límites de la región seleccionada anteriormente. Esto se puede como no se puede seleccionar., esta opción se obtiene al presionar el botón con el nombre "Límites región"
		Luego de presionar el botón, se presenta el caso de uso #18 "Limites Región"
	R.3.6	Mostrar "Unidades de tierra (UT)" esto lo puede como no se puede seleccionar. Esta opción se obtiene al presionar el botón con el nombre "Unidades de tierra (UT)".
		Luego de presionar el botón, se presenta el caso de uso #19 "Unidades de tierra"
		Seleccionar "Características de las UT" esto lo puede como no se puede seleccionar. Esta opción se obtiene al presionar el botón con el nombre "Características de las UT".
		R3.1.4.1 Luego de presionar el botón, se presenta el caso de uso "Características de las UT".
	R.3.2	El usuario se dirige al conjunto de opciones agrupadas referentes al "Escenario". Se tiene una etiqueta con el nombre Escenario.
		R.3.2.1 El usuario selecciona el escenario de una lista desplegable. Lista desplegable en la cual se cargarán de la base de datos (tabla "scenario" columna sce_name) los nombres de el/los escenario/s. La opción por defecto seleccionada de la lista desplegable será el primer nombre del escenario de la tabla "scenario" La lista desplegable tendrá una etiqueta a lado izquierdo llamada "Escenario".
		R.3.2.2 Mostrar "Desempeño inicial" esto lo puede como no se puede seleccionar. Esta opción se obtiene al presionar el botón con el nombre "Desempeño inicial".
		R.3.2.2.1 Luego de presionar el botón "Desempeño inicial" se obtiene el caso de uso #5
	R.3.3	El usuario se dirige al conjunto de opciones agrupadas referentes con "Máscaras/Filtros". Se tiene una etiqueta con el nombre "Máscaras/Filtros".
		R.3.3.1 Seleccionar "Máscara por un polígono simple". Esto lo puede como no se puede seleccionar. Esta opción se obtiene al presionar el botón con el nombre "Máscara por un polígono simple". Debajo del botón "Máscara por un polígono simple" se encuentra una etiqueta la cual indica si se ha cargado o no un Shapefile (Shapefile: Si, Shapefile: No).
		R.3.3.1.1 Luego de presionar el botón "Máscara por un polígono simple" se obtiene el caso de uso # 20 "Mascara por polígono simple".
		R.3.3.1.2 Luego se puede "Eliminar Máscaras" si no se desea el filtro realizado. Esta opción se encuentra presente mediante un botón con dicho nombre a lado izquierdo del botón "Máscara por un polígono simple". Al presionar el botón se elimina la máscara de filtro y la etiqueta "Shapefile: No".
		R.3.3.2 Seleccionar "Filtros por características de la tierra". Esto lo puede como no se puede seleccionar. Esta opción se obtiene al presionar el botón con el nombre "Filtros por características de la tierra". Debajo del botón "Filtros por características de la tierra" se encuentra una etiqueta la cual indica cuantas características del suelo han sido seleccionadas (Características del Suelo: Todos, Características del Suelo: N Seleccionadas donde N es el número de características).



UNIVERSIDAD DE CUENCA

			Por defecto están seleccionadas “Características del Suelo: Todos”
			R.3.3.2.1 Luego de presionar el botón “Filtros por características de la tierra” se obtiene el caso de uso #6
			R.3.3.2.2 Luego se puede “Eliminar Filtro” esto es si no se desea el filtro realizado. Esta opción se encuentra presente mediante un botón con dicho nombre a lado izquierdo del botón “Filtros por características de la tierra”. Al presionarlo quedan “Características del Suelo: Todos”. Y se seleccionan todas las características del suelo para el filtro.
	R3.4	Pulsar el botón “Siguiente”	
Flujo Alternativo			
	R.3.3.1	Si no encuentra la región con la cual desea trabajar puede hacer el proceso de la importación de una región.	
	R.3.3.2	Si el usuario no selecciona ninguna región del combo, se toma por defecto el primero de la lista	
	R.3.5	Si el usuario no selecciona ningún escenario del combo, se toma por defecto el primero de la lista	
	R.3.4	El usuario desea “Limpiar” las capas de datos ingresadas. Lo realiza pulsando el botón con el nombre “Limpiar”. Al pulsarlo se presenta una pantalla pregunta “Eliminar todas las capas de datos?” con las opciones Si , No Si presiona “Si” en el visualizador se eliminan todas las capas ingresadas. Se pasa a literal R.3.4 del flujo básico. Si presiona “No” se cancela la acción. Se pasa a literal R.3.4 del flujo básico.	
	R.3.4	El usuario no desea seguir en la aplicación, para ello presiona el botón “Cerrar” con ello se cierra la aplicación.	
	R.3.4	El usuario no desea seguir en la aplicación, para ello al menú “Archivo” y presiona la opción “Cerrar” con ello se cierra la aplicación.	
	R.3.4	El usuario desea obtener “Ayuda”, para ello presiona el botón “Ayuda” y ante esto se abre el manual del sistema. Se pasa a literal R.3.4 del flujo básico.	

Tabla A- 3. Caso de uso 3 Seleccionar región y escenario

Caso de Uso 4 Seleccionar características de las UT³⁶	
Actores	Usuario.
Descripción	Una región está compuesta de características para cada unidad de tierra, entonces de manera gráfica (mapa) se puede ver cada una de las características de esa región.
Frecuencia	Media
Pre-condición	Los datos de los archivos Excel, shapefile, ráster de la región deben estar importados El usuario seleccionó la región y el escenario
Post-condición	
Estado	Revisión
Flujo Básico	

³⁶ Unidades de tierra



UNIVERSIDAD DE CUENCA

	R.4.1.	El usuario selecciona "Características de las UT"
	R.4.2	El sistema presenta una nueva ventana con una lista las características de las tierra de la región que seleccionó
	R.4.3	El usuario selecciona una característica de la tierra
	R.4.4	El usuario presiona el botón "Mostrar selección"
	R.4.5	El sistema presenta en el visualizador de mapas, un mapa de acuerdo a la característica de la región que seleccionó.
	R.4.6	El usuario elige "Cerrar"
	R.4.7	El sistema cierra la ventana Seleccionar características de las UT
Flujo Alternativo		
	R.4.3	Si el usuario no selecciona ninguna característica de la tierra, se toma la primera de la lista por defecto

Tabla A- 4. Caso de uso 4 Seleccionar características de las UT

Caso de Uso 5 Seleccionar desempeño inicial		
Actores	Usuario.	
Descripción	El sistema presenta la opción poder elegir en el escenario características acerca del “Desempeño inicial”.	
Frecuencia	Media	
Pre-condición	Que el usuario haya presionado el botón “Desempeño inicial” en la pantalla de selección de región y escenario (Caso de uso #3, R.3.2.2.1).	
Post-condición	Se seleccione características relacionadas con el “Desempeño inicial” en el escenario, las cuales son presentadas en el visualizador.	
Estado	Revisión	
Flujo Básico		
	R.5.1.	El usuario selecciona las opciones de “Desempeño inicial” presentadas en una lista, las opciones son cargadas de la base de datos (tabla “performance_attribute” columna “pra_description”).
	R.5.2.	El usuario presiona el botón “Mostrar selección” o da doble clic sobre la opción seleccionada.
	R.5.3.	Si la cantidad de datos a procesar es bastante, se presenta una pantalla de “progreso” con la opción a Detener la operación
	R.5.4	Se carga en el visualizador la información de la región referente a la selección de “Desempeño inicial”.
	R.5.5	Se presiona el botón “Cerrar”
Flujo Alternativo		
	R.5.3	En la pantalla de progreso se presiona la opción “Detener”
	R.5.3.1	Pregunta si realmente desea detener. Respuesta Si: Se detiene la operación. Se pasa a literal R.5.1 del flujo básico. Respuesta No: Sigue la operación. Se pasa a literal R.5.4 del flujo básico.
	R.5.2	Se presiona el botón “Cerrar”

Tabla A- 5. Caso de uso 5 Seleccionar desempeño inicial

Caso de Uso 6 Seleccionar filtro por características de la tierra	
Actores	Usuario.
Descripción	El sistema presenta la opción para poder realizar filtro de acuerdo a las características de la tierra de una región.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Frecuencia	Baja
Pre-condición	El usuario selecciona la región y el escenario
Post-condición	Se almacenan todas las clases de características de la tierra que el usuario selecciono, estos influyen al final para los cálculos de una pregunta
Estado	Revisión.
Flujo Básico	
	R.6.1 El usuario selecciona la opción Filtro por características de la tierra
	R.6.2 El sistema presenta dos listas en donde la primera contiene las características de la tierra para esa región, y la segunda lista contiene las clases de características según la característica de la tierra que el usuario seleccione en la primera lista, las opciones de esta lista se podrán seleccionar individualmente mediante checks, ubicados a la izquierda de cada una de las opciones dentro de la lista. Por defecto todas las opciones están marcadas. También además de las opciones Y(en combinación con) y O (uno o ambos)
	R.6.3 El usuario selecciona una característica de la tierra de la primera lista
	R.6.4 El sistema despliega las clases de características que corresponde a la característica de la tierra en la segunda lista
	R.6.5 El usuario elige entre las opciones “O (uno o ambos es suficiente)” o “Y (en combinación con)”, de acuerdo a lo requerido y presiona el botón “Aceptar”
	R.6.6 El sistema guarda las características seleccionadas/deseleccionadas por el usuario y cierra la pantalla Filtro por características de la tierra
Flujo Alternativo	
	R.6.5.1.1 Si se presiona el botón “Cerrar”, el sistema no guarda ninguna característica y cierra la pantalla Filtro por características de la tierra
	R.6.5.1.2 Si el usuario ha deseleccionado todos los atributos aparecerá un mensaje de error. Si ha elegido la opción Y, debe haber seleccionado por lo menos una clase de características de dos diferentes características de la tierra caso contrario mostrará un error

Tabla A- 6. Caso de uso 6 Seleccionar filtro por características de la tierra

Caso de Uso 7 Seleccionar tipo de preguntas			
Actores	Usuario		
Descripción	Se da la posibilidad al usuario de darle a la preguntas ciertas características como: elegir entre la mejor o peor respuesta, la pregunta que se va a realizar y el desempeño o la ganancia del desempeño. Deberá escoger una sola opción de cada grupo. Dependiendo de las características que elija el usuario en este paso se podrá acceder a las demás opciones que presenta el programa		
Frecuencia	Alta		
Pre-condición	La región y el escenario ya se eligieron		
Post-condición	Se guardaran los valores que selecciona el usuario para luego ser utilizados en la ejecución de la consulta.		
Estado	En Revisión		
Casos de relacionados	Tipo de relación		Título
Flujo Básico			
	R.7.1	El usuario seleccionará la pantalla Tipo de pregunta	



UNIVERSIDAD DE CUENCA

	R.7.2	El sistema desplegará una pantalla donde se podrá visualizar 3 grupos de preguntas de las cuales cada una tiene varias opciones. 1. Buscar por - Mejores Resultados - Peores Resultados 2. Tipo de Pregunta ¿Dónde aplicar el tipo seleccionado de LUT? ¿Cómo sería el desempeño? ¿Qué tipo de LUT se aplicara? ¿Cuáles son las mejores/ peores unidades de tierra? 3. Uso: - Desempeño - Ganancias en el desempeño Dependiendo de lo que seleccione el usuario, las opciones de los demás grupos estarán habilitadas o deshabilitadas. Por defecto el primer elemento de cada grupo quedara marcado como seleccionado, éstos valores será tomados en caso de que el usuario no seleccione ninguna opción.		
	R.7.3	El usuario se dirige hacia “Buscar” en donde se tiene 2 opciones: - Mejores Resultados - Peores Resultados		
		R.7.3.1	En caso de que el usuario seleccione la opción “Mejores resultados” se observar en pantalla las siguientes opciones habilitadas en el grupo “Pregunta”: “Tipo de Pregunta” ¿Dónde aplicar el tipo seleccionado de LUT? ¿Cómo sería el desempeño? ¿Qué tipo de LUT se aplicara? ¿Cuáles son las mejores/ peores unidades de tierra?	
			R.7.3.1.1	Si elige las opciones: ¿Dónde aplicar el tipo seleccionado de LUT? ¿Cómo sería el desempeño? ¿Qué tipo de LUT se aplicara? Los siguientes campos del grupo “Buscar por” estarán habilitados: - Desempeño - Ganancias en el desempeño Si elige la opción : ¿Cuáles son las mejores/ peores unidades de tierra? Estarán habilitados los campos en el grupo “Buscar por”: - Ganancias en el desempeño.
			R.7.3.1.2	



UNIVERSIDAD DE CUENCA

		R.7.3.2	En caso de que el usuario seleccione la opción “Peores resultados” se observa en pantalla las siguientes opciones habilitadas en el grupo “Pregunta”: Pregunta • ¿Dónde aplicar el tipo seleccionado de LUT? • ¿Qué tipo de LUT se aplicara? • ¿Cuáles son las mejores/ peores unidades de tierra?
		R.7.3.2.1	Si elige las opciones: • ¿Dónde aplicar el tipo seleccionado de LUT? • ¿Qué tipo de LUT se aplicara? Los siguientes campos del grupo “Buscar por” estarán habilitados: ○ Desempeño ○ Ganancias en el desempeño Si elige la opción : • ¿Cuáles son las mejores/ peores unidades de tierra? Estará habilitado en el grupo “Buscar por” solo el campo: • Desempeño.
	R.7.4	El usuario selecciona Siguiente	
	R.7.5	El sistema guarda las opciones que el usuario ha seleccionado y a continuación se evalúa lo siguiente: Si el usuario ha escogido “Mejores Resultados” y las “Preguntas”: • ¿Dónde aplicar el tipo seleccionado de LUT? • ¿Cómo sería el desempeño? • ¿Cuáles son las mejores/ peores unidades de tierra? Pasa al caso de uso #8 “ Seleccionar uso futuro para la región ” De lo contrario: Pasa al caso de uso #9 “ Determinar los atributos de desempeño ” En el caso de que el usuario ha escogido “Peores resultados” y las “Preguntas”: • ¿Dónde aplicar el tipo seleccionado de LUT? • ¿Cuáles son las mejores/ peores unidades de tierra? Pasa al caso de uso #8 “ Seleccionar el uso futuro para la región ” De lo contrario: Pasa al caso de uso #9 “ Determinar los atributos de desempeño ”	
Flujo Alternativo			
	R.7.3.1	En caso de que el usuario no elija una opción de cada grupo de preguntas, los valores que se guardarán serán los primeros de cada grupo que fueron establecidos por defecto.	

Tabla A- 7. Caso de uso 7 Seleccionar características de las preguntas



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Caso de Uso 8 Seleccionar el uso futuro para la región				
Actores		Usuario final		
Descripción		Este caso de uso inicia una vez elegidas las características de las preguntas, se da la opción para que el usuario seleccione el uso futuro para la región que previamente eligió.		
Frecuencia		Alta		
Pre-condición		Los campos del uso futuro de la tierra están almacenados en la base de datos Selección de una región o escenario y las características de las preguntas.		
Post-condición		El valor de uso futuro que seleccione el usuario se usara para realizar el proceso de toma de decisiones		
Estado		En Revisión		
Casos de relacionados	Uso	Tipo de relación	Caso de Uso	Título
Flujo Básico				
	R.8.1	El sistema carga en una lista desplegable los valores de los futuros usos que se puede dar a la región. Si el usuario seleccionó previamente la pregunta número 4, en vez de los futuros usos se mostrará las clases de características de la región.		
	R.8.2	El usuario selecciona una opción de la lista desplegable		
	R.8.3	El usuario presiona el botón “Siguiente”		
	R.8.4	El sistema almacenará el valor seleccionado para luego utilizarlos en la ejecución de la consulta global En caso de que el usuario seleccionó previamente en “Pregunta”: ¿Cómo sería el desempeño? Pasa al caso de uso #12 “Ejecutar la consulta”. De lo contrario: Pasa al caso de uso #9 “Determinar los atributos de desempeño”		
Flujo Alternativo				
	R.8.2	Si el usuario no selecciona ninguna opción, se tomará por defecto el primer valor de la lista.		
	R.8.3	Si el usuario selecciona “Previo”, el sistema vuelve a mostrar la pantalla anterior		

Tabla A- 8. Caso de uso 8 Seleccionar el uso futuro para la región

Caso de Uso 9 Determinar los atributos de desempeño				
Actores	Usuario			
Descripción	El usuario en base al método por el cual se ejecutara la consulta que seleccione, podrá determinar valores umbrales o pesos para cada uno de los atributos de desempeño de la tierra de una región			
Frecuencia	Alta			
Pre-condición	Se seleccionó una región o escenario y las características de las preguntas.			
Post-condición	Los valores que el usuario indique se tendrán que guardar para luego ser utilizados en la ejecución de la consulta que requiere.			
Estado	En Revisión			
Casos de relacionados	Uso	Tipo de relación	Caso de Uso	Título



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Flujo Básico			
	R.9.1.	El sistema presenta en pantalla un grupo de opciones en donde se podrá elegir solo un método para ejecutar la consulta, las opciones son: • Sin combinación • Y, con valores umbrales • Análisis con IIPT Estas opciones estarán habilitadas al usuario siempre y cuando se cumplan las siguientes condiciones: Si el usuario en la opción “Preguntas” seleccionó: • ¿Dónde aplicar el tipo seleccionado de LUT? o ¿Cuáles son las mejores/peores unidades de tierra? Estarán habilitadas las opciones: ○ Y, con valores umbrales ○ Retirar análisis con IIPT • ¿Qué tipo de LUT se aplicará? Estarán habilitadas las opciones: ○ Retirar análisis con IIPT También presenta una lista desplegable donde se cargarán todos los atributos de desempeño según la región que se seleccionó previamente Se mostrará un cuadro de texto editable en blanco “Valores” donde el usuario deberá ingresar los valores umbrales o pesos. Al lado de este cuadro se mostrarán etiquetas donde están los valores mínimos y máximos que puede ingresar el usuario según el atributo de rendimiento seleccionado en la lista desplegable. Adicional se presentará una lista en donde se visualizará los atributos de desempeño con el respectivo valor umbral o peso que el usuario ha asignado. Esta lista tiene incorporadas botones para que el usuario realice tres acciones en la lista. A continuación se describen cada una de ellas: 1. Para que se llene este componente se tendrá un botón “Agregar” que se habilitará para cada nueva inserción. 2. En caso de que se requiera eliminar un elemento de esta lista, tendremos el botón “Eliminar”, se seleccionará el elemento y a continuación seleccionar el botón y el elemento se quitará de esta lista. Este botón solo estará activo cuando haya más de un elemento en la lista. 3. También se presenta el botón “Limpiar” que borrará todos los elementos de la lista. Por último, si el usuario seleccionó el método de consulta “Análisis por IIPT”, estará disponible un control spinner que permite elegir entre un intervalo de valores numéricos al 'desplazarse' por los valores cuando hace clic en las flechas arriba y abajo del control numérico, o al escribir un valor en el cuadro del control, este control permitirá visualizar y/o cambiar el número de iteraciones para que se ejecute el algoritmo, el valor que aquí se muestra varía dependiendo del atributo de rendimiento señalado en el combo y en el tipo de pregunta que se seleccionaron previamente.	
	R.9.2.	El usuario seleccionó entre las opciones: ○ Y, con valores umbrales	



UNIVERSIDAD DE CUENCA

		○ Análisis con IIPT
	R.9.2.1.	En caso de seleccionar “Y, con valores umbrales” en pantalla aparece una etiqueta “Valor Umbral” cerca del cuadro de texto “Valores”
		R.9.2.1.1. Pasa al caso de uso #10 “Elegir método Y , con valores umbrales”
	R.9.2.2.	En caso de seleccionar “Retirar análisis con IIPT” el sistema muestra en pantalla una etiqueta “Pesos (0-1)” cerca del cuadro de texto “Valores”
		R.9.2.2.1. Pasa al caso de uso #11 “Elegir método Retirar análisis con IIPT”.
Flujo Alternativo		
	R.9.2.	Si el usuario no selecciona ninguna opción, por defecto se tomara el primer elemento que este habilitado ya que esto depende de las opciones previas que ha seleccionado el usuario.

Tabla A- 9. Caso de uso 9 Determinar los atributos de desempeño

Caso de Uso 10 Elegir método Y, con valores umbrales			
Actores		Usuario	
Descripción		Cuando el usuario a elegido que su consulta se realice bajo este método se tendrá que asignar a los atributos de desempeño valores umbrales a por lo menos uno de ellos, caso contrario no podrá seguir el siguiente paso	
Frecuencia		Alta	
Pre-condición		Los datos de los atributos de desempeño del suelo están almacenados en la base de datos Previamente se seleccionó una región o escenario y las características de las preguntas.	
Post-condición		Los valores que el usuario indique se tendrán que guardar para luego ser utilizados en la ejecución de la consulta que requiere.	
Estado		En Revisión	
Casos de uso relacionados	Uso	Tipo de relación	Caso de Uso
			Título
Flujo Básico			
	R.10.1.	El sistema muestra en pantalla las respectivas etiquetas y habilita o deshabilita las distintas opciones disponibles para este método de consulta.	
	R.10.2.	El usuario selecciona un elemento de la lista desplegable donde están todos los atributos de desempeño de acuerdo a la región que previamente se escogió.	
	R.10.3.	Si hay valores umbrales asignados a por lo menos uno de los atributos de desempeño, entonces se habilitara la	
	R.10.4.	El sistema comprueba si el atributo de desempeño no está repetido y si el valor umbral que ha asignado el usuario es un número entero y no negativo Entonces agrega en la lista el atributo de desempeño con su valor umbral También se habilitará la opción “Siguiente” para continuar al siguiente paso	
	R.10.5.	El usuario selecciona la opción Siguiente pasa al caso de uso #12 “Ejecutar la consulta”, de lo contrario regresa a R10.2	
Flujo Alternativo			
	R.10.1.	En caso de que el usuario no asigne valores umbrales a por los menos uno de los atributos de desempeño no podrá continuar al siguiente paso que es la consulta.	



UNIVERSIDAD DE CUENCA

	R.10.2.	Si el usuario asigna valores que no estén dentro del rango de cada atributo de desempeño, no permitirá seguir al siguiente paso
	R.10.3.	Si el usuario selecciona un atributo de desempeño que ya tiene asignado un valor umbral, el sistema no permitirá la visualización
	R.10.4.	En el caso de que usuario desee modificar el valor umbral de un atributo de desempeño, tendrá que previamente eliminar de la lista de lista de visualización de atributos de desempeño con valor

Tabla A- 10. Caso de uso 10 Elegir método Y, con valores umbrales

Caso de Uso 11 Elegir método Retirar análisis con IIPT				
Actores		Usuario		
Descripción		Cuando el usuario a elegido que su consulta se realice bajo este método se tendrá que asignar a los atributos de desempeño valores umbrales a por lo menos uno de ellos, caso contrario no podrá seguir al siguiente paso		
Frecuencia		Alta		
Pre-condición		Previamente se seleccionó una región o escenario y las características de las preguntas.		
Post-condición		Los valores que el usuario indique se tendrán que guardar para luego ser utilizados en la ejecución de la consulta que requiere.		
Estado		En Revisión		
Casos de uso relacionados	Uso	Tipo de relación	Caso de Uso	Título
Flujo Básico				
	R.11.1	El usuario selecciona la opción Elegir método Retirar análisis con IIPT		
	R.11.2	El sistema cambia la etiqueta a Peso (0-1), borra la lista de atributos de rendimiento		
	R.11.3	El usuario selecciona un atributo de rendimiento y luego asigna un peso		
	R.11.4	El sistema verifica si el valor del peso asignado esta entre 0-1 y si el atributo seleccionado no ha sido ingresado antes, entonces habilita el botón para agregar a la lista de los atributos de rendimiento, también calculará el número máximo de iteraciones y lo mostrará en el control spinner, si este atributo es de tipo continuo entonces se habilitará el spinner para que el usuario pueda cambiar este valor.		
	R.11.5	El usuario da clic en el botón Agregar		
	R.11.6	El sistema toma el atributo de rendimiento y los pesos asignados y muestra en la lista de atributos de rendimiento, si es que el total de todos los pesos asignados es igual a 1 habilita el botón Siguiente.		
	R.11.7	El usuario da clic en Siguiente		
	R.11.8	El sistema guarda los valores que el usuario ha seleccionado y pasa al caso de uso “Dar limite espacial ”		
Flujo Alternativo				
	R.11.3	Si el usuario asigna pesos mayores a 1 a los atributos de desempeño que el seleccione, mostrará un mensaje de error.		
	R.11.4	Si el peso asignado sumado con los pesos que han sido ingresados anteriormente suma más de 1, el botón Agregar no se habilitará		

Tabla A- 11. Caso de uso 11 Elegir método Retirar análisis con IIPT



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Caso de Uso 12 Ejecutar la consulta				
Actores		Usuario final		
Descripción		Una vez que el usuario ha definido las características de la región a trabajar y las preguntas a responder se debe ejecutar la consulta antes de poder visualizar los resultados ya sea en mapas o tablas		
Frecuencia		Alta		
Pre-condición		Región seleccionada Escenario seleccionado Preguntas seleccionadas Uso futuro del suelo seleccionado Parámetros de tiempo seleccionados Método para cálculos de la respuestas Atributos de desempeño con sus respectivos valores umbrales o pesos Limite espaciales (opcional)		
Post-condición		Se tiene almacenada una tabla de resultados en la base de datos		
Estado		En Revisión		
Casos de uso relacionados	Uso	Tipo de relación	Caso de Uso	Título
Flujo Básico				
	R.12.1	El sistema presenta en pantalla los botones para ejecutar la consulta y mostrar los resultados, éstos últimos deshabilitados		
	R.12.2	El usuario selecciona la opción Ejecutar consulta		
	R.12.3	El sistema toma todas las opciones que el usuario ha seleccionado previamente: ▪ Región ▪ Escenario ▪ Tipo de resultados a presentar ▪ La pregunta ▪ Uso futuro de la región ▪ Parámetros de tiempo ▪ Valores umbrales para cada uno de los atributos de desempeño ▪ Método para ejecutar la consulta Y busca en la base de datos las unidades de tierra que cumplan con los criterios u opciones que el usuario ha ingresado, correspondientes y guardará éstos en una estructura de datos, mientras esto mostrará mensajes del proceso de ejecución. Si el proceso ha sido exitoso se hace un cálculo para encontrar el total de hectáreas en base a las unidades de tierra y mostrará un mensaje y habilitará los botones para ver los resultados		
	R.12.4	El usuario selecciona el botón Tabla pasa al caso de uso “Mostrar tabla”		
	R.12.5	El usuario selecciona el botón Mapa pasa al caso de uso “Dibujar mapa”		
Flujo Alternativo				
	R.12.3	Si es que no existen resultados para esta consulta se mostrará un mensaje indicando el error.		

Tabla A- 12. Caso de uso 12 Ejecutar la consulta



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Caso de Uso 13 Dibujar mapa				
Actores		Usuario final		
Descripción		Este caso de uso iniciará cuando el usuario haya seleccionado la opción Mapa la cual mostrará un mapa de la región con sus respectivos colores de acuerdo a la consulta.		
Frecuencia		Alta		
Pre-condición		El usuario ejecutó la consulta		
Post-condición		El usuario podrá visualizar los resultados de su consulta en un mapa y éstos podrán ser exportados al formato que el usuario requiera.		
Estado		En Revisión		
Casos de relacionados	Uso	Tipo de relación	Caso de Uso	Título
		Include		Presentar resultados
Flujo Básico				
	R.13.1.	El sistema muestra el mapa de la región junto con sus propiedades y la opción para descargarlo o guardarlo		
	R.13.2	El usuario selecciona opciones:		
		R.13.2.1	Propiedades: se muestran las leyendas y varios atributos del mapa: • Descripción de cada color • Proyección • Ubicación • Tamaño	
		R.13.2.2	Exportar, pasa al caso de uso “Exportar mapa”	
Flujo Alternativo				

Tabla A- 13. Caso de uso Dibujar mapa

Caso de Uso 14 Mostrar tabla				
Actores	Usuario final			
Descripción	Este caso de uso se inicia cuando el usuario ha seleccionado la opción Tabla la cual mostrará los resultados de la consulta en una tabla, donde mostrará la información sobre las unidades de tierra que cumplan con los criterios de la consulta.			
Frecuencia	Alta			
Pre-condición	Se deberá tener la tabla results de la base de datos llena para poder mostrar los resultados en pantalla; la tabla results se llenó previamente en el caso de uso Ejecutar consulta			
Post-condición	El usuario podrá exportar los resultados al formato Excel o CSV			
Estado	En Revisión			
Casos de relacionados	Uso	Tipo de relación	Caso de Uso	Título
		Include		Presentar resultados
		Include		Ejecutar la consulta
Flujo Básico				
	R.14.1.	El sistema mostrará en pantalla una tabla con los resultados de la consulta que se realizó previamente, es decir tomará los valores de la tabla results de la base de datos.		



