



Tel.: (506) 2507 8164
Fax & Voz: (506) 2507 8274
www.inbio.ac.cr

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

Segundo Informe de avance
Para el proyecto Construyendo la Red Interamericana de Información sobre Biodiversidad (IABIN)



Preparado por: Jesús Ugalde Gómez y María Auxiliadora Mora, INBio
Mayo 2010

1. Alcances del proyecto

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.

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.

Dentro de este marco general se establecen los siguientes objetivos:

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

2. Informe técnico de avance

Se detallan a continuación los alcances obtenidos en el proyecto a mayo del año 2010.

2.a. Resumen ejecutivo y retos

El principal objetivo del proyecto “Sistema para el modelado de escenarios de acciones de desarrollo o posibles amenazas a la biodiversidad” es desarrollar un sistema para apoyar la toma de decisiones en actividades de gestión de los recursos naturales por medio de un mecanismo capaz de integrar información biótica y abiótica para visualizar y modelar escenarios de amenazas potenciales a la biodiversidad producto de actividades antropogénicas y otras. El presente informe recopila la documentación de la fase de análisis de requerimientos, diseño e implementación del sistema.

El proceso de implementación del sistema contempla 3 hitos importantes, a saber:

1. 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 utiliza 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, la sección E.2. de este documento contiene los casos de uso del sistema y la sección E.3 describe el avance en la implementación de estos; B) La arquitectura del sistema, la que se describe en la sección E.4 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 3 categorías:

a. 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:

- Caso de uso #1: Configuración del sistema
- Caso de uso #7: Administración de capas geográficas
- Caso de uso #8: Administración del Servidor de Capas
- Caso de uso #9: Administración de capas en el servidor de mapas

La funcionalidad especificada en estos casos de uso está desarrollada en un 70%, queda pendiente desarrollar una interfaz gráfica para facilitar al usuario la realización de estos procesos administrativos.

b. Casos de uso relacionados con el proceso de modelado de amenazas:

- Caso de uso #4: Selección de capas y asignación de pesos.
- Caso de uso #5: Edición de intervalos por capa.
- Caso de uso #6: Selección del mapa de distribución de la(s) especie(s) incluidas en el análisis.
- 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.

Los casos de uso están implementados en un 95%, queda pendiente el permitir que el usuario incorpore al proceso de análisis ya sea el mapa de modelado de nichos ecológicos generado desde el Portal de datos de la SSTN o un mapa de distribución real o potencial aportado por el usuario.

c. 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.

La funcionalidad especificada en estos casos de uso se encuentra desarrollada en un 50%. A la fecha el sistema permite exportar los resultados del proceso de análisis en formato PNG falta incorporar a esta funcionalidad el poder guardar los datos utilizados durante el proceso y el poder guardar y recuperar proyectos.

2. 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.
3. 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.

Este documento presenta en la Sección 2.a. un resumen ejecutivo que describe el avance en la ejecución del proyecto. La sección 2.b presenta el estado de los productos de acuerdo al cronograma general especificado en el documento del proyecto y finalmente, la sección 3 presenta dos apéndices: el Apéndice I que incluye el documento de análisis de requerimientos y diseño del sistema, base para el actual proceso de implementación del mismo, y el Apéndice II que es un documento externo llamado “IABIN-Modelado Amenazas-Informe Software v4.pdf.” que contiene el “Estudio de las herramientas de sistemas de información geográficos existentes útiles para implementar el sistema”.

Sistema para el modelado de escenarios de acciones de desarrollo o posibles amenazas a la biodiversidad
Segundo Informe de avance, mayo de 2010

		Meses														
		J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A
Actividades	Productos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	funcionando en el web de forma integrada con la información disponible en el portal de la SSTN.															
1.D. Realizar el diseño gráfico del sistema.	Diseño gráfico de la aplicación integrado al sistema.															
1.E. Implementar en el sistema un mecanismo multilinguaje.	Sistema con mecanismo de manejo de múltiples lenguajes disponible en el sitio web de la SSTN con la interfaz traducida a los idiomas oficiales de IABIN (español, inglés y portugués).															
1.F. Traducir la interfaz del sistema a los idiomas oficiales de IABIN.	Sistema con la interfaz traducida a los idiomas oficiales de IABIN (español, inglés y portugués).															
1.G. Realizar pruebas del sistema con usuarios (principalmente personal de INBio) con conocimiento y	Resultado de las pruebas documentados.															

Sistema para el modelado de escenarios de acciones de desarrollo o posibles amenazas a la biodiversidad
Segundo Informe de avance, mayo de 2010

		Meses														
		J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A
Actividades	Productos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
experiencia en necesidades de los tomadores de decisiones en gestión de la biodiversidad.																
1.H. Empaquetar el sistema para que pueda ser obtenido del sitio web de la SSTN e instalado localmente.	Sistema empaquetado disponible para ser obtenido del sitio web e instalado de forma local.															
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.																
2.A. Planificar y ejecutar el proyecto piloto.																
2.A.1. Seleccionar el grupo de expertos con los que se va a trabajar.	Lista de expertos seleccionados disponible en el sitio web de la SSTN.															
2.A.2. Organizar una primera reunión del grupo de expertos.	Lista de participantes, agenda y minuta de acuerdos de la reunión disponible en el sitio web de la SSTN.															
2.A.3. Recopilar la información necesaria asociada a los criterios definidos por los expertos durante la reunión.	Base de datos del sistema actualizada con la información recopilada.															
2.A.4. Ejecutar el sistema	Resultados de ejecutar el															

Sistema para el modelado de escenarios de acciones de desarrollo o posibles amenazas a la biodiversidad
Segundo Informe de avance, mayo de 2010

		Meses														
		J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A
Actividades	Productos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
utilizando la información recopilada.	sistema documentados.															
Objetivo 3. A partir de los resultados del proyecto piloto, evaluar el sistema con un grupo de tomadores de decisiones.																
3.A. Presentar y evaluar los resultados con el grupo de expertos y tomadores de decisiones.																
3.A.1. Organizar una segunda reunión con el grupo de expertos.	Lista de participantes, agenda y minuta de acuerdos de la reunión disponible en el sitio web de la SSTN															
3.B. Documentar los resultados y lecciones aprendidas durante el desarrollo y uso del sistema.	Documento de resultados y lecciones aprendidas publicado en el sitio web de la SSTN.															
1.I. Evaluar e incorporar al sistema las recomendaciones realizadas por el grupo de expertos y tomadores de decisiones durante la segunda reunión.	Productos disponibles en el sitio web de la SSTN: Documentación técnica del sistema actualizada. Sistema funcionando en el web de forma integrada con la información disponible en el															

Sistema para el modelado de escenarios de acciones de desarrollo o posibles amenazas a la biodiversidad
Segundo Informe de avance, mayo de 2010

		Meses														
		J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A
Actividades	Productos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	portal de la SSTN actualizado. Sistema empaquetado actualizado disponible para ser obtenido del sitio web e instalado de forma local.															
4. Administración del proyecto																
4.A. Elaborar plan de trabajo detallado del proyecto	Documento con el plan de trabajo entregado															
4.B. Elaborar el primer informe de progreso	Primer informe entregado															
4.C. Elaborar segundo informe de progreso	Segundo informe entregado															
4.D. Asistir a dos eventos demostrativos a los participantes de IABIN y tomadores de decisiones.	Informe de asistencia a eventos presentado															
4.F. Elaborar el informe final del proyecto	Informe final presentado															

Estado de los productos al 31 de mayo del 2010.

Objetivos	Actividades	Productos	Resultado al 31 de mayo del 2010
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.	1.A. Listar y tipificar las amenazas que afectan a la biodiversidad.	Lista tipificada de amenazas a la biodiversidad disponible en el sitio web de la SSTN.	Se encuentra en formato de borrador y estará disponible en el sitio web de la SSTN a finales de julio.
	1.B. Realizar un estudio de las herramientas de software existentes útiles para implementar el sistema de análisis o modelado del impacto de amenazas a la biodiversidad. El objetivo del estudio es conocer el estado de desarrollo de las herramientas de software disponibles tomando en cuenta preferiblemente herramientas “open source” que puedan ser utilizadas como componentes del sistema a implementar. INBio tiene experiencia en el uso de la herramienta propietaria de análisis espacial multicriterio “ModelBuilder” ya sea en la plataforma del software ArcView 3.3 ó ArcGIS 9.2 (herramientas ESRI) y es muy importante evaluar alternativas de software libre.	Estudio del software disponible en el sitio web de la SSTN.	Ya se había presentado el estudio de las herramientas de software existentes útiles para implementar el sistema de análisis (Ver documento separado IABIN-Modelado Amenazas- Informe Software v4.pdf.)
	1.C. Realizar el análisis, diseño e	Productos disponibles en el	La documentación de análisis y diseño se

**Sistema para el modelado de escenarios de acciones de desarrollo o posibles amenazas a la biodiversidad
Segundo Informe de avance, mayo de 2010**

Objetivos	Actividades	Productos	Resultado al 31 de mayo del 2010
	<p>implementación del sistema tomando en cuenta los requerimientos de cada una de las amenazas incluidas en la lista tipificada de amenazas (adecuando e integrando las herramientas existentes).</p> <p>1.D. Realizar el diseño gráfico del sistema.</p>	<p>sitio web de la SSTN: Documentación técnica del sistema. Sistema altamente parametrizable y fácil de usar para el modelado y análisis de impacto de amenazas a la biodiversidad funcionando en el web de forma integrada con la información disponible en el portal de la SSTN.</p>	<p>encuentra en el Apéndice I.</p> <p>Los detalles de implementación de los casos de uso se encuentran en el Apéndice I.</p>
	<p>1.E. Implementar en el sistema un mecanismo multilinguaje.</p> <p>1.F. Traducir la interfaz del sistema a los idiomas oficiales de IABIN.</p>	<p>Sistema con mecanismo de manejo de múltiples lenguajes disponible en el sitio web de la SSTN con la interfaz traducida a los idiomas oficiales de IABIN (español, inglés y portugués).</p>	<p>El mecanismo multilinguaje se incluye en el prototipo actual, sin embargo, el sistema no presenta todas las etiquetas traducidas a los idiomas oficiales de IABIN debió a que la traducción de la interfaz es un proceso que debe realizarse cuando el sistema está listo. El sistema traducido estará disponible en agosto.</p>
	<p>1.G. Realizar pruebas del sistema con usuarios (principalmente personal de INBio) con conocimiento y experiencia en necesidades de los tomadores de decisiones en gestión de la biodiversidad.</p>	<p>Resultado de las pruebas documentados.</p>	<p>Actividad a desarrollar en Julio.</p>
	<p>1.H. Empaquetar el sistema para que pueda ser obtenido del sitio</p>	<p>Sistema empaquetado disponible para ser</p>	<p>No corresponde aún el tenerlo concluido.</p>

**Sistema para el modelado de escenarios de acciones de desarrollo o posibles amenazas a la biodiversidad
Segundo Informe de avance, mayo de 2010**

Objetivos	Actividades	Productos	Resultado al 31 de mayo del 2010
	web de la SSTN e instalado localmente.	obtenido del sitio web e instalado de forma local.	
	1.I. Evaluar e incorporar al sistema las recomendaciones realizadas por el grupo de expertos y tomadores de decisiones durante la segunda reunión.	Productos disponibles en el sitio web de la SSTN: Documentación técnica del sistema actualizada. Sistema funcionando en el web de forma integrada con la información disponible en el portal de la SSTN actualizado. Sistema empaquetado actualizado disponible para ser obtenido del sitio web e instalado de forma local.	No corresponde aún el tenerlo concluido.
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.	2.A. Planificar y ejecutar el proyecto piloto.		No corresponde aún el tenerlo concluido.
	2.A.1. Seleccionar el grupo de expertos con los que se va a trabajar.	Lista de expertos seleccionados disponible en el sitio web de la SSTN.	No corresponde aún el tenerlo concluido.
	2.A.2. Organizar una primera reunión del grupo de expertos con el objetivo de presentarles la metodología, mostrarles la herramienta, establecer el área de estudio, delimitar la o las amenazas de interés para el proyecto piloto,	Lista de participantes, agenda y minuta de acuerdos de la reunión disponible en el sitio web de la SSTN.	Se desarrollará en julio.

Objetivos	Actividades	Productos	Resultado al 31 de mayo del 2010
	seleccionar los criterios (variables) y definir categorías por criterio; insumos necesarios para crear los escenarios de amenazas a la biodiversidad. Adicionalmente, el grupo de expertos puede sugerir fuentes de información para obtener los datos necesarios.		
	2.A.3. Recopilar la información necesaria asociada a los criterios definidos por los expertos durante la reunión.	Base de datos del sistema actualizada con la información recopilada.	Se desarrollará en julio.
	2.A.4. Ejecutar el sistema utilizando la información recopilada.	Resultados de ejecutar el sistema documentados.	Se desarrollará en julio.
Objetivo 3. A partir de los resultados del proyecto piloto, evaluar el sistema con un grupo de tomadores de decisiones.	3.A. Presentar y evaluar los resultados con el grupo de expertos y tomadores de decisiones.		Se desarrollará en julio.
	3.A.1. Organizar una segunda reunión con el grupo de expertos (que participó en la primera) e involucrar en esta a tomadores de decisiones con el objetivo de presentar y evaluar los resultados obtenidos del proyecto piloto.	Lista de participantes, agenda y minuta de acuerdos de la reunión disponible en el sitio web de la SSTN	Se desarrollará en julio.
	3.B. Documentar los resultados y lecciones aprendidas durante el desarrollo y uso del sistema.	Documento de resultados y lecciones aprendidas publicado en el sitio web de la SSTN.	Se desarrollará en julio.



3. Apéndices

Apéndice I

Red Temática de Especies y Especímenes (SSTN)

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

Documento de análisis, diseño e implementación

Preparado por: Unidad de Desarrollos Informáticos



Mayo de 2010

A. Tabla de contenido

B. Resumen ejecutivo	18
C. Antecedentes	21
D. Introducción	24
E. El sistema propuesto.....	26
E.1. Descripción:.....	26
E.1.1. Objetivos	26
E.1.2. Resultados deseados.....	27
E.1.3. Tecnología utilizada.....	28
E.2. Casos de uso:	29
Caso de uso #1: Configuración del sistema.....	29
Caso de uso #10: Exportar metadatos	53
Caso de uso #11: Exportar resultados del proceso de análisis de amenazas	55
Caso de uso #12. Generación de escenarios del posible impacto de acciones de desarrollo o amenazas a la biodiversidad.	56
Caso de uso #13. Generar mapas de predicción de distribución de especies a partir de la información del portal de la SSTN	59
Caso de uso #2: Guardar datos del proyecto.	32
Caso de uso #3: Cargar proyecto a partir de un archivo.	34
Caso de uso #4: Selección de capas y asignación de pesos.....	36
Caso de uso #5: Edición de intervalos por capa.....	39
Caso de uso #6: Selección del mapa de distribución de la(s) especie(s) incluidas en el análisis.	41
Caso de uso #7: Administración de capas geográficas.....	42
Caso de uso #8: Administración del Servidor de Capas	46
Caso de uso #9: Administración capas en el servidor de mapas	51
E.3. Implementación de los casos de uso.....	61
E.3.1. Diagrama de flujo de la aplicación	61
E.3.2. Diagrama de flujo completo de la aplicación:	62

E.3.3. Caso de uso #4: Selección de capas y asignación de pesos.	63
E.3.4. Caso de uso #5: Edición de intervalos por capa.	63
E.3.5. Caso de uso #11: Exportar resultados del proceso de análisis de amenazas.	64
E.3.6. Caso de uso #12. Generación de escenarios del posible impacto de acciones de desarrollo o amenazas a la biodiversidad	64
E.4. Arquitectura.....	66
E.5. Diseño de la base de datos.....	70
E.5.1. Diagrama entidad relación del Módulo de administración de usuarios ..	70
E.5.2. Diagrama entidad relación del Módulo de administración de capas geográficas.....	71
F. Apéndices	72
F.1. Apéndice I. Resumen del documento de análisis y diseño de Ara	73
F.2. Apéndice II. Resumen del documento de análisis y diseño del Portal	88
F.3. Apéndice III. Manejo de concurrencia	92
F.4. Apéndice IV. Scripting en GRASS GIS	93
H. Referencias.....	97

B. Resumen ejecutivo

El principal objetivo del proyecto “Sistema para el modelado de escenarios de acciones de desarrollo o posibles amenazas a la biodiversidad” es desarrollar un sistema para apoyar la toma de decisiones en actividades de gestión de los recursos naturales por medio de un mecanismo capaz de integrar información biótica y abiótica para visualizar y modelar escenarios de amenazas potenciales a la biodiversidad producto de actividades antropogénicas y otras. El presente informe recopila la documentación de la fase de análisis de requerimientos, diseño e implementación del sistema.

