



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Facultad de Filosofía y Letras
Colegio de Geografía

Fortalecimiento del Sistema de Información
Geográfica de los Monumentos Históricos
Inmuebles de México, mediante el diseño de
un visualizador y gestor de información
geográfica.

T E S I S

Que para obtener el título de
Licenciado en Geografía

P R E S E N T A

Mayra Ojeda Ojeda

Director de Tesis:
Mtro. Gilberto Núñez Rodríguez

Ciudad Universitaria, Ciudad de México,
julio, 2017





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Dedicatoria

A mis amados padres Yolanda y Tomás, quienes dejando todo gusto personal de lado, lo dieron todo para que mis hermanos y yo tuviéramos lo necesario. Gracias a la educación y al ejemplo que me dan, he alcanzado mis metas.

A mis hermanos Luz Elena, Fernando y Alejandro, quienes sin lugar a dudas forman parte de este logro académico.

A mis hijos postizos Erick, Ximena y Leonel y a mi sobrina Camila, por su amor incondicional.

A toda mi familia por el apoyo ilimitado que me brinda.

A mi amada tía Francisca López Vázquez †, la primera persona que me otorgó su confianza y que, tempranamente vislumbró los alcances de mi andar por la UNAM. Porque con tus palabras, y sin saberlo, me cambiaste la vida. Con todo mi cariño y respeto te dedico este trabajo, donde quiera que te encuentres.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, mi segunda madre y por quien orgullosamente ostento el tercer apellido: *UNAM*, por formarme y con ello brindarme la simple posibilidad de integrarme al mundo con otra perspectiva de la vida.

Agradecimientos

A Dios, pilar insustituible de mi vida.

A todas las personas que contribuyeron a mi formación y crecimiento profesional, principalmente a mis profesores y a quienes que me brindaron su confianza para desarrollarme profesionalmente en: el Laboratorio *Biol. José Luis Chávez Juárez*, la asociación *Acción Cultural Madre Tierra, A. C.*, la *Dirección Técnica del Corredor Biológico Chichinautzin*, el entonces *Programa Universitario México Nación Multicultural* de la UNAM y el *Instituto Nacional de Antropología e Historia*.

Al Dr. Jorge Caire Lomelí †, causante fundamental de muchos de mis logros y quien me enseñó a confiar en mis capacidades.

Al Arq. Jorge González Briseño †, por propiciar y compartir el interés de desarrollar este trabajo. En agradecimiento a tu confianza y a la libertad que me diste para desarrollarme en el INAH.

A mis compañeros de la Coordinación Nacional de Monumentos Históricos, especialmente a Ethel Herrera, Dolores Laiseca, Melisa Díaz, Luis Hernández, Gloria Domínguez, Araceli Peralta, Pablo Trujillo y Danivia Calderón, por la confianza que me han brindado.

A quienes permitieron que este trabajo llegara a culminarse en los mejores términos, especialmente dentro del INAH al Dr. Oscar Molina Palestina y la Mtra. Valeria Valero Pié; y en la UNAM al Mtro. Gilberto Núñez Rodríguez mi director de tesis, y a mis sinodales: Lic. Jaime Morales, Dr. Fabián González Luna, Mtro. Frank García Rodríguez y al Lic. José Luis Hernández González.

A mis amigos y colegas, por compartir conmigo extraordinarias experiencias y aventuras, porque forman parte de esta etapa de mi vida, y porque de muchos de ellos aprendí cosas que constituyen parte fundamental de este logro.

A todos, ¡gracias!

