

Implementación del Sistema de Información Ambiental “Bahía de Cienfuegos”, Cuba.

Implementation of Environmental Information System “Cienfuegos Bay”, Cuba.

Sánchez Llull, Minerva

Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos. 053-43-525478 ext 109.

minerva@gestion.ceac.cu. Cuba.

Viera Cañive, Maia

Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos. 053-43-525478 ext 109.

maia@gestion.ceac.cu. Cuba.

Castellanos Torres, Laura

Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos. 053-43-525478 ext 109.

laura@gestion.ceac.cu. Cuba.

Muñoz Caravaca. Alain

Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos. 053-43-525478 ext 101.

alain@gestion.ceac.cu. Cuba.

Implementación del Sistema de Información Ambiental “Bahía de Cienfuegos”, Cuba.

RESUMEN: En el Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos (CEAC) se ejecutan proyectos y servicios que aportan la información necesaria a los tomadores de decisión sobre el estado ambiental de la provincia. Estos resultados son conservados en la dirección técnica de la institución, pero se requiere por parte de los investigadores y tomadores de decisión la visibilidad y socialización de los mismos en la red. El Laboratorio de Sistemas de Información Geográficas (LabSIG) del CEAC desarrolló el portal web “Sistema de Información Ambiental Bahía de Cienfuegos”, el mismo contiene un visor de mapas implementado con la tecnología MapServer, con las capas geográficas de interés diseñadas en el LabSIG. El portal Web tiene acceso al Catálogo de Metadatos basado en el software libre GeoNetwork, donde se actualizan los metadatos con los datos de los muestreos, los mapas diseñados a partir de los mismos y los informes finales de proyectos y otros documentos importantes para la institución. Se diseña una base de datos en PostgreSQL que contiene todos los datos procesados en los diversos muestreos que ejecutan los proyectos y que facilita desde el portal Web el acceso a una valiosa colección de datos taxonómicos de algas y malacología.

PALABRAS CLAVE: Sistema de información ambiental, Medio Ambiente, Metadato, IDE, SIG.

Implementation of Environmental Information System “Cienfuegos Bay”, Cuba.

ABSTRACT: In “Center of Environmental Studies of Cienfuegos” (CEAC) are executed many projects and services that contribute to decision makers helping them to take their determinations. These environmental results are conserved in the institution technical direction, however they are required by de investigators and decision makers, so the need of their socialization. The Geographic Information System Laboratory (LabSIG) belonging to CEAC, developed the web portal “Environmental Information System, Cienfuegos’ Bay” (SIAM), the system was build with a viewer map on line, implemented with p.mapper and

MapServer. Also a Metadata Catalogue was incorporated to the system, this catalogue was implemented with GeoNetwork and contains metadata of every result of the center like sampling data, design maps and important documents for the CEAC. A database was created using PostgreSQL and filled with old data produced with executed projects and services, this database is the foundation of the system, which help it to provide access to a very rewarding information like a large freshwater algal collection and maps designed by LabSIG, reports of projects and service and a great amount of sampling data. Through SIAM specialist and investigators are able to public their own results and interact with their own and the others.

KEY WORDS: Environmental Information System, Environment, Metadata, IDE, GIS

1 INTRODUCCIÓN.

En los años 70 ante el grave incremento de los problemas ambientales, tanto globales como regionales, nacionales y locales, comienza a surgir la necesidad de incorporar la variable ambiental como garantía de un proceso sólido y estable de crecimiento.

Un desarrollo sostenible debe promover la conservación de los recursos naturales como la tierra, el agua, los bosques, etc., y ser técnicamente apropiado, económicamente viable y socialmente aceptable, de manera tal que permita satisfacer las crecientes demandas de la sociedad y lograr el desarrollo requerido por el país. En esta nueva concepción de un desarrollo sostenible, surge la imperiosa necesidad de un profundo conocimiento de la información medioambiental por parte de los organismos responsables de los procesos de toma de decisiones.

La disponibilidad de un sistema de información ambiental es imprescindible para lograr una gestión ambiental eficaz y rigurosa, capaz de realizar una asignación óptima de los recursos naturales, la difusión pública del conocimiento sobre las condiciones y limitaciones en las que pueden desenvolverse las actividades de producción y consumo, y asegurar, dentro

de un modelo de desarrollo duradero, el mantenimiento y mejora de la calidad de vida. (Basterra, Valiente, Massat, & Neiff, 2004).

Los Sistemas de Información Geográficas (SIG) se utilizan para coleccionar, analizar y mostrar información describiendo las propiedades físicas y lógicas del mundo geográfico. La complejidad del dominio de estas aplicaciones, la variedad de los tipos de datos incluyendo datos espaciales, las relaciones sofisticadas y la fuerte necesidad de exactitud en el producto final, usualmente conducen a las tareas de diseño SIG a un proceso más cercano a la implementación que a un proceso de ingeniería de software. En la actualidad los SIG se han constituido en la herramienta más eficaz para gestionar y manipular datos poseedores de una componente espacial o geográfica (Bosque Sendra, 1997). Es por esto que constituyen un módulo imprescindible y fundamental en el diseño de cualquier Sistema de Información Ambiental.