El proceso de implementación del sistema contempla 3 hitos importantes, a saber:

1. 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 utiliza 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, la sección E.2. de este documento contiene los casos de uso del sistema y la sección E.3 describe el avance en la implementación de estos; B) La arquitectura del sistema, la que se describe en la sección E.4 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 3 categorías:

- a. 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:
 - Caso de uso #1: Configuración del sistema

- Caso de uso #7: Administración de capas geográficas
- Caso de uso #8: Administración del Servidor de Capas
- Caso de uso #9: Administración de capas en el servidor de mapas

La funcionalidad especificada en estos casos de uso está desarrollada en un 70%, queda pendiente desarrollar una interfaz gráfica para facilitar al usuario la realización de estos procesos administrativos.

b. Casos de uso relacionados con el proceso de modelado de amenazas:

- Caso de uso #4: Selección de capas y asignación de pesos.
- Caso de uso #5: Edición de intervalos por capa.
- Caso de uso #6: Selección del mapa de distribución de la(s) especie(s) incluidas en el análisis.
- 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.

Los casos de uso están implementados en un 95%, queda pendiente el permitir que el usuario incorpore al proceso de análisis ya sea el mapa de modelado de nichos ecológicos generado desde el Portal de datos de la SSTN o un mapa de distribución real o potencial aportado por el usuario.

c. 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.

La funcionalidad especificada en estos casos de uso se encuentra desarrollada en un 50%. A la fecha el sistema permite exportar los resultados del proceso de análisis en formato PNG falta incorporar a

esta funcionalidad el poder guardar los datos utilizados durante el proceso y el poder guardar y recuperar proyectos.

2. 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.
3. 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.

C. Antecedentes

El sistema propuesto utiliza tecnología, estándares y herramientas desarrollados por iniciativas como:

1. El Sistema Mundial de Información sobre Biodiversidad (GBIF) es una iniciativa con el objetivo primordial de “coordinar los esfuerzos científicos internacionales para permitir que usuarios de todo el mundo utilicen grandes cantidades de datos sobre la biodiversidad mundial, lo que permitirá impulsar la investigación científica en muchas disciplinas, la promoción tecnológica y el desarrollo sostenible, facilitando la distribución equitativa de los beneficios de la biodiversidad, y mejorando la calidad de vida la sociedad" (GBIF, 2009). GBIF está desarrollando tecnología (por ejemplo el Portal personalizable de GBIF) para establecer la red y apoyar así el intercambio de datos primarios sobre la diversidad biológica a nivel internacional. Además del desarrollo de tecnología, GBIF promueve el libre acceso a datos sobre biodiversidad. En la actualidad la Red de GBIF integra más de 180 millones de registros de especímenes y observaciones provenientes de más de 8.000 conjuntos de datos. El portal que utiliza la SSTN extiende la funcionalidad del Portal personalizable de GBIF.
2. La Red Interamericana de Información sobre Biodiversidad (IABIN) es un "foro con el objetivo de fomentar la colaboración técnica y la coordinación entre los países de las Américas en la generación, distribución y uso de información sobre biodiversidad relevante para la toma de decisiones relacionadas con la gestión y conservación de los recursos naturales." (IABIN, 2009). El foro tiene como objetivos principales la "construcción de una infraestructura para el intercambio de información sobre biodiversidad, el fortalecimiento de la capacidad técnica para el intercambio de información y conocimientos más allá de las fronteras políticas, lingüísticas e institucionales; el ofrecer libre acceso a información sobre diversidad biológica útil para los tomadores de decisiones para mejorar los procesos de conservación de la biodiversidad; mejorar la capacidad de almacenar,

usar y distribuir información sobre biodiversidad; y producir o adaptar productos de información para los tomadores de decisiones (herramientas para la toma de decisiones) con el fin de formular políticas eficaces de gestión ambiental y promover el desarrollo sostenible en la región. (IABIN, 2009) ".

3. La Red Temática de Especies y Especímenes de IABIN (SSTN) es una "red electrónica e institucional cuyo objetivo principal es facilitar la digitalización, la integración y el acceso a datos sobre especímenes y especies presentes en las Américas. Con el fin de lograr su objetivo principal, la SSTN desarrolla herramientas de software, en coordinación con otras iniciativas a nivel nacional, regional y mundial; facilita procesos de capacitación para la implementación de estas herramientas y promueve su uso por científicos, instituciones, otras redes y el público en general." (IABIN, 2009). Las secciones E y F presentan una descripción detallada de Ara y el Portal de biodiversidad respectivamente, software desarrollado con el con el apoyo de GBIF, la SSTN y "Fundecooperación - Programa de Cooperación Sur-Sur, con la contribución Financiera del Reino de los Países Bajos".

4. El Instituto Nacional de Biodiversidad de Costa Rica (INBio) es "un centro de investigación y gestión de la biodiversidad, establecido en 1989 para apoyar los esfuerzos de reunir el conocimiento sobre la diversidad biológica del país y promover su uso sostenible. El instituto trabaja bajo la premisa de que la mejor manera de conservar la biodiversidad es estudiarla, valorarla y aprovechar las oportunidades que ofrece para mejorar la calidad de vida de los seres humanos "(INBio, 2009). INBio administra colecciones de plantas, insectos, moluscos, arácnidos, hongos, nemátodos y otros grupos biológicos utilizando un sistema desarrollado en por la institución denominado Atta (<http://atta.inbio.ac.cr>). El sistema fue diseñado para almacenar, gestionar y difundir la información sobre la biodiversidad de la institución. Los datos de los especímenes se encuentran almacenados en una base de datos relacional con más de tres millones de registros. Cada uno de esos especímenes tienen un código de barras único e

información asociada sobre dónde (con coordenadas geográficas precisas), cuándo, cómo, quién lo recolectó, y al final del proceso de identificación, de qué especie se trata. Atta incluye módulos para generar, consultar y editar la información taxonómica, geográfica y ecológica, así como posibles usos de la diversidad biológica de Costa Rica. Además, el INBio genera información sobre los diferentes ecosistemas del país. Toda la información que INBio ha reunido y ha generado se encuentra disponible en Internet (<http://www.inbio.ac.cr>). INBio utilizó el diseño de Atta y su experiencia en el desarrollo de dos versiones de un sistema de manejo de información sobre biodiversidad para el desarrollo de Ara.

5. Estándares de Información sobre Biodiversidad (TDWG) es un "es una iniciativa internacional sin fines de lucro que desarrolla estándares y protocolos para el intercambio de datos de biodiversidad. TDWG se creó para establecer colaboración internacional entre proyectos de bases de datos biológicas. TDWG promueve una amplia y eficaz difusión de información sobre la biodiversidad mundial en beneficio de la humanidad. "(TDWG, 2009). TDWG ha impulsado el desarrollo de estándares como Darwin Core entre otros.

D. Introducción

El presente documento describe las características principales del “Sistema para el modelado de escenarios de acciones de desarrollo o posibles amenazas a la biodiversidad” que se desarrolla para la Red Temática de Especies y Especímenes, otras redes temáticas parte de la Red Interamericana de Información sobre Biodiversidad (InterAmerican Biodiversity Information Network, IABIN) e instituciones individuales que administran información de especímenes compatible con el estándar Darwin Core.

El documento está compuesto de las siguientes secciones.

1. Antecedentes en la que se presenta la lista de iniciativas que han participado en el desarrollo de los estándares, protocolos y herramientas que han sido la base del desarrollo del sistema.
2. Descripción del sistema propuesto contiene una descripción completa del sistema, que incluye objetivos generales y específicos, resultados esperados y tecnología utilizada; una propuesta de arquitectura del sistema, en la que se describe la forma de organizar los componentes de software que requiere la aplicación. Además, se adjunta un estudio de las herramientas de sistemas de información geográficos existentes útiles para implementar el sistema. Esta sección incluye adicionalmente una descripción de los casos de uso del sistema, los que constituyen la parte dinámica de la aplicación, pues se deben considerar validaciones, manejo de excepciones, errores, procesamiento de datos, interfaz de usuario y salidas el sistema, entre otros detalles. Adicionalmente, se incluye una nueva sección que describe el proceso de implementación de los casos de uso. El último apartado de esta sección presenta el diseño de la base de datos o modelo de datos que está siendo utilizado.
3. Sección de apéndices, que incluye: documentos de referencia para el diseño de la aplicación como son 1) la documentación del Sistema Ara y del Porta de Biodiversidad que pueden ser integrados al sistema como fuentes de datos de especímenes y 2) información adicional de cómo se han resuelto algunos retos técnicos.

En conclusión, el objetivo de este documento es presentar de forma detallada la funcionalidad del sistema utilizando mecanismos de comunicación fáciles de entender por los usuarios finales, que le dan al programador un detalle suficiente para conocer los requerimientos funcionales y parte de los no funcionales para implementar la aplicación.

E. El sistema propuesto

E.1. Descripción:

E.1.1. Objetivos

Objetivo General

Proveer al usuario de un mecanismo multilenguaje disponible en el web que permita integrar información biótica y abiótica para visualizar y modelar escenarios de amenazas potenciales a la biodiversidad, con el fin de permitir a los tomadores de decisiones públicos y privados realizar una mejor gestión de los recursos naturales.

Objetivos Específicos

1. Implementar un sistema que permita realizar un análisis o modelado del impacto de acciones de desarrollo o posibles amenazas a la biodiversidad.
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.
3. A partir de los resultados del proyecto piloto, evaluar el sistema con un grupo de tomadores de decisiones.

E.1.2. Resultados deseados

De acuerdo a los objetivos planteados se pueden definir 3 resultados específicos:

1. Sistema web multilenguaje

El sistema incluye los siguientes módulos:

- **Administración de capas geográfica:** es un módulo accesible únicamente para usuarios del grupo administrador, permite agregar y borrar servidores de mapas WMS, además permite indicar qué capas geográficas pueden ser utilizadas como fuentes de información de una posible amenaza.
- **Generador de mapas de distribución:** genera mapas de distribución a partir de la información obtenida del portal de la SSTN según el área de estudio. El usuario puede guardar el mapa para utilizarlo en el módulo de Modelado de escenarios. Este módulo está contenido en el portal de la SSTN, que está basado a su vez en el portal de GBIF.
- **Modelado de escenarios:** permite al usuario seleccionar un área de estudio y un conjunto de capas que contienen datos de posibles amenazas a la biodiversidad, a éstas capas se les asigna un conjunto de criterios que son utilizados al realizar la inferencia con la Metodología de Análisis Multicriterio. El usuario puede aportar un mapa de distribución para complementar el resultado del análisis, además puede exportar el proyecto, o el resultado del análisis.

2. Aplicación del sistema a un caso particular: Se propone un proyecto piloto para al menos una de las amenazas encontradas. Se desarrolla el proyecto con expertos en biodiversidad y planificación, y con la información recopilada se realizan pruebas en el sistema las cuales serán documentadas.

3. Evaluación con expertos para estimar su valor práctico: un grupo de tomadores de decisiones definen si los resultados obtenidos desde el sistema para el proyecto piloto son relevantes para la gestión de biodiversidad.

E.1.3. Tecnología utilizada

Con el objetivo de utilizar las herramientas que se adapten más a los requerimientos del Sistema de análisis, se realizó un estudio sobre herramientas “open source”. Como resultado se obtuvo que:

Para la implementación del sistema se utilizarán:

- JDBC
- Spring
- JSP
- Open Layer
- Ext JS
 - Javascript
 - AJAX

Para la ejecución del sistema de análisis se utilizarán:

- GeoServer
- GRASS
- Tomcat 6

E.2. Casos de uso:

La siguiente sección presenta los casos de uso que describen en detalle la funcionalidad del Sistema de modelado de amenazas a la biodiversidad.

Caso de uso #1: Configuración del sistema.

Nombre:	Configuración del sistema por medio de archivos XML
Actores:	Usuario administrador del sistema.
Descripción:	<p>Este mecanismo permite solventar el requerimiento de integración del sistema con bases de datos compatibles con el estándar Darwin Core. Por medio de este, el usuario tiene la flexibilidad de integrar el sistema con mayor facilidad a otras bases de datos alternativas.</p> <p>La funcionalidad le permite al usuario configurar la estructura de datos que utilizará el sistema para el análisis de información, entre otros parámetros.</p>
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none"> • Haber ingresado al sistema como administrador. • Tener permisos de lectura y escritura sobre el archivo applicationContext-database-mappings.xml • Conocer la estructura del XML especificada en el manual de usuario de la aplicación. • Contar con un ERD de la base de datos a la cual se quiere vincular el módulo. • Conocer los conceptos de Darwin Core (DwC) válidos para la aplicación (disponibles en el manual de usuario)
Postcondiciones:	XML validado y funcional que le permita a la aplicación ejecutar el análisis con los datos de la base de datos propuesta por el usuario.

Flujo principal:

- Modificación del archivo applicationContext-database-mappings.xml.
 1. El usuario abre con el editor de su preferencia el archivo applicationContext-database-mappings.xml.

2. El usuario modifica el archivo xml de acuerdo a la siguiente estructura de datos:

```
<mappings>
  <table>
    <table-name>Nombre de la table</table-name>
    <column>
      <column-name>Nombre de la columna</column-name>
      <dwc-element>Concepto del Darwin Core</dwc-element>
    </column>
  </table>
</mappings>
```

Ejemplo:

```
<mappings>
  <table>
    <table-name>DarwinCore</table-name>
    <column>
      <column-name>kingdom</column-name>
      <dwc-element>Kingdom</dwc-element>
    </column>
    <column>
      <column-name>domain</column-name>
      <dwc-element>Phylum</dwc-element>
    </column>
    .
    .
    .
  </table>
  .
  .
  .
</mappings>
```

3. El usuario guarda el archivo a disco.
4. Se ejecuta un script en Perl para hacer efectiva en el resto de la aplicación los cambios realizados en el archivo xml.
 - Se valida la estructura del xml, lo cual implica que todo el archivo corresponda con la estructura indicada en el punto 2.
 - Se valida que todos los campos del Darwin Core tengan una asociación con las tablas provistas en la base de datos.
5. Se reinicia la aplicación.

Flujos alternos:

- Archivo de configuración inexistente.
 1. En el punto 1 del flujo principal, el archivo no se encuentra o fue eliminado anteriormente.
 2. El sistema imprime un mensaje de error en los logs de la aplicación indicando que el archivo de configuración necesario no se encuentra disponible y que esto impedirá el funcionamiento de la aplicación.
 3. El sistema interrumpe el proceso de inicialización y no inicia la aplicación hasta que el archivo cumpla con el proceso de validación.

- Estructura xml del archivo errónea.
 1. En el punto 4 del flujo principal, el usuario introdujo datos que no corresponden con la estructura de datos predefinida para el sistema (ver punto 2 del flujo principal).
 2. El sistema imprime un mensaje de error en los logs de la aplicación indicando que la estructura de datos es errónea. En el mensaje de error se incluye el nombre del primer elemento dentro del xml que no corresponde con la estructura predefinida (ver punto 2 del flujo principal).
 3. El sistema interrumpe el proceso de inicialización de la aplicación hasta que el archivo cumpla con el proceso de validación.

- Elementos DwC faltantes
 1. En el punto 4 del flujo principal, el usuario no incluyo en la estructura de datos todos los elementos del Darwin core requeridos para el funcionamiento de la aplicación.
 2. El sistema imprime un mensaje de error en los logs de la aplicación indicando que la estructura de datos provista no incluye todos los elementos DwC necesarios para su funcionamiento.

3. El sistema interrumpe el proceso de inicialización de la aplicación hasta que el xml cumpla con el proceso de validación.

Caso de uso #2: Guardar datos del proyecto.

Nombre:	Guardar datos del proyecto.
Actores:	Usuario
Descripción:	<p>Este módulo permite al usuario guardar en el disco duro local los datos del mapa de modelado de amenazas que está generando para retomarlo después o compartirlo con otras personas que trabajen con el mismo conjunto de datos.</p> <p>El archivo se puede guardar en cualquier momento durante el proceso de generación del mapa.</p> <p>El sistema no almacena el mapa resultante, solo los datos necesarios para volver a generarlo, esto para mantener simple el formato del archivo.</p>
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none"> • Haber ingresado al sistema. • Tener permisos de lectura y escritura en alguna carpeta del sistema que se esta utilizando.
Postcondiciones:	Un archivo de proyecto en el formato xml especificado en el flujo principal del caso de uso con los datos necesarios para generar el mapa del proyecto.

Flujo principal:

- Salvar datos del proyecto a archivo.
 1. El usuario selecciona la opción de guardar el proyecto en ejecución.
 2. El sistema muestra al usuario una ventana para seleccionar el destino y el nombre del archivo donde se guardarán los datos del proyecto.
 3. El sistema escribe los siguientes datos del proyecto al archivo indicado por el usuario.