UNIVERSIDAD DE CUENCA

		A continuación se describe las columnas que compone esta tabla:																										
		<table><tr><th>Columna</th><th>Descripción</th></tr><tr><td>ID de la unidad de tierra</td><td>Identificador de la unidad de tierra</td></tr><tr><td>Conteo</td><td>Total de píxeles de cada unidad de tierra</td></tr><tr><td>Una columna para cada característica de la tierra de la región</td><td>Característica de la tierra de la región</td></tr><tr><td>Una columna para cada atributo de rendimiento de la región</td><td>Atributo de rendimiento de la región</td></tr></table>	Columna	Descripción	ID de la unidad de tierra	Identificador de la unidad de tierra	Conteo	Total de píxeles de cada unidad de tierra	Una columna para cada característica de la tierra de la región	Característica de la tierra de la región	Una columna para cada atributo de rendimiento de la región	Atributo de rendimiento de la región																
		Columna	Descripción																									
		ID de la unidad de tierra	Identificador de la unidad de tierra																									
		Conteo	Total de píxeles de cada unidad de tierra																									
		Una columna para cada característica de la tierra de la región	Característica de la tierra de la región																									
		Una columna para cada atributo de rendimiento de la región	Atributo de rendimiento de la región																									
		Dependiendo de las preguntas que se han seleccionado anteriormente se agregan otras columnas a la tabla, se detallan las columnas adicionales:																										
		<table><tr><th>Pregunta</th><th>Columna</th><th>Descripción</th></tr><tr><td>¿Dónde aplicar el tipo seleccionado de LUT?</td><td>Solución</td><td>Indica si la unidad de tierra corresponde a una solución óptima o sub-óptima.</td></tr><tr><td rowspan="3">¿Cómo sería el desempeño?</td><td>LUC³⁷</td><td></td></tr><tr><td>Optimal LUC</td><td></td></tr><tr><td>Solución</td><td>Indica si la unidad de tierra corresponde a una solución óptima o sub-óptima.</td></tr><tr><td>¿Qué tipo de LUT se aplicara?</td><td>Optimo uso del suelo</td><td></td></tr><tr><td>¿Cuáles son las mejores/ peores unidades de tierra?</td><td>Solución</td><td>Indica si la unidad de tierra corresponde a una solución óptima o sub-óptima.</td></tr><tr><td rowspan="3">Cuánto tiempo se debe aforestar?</td><td>TS³⁸</td><td>Tiempo para que la unidad de tierra sea óptima</td></tr><tr><td>Optimal TS</td><td></td></tr><tr><td>Solución</td><td>Indica si la unidad de tierra corresponde a una solución óptima o sub-óptima.</td></tr></table>	Pregunta	Columna	Descripción	¿Dónde aplicar el tipo seleccionado de LUT?	Solución	Indica si la unidad de tierra corresponde a una solución óptima o sub-óptima.	¿Cómo sería el desempeño?	LUC ³⁷		Optimal LUC		Solución	Indica si la unidad de tierra corresponde a una solución óptima o sub-óptima.	¿Qué tipo de LUT se aplicara?	Optimo uso del suelo		¿Cuáles son las mejores/ peores unidades de tierra?	Solución	Indica si la unidad de tierra corresponde a una solución óptima o sub-óptima.	Cuánto tiempo se debe aforestar?	TS ³⁸	Tiempo para que la unidad de tierra sea óptima	Optimal TS		Solución	Indica si la unidad de tierra corresponde a una solución óptima o sub-óptima.
		Pregunta	Columna	Descripción																								
		¿Dónde aplicar el tipo seleccionado de LUT?	Solución	Indica si la unidad de tierra corresponde a una solución óptima o sub-óptima.																								
		¿Cómo sería el desempeño?	LUC ³⁷																									
			Optimal LUC																									
			Solución	Indica si la unidad de tierra corresponde a una solución óptima o sub-óptima.																								
		¿Qué tipo de LUT se aplicara?	Optimo uso del suelo																									
		¿Cuáles son las mejores/ peores unidades de tierra?	Solución	Indica si la unidad de tierra corresponde a una solución óptima o sub-óptima.																								
		Cuánto tiempo se debe aforestar?	TS ³⁸	Tiempo para que la unidad de tierra sea óptima																								
			Optimal TS																									
			Solución	Indica si la unidad de tierra corresponde a una solución óptima o sub-óptima.																								
		Además se presenta un resumen de los resultados, a continuación la descripción de cada uno																										
<table><tr><th>Nombre de campo</th><th>Descripción</th></tr><tr><td>Número de unidades tierra</td><td>Total de unidades de tierra que cumplen con el criterio de consulta</td></tr></table>	Nombre de campo	Descripción	Número de unidades tierra	Total de unidades de tierra que cumplen con el criterio de consulta																								
Nombre de campo	Descripción																											
Número de unidades tierra	Total de unidades de tierra que cumplen con el criterio de consulta																											

³⁷ LUC Land Use Change Cambio del uso del suelo

³⁸ TS Time Step Intervalo de tiempo



UNIVERSIDAD DE CUENCA

			Número de píxeles	Total de píxeles de la región que cumple con la consulta, junto con el tamaño de píxeles con que se ha creado la región	
			Area Total	Área total de resultado medido en hectáreas (ha)	
Flujo Alternativo					
	R.14.1.	Si es que la tabla resultados de la base de datos está vacía se muestra un mensaje indicando este error			

Tabla A- 14. Caso de uso 14 Mostrar tabla

Caso de Uso 15 Dar límites espaciales				
Actores		Usuario final		
Descripción		Se puede establecer un límite de hectáreas de una región para hacer los respectivos cálculos		
Frecuencia		Media		
Pre-condición		Si se ha elegido la opción Retirar análisis con IIPT		
Post-condición		Enviar los valores para ser usados en los cálculos de los resultados		
Estado		En revisión		
Casos de uso relacionados	Uso	Tipo de relación	Caso de Uso	Título
		Include	Caso de uso 11	Elegir método Retirar análisis con IIPT
Flujo Básico				
	R.15.1.	El sistema muestra en pantalla las siguientes opciones para que el usuario pueda elegir: - No mínimo (se detiene cuando ha encontrado los primeros resultados) - Mínimo		
	R.15.2.	El usuario elige una opción		
		R.15.2.1	Si elige No mínimo	
		R.15.2.2	Si el usuario elige Mínimo	
		R.15.2.2.1	El sistema activará un cuadro de texto en donde se debe ingresar la superficie en hectáreas.	
	R.15.3	El sistema habilita la opción “Siguiente”		
	R.15.4	El usuario selecciona Siguiente, pasa al caso de uso “Ejecutar Consulta”		
Flujo Alternativo				
	15.2.1	Si el usuario ha elegido la opción Mínimo y no ha ingresado la superficie no podrá seguir avanzando en el flujo		
	15.2.2	Si el usuario ingresa una superficie menor a cero se mostrará un mensaje de error		
	15.2.3	Si el usuario no elige ninguna opción, por defecto se establece como elegido No mínimo		

Tabla A- 15. Caso de uso 15 Dar límites espaciales



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Caso de Uso 16 Exportar mapa				
Actores		Usuario final		
Descripción		Este caso de uso iniciará cuando el usuario haya seleccionado la opción Mapa la cual mostrará un mapa de la región con sus respectivos colores de acuerdo a la consulta.		
Frecuencia		Alta		
Pre-condición		El usuario ejecutó una consulta o requirió bordes, unidades de tierra, características de tierra o atributos de desempeño de una región		
Post-condición		El usuario podrá disponer del mapa solicitado en el formato requerido disponible en la aplicación.		
Estado		En Revisión		
Casos de uso relacionados		Tipo de relación	Caso de Uso	Título
Flujo Básico				
	R.13.1.	El sistema muestra el mapa de la región junto con sus propiedades.		
	R.13.2	El usuario da click derecho sobre la leyenda del mapa y elige la opción descargar.		
	R.13.3	De acuerdo al tipo de datos del mapa que haya seleccionado ya sea vectorial o ráster, se cargarán las opciones del combo de datos. Tipo ráster: Puede elegir el ráster y los bordes o sin bordes. Tipo vectorial: Puede elegir solo los bordes De acuerdo al tipo de datos elegido en el combo se cargarán los formatos. Ráster con bordes: Se presentan los siguientes formatos: - AtomPub - GIF - GeoRSS - GeoTiff - GeoTiff 8-bits - JPEG - KML (comprimido) - KML (network link) - KML (simple) - OpenLayers - PDF - PNG - PNG 8bit - SVG - Tiff - Tiff 8-bits. Ráster sin bordes: Se presentan los mismos formatos del “Ráster con bordes” Solo bordes: Se presentan los mismos formatos del “Ráster con bordes” incluyendo: CSV y shapefile.		
	R.13.4	El usuario ha seleccionado las opciones en el combo y presiona el botón descargar.		
	R.13.5	Se presenta cuadro de dialogo en el cual se muestra que está a punto de descargarse el archivo.		
	R.13.6	El usuario presiona aceptar y se descarga el archivo en el formato deseado.		
Flujo Alternativo				



UNIVERSIDAD DE CUENCA

	R.13.5.1	Se abre otra ventana en la cual se muestra gráficamente el archivo a descargarse tipo jpeg, gif archivos de tipo imagen.
	R.13.5.2	El usuario da click derecho sobre la imagen y elige descargar.
	R.13.5.3	Se presenta cuadro de dialogo en el cual se muestra que está a punto de descargarse el archivo.
	R.13.5.4	El usuario presiona aceptar y se descarga el archivo en el formato deseado.

Tabla A- 16. Caso de uso 16 Exportar mapa

Caso de Uso 17 Exportar tabla				
Actores		Usuario final		
Descripción		Este caso de uso iniciará cuando el usuario haya seleccionado la opción Mapa la cual mostrará un mapa de la región con sus respectivos colores de acuerdo a la consulta.		
Frecuencia		Alta		
Pre-condición		El usuario ejecutó la consulta		
Post-condición		El usuario podrá visualizar los resultados de su consulta en un mapa y éstos podrán ser exportados al formato que el usuario requiera.		
Estado		En Revisión		
Casos de relacionados	Uso	Tipo de relación	Caso de Uso	Título
		Include		Presentar resultados
Flujo Básico				
	R.13.1.	El sistema muestra el mapa de la región junto con sus propiedades y la opción para descargarlo o guardarlo		
	R.13.2			
		R.13.2.1	El usuario selecciona la opción Propiedades se muestran las leyendas y varios atributos del mapa: • Descripción de cada color • Proyección • Ubicación • Tamaño	
		R.13.2.2	El usuario selecciona la opción Exportar, pasa al caso de uso “Exportar mapa”	
Flujo Alternativo				
	R.13.1.	El usuario puede seleccionar la opción Tabla y los 2 formatos de resultados pueden mostrarse en pantalla.		

Tabla A- 17. Caso de uso 17 Exportar Tabla

Caso de Uso 18 Limites Región	
Actores	Usuario final
Descripción	Este caso de uso iniciará cuando el usuario haya presionado el botón “Limites Región”
Frecuencia	Media
Pre-condición	El usuario ha seleccionado una región del control combo “región”
Post-condición	El usuario podrá visualizar los límites o bordes de la región.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Estado	En Revisión		
Casos de Uso relacionados	Tipo de relación	Caso de Uso	Título
Flujo Básico			
	R.13.1.	El sistema muestra los bordes del mapa.	
Flujo Alternativo			
	R.13.1.	El sistema no muestra los bordes del mapa.	
		R.13.1.	El usuario deberá dirigirse al control de capas (de color azul) al extremo superior derecho del mapa y seleccionar el borde de la región requerida.
		R.13.2.	El usuario deberá dirigirse al lado izquierdo superior del mapa y presionar sobre la opción  .

Tabla A- 18. Caso de uso 18 Limites Región

Caso de Uso 19 Unidades de tierra				
Actores		Usuario final		
Descripción		Este caso de uso iniciará cuando el usuario haya presionado el botón “Unidades de tierra”.		
Frecuencia		Media		
Pre-condición		El usuario ha seleccionado una región del control combo “región”		
Post-condición		El usuario podrá visualizar las unidades de tierra gráficamente de la región requerida.		
Estado		En Revisión		
Casos de uso relacionados	Tipo de relación		Caso de Uso	Título
Flujo Básico				
	R.13.1.	El sistema muestra un mapa con las unidades de tierra.		
Flujo Alternativo				
	R.13.1.	El sistema no muestra el mapa con las unidades de tierra.		
		R.13.1.1	El usuario deberá dirigirse al control de capas (de color azul) al extremo superior derecho del mapa y seleccionar el nombre de la capa de unidades de tierra que requiera.	
		R.13.1.2	El usuario deberá dirigirse al lado izquierdo superior del mapa y presionar sobre la opción  .	

Tabla A- 19. Caso de uso 19 Unidades de tierra

Caso de Uso 20 Máscara por polígono	
Actores	Usuario final
Descripción	Este caso de uso iniciará cuando el usuario haya presionado el botón Máscara por polígono.
Frecuencia	Media.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Pre-condición		El usuario ha seleccionado una región y escenario. No debe estar activa otra máscara al mismo tiempo El shapefile debe tener la misma estructura que esta descrita en Caso de uso Importar región		
Post-condición		El usuario habrá insertado un filtro al nivel de máscara por polígono, y la etiqueta Shapefile se pondrá en sí.		
Estado		En Revisión		
Casos de relacionados	Uso	Tipo de relación	Caso de Uso	Título
Flujo Básico				
	R.13.1.	El sistema muestra un cuadro de dialogo donde deberá seleccionar el archivo shapefile en formato zip.		
	R.13.2	El usuario selecciona el archivo, presiona Abrir y guarda en el sistema el filtro por máscara.		
	R.13.3	El sistema muestra el filtro en el área de los mapas.		
Flujo Alternativo				
	R.13.2.1	El usuario selecciona un archivo de diferente extensión se muestra un mensaje de error.		
	R.13.2.2	El usuario selecciona un archivo empaquetado con los archivos requeridos faltantes, se muestra un mensaje de error.		
	R.13.2.3	El usuario selecciona un archivo empaquetado en el cual el nombre de los archivos y el nombre del .zip no son todos iguales, se muestra un mensaje de error.		
	R.13.2.4	Si el usuario ingresa el archivo .zip, el archivo .prj con una estructura diferente a WKT ESRI o OGC WKT no contenidas en la base de datos, se muestra un mensaje de error.		
	R.13.2.5	Si el usuario ingreso un archivo con diferente proyección a la de la región seleccionada, el sistema muestra un mensaje indicando que las proyecciones del filtro y de la región a filtrarse son diferentes.		

Tabla A- 20. Caso de uso 20 Máscara por polígono



Anexo B

Diccionario de la base de datos

A continuación se hará la descripción de cada una de las tablas que contiene la base de datos del sistema.

Nombre de Entidad	Región		
Descripción	Almacena las regiones y sus características		
Campo	Tipo	Tamaño	Descripción
rgn_id	Integer		Identificador único de cada región o registro a insertar, es autoincremental
rgn_name	Varchar	50	Nombre de la región
Claves primarias		Claves Foráneas	
rgn_id		Campo	Tabla

Tabla B- 1. Diccionario de datos de entidad región

Nombre de Entidad	land_unit		
Descripción	Almacena las unidades de tierra pertenecientes a una región		
Campo	Tipo	Tamaño	Descripción
lnun_region	Integer		Identificador de la región
lnun_id	Integer		Identificador de la unidad de tierra
lnun_count	Integer		Total de unidades de tierra
lnun_filtered_count	Integer		Total de unidades de tierra cuando se hace filtros
Claves primarias		Claves Foráneas	
lnun_region		Campo	Tabla
lnun_id		lnun_region	región

Tabla B- 2. Diccionario de datos entidad land_unit

Nombre de Entidad	land_unit_characteristic		
Descripción	Almacena		
Campo	Tipo	Tamaño	Descripción
luc_id	Integer		Identificador de la característica de la unidad de tierra
luc_land_unit_region	Integer		Identificador de la región a la que pertenece la unidad de tierra



UNIVERSIDAD DE CUENCA

luc_land_unit	Integer		Identificador de la unidad de tierra
luc_class	Integer		Identificador de la clase de característica de la unidad de tierra
Claves primarias		Claves Foráneas	
luc_id	Campo		Tabla
	luc_land_unit_region		región
	luc_land_unit		land_unit
	luc_class		characteristic_class

Tabla B- 3. Diccionario de datos entidad land_unit_characteristic

Nombre de Entidad	characteristic_class		
Descripción	Almacena los atributos de las características de la tierra		
Campo	Tipo	Tamaño	Descripción
crc_id	Integer		Identificador de la clase de característica
crc_description	varchar	255	Descripción de la clase de característica
crc_code	Integer		Código de la característica de tierra para la asignación de colores
crc_characteristic	Integer		Identificador de clase de característica de la unidad de tierra
crc_drainage	varchar	2	
crc_texture	varchar	2	Toma los valores de: • K • L • Z • P
crc_controlid	varchar	250	Identificador único para traducción
Claves primarias		Claves Foráneas	
crc_id	Campo		Tabla
	Crc_characteristic		land_characteristic

Tabla B- 4. Diccionario de datos entidad characteristic_class

Nombre de Entidad	unit_use_attribute		
Descripción	Almacena las relaciones que existen entre las unidades de tierra que tiene una región, con su respectivos atributos de rendimiento y el uso que se dará a cada unidad de tierra		
Campo	Tipo	Tamaño	Descripción
uua_id	Integer		Identificador de la clase de característica
uua_land_unit_region	Integer		Identificador de la región de la unidad de tierra



UNIVERSIDAD DE CUENCA

uua_land_unit	Integer		Identificador de la unidad de tierra
uua_luc_to	Integer		Identificador de uso de la tierra
uua_attribute	Integer		Identificador del atributo de rendimiento de la tierra
Claves primarias		Claves Foráneas	
uua_id	Campo		Tabla
	uua_land_unit		land_unit
	uua_land_unit_region		land_unit
	uua_luc_to		land_use
	uua_attribute		performance_attribute

Tabla B- 5. Diccionario de datos entidad unit_use_attribute

Nombre de Entidad	land_use		
Descripción	Almacena los usos que se puede dar a las unidades de tierra de una región		
Campo	Tipo	Tamaño	Descripción
Inu_id	Integer		Identificador de uso de la tierra de una región
Inu_description	varchar	25	Descripción del uso de la tierra de una región
Inu_managed	Bool		Campo para saber si esta administrado o no (No usado)
Inu_controlid	varchar	250	Identificador único para traducción de Inu_description
Claves primarias		Claves Foráneas	
Inu_id	Campo		Tabla

Tabla B- 6. Diccionario de datos entidad land_use

Nombre de Entidad	land_characteristic		
Descripción	Almacena las características de una unidad de tierra de una región		
Campo	Tipo	Tamaño	Descripción
Inc_id	Integer		Identificador de uso de la tierra de una región
Inc_description	Varchar	50	Descripción de la característica de la tierra
Inc_measurement_unit	Varchar	50	Unidad de medida que usa la característica de la tierra
Inc_controlid	varchar	250	Identificador único para traducción de



UNIVERSIDAD DE CUENCA

			Inc_description
Claves primarias		Claves Foráneas	
Inc_id		Campo	Tabla

Tabla B- 7. Diccionario de datos entidad land_characteristic

Nombre de Entidad	performance_attribute		
Descripción	Almacena los atributos de rendimiento de las unidades de tierra de una región. Un atributo de rendimiento es un indicador que se usa como criterio para la toma de decisiones.		
Campo	Tipo	Tamaño	Descripción
pra_id	Integer		Identificador de uso de la tierra de una región
pra_description	varchar	50	Descripción de la característica de la tierra
pra_measurement_unit	varchar	50	Unidad de medida que usa la característica de la tierra
pra_extreme_type	char	3	Toma los valores de • Min • Max
pra_class_or_continuous	char	5	Toma los valores de: • Class: Cuando el atributo no es cuantitativo • conti: El atributo puede tomar valores dentro de un rango
pra_number_of_classes	integer		Número de clases del atributo de rendimiento
pra_controlid	varchar	250	Identificador único para traducción de pra_description
Claves primarias		Claves Foráneas	
pra_id		Campo	Tabla

Tabla B- 8. Diccionario de datos entidad performance_attribute

Nombre de Entidad	attribute_value		
Descripción	Almacena los valores de los atributos para realizar los cálculos respectivos dependiendo del escenario		
Campo	Tipo	Tamaño	Descripción
atv_id	Integer		Identificador para cada uno de los valores de los atributos
atv_years_after_change	Integer		Indica el periodo de cambio de un



UNIVERSIDAD DE CUENCA

			atributo, los valores pueden ser ≥ 0
atv_value	real		Valor del atributo
atv_uua	integer		Identificador del uso de la tierra de una región
atv_profit	real		Valor de ganancia
atv_sce	integer		Escenario al que pertenece el atributo
Claves primarias		Claves Foráneas	
atv_id	Campo		Tabla
	atv_uua		unit_use_attribute

Tabla B- 9. Diccionario de datos entidad attribute_value

Nombre de Entidad	scenario		
Descripción	Almacena los escenarios de las regiones		
Campo	Tipo	Tamaño	Descripción
sce_id	Integer		Identificador para cada uno de los valores de los atributos
sce_name	varchar	50	Descripción del escenario, este campo no debe repetirse
sce_controlid	varchar	250	Identificador único para traducción de sce_name
Claves primarias		Claves Foráneas	
sce_id	Campo		Tabla
	atv_uua		unit_use_attribute

Tabla B- 10. Diccionario de datos entidad scenario

Nombre de Entidad	Language		
Descripción	Almacena los lenguajes o idiomas al cual se podrá traducir los campos		
Campo	Tipo	Tamaño	Descripción
language_id	Integer		Identificador para cada lenguaje a usar
name	Varchar	50	Nombre del lenguaje
location	Varchar	50	Almacena el archivo XML con las traducciones de los campos en ese lenguaje
Claves primarias		Claves Foráneas	
lenguaje_id	Campo		Tabla

Tabla B- 11. Diccionario de datos entidad lenguaje

Nombre de Entidad	translation
--------------------------	-------------



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Descripción	Almacena las traducciones en todos los lenguajes de cada uno de los campos dinámicos de la aplicación		
Campo	Tipo	Tamaño	Descripción
control_id	Varchar	250	Identificador único de cada uno de los campos a traducir
lenguaje_id	Integer	50	Identificador del lenguaje a traducir
text	Varchar	250	Traducción del campo al lenguaje de acuerdo a lenguaje_id
Claves primarias		Claves Foráneas	
lenguaje_id		Campo	Tabla
control_id		lenguaje_id	Lenguaje

Tabla B- 12. Diccionario de datos entidad translation

Nombre de Entidad	configuration		
Descripción	Almacena el lenguaje que se hará uso en la aplicación		
Campo	Tipo	Tamaño	Descripción
lenguaje_id	Varchar	250	Identificador único del lenguaje que se seleccione en la aplicación
Claves primarias		Claves Foráneas	
lenguaje_id		Campo	Tabla

Tabla B- 13. Diccionario de datos entidad configuration

Nombre de Entidad	Color												
Descripción	Almacena valores RGB para formar los colores de cada uno de los atributos de una región: performance attributes, time steps, characteristic class, land use.												
Campo	Tipo	Tamaño	Descripción										
clr_table_prefix	Char	3	Prefijo del atributo dependiendo de si el atributo: <table><tr><td>Atributo</td><td>Prefijo</td></tr><tr><td>performance attributes</td><td>pra</td></tr><tr><td>time steps</td><td>tms</td></tr><tr><td>characteristic class</td><td>crc</td></tr><tr><td>land use</td><td>lnc</td></tr></table>	Atributo	Prefijo	performance attributes	pra	time steps	tms	characteristic class	crc	land use	lnc
Atributo	Prefijo												
performance attributes	pra												
time steps	tms												
characteristic class	crc												
land use	lnc												
clr_id	Integer		Identificador de un color según el prefijo										
clr_type	varchar	4	Tipo toma valores para la intensidad del										



UNIVERSIDAD DE CUENCA

			color - low - high
clr_r	Integer		Valor RED
clr_g	Integer		Valor GREEN
clr_b	Integer		Valor BLUE
clr_pk	Integer		Identificador único de un color
Claves primarias		Claves Foráneas	
clr_pk		Campo	Tabla

Tabla B- 14. Diccionario de datos entidad color

Nombre de Entidad	spatial_ref_system		
Descripción	Almacena todos los sistema de referencia,		
Campo	Tipo	Tamaño	Descripción
srid	Integer		Identificador único de cada proyeccion
auth_name	Varchar	256	Identificador único de cada región o registro a insertar, es autoincremental
auth_srid	Integer	50	Nombre de la región
srttext	Varchar	2048	Proyección en formato OGC
prj4text	Varchar	2048	Proyección
esritext	Varchar	2048	Proyección en formato ESRI
Claves primarias		Claves Foráneas	
Srid		Campo	Tabla

Tabla B- 15. Diccionario de datos entidad spatial_ref_system

Anexo C

Evaluación y comparación de software, Java vs Phytton

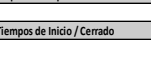
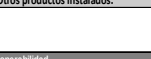
MODELO DE CALIDAD DE LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN						Valoración						
Características/Subcaracterísticas		Atributo Nivel 1	Atributo Nivel 2	Atributo Nivel	Métricas	Descripción						
FUNCIÓN NOMBRE	1 FUNCIONABILIDAD E IDONEIDAD						JAVA		PHYTON			
	1 Correctitud Funcional						VALOR DE CADA ATRIBUTO	SUMA DE LOS ATRIBUTOS /100 %	TOTAL EVALUACION DEL PRODUCTO / 100 %			
	1 Acceso a datos		Herramientas para conexión con bases de datos						74.71			
		1 Acceso a bases de datos	1 PostgreSQL	Soportado: Nominal; Soportado=(Verdadero, Falso)			VERDADERO	VERDADERO	12.5	100	12.5	100
				1 PostGIS	Soportado: Nominal; Soportado=(Verdadero, Falso)			VERDADERO	VERDADERO	12.5		12.5
		2 Formatos XML	Soportado: Nominal; Soportado=(Verdadero, Falso)				Compatibilidad con formatos estándares	VERDADERO	VERDADERO	12.5		12.5
		3 Compatibilidad con formatos OGC	Soportado: Nominal; Soportado=(Verdadero, Falso)				Para manejo de información geográfica	VERDADERO	VERDADERO	12.5		12.5
	4 Mas formatos	Soportado: Nominal; Soportado=(Verdadero, Falso)				Maneja otros formatos	VERDADERO	VERDADERO	12.5		12.5	
	2 Arquitectura		Arquitectura que separa el diseño del contenido				VERDADERO	VERDADERO	12.5		12.5	
	3 Utilidades Web											
1 Recursos Web	Soportado: Nominal; Soportado=(Verdadero, Falso)				Provee facilidades y recursos para crear arquitecturas web.	VERDADERO	VERDADERO	12.5	7 atributos, peso de cada atributo 12.5	12.5	7 atributos, peso de cada atributo 12.5	
EFICIENCIA	2 EFICIENCIA						VALOR DE CADA ATRIBUTO		SUMA DE LOS ATRIBUTOS	VALOR DE CADA ATRIBUTO		SUMA DE LOS ATRIBUTOS
	1 Comportamiento temporal								97			100
	1 Requisitos de procesamiento		Requisitos necesarios para la instalación del producto									
		1 Capacidad en procesador	Soportado: Nominal; Soportado=(60Mhz, 233Mhz, 500Mhz, Tiempos una vez ya instalado el programa				300 Mhz	300Mhz	10		10	
			1 Tiempos	Soportado: Nominal ; Soportador (Muy rapido, Rapido, Nor http://benchmarksgame.alioth.debian.org/u64q/python.php ISO/IEC 25010				Rapido	Muy Rápido	9		10
	2 Utilización de recursos		Requisitos necesarios de hardware para la instalación del producto									
	1 Requisitos de hardware	1 Capacidad en RAM	Soportado: Nominal; Soportado=(32 Mb, 64Mb, 128Mb,...)				32 Mb	32Mb	10		10	
		2 Capacidad en Disco	Soportado: Nominal; Soportado=(12Mb, 50Mb, 40Gb, 60Gb, Capacidad mínima en espacio de Disco para su instalación				124.25Mb	10Mb	8		10	
	2 Requisitos de software		Requisitos necesarios de software para la instalación del producto									
		1 Sistemas Operativos	Soportado: Nominal; Soportado=(WINDOWS, LINUX, UNIX, Posibilidad de funcionamiento en diferentes sistemas operativos				Soportado	Soportado	10		10	
2 Navegador web		Soportado: Nominal; Soportado=(Verdadero, Falso.) Necesidad de exploradores				VERDADERO	VERDADERO	10		10		
3 Otro		Soportado: Nominal; Soportado=(Verdadero, Falso.) Otros herramientas de sw o complementos adicionales				VERDADERO	VERDADERO	10		10		
3 Capacidad		ISO/IEC 25010										
COMPATIBILIDAD <td colspan="6">1 Velocidad promedio de carga de la WEB con cache</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td>	1 Velocidad promedio de carga de la WEB con cache											
	2 Velocidad promedio de carga de la WEB sin cache											
	Soportado: Nominal ; Soportado = (0-4.5-10.11-15,16-20,21:-con la misma pagina web de un tamaño promedio (320kb) para todos											
	Soportado: Nominal ; Soportado = (0-4.5-10.11-15,16-20,21:-con la misma pagina web de un tamaño promedio (320kb) para todos											
	3 COMPATIBILIDAD											
	1 Coexistencia											
	1 Otros productos instalados.											
		1 Productos de otra tecnología.	Soportado: Nominal; Soportado=(Verdadero, Falso.) Productos de otra tecnología.				VERDADERO	VERDADERO	25	100	25	100
		2 Interoperabilidad										
		1 Servidores.	Nivel:Tipo Nivel:(Alto, Medio, Bajo)				ALTO	ALTO	25		25	
2 Base de datos		Nivel:Tipo Nivel:(Alto, Medio, Bajo)				ALTO	ALTO	25		25		
3 Formatos de archivos		Nivel:Tipo Nivel:(Alto, Medio, Bajo)				ALTO	ALTO	25		25		
Interoperabilidad con formatos de archivos xml, xls etc.												