Actualmente la información generada en el CEAC mediante la ejecución de proyectos y servicios científico-técnicos se conserva por los especialistas que la generan, pero no se encuentran agrupados estos resultados en una ubicación específica donde puedan ser consultados por cualquier especialista, ni existen los mecanismos para socializarlos. Por ello, surge la necesidad de recopilar y ordenar toda la información medioambiental generada, para organizar el flujo de la misma a fin de servir como fuente de datos para el desarrollo de un Sistema de información ambiental. Esto permitirá que todos los investigadores y especialistas del CEAC e instituciones vinculadas al tema ambiental, puedan tener un acceso rápido y eficiente a la información para la mejor realización de sus tareas, sean estas de investigación, de gestión ambiental u otras.

El objetivo de este trabajo es diseñar e implementar, con software libre, el Sistema de Información Ambiental del CEAC “Bahía de Cienfuegos”.

2 MATERIALES Y MÉTODOS.

El Sistema de Información Ambiental se diseña por módulos (figura 1), de modo que el crecimiento funcional pueda ocurrir sin grandes modificaciones.

Figura1. Vista de los módulos del SIAM

La interfaz de usuario del portal se diseña con el manejador de contenido Drupal 6.22, utilizando para la ampliación de los módulos el lenguaje PHP y la administración de los datos se realiza con el Servidor de base de datos PostgreSQL 9.1 y su componente PostGIS que permite el manejo de los datos geográficos.

El SIAM brinda soporte para la publicación de información ambiental por temáticas; organizadas fundamentalmente en informes científicos e imágenes de mapas temáticos, que son el resultado del diseño del SIG de todas las especialidades ambientales estudiadas en el CEAC utilizando para ello los softwares QGIS 1.7.4 y gvSIG 1.11, ambos libres. Se utiliza el servidor Web Apache Tomcat 6.0.2 y el software GeoNetwork 2.6.0 para la gestión de los metadatos de toda la información perteneciente al sistema. Los datos taxonómicos se manejan a través del módulo de gestión destinado a manipular estos datos. Además se implementa una herramienta informática que permite, a través de planillas diseñadas con el Microsoft Excel, cargar automáticamente a la base de datos los resultados de los muestreos. El visor de mapas, implementado usando el *framework* p.mapper y el servidor MapServer, visualiza dinámicamente todo fenómeno geográfico que en la base de datos del SIAM tenga una referencia espacial en coordenadas planas o geográficas.

2.1 ESTRUCTURA DE LOS DATOS AMBIENTALES

El Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos es una institución preocupada fundamentalmente por la solución de problemas ambientales. La mayoría de los servicios que ejecuta generan infinidad de datos ambientales, que son la fuente y razón por la que el CEAC decidió implementar su sistema de información geográfica y ambiental. Los datos del sistema son guardados por el Servidor de base de datos PostgreSQL en su versión 9.1 usando el

complemento PostGIS 1.5.4, que permite manejar la información geográfica ya que soporta todos los objetos y funciones especificadas en las características simples para SQL (*Simple features for SQL*) de la OGC (*Open Geospatial Consortium*), además extiende el estándar para coordenadas 3DZ, 3DM y 4 dimensiones.

Los datos geográficos en el SIAM se manejan en formato *SHAPE* o a través de una conexión directa a la base de datos espacial del centro, que permite almacenar la ubicación de todos los fenómenos geográficos.

La base de datos del SIAM puede agruparse por módulos, permitiendo así el crecimiento del sistema hacia nuevas temáticas de la investigación ambiental. La forma modular le permite a la base de datos seguir creciendo y respondiendo a las nuevas condiciones. Los módulos ambientales con que cuenta actualmente la base de datos son el taxonómico y el de muestreos ambientales.

2.1.1 MÓDULO TAXONÓMICO

La taxonomía es una parte de las ciencias biológicas que se ocupa de la identificación de los seres vivos. La identificación consta de dos fases, la primera caracteriza a los organismos, es decir, define los caracteres propios de ese organismo y aquellos por los cuales se diferencia de los demás y la segunda radica en la selección de un nombre para la especie, acción regulada por los códigos de nomenclatura. Las descripciones de los diferentes seres vivos deben seguir estos principios (Comas González).

El modelo taxonómico, fue confeccionado siguiendo los principios tradicionales de la taxonomía que establece las categorías taxonómicas ordenadas por jerarquías. Cada taxón es ubicado en esas categorías según su orden jerárquico.

