Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica
International Review of Geographical Information Science and Technology

Monge de la Cruz, L., Torres Herrera, J., Espinoza Barreras, F., Juárez García, J., López Chico, L., Navarro Cota, C., Maldonado Rondón, E. (2009): "Aplicación cartográfica on-line de puentes urbanos", GeoFocus (Informes y comentarios), nº 9, p. 19-28. ISSN: 1578-5157

APLICACIÓN CARTOGRÁFICA ON-LINE DE PUENTES URBANOS

LUIS ANGEL MONGE DE LA CRUZ[1], JUAN PABLO TORRES HERRERA[1], FORTUNATO ESPINOZA BARRERAS[1], JESÚS RAYMUNDO JUÁREZ GARCÍA[1], LUZ EVELIA LÓPEZ CHICO[1], CHRISTIAN XAVIER NAVARRO COTA[1], ESPERANZA MALDONADO RONDON[2]

[1] Facultad de Ingeniería Ensenada, Universidad Autónoma de Baja California.
km 107 Carretera Tijuana-Ensenada, 22870 Ensenada, B.C., México.
{monge, pablotorres, fortunato, jjuarez, evelia, cnavarro}@uabc.mx

[2] Escuela de Ingeniería Civil, Universidad Industrial de Santander.
Ofic. 119, A.A. 678 Bucaramanga, Colombia.
emaldona@uis.edu.co

RESUMEN

Presentamos una aplicación cartográfica on-line enfocada a la vulnerabilidad sísmica de 29 puentes urbanos de la ciudad de Ensenada, Baja California, México. Este sistema permite contar con: un registro de vulnerabilidad, un catálogo de imágenes e información general de los puentes. Además servirá para la realización de planes de contingencia; ya que anteriormente no existían estudios y aplicaciones de este tipo en la ciudad. Para el desarrollo de la aplicación cartográfica implementamos tecnología de código abierto como: UMN MapServer, Cliente Web Fusion y PostgreSQL.

Palabras clave: cartografía on-line, vulnerabilidad sísmica, puentes urbanos, código abierto.

ON-LINE CARTOGRAPHIC APPLICATION OF URBAN BRIDGES

ABSTRACT

We present an on-line cartographic application applied to seismic vulnerability of 29 urban bridges in Ensenada city, Baja California, Mexico. This system permits to have a record of vulnerability, a catalog of images and general information about the bridges. In addition, it will serve for the realization of contingency plans since before there weren't studies and systems of this kind in the city. For the development of the cartographic application we implement open source technology such as: UMN MapServer, Web Client Fusion and PostgreSQL.

Keywords: on-line cartography, seismic vulnerability, urban bridges, open source.

Recibido: 14/12/2008
Aceptada versión definitiva: 28/04/2009

© Los autores

Monge de la Cruz, L., Torres Herrera, J., Espinoza Barreras, F., Juárez García, J., López Chico, L., Navarro Cota, C., Maldonado Rondón, E. (2009): "Aplicación cartográfica on-line de puentes urbanos", GeoFocus (Informes y comentarios), nº 9, p. 19-28. ISSN: 1578-5157

1. Introducción

En los últimos años en el planeta se han originado sismos y terremotos que han causado muertes y afectado la infraestructura de ciudades con derrames económicos cuantiosos. Lamentablemente hoy en día es difícil predecir con exactitud el lugar y tiempo en el que sucederá un sismo o terremoto; sin embargo es posible realizar una gestión de riesgos que permita prevenir y algunos casos reducir los efectos del fenómeno, en relación a los costos económicos en daños a infraestructura y la pérdida de vidas.

La región de Baja California, está contemplada como una zona con actividad sísmica moderada, esto se debe a que se encuentra rodeada por una cantidad considerable de fallas sísmicas, véase figura 1; según el boletín del grupo de Red Sísmica del Noroeste de México (RESNOM) el cual pertenece al Departamento de Sismología división ciencias de la tierra del Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE) informó que tan solo durante el año 2005 se registraron 1430 sismos (figura 2) con magnitudes entre 0.7 y 5.2 (Grupo RESNOM, 2006). A consecuencia de que le región de Baja California es una zona moderadamente sísmica se realizó un estudio que determina el índice de vulnerabilidad de 29 puentes de la ciudad de Ensenada Baja California, México. La información recabada en este estudio marca la pauta y sirve de base para realizar estrategias y mitigaciones de riesgo en caso de un desastre; ya que antes no existían estudios tendientes a la prevención del desastre que pudiera ocasionar la falla de uno o varios de estos puentes debido a la ocurrencia de un terremoto (Juárez *et al*., 2007).

