

Figura 2. Interfaz para la selección de capas espaciales junto con su opacidad.

Como parte de la interfaz, en el panel izquierdo (ver Figura 1) el sistema muestra las coordenadas del punto donde esté ubicado el cursor del ratón sobre el área de despliegue de los mapas.

5 SISTEMAS DE ASOCIACIÓN DOCUMENTAL A MAPAS

Es común que en las instituciones que utilizan Información Geográfica, ésta se disemine en una gran colección (a veces enorme) de fuentes que, para conformar un SIG, deben ser reunidas, validadas, organizadas y finalmente transformadas a la Base de Datos. Además de la calidad técnica de un Sistema de Información, para garantizar su éxito hay que considerar la disposición a utilizarlo. Siempre que en una institución se cambia o se introduce algún Sistema de Información, es difícil que la gente lo acepte, asimile y aproveche. A veces, la oposición es tal que un cambio técnicamente adecuado no genera los beneficios esperados, al menos no en el corto plazo.

Para facilitar esta transición, se incorporó en SIGTERNET una herramienta para enlazar directamente archivos (imágenes, textos, etc.) con puntos en los mapas en coordenadas específicas. En SIGTERNET se puede asociar cualquier archivo y para consultarlo lo único que se requiere es que el navegador utilizado cuente con los plugins para manejarlo. De manera genérica denominamos a los sistemas con esta capacidad **Sistemas de Asociación Documental a Mapas** o de manera abreviada **SADMs**.

Los SADMs resultan apropiados para hacer este trabajo partiendo de información que proporciona cada usuario de manera directa. El prototipo final resulta simple de usar porque la información es de antemano conocida por los usuarios. Muchas veces resulta que el prototipo puede ser utilizado por cierto período de tiempo de manera satisfactoria. Los mismos usuarios entonces empiezan a plantearse si es posible manejar la información de una forma mucho más integrada de modo que finalmente resulta natural la transición hacia una Base de Datos Geográfica. En otras ocasiones el SADm resulta útil para los propósitos de la aplicación y no es necesario hacer una inversión tan costosa. Sin embargo, cuando se deba convertir la información del prototipo a una Base de Datos, ya se tendrá un buen avance en el proceso.

Dentro del contexto cartográfico general, la asociación documental a mapas puede verse como una forma generalizada de las llamadas "**anotaciones cartográficas**". De acuerdo con el Glossary of Mapping, Charting and Geodetic Terms [MIL-HDBK-850] una anotación cartográfica consiste en "**la delineación de datos adicionales, características nuevas, o el borrado de características destruidas o desmanteladas para representar la situación actual; las anotaciones cartográficas pueden incluir valores de elevación en curvas de nivel, ciudades y grandes cuerpos de agua; construcciones nuevas, y caminos o vías férreas destruidos o desmantelados, puentes, presas, instalaciones estructurales y referencias terrestres**". En la mayoría de los casos las anotaciones cartográficas se hacen utilizando textos o diagramas; sin embargo, cuando se necesita reducir un mapa para mostrar todas las ciudades o distritos entonces se presentan problemas difíciles de resolver: si se minimizan las anotaciones entonces nadie puede leerlas, si se dejan las anotaciones del mismo tamaño entonces éstas se enciman unas con otras [Minzuno, 1995]. Estos problemas se evitan con

la asociación documental, ya que los documentos que se asocian pueden tener cualquier extensión y mediante el uso de tooltips, es posible mostrar un breve resumen de la anotación.