- Capas seleccionadas (id y nombre).
- Pesos por capa.
- Intervalos por capa.
- Mapa de distribución de especies a utilizar (id y nombre).

Estos datos se escribirán con el siguiente formato:

```
<project>
  <name><name>
  <description><description>
  <distribution-map>
    <id><id>
    <name><name>
  <distribution-map>
  <layers>
    <layer>
      <id><id>
      <name><name>
      <weight><weight>
      <intervals>
        <interval>
          <name><name>
          <weight><weight>
          <lower-value><lower-value>
          <higher-value><lower-value>
        <interval>
      <intervals>
    <layer>
  <layers>
</project>
```

Flujos alternos:

- Datos incompletos.
 1. En el punto 3 del flujo principal, el usuario no ha ingresado todos los datos necesarios.
 2. El sistema procede a crear el archivo con la estructura especificada en el paso 3 del flujo principal dejando los datos faltantes como elementos vacíos dentro del xml del proyecto.

- Guardar archivo de proyecto.
 1. En el punto 2 del flujo principal, el usuario selecciona una dirección y un nombre de archivo existentes.
 2. El sistema muestra al usuario un mensaje indicando que el archivo indicado ya existe y le pregunta si desea sobrescribir los datos.
 3. Si la respuesta es afirmativa, se continúa con el punto 3 del flujo principal, y si la respuesta es negativa, se cancela el proceso.

Caso de uso #3: Cargar proyecto a partir de un archivo.

Nombre:	Cargar datos para generar el mapa a partir de un archivo de proyecto.
Actores:	Usuario
Descripción:	Permite al usuario configurar los datos requeridos por el sistema para la generación de un mapa a partir de un archivo xml.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none"> • Haber ingresado al sistema. • Tener permisos de lectura del archivo de proyecto a utilizar. • Un archivo de proyecto en el formato xml especificado en el caso de uso “Guardar archivos de proyecto” con los datos necesarios para generar el mapa del proyecto.
Postcondiciones:	El sistema presenta los datos requeridos para el análisis que estaban guardados en el archivo del proyecto.

Flujo principal:

- Cargar los datos del proyecto desde un archivo.
 1. El usuario selecciona la opción de cargar los datos desde el archivo.
 2. El sistema muestra una ventana para la selección de archivos.
 3. El usuario selecciona una ruta y un nombre de archivo a cargar.
 4. El sistema valida que el formato del archivo coincida con el formato especificado en el caso de uso “Generar archivos de proyecto”.

5. El sistema carga los datos del proyecto a la aplicación.
6. El usuario selecciona la opción de generar mapa.
7. El sistema genera el mapa.

Flujos alternos:

- Ruta de archivo incorrecta.
 1. En el punto 3 del flujo principal, la ruta del archivo no existe.
 2. El sistema muestra al usuario un mensaje de error describiendo el problema y escribe en el log de la aplicación el detalle técnico del error.
- Formato del archivo incorrecto.
 1. En el punto 4 del flujo principal, el formato del archivo es incorrecto.
 2. El sistema muestra al usuario un mensaje de error describiendo el problema y escribe en el log de la aplicación el detalle técnico del error.
- Datos insuficientes para generar el mapa.
 1. En el punto 6 del flujo principal, el archivo de proyecto no contiene información suficiente para generar el mapa.
 2. El sistema indica que faltan datos para la generación exitosa del mapa de amenazas.
 3. El usuario completa la información faltante y genera el mapa.

Caso de uso #4: Selección de capas y asignación de pesos.

Nombre:	Selección de capas y asignación de pesos.
Actores:	Usuario
Descripción:	Permite al usuario seleccionar las capas a utilizar en la generación del mapa y asignarles un peso (valor de prioridad) a utilizar en el proceso de cálculo del mapa.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none"> • Haber ingresado al sistema.
Postcondiciones:	

Flujo principal:

- Selección de capas.
1. El usuario selecciona la opción de agregar capas, tal y como lo muestra la figura #1.

<i>Capas</i>			
	Identificador	Descripcion	Valor de importancia
<input type="checkbox"/>	1	Título 1	10%
<input type="checkbox"/>	2	Título 2	15%
<input type="checkbox"/>	3	Título 3	17%

Figura #1. Pantalla para administrar datos de las capas a utilizar en el proceso de análisis

2. El sistema consulta la base de datos y muestra las capas disponibles.
3. El usuario marca una por una las capas a utilizar, al marcar cada capa se habilita un espacio para introducir el valor de prioridad asignado a la capa (figura #2).

Capas				Seleccionar
	Identificador	Descripción	Valor de importancia	
<input type="checkbox"/>	1	Título 1	--	
<input checked="" type="checkbox"/>	2	Título 2	<input type="text"/>	
<input type="checkbox"/>	3	Título 3	--	

Figura #2. Edición del valor de importancia asignado por el usuario a cada capa geográfica.

4. El usuario ingresa el valor de prioridad de la capa, este valor debe ser un valor porcentual de 0 a 100%.
5. El usuario selecciona la opción de incluir capas marcadas.
 - El sistema valida que la suma de los valores de prioridad de las capas de un total de 100%.
 - El sistema crea automáticamente un total de 10 intervalos de acuerdo a la información raster de la capa.
6. Se muestran las capas en la lista de capas seleccionadas.

Flujos alternos:

- No existen capas seleccionables.
 1. En el punto 2 del flujo principal, el sistema no muestra ninguna capa disponible.
 2. El sistema al no encontrar capas disponibles muestra un mensaje al usuario y provee un vínculo al módulo de administración de capas.
- Valores porcentuales inválidos.
 1. En el punto 4 del flujo principal, el usuario ingresa valores porcentuales inválidos.

2. El sistema muestra un mensaje de error indicando que el valor porcentual es inválido y coloca el valor en rojo.
- Suma de los valores porcentuales inválidos.
 1. En el punto 5 del flujo principal, el sistema valida los valores porcentuales y encuentra que estos no suman 100%.
 2. El sistema muestra un mensaje de error presentando la situación y la suma total de los porcentajes, sin agregar ninguna capa a la lista de seleccionadas.
 - Error en la creación de intervalos.
 1. En el punto 5 del flujo principal, el sistema no puede crear 10 intervalos basándose en la información de la capa seleccionada.
 2. El sistema muestra un mensaje de error indicando la situación y genera el máximo de intervalos posibles.
 3. El sistema agrega la capa a la lista de capas seleccionadas.

Caso de uso #5: Edición de intervalos por capa.

Nombre:	Edición de intervalos por capa.
Actores:	Usuario
Descripción:	Permite al usuario la edición de los intervalos por capa según la información raster de la capa.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none"> Haber ingresado al sistema.
Postcondiciones:	

Flujo principal:

- Selección de capas.
 - El usuario marca la capa a editar.
 - El sistema habilita la opción editar intervalos.
 - El usuario selecciona la opción de editar intervalos.
 - El sistema muestra una pantalla similar a la mostrada en la figura #3:

Edición de intervalos

Capa: Capa 1

Cantidad de intervalos:

Intervalos		<input type="button" value="Aceptar cambios"/>		
	Identificador	Nombre	Límite inferior	Límite superior
<input type="checkbox"/>	1	Intervalo 1	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="checkbox"/>	2	Intervalo 2	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="checkbox"/>	3	Intervalo 3	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Figura #3. Pantalla de edición de intervalos por capa geográfica.

- El usuario modifica los datos de los intervalos y selecciona la opción de aceptar los cambios.

6. El sistema valida que los intervalos tengan valores válidos que no se superpongan y correspondan a la información raster de la capa, y realiza los cambios a los datos del proyecto.

Flujos alternos:

- Modificación de los intervalos generados automáticamente.
 1. En el punto 5 del flujo principal, el usuario modifica la cantidad de intervalos generados automáticamente y selecciona la opción de recalcular intervalos.
 2. El sistema recalcula los intervalos según el parámetro provisto por el usuario, si no es posible generar la cantidad de intervalos se muestra un mensaje de error y se dejan los valores de los intervalos sin generar.
- Traslapado de intervalos.
 1. En el punto 5 del flujo principal, el usuario modifica los valores superior e inferior y selecciona la opción de recalcular intervalos.
 2. El sistema recalcula los intervalos según el parámetro provisto por el usuario, si no es posible generar la cantidad de intervalos se muestra un mensaje de error indicando la situación y se dejan los valores de los intervalos sin generar.
- Un intervalo por valor.
 1. En el punto 5 del flujo principal, el usuario desea agregar 1 intervalo por cada valor disponible, por lo que ingresa un valor alto en el campo correspondiente a la cantidad de intervalos.
 2. El sistema asigna valores a los intervalos uno por uno hasta que se acaben los datos.
 3. El usuario acepta los cambios
 4. El sistema agrega los nuevos datos a la información del proyecto en curso.

Caso de uso #6: Selección del mapa de distribución de la(s) especie(s) incluidas en el análisis.

Nombre:	Selección del mapa de distribución de la(s) especie(s) y cruce entre el mapa resultante y el mapa de distribución de la o las especies
Actores:	Usuario
Descripción:	<p>Permite al usuario la selección del mapa de distribución de la(s) especie(s) que será utilizado en el proceso de análisis.</p> <p>Este mapa puede ser agregado antes o después de la generación del mapa de modelado de amenazas del proyecto.</p> <p>Este dato también puede ser guardado como parte de la información del proyecto.</p>
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none"> Haber ingresado al sistema.
Postcondiciones:	

Flujo principal:

- Selección de mapa(s) de distribución.
 - El usuario selecciona la opción de agregar mapa de distribución.
 - El sistema consulta la base de datos y muestra al usuario una lista con todos los mapas de distribución disponibles para agregar al proyecto.

Mapas		
	Identificador	Descripcion
<input type="checkbox"/>	1	Mapa especie 1
<input type="checkbox"/>	2	Mapa especie 2
<input type="checkbox"/>	3	Mapa especie 3

Figura #4. Funcionalidad para el manejo de información de mapas de distribución de las especies.

3. El usuario marca los diferentes mapas de distribución a utilizar y luego selecciona la opción de agregar al proyecto de modelado.

<i>Mapas disponibles</i>			Agregar
	Identificador	Descripcion	
<input type="checkbox"/>	1	Mapa especie 1	
<input type="checkbox"/>	2	Mapa especie 2	
<input type="checkbox"/>	3	Mapa especie 3	

Figura #5. Opción de agregar mapas de distribución de especies al proyecto

4. El sistema agrega los datos al proyecto en curso.

Flujos alternos:

- No existen mapas de distribución en la base de datos.
 1. En el paso 2 del flujo principal, el sistema no encuentra mapas de distribución registrados, por lo que muestra un mensaje explicando la situación y provee un vínculo al modulo de administración de capas.

Caso de uso #7: Administración de capas geográficas

Nombre:	Administración de Capas Geográficas
Actores:	Usuario administrador del sistema
Descripción:	El módulo permite agregar y eliminar servidores WMS (Web Map Service) y capas geográficas utilizadas como fuente de datos de amenazas por el Módulo de análisis.
Precondiciones:	El usuario debe haberse autenticado en el sistema, debe pertenecer al grupo de administradores del sistema. (Ver figura #6)
Postcondiciones:	Se agregan y eliminan capas de amenazas del sistema.

Flujo principal:

1. El usuario ingresa al Módulo de administración de capas geográficas.
2. El usuario proporciona un servidor de mapas (Ver figura #6):
 - a. Da el URL del servidor de mapas WMS y se da un nombre significativo al servidor y presiona “Save”, por ejemplo:

URL: <http://localhost:8080/geoserver/wms>

Name: Servidor Local
 - b. El usuario selecciona un servidor de la lista de servidores que fueron cargados.
3. El sistema :
 - a. Si se presionó botón “Save”, el sistema prueba la URL, se almacenan los datos del servidor, y se muestra una lista de las capas que proporciona el servidor en el cuadro izquierdo de la sección de capas.
 - b. Si se presionó “Upload” se muestra en el cuadro izquierdo, de la sección de capas, las capas proporcionadas por el servidor que no han sido seleccionadas como capas de amenaza. Al lado derecho se muestran las capas almacenadas que son utilizadas como fuente de datos de de amenaza.
4. El usuario selecciona las capas que se quieran utilizar del cuadro izquierdo, luego presiona el botón “ >> ”.
5. El sistema pasar la capas seleccionadas al cuadro derecho donde se muestran las capas almacenadas.
6. Para eliminar capas el usuario selecciona las capas del cuadro derecho y luego presiona el botón “ << ”.

7. El sistema pasa las capas seleccionadas al cuadro izquierdo donde se ven las capas sin usar del servidor de mapas.
8. El usuario presiona “Save”.
9. El sistema almacena y se borra las capas de la base de datos, de acuerdo a las capas listadas en el cuadro derecho.

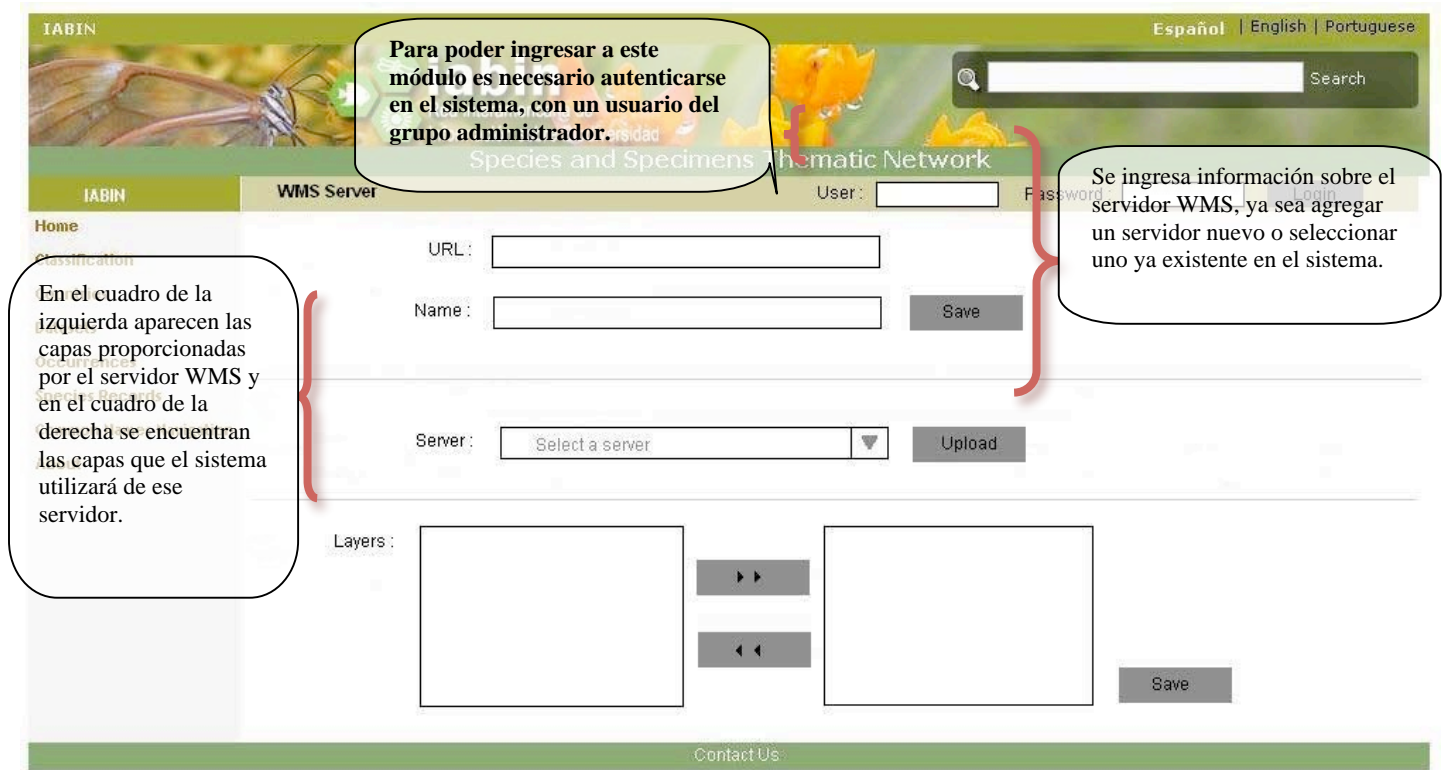


Figura #6. Interfaz del Módulo de administración de capas geográficas

Flujos alternos:

- Información incompleta:
 1. En el punto 2.a, el usuario no ingresa la URL del servidor o el nombre del servidor.
 2. En el punto 3.a, el sistema envía un mensaje de error al usuario.
 3. No se almacena la información en el sistema.

- Información no válida:
 1. En el punto 2.a, el usuario ingresa una URL inválida.
 2. En el punto 3.a, el sistema envía un mensaje de error al usuario.
 3. No se almacena la información en el sistema.