De acuerdo al estudio mencionado en el párrafo anterior se implementó aplicación cartográfica on-line basada en tecnología de código abierto, que permite integrar y consultar la información de los puentes, anexando un catálogo de fotos que ayudan a describir con mayor claridad el tipo de estructuras; esta aplicación ayudará a determinar planes de contingencia en caso de desastre y en consecuencia una toma de decisiones más efectiva.

2. Análisis de la información

A partir del análisis realizado de cada uno de los puentes urbanos, por medio del método Maldonado fue posible conocer el comportamiento de los puentes ante un movimiento sísmico y determinar el índice vulnerabilidad. El método Maldonado se basa en 19 parámetros (tabla 1) para el cálculo de daños de los puentes urbanos y obteniéndose el índice de vulnerabilidad a partir de la siguiente fórmula:

$$IV = \frac{\sum_{i=1}^{19} W_i K_i}{\sum_{i=1}^{19} W_i}$$

© Los autores
www.geo-focus.org

Monge de la Cruz, L., Torres Herrera, J., Espinoza Barreras, F., Juárez García, J., López Chico, L., Navarro Cota, C., Maldonado Rondón, E. (2009): "Aplicación cartográfica on-line de puentes urbanos", GeoFocus (Informes y comentarios), nº 9, p. 19-28. ISSN: 1578-5157

siendo IV= índice de vulnerabilidad, K_i= es una medida del grado de vulnerabilidad de la categoría de parámetro i, W_i= la medición de la opinión de la importancia asociada al parámetro i con respecto a los otros parámetros. Tanto K_i como W_i son números difusos. Estos parámetros fueron determinados por Maldonado (2000).

3. Digitalización de la información

Para propósito de este documento solo se muestran algunos datos generales de los puentes urbanos y los resultados de los índices de vulnerabilidad (tabla 2). A partir de los resultados obtenidos de los 29 puentes, se crearon los datos espaciales con el software ArcView 3.2, cada uno de los datos espaciales fueron almacenados como shapefile (SHP), generándose automáticamente 2 archivos con extensión: DBF y SHX; en el caso del archivo SHP se define como el archivo principal, este posee la geometría de los objetos: puntos, líneas o polígonos que fueron trazados; el archivo DBF es la base de datos, en ella ésta almacena la información de los atributos de los objetos y finalmente el SHX funge como el enlace entre los archivos SHP y DBF almacenando sus índices respectivamente.

El número total de capas de datos espaciales creadas fueron seis, tres fueron utilizadas para el mapa base: ciudad de Ensenada (figura 3), El Sauzal (figura 4) y Chapultepec (figura 5); el resto de las capas se destinaron para los puentes de cada una de las localidades mencionadas. Las capas de datos espaciales de puentes, se basó en la representación por puntos, agregando manualmente la información de la tabla 2 en la base de datos DBF de cada uno de los puntos representados, este procedimiento se realizó con la ayuda de la interfaz de edición de DBF que proporciona ArcView 3.2 (figura 6).

El motivo de manejar las capas de datos espaciales en formato vectorial se debe a que los SHP proporcionan ciertas ventajas en comparación de los formatos raster: JPG, PNG, TIFF entre otros. Por ejemplo: pueden editarse, son rápidos de dibujar, consumen menos espacio en disco duro, fáciles de leer y escribir (ESRI, 1998); estas ventajas se ven beneficiadas cuando el medio para interactuar con los datos espaciales es una aplicación vía Web, ya que el tiempo de respuesta o de visualización de la imagen tiende a reducirse.

4. Descripción del software

Actualmente las aplicaciones cartográficas on-line han incrementado su uso y motivado el desarrollo de software comercial, de código abierto o de servicios gratuitos; algunos autores como Longley (2005) atribuyen este hecho a los avances tecnológicos en redes y hardware, la amplia disponibilidad del Internet y la demanda de acceso de datos espaciales. Los factores antes mencionados han permitido que las aplicaciones cartográficas on-line tengan un mayor alcance a población y no estén limitados a una Intranet. Añadiendo que el costo por adquisición del software comercial para desarrollar aplicaciones geográficas es menor actualmente, a diferencia del año 2000, cuando eran definidos como: productos de lujo, restringidos al sector empresarial e instituciones públicas y considerados los Sistemas de Información Geográficos como aplicaciones

© Los autores
www.geo-focus.org

Monge de la Cruz, L., Torres Herrera, J., Espinoza Barreras, F., Juárez García, J., López Chico, L., Navarro Cota, C., Maldonado Rondón, E. (2009): "Aplicación cartográfica on-line de puentes urbanos", GeoFocus (Informes y comentarios), nº 9, p. 19-28. ISSN: 1578-5157

aisladas del resto de los sistemas (Megías *et al*., 2007). Para el desarrollo de esta aplicación se utilizó software de código abierto, por dos razones: 1.- no implican un costo económico en la adquisición de licencia de uso y 2.- fácil adaptabilidad del software a las necesidades de la aplicación.