La asociación documental como tal puede hacerse en prácticamente todo sistema que permita construir SIGs, aunque su desarrollo requiere en general de un proceso elaborado de construcción. En los SADMs esto es parte nativa del sistema mismo. Dentro del contexto de las aplicaciones hay varias compañías desarrolladoras de software que han incorporado de alguna manera capacidades de asociación documental; la compañía Map Bureau [MapBureau, 2006] (hoy disuelta) desarrolló herramientas, denominadas time maps, expresamente diseñadas para la asociación documental espacio-temporal; es decir, la anotación cambia en el tiempo y su presentación se controla como si se tratara de un video; de hecho, junto a cada anotación los sistemas de Map Bureau presentan los controles que se utilizan para ejecutar, parar, regresar y avanzar un video. Con SIGTERNET estos tipos de anotaciones pueden hacerse insertando videos que realicen exactamente lo mismo que hacen las anotaciones de Map Bureau; sin embargo, el hecho de que SIGTERNET utilice a Flash como plataforma de desarrollo permite que estos videos puedan ser generados de manera automática.

En un contexto más amplio, las ideas que estamos discutiendo, se han llevado al extremo dentro del **Geographic Markup Language** [GML, 2007]. Estándar que está cobrando gradualmente tal auge que seguramente pronto será adoptado por la International Standard Organization ISO. GML ofrece los componentes Xlinks que son el método estándar para soportar referencias de hipertexto en XML. Con estas componentes se puede indicar el valor de una propiedad de manera directa o por medio de una URL donde se encuentra el valor. Estas facilidades en GML definitivamente permiten la asociación documental en GML tal como la hemos planteado aquí.

En SIGTERNET la información documental se distribuye en capas temáticas de información. Para tener acceso al módulo de administración de este tipo de capas, se presiona el botón con la leyenda "Capas" (el mismo que se utiliza para administrar las capas espaciales) y a continuación se abre una ventana que muestra información como la que aparece en la Figura 3.

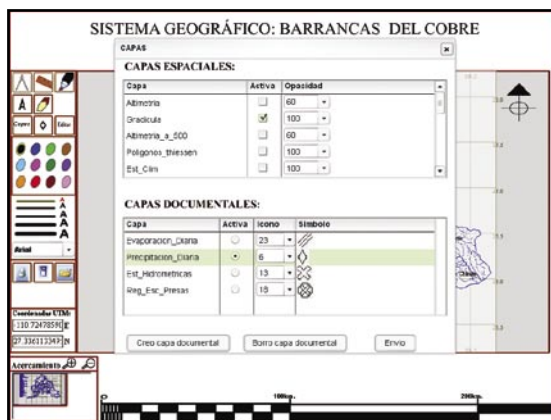


Figura 3. Ventana de capas.

Esta ventana se muestra dividida en dos partes, la **tabla de capas espaciales**, explicada en la sección anterior, y la **tabla de capas documentales**. En esta última se puede seleccionar alguna de las capas mostradas, al hacerlo aparecen sobre el mapa íconos que indican la posición donde se han insertado documentos. A esta capa se le denomina "**capa documental activa**" y su nombre aparece en la interfaz general de consulta.

Utilizando los botones que aparecen en la parte inferior de la interfaz de la Figura 3, es posible crear, modificar y borrar capas documentales directamente. En este caso es necesario especificar el nombre de la capa y el ícono en la pantalla con el que se desplegarán las posiciones de los documentos insertados en el mapa dentro de la capa documental activa.

Para insertar un documento en la capa documental activa, se presiona el botón con forma de rombo de la interfaz general de consulta y a continuación aparece la interfaz mostrada en la Figura 4. El usuario puede cambiar aquí la capa documental activa, indicar qué documento será transmitido y dar una descripción corta

que aparezca cuando el usuario pase el cursor del ratón sobre el icono correspondiente. Al presionar el botón "Envío", el sistema muestra, al lado derecho del cursor del ratón, un letrero indicando que se debe hacer clic a la posición donde se quiera que se inserte el documento o presionar el botón derecho del ratón para cancelar la operación. Al terminar la inserción, el documento se transmite al servidor y a partir de ese momento se puede tener acceso a él desde cualquier navegador de Internet conectado a la red.