Figura C- 1. Funcionabilidad e idoneidad, eficiencia y compatibilidad



UNIVERSIDAD DE CUENCA

5 CONFIABILIDAD				ISO/IEC 25010			VALOR DE CADA ATRIBUTO	SUMA DE LOS ATRIBUTOS /100 %		VALOR DE CADA ATRIBUTO	SUMA DE LOS ATRIBUTOS /100 %	
CONFIA BIL DA D	1 Madurez			ISO/IEC 25010								
	1 Historial del producto			Historial del sistema con sus actualizaciones								
		1 Tiempo del producto en el mercado (TPM)	Tiempo_Mercado: Ratio; Tiempo_Mercado = Float[año]	Tiempo que el producto ha estado disponible en el mercado para ser adquirido, rentado, descargado, etc..	19	23	5.5	98.5		6	99.5	
		2 Versiones del producto	num: entero; num=(0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,...)	Número de versiones del producto en el mercado	11	68	5.5			6		
	2 Disponibilidad			ISO/IEC 25010								
	1 Adquirir el Producto			Define si esta o no disponible en la web para la descarga								
		1 Disponibilidad de descarga en la web	Configurable: Nominal; Configurable=(Verdadero, Falso)	Indica si esta disponible para descarga desde la WEB	VERDADERO	VERDADERO	6.25			6.25		
	2 Instalacion			Disponibilidad para la instalacion del producto								
		2 Disponibilidad de Instalacion		Indica para que plataformas esta disponible el dispositivo								
		1 WINDOWS		Possibilidad para instalar sobre la plataforma Windows								
MA NT EN IBI LI DA D		1 Windows XP	Configurable: Nominal; Configurable=(Verdadero, Falso)	Possibilidad para instalar en Windows XP	VERDADERO	VERDADERO	6.25			6.25		
		2 Windows Vista	Configurable: Nominal; Configurable=(Verdadero, Falso)	Possibilidad para instalar en Windows Vista	VERDADERO	VERDADERO	6.25			6.25		
		3 Windows 7	Configurable: Nominal; Configurable=(Verdadero, Falso)	Possibilidad para instalar en Windows 7	VERDADERO	VERDADERO	6.25			6.25		
		4 Windows 8	Configurable: Nominal; Configurable=(Verdadero, Falso)	Possibilidad para instalar en Windows 8	VERDADERO	VERDADERO	6.25			6.25		
		2 LINUX		Possibilidad para instalar sobre la plataforma Linux								
		1 Ubuntu	Configurable: Nominal; Configurable=(Verdadero, Falso)	Possibilidad para instalar en Ubuntu	VERDADERO	VERDADERO	6.25			6.25		
		2 Fedora	Configurable: Nominal; Configurable=(Verdadero, Falso)	Possibilidad para instalar en Fedora	VERDADERO	VERDADERO	6.25			6.25		
		3 Centos	Configurable: Nominal; Configurable=(Verdadero, Falso)	Possibilidad para instalar en Centos	VERDADERO	VERDADERO	6.25			6.25		
		4 Debian	Configurable: Nominal; Configurable=(Verdadero, Falso)	Possibilidad para instalar en Debian	VERDADERO	VERDADERO	6.25			6.25		
		5 Suse	Configurable: Nominal; Configurable=(Verdadero, Falso)	Possibilidad para instalar en Suse	VERDADERO	VERDADERO	6.25			6.25		
6		6 Mandriva	Configurable: Nominal; Configurable=(Verdadero, Falso)	Possibilidad para instalar en Mandriva	VERDADERO	VERDADERO	6.25			6.25		
		3 OS X		Possibilidad para instalar sobre la plataforma Linux								
		1 10.6 snow leopard	Configurable: Nominal; Configurable=(Verdadero, Falso)	Possibilidad para instalar en Ubuntu	VERDADERO	VERDADERO	6.25			6.25		
		2 10.7 osx lyon	Configurable: Nominal; Configurable=(Verdadero, Falso)	Possibilidad para instalar en Fedora	VERDADERO	VERDADERO	6.25			6.25		
	3 Ejecucion			Disponibilidad de Ejecucion								
		1 Disponibilidad de Ejecucion como segunda alternativa	Soportado: Nominal; Soportado=(Verdadero, Falso)	Determina si el programa se puede ejecutar como segunda opcion, luego de ha	VERDADERO	VERDADERO	6.25			6.25		
								16 atributos, pero por cada atributo 6.25				16 atributos, pero por cada atributo 6.25
SEGURIDAD							VALOR DE CADA ATRIBUTO	SUMA DE LOS ATRIBUTOS /100 %		VALOR DE CADA ATRIBUTO	SUMA DE LOS ATRIBUTOS /100 %	
7	1 Instalación de complementos.											
		1 Permite	Soportado: Nominal; Soportado=(Verdadero, Falso)	Permite la instalacion de complementos	VERDADERO	VERDADERO	25	100		25	100	
		2 Bloquea	Soportado: Nominal; Soportado=(Verdadero, Falso)	Permite el Bloqueo de la instalacion de complementos	VERDADERO	VERDADERO	25			25		
	2 Integridad											
	1 Seguridad de la aplicación-											
		1 Complemento										
		1 Restringir complementos.	Soportado: Nominal; Soportado=(Verdadero, Falso)	Restringir descarga de complementos	VERDADERO	VERDADERO	25			25		
		2 Activar complementos.	Soportado: Nominal; Soportado=(Verdadero, Falso)	Permitir descarga de complementos	VERDADERO	VERDADERO	25			25		
								4 tributos, peso por cada atributo 25				4 tributos, peso por cada atributo 25
MANTENIBILIDAD							VALOR DE CADA ATRIBUTO	SUMA DE LOS ATRIBUTOS /100 %		VALOR DE CADA ATRIBUTO	SUMA DE LOS ATRIBUTOS /100 %	
8	1 Analizabilidad.											
		1 Consola de error										
		1 Errores.	Soportado: Nominal; Soportado=(Verdadero, Falso)	Capacidad de ver todos los errores que se presenta en la aplicación.	VERDADERO	VERDADERO	12.5	100		12.5	100	
		2 Advertencias.	Soportado: Nominal; Soportado=(Verdadero, Falso)	Capacidad de visualizar las advertencias que se nos presentaron.	VERDADERO	VERDADERO	12.5			12.5		
	2 Modificabilidad.											
		1 Actualizar Producto	Soportado: Nominal; Soportado=(Verdadero, Falso)	Opcion para actualizar software ya sea manual o automaticamente	VERDADERO	VERDADERO	12.5			12.5		
		2 Actualizar Componentes	Soportado: Nominal; Soportado=(Verdadero, Falso)	Actualizacion de Componentes.	VERDADERO	VERDADERO	12.5			12.5		
		3 Eliminar Componentes.	Soportado: Nominal; Soportado=(Verdadero, Falso)	Permite Eliminar Componentes.	VERDADERO	VERDADERO	12.5			12.5		
	3 Comprabilidad.											
		1 Mensajes de notificaciones de errores.	Soportado: Nominal; Soportado=(Verdadero, Falso)	Información proporcionada automáticamente en caso de problemas en la sintaxis o demas situaciones dadas en la estructura y ejecución del proyecto.	VERDADERO	VERDADERO	12.5			12.5		
9		2 Mensajes informativos	Soportado: Nominal; Soportado=(Verdadero, Falso)	Información automática prevista para avisos alertas sobre posibles eventos a suctarse o que se estan dando.	VERDADERO	VERDADERO	12.5			12.5		
	4 Estabilidad.											
	1 Situaciones entre versiones.											
		1 Tiempo transcurrido entre actualizaciones.	Periodo: Ratio; Periodo = Float[Month]	Especifica el tiempo entre actualizaciones								
		2 Tiempo transcurrido entre nuevas versiones.	Periodo: Ratio; Periodo = Float[Month]	Especifica el tiempo entre nuevas versiones.								
		3 Compatibilidad hacia atras de una nueva versión.	Soportado: Nominal; Soportado=(Verdadero, Falso)	Si es compatible una nueva version con las anteriores a la misma.	VERDADERO	VERDADERO	12.5			12.5		
								8 atributos, peso por cada atributo 12.5				8 atributos, peso por cada atributo 12.5

Figura C- 3. Compatibilidad, seguridad y mantenibilidad

8 PORTABILIDAD							SUMA DE LOS ATRIBUTOS /100 %			VALOR DE CADA ATRIBUTO	SUMA DE LOS ATRIBUTOS /100 %		
PORTABILIDAD	1	Adaptabilidad											
		1	Sistemas operativos soportados	Soportado: Nominal; Soportado=(Verdadero, Falso)	Posibilidad de adaptarse a cualquier sistema operativo	VERDADERO	VERDADERO	8.33	100		8.33	100	
	2	Capacidad de instalación											
		1	Facilidades de instalación incorporadas		Capacidad de asistir en el sistema de instalación								
			1	Wizards de instalación y configuración	Soportado: Nominal; Soportado=(Verdadero, Falso)	Conjunto de utilidades diseñado para automatizar la configuración y algunas de las tareas realizadas.	VERDADERO	VERDADERO	8.33		8.33		
		2	Soporte a la instalación		Capabilidad externa para asistir sobre la instalación del sistema								
		1	Documentación proporcionada		Documentación proporcionada con el software								
				1	Manual de administración y usuario	Contenido Nominal; Contenido=(no provisto, Básico, Medio, Avanzado)	Los manuales de usuario y de instalación y otra documentación vienen con el componente ¿Es pertinente la información facilitada por el fabricante. ¿Es completa y clara?, ¿Explicar profundamente las características o sólo describirlos?.	VERDADERO	VERDADERO	8.33		8.33	
				2	FAQ o tips	Contenido Nominal; Contenido=(no provisto, Básico, Medio, Avanzado)	Documentación con preguntas frecuentes y sugerencias para el usuario	VERDADERO	VERDADERO	8.33		8.33	
				3	Archivos de ayuda	Contenido Nominal; Contenido=(no provisto, Básico, Medio, Avanzado)	Existen archivos de ayuda con el componente	VERDADERO	VERDADERO	8.33		8.33	
		2	Documentación externa		Documentación permitida de fuentes externas al software								
				1	Ayuda en línea	Contenido Nominal; Contenido=(no provisto, Básico, Medio, Avanzado)	Se provee archivos de ayuda por Internet	VERDADERO	VERDADERO	8.33		8.33	
				2	Documentación publicada	Contenido Nominal; Contenido=(no provisto, Básico, Medio, Avanzado)	Se encuentran en cualquier fuente de información como libros, revistas, reportajes, etc.	VERDADERO	VERDADERO	8.33		8.33	
	3	Reemplazamiento o Sustitución											
			1	Con nuevas versiones	Soportado: Nominal; Soportado=(Verdadero, Falso)	Capacidad de actualizar el programa automáticamente	VERDADERO	VERDADERO	8.33		8.33		
			2	Con otro producto de la competencia	Soportado: Nominal; Soportado=(Verdadero, Falso)	Si puede ser reemplazado por otro producto de software si así el usuario lo requiere	VERDADERO	VERDADERO	8.33		8.33		
	4	Coexistencia											
			1	Compartir recursos con otros sw	Soportado: Nominal; Soportado=(Verdadero, Falso)	Capacidad de adaptación con otros productos software	VERDADERO	VERDADERO	8.33		8.33		
			2	Coexistencia con otros sw	Soportado: Nominal; Soportado=(Verdadero, Falso)	Capacidad del sw para coexistir con otros productos sw independientes dentro de un mismo entorno.	VERDADERO	VERDADERO	8.33		8.33		
	5	Conformidad de portabilidad											
			1	Se adapta a estándares	Soportado: Nominal; Soportado=(Verdadero, Falso)	La capacidad del software para adherirse a estándares o convenciones relacionados a la portabilidad.	VERDADERO	VERDADERO	8.33		8.33		
										12 atributos, peso por cada atributo 8.33		12 atributos, peso por cada atributo 8.33	

Figura C- 4. Portabilidad

Anexo D

Diagrama de clases

DAO

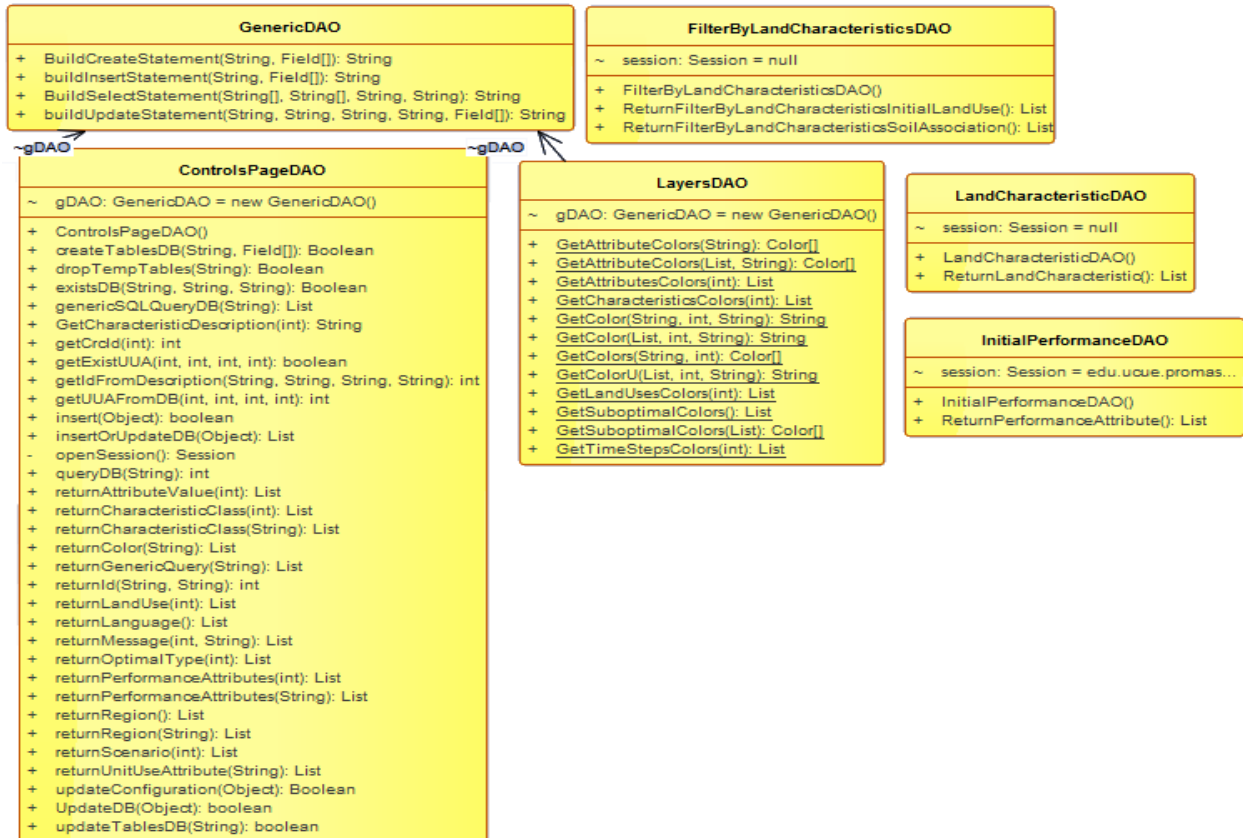


Figura D- 1. Clases DAO

Results

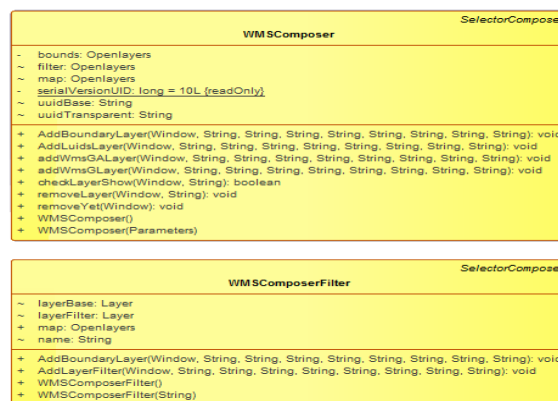


Figura D- 2. Clases Results



Translation

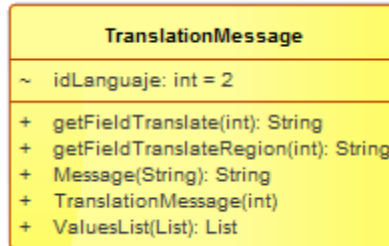


Figura D- 3. Clase Translation

Question

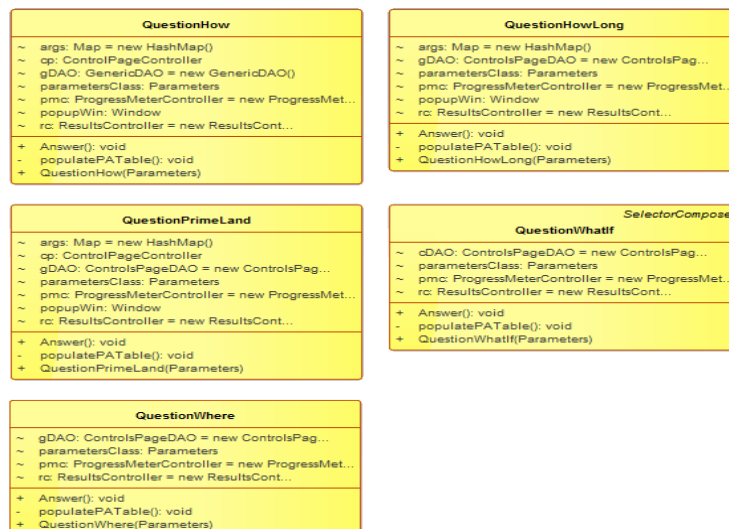


Figura D- 4. Clases Question

Controller. En el diagrama de clases de controladores se especifica sólo la relación entre las clases debido a la gran cantidad de atributos y métodos presentes en las clases.

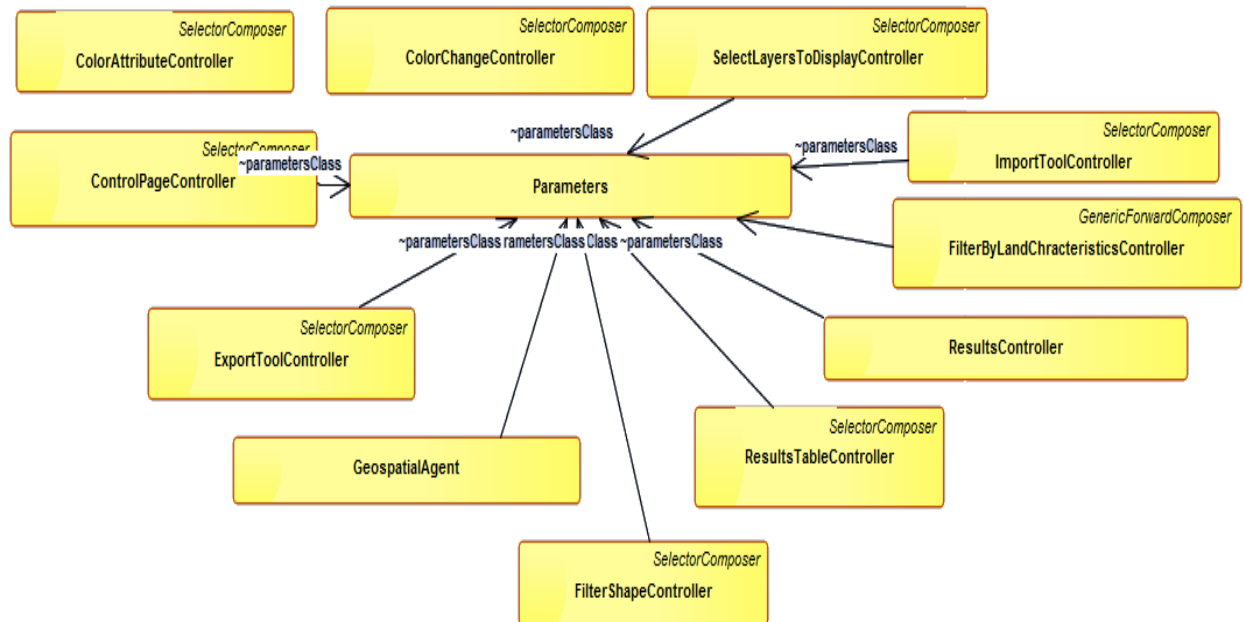


Figura D- 5. Clase Controller

Utils

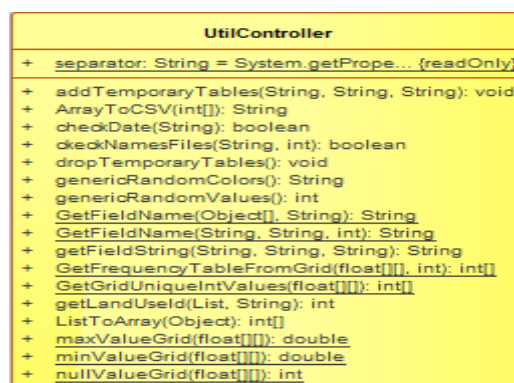


Figura D- 6. Clase Utils

Anexo E

Pruebas

Módulo de Internacionalización

El sistema tiene la capacidad de cambiar a 4 diferentes idiomas: inglés, español, holandés y francés. Las pruebas a realizar sobre la aplicación son:

- Cambio de idioma a Ingles. Cuando el usuario selecciona el idioma Ingles en la sección lenguaje, se presenta el sistema en el idioma inglés, como se muestra en la figura E- 1.



Figura E -1. Interfaz en el idioma inglés

- Cambio de idioma a español. Cuando el usuario selecciona el idioma español en la sección lenguaje, se presenta el sistema en el idioma español, como se muestra en la figura E -2.



Figura E -2. Interfaz en el idioma español

- Cambio de idioma a francés. Cuando el usuario selecciona el idioma Francés en la sección lenguaje, se presenta el sistema en el idioma francés, como se muestra en la figura E -3.



Figura E 3. Interfaz en el idioma francés

- Cambio de idioma a holandés. Cuando el usuario selecciona el idioma Holandés en la sección lenguaje, se presenta el sistema en el idioma holandés, como se muestra en la figura E -4.



Figura E -4 Interfaz en el idioma holandés

Módulo de Importación

En el sistema para la importación de datos de una región, las pruebas a realizar sobre la aplicación son:

- Importación de archivo Excel.

Formato no válido. Al ingresar un archivo que no sea de tipo Excel, la aplicación responde con un mensaje como se muestra en la figura E -5.

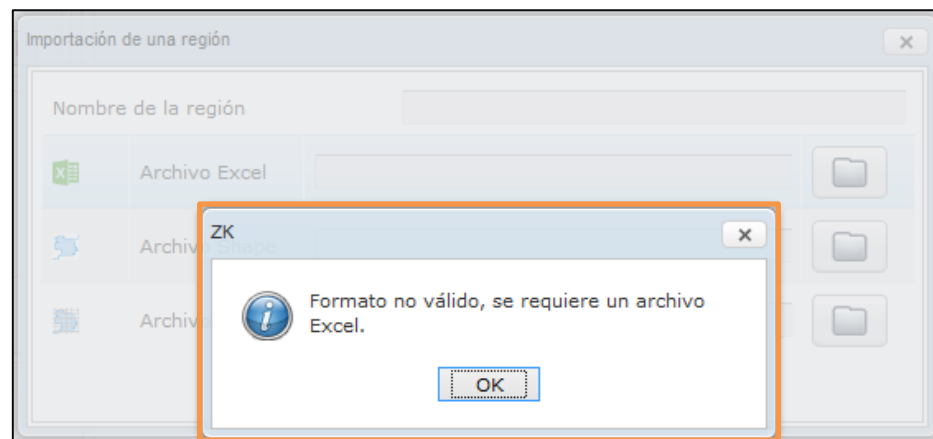


Figura E -5. Error al importar un formato distinto al solicitado

Importación exitosa. Al ingresar un archivo de formato Excel correcto, se muestra la ruta del archivo y se carga el archivo como en la figura E -6.



Figura E -6. Importación del archivo Excel correcta

- Importación de archivo empaquetado .zip shapefile.

Formato no válido. Al ingresar un archivo que no sea de tipo empaquetado .zip la aplicación responde con un mensaje como se muestra en la figura E -7.

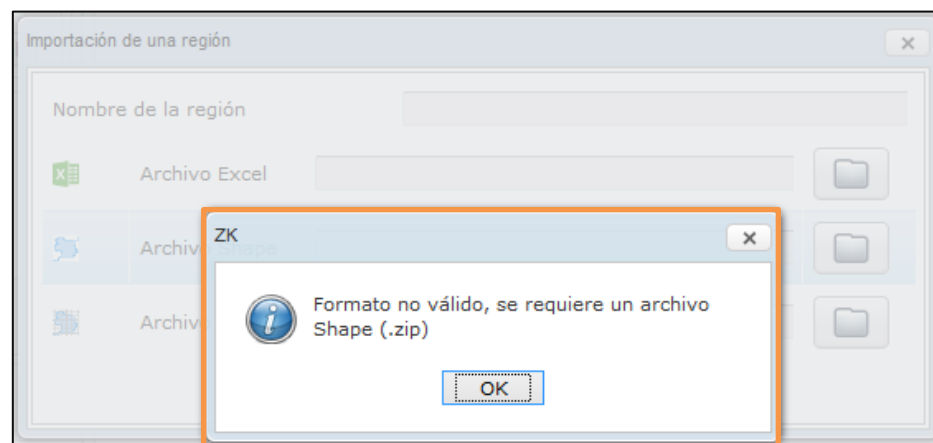


Figura E -7. Error al importar un formato distinto al solicitado.

Empaquetado no válido. Al ingresar un empaquetado en el cual el nombre del archivo y los de su interior son diferentes la aplicación responde con un mensaje como se muestra en la figura E -8.

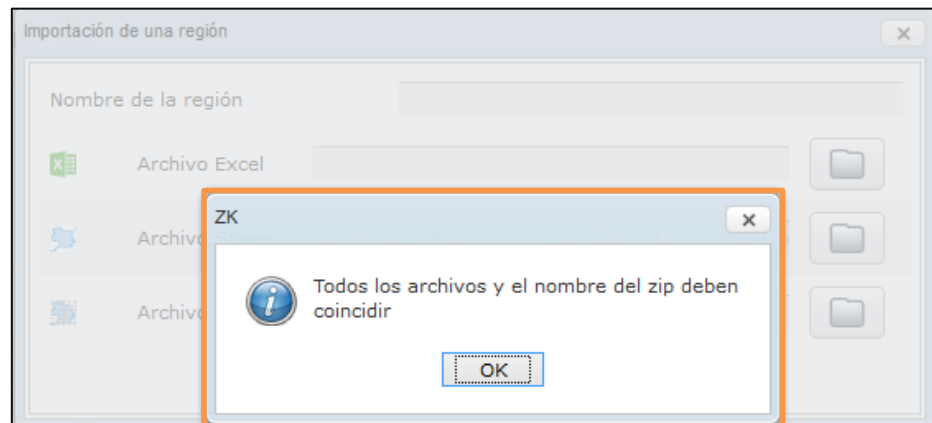


Figura E -8. Error en nombres del empaquetado shape.

Empaquetado no válido. Al ingresar un empaquetado en el cual el shapefile no cuenta con el mínimo de archivos requeridos la aplicación responde con un mensaje como se muestra en la figura E -9.

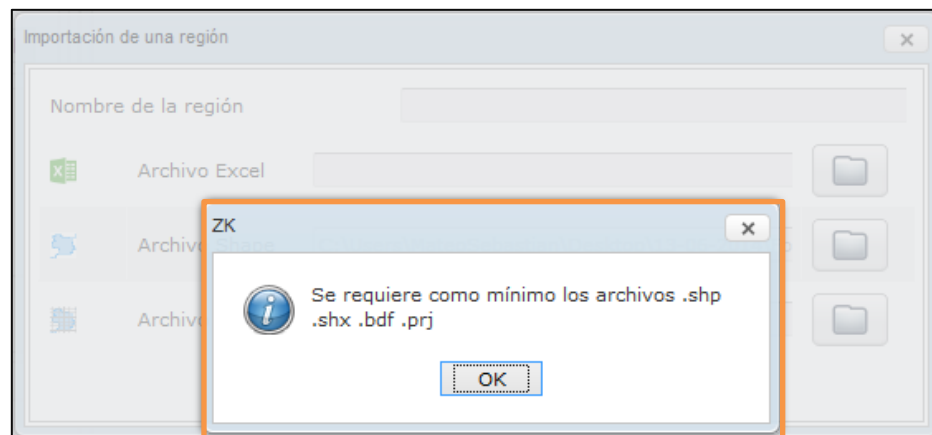


Figura E -9. Error al no disponer de los archivos necesarios

Empaquetado, proyección no válida. Al ingresar un empaquetado en el cual el archivo .prj no tiene la proyección en el formato requerida, la aplicación responde con un mensaje como se muestra en la figura E -10.

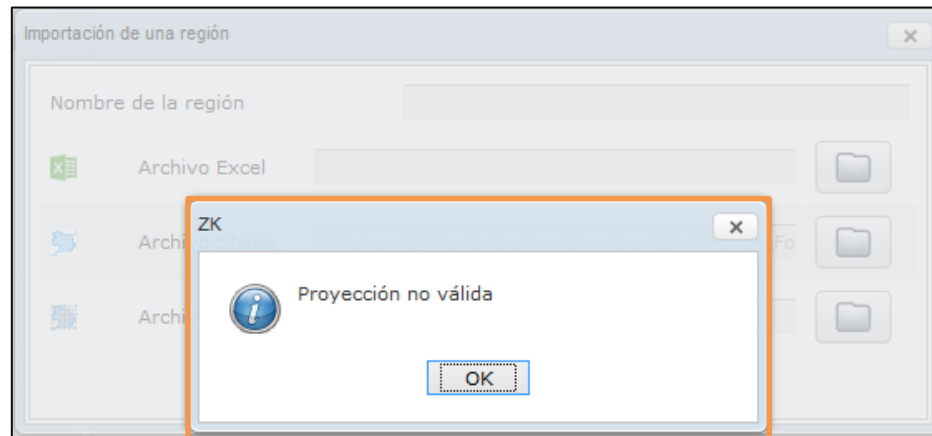


Figura E -10. Error al no tener una proyección válida

Importación exitosa. Al ingresar un archivo zip correcto, se muestra la ruta del archivo y se carga el archivo como en la figura E -11.