Los taxones son descritos por:

- Un nombre científico y uno o varios comunes (si lo tiene).

- Una categoría taxonómica.
- Un estado de conservación.
- Y en caso de existir, por un tipo nomenclatural.

Cada taxón, de acuerdo con los autores, puede tener diferentes descripciones y por tanto, cada descripción puede hacer referencia a una fuente diferente, así también se almacenan los diferentes sinónimos con que ha sido nombrado alguna vez el taxón. Es posible almacenar también la ecología y la distribución del taxón, así como imágenes (fotos o ilustraciones) que permitan reconocerlo visualmente. En la figura 2 se muestra un modelo simple de los datos taxonómicos utilizando el lenguaje UML.

Figura 2. Modelo de datos para los datos taxonómicos.

2.2.2 MÓDULO DE MUESTREOS AMBIENTALES

La estructura de este módulo surge de las experiencias del Laboratorio de Ensayos Ambientales del CEAC (acreditado por la norma NC ISO/IEC 17025:06), las normas internacionales referidas a los muestreos de agua, ISO 5667 (AENOR, 1996; ICONTEC, 1995) y a la representación de la información geográfica, familia ISO 19000 (Lott, 2004). A partir de toda la información estudiada se ha diseñado un modelo capaz de asimilar cualquier muestra ambiental en el entorno de los sistemas de información geográfica.

La estructura de la base de datos para los muestreos (figura 3), permite identificar la muestra, guardar las descripciones de campo aportadas por los especialistas, ubicar espacialmente el sitio de recolección, las mediciones de los requisitos analíticos y en caso de requerirse se pueden especificar las adiciones o transformaciones realizadas para la conservación de la muestra.

Figura3. Modelo UML de datos para los muestreos ambientales

También se pueden almacenar las personas involucradas con la recolección, el método de muestreo, la fecha, hora y responsable de la colecta.

Las mediciones de los requisitos analíticos pueden ser completamente definidas a través de la información almacenada en la base de datos sobre la incertidumbre, el método de medición, la unidad de medida, el lugar de medición y el tiempo en que fue llevada a cabo.

Luego, esta información puede ser fácilmente utilizada por los SIG para el diseño de nuevas capas geográficas y la visualización de estas localizaciones en mapas temáticos.

2.2 VISUALIZACIÓN DINÁMICA CON SERVIDOR DE MAPAS LIBRE. TECNOLOGÍA MAPSERVER.

MapServer es la aplicación para publicar mapas de código abierto de mayor éxito e implantación, estando soportado por una amplia comunidad de usuarios y desarrolladores contando además con una elevada documentación. Dispone de una gran interoperabilidad de formatos, admitiendo más formatos que muchas aplicaciones bajo licencia comercial.

MapServer es un código funcional que permite interpretar formatos de distribución espacial de datos geográficos, se diseña considerando las normas propuestas por el OGC. Entre las características tomadas de la página oficial que definen a MapServer se pueden mencionar (Sánchez Llull, 2011):

- Soporte para acceder a información geográfica en múltiples formatos vectoriales, *raster* y CAD.
- Soporte de los protocolos del OGC.
- Soporte Multiplataforma: Linux, Windows, UNIX y MacOS.
- Características avanzadas para la representación adecuada de la información: etiquetado, temáticos y simbología compleja.
- Un motor de renderización de las imágenes *raster* muy rápido.
- Posibilidad de programación en la parte del servidor de distintos lenguajes (PHP, Java, C#, Ruby, Perls)

El p.mapper es un entorno de desarrollo de aplicaciones *Web Map* eficazmente configurable. Está basado en MapServer y PHP/MapScript por *DM Solutions* proveedor líder de tecnologías y soluciones de *Web mapping*. Funciona con todos los formatos de datos soportados por MapServer y además implementa los estándares del OGC para *Web Mapping Services* (WMS). El entorno p.mapper ofrece una gran facilidad y sencillez para configurar un entorno cliente/servidor así como una completa funcionalidad y múltiples modalidades para facilitar la configuración de una aplicación MapServer basada en *PHP/MapScript*. Entre sus funcionalidades más interesantes se encuentran las funciones de interrogación (identificación, selección y búsqueda), la creación directa de leyendas en formato HTML y la posibilidad de varios estilos para mostrar la leyenda y tabla de contenidos, todas éstas además de las funcionalidades básicas como desplazar la vista en la dirección deseada (*pan*), alejar/acercar la imagen (zoom) con el ratón, movimientos con el teclado del cursor, mapa de referencia, funciones de impresión en formato HTML y PDF, entre otras (Sánchez Llull, 2011).

Según la estructura básica de una aplicación MapServer las herramientas que se proponen para la creación del visor de Mapas del SIAM son MSW4, p.mapper y PostgreSQL con su complemento PostGIS (figura 4).

