



Construyendo la Red Interamericana de Información  
sobre Biodiversidad (IABIN)

## **Sistema para el modelado de escenarios de acciones de desarrollo o posibles amenazas a la biodiversidad**

### **Informe Final**

Preparado por  
Jesús A. Ugalde Gómez  
María Auxiliadora Mora

Setiembre 2010

## Contenidos

I.	Resumen.....	1
II.	Antecedentes .....	2
III.	Objetivos y metas.....	4
IV.	Metodología .....	6
V.	Resultados .....	8
VI.	Lecciones aprendidas .....	9
A.	Interfaz de usuario (UI).....	9
B.	Datos .....	9
C.	Programación .....	9
D.	MVC.....	9
E.	Documentación .....	10

## I. Resumen

Debido a la gran cantidad de variables involucradas y a la alta sensibilidad de las poblaciones a cambios en variables como el clima, desarrollo de infraestructura especies invasoras, etc., un modelo analítico de predicción de impacto de esos cambios en una población es prácticamente imposible. Por esta razón, se desarrolló un sistema interactivo, amigable y modular que permite integrar información biótica y abiótica para visualizar y modelar escenarios de amenazas potenciales y lograr una mejor gestión de la biodiversidad. El sistema es altamente interactivo para permitir la experimentación con variables causales y sus efectos, amigable para facilitar su uso por parte de tomadores de decisión y modular para permitir que se utilice *stand alone* o de manera integrada con el portal de la SSTN. El proyecto articuló actividades de desarrollo de software, aplicación del software a un caso piloto en Costa Rica, y de evaluación de éste caso piloto por parte de tomadores de decisión experimentados. Como principales productos se obtuvo una herramienta general, una aplicación a un caso particular y una evaluación con expertos para estimar su valor práctico. Los beneficiarios son tomadores de decisiones que definen políticas y acciones de conservación de la biodiversidad.

## II. Antecedentes

INBio es un centro de investigación y gestión de la biodiversidad, establecido en 1989 para apoyar los esfuerzos por conocer la diversidad biológica del país y promover su uso sostenible. Trabaja en colaboración con diversas agencias gubernamentales, universidades, empresas y otras instituciones públicas y privadas dentro y fuera del país.

Entre los logros alcanzados en colaboración con otras organizaciones sobresalen: el desarrollo de una propuesta de estándar (Plinian Core) para compartir e integrar información de especies a través de los mecanismos de la SSTN, en conjunto con el Nodo Español de la Red GBIF y la SSTN; es la institución coordinadora del consorcio formado por el Instituto Alexander von Humboldt, el Museo Argentino de Ciencias Naturales, NatureServe y la Red de Herbarios de Centroamérica para implementar la SSTN; como representante de Costa Rica ante la Red GBIF INBio ha coordinado procesos de tutoría para los nodos nacionales de Nicaragua, Argentina y Perú; adicionalmente, es la institución coordinadora del proyecto “Desarrollando capacidades y compartiendo tecnología para la gestión de la biodiversidad en Centroamérica”, el cual se centra en el desarrollo de la capacidad de los herbarios de la región y en la realización de foros de discusión y análisis, que apoyan la agenda ambiental regional, este proyecto es financiado por el Gobierno de Noruega.

INBio cuenta con el apoyo internacional de más de 400 colaboradores de instituciones como el Smithsonian Institute, Natural History Museum de Londres, Missouri Botanical Gardens, Field Museum de Chicago y muchos otros. Los parataxónomos, técnicos y taxónomos del INBio han formado equipos de trabajo con estos taxónomos internacionales que han permitido apalancar recursos y llevar la productividad del programa de inventario a niveles récord en el mundo (una especie nueva para la ciencia cada día, en promedio).

En otras áreas como Biología de la Conservación, INBio mantiene colaboraciones en distintos proyectos nacionales e internacionales con TNC, CI, WCMC y otros. En el área de Informática para la Biodiversidad, INBio ha participado activamente en GBIF, EOL, CHM, y, desde que fueron creadas, colabora con otras instituciones "hermanas" en la región como CONABIO y el Instituto Alexander von Humboldt de Colombia.