- No hay capas en el servidor WMS seleccionado:
 1. En el punto 3, el usuario no puede seleccionar un servidor.
 2. En el punto 3, no se pueden cargar las capas en la sección de capas.
 3. El sistema envía un mensaje de advertencia sobre servidor sin capas.

Caso de uso #8: Administración del Servidor de Capas

Nombre:	Administrar conexiones a bases de datos PostGis
Actores:	Usuario administrador del sistema
Descripción:	Mediante el uso de la página de administración proporcionada por GeoServer, el usuario puede agregar conexiones PostGis para obtener las capas.
Precondiciones:	GeoServer debe estar instalado, y debe ser accesible desde la red interna o desde Internet.
Postcondiciones:	Se agrega una conexión PostGis

Flujo principal:

1. El usuario mediante un navegador ingresa a la página del servidor GeoServer.
2. El servidor muestra la página principal del módulo de administración. (Véase la figura# 7)



Figura #7: Página de bienvenida del servidor de mapas.

3. El usuario presiona el hipervínculo de “Configuración” en la página de bienvenida.
4. El sistema muestra la página Autenticación. (Véase la figura # 8).



Figura #8: Página de Autenticación.

5. El usuario ingresa el nombre de usuario y la contraseña, luego presiona “Enviar”.
6. El sistema revisa la autenticación y muestra la página de Configuración de GeoServer. (véase la figura #9).



Figura #8: Página de Autenticación.

7. El usuario presiona el link de “Datos” de la página de Administración.
8. El sistema muestra la página de Administración de Datos. (véase la figura #10)



Figura #10: Página de Configuración de datos.

9. El usuario elije el link de “Almacenes”, para agregar una nueva conexión a una base de datos PostGis
10. El sistema muestra la página de Configuración de almacenes de datos (véase la figura #11)



Figura #11: Página de Configuración de los almacenes de datos.

11. El usuario elije el hipervínculo “Nuevo”, para crear un nuevo almacén.
12. El sistema muestra la página Crear un nuevo almacén de datos.(véase la figura #12)



Figura #11: Página de Crear un nuevo almacén de datos

13. El usuario elige de la lista de almacén de datos “PostGis”, y da un nombre al nuevo almacén. Presiona “Nuevo”.
14. El sistema revisa el nombre del almacén y muestra la página Editor del Almacén de Datos. (véase la figura #13)



Figura #13: Página Editor del almacén de datos.

15. El usuario completa la información relevante como host, puerto, base de datos, usuario y password, para realizar la conexión entre la base de datos PostGis y el servidor de mapas. Presiona “Enviar”.
16. El sistema revisa la información y realiza una prueba de conexión. Envía un mensaje de éxito.
17. El usuario presiona “Guardar” y luego “Aplicar”.
18. El sistema almacena los cambios y reconoce las capas que se encuentran relacionadas con la base de datos.

Flujos alternos:

- Error de autenticación
 1. En el punto 5, el usuario no escribió el usuario o la contraseña, o proporciona información incorrecta.
 2. En el punto 6, el sistema revisa el usuario y la contraseña, se produce un error de autenticación.
 3. El sistema envía un mensaje de error de autenticación al usuario.
- Nombre de almacén inválido

1. En el punto 13, el usuario no proporciona un nombre al almacén, da un nombre inválido, o da un nombre ya existente.
 2. En el punto 14, el sistema revisa el nombre del almacén, se produce un error.
 3. El sistema envía un mensaje de error al usuario.
- Información de la conexión a la base de datos
 1. En el punto 15, el usuario no completa toda la información requerida para realizar la conexión, deja en blanco los espacios marcados con el asterisco rojo.
 2. En el punto 16, el sistema revisa los campos marcados con asterisco, encuentra campos en blanco.
 3. El sistema envía un mensaje de error al usuario sobre información requerida incompleta.
 - Error en la conexión a la base de datos
 1. En el punto 15, el usuario da información incorrecta para la conexión de la base de datos.
 2. En el punto 16, el sistema realiza una prueba de conexión, se produce un error de conexión.
 3. El sistema envía un mensaje de error al usuario.

Caso de uso #9: Administración capas en el servidor de mapas

Nombre:	Administrar capas en el servidor de mapas
Actores:	Usuario administrador del sistema
Descripción:	Mediante el uso de la página de administración proporcionada por GeoServer, el usuario puede agregar capas geográficas en el servidor de mapas.
Precondiciones:	GeoServer debe estar instalado, y debe ser accesible desde la red interna o desde Internet. El usuario se debe encontrar en la página de Configuración de GeoServer.
Postcondiciones:	Se agregan capas dentro del servidor de mapas.
Dependencia:	Administrar conexiones a bases de datos PostGis

Flujo principal:

1. El usuario presiona el link de “Datos” que se encuentra en el menú superior de la página. (Véase la figura #9)
2. El sistema regresa a la página de Configuración de datos. (Véase la figura #10).
3. El usuario presiona el link de “Entidades”.
4. El sistema muestra la página Configuración de las entidades. (Véase la figura #14).



Figura #14: Página Configuración de las entidades.

5. El usuario elije el link “Nuevo” para reconocer una nueva capa.
6. El sistema muestra la página Crear una nueva entidad. (Véase la figura #15)



Figura #15: Página Crear una nueva entidad

7. El usuario selecciona de la lista de entidades la capa que quiere subir al servidor de mapas. Presiona “Nuevo”.
8. El sistema obtiene información de la capa seleccionada y muestra la página Editor de entidades. (Véase la imagen #16)

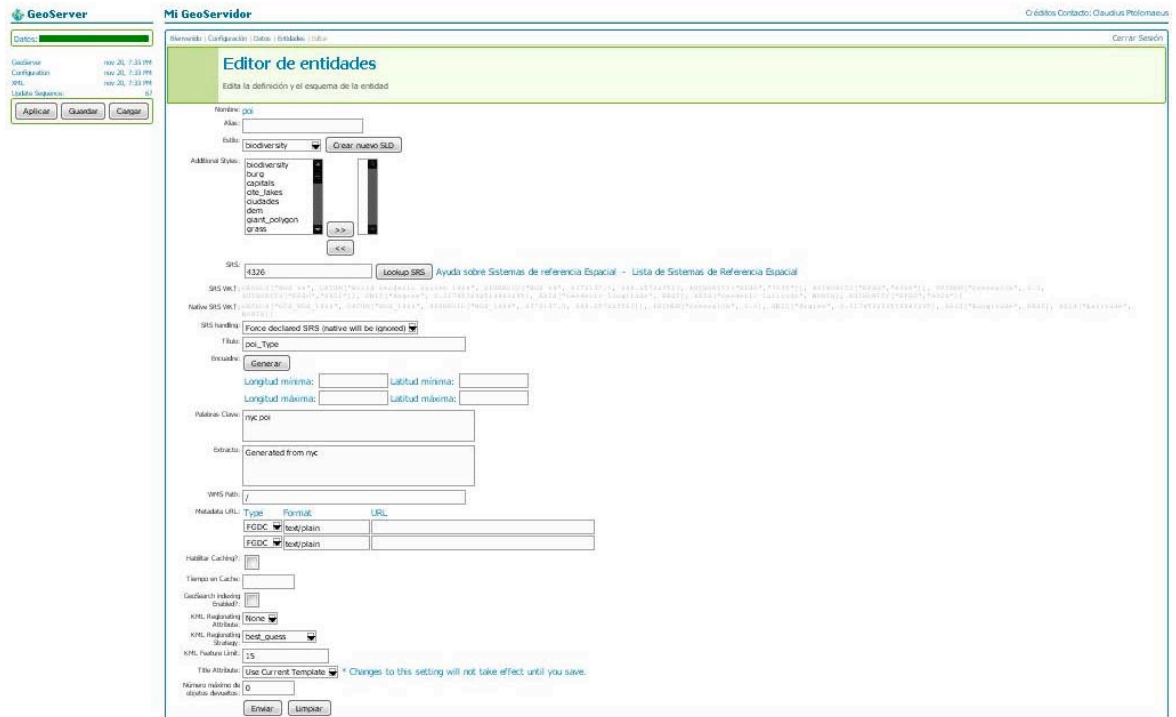


Figura #16: Página Crear una nueva entidad

9. El usuario completa el Alias, el SRS (proyección). Presiona el botón “Generar”.
10. El sistema revisa si la proyección, y genera la longitud mínima y máxima, además de la latitud mínima y máxima.
11. El usuario presión “Enviar”.
12. El sistema devuelve un mensaje de éxito.

13. El usuario presiona “Guardar” y luego “Aplicar”.
14. El sistema almacena los cambios realizados.

Flujos alternos:

- Error de proyección
 1. En el punto 8, el sistema no encuentra automáticamente la proyección de la capa.
 2. En el punto 9, el usuario asigna una proyección incorrecta a la capa.
 3. En el punto 10, el sistema no puede generar la longitud ni la latitud porque la proyección es incorrecta.
 4. El sistema envía un mensaje de error.

Caso de uso #10: Exportar metadatos

Nombre:	Exportar Metadatos
Actores:	Usuario del sistema
Descripción:	El módulo permite al usuario seleccionar una capa geográfica para obtener sus metadatos y exportarlos a un archivo .pdf
Precondiciones:	El usuario se encuentra en el portal de IABIN.
Postcondiciones:	Se obtienen los metadatos de una capa y un archivo .pdf con la información.

Flujo principal:

1. El usuario ingresa al módulo Metadata.
2. El sistema obtiene la lista de capas utilizadas y muestra el módulo Metadata. (véase la figura #17)
3. El usuario selecciona una capa de la lista de capas y presiona “Upload”.
4. El sistema consulta la información de la capa seleccionada, como la proyección, longitud, latitud, geometría y atributos de la capa.
5. El sistema muestra en el módulo Metadata la información consultada.
6. El usuario presiona “Exportar”.
7. El sistema toma la información consultada y genera un archivo .pdf.

Flujos alternos:

- No hay capas
 1. En el punto 2, el sistema no obtiene una lista de capas.
 2. El sistema envía un mensaje de advertencia al usuario indicando que no se encuentra ninguna capa registrada en el sistema.



Figura #17: Módulo metadata

Caso de uso #11: Exportar resultados del proceso de análisis de amenazas.

Nombre:	Exportar el análisis de amenazas
Actores:	Usuario del sistema
Descripción:	El módulo permite al usuario exportar el mapa resultado del proceso análisis como una imagen o como un raster, además de la información utilizada para llegar al resultado en un archivo .pdf
Precondiciones:	El usuario ya realizó un proceso de análisis utilizando el módulo y tiene como resultado el mapa de amenazas.
Postcondiciones:	Se obtienen un mapa como imagen o en formato raster y un archivo .pdf

Flujo principal:

1. El usuario presiona el botón “Exportar análisis”.
2. El sistema solicita al usuario el tipo de formato que desea para exportar el mapa.
3. El usuario selecciona el tipo de formato y presiona “Aceptar”.
4. El sistema exporta el mapa resultado del análisis de amenazas mostrado en el módulo.
5. El usuario guarda el archivo.
6. El sistema toma el nombre de las capas y los pesos asignados para realizar el análisis, la información es exportada a un archivo .pdf.
7. El usuario guarda el archivo.

Caso de uso #12. Generación de escenarios del posible impacto de acciones de desarrollo o amenazas a la biodiversidad

Nombre:	Análisis de amenazas.
Actores:	Usuario
Descripción:	Permite generar escenarios que muestran de forma gráfica el impacto de posibles acciones de desarrollo y amenazas a la biodiversidad generados a partir de los datos del proyecto definido por el usuario utilizando la Metodología de Análisis Multicriterio.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none">• Haber ingresado al sistema.
Postcondiciones:	

Flujo principal:

- Se genera el análisis
 1. Se seleccionan las capas que se incluirán en el análisis y se ponderan de acuerdo al criterio del usuario. Ver caso de uso #4. Selección de capas y asignación de pesos.
 2. El sistema almacena la información de las capas y sus pesos correspondientes.
 3. El sistema calcula automáticamente 10 intervalos para cada capa los que el usuario puede editar. Ver caso de uso #5. Edición de intervalos por capas.
 4. El sistema almacena la información de los intervalos y muestra al usuario la opción de finalizar el análisis.
 5. El usuario selecciona la opción de finalizar el análisis.
 6. El sistema:
 - Realiza una suma ponderada de las capas (utilizando los pesos por capa y los intervalos definidos).
 - Genera un mapa de riesgo con el resultado del análisis.
 - Presenta la opción de exportar los datos a un archivo pdf o salvar el mapa. Ver caso de uso Exportar el análisis de amenazas
 7. El usuario selecciona la opción cruzar el resultado del análisis con un mapa de distribución de especies seleccionado por el usuario. Ver caso de

uso #6. Selección del mapa de distribución de la(s) especie(s) incluidas en el análisis.

8. El Sistema:

- Muestra el mapa resultante.
- Presenta la opción de exportarlos datos como pdf u imagen: Ver caso de uso Exportar el análisis de amenazas

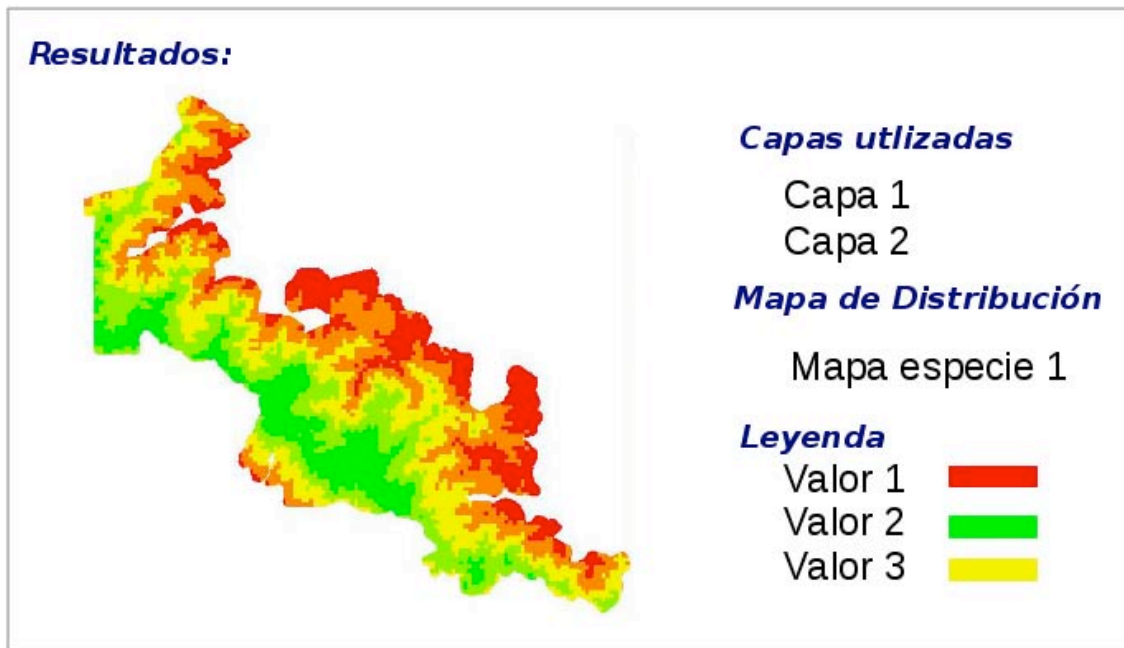


Figura #18: Mapa resultado del proceso de análisis

Nota: El mapa anterior es solo con propósitos ilustrativos y no es representativo de las salidas del sistema.

9. El usuario selecciona exportar el resultado.
10. Es sistema permite guardar los datos utilizados durante el análisis.

Flujos alternos:

- El usuario cancela el proceso.
 1. Se regresa a paso 1 del flujo principal.

- El usuario guarda el proyecto y cancela el proceso o cierra la aplicación.
 1. El usuario selecciona la opción de guardar el proyecto
 2. El sistema escribe a un archivo xml la información actual del proyecto.
Ver caso de uso Guardar datos del proyecto.
 3. El sistema regresa al paso 1 del flujo principal.

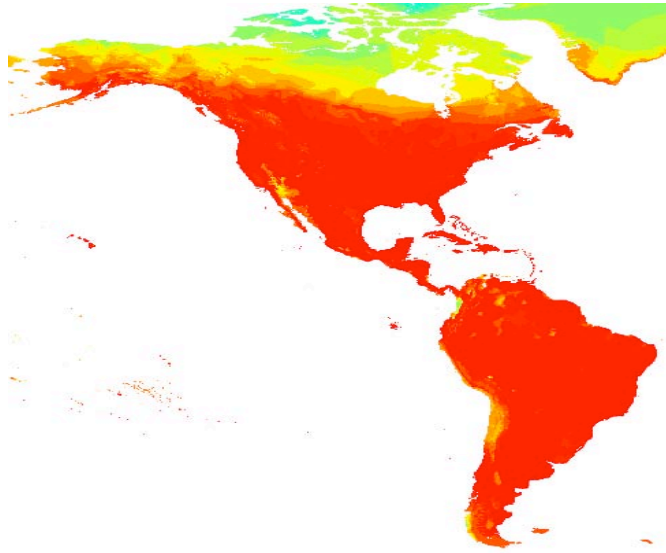
- El usuario carga el proyecto desde un archivo.
 1. El usuario carga un archivo de proyecto previamente generado con la aplicación.
 2. El sistema lee el archivo y carga los datos y habilita las opciones disponibles para los datos previamente recuperados del archivo. Ver caso de uso Guardar datos del proyecto.