El servidor de mapas seleccionado para esta aplicación fue UMN MapServer el cual genera los mapas de imágenes a partir de información geográfica almacenada en formato digital: vectorial o raster (Kropla, 2005). Un servidor de mapas permite a los usuarios la máxima interacción con la información geográfica (Serra del Pozo, 2002). Los mapas de imágenes generados por MapServer son los formatos: PNG, JPG, GIF o WBMP y visualizados por medio de una interfaz Web. La configuración del servidor de mapas depende directamente de un archivo llamado Mapfile (.MAP), en este archivo se agregan las capas de datos espaciales determinándose su modo de acceso, la definición de características de las capas de datos espaciales como: color, etiquetas, símbolos, plantillas, entre otras. UMN MapServer funciona en dos modalidades para la generación de los mapas de imágenes:

1) CGI (Common Gateway Interface). Es el modo más sencillo, utiliza las funciones predefinidas del MapServer, sólamente es necesario configurar la aplicación cliente indicándole la ruta de acceso al CGI de UMN MapServer.

2) Mapscript. Requiere dedicar un tiempo considerable en la programación del servidor de mapas para que pueda interactuar con los datos espaciales. Algunos de los lenguajes en los que se apoya MapScript son: PHP, Java, Perl, Python, entre otros; cabe señalar que el tiempo dedicado en la programación en este modo, se ve recompensado en la mayor flexibilidad del servidor de mapas.

A pesar de que Mapscript proporciona mayor flexibilidad en implementación de funciones en diferentes lenguajes; preferimos elegir el modo CGI, debido a que era suficiente para el objetivo de la aplicación. Respecto al almacenamiento de los datos espaciales solo fue necesario crear una sola base de datos, debido a que la aplicación no requería más. La base de datos relacional utilizada fue PostgreSQL+PostGIS; ya que la combinación de UMN MapServer con PostGIS se ha convertido en una solución ideal para proyectos de apoyo en la toma de decisiones (Hall *et. al*., 2008), como es el caso de esta aplicación. Finalmente el lado visual de la aplicación está basado en el software Fusion, la cual es una interfaz Web cliente que hace posible la interacción del usuario con el servidor de mapas UMN MapServer. El cliente Fusion está desarrollado en HTML, Javascript y CSS.

5. Aplicación Web

5.1 Distribución del contenido

a) Herramientas. Existen 2 secciones para la selección de herramientas en la interfaz Web.

© Los autores
www.geo-focus.org

Monge de la Cruz, L., Torres Herrera, J., Espinoza Barreras, F., Juárez García, J., López Chico, L., Navarro Cota, C., Maldonado Rondón, E. (2009): "Aplicación cartográfica on-line de puentes urbanos", GeoFocus (Informes y comentarios), nº 9, p. 19-28. ISSN: 1578-5157

- Parte superior del mapa-iconos. De izquierda a derecha: *tipo de medición*.- sirve cambiar el sistema de medición de distancias Imperial o Métrico decimal; *consulta*.- permite obtener información sobre las capas de datos; *mano*.-mueve el mapa; *lupa*.- acercamiento del mapa por zona seleccionada; *signo (+)*.- acercamiento de general del mapa; *signo (-)*.- alejar mapa; *mundo con lupa*:.-restaura mapa inicial; *flecha izquierda*.- regresa al mapa visualizado previamente; *flecha derecha*.- permite visualizar de nueva cuenta un mapa; regla.-mide distancias entre dos puntos (figura 7).

- Sobre el mapa. Con el botón derecho del ratón se despliega un menú el cual permite acceder de forma más rápida a las mismas herramientas que se hizo mención en el párrafo anterior (figura 7).

b) Selección de capas de datos espaciales. Se ubica en la parte superior izquierda un listado con las capas de datos espaciales con su nombre y una caja de texto para habilitar o deshabitar las capas (figura 7).

c) Área de visualización de resultados.- Existen 2 secciones de visualización de resultados en la interfaz Web (figura 7).