El presente proyecto responde a las necesidades planteadas en el componente #3 del proyecto de implementación de la red IABIN. Específicamente, responde a la necesidad de implementar un sistema para visualizar y analizar información que apoye el desarrollo de escenarios para enfrentar amenazas concretas a la biodiversidad<sup>1</sup>. Para esto, nos basamos en la experiencia de INBio en el uso de herramientas de visualización tridimensional de información como TerraExplorer y GoogleEarth, así como en el uso

---

<sup>1</sup> Por ejemplo: el cambio climático, desarrollo urbano y especies invasoras, entre otras.

integrado de estas herramientas con bases de datos de especies y especímenes<sup>2</sup>, en el uso de herramientas de predicción de distribución de especies y en la implementación de proyectos para la identificación de vacíos de conservación de la biodiversidad con el objetivo de orientar políticas de ordenamiento territorial<sup>3</sup>. Adicionalmente, se pretende demostrar, tanto a los tomadores de decisiones como a los generadores de información, que los datos servidos por la Red Temática de Especies y Especímenes de IABIN (SSTN por sus siglas en inglés) son fundamentales en la toma de decisiones sobre conservación y uso sostenible de la biodiversidad.

Uno de los retos recurrentes en el análisis de información sobre biodiversidad es la definición de modelos para desarrollar escenarios (acciones y consecuencias) para la toma de decisiones. Importantes aplicaciones de modelos de este tipo son inferir y planificar el impacto de futuros cambios en políticas ambientales, en la cobertura de la tierra, en el clima, crecimiento poblacional, desarrollo de infraestructura, entre otras aplicaciones.

El proyecto “Sistema para el modelado de escenarios de acciones de desarrollo o posibles amenazas a la biodiversidad” fue aprobado por IABIN como resultado de la convocatoria para el Desarrollo de Herramientas de Valor Agregado para la Toma de Decisiones para la red IABIN.

---

<sup>2</sup> Desde hace dos años, gracias a la colaboración de NASA y CATHALAC, INBio desarrolló en INBioparque, un sobrevuelo virtual por Centroamérica que integra información geográfica con la de las base de datos de especies y especímenes de la institución.

<sup>3</sup> Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) del Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE). 2007. GRUAS II: Propuesta de Ordenamiento Territorial para la conservación de la biodiversidad de Costa Rica. Volumen 1: Análisis de Vacíos en la Representatividad e Integridad de la Biodiversidad Terrestre. San José, C.R.. 100 p.

### III. Objetivos y metas

Se plantea de esta forma el desarrollo de un sistema interactivo, amigable y modular que permita integrar información biótica y abiótica para visualizar y modelar escenarios de amenazas potenciales y lograr una mejor gestión de la biodiversidad. Un sistema interactivo para permitir la experimentación con variables causales y sus efectos, amigable para facilitar su uso por parte de tomadores de decisión y altamente parametrizable para ser utilizado por diferentes públicos meta.

#### a. Objetivo 1

- Implementar un sistema que permita a los tomadores de decisiones públicos y privados realizar un análisis o modelado del impacto de acciones de desarrollo o posibles amenazas a la biodiversidad.

#### b. Metas

- Meta 1.1. Herramienta empaquetada para que pueda ser instalada y utilizada separadamente o de forma integrada con el Portal de la SSTN por los tomadores de decisiones.
- Meta 1.2. Interfaz amigable disponible en el sistema para ser utilizada fácilmente por los tomadores de decisiones.
- Meta 1.3. Análisis, diseño e implementación del sistema realizado teniendo en cuenta una lista tipificada de amenazas a la biodiversidad y los posibles criterios a evaluar, con el fin de asegurar una amplia aplicación del software.
- Meta 1.4. Sugerencias realizadas por el grupo de expertos involucrados en el desarrollo del proyecto piloto evaluadas e incorporadas al sistema para mejorar el producto final.
- Meta 1.5. Mecanismo para el manejo de la interfaz en múltiples idiomas disponible con el fin de que el software pueda ser configurado fácilmente no solo en los idiomas oficiales de IABIN (español, inglés y portugués) sino también en el o los idiomas de preferencia de los tomadores de decisiones de la Región Americana.

#### Objetivo 2

- Desarrollar un proyecto piloto con información de Costa Rica para al menos una de las amenazas, que utilice entre otras fuentes información generada por la SSTN.