Caso de uso #13. Generar mapas de predicción de distribución de especies a partir de la información del portal de la SSTN.

Nombre:	Generación de mapas de distribución potencial de especies a partir de la información del portal de la SSTN.
Actores:	Usuario del sistema de modelado de amenazas.
Descripción:	<p>Con el fin de medir el impacto de una amenaza determinada sobre la biodiversidad, es conveniente comparar el área de impacto de la amenaza con el área de distribución de la especie, para así cuantificar el territorio que la especie podría perder por causa de la amenaza.</p> <p>Si se cuenta con un mapa raster que muestre las zonas de distribución de la especie estudiada, este puede ser usado para medir el impacto de la amenaza. En caso contrario, el área puede estimarse mediante un mapa de distribución potencial, que a partir de puntos de ocurrencia, como los contenidos en el portal de la SSTN, represente mediante polígonos la distribución de la especie. Además de los puntos de ocurrencia ya contenidos en el portal, el usuario debe especificar las variables ambientales (temperatura, precipitación, etc.) que usará para el modelado.</p> <p>Para utilizar los puntos de ocurrencia de la especie en estudio y especificar las variables ambientales que se usarán en el análisis, se usará la interfaz del portal de la SSTN para modelado de nichos ecológicos. Este módulo del portal produce como salida un mapa cuyos colores representan la probabilidad de ocurrencia de la especie. Adicionalmente, se generará un archivo en formato GML (Geography Markup Language) para que pueda ser usado como entrada en la interfaz de modelado de amenazas.</p>
Precondiciones	Puntos de ocurrencia y mapas de variables ambientales disponibles.
Postcondiciones:	

Flujo principal:

- Generación de mapas de distribución potencial de especies.
 1. El usuario busca en el portal las ocurrencias de las especies que quiere modelar.
 2. El usuario especifica las variables ambientales que desea usar en el modelado.
 - 3.
 4. El sistema retorna un mapa con el nicho ecológico de la especie.



5. El sistema genera el mapa en formato GML, que luego puede ser usado como entrada en la interfaz del modelado de amenazas.

E.3. Implementación de los casos de uso

E.3.1. Diagrama de flujo de la aplicación

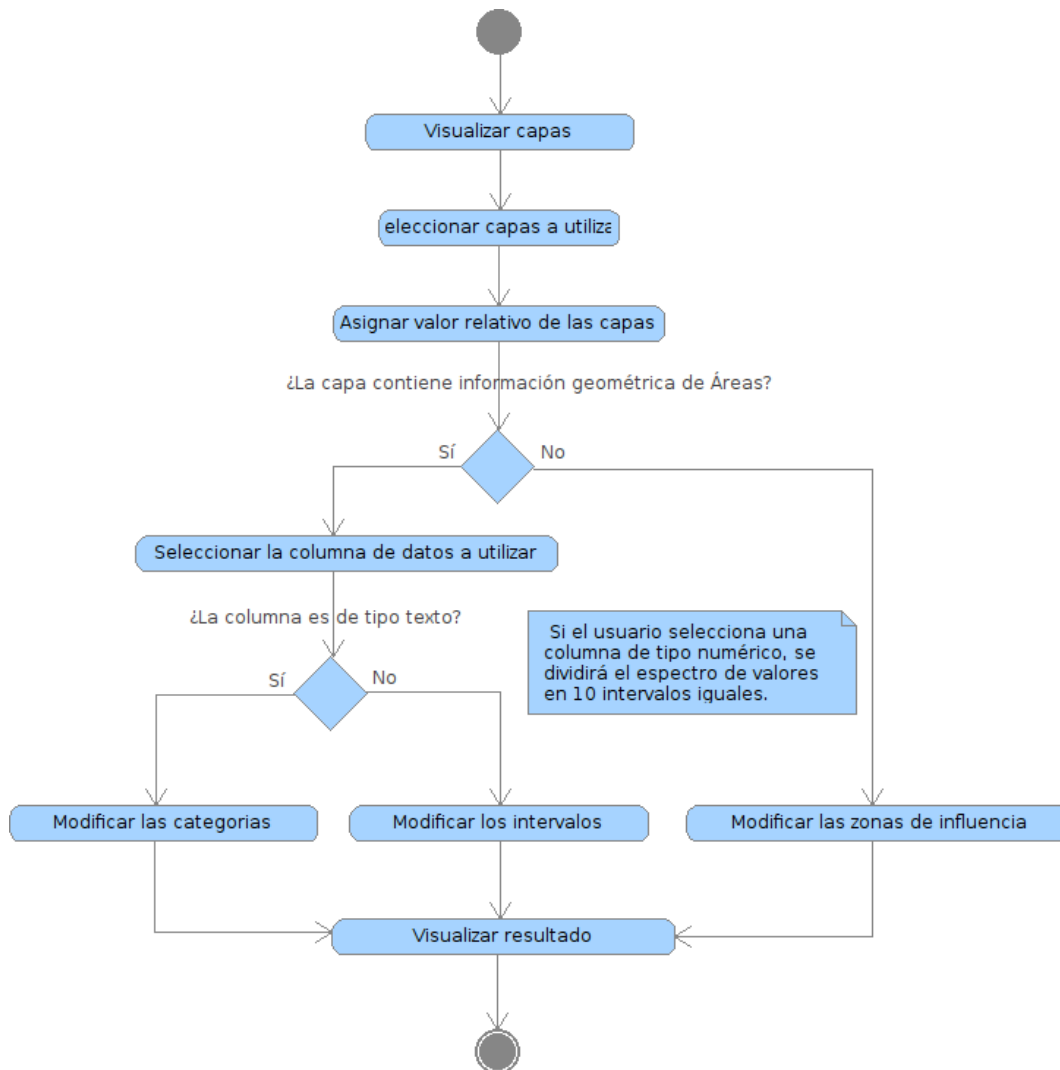


Figura #19. Diagrama que muestra la funcionalidad del sistema desde el punto de vista de los procesos que el usuario puede realizar

E.3.2. Diagrama de flujo completo de la aplicación:

Este diagrama incluye las actividades realizadas por el sistema en sí.



Figura #20. Diagrama que muestra la funcionalidad completa del sistema

Los diagramas de las figuras 19 y 20 presentan el algoritmo implementado en el sistema para generar los modelos predictivos y abarcan la funcionalidad especificada en todos los casos de uso del sistema a excepción de los casos de uso administrativos.

E.3.3. Caso de uso #4: Selección de capas y asignación de pesos.

El sistema crea una lista de capas o mapas a partir de los archivos ESRI® Shapefile que residen en una carpeta especificada en el archivo grassConfig.properties y los despliega al usuario el cual puede seleccionar mediante checkboxes cuáles capas va a utilizar en el proceso.

Al seleccionar una capa se habilita un campo de texto dispuesto para el ingreso del valor porcentual correspondiente al peso de importancia relativa de la capa.

El valor 100 no es permitido para evitar que el usuario pueda seguir el proceso con una sola capa.

El botón que permite continuar con el proceso no se habilita hasta que la suma de los valores relativos asignados a cada capa sumen 100.

Al presionar el botón se inicia el proceso de importación de las capas seleccionadas, esto mediante el mecanismo de scripting en GRASS. (para más información consulte el Apéndice IV: Scripting en GRASS GIS).

E.3.4. Caso de uso #5: Edición de intervalos por capa.

Una vez seleccionadas las capas a utilizar durante el proceso, se le presentan al usuario las columnas disponibles por capa, para que seleccione cuál conjunto de datos desea utilizar. Si el tipo de dato geométrico almacenado en la capa es de líneas o puntos, el sistema no le desplegará la lista de columnas existentes, pues estos tipos de capa son procesados a través del establecimiento de áreas de influencia. El siguiente paso luego de seleccionar las columnas es la modificación de los intervalos o categorías.

Como se mencionó anteriormente si la capa contiene información de puntos o líneas se le da al usuario la posibilidad de establecer áreas de influencia mediante un campo de texto que sirve para indicar la distancia en metros del área de influencia a definir.

Sí la capa contiene información de áreas, existen dos posibilidades:

1. El tipo de dato de la columna es numérico.
2. El tipo de dato de la columna es texto.

En el primer caso el sistema extrae de la base de datos los valores máximo y mínimo del conjunto de datos y divide el espectro de valores en 10 intervalos iguales que el usuario puede reagrupar según su criterio. En el segundo caso el sistema le presenta al usuario todas las categorías de la capa y la posibilidad de editar su valor y su nombre. Si la capa contiene geometría de líneas (como en el caso de las capas de ríos o carreteras) se despliegan 5 campos para establecer las zonas de impacto o buffers.

Una vez modificados los intervalos, se puede continuar el proceso. En este punto el sistema asigna las nuevas categorías, intervalos o zonas de influencia a las capas y realiza la suma ponderada de las mismas.

E.3.5. Caso de uso #11: Exportar resultados del proceso de análisis de amenazas.

Actualmente el sistema de modelado de amenazas puede exportar el resultado de la operación de la suma ponderada de mapas a una imagen PNG, cuyo tamaño en “pixels” depende de la resolución especificada al inicio del proceso. Esta imagen queda almacenada en una carpeta de nombre resmaps en el servidor web.

E.3.6. Caso de uso #12. Generación de escenarios del posible impacto de acciones de desarrollo o amenazas a la biodiversidad

Este caso de uso está completo en un 90% queda pendiente la funcionalidad para incorporar al sistema un mapa de distribución de la o las especies seleccionadas para el análisis. Adicionalmente, el proceso de exportación de los resultados requiere ser completado.

La suma ponderada se realiza mediante un script de GRASS GIS, el cual recibe como parámetros el nombre base de dos mapas y sus respectivos pesos, así como el nombre del mapa resultante.

Si el ejercicio involucra más de 2 mapas o capas geográficas, el sistema itera sobre la lista de capas realizando la operación recibiendo como parámetros el tercer mapa y el mapa resultante de la operación anterior.

E.4. Arquitectura

Al igual que la aplicación Ara y el Portal de Biodiversidad de la SSTN, este sistema posee una arquitectura basada en capas debido a las facilidades y beneficios que este tipo de modelo brinda.

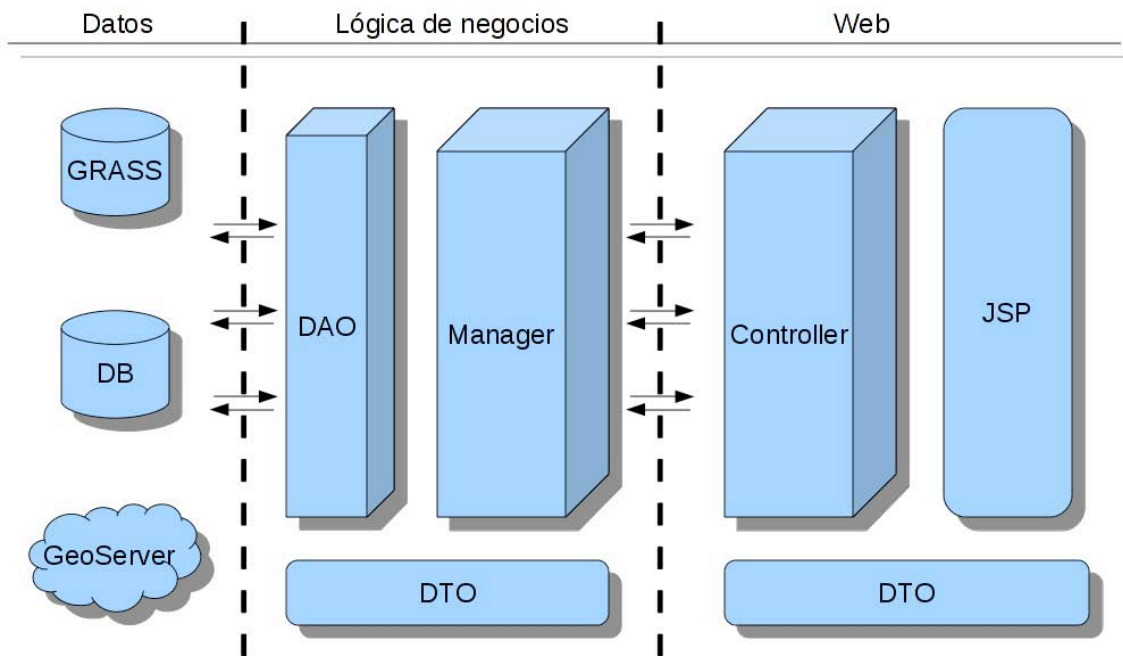


Figura #21. Diagrama de la arquitectura del sistema

Basada principalmente en la arquitectura del Capturador de especies y especímenes (Ara) la arquitectura del sistema fue adaptada a las tecnologías requeridas para su implementación, algunas de ellas se describen a continuación:

DTO: Siglas de "Data Transfer Object". Este es un objeto de peso ligero que puede ser enviado a través de diferentes capas de la arquitectura con fines de comunicación entre las capas. La mayoría de entidades tienen su correspondiente DTO el cual almacena solamente la información necesaria para la capa de presentación, de esta manera, la sobrecarga en la comunicación se ve reducida.

DTO Factory: Esta es una clase especializada la cual toma entidades y las transforma en DTO. Por cada DTO debe existir un DTO Factory.

DAO: Siglas de "Data Access Object". Este es un objeto con una funcionalidad de bajo nivel. Su responsabilidad es realizar las operaciones CRUD (create,read,update,delete) de bases de datos.

Managers (Administradores): También llamados "Facades" (Fachadas). Este es un patrón de diseño de software que delega la lógica de negocio a los administradores del sistema. Una fachada combina los servicios ofrecidos por diferentes DAOs o incluso de otros administradores, para realizar operaciones complejas.

Controllers: Los controladores proveen un punto de acceso centralizado que controla y administra las solicitudes Web.

Capas del sistema:

En el caso específico de la arquitectura adoptada para esta funcionalidad, existen varias capas colocadas en diferentes servidores físicos, estos son el servidor de bases de datos y el servidor web.

Capa de datos

Para comenzar a analizar las capas de abajo hacia arriba, tenemos primero la base de datos que es un servidor independiente que tiene comunicación con el servidor web que es donde se encuentra la lógica del negocio. Este servidor se encarga del almacenamiento físico de parte de los datos del sistema.

Junto al servidor de base de datos, para administrar y manipular los datos correspondientes a las capas geográficas se utilizan tanto un servidor de mapas como un software de SIG (GRASS SIG).

El servidor de mapas se encarga de almacenar físicamente capas geográficas en los formatos raster y vectorial, este mismo permite además acceder estas capas mediante diferentes Web Services (WFS, WMS entre otros) haciéndolos disponibles a través de Internet.

El software de SIG, llamado “GRASS GIS” es utilizado para realizar las operaciones de conversión de datos, reclasificación y algebra de mapas mediante una de sus características de manejo a través de “scripts”.

Capa de negocios

La capa de lógica de negocios reside junto con la capa web en el servidor web Tomcat, el cual permite ejecutar aplicaciones Java multi-capas..

El tránsito de información desde la capa de datos se lleva a cabo a través de DAO (Data Access Objects), los cuales se encargan de realizar llamadas al sistema para ejecutar los “scripts” que facilitan el uso de la funcionalidad ofrecida por GRASS GIS y GeoServer y retornan los datos empaquetados por los “DTOFactory” dentro de DTO (Data Transfer Objects), los cuales son los elementos de comunicación desde y hacia la capa web.

Las operaciones IMEC (Insertar, Mantener, Eliminar y Consultar o CRUD por sus siglas en inglés) son realizadas por la capa de DAO. Hay un DAO para interactuar con el GRASS GIS, el cual se encarga de llevar a cabo operaciones de inserción y eliminación, además un DAO por cada una de las tablas dentro de la base de datos. Algunos de estos DAO tienen funcionalidad adicional y específica para la tabla en la cual operan. Esta capa provee servicios a la siguiente capa del servidor de aplicaciones: Los managers.

Interactuando con los DAO en la capa de datos están los “managers” que amplían la funcionalidad correspondiente a la manipulación de los datos, además sirven de capa de comunicación con la capa web .