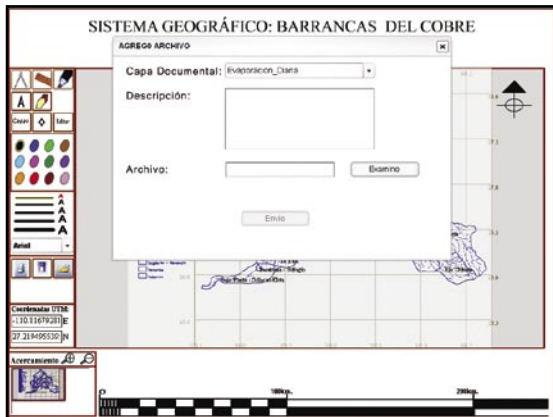


Figura 4. Interfaz para insertar un documento al SADM.

La operación de acceso a un documento en la capa documental activa, se logra haciendo clic directamente sobre el icono del documento; como respuesta, se abre una nueva ventana del navegador mostrando el documento correspondiente.

Una de las características más atractivas de los SADM's, es que las temáticas de asociación de documentos al mapa pueden ser creadas, modificadas y borradas por los usuarios finales del sistema. Esto es importante porque en otros tipos de sistemas, este trabajo sólo puede ser hecho por el administrador. Con SIGTERNET hay gran libertad que se controla asignando privilegios de uso a los usuarios; de esta manera, cada uno de ellos puede definir y mantener la información que estrictamente le compete.

6 ACCESO A LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN QUE SE HAN USADO EN LAS EXPLICACIONES

En esta sección presentamos cuatro ejemplos de SIG's construidos con SIGTERNET. El primero es el Sistema de Información Geográfica para la cuenca del Río Fuerte, que se utilizó para ilustrar los ejemplos dados en la sección anterior, el segundo es un sistema desarrollado para el Departamento de Recursos del Mar del CINVESTAV para el Banco Chichorro, que es un arrecife de coral ubicado frente a las costas de Quintana Roo. Ambos sistemas han sido construidos con SIGTERNET y en ambos casos damos ligas para que las personas interesadas interactúen directamente con nuestras herramientas. Estos sistemas están sujetos a cambios, así que es posible que haya discrepancias entre lo que aquí se explica y los sistemas montados en Internet. El tercer ejemplo, es aplicado a la cuenca del Río Copalita y el cuarto ejemplo, fue aplicado a la cuenca del Río Tuxpan y la laguna litoral de Tampamachoco.

6.1 Sistema de Información Geográfica para la Cuenca del Río Fuerte

Este sistema fue construido para la Gerencia de Generación de la Comisión Federal de Electricidad. La dirección Internet donde se puede visitar una copia del sistema es: <http://aishia.math.cinvestav.mx/~mapa/mapa.html>

La intención de esta copia es únicamente demostrativa, funciona de la misma manera que el sistema original; sin embargo, ni el software ni la información contenidos corresponden con el sistema original, cuyo acceso se restringe a la Intranet de la CFE.

Al ingresar a la URL que se ha indicado, aparece el despliegue mostrado en la Figura 5. Usted puede entrar como usuario no registrado y consultar toda la información disponible, pero no podrá montar información nueva. Si se registra como usuario entonces sí puede incorporar información nueva y hacer modificaciones, sólo a la información que usted haya incorporado.

El Río Fuerte tiene 670 Kilómetros de longitud, nace en el estado de



Figura 5. Pantalla de bienvenida al Sistema del Río Fuerte.

Chihuahua y desemboca en el Golfo de California, la cuenca de este Río interseca en una región relativamente pequeña al estado de Sonora y en su mayor parte se encuentra dentro del estado de Sinaloa. Recibe en su recorrido las aguas de los arroyos de Álamos, San Felipe, Sibajahui, Batopilas, Urique, Septentrión, Chinipas, Chinobampo y Baymena, aunados al caudal del Río Choix. Sus aguas son controladas por la presa Miguel Hidalgo, que abarca parte de los municipios de El Fuerte y Choix, además de las presas Josefa Ortiz de Domínguez y Luis Donaldo Colosio.