- Lado izquierdo. En la pestaña de *Resultados* se despliegan los resultados de la(s) consulta(s) realizadas a las capas de datos, por ejemplo: nombre de la vialidad en la que se sitúa el puente, imagen, coordenadas geográficas, ancho y largo, observaciones, entre otras. En el caso de la pestaña de *Mapa* se genera una imagen de referencia que permite orientar la ubicación actual en que se encuentra el mapa.
- Centro. Se visualizan los mapas base y los puentes urbanos.

5.2. Funcionamiento general para la consulta de datos

Al iniciar la aplicación, carga de manera predeterminada las 6 capas de datos espaciales las cuales fueron requeridas por el cliente Fusion al archivo de configuración .MAP por medio del servidor de mapas. Una vez cargadas las capas de datos espaciales en el cliente Fusion se puede obtener información de los puentes con la ayuda del icono consulta; el procedimiento es el siguiente: se presiona una vez sobre icono consulta y con el cursor del mouse se realiza una selección múltiple o sencilla de los puntos representados sobre el mapa; automáticamente se generarán las consultas y será posible visualizar la información contenida en cada uno de los puentes urbanos en el lado izquierdo de la pantalla (figura 7).

5.3. Catálogo de imágenes

Con el objetivo de entender con mayor claridad el tipo y el estado físico del puente urbano que se consulta en la aplicación cartográfica, se integró un catálogo de imágenes por cada puente. El catálogo es visualizado hasta que se consulta sobre el punto que representa el puente, al lado

© Los autores
www.geo-focus.org

Monge de la Cruz, L., Torres Herrera, J., Espinoza Barreras, F., Juárez García, J., López Chico, L., Navarro Cota, C., Maldonado Rondón, E. (2009): "Aplicación cartográfica on-line de puentes urbanos", GeoFocus (Informes y comentarios), nº 9, p. 19-28. ISSN: 1578-5157

izquierdo de la pantalla aparece un enlace que permite acceder al catálogo. La implementación del catálogo solo permite visualizar imagen por imagen por lo tanto es necesario presionar sobre el botón que aparece al lado izquierdo y derecho de la imagen (figura 8).

6. Conclusión

La aplicación cartográfica on-line desarrollada y que hemos descrito en este documento, fue implementada bajo tecnología de código abierto. El objetivo de la aplicación es tener un registro de las características de los puentes urbanos de Ensenada, que faciliten la toma de decisiones en caso de un sismo o la posible falla de un puente. Esta aplicación se utilizará para realizar gestiones de riesgos a partir de los resultados de vulnerabilidad obtenidos mediante el método Maldonado, la información geográfica de los puentes urbanos y finalmente el catálogo de fotos, el cual ayudará a describir con mayor facilidad el tipo de puentes urbanos que tiene Ensenada Baja California. Se tiene considerado incluir en la aplicación cartográfica más capas de datos espaciales, referentes a investigaciones de vulnerabilidad sísmica en diversas estructuras de Ensenada Baja California, para generar una aplicación más integral. Además se agregarán videos que permitan a expertos en el área de gestión de riesgos compartir: sus opiniones, análisis, experiencias, prácticas educativas en la recolección de información de campo, entre otros.

Referencias bibliográficas

Espinoza Barreras, F., Huerta López, C., Juárez García, J., Torres Herrera, P., Maldonado Rondón, E., Contreras Porras, R., Reynaga Márquez, A., Ramírez González, E., González Ortega, J. y Monge de la Cruz, L. (2008): "Seismic study of the urban bridges of the city of Ensenada, Baja California, México", *The 14th World Conference on Earthquake Engineering*, Beijing, China.

ESRI (1998): *ShapeFile Technical Description, an ESRI white paper.* California, USA. Editora ESRI [Consulta: 18-11-2008].Disponible en: http://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/shapefile.pdf

Grupo RESNOM (2006): *Boletín de la red sísmica del noroeste de México (periodo enero a diciembre de 2005)*. México, Boletín Informativo de la Unión Geofísica Mexicana, GEOS, Vol. 25, n. 3.

Hall, G. B., Alperin, J. P. y Kerrigan León, S. (2008): "El uso de Internet con software libre y fuentes espaciales abiertas para colaborar en la toma de decisiones", *GeoFocus*, 8, p. 23-42.