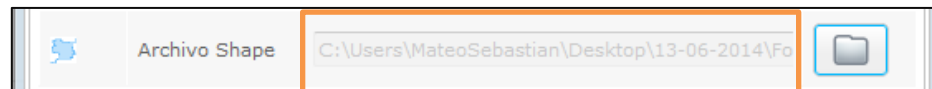


Figura E -11. Importación del archivo shape correcta.

- Importación de archivo ráster.

Formato no válido. Al ingresar un archivo que no sea de tipo ráster extensión .asc la aplicación responde con un mensaje como se muestra en la figura E -12.

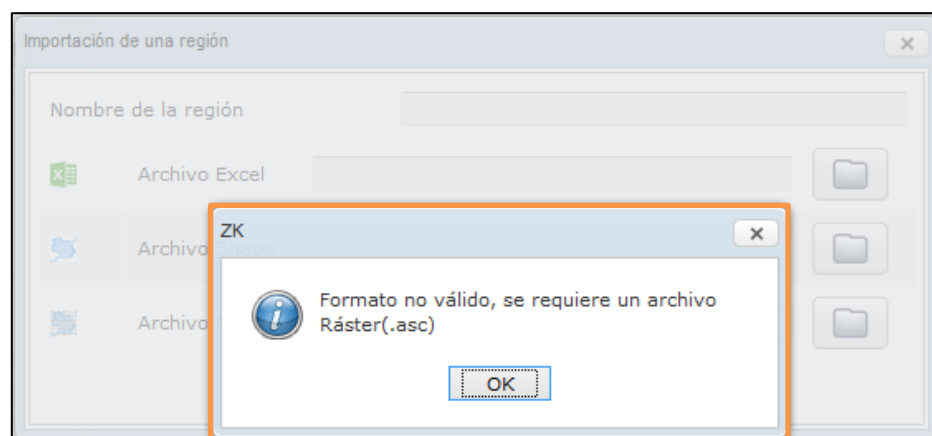


Figura E -12. Error al importar un formato distinto al solicitado.

Importación exitosa. Al ingresar un archivo de formato ráster con extensión .asc correcto, la aplicación carga el archivo como en la figura E -13.



Figura E -13. Importación de archivo ráster correcta

- Importación exitosa de una región. Al ejecutar la importación exitosamente se cargan los datos como en la figura E -14.

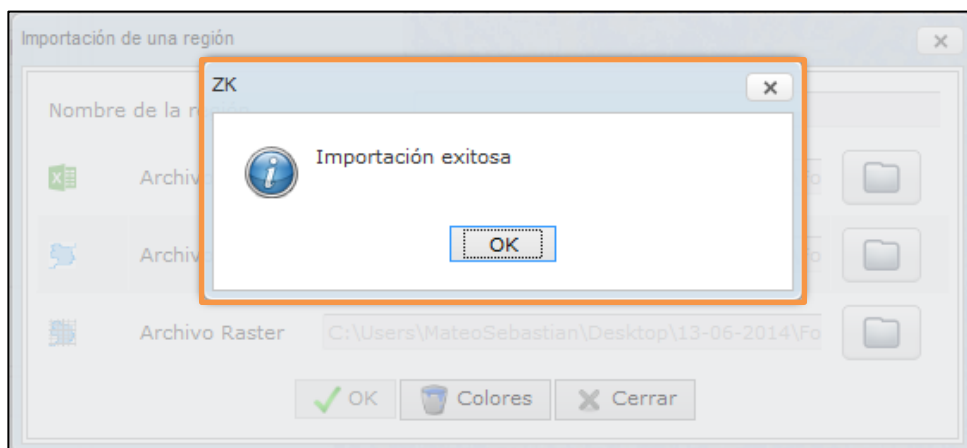


Figura E -14. Importación exitosa de una región

- Cambio de colores a los atributos de la región. Después de haber sido importados los datos, se puede cambiar el color de los atributos de una región. En la figura E -15 se muestra el atributo “Eucalypt plantation” con un color asignado.

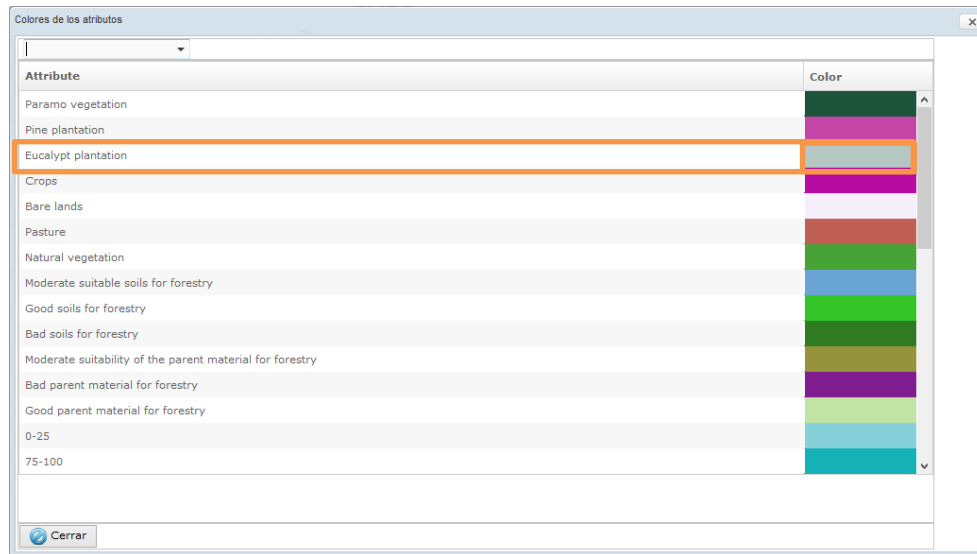


Figura E -15. Atributo Eucalypt plantation con un color asignado

Se señala el color actual y se elige otro para el atributo “Eucalypt plantation” como se muestra en la figura E -16.

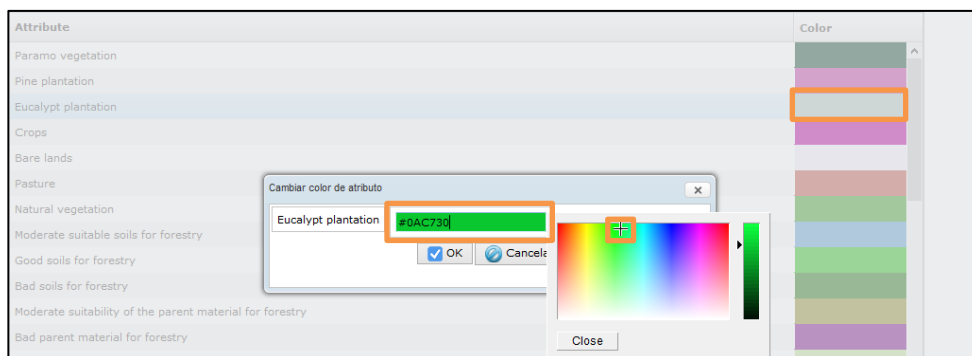


Figura E -16. Elección de un color diferente al atributo Eucalypt plantation

Es así como después de presionar Ok y al abrir nuevamente la ventana de Colores, se ha cambiado el color del atributo “Eucalypt plantation” como en la figura E -17.

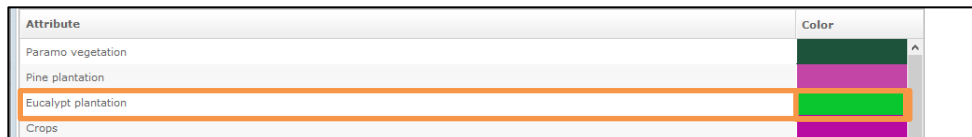


Figura E -17. Resultado de cambio de color al atributo Eucalypt plantation

Módulo de Elaboración de consultas

En el módulo de elaboración de consultas las pruebas a realizar sobre la aplicación son.

- Elaboración de la primera pregunta ¿Cuando el uso del suelo se especifica tipo de aplicación?

En el formulario “Seleccione una región y escenario” de la figura E -18 se elige: la región de “Tabacay”, el escenario como “No climate change”. Al seleccionar siguiente se espera el formulario “Seleccione el tipo de pregunta”.

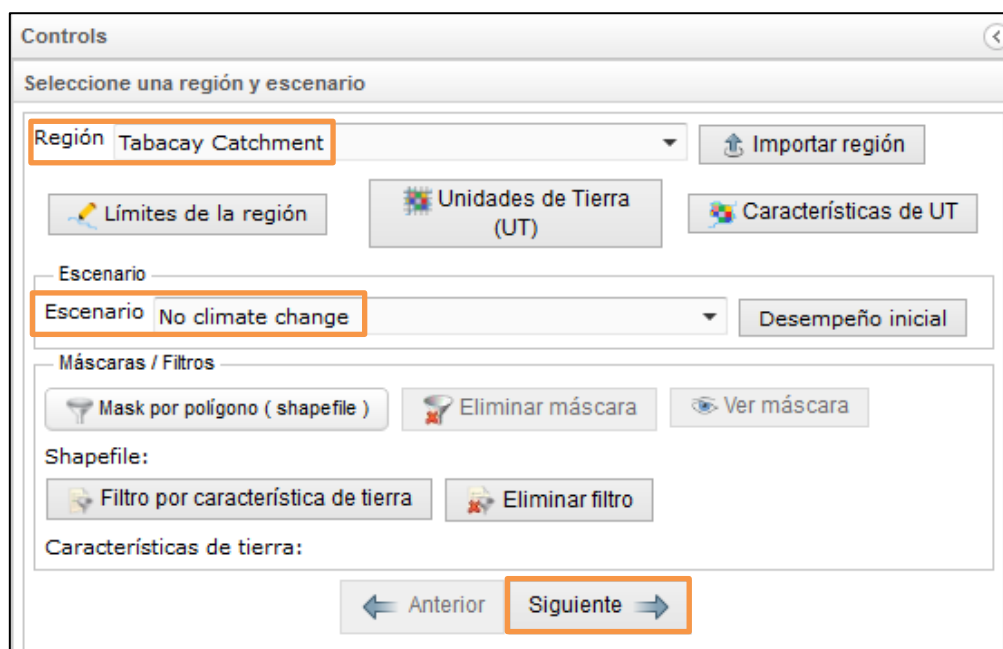


Figura E -18. Formulario seleccione región y escenario.

Se presenta el formulario “Seleccione el tipo de pregunta”, donde se elige la primera pregunta “¿Cuándo el uso del suelo se especifica tipo de aplicación? ¿Qué tipo de solicitud de uso del suelo?”, para esta pregunta requerimos de los mejores resultados y los valores de rendimiento por lo que se selecciona las opciones de acuerdo a la figura N° 19. Al seleccionar siguiente se espera el formulario “Uso del suelo futuro”.

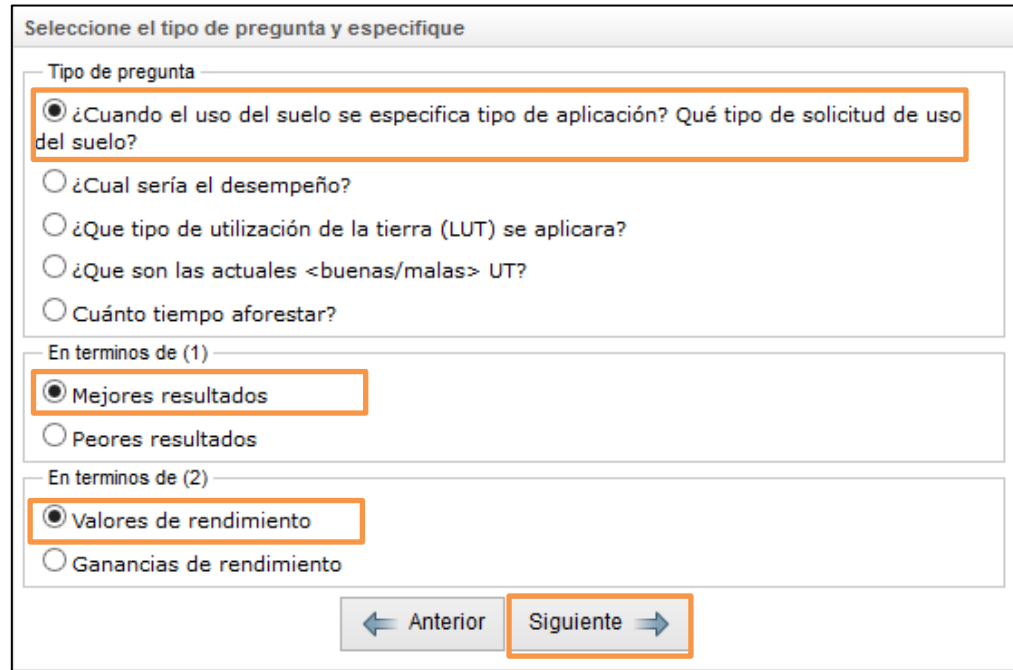


Figura E -19. Formulario seleccione el tipo de pregunta

Se presenta el formulario “Uso futuro de la tierra”, donde se elige “Pinus” como objetivo para el plan de forestación de acuerdo a la figura E -20. Al seleccionar siguiente se espera el formulario “Establecer parámetros de tiempo”.

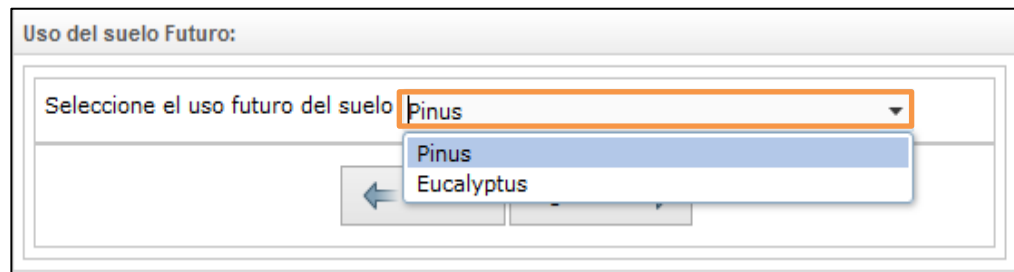
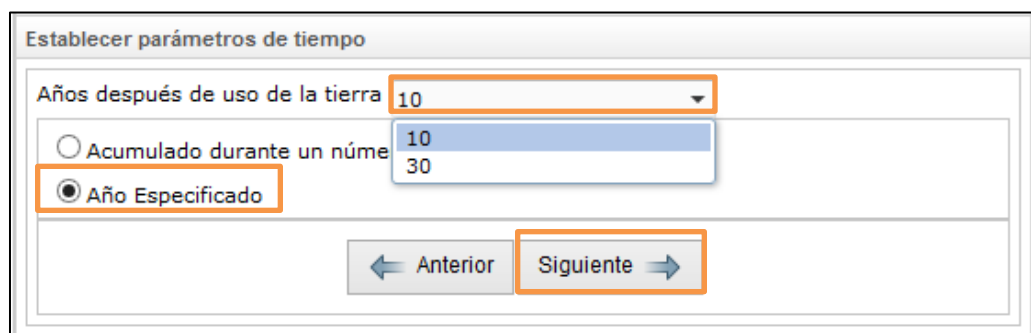


Figura E -20. Formulario uso futuro de la tierra

Se presenta el formulario “Establecer parámetros de tiempo” en la figura E -21, donde elegimos un año específico en este caso 10. Al seleccionar siguiente se espera el formulario “Determinar los atributos de desempeño”.



Establecer parámetros de tiempo

Años después de uso de la tierra 10

☐ Acumulado durante un número

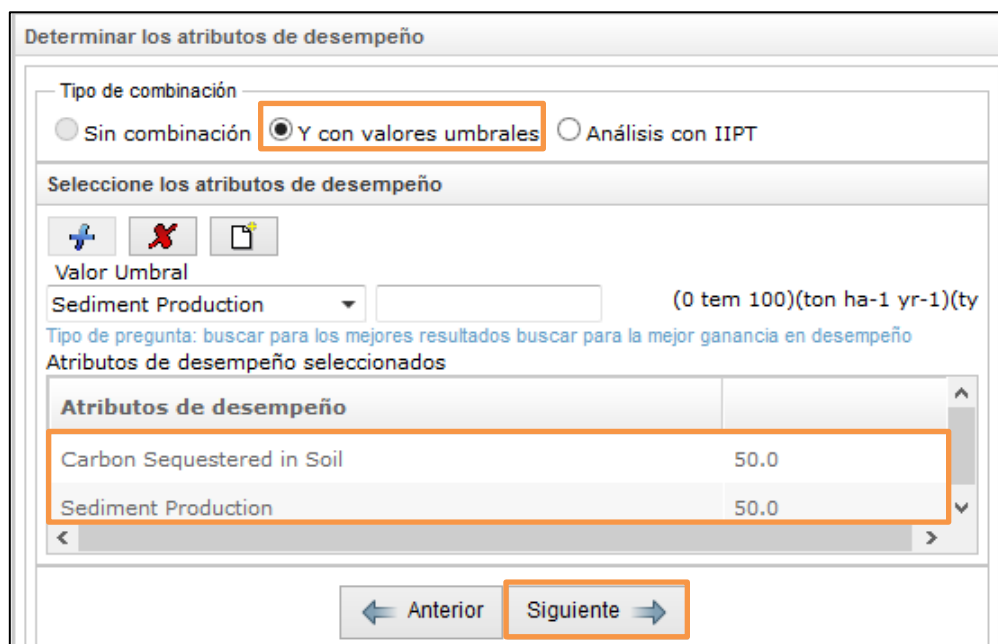
☒ Año Especificado

10
30

Anterior Siguiente

Figura E -21. Formulario establecer parámetros de tiempo

Se presenta el formulario “Determinar los atributos de desempeño” en la figura E -22, donde para esta pregunta elegimos “Y con umbrales” en el tipo de combinación, en cuanto a los atributos de desempeño elegimos “Carbon Sequestered in soil” con un valor de 50 y “Sediment Production” con un valor de 50. Al seleccionar siguiente se espera el formulario “Área mínima a ser encontrada”.



Determinar los atributos de desempeño

Tipo de combinación

☐ Sin combinación ☒ Y con valores umbrales ☐ Análisis con IIPT

Seleccione los atributos de desempeño

Valor Umbral

Sediment Production (0 tem 100)(ton ha-1 yr-1)(ty

Tipo de pregunta: buscar para los mejores resultados buscar para la mejor ganancia en desempeño

Atributos de desempeño seleccionados

Atributos de desempeño	
Carbon Sequestered in Soil	50.0
Sediment Production	50.0

Anterior Siguiente

Figura E -22. Formulario determinar los atributos de desempeño

Se presenta el formulario “Área mínima a ser encontrada” en la figura E -23, donde no se especifica un mínimo en el área como se muestra en la figura “”. Al seleccionar siguiente se espera el formulario “Ejecutar consulta”.

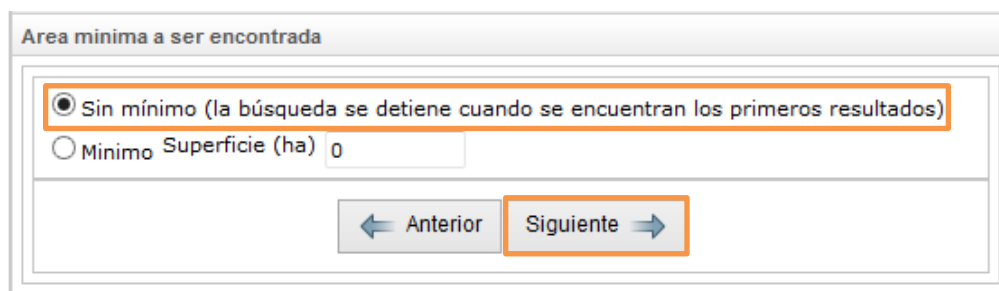


Figura E -23. Formulario área mínima a ser encontrada

Módulo de Ejecución de consultas

En el módulo de ejecución de consultas

- Realizar la consulta. Luego de elaborar la consulta se procede a su ejecución como se muestra en la figura E -24, el sistema procesa y muestra el resultado como en la figura E -25:

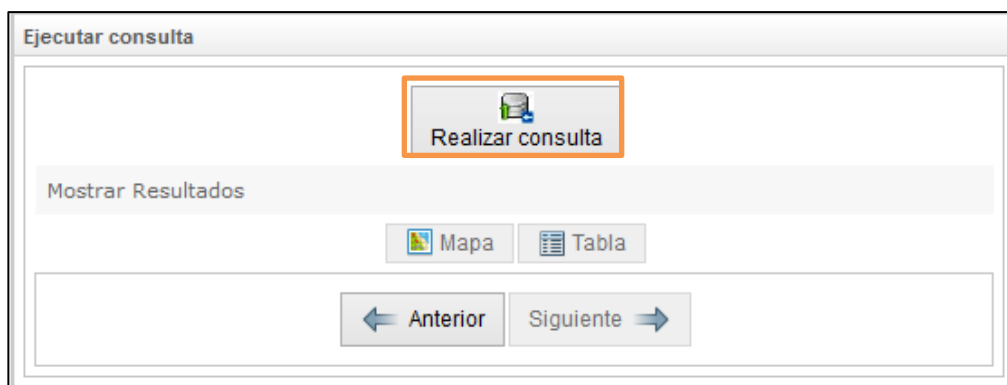


Figura E -24. Formulario ejecutar consulta

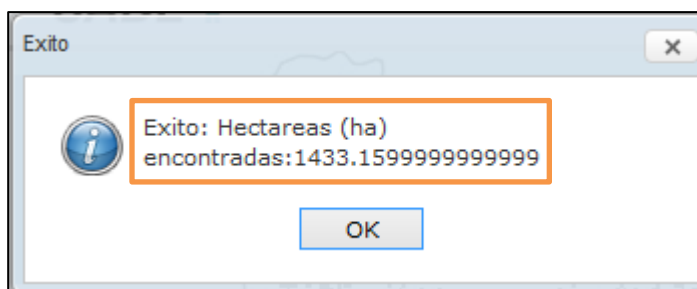


Figura E -25. Mensaje de éxito en la operación y resultados

Módulo de Presentación de Resultados

El sistema puede presentar los resultados generados de dos maneras mediante una tabla o un mapa. Las pruebas a realizar sobre la aplicación son:

- Presentación de resultados mediante una tabla. Momento después de la ejecución de la consulta el sistema permite la presentación de resultados mediante una tabla como se muestra en la figura E -26, al presionar la opción “Tabla” se presenta la tabla de resultados de acuerdo a la figura E -27.

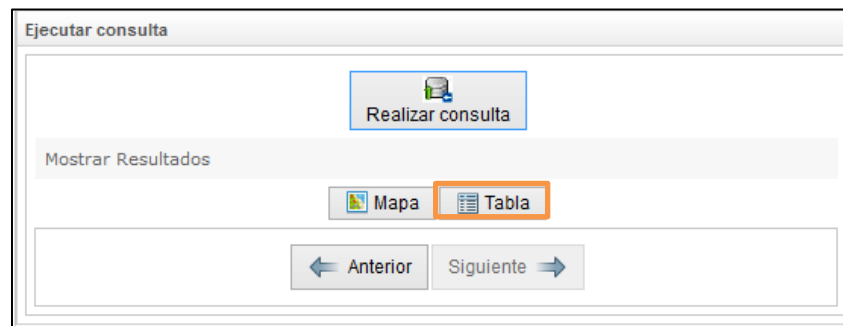
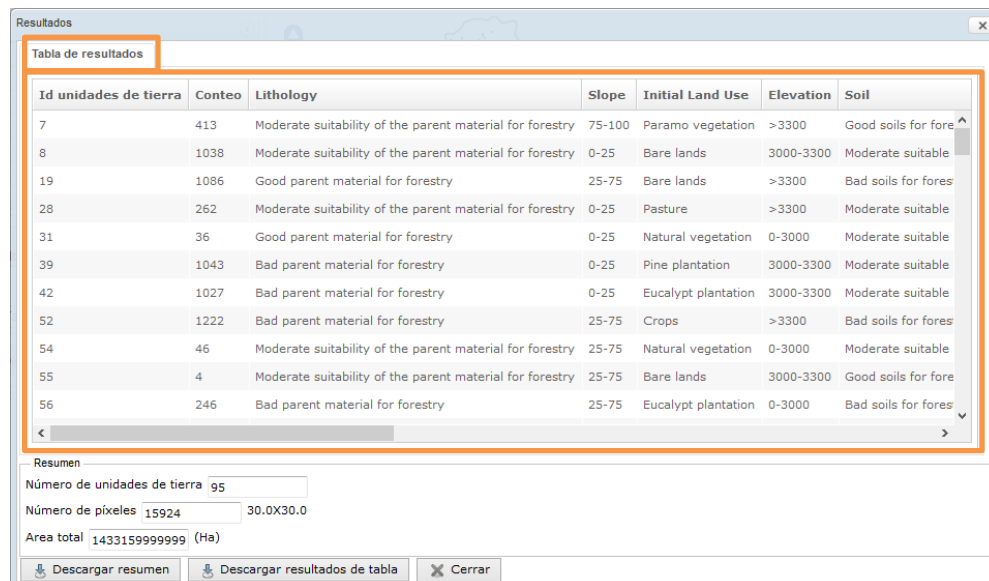


Figura E -26. Selección de resultados mediante una tabla



The screenshot shows a window titled 'Resultados'. It contains a table with the following data:

Id unidades de tierra	Conteo	Lithology	Slope	Initial Land Use	Elevation	Soil
7	413	Moderate suitability of the parent material for forestry	75-100	Paramo vegetation	>3300	Good soils for fore
8	1038	Moderate suitability of the parent material for forestry	0-25	Bare lands	3000-3300	Moderate suitable
19	1086	Good parent material for forestry	25-75	Bare lands	>3300	Bad soils for fores
28	262	Moderate suitability of the parent material for forestry	0-25	Pasture	>3300	Moderate suitable
31	36	Good parent material for forestry	0-25	Natural vegetation	0-3000	Moderate suitable
39	1043	Bad parent material for forestry	0-25	Pine plantation	3000-3300	Moderate suitable
42	1027	Bad parent material for forestry	0-25	Eucalypt plantation	3000-3300	Moderate suitable
52	1222	Bad parent material for forestry	25-75	Crops	>3300	Bad soils for fores
54	46	Moderate suitability of the parent material for forestry	25-75	Natural vegetation	0-3000	Moderate suitable
55	4	Moderate suitability of the parent material for forestry	25-75	Bare lands	3000-3300	Good soils for fore
56	246	Bad parent material for forestry	25-75	Eucalypt plantation	0-3000	Bad soils for fores

Below the table, there is a 'Resumen' section with the following information:

- Número de unidades de tierra: 95
- Número de píxeles: 15924
- 30.0X30.0
- Area total: 1433159999999 (Ha)

At the bottom, there are three buttons: 'Descargar resumen', 'Descargar resultados de tabla', and 'Cerrar'.

Figura E -27. Tabla de resultados

- Presentación de resultados de pregunta mediante un mapa. Momento después de la ejecución de la consulta el sistema permite la presentación de resultados mediante un mapa como se muestra en la figura E -28, al

presionar la opción “Mapa” se presentan los resultados de acuerdo a la figura E -29.



Figura E -28. Selección de resultados mediante un mapa

En la presentación del mapa además existe información de diferentes tipos los cuales son: 1) Mapa de la capa de acuerdo a su proyección, 2) Propiedades, que consta de propiedades de la capa y esquema de colores, 3) Menú desplegable con el esquema de colores del mapa actual. Para obtener las propiedades del mapa se debe dar click derecho sobre la capa deseada y seleccionar propiedades, como en la figura E -30.

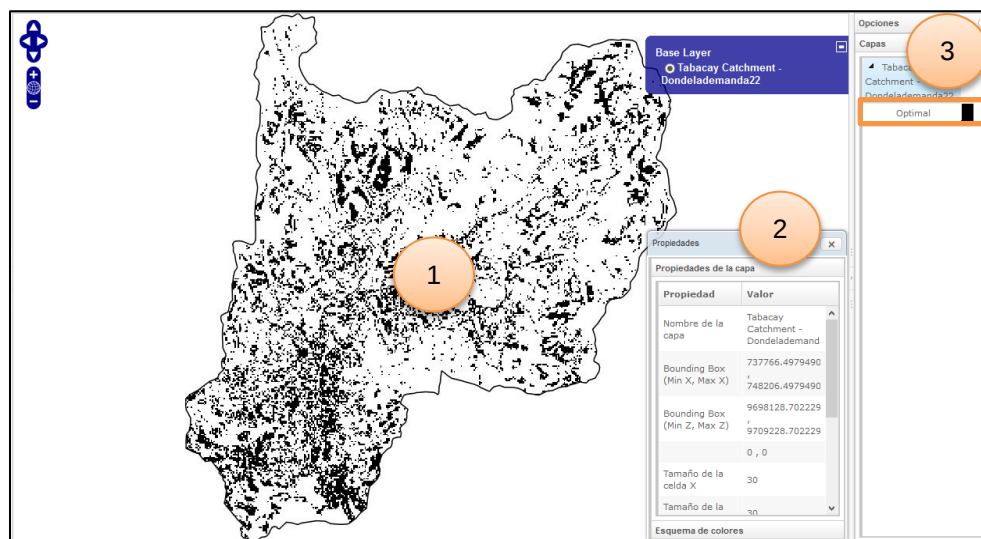


Figura E -29. Presentación de resultados mediante un mapa

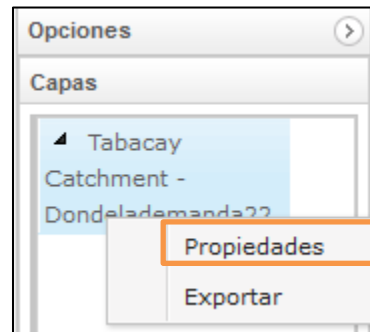


Figura E -30. Selección de propiedades de los resultados

- Presentación de los bordes de una región mediante un mapa. Al requerir los bordes de una región la aplicación presenta un mapa como en la figura E -31, donde se tienen la siguiente información: 1) Bordes de la región, 2) Propiedades, que consta de propiedades de la capa y esquema de colores este último en este caso no existe, 3) Adición de la capa al menú. Para obtener las propiedades del mapa se debe dar click derecho sobre la capa deseada y seleccionar propiedades, como en la figura E -32.