Capa de presentación

La capa de presentación o web se implementa mediante el framework MVC de Spring, utiliza Controllers y JSP para controlar el flujo de la aplicación y permite la interacción con usuario.

Esta capa se comunica con la capa de datos a través de los “manager” mediante el envío y recepción de DTO o Listas de DTO.

E.5. Diseño de la base de datos

E.5.1. Diagrama entidad relación del Módulo de administración de usuarios

- Group: Contiene los diferentes grupos de usuarios del sistema. Por ejemplo: administrador
- User: Contiene información básica de los usuarios que pueden ingresar a los módulos restringidos del sistema.
- Module: Contiene información de los módulos existentes.
- Permission: Contiene los permisos creados para determinar el tipo de acceso al módulo. Por ejemplo: leer, escribir, sin acceso.
- Permission_Group: Contiene la asignación de permisos para cada grupo.

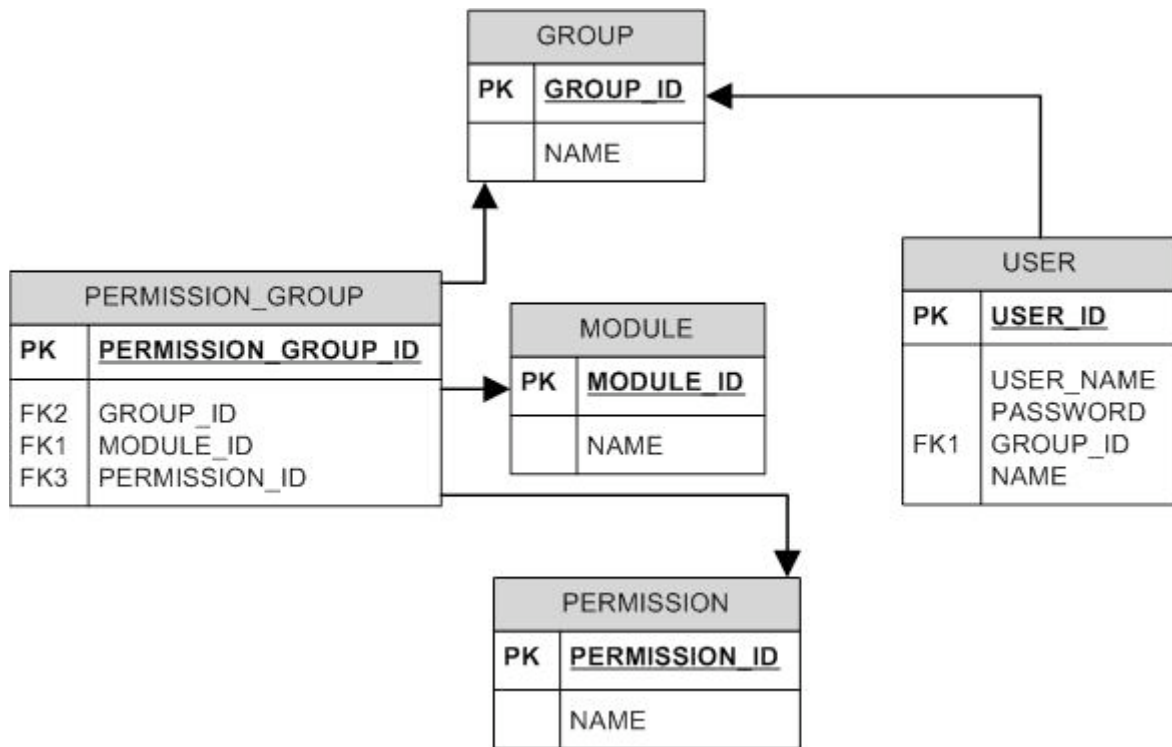


Figura # 22. Diagrama para la Administración de Usuarios.

E.5.2. Diagrama entidad relación del Módulo de administración de capas geográficas

- Server: Contiene información sobre los servidores de mapas que proporcionan las capas mediante Web Map Service (WMS).
- Layer: Contiene la información de las capas que se utilizarán en el sistema.
- Layer_Type: Se definen los diferentes tipos de capas, por ejemplo: capa de amenaza, capa de distribución de especies.
- Layer_Server: Se relacionan las capas de acuerdo al servidor que las proporciona.

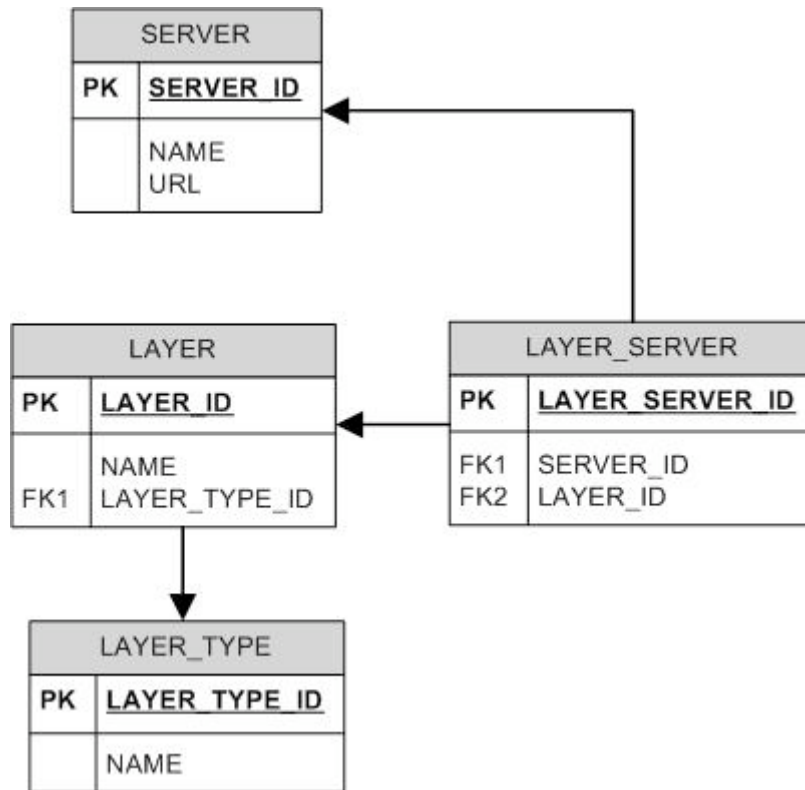


Figura #23. Diagrama para la Administración de Capas.

F. Apéndices

F.1. Apéndice I.

Resumen del documento de análisis y diseño de Ara

Esta sección presenta un resumen de la documentación de análisis y diseño del Sistema Ara y se incluye con el objetivo de contextualizar el desarrollo del sistema propuesto. El Sistema para el modelado de escenarios de amenazas a la biodiversidad podrá ser utilizado de forma integrada con el Sistema Ara utilizando todos o una parte de los registros de especímenes administrados con Ara durante el proceso de modelado de los escenarios. El Sistema de modelado de amenazas utiliza un mecanismo de integración con múltiples herramientas que utilizan modelos de información compatibles con el estándar Darwin Core en el cual por medio de archivos XML el usuario puede configurar la fuente de los datos de especímenes.

Ara (herramienta de captura)

1. Descripción

Ara es un sistema de información diseñado para apoyar la labor científica de instituciones tales como herbarios, museos y organizaciones de investigación que generan y administran información sobre biodiversidad. El sistema se compone de un conjunto de subsistemas y módulos que permiten el manejo flexible y eficiente de información sobre especies y especímenes. Además, la estructura de datos del sistema es compatible con estándares internacionales tales como Darwin Core y Plinian Core.

Los subsistemas y módulos que actualmente forman parte de Ara son:

- **Taxonomía:** Contiene funcionalidad para administrar de forma flexible registros de especies y los niveles obligatorios de la jerarquía taxonómica;
- **Inventario:** Implementa interfaces para administrar recolecciones u observaciones, especímenes e identificaciones;
- **Información geográfica:** Permite manejar datos de sitios, localidades y capas geográficas;
- **Multimedia:** Por medio de esta funcionalidad el usuario puede incluir imágenes y vídeos en el sistema;

- Administración: Implementa funcionalidad general para realizar labores de administración del sistema como: administración de datos de colecciones, audiencias, instituciones, personas, listas de selección, entre otros;
- Seguridad: implementa mecanismos para el control de accesos a los datos del sistema.

Las características principales del sistema son:

- Apoya al usuario en la labor de recopilar, generar, gestionar, analizar, y compartir información sobre especies, por ejemplo: descripciones, conservación, demografía, información taxonómica, referencias, y distribución; y especímenes, por ejemplo recolecciones y observaciones.
- Permite administrar información de múltiples colecciones biológicas de forma integrada.
- El sistema es fácil de instalar y usar, escalable, diseñado para web, multilenguaje, y multiplataforma.
- Es distribuido bajo la licencia GNU GPL v3.

2. Arquitectura

El sistema ha sido implementado siguiendo una arquitectura multinivel. La programación multinivel es un estilo de programación donde la meta es separar la lógica del negocio de la lógica de presentación.

La principal ventaja del estilo de programación multinivel es que permite desarrollar funcionalidad poco acoplada, por lo que el proceso de mantenimiento de los sistemas es más eficiente, los cambios afectan solo el nivel requerido, los otros niveles se mantienen sin alterar. Además, permite distribuir el trabajo por nivel entre los desarrolladores; de esta manera, los grupos de trabajo pueden trabajar independientemente y sólo necesitarían saber el API (Interfaz de programación de aplicaciones) entre las diferentes capas (niveles).

Hoy en día, los sistemas de computación a menudo usan modelos de programación multinivel. Cada nivel está a cargo de un objetivo simple, lo que ayuda a los desarrolladores a crear arquitecturas escalables (que pueden crecer fácilmente si nuevas necesidades son identificadas).

Conceptos

Conceptos diferentes y patrones de diseño son utilizados en la arquitectura de desarrollo de software en el INBio. Algunos de ellos se detallan a continuación:

- Entidad: cada tabla de la base de datos tiene su objeto entidad correspondiente. Este es un tipo de objeto especial que refleja los contenidos (columnas) de la tabla. Cada registro en la tabla puede ser cargado dentro del objeto entidad apropiado.
- DTO: (Inglés: Data Transfer Object; Español: Objeto de Transferencia de Datos). Es un objeto de peso ligero, que puede ser enviado a diferentes niveles con propósitos de comunicación. La mayor parte de las entidades tienen un DTO correspondiente que almacena solo la información necesaria en el nivel de

presentación, de esta manera, el sobrecargo (overhead) de comunicación puede ser reducido.

- DTO Factory: es una clase especial que toma las entidades y retorna DTOs. Por cada DTO existe un factory.
- DAO: (Inglés: Data Access Object; Español: Objeto de Acceso a Datos). Es un objeto con poco nivel de funcionalidad. Su responsabilidad es desempeñar operaciones CRUD (Inglés: Create, Read, Update, Delete; Español: Crear, Leer, Actualizar, Borrar) con la base de datos. También son llamados EAOs (Inglés: Entity Access Object; Español: Objeto de Acceso a Entidad) cuando hay objetos Entidad en el sistema.
- Facade: (Español: Fachada). También son llamados Managers (Español: Administradores). Son un patrón de diseño que delega la lógica del negocio a un subsistema de fachadas. Las fachadas mezclan los servicios ofrecidos por diferentes EAOs, o incluso otras fachadas, para realizar operaciones complejas.
- Controllers: (Español: Controladores). Proveen una entrada centralizada que controla y maneja las peticiones Web.

La arquitectura adoptada por el sistema Ara contiene varios niveles o capas, algunos son parte de la arquitectura y otros son parte de la tecnología implementada en el sistema (Figura #24).

El sistema esta dividido en tres capas independientes que pueden ser ubicadas en diferentes servidores físicos como son, el servidor de base de datos, el servidor de aplicaciones, y el servidor web.

Para empezar a analizar las capas de abajo hacia arriba, primero se tiene la base de datos, que es un servidor independiente el cual tiene que comunicarse con el servidor de aplicaciones, donde se encuentra la lógica de la aplicación. Dicho servidor esta a cargo del almacenamiento físico de los datos del sistema. Aunque la implementación de referencia utiliza Postgres 8.x, no hay limitación teórica para implementar otros motores de base de datos debido a que las capas superiores usan el sistema Hibernate (framework) que permite utilizar datos provenientes de muchos motores de base de datos.

El servidor de aplicaciones: Debido a que el sistema implementa J2EE (EJB 3.0), se usa ORM (Inglés: Object-Relational Mapping; Español: Mapeo Relacional de Objetos) lo que permite manejar información de bases de datos por medio de objetos llamados Entidades. Todo el intercambio de información en el servidor de aplicaciones ocurre con esos objetos. Dado que estos objetos son relativamente pesados debido a la cantidad de información almacenada, cada objeto Entidad tiene su DTO análogo que es una copia más ligera del mismo objeto, y que será enviado a la capa Web solamente con la información necesaria para mostrar al cliente. Por lo tanto, por cada Entidad, se tiene un DTO y una clase Factory cuyo rol es recibir entidades y retornar DTOs.

Las operaciones CRUD son realizadas por una capa EAO. Existe un EAO por tabla que tiene a cargo esas operaciones. Las operaciones básicas son realizadas por una clase base EAO de donde los otros EAO heredan la funcionalidad. Adicionalmente, algunos de estos EAO contienen funcionalidad específica para la tabla para la cual operan. Esta capa provee servicios a la siguiente capa de aplicación del servidor: Facade.

La mayor parte de la lógica de la aplicación se encuentra en las clases Facade, la cual provee servicios específicos para la capa Web. Todos los Facade están divididos en subsistemas. Los Facade combinan servicios EAO para crear funcionalidad más avanzada tales como las búsquedas por criterio o generación de especímenes. La transferencia de información entre los EAO y los Facade ocurre por medio de Entidades, sin embargo, para que el Facade envíe la información a la capa Web, debe de convertir las entidades en DTO por medio de clases especializadas llamadas Factory.

La capa Web utiliza la herramienta JSF (JavaServer Faces) que es parte de J2EE, en la implementación de Woodstock. Cada módulo tiene una capa de sesión donde se mantiene la información que es necesaria durante las transacciones del cliente con el servidor. Aquí es donde la aplicación Web usa los servicios de los Facade localizados en el servidor de aplicaciones.

Finalmente, la última capa de la parte web corresponde al despliegue, donde un archivo JSP (Java Server Pages) muestra la información en el navegador del cliente. Cada JSP tiene una copia de seguridad llamada BackingBean que básicamente tiene la lógica de despliegue y manejo de eventos en la interfaz web.

La comunicación entre Facade y JSP y viceversa se realiza a través de DTO.

La figura #25 muestra un ejemplo de un diagrama de secuencia de Ara del orden de las llamadas entre las diferentes capas de la arquitectura para realizar la operación de listar los especímenes ingresados en el sistema Ara. El facade del módulo de inventarios envía mensajes a los EAO que manejan la información de elementos (localidad, taxonomía, nombres de personas, etc.) para presentarlos a los usuarios en forma de tabla paginada.

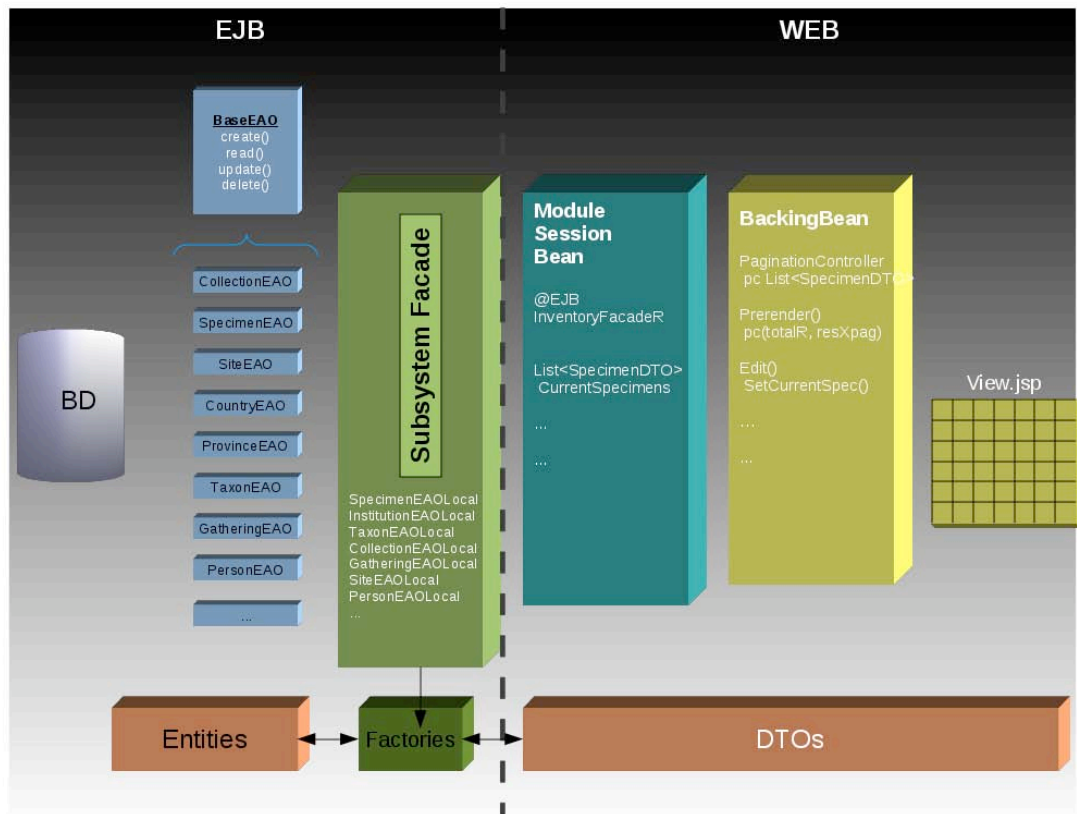


Figura #24. Arquitectura de Ara.