Índice

Dedicatoria	i
Agradecimientos	ii
Índice.....	iii
Introducción	1
Resumen	4
Antecedentes	5
El problema.....	10
Justificación	14
Objetivos.....	18
Objetivo general	18
Objetivos particulares.....	18
Hipótesis.....	18
Capítulo 1. Marco de referencia.....	19
De la cobertura temporal y espacial.....	20
De la Institución	20
De la experiencia profesional en la Institución.....	24
De los conceptos.....	28
Definición y marco legal sobre Monumentos y Zonas de Monumentos Históricos.....	28
Sistemas de Información Geográfica (SIG)	44
Definición	45
Componentes	47
Tipo de datos	50
Sistema de Información Geográfica de los Monumentos Históricos Inmuebles (SIGMHI)	52
Visualizadores de información geográfica.....	56
Aspectos normativos y estándares.....	60
Software y componentes del visualizador de información geográfica	68
Software servidor de mapas	69
MapServer y componentes	69
Software SIG de escritorio	78
ArcGIS	79
ArcInfo.....	80
ArcView.....	81
Quantum GIS.....	82
Software manejador de Bases de datos geográficos	83
PostgreSQL	84
PostGIS.....	85
Capítulo 2. Metodología.....	87
Capítulo 3. Desarrollo del visualizador.....	92
Análisis de la situación actual del área.	93
Especificación de requerimientos.....	95
Acopio y revisión de información relativa a la publicación de datos geográficos mediante visualizadores.....	95
Selección, recopilación e instalación de software	96
Quantum GIS	97

PostgreSQL y PostGIS.....	98
PHP Editor.....	99
MapServer y Apache.....	99
<i>p.mapper</i>	100
Diseño y arquitectura de la aplicación.....	102
Interfaz del visualizador: contexto general.....	102
Área de despliegue.....	103
Mapa de referencia.....	103
Tabla de contenido.....	103
Herramientas.....	104
Conexión a sitios de interés.....	105
Diseño e integración de la base de datos geográfica.....	105
Diseño de la base de datos.....	105
Integración de la base de datos.....	113
Programación de la interfaz y código fuente.....	119
Configuración del <i>framework p.mapper</i>	120
Archivo de mapa (<i>mapfile</i>).....	121
Archivo de configuración.....	127
Archivos plantilla.....	129
Pruebas de funcionamiento en el servidor local.....	130
Resultados de las pruebas de funcionamiento en el servidor local.....	132
Documentación: desarrollo del manual de usuario.....	141
Propuesta de implementación en la Subdirección de Catálogo y Zonas.....	141
Capítulo 4. Análisis de resultados, conclusiones y recomendaciones.....	143
Resultados.....	143
Conclusiones.....	145
Recomendaciones.....	149
Reflexión final.....	150
Bibliografía.....	152
Anexo 1.....	160
Manual de usuario.....	160
Página de inicio y liga a la aplicación.....	161
Principales elementos de la aplicación.....	162
Área del mapa.....	164
Tabla de contenido por categorías.....	164
Control de zoom.....	166
Mapa de referencia.....	166
Seleccionar escala.....	167
Escala gráfica.....	168
Coordenadas y sistema de referencia.....	168
Barra de herramientas.....	168
Búsqueda temática.....	176
Otras herramientas.....	178
Sitios de interés.....	182
Anexo 2.....	183
Ejemplo de ficha del Catálogo Nacional de Monumentos Históricos.....	183

Introducción

México es un país que cuenta con una gran riqueza cultural y posee un vasto patrimonio histórico que alcanza los cientos de miles de monumentos. Sin embargo, a pesar de la importancia de este patrimonio histórico y del gran volumen de información que ha recabado el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), mediante los varios catálogos que ha elaborado, fue hasta hace pocos años que se comprendió el reto tecnológico que implicaba organizar esa información y garantizar el acceso a ella en forma tal, que pueda ser aprovechada en actividades que permiten la gestión y salvaguarda del patrimonio.

A pesar de la importancia de la información geográfica del patrimonio histórico para su gestión y protección, el INAH estuvo rezagado en la atención de este aspecto espacial. Fue hasta hace poco tiempo que implementó el *Sistema de Información Geográfica de los Monumentos Históricos Inmuebles (SIGMHI)* para atender el tema espacial del patrimonio histórico en México.

No obstante las acciones que ha emprendido para la colecta de datos sobre el legado histórico del país, se ha visto rezagado en la implementación de medios para la difusión de esta información geográfica, no solo al exterior, sino también dentro del grupo de trabajo que la utiliza cotidianamente, pues desde que inició el proyecto de Sistemas de Información Geográfica, el personal que solventa las necesidades en ese ámbito es insuficiente para atender la demanda.