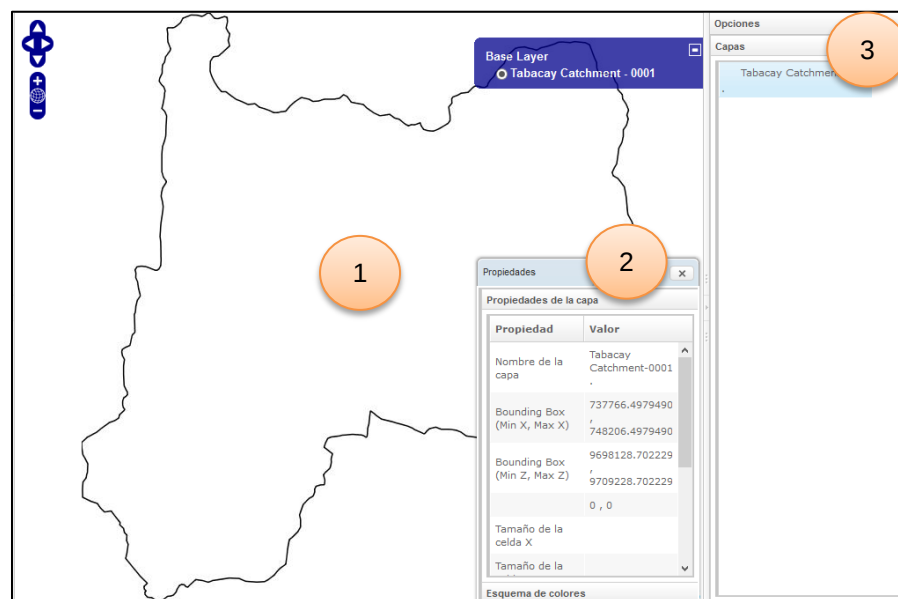


Figura E -31. Presentación de los bordes de la región e información de la capa

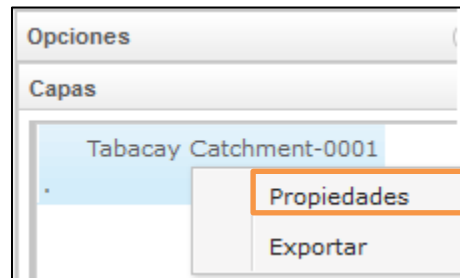


Figura E -32. Selección de propiedades de los bordes de la región

- Presentación de resultados de características de la región mediante un mapa.
 - Al requerir las características de una región la aplicación presenta las características de acuerdo a la región como en la figura E -33 y al seleccionar una característica “Initial Land Use” muestra un mapa como en la figura E -34:

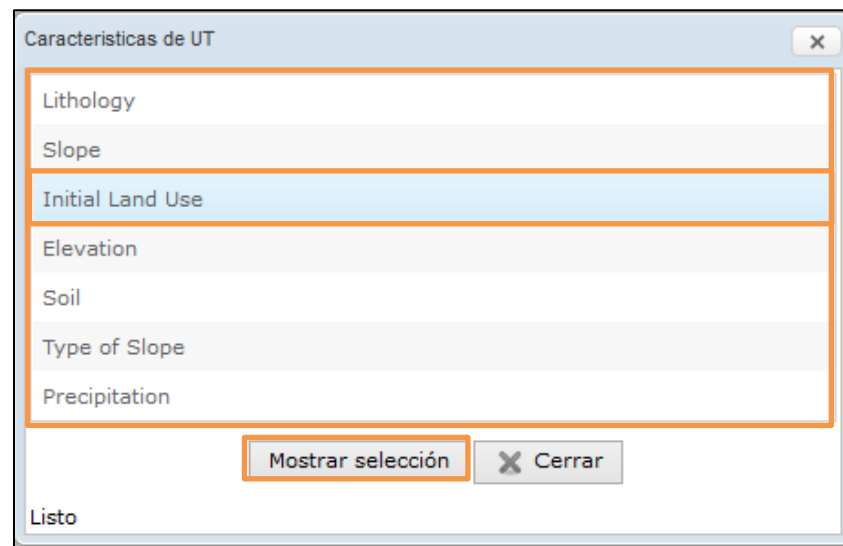


Figura E -33. Selección de la característica “Initial land use”

En la presentación del mapa además existe información de diferentes tipos los cuales son: 1) Mapa de la capa de acuerdo a su proyección, 2) Propiedades, que consta de propiedades de la capa y esquema de colores, 3) Menú desplegable con el esquema de colores del mapa actual. Para obtener las propiedades del mapa se debe dar click derecho sobre la capa deseada y seleccionar propiedades, como en la figura E -35.

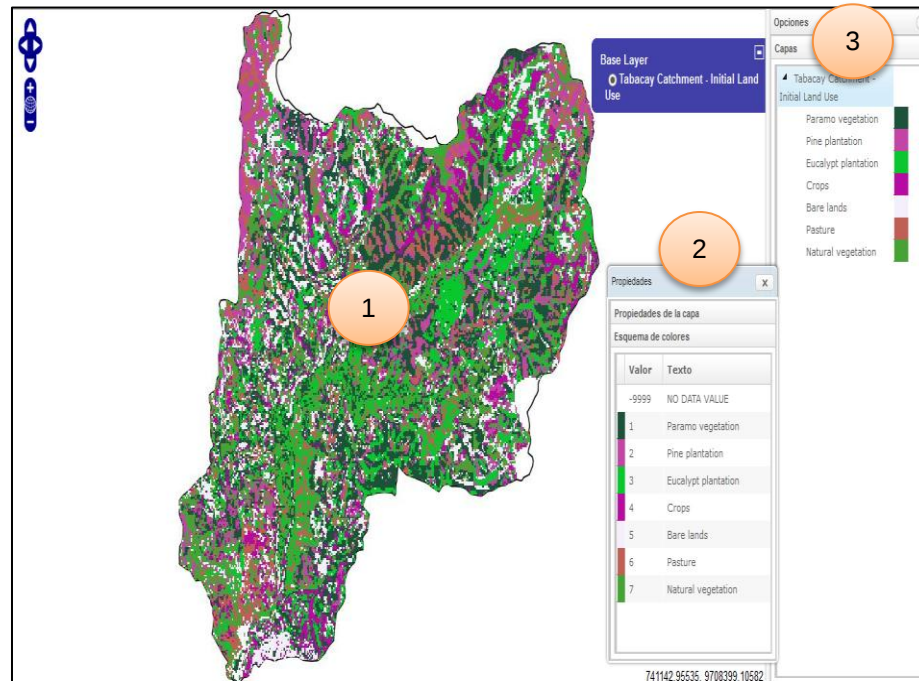


Figura E -34. Presentación de la característica “Initial land use” e información de la capa

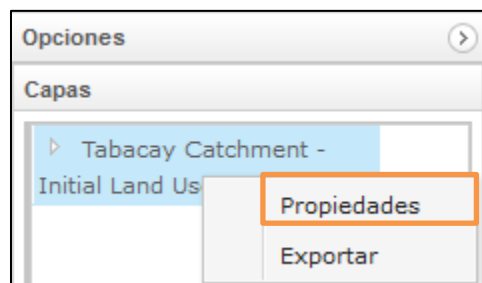


Figura E -35. Selección de propiedades de la característica Initial land use

- Presentación de resultados de los atributos de rendimiento de la región mediante un mapa.

Al requerir los atributos de rendimiento de una región la aplicación presenta los atributos de acuerdo a la región como en la figura E - 36, al elegir mostrar selección “Sediment Production” se muestra un mapa como en la figura E -37:

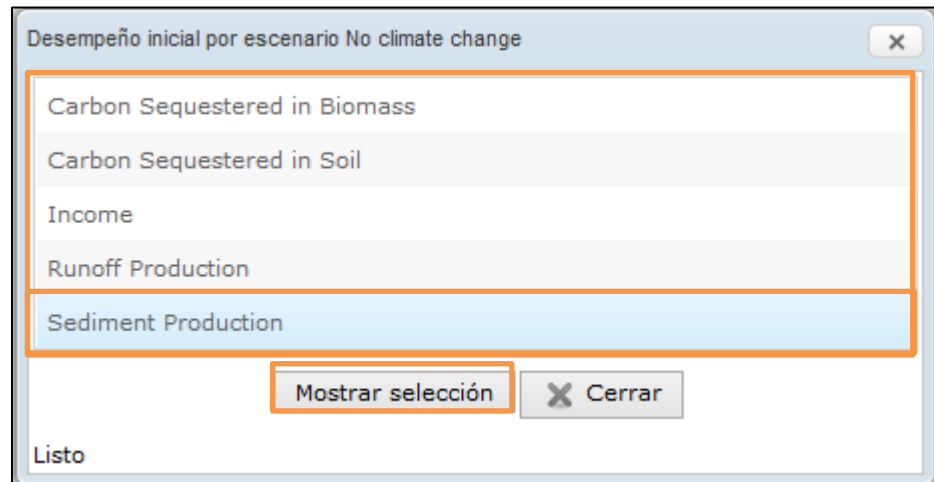


Figura E -36. Selección del atributo “Sediment production”

En la presentación del mapa además existe información de diferentes tipos los cuales son: 1) Mapa de la capa de acuerdo a su proyección, 2) Propiedades, que consta de propiedades de la capa y esquema de colores, 3) Menú desplegable con el esquema de colores del mapa actual. Para obtener las propiedades del mapa se debe dar click derecho sobre la capa deseada y seleccionar propiedades, como en la figura E -38.

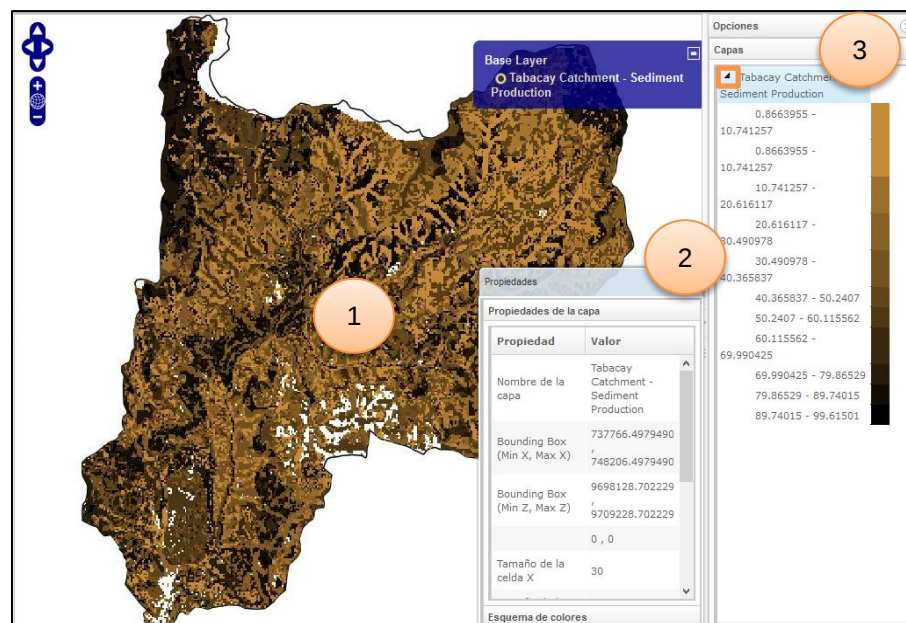


Figura E -37. Presentación del atributo “Sediment production” e información de la capa

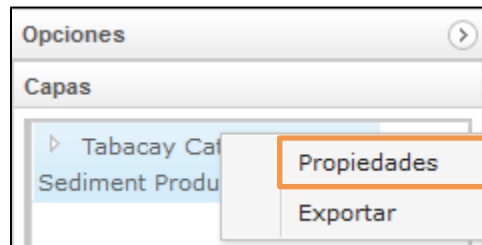


Figura E -38. Selección de propiedades del atributo de rendimiento Sediment Production

Módulo de Exportación.

El sistema genera información en tablas y mapas que pueden ser exportados. Las pruebas a realizar en la aplicación son:

- Exportación de tabla a formato CSV. Al tener la información visual en una tabla, se permite descargar los resultados de tabla en formato CSV como se muestra en la figura E -39:

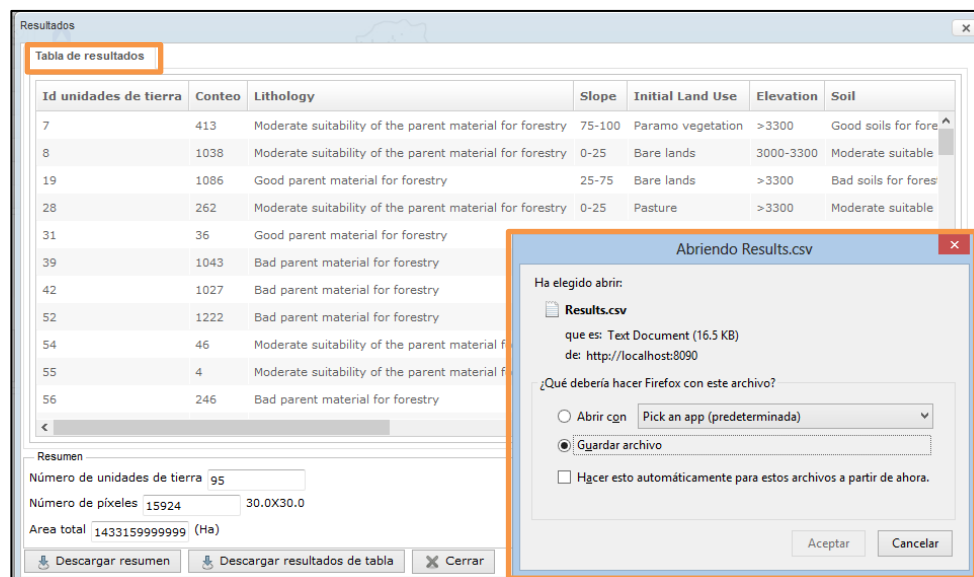


Figura E -39. Descarga de la tabla de resultados.

- Exportación resumen a formato CSV. Al tener la información visual en una tabla se permite descargar el resumen en formato CSV como se muestra en la figura E -40:

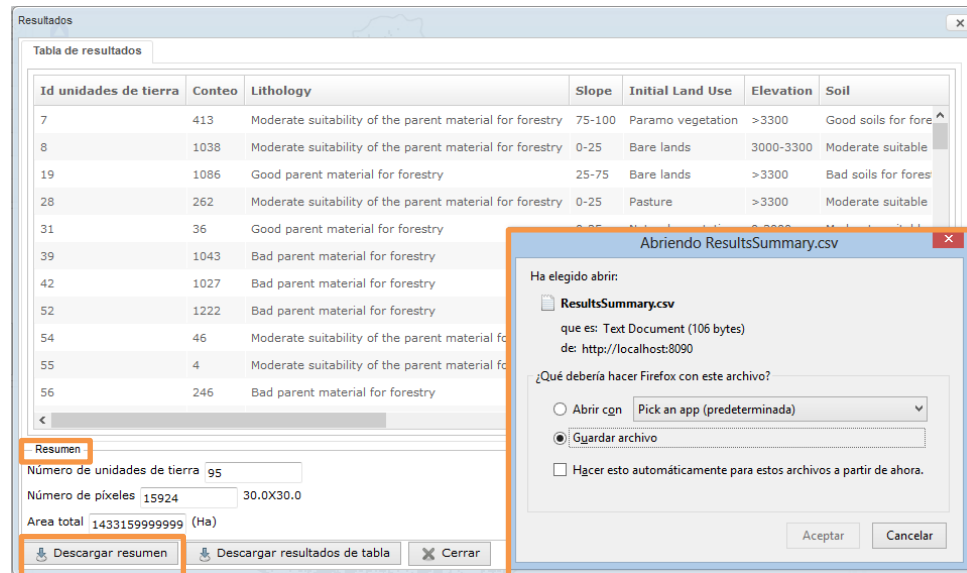


Figura E -40. Descarga del resumen de la tabla

- Exportación capas vectoriales. Al tener la información visualmente en un mapa, se permite descargar la información, se presenta en módulo de exportación de datos vectoriales en la figura E -41 con las siguientes características: 1) Control para exportar la capa en el formato deseado, 2) Formatos disponibles para una capa vectorial.

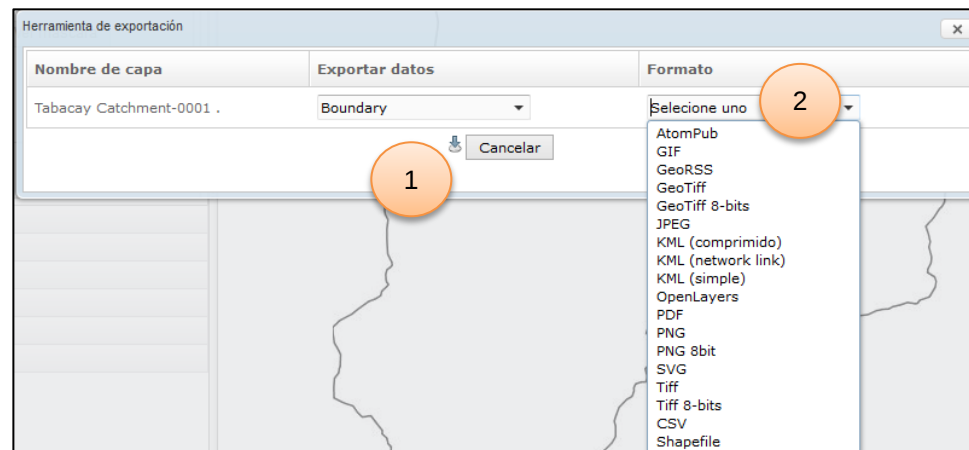


Figura E -41. Módulo de exportación, capas vectoriales

- Exportación de capas ráster. Al tener la información visualmente en un mapa, se permite descargar la información, se presenta en módulo de exportación de datos ráster en la figura E -42 con las siguientes características: 1) Control para exportar la capa en el formato deseado, 2) Formatos disponibles para una capa ráster.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

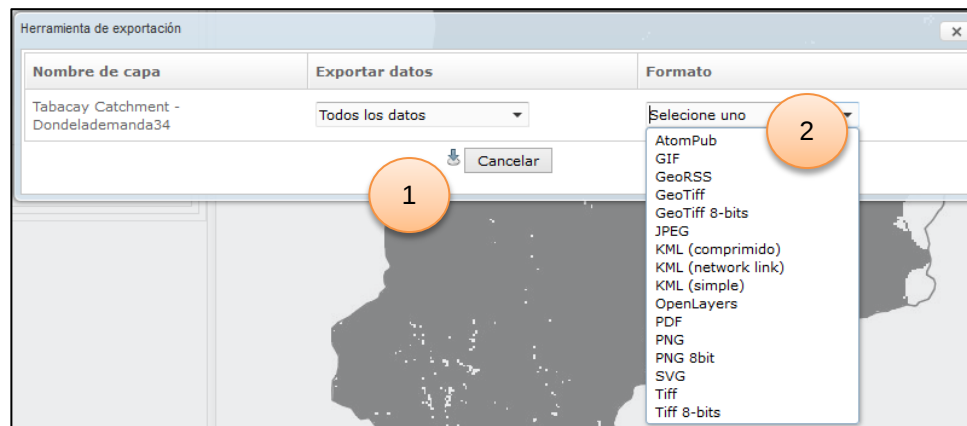


Figura E -42. Módulo de exportación, capas ráster



Anexo F

A continuación se presenta el manual de usuario de la aplicación ForAndesT en la web

ForAndesT v2.0 en la web Manual de Usuario

Introducción

ForAndesT en la web es un sistema que ayuda a la toma de decisiones en el ámbito de la forestación de regiones, puede responder el ¿cómo?, ¿cuándo? y ¿por cuánto tiempo? se debe forestar una región evaluando sus atributos de rendimiento. El siguiente manual detalla el funcionamiento del sistema.

Acceso a la aplicación

El acceso a la aplicación se realiza de dos formas:

1. A través de un navegador acceder a la dirección:
promas.ucuenca.edu.ec:90/OSMOSE como se muestra en la Figura F- 1.



Figura F-1. Acceso a la aplicación

2. Si la aplicación se ha instalado en un servidor local se deberá acceder a la dirección provista por el servidor.

Pantalla principal

En la pantalla principal se encuentran las siguientes secciones:

1. Encabezado.- Aquí se ubica el nombre del sistema, el logo y enlaces hacia las instituciones que han colaborado en la realización del software.
2. DSS.- Es la parte más importante del programa, aquí se definen todos los formularios para ingresar los parámetros para elaborar una consulta
3. Mapas.- Esta parte es designada para mostrar los mapas de acuerdo a los requerimientos realizados en el DSS.

4. Herramientas.- En esta sección se ubican las opciones para cambiar de idioma al sistema.
5. Opciones.- En esta sección se muestran las capas mediante un listado, donde cada capa tiene sus propiedades, esquema de colores pudiéndose exportar.
6. Importación.- Esta opción forma parte de la sección DSS sin embargo es necesario señalar su ubicación.

Como se puede observar en la Figura F- 2.

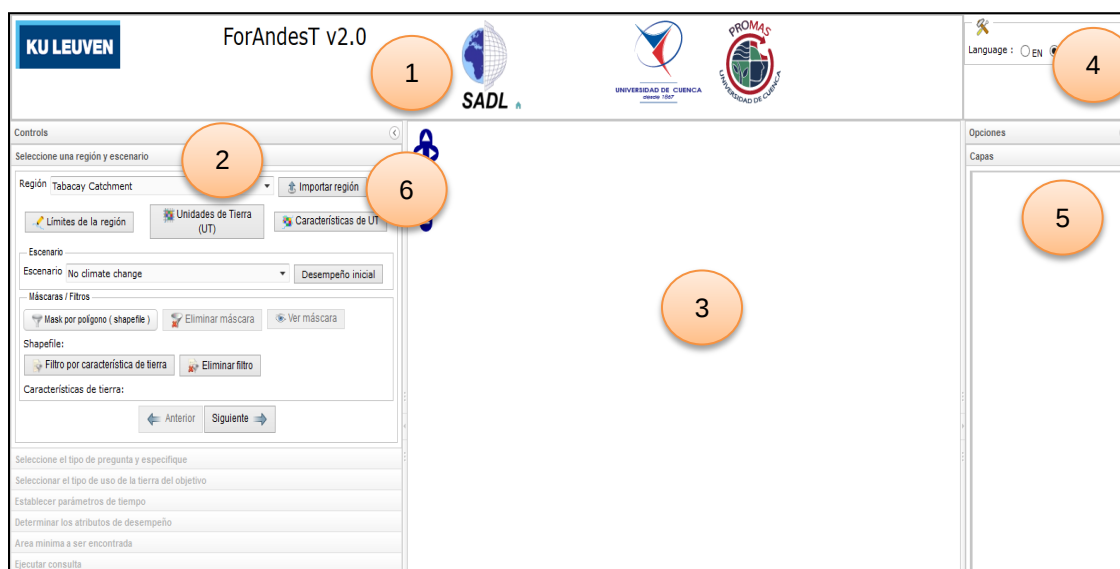


Figura F-2. Opciones de pantalla principal

Funciones del sistema

A continuación se presenta las funcionalidades del sistema:

1 Cambiar lenguaje de visualización del sistema.

El sistema presenta la opción de cambiar el lenguaje de visualización a: español, inglés (Defecto), holandés y francés.

Las etiquetas de controles y mensajes para el usuario se visualizarán de acuerdo al idioma que seleccionó, es importante recordar que al realizar esta acción se refrescará toda la página, por tanto es recomendable hacerlo antes de empezar con las consultas.

Cambio de idioma a inglés. Cuando el usuario selecciona el idioma inglés (EN) en la sección lenguaje se presenta el sistema en el idioma inglés, como se muestra en la Figura F- 3.



Figura F-3. Sistema en el idioma inglés

Cambio de idioma a español. Cuando el usuario selecciona el idioma español (ES) en la sección lenguaje, se presenta el sistema en el idioma español, como se muestra en la Figura F- 4.



Figura F-4. Sistema en el idioma español

Cambio de idioma a francés. Cuando el usuario selecciona el idioma francés (FR) en la sección lenguaje, se presenta el sistema en el idioma francés, como se muestra en la Figura F- 5.



Figura F-5. Sistema en el idioma francés

Cambio de idioma a holandés. Cuando el usuario selecciona el idioma holandés (NL) en la sección lenguaje, se presenta el sistema en el idioma holandés, como se muestra en la Figura F- 6.



Figura F-6. Sistema en el idioma holandés

2 Importar información de una región

El sistema permite importar datos referentes a una región en los siguientes formatos: Excel, shapefile, ráster; estos datos se almacenarán en la base de datos y en el servidor de mapas.

- Excel.- Este archivo es una plantilla con las características y atributos de una región, el sistema acepta cualquier versión de Excel.

- Shapefile.- Estos archivos deben ser empaquetados en formato zip, donde los nombres de todos los archivos incluido el nombre del zip deben ser iguales, los siguientes archivos son requeridos como mínimo:
 - .shp que es el archivo que almacena las entidades geométricas de los objetos.
 - .shx es el archivo que almacena el índice de las entidades geométricas.
 - .dbf es la base de datos, en formato dBASE, donde se almacena la información de los atributos de los objetos.
 - .prj es el archivo que guarda la información referida al sistema de coordenadas en formato WKT, deberá estar en formato ESRI WKT o OGC WKT.
- Ráster: Este es un archivo de texto con formato ASCII (extensión .asc), que contiene una matriz que representa las unidades de tierra que conforman una región.

Para la importación de los datos de una región dirigirse a la sección 2 de la pantalla principal y seleccionar el botón Importar región, aparecerá una nueva ventana como en la Figura F- 7.



Figura F-7. Importación de una región

1. Área para el nombre de la región a importarse.
2. Texto para la ruta del archivo Excel.
3. Texto para la ruta del archivo shape.
4. Texto para la ruta del archivo ráster.
5. Selectores para subir los archivos.
6. Cuadro de controles:



UNIVERSIDAD DE CUENCA

1. Ok: Sube la información al sistema.
2. Colores: Abre una nueva ventana donde se visualizarán los colores asignados a cada atributo de la región
3. Cerrar: Cierra la ventana de importación

El usuario selecciona la opción para subir el archivo Excel, se muestra una ventana de acuerdo a la Figura F- 8 donde se debe seleccionar un archivo Excel y dar clic en Abrir.

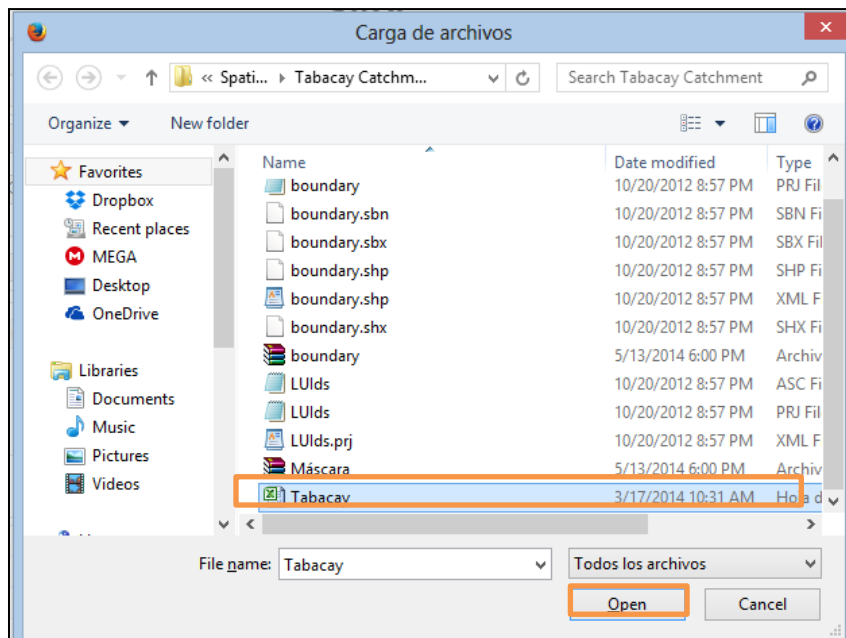


Figura F-8. Selección del archivo.

Formato no válido. Al ingresar un archivo que no sea de tipo Excel la aplicación responde con un mensaje como se muestra en la Figura F- 9.

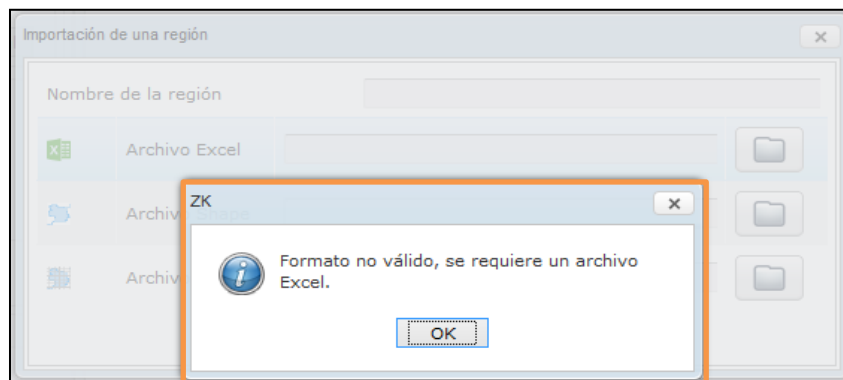


Figura F-9. Error al importar un formato distinto al solicitado



Si el archivo es válido se muestra la ruta del archivo Excel en el texto desactivado de acuerdo a la figura F-10.



Figura F-10. Importación del archivo Excel correcta

El usuario selecciona la opción para subir el shapefile, se muestra una pantalla para seleccionar un archivo .zip de acuerdo a la Figura F- 8, y se da clic en Abrir.