Figura #25. Ejemplo de Diagrama de secuencia de Ara.

3. Diseño de la base de datos

Una parte importante del sistema es el repositorio donde la información es almacenada. Con el fin de documentar la estructura la base de datos se utilizan diagramas entidad-relación (ERD). Un ERD es un gráfico especializado que muestra las diferentes entidades del sistema y su relación. Los ERD a menudo usan símbolos para representar los tipos diferentes de elementos. Cajas (recuadros) son comúnmente usadas para representar las entidades y las líneas para representar la relación entre entidades. Esta sección tiene como objetivo proporcionar una visión de los ERD más importantes de Ara.

3.1. Diagrama de Recolecciones - Observaciones: una recolección u observación representa la acción de reunir u observar especímenes en el campo. Esta acción dura un período de tiempo, e involucra uno o más colectores. Una recolección/observación puede tener más de un espécimen asociado y se lleva a cabo en un sitio. Normalmente, una recolección/observación contiene especímenes del mismo grupo taxonómico (mamíferos, moluscos, etc.) pero es posible, en algunos casos, que contenga especímenes de varios grupos. La figura #26 presenta el ERD usado para almacenar la información de la recolección/observación (por ejemplo, dónde se recolectaron, cuándo, por quién y cómo) dentro de Ara.

La tabla Gathering_Observation mantiene la información sobre las recolecciones y observaciones de todos los eventos administrados por Ara. Un registro debe tener definido la siguiente información: el período de colección (esto es, las fechas de inicio y final), el sitio visitado, el recolector principal, la persona a cargo de la jira y al menos una colección biológica a la cual la recolección/observación pertenece (esto es, Botánica, Hongos, Entomología, entre otras). Opcionalmente el usuario puede incluir: el tiempo de inicio y finalización, una descripción del ambiente, un rango de precisión (esto es, un radio en metros donde se recolectó la muestra), un rango de elevación y un método de recolección.

Gathering - Observation

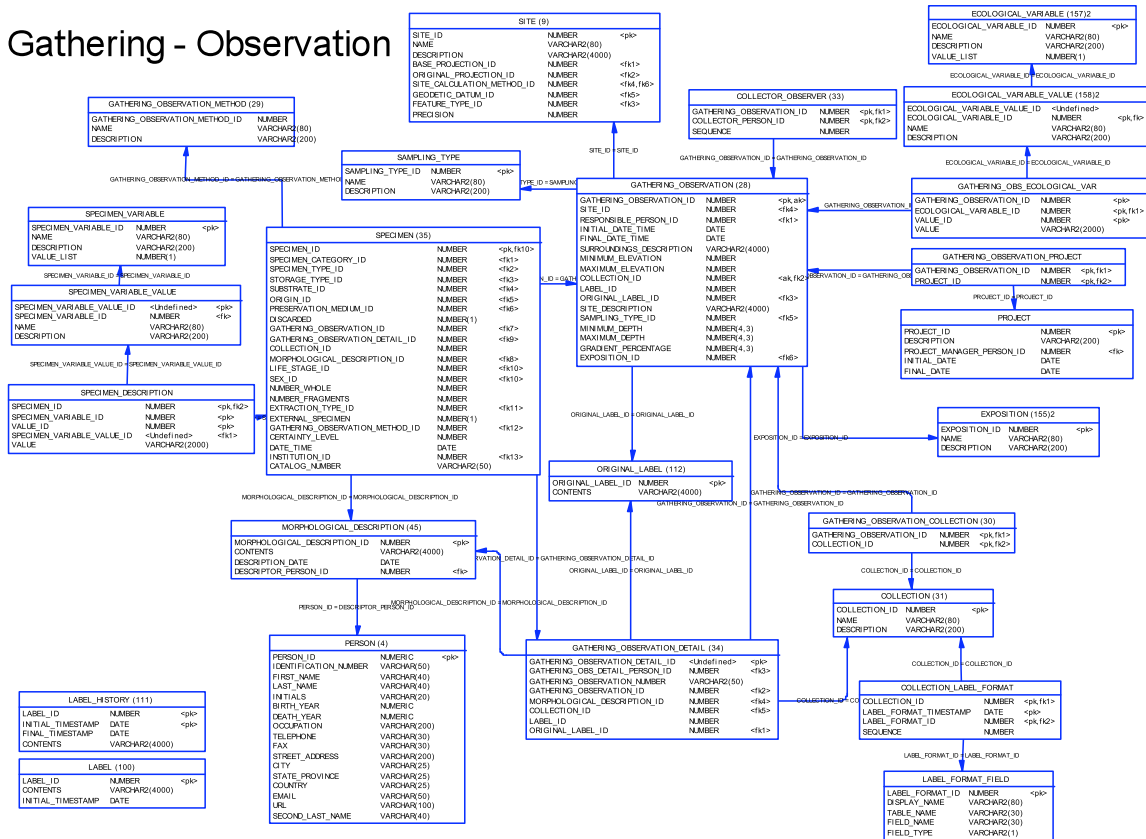


Figura #26. Diagrama de Recolección/Observación de Ara.

3.2. Diagrama de Especímenes: Dentro de la base de datos e Ara, un espécimen es un organismo biológico o parte de este, el cual es identificado por un número único conocido como código de barras (asignado automáticamente). Además, un espécimen puede estar asociado a la siguiente información: origen del espécimen, archivos multimedia, forma de vida, tipo de almacenamiento, estadio, sexo, medio de preserva, fecha de colección, notas, descripción morfológica, entre otras. Adicionalmente, dependiendo del protocolo de colección, un espécimen puede ser individual o agrupado

(multi-taxón, o con un solo taxón asociado). Un espécimen no puede existir si no se asocia con una recolección/observación o un detalle de recolección. La figura #27 muestra un ERD usado para almacenar datos sobre especímenes dentro de Ara.

Specimen

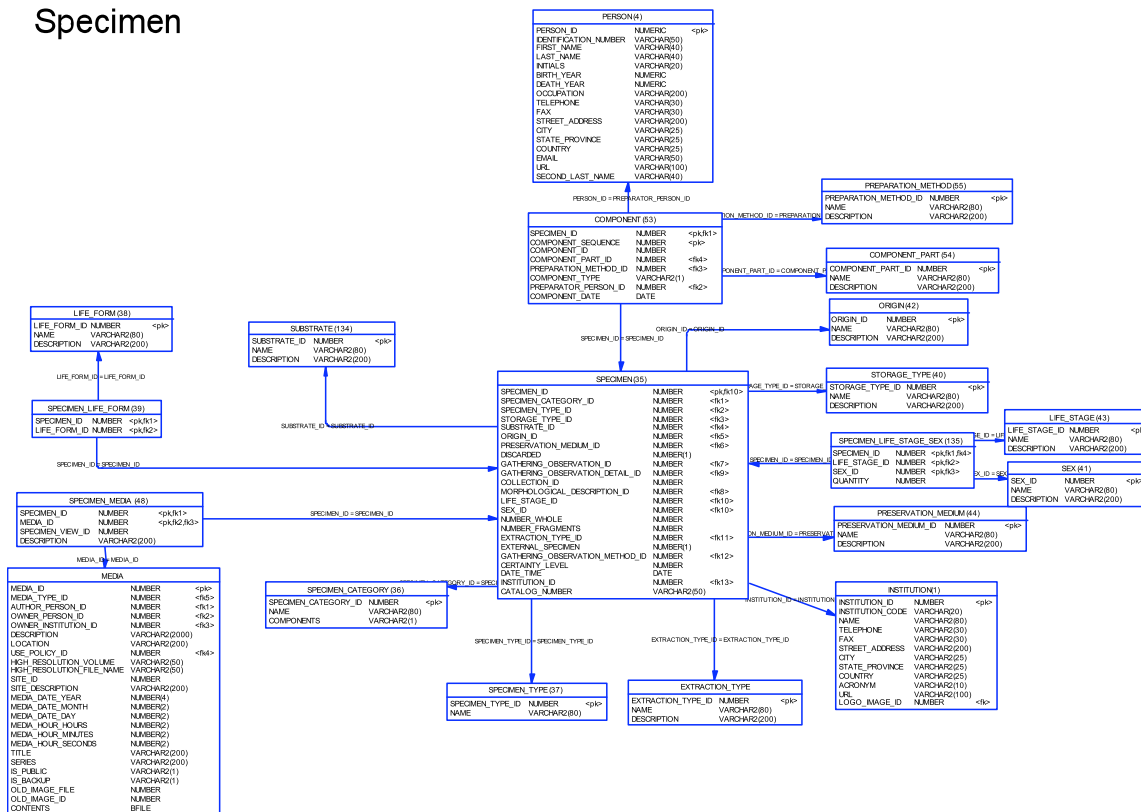


Figura #27. Diagrama de especímenes de Ara.

3.3. Diagrama de Identificaciones: el proceso de identificación de un espécimen consiste en asignar un nombre científico a un organismo. La figura #28 muestra la asociación entre un espécimen y un taxón. Una identificación de espécimen puede estar asociada a la siguiente información: la fecha en la que la identificación fue hecha, el estado de la identificación, y una referencia al grupo de personas que identificaron el espécimen. Además, el usuario puede agregar una referencia a la persona que certifica la identificación. Un espécimen puede tener una o más identificaciones; la mas reciente es

la usada por el sistema por defecto y el resto son mantenidas como un historial. La figura #28 muestra el ERD usado para almacenar los datos de identificación de especímenes dentro de Ara.

Identification and Identification History

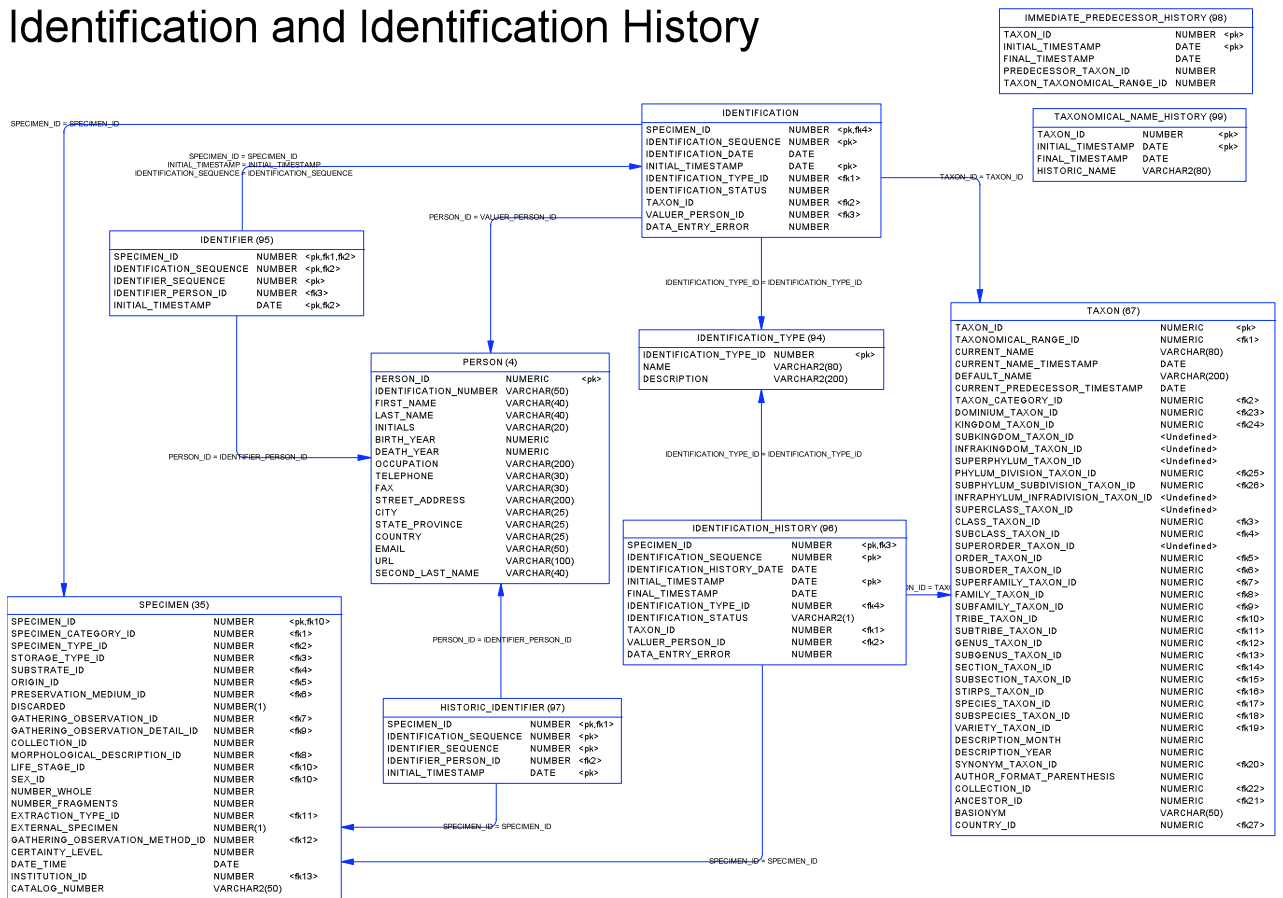


Figura #28. Diagrama de Identificación e Historial de identificación de Ara.

3.4. El diagrama de Taxón: Un taxón es uno de los elementos biológicos de la jerarquía de nombres científicos (reinos, filo, clase, orden, familia, género, especie, y otros niveles no obligatorios) que son usados para identificar los especímenes recolectados u observados. Sin embargo, un taxón puede existir en el sistema aun cuando no ha sido

3.5. Diagrama de información de especies: Los registros de especies están formados por un listado de descripciones que puede ser asociado a un taxón (Figura #30), por ejemplo:

- Información general: autores de la información de las especies, día de publicación, audiencias, instituciones colaboradoras.
- Elementos base: resumen.
- Descripción del taxón: descripción científica, llaves de identificación.
- Historia natural: hábito, ciclo de vida, reproducción, ciclo anual, alimentación, comportamiento, interacciones, número cromosómico N, información molecular, importancia ecológica, entre otros.
- Habitación, distribución y endemismo.
- Demografía y conservación: territorio, biología de la población, estado de amenaza, legislación.
- Usos y manejo: usos, folklore, y manejo
- Referencias.
- Archivos multimedia.

4. Tecnología utilizada

Para llevar a cabo la funcionalidad deseada en el sistema Ara, este se apoya en tecnologías actuales que permiten un mejor desempeño y un diseño óptimo en su arquitectura. Es así como utiliza:

1. Java EE: plataforma de programación para el lenguaje Java, que permite implementar la arquitectura multinivel. Forman parte:
 1. JSF 1.2 : (JavaServer Faces): framework para aplicaciones Java que facilita el uso de Java EE en la creación de las interfaces de usuario.
 2. EJB 3.0: capa de lógica de negocio. Permite: comunicación remota, transacciones, control de concurrencia, y seguridad entre otras.
 3. JPA: (Java Persistence API) forma parte de EJB 3.0. busca unificar la manera en que funcionan las utilidades que proveen un mapeo objeto-relacional.
2. PostgreSQL 8.3: es un sistema gestor de bases de datos objeto-relacional, perteneciente al software libre, bajo la licencia BSD.
3. Hibernate 3.0: es una herramienta de mapeo objeto-relacional y de servicio de consulta. Permite desarrollar clases de persistencia siguiendo la orientación a objetos incluyendo asociación, herencia, polimorfismo, composición y colecciones. Hibernate permite realizar consultas en su propia extensión de SQL portable (HQL, Hibernate Query Language), así como en SQL nativo, o con un criterio de orientación a objetos y el API de ejemplo. A su vez, no esconde el poder de SQL, y garantiza que el mismo puede ser usado cuando se necesite. Su licencia LGPL permite su uso en proyectos “open source” y comerciales.
4. Servidor:
 1. Glassfish: es un servidor de aplicaciones que se encarga de implementar y ejecutar las tecnologías de Java EE. Es “open source” bajo la licencia CDDL y la GNU GPL.