En este orden de ideas, esta tesis se enfoca en la propuesta de fortalecimiento del Sistema de Información Geográfica de los Monumentos Históricos Inmuebles (SIGMHI) mediante el diseño de un visualizador y gestor de información geográfica para uso interno de la Coordinación Nacional de

Monumentos Históricos (CNMH) del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH).

La propuesta consiste en diseñar y desarrollar un visualizador y gestor de información geográfica para facilitar procesos cotidianos de acceso a la información espacial del patrimonio histórico en la Subdirección de Catálogo y Zonas (SCyZ) de la Coordinación Nacional de Monumentos Históricos (CNMH) y, en la medida de lo posible, ofrecer una herramienta y la información necesarias para una eficaz toma de decisiones al interior del área.

Desde 2012 me he integrado al Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), en la Coordinación Nacional de Monumentos Históricos (CNMH) como responsable del SIGMHI, motivo por el cual tuve el interés de desarrollar una herramienta que sirviera al Instituto para fortalecer dicho proyecto y atendiera la problemática que deriva de la nula preparación de gran parte del personal operativo (arquitectos e historiadores principalmente) en el manejo de Sistemas de Información Geográfica.

Esta propuesta puede aportar una alternativa de solución a cierta problemática y vacíos que a lo largo de varios años se ha observado en el área, dotando de una herramienta que facilite procesos y consultas, y permita a la vez, ver de manera gráfica el avance en los trabajos que cotidianamente se desarrollan. Consiste en otorgar una plataforma que permitirá consultar desde los equipos del personal de la Subdirección, la información almacenada en la base de datos del SIGMHI, de forma tal que puedan visualizarla y consultarla sin tener instalado el *software* y paquetería SIG, sin contar con el conocimiento técnico especializado que los SIG requieren, y sin necesidad de solicitar la información, acción esta última, que implicaría un tratamiento especial y cambio de formato para lograr el cometido.

Actualmente los SIG ofrecen una alternativa para optimizar recursos al automatizar procesos de consulta, generación y análisis de información de tipo

geográfico, sin embargo no basta con ello, pues se requiere que esa información llegue a manos de diversas personas que la consultan, editan, actualizan o simplemente publican.

Lo anterior no es fácil si consideramos que la formación de las personas que requieren consultar esa información no siempre contempla el conocimiento técnico necesario para comprender el lenguaje de los Sistemas de Información Geográfica. Si además sumamos los altos costos del *hardware*, *software* y capacitación, entonces no solo estaremos limitados en el uso de esta información, al conocimiento técnico necesario, y a la capacidad financiera del área, sino que además ello pudiera requerir de la existencia de un área específica y el personal necesario para atender cualquier cantidad de necesidades al respecto.

Es por ello que esta propuesta puede significar una mejora en algunos procesos que se llevan a cabo en la Subdirección, ya que actualmente el personal que atiende el tema de SIG es insuficiente para la cantidad de actividades que cotidianamente se realizan y la alta demanda de información geográfica que se presenta en el área.

Con base en la experiencia que ha significado estar al frente del SIGMHI durante más de cuatro años, considero que algunas necesidades en la consulta de información geográfica del área pueden solventarse con el desarrollo de una herramienta que albergue toda la información para ser analizada vía *intranet*, es decir, al interior del equipo de trabajo, dicha plataforma pretende ser amigable, intuitiva y desarrollada en plataforma *Open Source*¹ o de código abierto y mediante *software* libre.

¹ El término *Open source* significa que se tiene acceso al código fuente de un programa. En un sentido más amplio, se dice que un *software* es *open source* cuando se permite su libre distribución, se tiene acceso a su código fuente, éste se puede modificar y distribuir y la licencia no discrimina personas o grupos. Fuente: <http://www.fime.uanl.mx/jcedillo/Definic%EDondeOpenSourceySoftwareLibre.pdf>

Resumen

Para su mejor comprensión, esta tesis se divide en 6 secciones, la primera de ellas es una parte introductoria donde se expresan desde los antecedentes y el planteamiento del problema, hasta la justificación y los objetivos e hipótesis que se abordarán durante el desarrollo.

Las siguientes cuatro secciones se presentan como capítulos, siendo el primero de ellos el marco de referencia, en el que se aborda el contexto espacial y temporal de la propuesta, una breve sección destinada a mencionar los aspectos más sobresalientes de la institución, el contexto de la actividad profesional de la cual se deriva esta propuesta, así como algunos conceptos que vale la pena abordar para sustentarla, mismos que se utilizarán durante el desarrollo del trabajo.