Las aguas del Río Fuerte son fundamentales en la generación de energía eléctrica para el consumo de toda la cuenca. El control de las presas en la zona es compartido por la Comisión Nacional del Agua y la Comisión Federal de Electricidad.

El sistema que hemos desarrollado se utiliza para organizar y distribuir información documental para la toma de decisiones en materia de apertura y cierre de compuertas.

La información cartográfica en el sistema incluye: altimetría, climatología, hidrometría, división política, cuencas y subcuencas, líneas de transmisión y subestaciones eléctricas, hidrología, red de drenaje, vías de comunicación y localidades, modelos de elevación y relieve. Las capas de información documental han sido construidas utilizando materiales propios de la Comisión Federal de Electricidad. Las temáticas documentales de información son las siguientes: datos de generación históricos en las presas, registros de escurrimientos en presas, información básica sobre las presas, registros mensuales de estaciones hidrométricas, periodos de información faltantes en las estaciones climatológicas y registros de información climatológica.

El sistema es exclusivamente de asociación documental. La cartografía se construyó de manera estática a partir de fuentes DXF e internamente se representó en el formato XML explicado en la Sección 3. No todos los mapas pudieron ser vectorizados, los de altimetría en versión vectorial ocuparían más de 10 Mb, lo cual haría muy lento el sistema, se optó por manejar estos mapas como imágenes.

El sistema incluye un mapa hipsográfico y un mapa de relieve que fueron procesados directamente a partir de imágenes satelitales. Un problema delicado fue que la cartografía básica, tomada del conjunto de mapas que distribuye el INEGI no correspondía con estas imágenes de manera precisa. Se tuvieron que corregir los mapas para lograr la coincidencia con las imágenes satelitales. Este es un problema grave que se presenta en general cuando se combinan en una aplicación mapas digitalizados de fuentes originales en papel y se debe principalmente a las deformaciones naturales del medio de impresión.

El objetivo de presentar este sistema es que se aprecien las bondades de la asociación documental y se vea que no hay restricciones en la extensibilidad de un sistema desarrollado bajo esta idea. Por supuesto que todo tiene un costo y en este caso es que las consultas no pueden tener la riqueza de un sistema convencional.

6.2 Sistema de Información Geográfica para el Banco Chichorro


Este sistema fue desarrollado para el Departamento de Recursos del Mar del CINVESTAV a partir de datos recopilados por el grupo de Investigación de Arrecifes de Coral. El sitio donde se puede consultar el sistema tiene la URL <http://acme.math.cinvestav.mx/~merida/mapa.html>


El banco Chichorro se localiza en el Caribe Mexicano frente a las costas del




El líder mundial en operaciones portuarias y servicios a la carga ahora en México



 Internacional de Contenedores Asociados de Veracruz

 Terminal Internacional de Manzanillo

 Ensenada International Terminal

 Lázaro Cárdenas Terminal Portuaria de Contenedores

Av. Morelos N° 159
Col. Centro, C.P. 91700
Veracruz, Ver., México
Tel: (52) 229 9895400
Fax: (52) 229 9895499
www.hph.com

 A Hutchison Whampoa Company

municipio Othón P. Blanco del estado de Quintana Roo; tiene cuatro zonas arenosas emergidas. Cayo Norte formado por dos pequeños cuerpos con una superficie de 0.9 Kilómetros cuadrados; Cayo Centro, el de mayor extensión con 5.6 Kilómetros cuadrados y Cayo Lobos con 0.2 Kilómetros cuadrados, este último ubicado en el extremo sur. Se encuentra separado 30 Kilómetros de la costa continental. Su acceso es únicamente por vía marítima a partir de Majahual e Xcalak. En la Figura 6 se muestra el sistema SIGTERNET desplegando una imagen del Banco Chinchorro.