Interfaz cliente Fusión. [Consulta: 19-11-2008]. Disponible en: http://trac.osgeo.org/fusion/

Juárez García, J., Espinoza Barreras, F., Torres Herrera, P., Huerta López, C., Maldonado Rondón, E., Monge de la Cruz, L., de Jesús Ricalde y Lugo, F. (2007): "Sistema de Información Geográfica Puentes Urbanos de Ensenada", *XVI Congreso Nacional de Ingeniería Sísmica*, Ixtapa Zihuatanejo, México.

Kropla, Bill (2005): *Beginning MapServer Open Source GIS Development.* Berkeley, California, USA, Editorial Apress, pp. 25.

Longley, P. A., Goodchild, M. F, Maguire, D. J. y Rhind, D. W. (2005): *Geographic information systems and science.* John Wiley & Sons y ESRI Press. Second Edition.

© Los autores
www.geo-focus.org

Monge de la Cruz, L., Torres Herrera, J., Espinoza Barreras, F., Juárez García, J., López Chico, L., Navarro Cota, C., Maldonado Rondón, E. (2009): "Aplicación cartográfica on-line de puentes urbanos", GeoFocus (Informes y comentarios), nº 9, p. 19-28. ISSN: 1578-5157

Megías, D., Pérez-Navarro, A. y Bain, M. (2007): "Introducción al software libre en general y a los SIG libres en particular", *I Jornadas de SIG Libre*, Servei de Sistemes d´ Informació Geografica I Teledetecció Universitat de Girona, España.
Maldonado Rondón, E. (2000): *Metodología para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica en puentes*. Universidad Politécnica de Cataluña (tesis doctoral), España.
Serra del Pozo, P. (2002): "Cinco servidores de mapas", *Revista Internacional de Ciencias de la Tierra Mapping Interactivo*. [Consulta: 18-11-2008]. Disponible en: http://www.mappinginteractivo.com/plantilla-ante.asp?id_articulo=179

TABLAS

Tabla 1. Parámetros considerados para el cálculo de daños de puentes urbanos por el método Maldonado

Símbolo	Descripción
K1	Año de proyecto y construcción del puente
K2	Tipo de superestructura
K3	Forma de la superestructura
K4	Existencia de articulaciones internas
K5	Material de la superestructura
K6	Tipo de pila
K7	Tipo de cimentación
K8	Material de pila
K9	Irregularidad longitudinal en geometría o rigidez
K1	Longitud de apoyos en pilas
K11	Tipos de suelo
K12	Tipo de estribo
K13	Longitud de apoyos en estribos
K14	Tipo de aparato de estribo
K15	Estado de conservación del puente
K16	Procedimiento constructivo
K17	Procedimiento constructivo de las pilas (concreto)
K18	Potencial de licuefacción
K19	Elementos no estructurales

Fuente: Juárez *et al*. (2007)

© Los autores
www.geo-focus.org

Monge de la Cruz, L., Torres Herrera, J., Espinoza Barreras, F., Juárez García, J., López Chico, L., Navarro Cota, C., Maldonado Rondón, E. (2009): "Aplicación cartográfica on-line de puentes urbanos", GeoFocus (Informes y comentarios), nº 9, p. 19-28. ISSN: 1578-5157

Tabla 2. Datos de los puentes urbanos de la ciudad de Ensenada resultados del estudio de vulnerabilidad