El capítulo 2 contempla la metodología desarrollada para el diseño e implementación del visualizador de información geográfica, e incluye lo relativo a la identificación de las necesidades del área, las actividades que permitieron la compilación de información que alimenta la base de datos, lo más relevante del desarrollo de la interfaz y código fuente de la aplicación informática, así como las consideraciones generales que llevaron a desarrollar el manual de usuario, y la propuesta de implementación de la herramienta en el área de trabajo.

En el capítulo 3 se ofrece una explicación general del desarrollo de las actividades planteadas en la metodología, desde el análisis de la situación actual y las necesidades del área de trabajo, la instalación del software y paquetería utilizada, la integración de la base de datos geográfica, el diseño y programación del código fuente de la aplicación, así como una serie de pruebas de funcionamiento y desempeño del visualizador en el servidor local y lo relativo a la propuesta de implementación en el área y documentación necesaria para su funcionamiento.

Por otro lado, el capítulo 4 se enfoca en el análisis de resultados, las conclusiones y actividades futuras. Para ello, se valoran los logros obtenidos en contraste con los objetivos planteados al inicio de la investigación, en las conclusiones se contemplan algunas cualidades de la Licenciatura en Geografía que imparte la UNAM, así como las del egresado de dicha carrera. Además, se menciona la trascendencia de la labor de geógrafos en el Instituto Nacional de Antropología e Historia y la importancia de la propuesta, su justificación en función de una problemática específica y finalmente se establecen las posibles acciones futuras para mejora de la aplicación.

Para concluir, en la última sección se presentan los anexos, el primero de los cuales es el manual de usuario del visualizador y gestor de información geográfica sobre el patrimonio histórico de México, y el segundo compila tres ejemplos de ficha de catálogo de monumento histórico.

Antecedentes

Con el conocimiento diversificado de los SIG, y más aún, con la creciente democratización en su uso y difusión, al existir un amplio desarrollo de aplicaciones y *software* libre o de código abierto, se ha propiciado que un número cada vez más creciente de individuos y empresas utilice esta tecnología para el desarrollo de actividades cotidianas. Dicha tecnología es utilizada en prácticamente cualquier ámbito y escala, así podemos observar en México la aplicación de los SIG en temas como el catastro, la planificación urbana, gestión de recursos naturales, rutas de transporte, evaluación de riesgos y emergencias e impacto ambiental entre muchos otros (INEGI, 2014).

Sin embargo, en el caso particular del patrimonio histórico en México se ha observado una mínima aplicación de Sistemas de Información Geográfica, conociendo hasta la fecha únicamente dos proyectos institucionales concretos y dos trabajos para obtener el grado de Licenciatura en Geografía.

En relación a los proyectos, el primero de ellos es el Sistema de Información Cultural que administró durante mucho tiempo el desaparecido Consejo Nacional para la Cultura y las Artes (CONACULTA) y que actualmente se encuentra bajo responsabilidad de la Secretaría de Cultura, y el segundo es el *Sistema de Información Geográfica de los Monumentos Históricos Inmuebles (SIGMHI)* de la Coordinación Nacional de Monumentos Históricos del INAH y del que se hablará a lo largo de este trabajo.

El Sistema de Información Cultural opera como un Sistema de Información Geográfica de los recursos culturales de México, está sustentado en un portal electrónico que conjunta una base de datos en *internet* que ofrece información diversa y actualizada del patrimonio, de tipo sociodemográfico y económico, para elaborar diagnósticos, orientar la toma de decisiones y evaluar las políticas culturales (Secretaría de Cultura, 2016). Si bien, en este sistema se incluye información del patrimonio histórico, también es pertinente comentar que no sólo compila información de este tipo, sino que alberga también datos de patrimonio intangible, zonas arqueológicas, patrimonio de la humanidad, fototecas, fonotecas, y patrimonio ferrocarrilero, de este último, solo una parte del universo es histórico.

El siguiente caso lo representa el SIGMHI, un proyecto vigente concebido *exprofeso* para el conocimiento, difusión y protección del patrimonio histórico en México.