Figura 4. Herramientas usadas para dar soporte a la tecnología MapServer

2.3 CATÁLOGO DE METADATOS GEONETWORK

El software libre GeoNetwork, es un sistema de manejo de la información geográfica basado en los estándares ISO, diseñado para facilitar el acceso a bases de datos georeferenciadas y productos cartográficos. A través de la descripción de los metadatos, GeoNetwork brinda un eficaz soporte técnico para realizar una investigación o trabajo científico. En la interacción con el usuario ofrece facilidades como: búsqueda *online* en catálogos geospaciales distribuidos y locales, cargar y descargar datos, documentos y otros contenidos. Posee además un visor de mapas web interactivo, edición de metadatos *online* con

un poderoso sistema de plantillas y permite administrar el control de acceso de los usuarios y la creación de grupos de trabajo (OSGF, 2009).

El software GeoNetwork facilita el procesamiento, análisis y modelado de los datos. Dada la naturaleza dinámica de los datos en un entorno de red, una vez creados pueden ser utilizados por múltiples sistemas y para diferentes propósitos. Los metadatos son consecuentemente un requisito esencial para localizar los datos y productos, evaluarlos y conocer cuál es su actual disponibilidad y facilitan la determinación de la conveniencia de éstos para cumplir con un objetivo específico. Los metadatos ayudan a organizar y mantener las grandes inversiones en datos, evitan la duplicación de esfuerzos y proveen la información sobre la posesión de datos y productos de una organización, o sea, su valor agregado.

Los metadatos geográficos ayudan a las personas involucradas en el uso de la información geográfica a encontrar los datos que necesitan y a determinar la mejor manera de cómo usarlos (Nebert, 2004).

En el CEAC se instala el servidor Web Apache Tomcat 6.0.2 y el GeoNetwork versión 2.6.0, siguiendo las indicaciones de los especialistas del grupo de geoprocésamiento del Instituto de Geografía Tropical (IGT) (Ribot Guzmán & Piedra Castro, 2011). Se carga el perfil de metadato geoespacial (plantilla) diseñado por los especialistas del grupo de estándares de la vicedirección de geomática del IGT, encargados de la implementación de la Infraestructura de Datos Geoespaciales en la Agencia de Medio Ambiente, para ser implementadas en las instituciones de ciencia del país (Jiménez Martínez, González Garcíandía, & Ribot Guzmán, 2011). La plantilla incluye datos como: nombre del autor (es) de la información, cuándo se obtuvo (fechas de inicio y fin), el título del trabajo, cómo contactar con los responsables del dato, la ubicación geográfica, entre otras muy necesarias para identificar la información que se desea obtener.

Se utiliza la plantilla Dublin Core para almacenar la información que no tiene una componente espacial, como son los resultados científicos de la institución representados a través de los informes finales de proyectos o servicios científico-técnicos, publicaciones, imágenes y otros resultados de interés.

Se configura GeoNetwork para almacenar sus metadatos en una base de datos creada en el servidor de PostgreSQL implementado para guardar los datos del SIAM.

2.4 PROCEDIMIENTOS Y RECUPERACIÓN DE DATOS

Sin el SIAM existía en el centro una ausencia de control y conservación a nivel institucional de su patrimonio documental. El sistema fue apoyado con una estructura legal que orienta y rige el proceso de entrega, conservación y visualización de los resultados existentes y los que aún están por generarse.

Se elaboran un conjunto de procedimientos e instrucciones para organizar el flujo de datos al sistema de información ambiental.

Se reglamenta el modo en que la información será surtida a la base de datos ambiental, las políticas para el acceso y visualización de la información y los formatos y herramientas usados para ser usados en la comunicación.

Para poder conservar en el SIAM también los datos generados por el CEAC en una época anterior al surgimiento del sistema, estos se transformaron siguiendo los procedimientos ya establecidos y se adicionaron a la base de datos.

Actualmente se cuenta con una amplia colección de datos taxonómicos y registros de muestras sobre algas de agua dulce fruto de muestreos realizados a lo largo de todo el país durante 30 años, también se está actualizando la base de datos de malacología que contiene registros muy valiosos.

Se conservan los datos de muestreos sobre la especie invasora *Perna Viridis* comenzados en el año 2011 y sobre la calidad ambiental de la bahía de Cienfuegos, comenzados en el año 1990 y realizados todos los años hasta la fecha.

Además se han colectado los informes ambientales y mapas temáticos en formato de imagen producto de numerosos proyectos y servicios ejecutados en el centro.

2.5 SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL CEAC

Se diseña el SIG con los resultados científicos que en sus bases de datos tienen una componente espacial y que por su importancia deben ser mapeados, utilizando los softwares libre QGIS 1.7.4 y gvSIG 1.11.