Formato no válido. Al ingresar un archivo que no sea de tipo empaquetado .zip la aplicación responde con un mensaje como se muestra en la Figura F- 11.

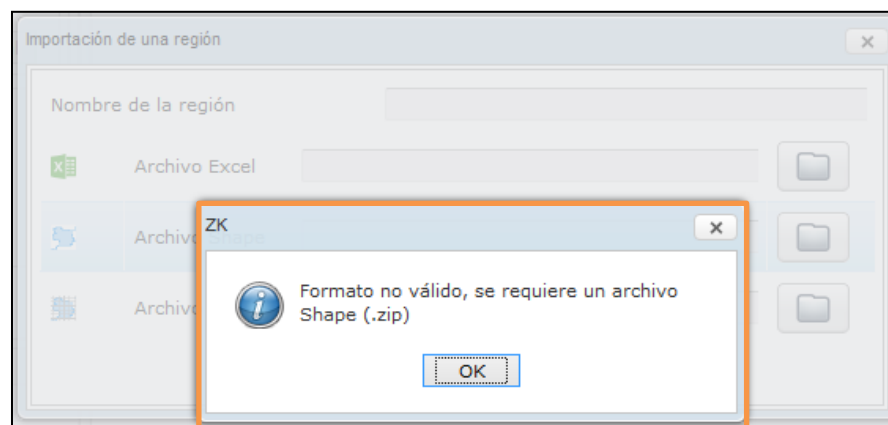


Figura F-11. Error al importar un formato distinto al solicitado.

Empaquetado no válido. Al ingresar un empaquetado en el cual el nombre del archivo y los de su interior son diferentes la aplicación responde con un mensaje como se muestra en la Figura F- 12.

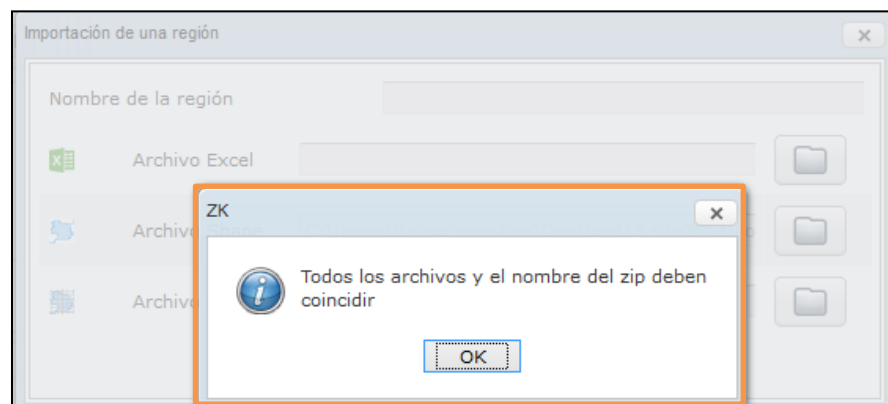


Figura F-12. Error en nombres del empaquetado shape.

Empaquetado no válido. Al ingresar un empaquetado en el cual el shapefile no cuenta con el mínimo de archivos requeridos la aplicación responde con un mensaje como se muestra en la Figura F- 13.

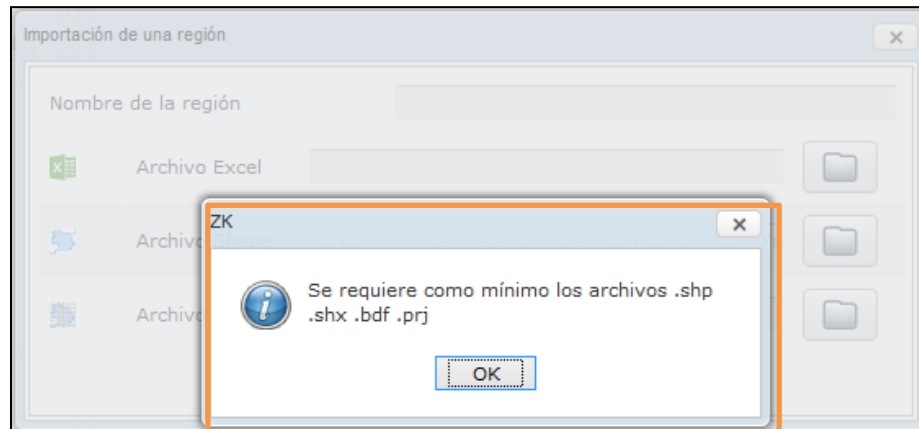


Figura F-13. Error al no disponer de archivos necesarios

Empaquetado, proyección no válida. Al ingresar un empaquetado en el cual el archivo .prj no tiene la proyección en el formato requerida, la aplicación responde con un mensaje como se muestra en la Figura F- 14.

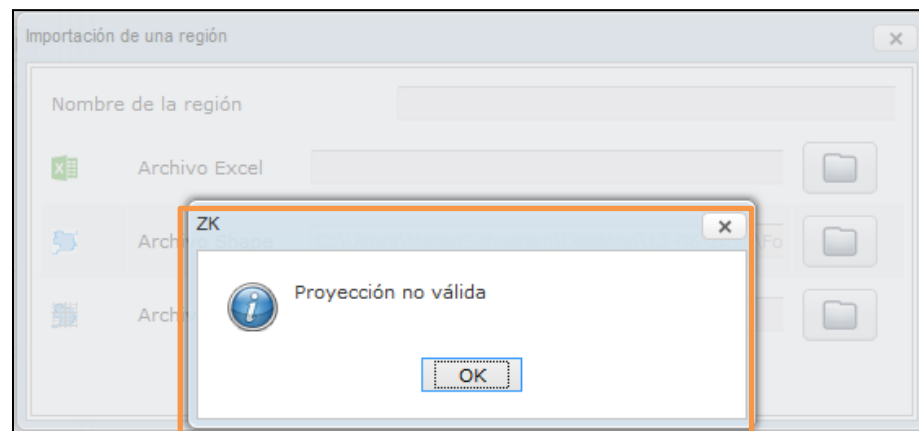


Figura F-14. Error al no tener proyección válida

Si el archivo es válido se muestra la ruta del archivo .zip en un texto desactivado como en la Figura F- 15.

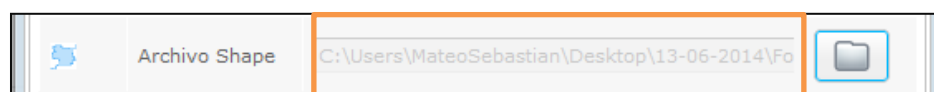


Figura F-15. Importación correcta del archivo shape

Seleccionar la opción para subir el ráster. Se muestra una ventana para seleccionar un archivo ráster de acuerdo a la Figura F- 8, y se da clic en Abrir.

Formato no válido. Al ingresar un archivo que no sea de tipo ráster extensión .asc la aplicación responde con un mensaje como se muestra en la Figura F- 16.

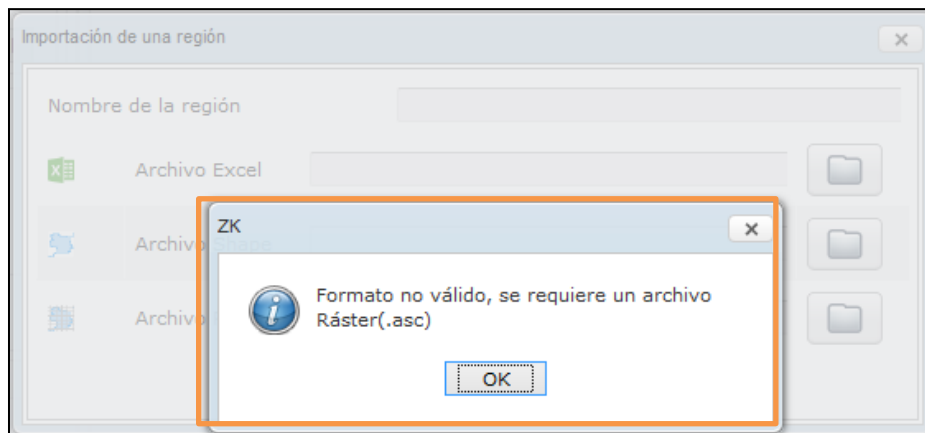


Figura F-16. Error al importar un formato distinto al solicitado

Importación exitosa. Al ingresar un archivo de formato ráster con extensión .asc correcto, la aplicación carga el archivo como en la figura:

Si el archivo es válido se muestra la ruta del archivo ráster en un texto desactivado de acuerdo a la Figura F- 17.



Figura F-17. Importación correcta del archivo ráster

Se presiona el botón OK, entonces comienza el proceso de carga de la información de la nueva región. Este proceso puede tomar varios minutos en terminarse ya que depende de la cantidad de atributos de la región.

Cuando se ha terminado la importación se muestra un mensaje indicando el éxito de la tarea como en la Figura F- 18.

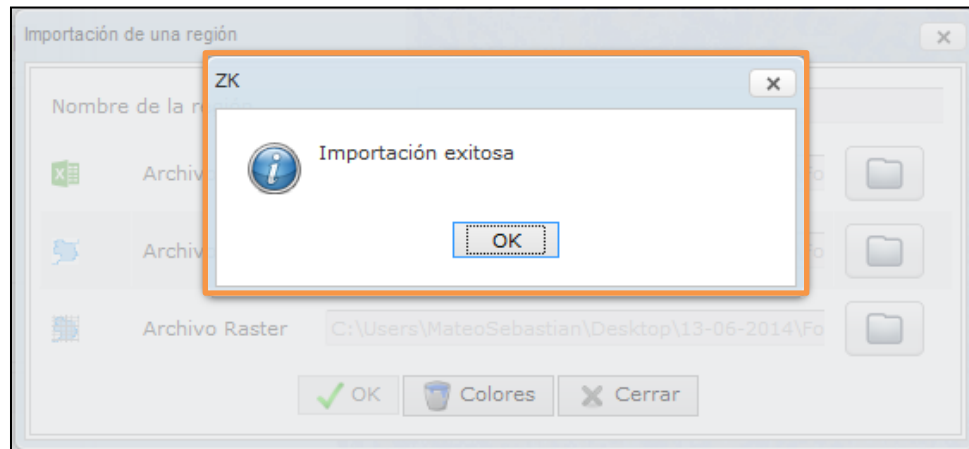


Figura F-18. Importación exitosa de una región

Antes de cerrar la ventana de importación, si se desea, se puede ver los colores que se han asignado a cada uno de los atributos de la región, ya que se habilita el botón Colores en la Figura F- 7.

Cambiar colores de atributos de la tierra.

Este proceso se debe realizar inmediatamente después de la importación de una región, antes de cerrar la ventana de importación.

Al dar clic sobre el botón Colores, mismo que al estar habilitado solo si la importación de la región ha sido exitosa, se presenta una nueva ventana de acuerdo a la Figura F-19 que contiene una lista de los atributos de la región que recientemente se importó: clases de características, atributos de rendimiento, usos de suelo, intervalos de tiempo, junto con el color que se le asignó aleatoriamente.

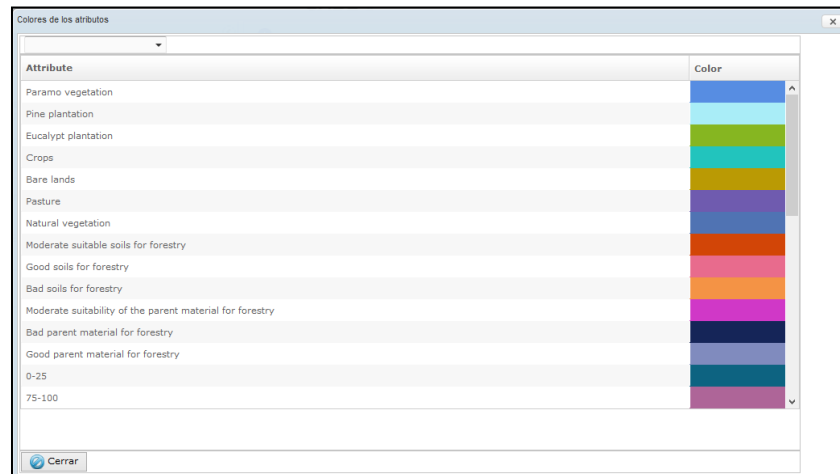


Figura F-19. Color de atributos

Si se desea cambiar el color a algún atributo, se da clic sobre la fila del atributo de acuerdo a la Figura F- 20, para este ejemplo se cambiará el color del atributo Paramo vegetation, aparecerá entonces una nueva ventana de acuerdo a la Figura F- 21 donde se puede elegir el color en la paleta o escribir su valor hexadecimal en el recuadro. Al lado izquierdo se tiene el color actual y a la derecha el color a cual se desea cambiar.

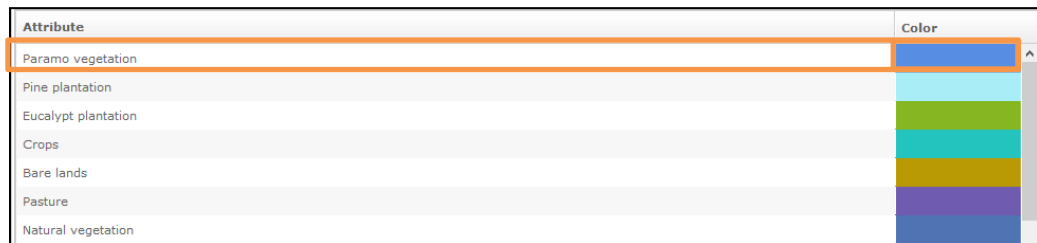


Figura F-20. Selección de atributo

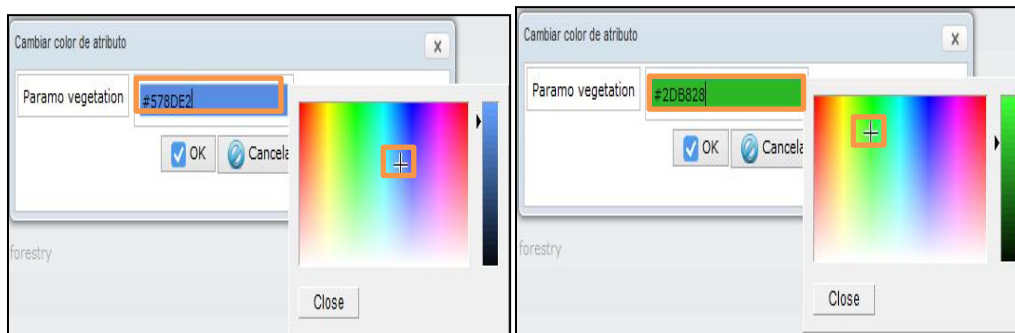


Figura F-21. Color actual y cambio de color

Una vez seleccionado el color, se da clic en OK de acuerdo a la Figura F- 22 para guardar el nuevo valor, o en Cancelar para dejar el mismo color asignado. Al cambiar el color se puede apreciar la Figura F- 23 que se presenta con el nuevo color asignado.

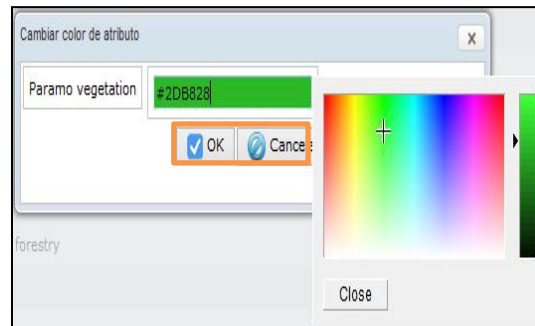


Figura F-22. Aceptar o cancelar la selección de color

Attribute	Color
Paramo vegetation	
Pine plantation	
Eucalypt plantation	

Figura F-23. Cambio de color

3 Seleccionar región y escenario

ForAndesT v2.0 en la web permite que el usuario pueda seleccionar la región sobre la cual se desea trabajar, además podrá definir el escenario y/o aplicar filtros ya sea por características de la región o por límites de un shapefile.

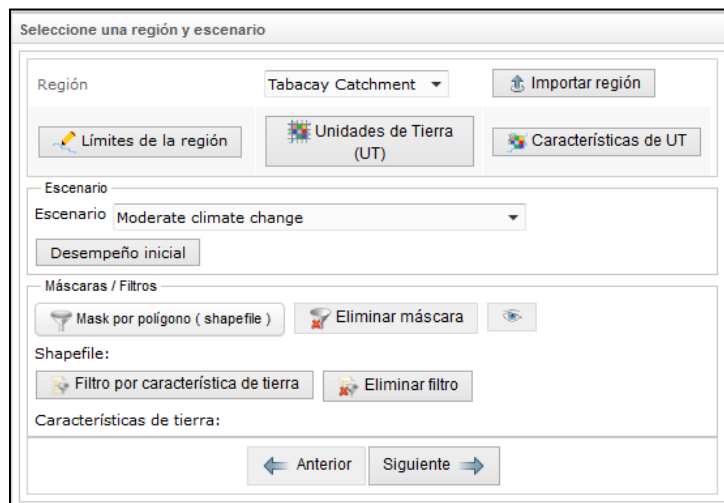


Figura F-24. Formulario región y escenario

Región

Seleccionar Región

El sistema de acuerdo a la Figura F- 25 en mostrará un listado donde están todas las regiones que se han importado, el usuario puede seleccionar una región para trabajar sobre ella.

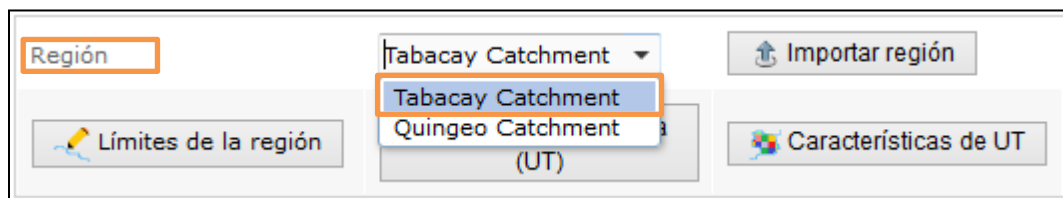


Figura F-25. Selección de región

Límites

Esta opción permite visualizar los límites de la región seleccionada anteriormente, al hacer click en la opción “Límites de la región” de la Figura F- 26, se mostrará los límites de la región en el área de mapas de acuerdo a la Figura F- 27.

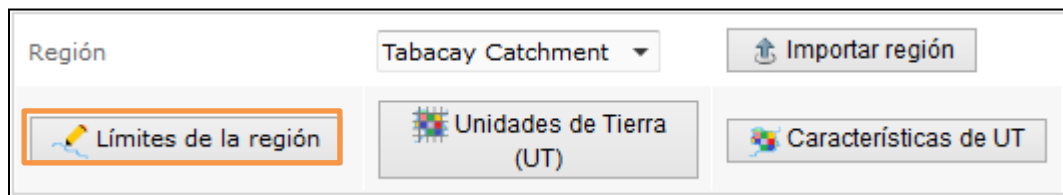


Figura F-26. Selección de límites de la región

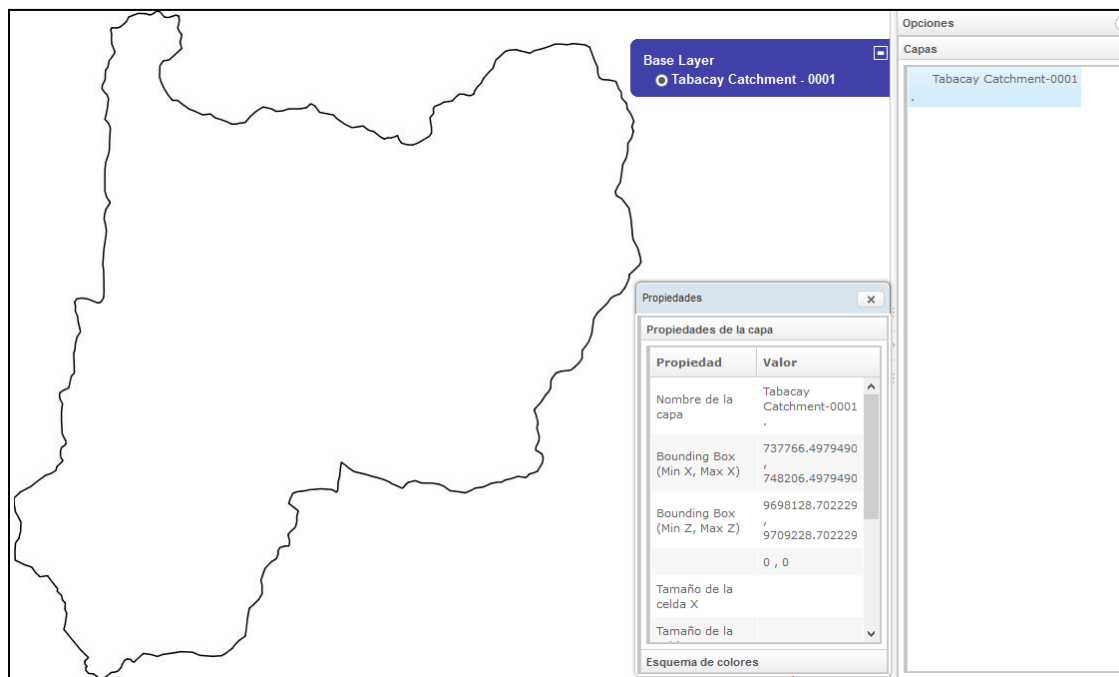


Figura F-27. Bordes del mapa

Unidades de tierra

Cuando se selecciona esta opción al hacer click en el botón “Unidades de tierra (UT)” de acuerdo a la Figura F- 28, en el área de mapas se podrá visualizar la región con todos sus atributos de acuerdo a la Figura F- 29.

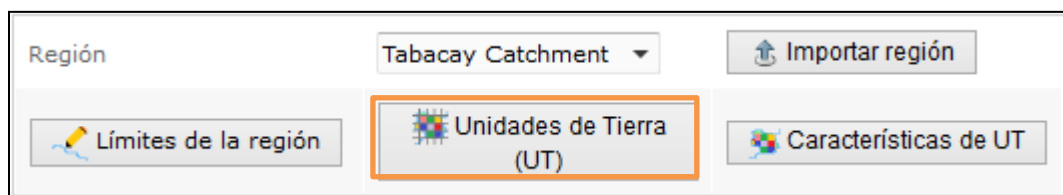


Figura F-28. Selección de Unidades de tierra

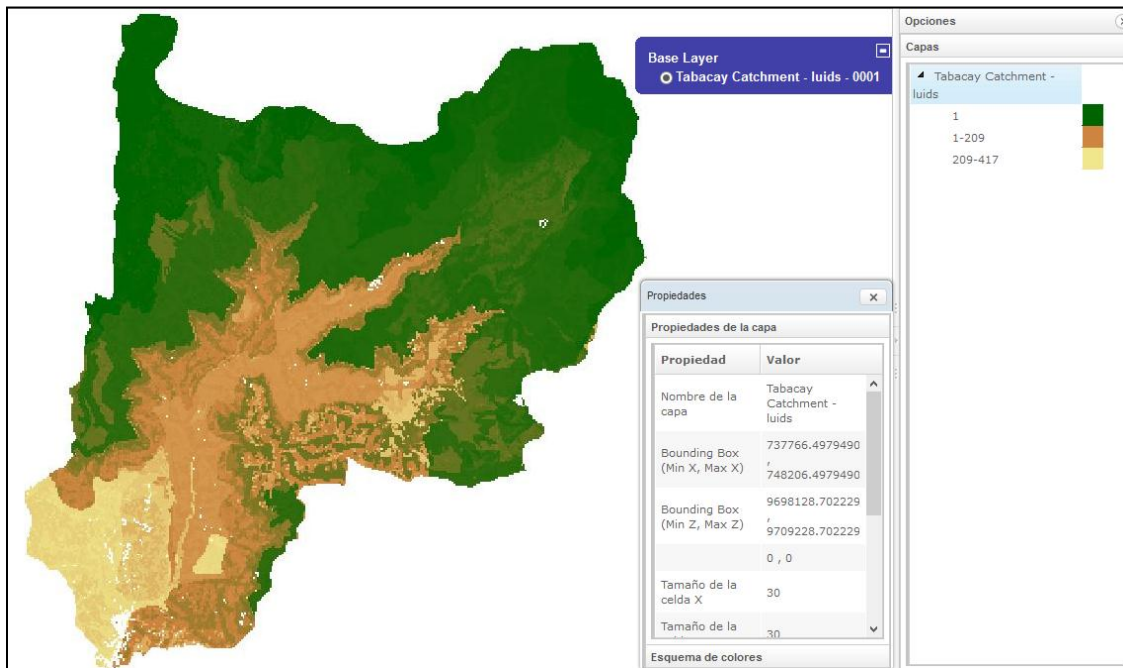


Figura F-29. Unidades de tierra

Características de la tierra

Muestra mapas para cada una de las características de la región, al seleccionar las características de las UT de acuerdo a la Figura F- 30, se presentan un listado de todas las características de la región como en la Figura F- 31.

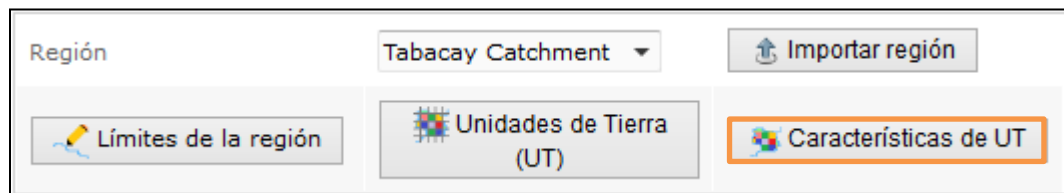


Figura F-30. Selección de características de UT

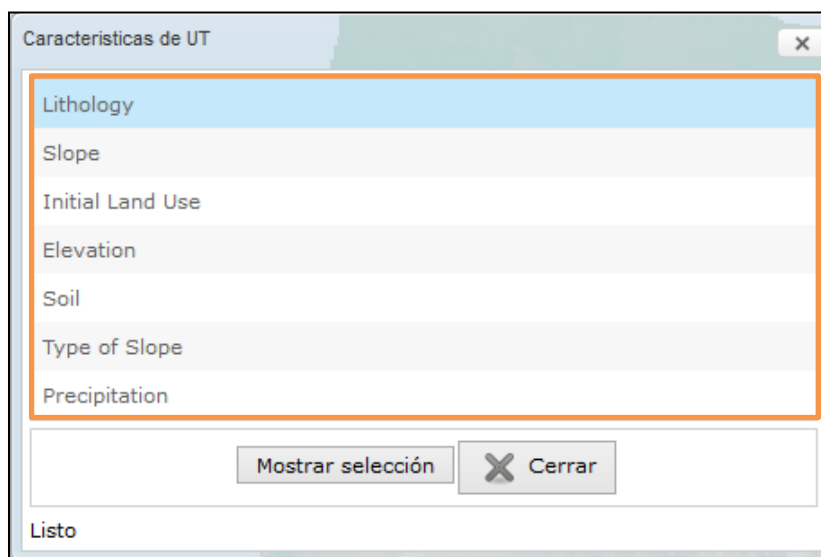


Figura F-31. Características de una región

Luego, se puede seleccionar la característica deseada y presionar “Mostrar selección” de acuerdo a la Figura F- 32, para ver su representación gráfica en el área de mapas reflejada en la Figura F- 33.

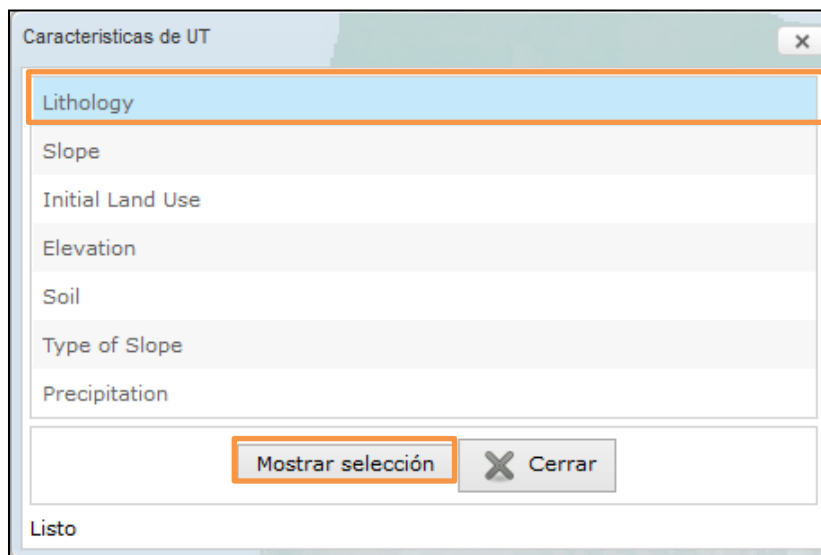


Figura F-32. Selección de característica

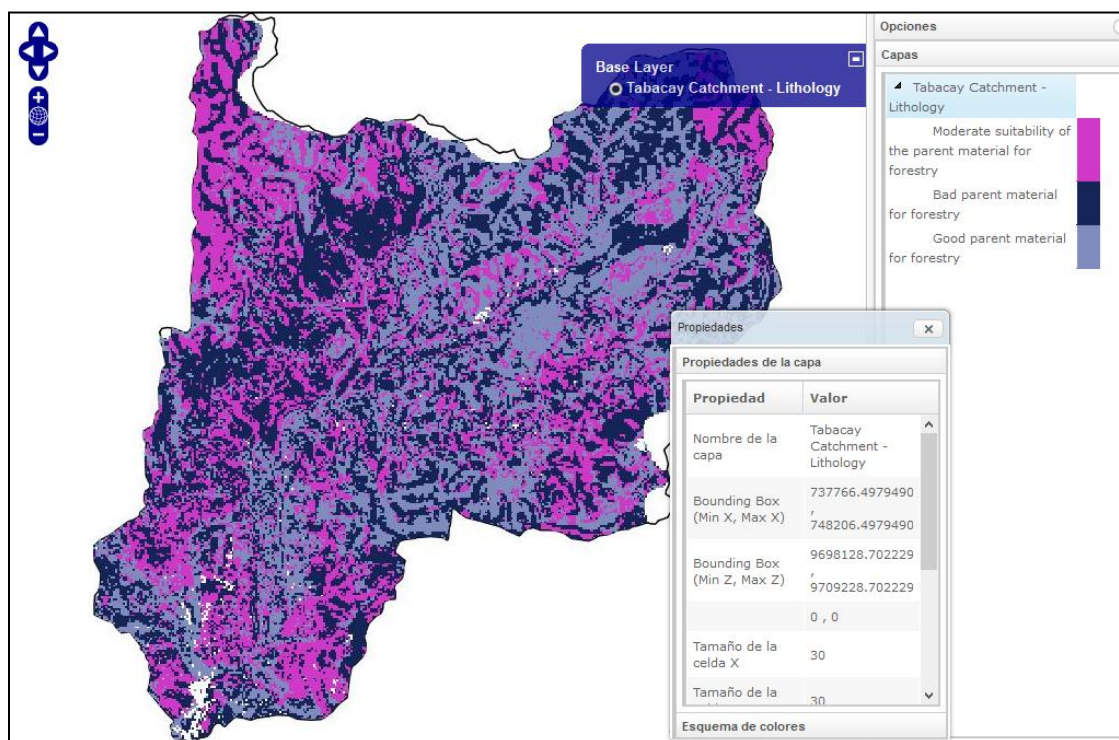


Figura F-33. Tabacay Lithology

Escenario

Seleccionar escenario

Dependiendo de la región seleccionada, el control de escenarios se llena con los escenarios de esa región de acuerdo a la Figura F- 34. Se puede desplegar los escenarios disponibles para esta región al presionar la flecha hacia abajo. Luego de esto se puede elegir el deseado.