Éste es un proyecto de la Coordinación Nacional de Monumentos Históricos (CNMH) del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), que alberga una base de datos geográfica de inmuebles y zonas históricas en el país, del que más adelante se hablará con mayor profundidad, ya que de su desarrollo depende una parte importante de las metas del Programa Anual de Trabajo (PAT) de la Subdirección de Catálogo y Zonas y de la propia Coordinación Nacional de Monumentos Históricos.

A continuación se consideran dos trabajos presentados para obtener el grado de Licenciado en Geografía basados en la tecnología SIG aplicada al patrimonio histórico en México.

El primero de ellos es un informe académico por actividad profesional (Ojeda, 2012), que se enfocó en la propuesta e implementación de un sistema de información denominado "Sistema Integral de Información del INAH (SIINAH)".

Dicho trabajo se orientó principalmente en desarrollar una herramienta útil para la gestión administrativa que se llevó a cabo dentro del INAH desde la Coordinación Nacional de Desarrollo Institucional y cuyo objetivo primordial fue la integración de una base de datos de inmuebles bajo resguardo del Instituto o que son utilizados por este organismo. Dentro de ellos sólo se consideran algunos Monumentos Históricos que fungen como oficinas administrativas, museos o que albergan bibliotecas y fototecas, entre otros usos relacionados con el Instituto.

Este trabajo sentó los precedentes de desarrollo de Sistemas de Información Geográfica en el INAH y aunque su universo de estudio fue limitado, motivó el desarrollo de sistemas de este tipo en otras áreas del Instituto enfocados a temas muy particulares como el de Monumentos Históricos.

El Segundo caso (Lerma, 2016), es una tesis cuyo objeto de investigación se relaciona directamente con el de este estudio. Se trata del trabajo denominado: Sistemas de Información Geográfica aplicados a los Monumentos Históricos Inmuebles: propuesta metodológica para la integración de datos espaciales sobre Monumentos Históricos, el cual versa sobre la integración del SIGMHI como el primer esfuerzo de la CNMH para estudiar el aspecto espacial del patrimonio que está dentro de su competencia, presentado en fechas recientes como tesis para obtención de grado académico, pero activo desde hace varios años.

Dicho trabajo justifica una propuesta metodológica para integrar una base de datos espacial sobre el patrimonio histórico de México y de alguna forma explicar las bases que fueron consideradas para la implementación del Sistema de Información Geográfica de los Monumentos Históricos Inmuebles, proyecto que se plantea fortalecer con el desarrollo de un visualizador y gestor de datos geográficos explicado a lo largo de este trabajo.

En relación a los visualizadores de datos geográficos, también ha sido mínima la aplicación de esta tecnología al patrimonio histórico en México. Los primeros esfuerzos realizados en este sentido se han desarrollado a partir de la colaboración del INAH con otras dependencias que ya cuentan con la tecnología, conociéndose hasta la fecha cuatro proyectos.

El primero de ellos es el proyecto denominado GEOPUEBLA-INAH desarrollado en coordinación con el Instituto de Catastro del estado de Puebla. Éste se concibió como un esfuerzo de los dos institutos para coadyuvar en la protección del patrimonio cultural del estado. Mediante esta herramienta se puso a disposición del público, información sobre el patrimonio histórico edificado, y además de la visualización, se permite la consulta de datos y fotografías de los monumentos y Zonas de Monumentos Históricos (GEOPUEBLA-INAH, 2012).

En este proyecto se aprovechó la plataforma ya desarrollada por el gobierno de Puebla, y sobre ella se agregó la información geográfica que hasta la fecha tenía el INAH del patrimonio estatal, permitiendo así, aprovechar los datos ya contenidos en la plataforma y que sirven de contexto al patrimonio histórico. En este caso se trata de un proyecto enfocado específicamente en los Monumentos y Zonas de Monumentos Históricos, con la limitante de que se destina para divulgar únicamente el patrimonio del estado de Puebla.

El segundo proyecto es el Mapa Digital del Patrimonio Cultural, que aún se encuentra en desarrollo, y que ha sido elaborado en colaboración con el

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Al igual que en el caso anterior, el INEGI aportaría la plataforma ya desarrollada para el Mapa digital de México que actualmente publica en su sitio web y sobre esa plataforma se tuvo la opción de agregar la información espacial del INAH.