Se han diseñado los mapas de los resultados del Servicio Estatal de Bahía, aplicando la herramienta de interpolación de ponderación de la distancia inversa IDW (Inverse Distance Weighted) para 16 estaciones de muestreo en la bahía, este método de interpolación es eficiente con datos escasos, como es nuestro caso.

El interpolador IDW para cada valor de punto de datos de la tabla de origen que se tiene en cuenta en el cálculo de un valor de celda se pondera con la distancia desde el centro de la celda. La interpolación es un cálculo de ponderación de distancia inversa y por lo tanto cuanto más lejos está el punto de la celda, menos influencia tiene su valor sobre el valor resultante de la celda.

En el marco del Proyecto GEF-IWCAM “Aplicación del enfoque de Manejo Integrado Costero en un área demostrativa de la provincia de Cienfuegos. Cuba” se diseñaron los mapas de caracterización de los suelos de la provincia y de calidad de las playas de la bahía cienfueguera, a partir de los datos suministrados por las instituciones responsables de los mismos, como la Delegación Provincial de Suelos y el Centro para la protección de la Higiene y Epidemiología de Cienfuegos (CPHE), respectivamente.

Para todos los resultados se diseñan plantillas para las salidas gráficas, que garanticen una identidad propia a los proyectos o servicios ejecutados.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El portal web diseñado permite a los usuarios consultar los resultados ambientales del CEAC y de las instituciones que procesan datos ambientales y los tributan al SIAM (figura 5), estando disponibles para su descarga los mapas temáticos en formato PDF. Se pueden consultar las relaciones de trabajo establecidas con otras instituciones para la manipulación u obtención de los datos, como convenios de colaboración, proyectos gubernamentales o contratos.

Figura 5. SIAM. Resultados Ambientales

En el SIAM, el módulo taxonómico permite a los especialistas incorporar nuevos taxones o actualizar los existentes en la base de datos. Se cumple con todas las exigencias de esta especialidad. Actualmente es posible consultar información muy amplia y actualizada sobre las algas de agua dulce, encontradas en los muestreos realizados por el CEAC, con su correspondiente catálogo de imágenes (figura 6).

Figura 6. SIAM. Módulo de taxonomía

La base de datos en PostgreSQL se ha adaptado satisfactoriamente al sistema y está actualizada con los resultados de los muestreos que se ejecutan actualmente, por los proyectos y servicios científico-técnicos vigentes en el CEAC, además de muchos otros datos de años anteriores conservados por los especialistas.

En el visor de mapas están disponibles capas geográficas de los límites de la provincia de Cienfuegos, los puntos de muestreo del Servicio Estatal de Bahía, características de los suelos, entre otros (figura 7).

Figura 7. Visor de mapas del SIAM.

El catálogo de metadatos GeoNetwork (figura 8) puede ser consultado desde el SIAM, los usuarios pueden crear y actualizar los metadatos de sus resultados así como ejecutar búsquedas de información. Está actualizado con los metadatos de los resultados (mapas temáticos) del Servicio Estatal de Bahía, la caracterización de los suelos de la provincia de Cienfuegos, la calidad de las playas de la bahía cienfueguera, los resultados del proyecto de Especies Invasoras en nuestra bahía e informes de proyectos y servicios científico-técnicos ejecutados en el CEAC. Las publicaciones realizadas por nuestros investigadores y otros resultados de interés también son metadateados con el GeoNetwork.

Figura 8. Catálogo de Metadatos GeoNetwork

4 CONCLUSIONES

El Sistema de Información Ambiental “Bahía de Cienfuegos” permite la gestión y socialización de la información ambiental generada por el Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos y otras instituciones de ciencia. Los investigadores, instituciones vinculadas al tema ambiental, los organismos responsables en la toma de decisiones e incluso los usuarios comunes tienen con el sistema un acceso rápido y eficiente a la información para la mejor realización de sus tareas.

A partir de las regulaciones y políticas creadas para la formalización y continuidad del intercambio de información científica así como las reglas para su conservación y socialización, se logra con el SIAM, la necesaria organización y eficacia en el manejo de un recurso tan valioso para el CEAC como es la información científica.

El catálogo de metadatos GeoNetwork implementado permite la gestión de los metadatos que contienen los datos espaciales y los resultados científicos del CEAC por lo que esta aplicación integrada a las funcionalidades del SIAM nos permite el manejo eficiente y eficaz del patrimonio documental del CEAC.

La infraestructura final está formada por un portal Web que accede a las estructuras de almacenamiento, tales como la base de datos ambiental y la estructura de archivos de los documentos resultantes de los trabajos de recuperación y estudio del medio ambiente.

Dicho portal controla los flujos de acceso a la información y los procesos relacionados con ella. Además provee un vínculo con el Catálogo de Metadatos implementado. Apoyada por un visor de mapas en línea que permite consultar la información geográfica almacenada en la base de datos.