Figura F-34. Selección de escenario

Rendimiento inicial

Se puede mostrar el rendimiento inicial de una región según el escenario,



Al hacer click en la opción “Desempeño inicial” Figura F- 35 se obtiene una ventana donde estarán todos los atributos de desempeño de la región reflejados en la Figura F- 36.

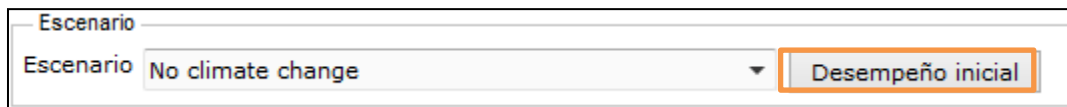


Figura F-35. Selección desempeño inicial

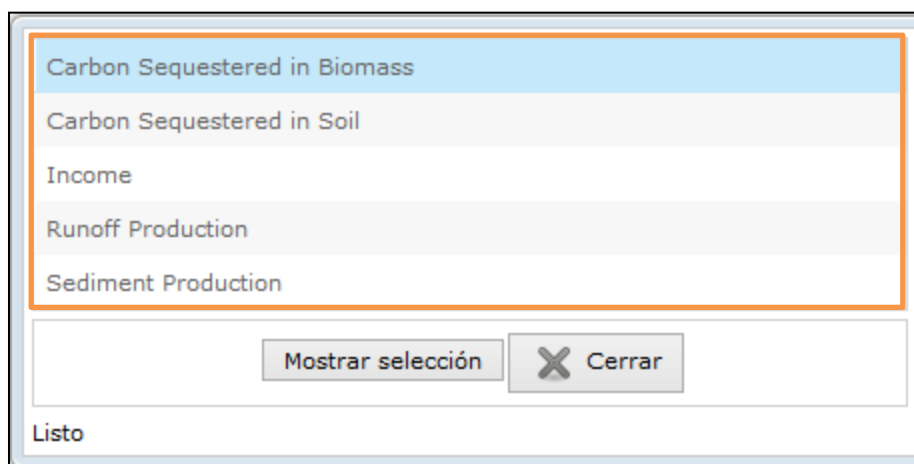


Figura F-36. Desempeño inicial

Luego se puede seleccionar el atributo deseado y presionar Mostrar selección como se muestra en la Figura F- 37 para ver su representación gráfica en el área de mapas contenida en la Figura F- 38.

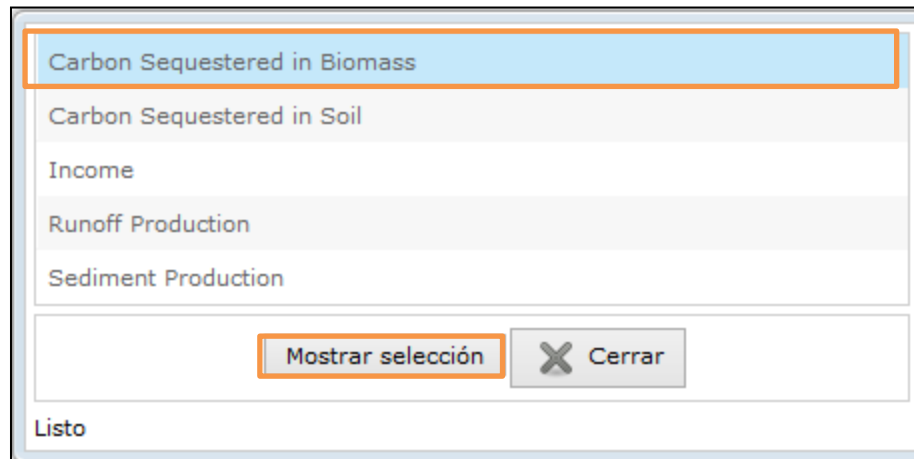


Figura F-37. Selección de un atributo de desempeño inicial

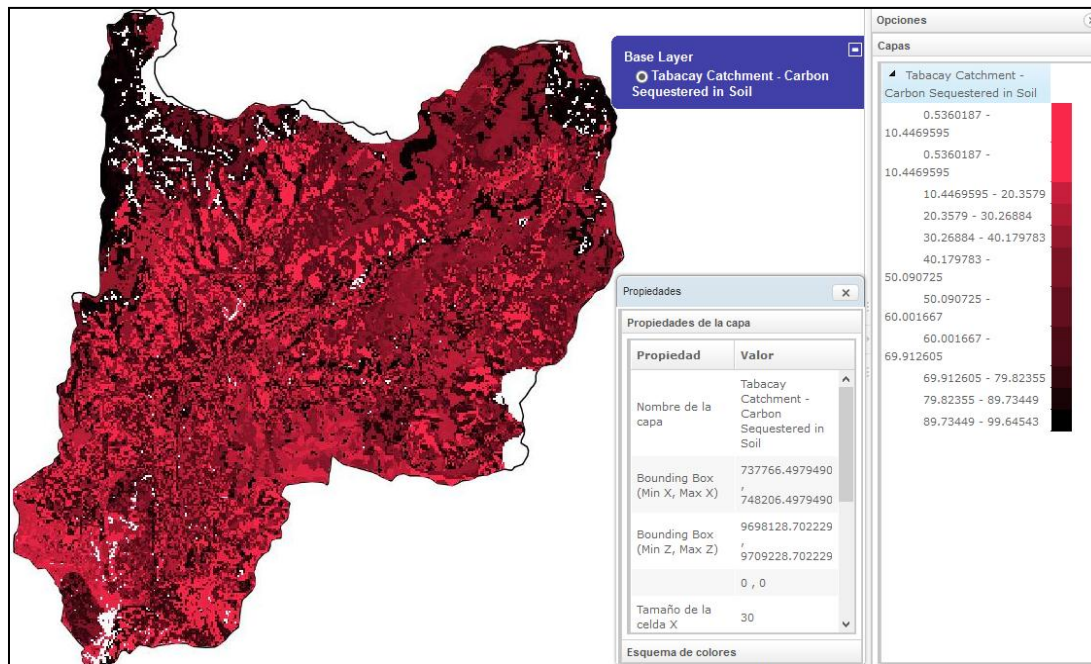


Figura F-38. Tabacay Carbon Sequestered in soil

Máscaras/Filtros

Se presentan opciones adicionales para la región que son: filtros por características de la tierra y máscaras: el primero cuando se quiere realizar consultas sobre atributos específicos de una región, el segundo en el caso de que se requiera trabajar sobre una porción de la región.

Máscara

Máscara por un polígono simple

El usuario puede realizar consultas sobre una parte o porción específica de una región. Para lograr esto se hace uso de una máscara el cual es un archivo shapefile con una proyección dentro del área comprendida de la región.

Al dar clic sobre el botón “Mask por polígono (shapefile)” se abre un selector de archivo para abrir un shapefile que contiene el área que representa la porción de región, como se muestra en la Figura F- 39.

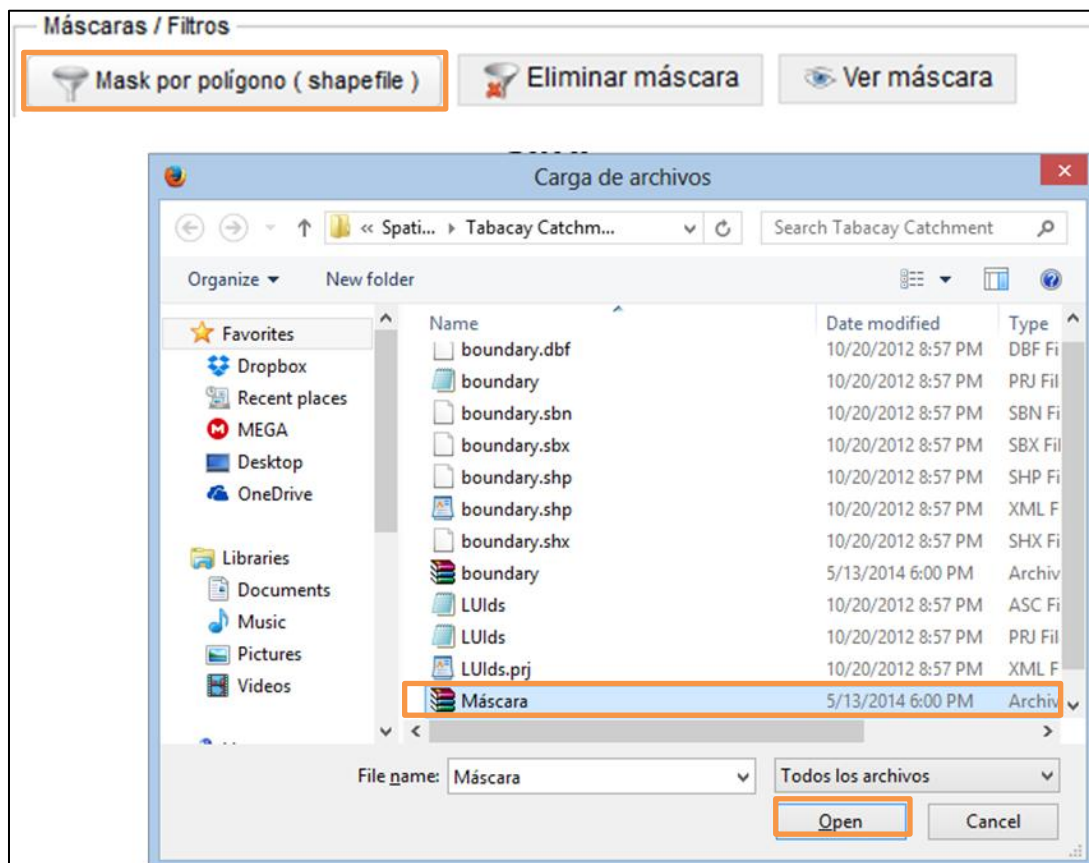


Figura F-39. Selección máscara por polígono

Se da click en la opción abrir y con ello se agrega una máscara por polígono.

Cuando se ha cargado correctamente la máscara de la región aparecerá una etiqueta con el texto Shapefile: Sí, caso contrario Shapefile: No.

Con esto también se activan las opciones de “Eliminar máscara” y “Ver máscara”.

Eliminar Máscara

Luego se puede “Eliminar Máscara” esto es, si no desea el filtro realizado. Esta opción se encuentra presente mediante un botón con dicho nombre a lado izquierdo del botón “Máscara por un polígono simple” como se muestra en la Figura F- 40.

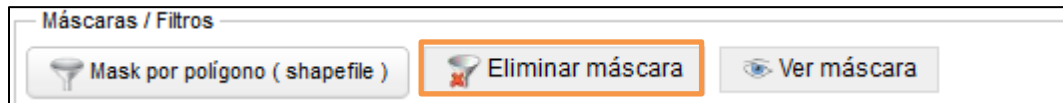


Figura F-40. Selección Eliminar máscara

Al presionar el botón, se elimina la máscara de filtro y se tiene en la etiqueta “Shapefile: No”, con esto también se desactivan las opciones de “Eliminar máscara” y “Ver máscara”.

Ver máscara

Si se desea visualizar la forma de la máscara se puede dar clic en este botón “Ver máscara” y aparecerá una nueva ventana denominada “Ver máscara” como se muestra en la Figura F- 41.

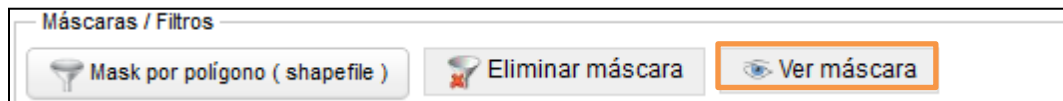


Figura F-41. Selección ver máscara

En la ventana Ver máscara al dar click en el botón Ok se desplegará el mapa completo de la región y la máscara aplicada, ésta última con fondo azul, como se muestra en la Figura F- 42.

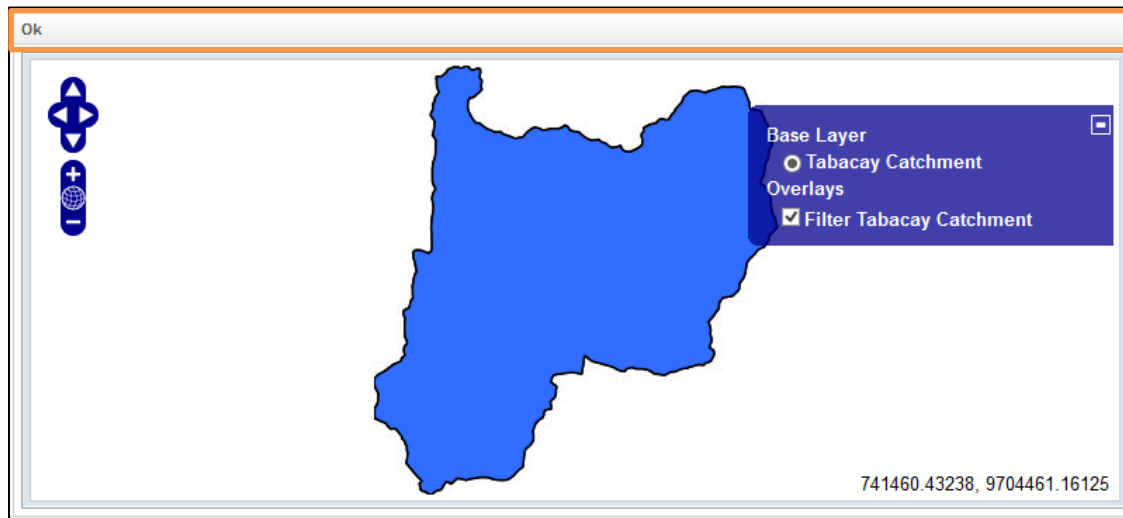


Figura F-42. Visualización de máscara.

Filtro por características de tierra

Seleccionar Filtro por características de la tierra

El usuario luego de seleccionar la región y el escenario y dar clic sobre Filtro por características de tierra, realizará el filtro de acuerdo a las características de la tierra de una región, esto se muestra de acuerdo a la Figura F- 43.



Figura F-43. Filtro por característica de tierra

Se muestra en una nueva ventana del formulario Filtro por características de UT de acuerdo a la Figura F- 44 la cual consta de:

- 1) Lista que contiene las características de la tierra para esa región
- 2) Lista que contiene las clases de características
- 3) Control de selección de Y/O
- 4) Controles de seleccionar todo o quitar selección

Según la característica de la tierra que el usuario seleccione en la primera lista, las opciones de esta lista se podrán seleccionar individualmente mediante checks,

ubicados a la izquierda de cada una de las opciones dentro de la lista. Por defecto todas las opciones están marcadas. También están las opciones: Y (en combinación con) y O (uno o ambos).

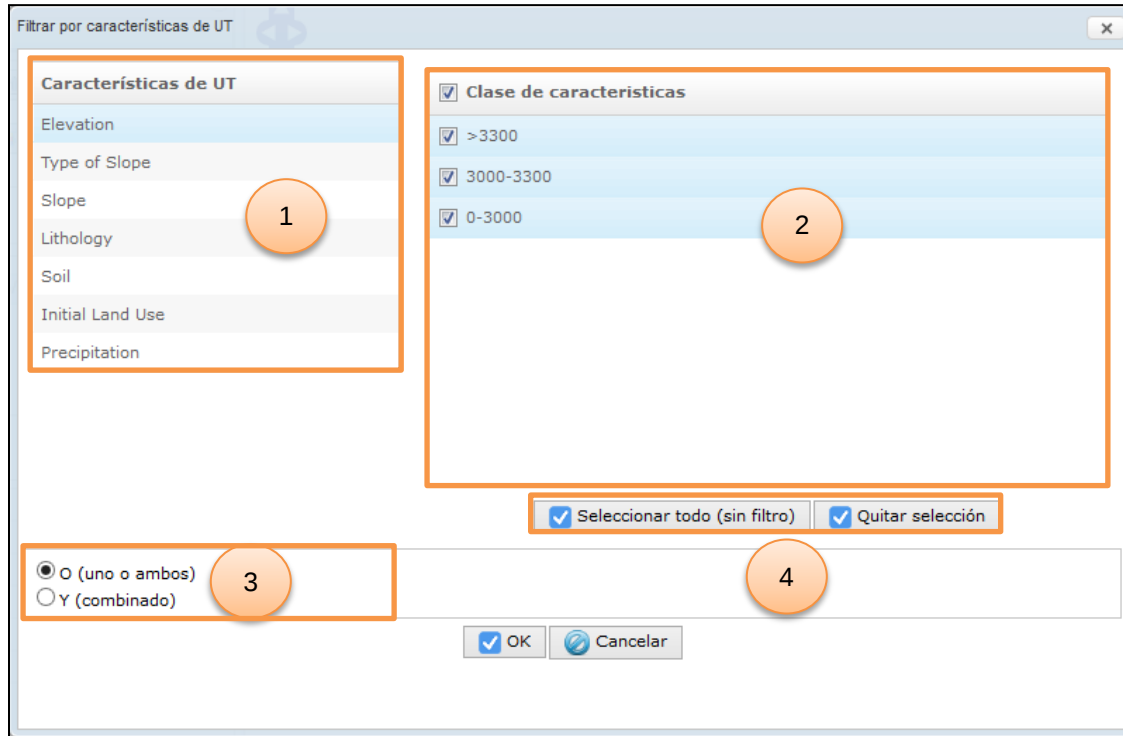


Figura F-44. Filtro por características de tierra

El usuario elige entre las opciones “O (uno o ambos es suficiente)” o “Y (en combinación con)”, de acuerdo a lo requerido y se presiona el botón “Aceptar”

El sistema guarda las características seleccionadas/deseleccionadas por el usuario y cierra la pantalla Filtro por características de la tierra

Si se presiona el botón “Cerrar”, el sistema no guarda ninguna característica y cierra la pantalla Filtro por características de la tierra

Si el usuario ha deseleccionado todos los atributos aparecerá un mensaje de error que se muestra en la Figura F- 45.

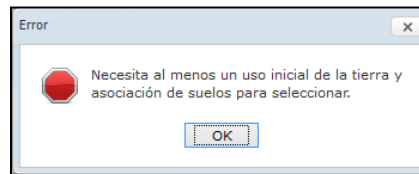


Figura F- 45. Error al no seleccionar nada

Si ha elegido la opción Y, debe haber seleccionado por lo menos una clase de características de dos diferentes características de la tierra caso contrario mostrará un error como se muestra en la Figura F- 45.

Debajo del botón Filtros por características de la tierra se encuentra una etiqueta la cual indica cuantas características del suelo han sido seleccionadas (Características del Suelo: Todos, Características del Suelo: N° Seleccionadas donde N° es el número de características) como se muestra en la Figura F- 46.

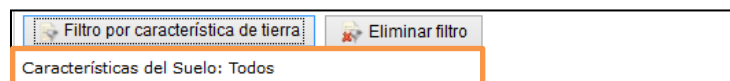


Figura F-46. Número de características seleccionadas

Por defecto están seleccionadas "Características del Suelo: Todos"

Eliminar filtros

Si es que el usuario ha realizado filtros de características de la tierra y ya no los quiere usar, entonces directamente puede seleccionar este botón para eliminarlos. Entonces aparecerá la etiqueta con el texto Características de la tierra: como se muestra en la Figura F- 47.

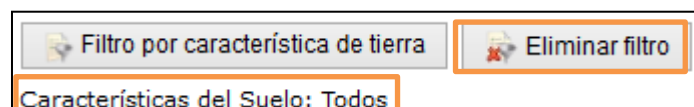


Figura F-47. Eliminar filtros

4 Tipo de preguntas

En este formulario Tipos de preguntas especificado en la Figura F- 48 se da la posibilidad al usuario dar a las preguntas especificadas en la tabla N° 1 ciertas características como: elegir entre la mejor o peor respuesta, y el desempeño o la ganancia del desempeño, estas características se activan de acuerdo a la elección de la pregunta tal como se especifica en la tabla N° 2.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

La estructura del formulario Tipos de preguntas es la siguiente:

- 1) Tipo de pregunta
- 2) En términos (1), mejores/peores resultados
- 3) En términos (2), valores/ganancias de rendimiento

Se permite escoger una sola opción de cada grupo: 1) Tipo de pregunta; 2) En términos (1); 3) En términos (2).

Id	Pregunta
1	¿Dónde aplicar el tipo seleccionado de LUT?
2	¿Cómo sería el desempeño?
3	¿Qué tipo de LUT se aplicará?
4	¿Cuáles son las mejores/ peores unidades de tierra?
5	¿Cuánto tiempo se debe forestar?

Tabla N° 1. Preguntas que responde el sistema

Pregunta	Tipo de búsqueda			
	Mejores resultados		Peores resultados	
	Uso		Uso	
	Rendimiento	Ganancia de rendimiento	Rendimiento	Ganancia de rendimiento
1	X	X	X	X
2	X	X		
3	X	X	X	X
4	X		X	
5	X	X	X	X

Tabla N° 2 Combinaciones de preguntas

Seleccione el tipo de pregunta y especifique

Tipo de pregunta

☒ ¿Cuándo el uso del suelo se especifica tipo de aplicación? Qué tipo de solicitud de uso del suelo?

☐ ¿Cual sería el desempeño?

☐ ¿Que tipo de utilización de la tierra (LUT) se aplica?

☐ ¿Que son las actuales <buenas/malas> UT?

☐ Cuánto tiempo aforestar?

En terminos de (1)

☒ Mejores resultados

☐ Peores resultados

En terminos de (2)

☒ Valores de rendimiento

☐ Ganancias de rendimiento

Anterior Siguiente

Figura F-48. Formulario Seleccione el tipo de pregunta

Ahora se mostrará los parámetros que necesita cada una de las preguntas, esto también se define en base a la selección de mejores o peores resultados de la Figura F- 48 sección 2.

Mejores resultados				
Pregunta	Objetivo del uso del suelo (uso del suelo futuro)	Parámetros de tiempo	Atributos de desempeño	Área mínima
1	X	X	X	X sólo si ha escogido el método Análisis con IIP
2	X	X		
3		X	X	
4	X		X	X sólo si ha escogido el método Análisis con IIP
5	X	X	X	

Tabla N° 3. Parámetros para cada pregunta Mejores resultados



Peores resultados				
Pregunta	Objetivo del uso del suelo	Parámetros de tiempo	Atributos de desempeño	Área mínima
1	X	X	X	X solo si ha escogido el método Análisis con IIPT
2		X		
3		X	X	
4	X		X	X solo si ha escogido el método Análisis con IIPT
5	X	X	X	

Tabla N° 4. Parámetros para cada pregunta Peores resultados

También dependiendo del tipo de pregunta que se elija estarán disponibles los algoritmos para encontrar las respuestas más óptimas.

Pregunta	Valores umbrales	Análisis con IIPT
1	X	X
2		
3		X
4	X	X
5		X

Tabla N° 5. Algoritmos para cada pregunta

El sistema desplegará una pantalla donde se podrá visualizar grupos de preguntas de las cuales cada una tiene varias opciones.

5 Seleccionar el uso futuro para la región

Si la pregunta elegida anteriormente de acuerdo a la tabla N° 3 o N° 4 necesita de este parámetro se presenta la siguiente ventana especificada en la Figura F- 49, donde debe seleccionar el objetivo de forestación.

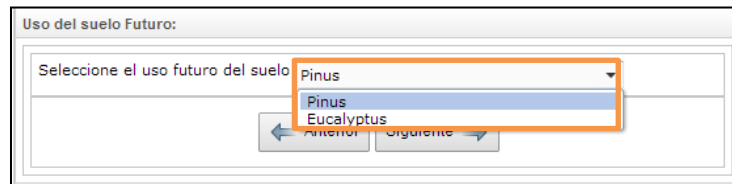


Figura F-. 49 Formulario Uso del suelo futuro

6 Determinar los atributos de desempeño

En este formulario especificado en la Figura F- 50 se tiene que elegir el método por el cual se ejecutará la consulta y además dar los pesos o asignar valores a los atributos de rendimiento de la región que ha seleccionado.

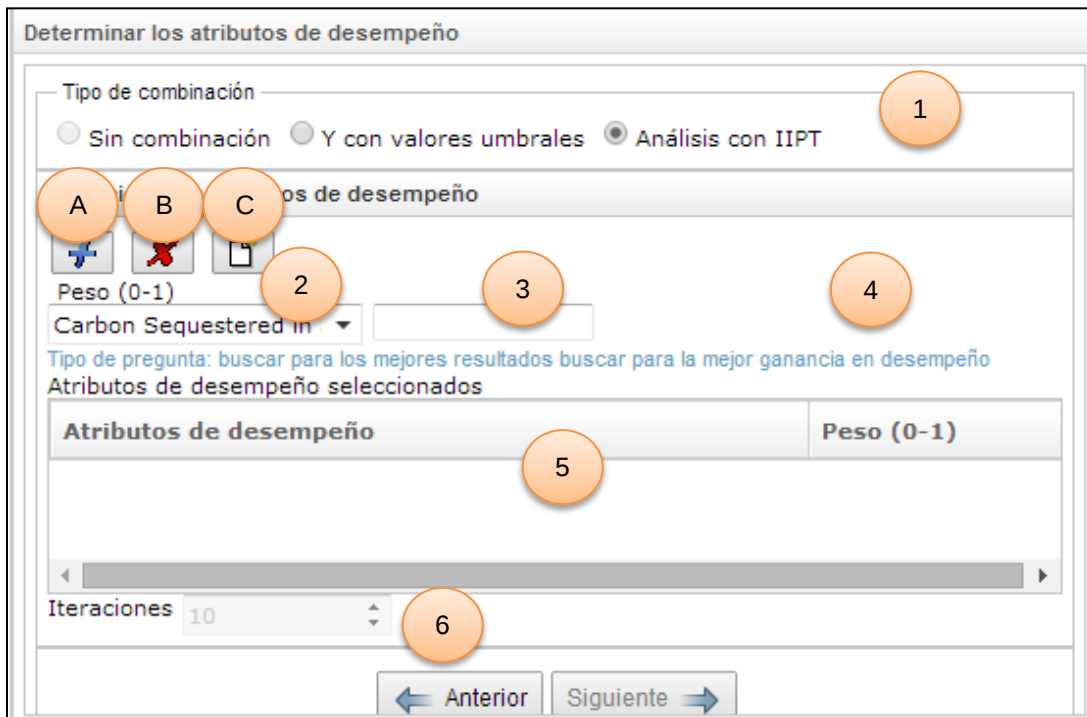
La estructura del formulario Determinar los atributos de desempeño es la siguiente:

1. El sistema muestra en pantalla un grupo de opciones en donde se podrá elegir solo un método para ejecutar la consulta, las opciones son:
 - Sin combinación.
 - Y, con valores umbrales.
 - Análisis con IIPT.

Puede revisar en la tabla N° 4 los algoritmos que se habilitarán para cada pregunta.

2. Lista desplegable donde se cargarán todos los atributos de desempeño según la región que se seleccionó previamente
3. Cuadro de texto editable en blanco donde debe ingresar los valores umbrales o pesos.
4. En el caso de que haya seleccionado el método Por valores umbrales se mostrarán etiquetas donde están los valores mínimos y máximos que puede ingresar según el atributo de rendimiento seleccionado en la lista desplegable b).
5. Adicional se presentará una lista en donde se visualizará los atributos de desempeño con el respectivo valor umbral o peso que ha asignado. Esta lista tiene incorporado botones para que el usuario realice tres acciones en la lista. A continuación se describen cada una de ellas:
 - a. Para que se llene este componente se tendrá un botón “Agregar” que se habilitará para cada nueva inserción.
 - b. En caso de que se requiera eliminar un elemento de esta lista, se dispone el botón “Eliminar”, pero primero debe seleccionar el elemento y a continuación seleccionar el botón y el elemento se

- quitará de esta lista. Este botón solo estará activo cuando haya más de un elemento en la lista.
- c. También se presenta el botón “Limpiar” que borrará todos los elementos de la lista.
6. Por último, si seleccionó el método de consulta “Análisis por IIPT”, estará disponible un control spinner de iteraciones que permite elegir entre un intervalo de valores numéricos al 'desplazarse' por los valores cuando hace clic en las flechas arriba y abajo del control numérico, o al escribir un valor en el cuadro del control, este control permitirá visualizar y/o cambiar el número de iteraciones para que se ejecute el algoritmo, el valor que aquí se muestra varía dependiendo del atributo de rendimiento señalado en el combo b).