ID	Vialidad	Latitud(GPS)	Longitud(GPS)	Obstáculo	Largo	Ancho	Núm. vanos	Índice vulnerabilidad	Estado
1	Bvld. Lázaro Cárdenas	31°51'33.5"	116°37'11.7"W	Arroyo Ensenada	61.50	2 secciones 15.50 m c/u	4	2.3	Poco Vulnerable
2	Calle Segunda	31°51'40.6"N	116°36'58.9"W	Arroyo Ensenada	54.70	15.5	3	3.4	Poco Vulnerable
3	Av. Juárez	31°51'51.7"N	116°36'58.9"W	Arroyo Ensenada	61.70	16.7	8	3.2	Poco Vulnerable
4	Calle Novena	31°52'7.30"N	116°36'54.3"W	Arroyo Ensenada	43.30	17.6	3	4.5	Moderadamente Vulnerable
5	Calle Once (Jorobado)	31°56'16.6"N	116°36'52.9"W	Arroyo Ensenada	50.00	20	2	4.1	Poco Vulnerable
6	Alisos	31°52'40.9"N	116°36'44.4"W	Arroyo Ensenada	43.00	9.5	3	2.8	Poco Vulnerable
7	Av. Ámbar	31°52'57.7"N	116°36'38"W	Arroyo Ensenada	18.00	21.00	1	3.1	Poco Vulnerable
8	Av. Reforma (Bonito)	31°53'0.3"N	116°36'37.8"W	Arroyo Ensenada	24.50	10	5	4.7	Moderadamente vulnerable
9	Av. Espinoza	31°52'9.3"N	116°36'47.2"W	Arroyo El Aguajito	20.60	10	1	3.5	Poco Vulnerable
10	Calle Once (Xochicalco)	31°52'8.1"N	116°36'36.1"W	Arroyo Ensenada	18.10	16.8	1	3.6	Poco Vulnerable
11	Av. Reforma (Misión)	31°52'19.30"N	116°36'29.4"W	Arroyo Ensenada	28.10	19.8	1	3.3	Poco Vulnerable
12	I. Allende	31°52'30.5"N	116°35'48.2"W	Arroyo Doña Petra	14.00	8.4	3	3.8	Poco Vulnerable
13	Calle Bronce	31°52'33.8"N	116°35'35.2"W	Arroyo Doña Petra	15.00	10.7	1	4.1	Moderadamente Vulnerable
14	Av. Riveroll	31°52'49.9"N	116°36'50.7"W	Arroyo Doña Petra	21.60	14.5	1	3.3	Poco Vulnerable
15	Calle Agaves	31°53'8.3"N	116°36'57.8"W	Arroyo El Gallo	8.30	8.7	1	3.3	Poco Vulnerable
16	Calle Puebla	31°53'16.9"N	116°37'1.1"W	Arroyo El Gallo	11.70	14.6	1	3.8	Poco Vulnerable
17	Puente Nuevo	31°50'49.7"N	116°34'21.5"W	Arroyo El Gallo	21.80	2 tramos 12.30 m c/u	1	2.8	Poco Vulnerable
18	Av. Pedro Loyola	31°50'46.00"N	116°36'28.2"W	Arroyo El Gallo	19.25	23.5	1	3.1	Poco Vulnerable
19	Av. Reforma (Libramiento)	31°50'45.8"N	116°36'10.8"W	Arroyo El Gallo	62.65	26	5	3.7	Poco Vulnerable
20	Av. México	31°50'43.20"N	116°35'24.3"W	Arroyo El Gallo	18.00	18.5	1	3.3	Poco Vulnerable
21	Acceso A Villa Bonita	31°50'49.2"N	116°34'21.8"W	Carretera Tijuana-Ensenada	32.00	10.6	1	2.7	Poco Vulnerable
22	Acceso a Ensenada por el Recinto Portuario	31°59'29.10"N	116°38'7.4"W	Carretera Tijuana-Ensenada	30.50	36	1	3.8	Poco Vulnerable
23	Marina Coral	31°52'0.2"N	116°38'7.4"W	Carretera Tijuana-Ensenada	30.00	14	1	3.8	Poco Vulnerable
24	Acceso a UABC	31°52'59.9"N	116°40'1.7"W	Carretera Tijuana-Ensenada	32.00	13	2	3.7	Poco Vulnerable
25	Acceso a Ensenada de Tecate	31°53'55.00"N	116°42'17.7"W	Carretera Tijuana Ensenada	28.15	9	2	4	Moderadamente Vulnerable
26	Acceso a Cíbolas del Mar de Tijuana	31°54'13.13"N	116°43'21.00" W	Carretera Tijuana-Ensenada	25.70	22.6	3	2.8	Poco Vulnerable
27	Acceso a la carretera libre de Tijuana	31°54'13.00"N	116°43'39.8"W	Carretera Tijuana-Ensenada	25.80	9	2	3	Poco Vulnerable
28	San Miguel	-	-	No identificado	82.00	10	4	3.9	Poco Vulnerable
29	Carretera Transpeninsular (San Carlos)	31°46'16.5"N	116°35'17.00" W	No identificado	38.00	17.5	3	3.8	Poco Vulnerable

Fuente: Espinoza *et al.* (2008)

© Los autores
www.geo-focus.org

Monge de la Cruz, L., Torres Herrera, J., Espinoza Barreras, F., Juárez García, J., López Chico, L., Navarro Cota, C., Maldonado Rondón, E. (2009): "Aplicación cartográfica on-line de puentes urbanos", GeoFocus (Informes y comentarios), nº 9, p. 19-28. ISSN: 1578-5157