La infraestructura para el manejo del patrimonio documental del CEAC está apoyada sobre cuatro fuertes líneas de trabajo: la definición y adopción de estándares para cada uno de los procesos, así como la confección y aprobación de procedimientos para su control y regulación, la utilización de la tecnología acorde con nuestras necesidades y los recursos humanos preparados en la materia.

El producto obtenido es una herramienta necesitada para iniciar la organización, conservación y socialización de la información científica del CEAC, que satisface considerablemente las expectativas del centro y es de reconocimiento nacional, además constituye un diseño pionero en el país.

5 BIBLIOGRAFÍA

AENOR. (1996). ISO 5667-3. Calidad del agua. Muestreo. Parte 3: Guía para la conservación y la manipulación de muestras.

Basterra, N. I., Valiente, M. A., Massat, S. A., & Neiff, M. (2004). Sistema de información y gestión ambiental: Centro de Gestión Ambiental y Ecología - Rectorado - Universidad Nacional del Nordeste.

Bosque Sendra, J. (1997). Sistemas de Información Geográficas. 1ra edición. RIALP, España.

Comas González, A. Sinopsis de las algas y cianoprocariotas dulciacuícolas de Cuba. Sin publicar.

- ICONTEC. (1995). NTC-ISO 5667-1. Gestión ambiental. Calidad del agua. Muestreo. Directrices para el diseño de programas de muestreo.
- Jiménez Martínez, E., González Garciandía, J., & Ribot Guzmán, M. Perfil de metadato geoespacial para medio ambiente de Cuba. Instituto de Geografía Tropical. Sin publicar.
- Lott, R. (2004). OGC abstract specification topic 2, spatial referencing by coordinates.
- Nebert, D. (2004). Developing Spatial Data Infrastructures: The SDI Cookbook v.2.0. Global Spatial Data Infrastructure. Obtenido de <http://www.gsdi.org>
- OSGF. (2009). GeoNetwork Opensource. The complete manual.
- Ribot Guzmán, M., & Piedra Castro, F. (2011). Procedimientos para la instalación del Catálogo de Metadatos Geonetwork y el Servidor de Mapas Geoserver. Sin publicar.
- Sánchez Llull, M. (2011). Aplicación Web para la consulta de la representatividad de los objetos de conservación en las áreas protegidas de Colombia. Universidad central "Marta Abreu" de las Villas Santa Clara.

Figura1. Vista de los módulos del SIAM

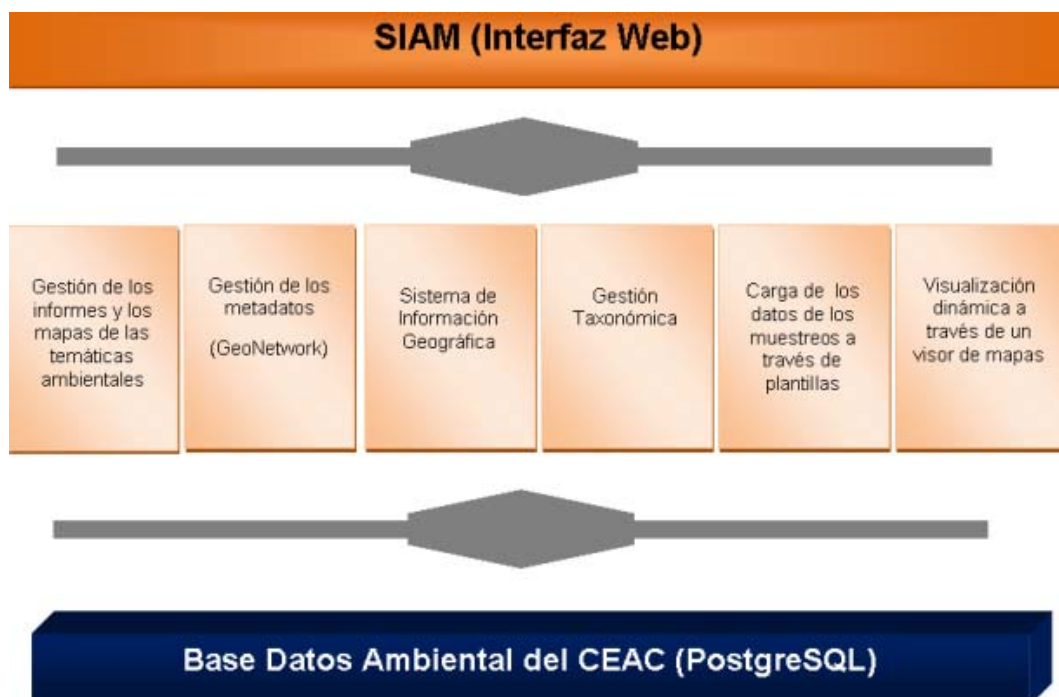


Figura 2. Modelo de datos para los datos taxonómicos.