F.2.Apéndice II.

Resumen del documento de análisis y diseño del Portal

De igual forma que el Sistema de modelado de amenazas puede ser utilizado con los datos administrados con Ara este puede integrarse al repositorio de datos del Portal de biodiversidad de la SSTN. El proceso de integración se describe en el Caso de uso #1 (Configuración del sistema).

1. Descripción

El Portal de Biodiversidad tiene como objetivo proveer un mecanismo para integrar y dar libre acceso a información sobre especies y especímenes relevante a la conservación y uso sostenible de la biodiversidad y promover la cooperación científica y técnica dentro de las redes nacionales y regionales. Las características principales del portal son:

- Basado en el Portal configurable de GBIF, integra información de especies y especímenes provenientes de bases de datos heterogéneas (basadas en Darwin Core, Plinian Core, TAPIR, y DiGIR). La figura #31 muestra la funcionalidad de las extensiones realizadas por diferentes proyectos, en una instancia GBIF, IABIN, y BJ-BT-CR (Benín, Bhutan y Costa Rica) y la posibilidad de integrar bases de datos heterogéneas administradas por diferentes proveedores de datos usando diferentes tecnologías (esto es, sistemas operativos, motores de bases de datos, y estructuras de bases de datos).

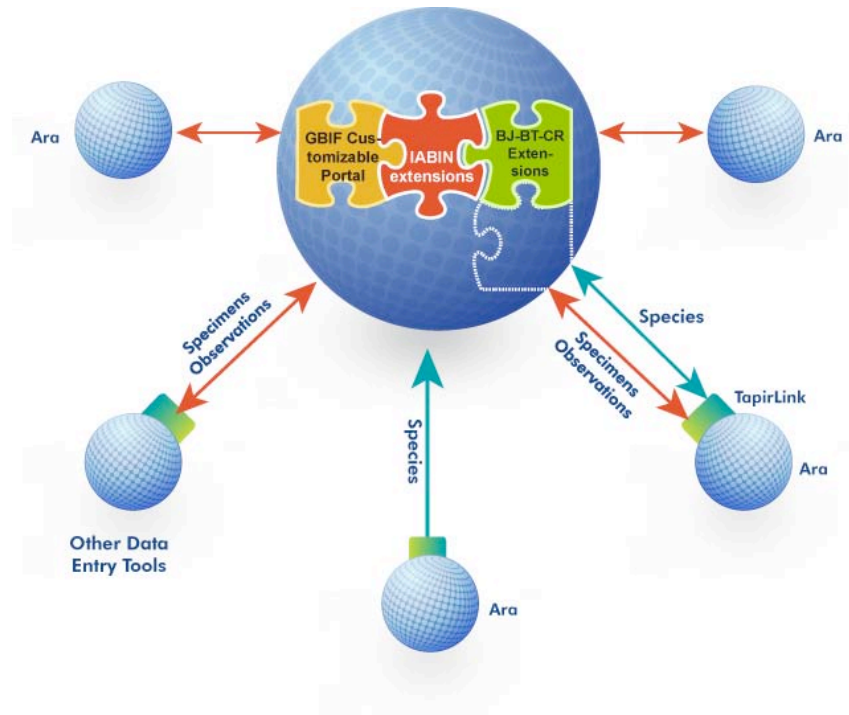


Figura #31. Integración de proveedores de datos a través del Portal de Biodiversidad

- El sistema maneja información sobre países, conjuntos de datos, especímenes, registros de especies, clasificación taxonómica, nombres comunes.
- Ofrece mapas de distribución de especímenes por especie o grupo de organismos, por país, proveedor de datos o conjuntos de datos.
- El sistema es escalable, basado en web, multilinguaje, y multiplataforma.

2. Arquitectura

Así como en el sistema Ara, el Portal de Biodiversidad ha sido implementado siguiendo un enfoque multiniveles.

El flujo de la aplicación web se realiza de la siguiente forma: Hay un controlador “Frontal” (siguiendo el patrón de diseño de Controlador Frontal) a cargo de invocar un

controlador delegado dado un patrón de URL de la aplicación web. En este portal, el concepto de Controlador Frontal está representado por muchos “Front End Dispatcher” (Figura #32).

Estos controladores delegados son ayudados por los Administradores (Managers) que realizan la mayor parte de la lógica de la aplicación. Los Administradores pertenecen a la capa de Servicio y se comunican la capa de Datos usando DAOs, Los DAOs usan dos mecanismos de comunicación con la capa de Datos; los JDBC (para inserción de registros en la base de datos) o Hibernate (para leer datos). Los controladores esperan un DTO (o lista de DTOs) enviado por el Administrador. Para mostrar la interfaz gráfica, la aplicación web depende de Componentes de cuadros (tiles components), que ayudan a estructurar la interfaz usando un diseño similar en todas las páginas.

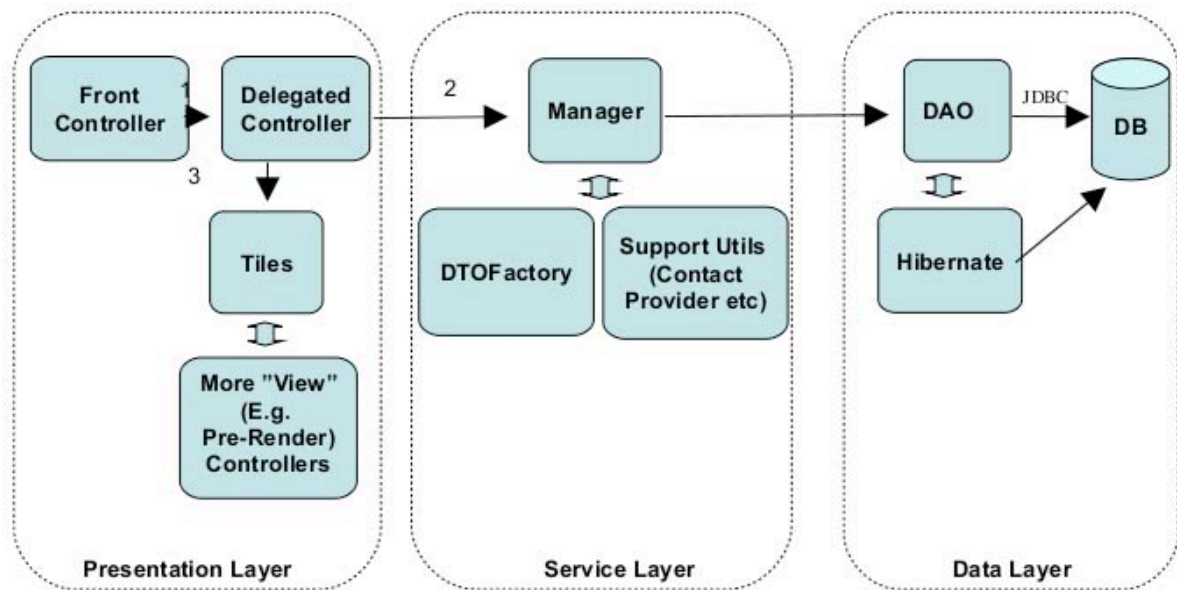


Diagram made by Jose Cuadra with help from GBIF's Tim Robertson

Figura #32. Arquitectura del Portal de Biodiversidad.

3. Tecnología utilizada

De la misma manera que el sistema Ara, la tecnología utilizada hace que su arquitectura tenga un diseño óptimo para implementar la funcionalidad requerida y sea escalable. Es así como utiliza:

1. J2SE 1.5: o una versión superior. Corresponde a una colección de APIs pertenecientes al lenguaje de programación Java. Estos son utilizados para muchos de los programas de la plataforma Java que son desarrollados.
2. MySQL: versión 5 o superior. Sistema gestor de base de datos, ofrecido bajo la licencia GNU GPL
3. Hibernate: versión 3.2.0
4. Spring 2.X : herramienta “open source”, creada para aplicaciones Java. Se considera un sustituto de EJB.
5. Tails: herramienta utilizada para la construcción de los JSP. De esta manera, cada tail corresponde a un JSP por aparte que puede ser reutilizado N veces en las diferentes páginas que se deseen generar; permitiendo así la reutilización de código.
6. JSP: (JavaServer Pages), es una tecnología Java que permite generar contenido web dinámicamente en forma de documentos HTML y XML. Además, permite la utilización de código Java mediante scripts.
7. Maven 2.0 o superior: herramienta para gestionar y construir proyectos Java. Tiene como objetivo proveer un sistema de construcción uniforme, proveer calidad de la información del proyecto, guiar en el uso de mejores prácticas y permitir la transparencia en la migración a nuevas aplicaciones.
8. Servidor:
 1. Tomcat 5 o superior: Apache Tomcat es una aplicación “open source” para aplicaciones con tecnología Java Servlet y JavaServer Pages. Esta regida bajo la Licencia de Software de Apache.

F.3. Apéndice III. Manejo de concurrencia

Debido a que el sistema usa una única base de datos del software GRASS GIS, se consideró que varios usuarios pueden coincidir al momento de utilizar la herramienta, por lo que se tomaron medidas para facilitar la concurrencia de estos.

Al entrar en el sistema al usuario se le asigna un identificador único conocido por la aplicación como `userSessionId`, el cual consiste de un número de 12 dígitos que corresponde a la cantidad de segundos entre 1971 y el momento presente (por ejemplo: 1273530242841). Este número es utilizado como sufijo en todos los conjuntos de datos introducidos en GRASS GIS así como para indicar cuál es el archivo de configuración a utilizar por GRASS GIS.

F.4. Apéndice IV. Scripting en GRASS GIS

GRASS GIS es un software para el manejo y análisis de información geoespacial, procesamiento de imágenes, producción de gráficos y mapas, modelado espacial y visualización el cual permite automatizar las tareas a través de “scripts”, lo que permite aprovechar toda la funcionalidad disponibles sin necesidad de utilizar la interfaz gráfica.

Para utilizar los scripts se deben realizar dos pasos:

1. Crear el archivo de configuración de grass con la localidad a utilizar.
2. Configurar dentro del script variables de entorno que permitan ejecutar los comandos de GRASS desde un “script” de “bash”

A continuación se adjunta el script del archivo de configuración y un script utilizado dentro de la aplicación.

Script del archivo de configuración

```
#!/bin/bash
#
# This script is Free Software under the GNU GPL (>= 3.0)
#
# Change the configuration of the GRASS GIS environment

# Arguments
LOCATION=$1 # Location to use.
SUFFIX=$2 # suffix to indentify the execution.

# Variables
DBASE="$HOME/Projects/sand_box/grass" # GRASS GIS database path
GISRC="/tmp/.grassrc6_$$SUFFIX" # GRASS GIS configuration file
MAPSET="PERMANENT"

# writes the options to the file.
echo "LOCATION_NAME: $LOCATION" > $GISRC
echo "MAPSET: $MAPSET" >> $GISRC
echo "DIGITIZER: none" >> $GISRC
```

```
echo "GISDBASE: $DBASE" >> $GISRC  
echo "GRASS_GUI: text" >> $GISRC  
  
exit 0;
```

Script para modificar la resolución a utilizar durante el procedimiento.

```
#!/bin/bash  
# This script is Free Software under the GNU GPL (>= 3.0)  
#  
# Sets a new resolution to the GRASS GIS environment  
#  
  
# Arguments  
RES=$1 # Resolution to using  
SUFFIX=$2 # Suffix  
  
# Configuration of the BASH environment to execute GRASS GIS commands.  
export GISRC="/tmp/.grassrc6_${SUFFIX}"  
export GISBASE="/usr/lib/grass64"  
export PATH="$PATH:$GISBASE/bin:$GISBASE/scripts"  
export LD_LIBRARY_PATH="$LD_LIBRARY_PATH:$GISBASE/lib"  
  
RESULT=$( g.region res=$RES );  
  
exit RESULT;
```

Estos scripts son ejecutados desde la aplicación que está corriendo en el servidor web a través de una invocación al sistema a ejecutar un comando mediante las clases Process y ProcessBuilder, por lo que estos scripts deben tener permisos de ejecución.

El sistema utiliza 15 scripts diferentes, cada uno de los cuales realiza una tarea específica, la dirección donde residen estos scripts así como sus nombres son configurables mediante un archivo de propiedades de nombre grassConfig.properties que reside en la dirección /WEB-INF/classes/ que está dentro de la carpeta que contiene la aplicación en el servidor web.

Scripts utilizados

Nombre del Script	Acción que realiza
asingBuffers.sh*	Crea en un mapa raster las zonas de influencia especificadas por el usuario.
asingCategories.sh*	Modifica la tabla de categorías de un mapa a partir de un archivo generado previamente.
asingResolution.sh*	Modifica la resolución a utilizar en el contexto de la localidad.
configureGISRC.sh*	Crea un archivo grassrc6 específico para un usuario.
executeRasterization.sh*	Convierte un mapa vectorial a uno raster
executeVectorReclass.sh*	Cuando un usuario selecciona una columna y su tipo de datos es de texto, el sistema ejecuta este script, el cual es una re-categorización para unificar los datos y utilizar valores numéricos.
executeWeightedSum.sh*	Ejecuta una suma ponderada (propia del álgebra de mapas) entre 2 mapas específicos.
exportPNG.sh*	Crea una imagen png a partir de un mapa existente en la base de datos de GRASS GIS
exportSHP.sh*	Crea un archivo ESRI® Shapefile a partir de un mapa existente en la base de datos de GRASS GIS
importSHP.sh*	Crea un mapa en la base de datos de GRASS GIS a partir de un archivo de datos ESRI® Shapefile
renameMap.sh*	Modifica el nombre de un mapa.
retrieveCategories.sh*	Retorna la lista de categorías que corresponde a un mapa

	raster con el formato valor:descripción.
retrieveColumns.sh*	Retorna la lista de columnas de un mapa vectorial con el formato NombreColumna:TipoDeDato
retrieveMinMaxValues.sh*	Retorna los valores mínimo y máximo de un mapa raster con el formato MínimoValor:MáximoValor
retrieveType.sh*	Retorna el tipo de geometría predominante en el mapa.
setColorScale.sh*	Crea una escala de colores para el mapa.

H. Referencias

About PostgreSQL. Consultado en Abril de 2009, de <http://www.postgresql.org/about/> (14 Dic. 2009)

Apache Tomcat. Consultado en marzo de 2009, de <http://tomcat.apache.org/> (14-Dic-2009)

Darwin Core. (n.d.). Consultado en Agosto de 2009, de World Wide Web:
<http://wiki.tdwg.org/twiki/bin/view/DarwinCore/WebHome>

DiGIR. (n.d.). Retrieved August 2009, from the World Wide Web:
<http://digir.sourceforge.net/>

Dublin Core. (n.d.). Consultado en Agosto de 2009, del World Wide Web:
<http://dublincore.org/>

GlassFish. Consultado en setiembre de 2009, de <http://es.wikipedia.org/wiki/GlassFish> (14 Dic.2009)

JavaServer Pages. Consultado en marzo de 2009, de http://es.wikipedia.org/wiki/JavaServer_Pages (14 Dic. 2009)

MySQL. Consultado en diciembre de 2009, de <http://es.wikipedia.org/wiki/MySQL> (14 Dic. 2009)

Plinian Core. (n.d.). Consultado en Agosto de 2009, del World Wide Web:
<http://www.pliniancore.org/es/inicio.htm>

Programación por capas. (August 27, 2009). Consultado en Agosto de 2009, de World Wide Web: http://es.wikipedia.org/wiki/Programaci%C3%B3n_por_capas

Relational Persistence for Java and .NET. Consultado en noviembre de 2009, de <https://www.hibernate.org/> (14-Dic-2009).

Sánchez C, K.2002.Metodología de análisis multicriterio para la identificación de áreas prioritarias de manejo del recurso hídrico en la cuenca del río Sarapiquí, Costa Rica. Tesis Mag. Sc.Turrialba,Costa Rica, CATIE.149 p.

The Biodiversity Information Standards (TDWG). (n.d.). Consultado en Agosto de 2009, de World Wide Web: <http://www.tdwg.org/>

The Global Biodiversity Information Facility (GBIF). (n.d.). Consultado en Agosto de 2009, de World Wide Web: <http://www.gbif.org/>

The Inter-American Biodiversity Information Network (IABIN). (n.d.). Consultado en Agosto de 2009, de World Wide Web: <http://www.iabin.net/>

What is maven?. Consultado en noviembre de 2009, de <http://maven.apache.org/what-is-maven.html> (14 Dic. 2009)

Apéndice II

Estudio de las herramientas de sistemas de información geográficos existentes útiles para implementar el sistema.

Ver documento “IABIN-ModeladoAmenzas-InformeSoftware v4.pdf”