FIGURAS

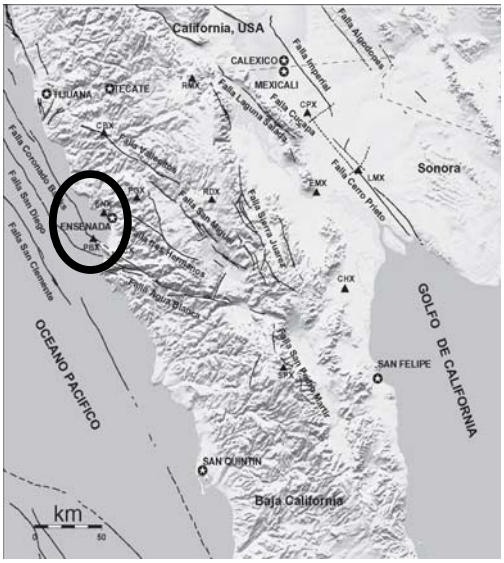


Figura 1. Principales fallas sísmicas de la región de Baja California, México.
Encerrado en un círculo la ciudad de Ensenada.
Fuente grupo RESNOM (2006).

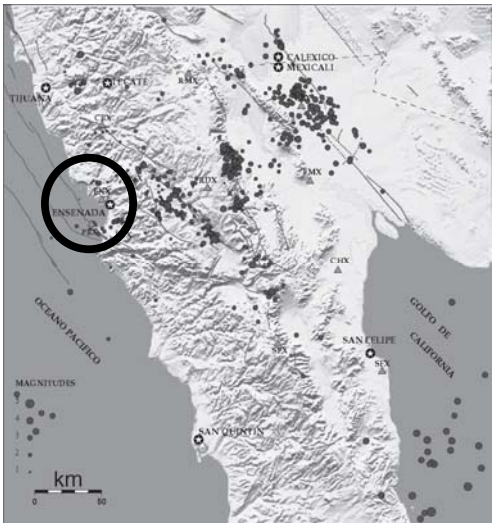


Figura 2. Epicentros de temblores de la región de Baja California, México registrados en el transcurso del año 2005. Encerrado en un círculo la ciudad de Ensenada.
Fuente grupo RESNOM (2006).

© Los autores
www.geo-focus.org

Monge de la Cruz, L., Torres Herrera, J., Espinoza Barreras, F., Juárez García, J., López Chico, L., Navarro Cota, C., Maldonado Rondón, E. (2009): "Aplicación cartográfica on-line de puentes urbanos", GeoFocus (Informes y comentarios), nº 9, p. 19-28. ISSN: 1578-5157

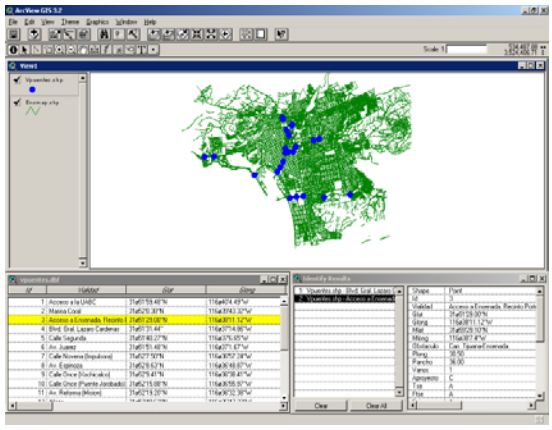


Figura 3. Integración de capas de la ciudad de Ensenada, BC y puentes. Fuente: Elaboración propia

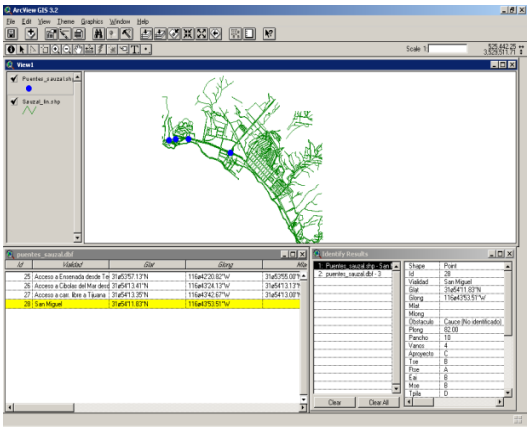


Figura 4. Integración de capas del poblado del Sauzal en Ensenada, BC y puentes.
Fuente: Elaboración propia

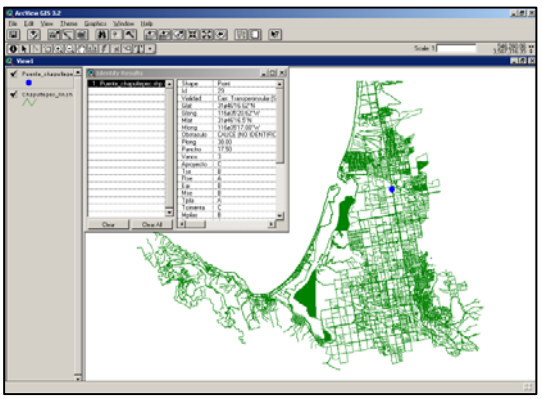


Figura 5. Integración de capas del Ex Ejido Chapultepec en Ensenada, BC. y puente.
Fuente: Elaboración propia.