The screenshot shows a web form titled "Determinar los atributos de desempeño". It contains several sections and controls:

- Tipo de combinación:** Three radio buttons: "Sin combinación", "Y con valores umbrales", and "Análisis con IIPT" (selected). Callout 1 points to this section.
- Los de desempeño:** Three buttons labeled A, B, and C. Callout 2 points to button A.
- Peso (0-1):** A dropdown menu showing "Carbon Sequestered in..." and an empty input field. Callout 3 points to the input field, and callout 4 points to the dropdown.
- Tipo de pregunta:** Two options: "buscar para los mejores resultados" (selected) and "buscar para la mejor ganancia en desempeño".
- Atributos de desempeño seleccionados:** A table with two columns: "Atributos de desempeño" and "Peso (0-1)". Callout 5 points to the table.
- Iteraciones:** A spinner control showing the value "10". Callout 6 points to this control.
- Navigation:** "Anterior" and "Siguiente" buttons at the bottom.

Figura F-50. Formulario Determinar los atributos de desempeño

Si no selecciona ninguna opción, por defecto se tomará el primer elemento que este habilitado ya que esto depende de las opciones previas que ha seleccionado el usuario.

Método Y, con valores umbrales

Debe tener cuidado de asignar valores que estén entre los valores de la descripción, caso contrario no habrá unidades de tierra que cumplan con este criterio y se tendrá un mensaje como se muestra en la Figura F- 51.

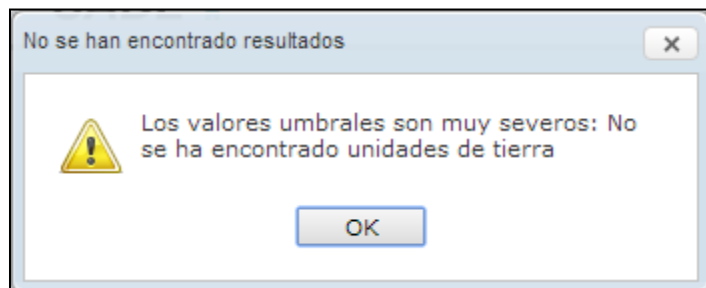


Figura F-51. Valores no encontrados

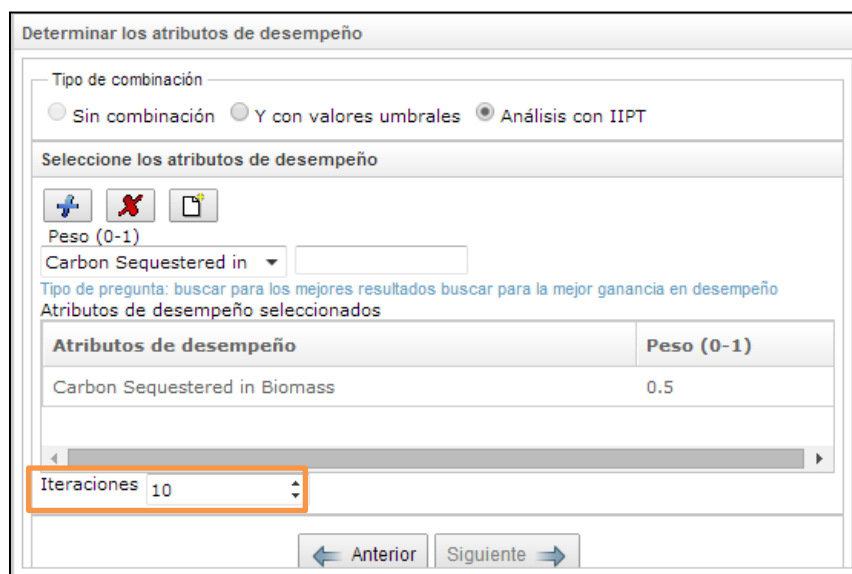
Cuando haya valores umbrales asignados a por lo menos uno de los atributos de desempeño, entonces se habilitará el siguiente formulario especificado de acuerdo a la tabla N° 3 o N° 4 dependiendo si se eligieron los mejores o peores resultados en el formulario Seleccione el tipo de pregunta especificado en la Figura F- 48.

En el caso de que desee modificar el valor umbral de un atributo de desempeño, tendrá que eliminarlo de la lista con la opción b de la Figura F- 50 y entonces se podrá asignar un nuevo valor.

Si ha elegido que su consulta se realice bajo este método se tendrá que asignar a los atributos de desempeño valores umbrales a por lo menos uno de ellos, caso contrario no podrá seguir al siguiente paso.

Si selecciona la opción Elegir método Análisis con IIPT

El usuario selecciona un atributo de rendimiento y luego asigna un peso que debe estar entre 0-1 y si el atributo seleccionado no ha sido ingresado antes, entonces, se habilita el botón para agregar a la lista de los atributos de rendimiento, también se mostrará el número máximo de iteraciones, si este atributo es de tipo continuo entonces se habilitará el control de iteraciones para que pueda cambiar este valor, tal y como se especifica en la Figura F- 53.



Determinar los atributos de desempeño

Tipo de combinación

☐ Sin combinación ☐ Y con valores umbrales ☒ Análisis con IIPT

Seleccione los atributos de desempeño

Peso (0-1)

Carbon Sequestered in

Tipo de pregunta: buscar para los mejores resultados buscar para la mejor ganancia en desempeño

Atributos de desempeño seleccionados

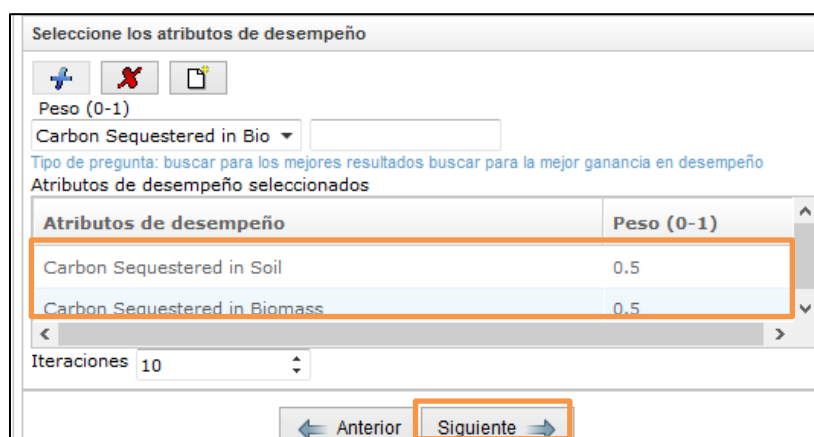
Atributos de desempeño	Peso (0-1)
Carbon Sequestered in Biomass	0.5

Iteraciones 10

Anterior Siguiente

Figura F-52. Especificación de número de iteraciones

Para que se habilite el botón Siguiente, el total de todos los pesos asignados a los atributos de rendimiento debe ser igual a 1 como se muestra en la Figura F- 53.



Seleccione los atributos de desempeño

Peso (0-1)

Carbon Sequestered in Bio

Tipo de pregunta: buscar para los mejores resultados buscar para la mejor ganancia en desempeño

Atributos de desempeño seleccionados

Atributos de desempeño	Peso (0-1)
Carbon Sequestered in Soil	0.5
Carbon Sequestered in Biomass	0.5

Iteraciones 10

Anterior Siguiente

Figura F- 53. Suma de pesos igual a 1

7 Dar límites espaciales

Se puede establecer un límite de hectáreas de una región para realizar los respectivos cálculos, revisar en la tabla N° 3 o N° 4 para las preguntas y opciones que está disponible este formulario.

El sistema de acuerdo a la Figura F- 54 muestra en pantalla las siguientes opciones para que el usuario pueda elegir.

- No mínimo (se detiene cuando ha encontrado los primeros resultados).
- Mínimo.

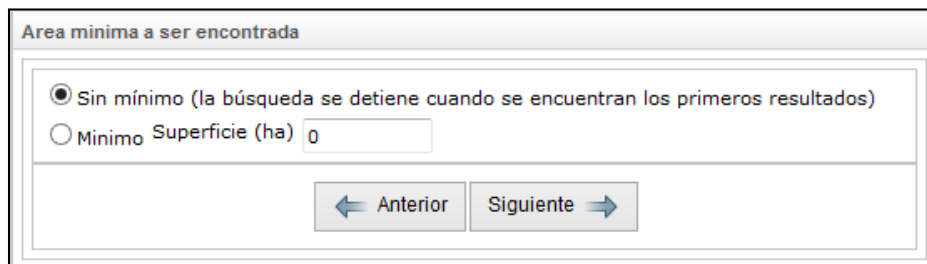


Figura F-54. Formulario área mínima a ser encontrada

Si elige la opción No mínimo se toma la superficie total de la región.

Si elige Mínimo se activará un cuadro de texto en donde se debe ingresar la superficie en hectáreas y cuando haya ingresado un valor mayor a cero se habilita la opción Siguiente para pasar al siguiente formulario, de acuerdo a la Figura F- 55.

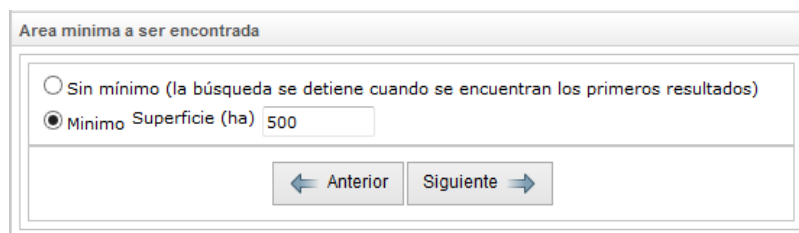


Figura F-55. Selección de área mínima

Si no elige ninguna opción, por defecto se establece No mínimo.

8 Ejecutar la consulta

Una vez que el usuario ha definido las características de la región a trabajar y las preguntas a responder se debe ejecutar la consulta antes de poder visualizar los resultados ya sea en mapas o tablas

El sistema presenta en pantalla los botones para ejecutar la consulta y mostrar los resultados, estos últimos deshabilitados como se muestra en la Figura F- 56.

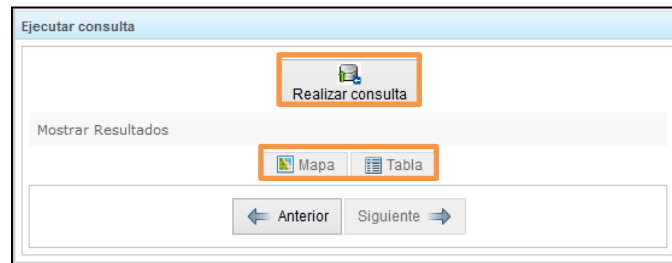


Figura F-56. Formulario ejecutar consulta

Cuando selecciona la opción Ejecutar consulta dependiendo de la pregunta se tomará algunos segundos en terminar la operación, una vez finalizado se muestra un mensaje con el resultado de acuerdo a la Figura F- 57 y se habilitan los botones para ver los resultados mediante mapa y tabla como se muestra en la Figura F- 58.

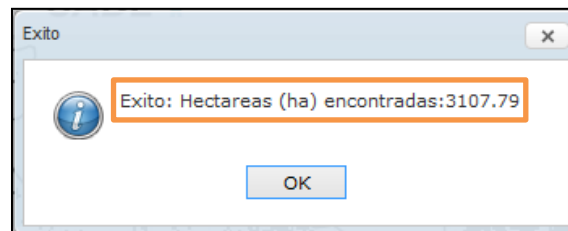


Figura F-57. Resultado de consulta

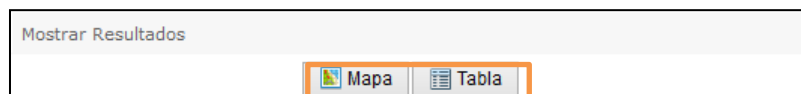
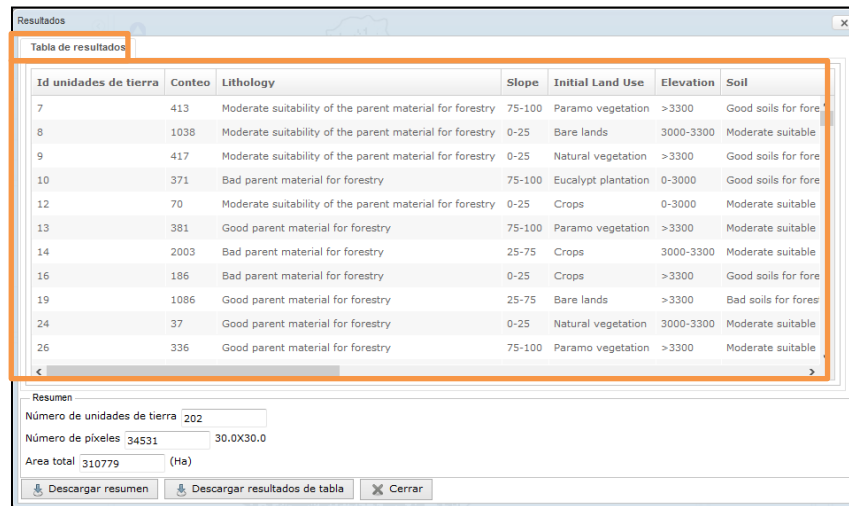


Figura F-58. Activación de opciones

9 Mostrar resultados

Se puede visualizar los resultados en dos formatos: tabla y mapa

Tabla. Si ha seleccionado la opción Tabla se mostrará los resultados de la consulta en una tabla, que contiene la información sobre las unidades de tierra que cumplan con los criterios de la consulta de acuerdo a la Figura F- 59.



The screenshot shows a web application window titled 'Resultados'. It contains a table with 7 columns: 'Id unidades de tierra', 'Conteo', 'Lithology', 'Slope', 'Initial Land Use', 'Elevation', and 'Soil'. Below the table is a 'Resumen' section with fields for 'Número de unidades de tierra', 'Número de píxeles', and 'Área total', along with buttons for 'Descargar resumen', 'Descargar resultados de tabla', and 'Cerrar'.

Id unidades de tierra	Conteo	Lithology	Slope	Initial Land Use	Elevation	Soil
7	413	Moderate suitability of the parent material for forestry	75-100	Paramo vegetation	>3300	Good soils for fore
8	1038	Moderate suitability of the parent material for forestry	0-25	Bare lands	3000-3300	Moderate suitable
9	417	Moderate suitability of the parent material for forestry	0-25	Natural vegetation	>3300	Good soils for fore
10	371	Bad parent material for forestry	75-100	Eucalypt plantation	0-3000	Good soils for fore
12	70	Moderate suitability of the parent material for forestry	0-25	Crops	0-3000	Moderate suitable
13	381	Good parent material for forestry	75-100	Paramo vegetation	>3300	Moderate suitable
14	2003	Bad parent material for forestry	25-75	Crops	3000-3300	Moderate suitable
16	186	Bad parent material for forestry	0-25	Crops	>3300	Good soils for fore
19	1086	Good parent material for forestry	25-75	Bare lands	>3300	Bad soils for fores
24	37	Good parent material for forestry	0-25	Natural vegetation	3000-3300	Moderate suitable
26	336	Good parent material for forestry	75-100	Paramo vegetation	>3300	Moderate suitable

Resumen
Número de unidades de tierra: 202
Número de píxeles: 34531 (30.0X30.0)
Área total: 310779 (Ha)
[Descargar resumen] [Descargar resultados de tabla] [Cerrar]

Figura F-59. Tabla de resultados

Además se presenta un resumen de los resultados, a continuación la descripción de cada uno.

- Número de unidades tierra:** Total de unidades de tierra que cumplen con el criterio de consulta
- Número de píxeles:** Total de píxeles de la región que cumple con la consulta, junto con el tamaño de píxeles con que se ha creado la región
- Área Total:** Área total de resultado medido en hectáreas (ha)

En caso de que sea haya elegido el método de consulta Análisis por IIPT se mostrará una nueva pestaña y se podrán visualizar un resumen de las iteraciones que ha realizado

- Número de iteración:** Número de iteración que ha ejecutado el algoritmo
- Condición:** Valor que es calculado en base a la fórmula del algoritmo IIPT
- Solución:** Si la solución es óptima o sub-óptima.

Mapa

Cuando se selecciona esta opción se muestra un mapa de acuerdo a la pregunta realizada, se muestra mediante la Figura F- 60.

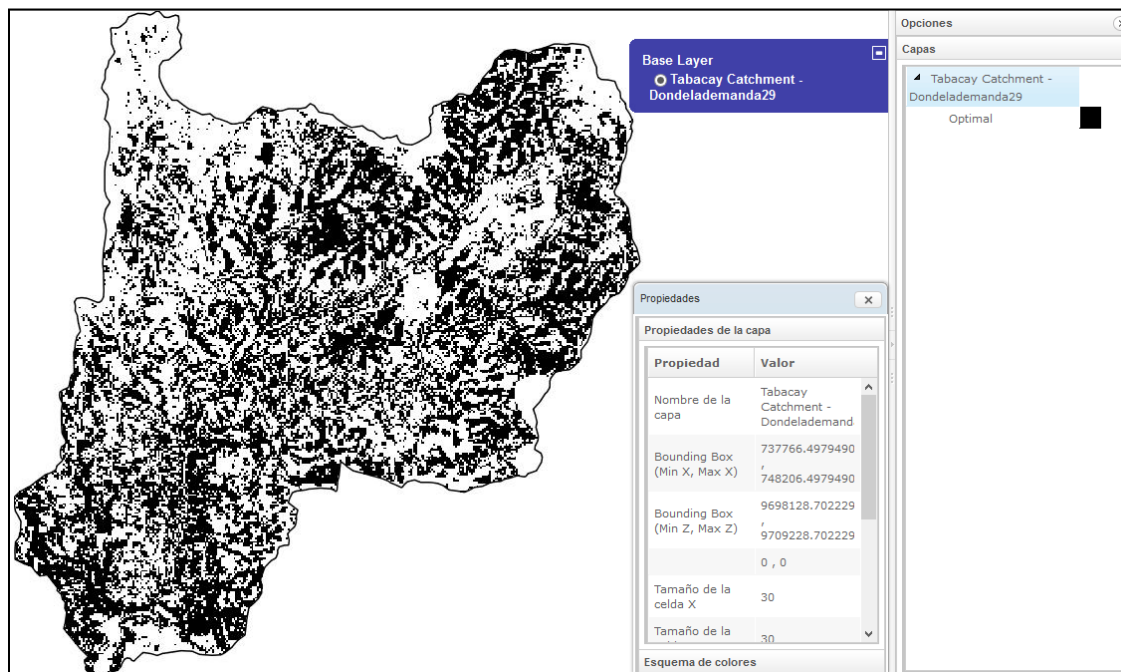


Figura F-60. Resultado de pregunta

10 Exportación

Si desea se puede exportar los resultados de las consultas realizadas

Tabla: Los resultados de las tablas se descargan en formato CSV, se puede descargar los resultados de la tabla y/o resumen de resultados.

Se presiona el botón Descargar resumen se presenta un cuadro de dialogo para descargar el resumen como se muestra en la Figura F- 61.

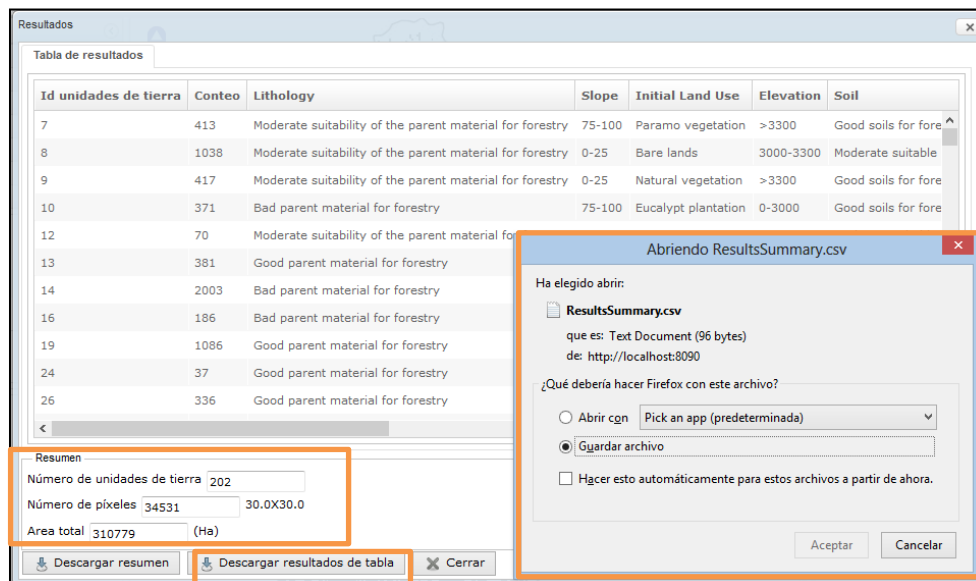


Figura F-61. Exportación de resumen de tabla

Se presiona el botón Descargar resultados tabla se presenta un cuadro de dialogo para descargar la información de la tabla como se muestra en la figura N° 62.

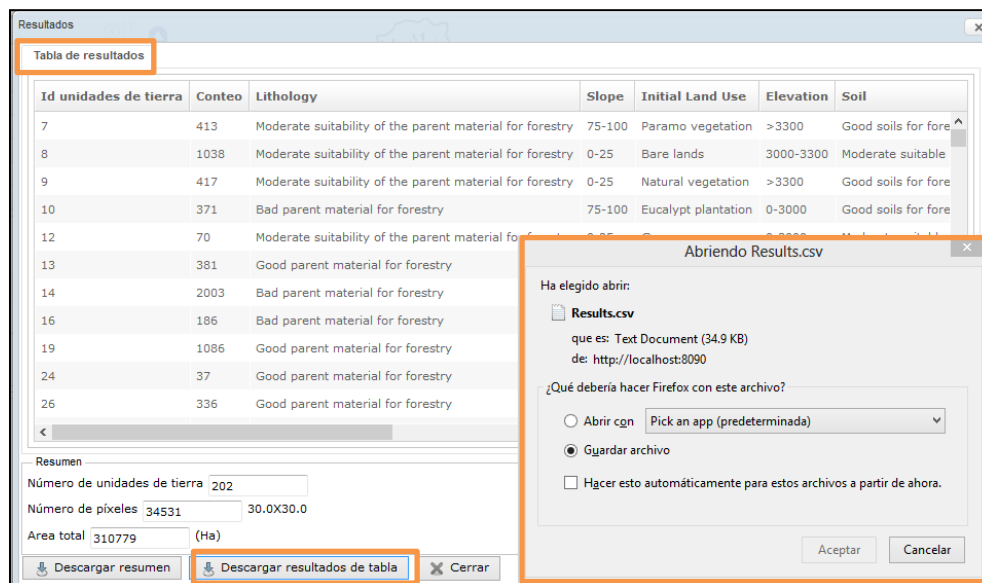


Figura F-62. Exportación de tabla de resultados

Mapa: Se pueden exportar los limites o bordes, unidades de tierra, características de tierra, atributos de desempeño y resultados de una pregunta referentes a una región.

Se debe dirigir a la sección 5 de la pantalla principal mostrada en la Figura F- 2, de aquí se selecciona la opción Exportar al dar click derecho sobre una capa, como se muestra en la Figura F- 63.

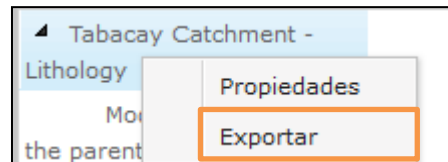


Figura F-63. Opción exportar capa

Si la capa a exportar es el borde de una región (capa vectorial) se permite la descarga en los formatos dados en la figura N° 64 donde seleccionado el formato se exporta presionando el icono de descarga.

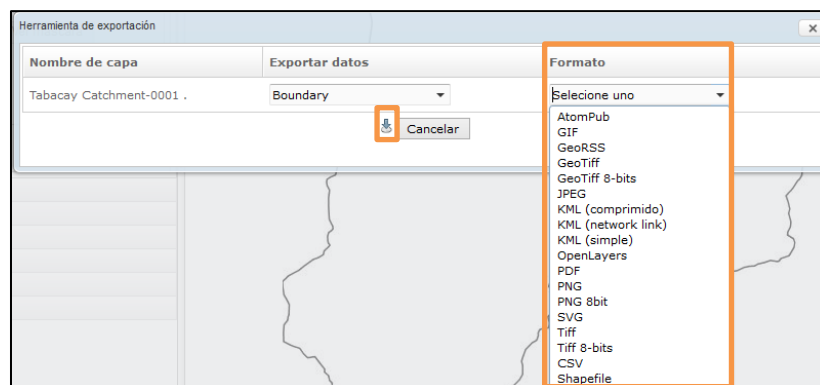


Figura F-64. Exportación capa vectorial.

Si la capa a exportar es diferente a la de bordes (capa ráster), se permite la descarga en los formatos dados en la Figura F- 65 donde se permite seleccionar la descarga de la capa con bordes y sin bordes, además de elegir el formato de exportación.

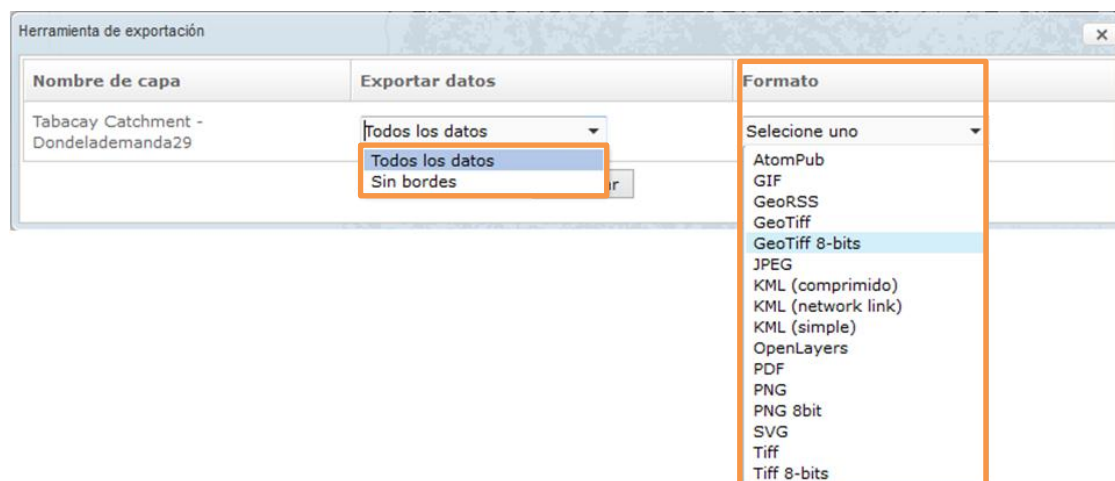


Figura F-65. Exportación capa ráster

11 Aspectos generales

Propiedades de capas

Para acceder a las propiedades de cualquier mapa generado se debe dirigir a la sección 5 de la pantalla principal especificado en la Figura F- 2, de aquí se selecciona la opción Propiedades al dar clic derecho sobre un mapa, como se muestra en la Figura F- 66.

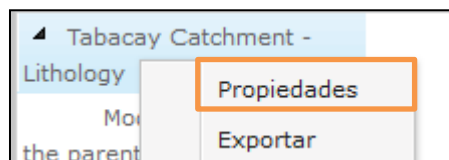


Figura F-66. Acceso a propiedades

Según la capa seleccionada se presentan las propiedades de dicha capa donde se tiene:

1. Propiedades referentes a la información de la capa.
2. Esquema de colores de la capa.

Se muestra en la Figura F- 67.

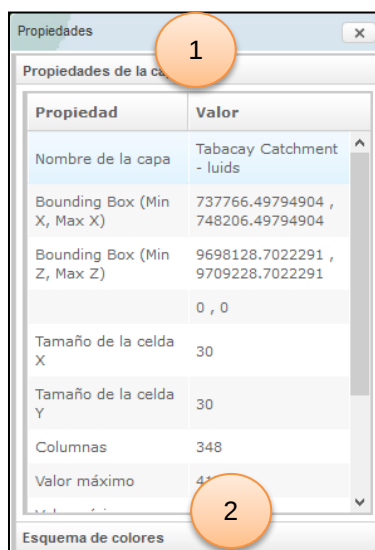


Figura F-67. Propiedades de capa

Exportación de capas

Visualización de mapas

Re proyección.

Puede suceder que si ha estado trabajando con otras regiones anteriormente, no se visualice la nueva región, entonces:

1. Posesiónese sobre el control de capas y seleccione la región
2. Desde el control de zoom presionar el botón del medio.

Se especifica mediante la Figura F- 68.

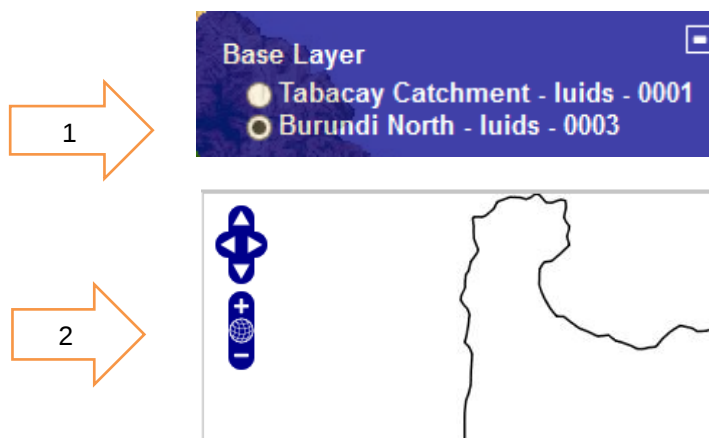


Figura F-68. Visualización de capa