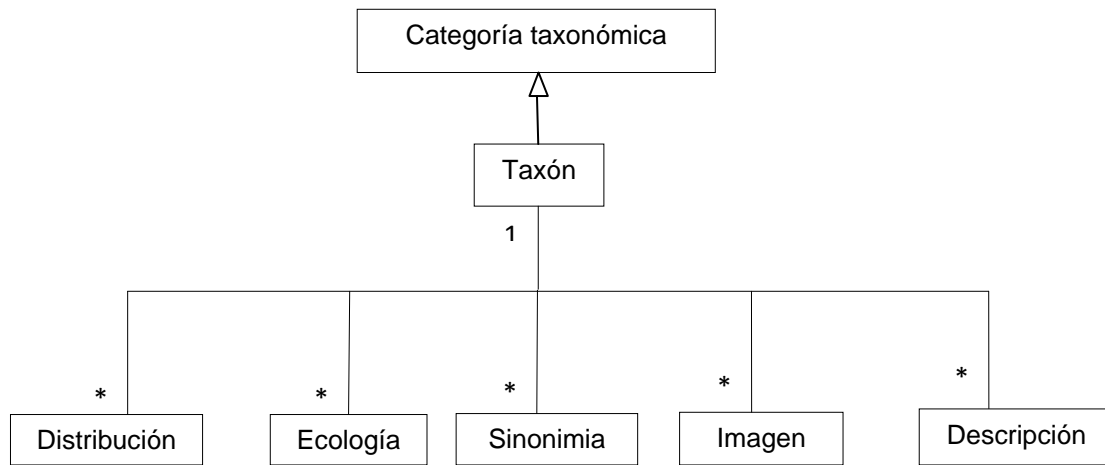


Figura3. Modelo UML de datos para los muestreos ambientales.

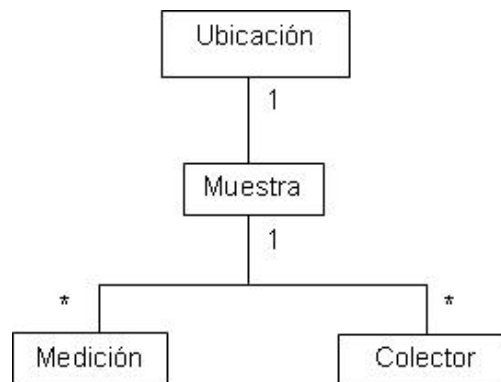


Figura 4. Herramientas usadas para dar soporte a la tecnología MapServer



Figura 5. SIAM. Resultados Ambientales



SISTEMA DE INFORMACIÓN AMBIENTAL "BAHÍA DE CIENFUEGOS"

BahíaSuelos

General
Servicios
Colaboradores
¿Quiénes somos?
Compromiso de uso
Caracterizaciones ambientales
Bahía
Suelos

Inicio de sesión

Nombre de usuario: *

Contraseña: *

Iniciar sesión

Principal

Caracterización de los suelos cienfuegueros

En el marco del proyecto IWCAM, el Centro de Estudios Ambientales y la Dirección Provincial de Suelos Cienfuegos, colaboraron para obtener las características de los suelos cienfuegueros en mapas de soporte digital. La clasificación de los suelos se realizó según la metodología de clasificación genética de los suelos de Cuba (ACC, 1973).

Mapas

					
Erosión de los suelos cienfuegueros	Humificación de los suelos cienfuegueros	Pedología de los suelos cienfuegueros	Pendiente de los suelos cienfuegueros	Textura de los suelos cienfuegueros	Tipos de los suelos cienfuegueros

Fuente Legal: Proyecto IWCAM

Figura 6. SIAM. Módulo de taxonomía.

SISTEMA DE INFORMACIÓN AMBIENTAL "BAHÍA DE CIEFUEGOS"

Bahía

Suelos

General

Principal

Servicios

Colaboradores

¿Quiénes somos?

Compromiso de uso

Caracterizaciones ambientales

Bahía

Suelos

Conjunto de datos

Muestras ambientales

Taxonomía

siam_administrator

Mi cuenta

Crear contenido

Administrar

Cerrar sesión

Ver

Editar

Búsqueda avanzada de taxones

Nombre Científico

Nombre Común

Referencia:

Categoría Taxonómica:

Taxón Tipo:

Taxón Inmediato Superior:

Estado de Conservación:

exigua

--Vacio--

--Vacio--

Buscar

La búsqueda se realizó con éxito resultando 3 resultados.

	Nombre	Categoría	Referencia	Descripción	Estado de conservación
	Adinanthes exigua	Especie	GRUNOW IN CLEVE & GRUNOW 1880	Valvas pequeñas, lineales o lineal-elípticas, con sus extremos bien diferenciados, rostrados hasta capitados, más angostos que el resto de la valva. Valvas de la rafe con un área axial lineal, angosta, algo ensanchada cerca del área central; área central	

Figura 7. Visor de mapas del SIAM.