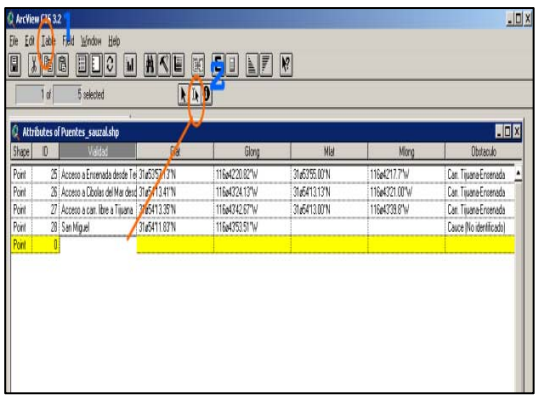


Figura 6. Interfaz de edición de tablas DBF. 1.- Habilitar opción de edición de tablas. 2.- Introducir datos en editor.
Fuente: Elaboración propia.

© Los autores
www.geo-focus.org

Monge de la Cruz, L., Torres Herrera, J., Espinoza Barreras, F., Juárez García, J., López Chico, L., Navarro Cota, C., Maldonado Rondón, E. (2009): "Aplicación cartográfica on-line de puentes urbanos", GeoFocus (Informes y comentarios), nº 9, p. 19-28. ISSN: 1578-5157

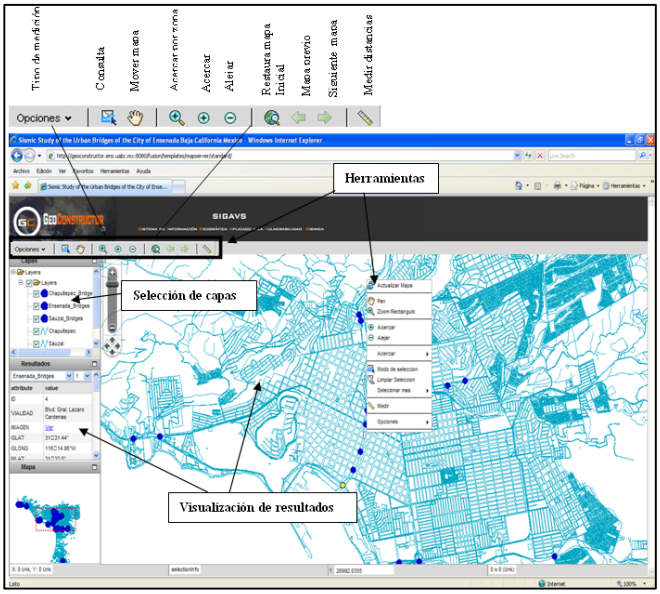


Figura 7. Distribución de las secciones del Sistema de Información Geográfica.
Fuente: Elaboración propia http://www.geoconstructor.com

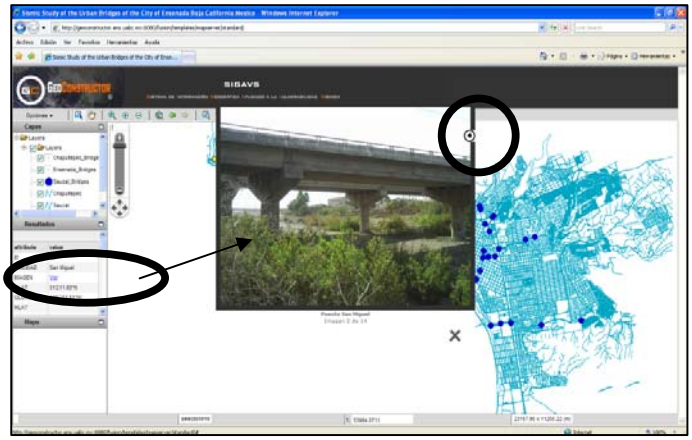


Figura 8. Visualización de fotos de los puentes urbanos de Ensenada.
Fuente: Elaboración propia http://www.geoconstructor.com

© Los autores
www.geo-focus.org