**c. Metas**

- Meta 2.1. Proyecto piloto desarrollado para Costa Rica con la participación de expertos en manejo de biodiversidad y planificación.
- Meta 2.2. Pruebas del sistema realizadas y documentadas con la información real recopilada para Costa Rica.

**d. Objetivo 3**

- A partir de los resultados del proyecto piloto, evaluar el sistema con un grupo de tomadores de decisiones.

**e. Metas**

- Meta 3.1. Resultados del proyecto piloto presentados a un grupo de tomadores de decisiones para evaluar si éstos son de utilidad en los procesos de gestión de la biodiversidad que llevan a cabo.
- Meta 3.2. Resultados y lecciones aprendidas durante el proceso de desarrollo y uso del sistema en un ambiente real publicados en el Sitio web de IABIN.

## IV. Metodología

El proceso de implementación del sistema contempló tres hitos importantes, a saber:

- Desarrollo del sistema siguiendo la Metodología de Análisis Multicriterio para la identificación de áreas en las que el riesgo al que se enfrentan las especies de interés es alto ante un cambio en la composición del ecosistema en el que habitan (Sánchez, 2002).

Para documentar el proceso de análisis y diseño del sistema se utilizó la metodología “Rational Unified Process” o RUP que contempla, entre otros elementos: a) la especificación de los requerimientos funcionales del sistema por medio de casos de uso que evolucionan a medida que se avanza en el proceso de desarrollo, b) la arquitectura del sistema, y c) una serie de prototipos funcionales que permiten establecer una mejor comunicación con los usuarios ya que permiten evaluar más fácilmente y en etapas tempranas los avances en el desarrollo del sistema.

Los casos de uso del sistema se agrupan en tres categorías:

- Casos de uso que detallan la funcionalidad requerida para la configuración y administración de la aplicación. Los casos de uso incluidos en esta categoría son:
  - o Caso de uso #1: Configuración del sistema.
  - o Caso de uso #7: Administración de capas geográficas.
  - o Caso de uso #8: Administración del Servidor de Capas.
  - o Caso de uso #9: Administración de capas en el servidor de mapas
- Casos de uso relacionados con el proceso de modelado de amenazas:
  - o Caso de uso #4: Selección de capas y asignación de pesos.
  - o Caso de uso #5: Edición de intervalos por capa.
  - o Caso de uso #6: Selección del mapa de distribución de la(s) especie(s) incluidas en el análisis.
  - o Caso de uso #12. Generación de escenarios del posible impacto de acciones de desarrollo o amenazas a la biodiversidad.



- Caso de uso #13. Generación de mapas de predicción de distribución de especies a partir de la información del portal de la SSTN.
- Casos de uso que permiten guardar, recuperar y extraer datos del sistema:
  - Caso de uso #2: Guardar datos del proyecto.
  - Caso de uso #3: Cargar proyecto a partir de un archivo.
  - Caso de uso #10: Exportar metadatos
  - Caso de uso #11: Exportar resultados del proceso de análisis de amenazas.
- Aplicación del sistema a un caso particular utilizando datos de Costa Rica. El prototipo actual puede ser utilizado para realizar el proyecto piloto que será presentado en el taller de tomadores de decisión programado para julio de 2010.
- Evaluación de los resultados del proyecto piloto con un grupo de tomadores de decisión. El taller está programado para realizarse a mediados de julio de 2010.

Los casos de uso, diagramas y descripciones contenidos en este documento servirán de guía a los desarrolladores en el proceso de implementar y dar mantenimiento a la funcionalidad del sistema.

## V. Resultados

Los diferentes resultados del proyecto se presentan en este documento o se adjuntan como archivos anexos o pueden ser consultados vía web según se indica en el siguiente cuadro:

<b>Producto</b>	<b>Nombre del archivo</b>
Lista tipificada de amenazas	IABIN_ModeladoAmenazas_ListaTipificada_final
Estudio de software disponible	IABIN_ModeladoAmenazas_InformeSoftware_final
Documento de análisis, diseño e implementación	IABIN_ModeladoAmenazas_AnálisisDiseñoImplementación_final
Manual de usuario	IABIN_ModeladoAmenazas_ManualUsuario_final
Taller, lista de expertos y caso de estudio	IABIN_ModeladoAmenazas_Taller_EstudioCaso_final
Página web	<p><a href="http://pulsatrix.inbio.ac.cr/projects/modeling/">http://pulsatrix.inbio.ac.cr/projects/modeling/</a></p> <p>Aquí se localizan los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="#">Herramienta para la generación de escenarios</a></li> <li>- <a href="#">Metodología implementada por la herramienta</a></li> <li>- <a href="#">Usando la aplicación</a></li> <li>- <a href="#">Demo</a></li> <li>- <a href="#">Ejemplos de uso</a></li> <li>- <a href="#">Sitio ACOSA (CR)</a></li> <li>- <a href="#">Cerros "La carpintera" (CR)</a></li> <li>- <a href="#">Documentación</a></li> <li>- <a href="#">Desarrollo</a></li> <li>- <a href="#">¿Cómo informar de fallos?</a></li> <li>- <a href="#">¿Cómo colaborar?</a></li> <li>- <a href="#">Descargar</a></li> <li>- <a href="#">Sobre trac</a></li> </ul>
Versión estable de la aplicación	<a href="http://lucina.inbio.ac.cr:8085/modeling-web/layers.html">http://lucina.inbio.ac.cr:8085/modeling-web/layers.html</a>

## VI. Lecciones aprendidas

Durante los procesos de análisis, diseño y desarrollo de la herramienta de generación de escenarios para el modelado de amenazas, se utilizaron diversas bibliotecas, herramientas de software, sistemas independientes y conjuntos datos, que presentaron diversas dificultades o ventajas que se documental a continuación según su categoría.

### A. Interfaz de usuario (UI)

- Mostrar una cantidad reducida de opciones o parámetros simultáneamente disminuye la curva de aprendizaje y facilita el uso de la herramienta.
- Los módulos administrativos deben implementar de manera obligatoria controles de acceso para impedir que accidentalmente un usuario interfiera con la tarea de otro.

### B. Datos

- El mostrar datos, tal como los resultados de un proceso sin contextualizar dificulta el análisis de los mismos. Es este el caso del mapa resultado de la generación de los escenarios para el modelado de amenaza, los cuales cobran mayor valor si se visualizan junto a capas sin procesar o al área que circundante.
- El tamaño del área cubierta por la capa, la resolución espacial, la cantidad de capas, la velocidad de conexión impacta directamente el tiempo necesario para producir un escenario para el modelado de amenazas.

### C. Programación

- La comunicación JAVA - GRASS GIS se puede realizar mediante Scripts de BASH, aunque estos pueden ser implementados en Python, Perl, Ruby u otros.
- Para la comunicación entre el sistema y JAVA es conveniente enviar y recibir los datos como flujos de datos en texto plano.
- Al enviar datos desde el GRASS GIS a JAVA a través de los scripts, es recomendable pre-formatear el flujo de datos a transmitir y utilizar convenciones que se mantengan consistentes entre los diferentes scripts. Cosas como separadores de columnas, cambios de línea u otros.

### D. MVC

- Un Framework MVC facilita diseño e implementación del flujo de trabajo para la herramienta en desarrollando.
- El data-binding provisto por Spring como parte de su Framework MVC es

difícil de utilizar y restringe la flexibilidad en el uso de elementos de la IU Web (HTML, javascript, YUI).

- La clase abstracta AbstractFormController fuerza la utilización de POJOs (Plain Old Java Object), para la transmisión de datos entre la IU Web y los controladores del flujo de trabajo; lo cual resulta en un incremento considerablemente de la cantidad de objetos necesarios para construir la funcionalidad junto con la complejidad del árbol de clases, XML's entre otros.
- Al utilizar la clase abstracta AbstractFormController se debe crear una clase POJO para cada transmisión de datos entre el navegador y el servidor, aún cuando se envíe solo un dato textual.

#### **E. Documentación**

- Los manuales de uso deben ser realizados siguiendo un ejemplo que el usuario pueda ejecutar las veces que considere necesario. Por esto es conveniente mantener en la aplicación el conjunto de datos utilizado en el manual de uso siempre que se vayan a entrenar nuevos usuarios.

## VII. Anexos

- Anexo 1. Lista tipificada de amenazas.
- Anexo 2. Estudio de software disponible.
- Anexo 3. Documento de análisis, diseño e implementación.
- Anexo 4. Manual de usuario.
- Anexo 5. Taller, lista de expertos y caso de estudio.