El grupo de investigación de arrecifes coralinos del CINVESTAV principalmente centra su estudio en la diversidad tanto del medio biótico como físico. Recientemente, con apoyo del CONACYT se realizó un recorrido del Banco Chinchorro definiendo una malla de sitios de estudio donde el equipo de buceo realizó diversas mediciones, relacionadas con aspectos como la abundancia de peces; la cobertura de algas, arena, corales, octocorales; la diversidad de peces carnívoros, herbívoros y omnívoros; la riqueza de peces, los hábitats arrecifales, la agregación de corales, la complejidad topográfica, los escombros de coral, las esponjas, los hidrocorales, los peces bentófagos, los peces planctívoros y la profundidad. Así mismo, registró algunos cientos de especies observadas. Toda esta información se encuentra disponible en nuestro sistema. Para cada una de las mediciones mencionadas se generaron mapas de densidad que muestran de manera visual interpolaciones de esta información.



Figura 6. Sistema de Información Geográfica para el Banco Chinchorro.

A diferencia del Sistema para la Cuenca del Río Fuerte, en esta aplicación no se hizo asociación documental. Todos los datos en la malla de sitios de estudio fueron concentrados en una gran base de datos, así que es posible consultar la información directamente. El sistema contiene algunas consultas prefabricadas (presionar el botón “?SQL” de la interfaz) y permite también que los usuarios planteen consultas generales (botón “Consulta”). El sistema no incluye mapas vectoriales, a diferencia de la aplicación para CFE, este sistema tiene una base cartográfica dinámica de manera que los usuarios pueden insertar, cambiar o modificar libremente los mapas mediante un subsistema especial. La base de datos también puede ser cambiada dinámicamente de manera directa.

El desarrollo de este sistema nos ha permitido extender significativamente las capacidades de SIGTERNET y las incluimos como una prueba del alto nivel de flexibilidad que se puede lograr con esta herramienta.

6.3 Sistema de Información Geográfica para la Cuenca del Río Copalita

La cuenca del río Copalita, localizada en las costas de Oaxaca, proporciona diversos servicios ambientales, entre los que destaca el abastecimiento del agua a la zona turística de Bahías de Huatulco. Con el objeto de determinar los procesos de deterioro como es la deforestación y erosión en la mayor parte de su superficie, para el Organismo de Cuenca Pacífico Sur de la Comisión Nacional del Agua, se realizó el estudio Caracterización y Diagnóstico de la Cuenca Hidrológica del Río Copalita, para sustentar el Manejo Integrado de sus Recursos Hídricos, con el objeto de establecer las bases fundamentales para planear las acciones que orienten la restauración, protección, conservación y aprovechamiento de los recursos naturales y el mejoramiento de la calidad de vida, como requisitos previos para el desarrollo sustentable de la cuenca del río Copalita.

El análisis y despliegue cartográfico de la cuenca, se realizó a nivel municipal, por subcuencas y localidades, para lo cual fue necesario desarrollar un Sistema de Información Geográfica, basado en ARC VIEW Versión 3.2.

Con el objeto de facilitar el acceso a la información y consultas, se ha transferido a SIGTERNET, una parte del trabajo realizado. El sitio donde se puede consultar el sistema tiene la URL <http://aishia.math.cinvestav.mx/~demo/copalita.html>

En la Figura 7 se muestra el sistema SIGTERNET desplegado en una imagen de satélite Landsat TM, donde se identifica la Cuenca del Río Copalita y los municipios que lo integran.

En la Figura 8, se muestra la capa que contiene el Modelo Digital de Elevación y la red de drenaje.

En la Figura 9, se muestra la capa que contiene las subcuencas.



Figura 7. Sistema de Información Geográfica para la Cuenca del Río Copalita.



Figura 8. Capas Cuenca y Ríos.