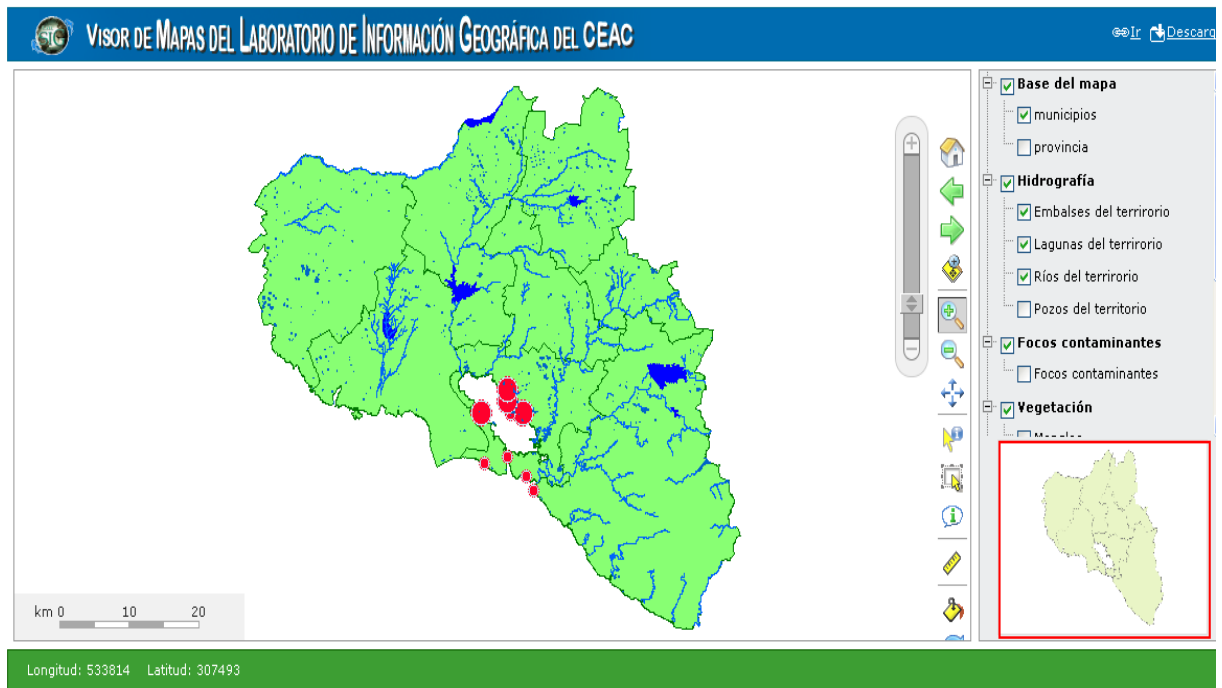


Figura 8. Catálogo de Metadatos GeoNetwork

The screenshot displays the GeoNetwork OpenSource web interface. The header includes the CEAC logo (Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos) and the GeoNetwork OpenSource logo with the tagline 'Geographic data sharing for everyone'. Navigation links include Inicio, Administrador, Contáctenos, Enlaces, Acerca de, and Ayuda. The user is logged in as 'admin admin' with a 'Cerrar sesión' link. The language is set to 'Español'.

The main content area is divided into two columns. The left column contains a search bar with 'Bahía' entered, a map preview, and a list of categories: Conjuntos de datos, Diagnósticos Ambientales, Imágenes, Informes, Mapas & gráficos, Otros recursos de información, and Publicaciones. The right column shows a metadata entry titled 'MUESTREO IT 2009 BAHÍA CIENFUEGOS'. The entry includes a summary, keywords (Bahía, CEAC, Cienfuegos, muestreo, 2009, IT, 1er trimestre, SIG, Cuba), and an 'Identification info' section with fields for Title, Date, Date type, Presentation form, and Abstract.

¿QUÉ?
Bahía

¿PAÍS/REGIÓN?

Mostrar mapa

MUESTREO IT 2009 BAHÍA CIENFUEGOS

Resumen: Se Presentan los mapas de los muestreos realizados en el I Trimestre del año 2009 en la Bahía de Cienfuegos. Los Analitos Muestreados son: -Distribución de Clorofila. -Demanda Biológica de Oxígeno ...

Palabras clave: Bahía, CEAC, Cienfuegos, muestreo, 2009, IT, 1er trimestre, SIG, Cuba

Identification info

Title	Muestreo IT 2009 Bahía Cienfuegos
Date	2011-01-06T10:44:00
Date type	Creation: Date identifies when the resource was brought into existence
Presentation form	Digital map: Map represented in raster or vector form
Abstract	