Un siguiente proyecto se coordinó con el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), organismo que a partir del Atlas Nacional de Riesgos (ANR) ha desarrollado diversas herramientas técnicas que se enfocan en la prevención y reducción de riesgos de desastres mediante la investigación y el monitoreo de fenómenos perturbadores (CENAPRED, 2017).

El ANR está constituido por diversas aplicaciones que tienen por objeto difundir la información geográfica sobre peligros, vulnerabilidad y exposición a riesgos en México. Una de las aplicaciones es el Sistema de Información Geográfica sobre Riesgos, donde se integró la información del INAH como parte de los sistemas expuestos y que se encuentra en línea actualmente.

Finalmente, el proyecto institucional Portal Geográfico contenido en la Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) del INAH, es otro ejemplo de la aplicación de esta tecnología al patrimonio histórico y cultural de México. Dicho portal tiene como objetivo ser el sitio para compartir y publicar todo el acervo que en materia geográfica y cartográfica genera el Instituto, a fin de establecer de manera más rápida y eficiente mecanismos y políticas encaminadas a la protección, conservación, salvaguarda y puesta en valor de estos bienes culturales. Vale la pena aclarar que éste alberga información de variada índole, relativa al patrimonio que se encuentra bajo resguardo del INAH, por lo que contempla además de información de monumentos y zonas históricas, lo relativo al tema de arqueología, centros de trabajo u oficinas del Instituto, red de bibliotecas, museos, antropología, y patrimonio mundial (INAH, 2016).

Por medio de este portal, el INAH cuenta con una serie de aplicaciones de mapas conocidas como mapas interactivos que fueron desarrollados utilizando

la plataforma de *Google Maps*. Además contó con un visualizador cartográfico (VICA) "*herramienta tecnológica que, a través de mapas, permitió el manejo y análisis de información geo-localizada sobre el patrimonio cultural que protege e investiga el Instituto Nacional de Antropología e Historia*" (INAH, 2012). Dicho proyecto fue desarrollado en 2012, y actualmente se encuentra en pausa.

Con base en estos antecedentes, se observa el uso de las tecnologías de la información geográfica para el estudio, conocimiento y gestión del patrimonio histórico en el INAH al existir el Sistema de Información Geográfica de los Monumentos Históricos Inmuebles (SIGMHI). A partir de ello, observamos un área de oportunidad para fortalecer ese sistema con el desarrollo de una herramienta que permita satisfacer diversas necesidades en el uso y difusión de esta información en el área de trabajo, de una forma sencilla y accesible a diversos actores clave. Por ello, este trabajo sustenta la propuesta de diseño y desarrollo de un visualizador de datos geográficos que ponga al alcance de usuarios potenciales, la información geográfica generada por el SIGMHI.

El problema

La Coordinación Nacional de Monumentos Históricos del INAH es la encargada de desarrollar actividades encaminadas al estudio, gestión, protección y difusión del patrimonio histórico de México. Al tener bajo su competencia todo el patrimonio histórico del país, sus tareas son múltiples, variadas y numerosas.

Esta Coordinación tiene entre sus áreas una Subdirección de Catálogo y Zonas que se enfoca en el estudio y catalogación del patrimonio histórico, teniendo hasta la fecha un universo estimado de estudio de 110,000 Monumentos Históricos distribuidos a lo largo y ancho del territorio nacional, 59 zonas declaradas por el Ejecutivo Federal para ser protegidas como Zonas de Monumentos Históricos, así como un número aproximado de 190 sitios con factibilidad para declararse como tal.

Para atender el tema espacial de este patrimonio, cuenta con el Sistema de Información Geográfica de los Monumentos Históricos Inmuebles (SIGMHI), proyecto que tiene como objetivo principal integrar una base de datos georreferenciada sobre el patrimonio histórico de México, por lo que se encarga de la georreferenciación de cada una de las "fichas" que el catálogo genera a cada monumento histórico identificado. Adicionalmente busca realizar diversas actividades que faciliten la planeación estratégica, la toma de decisiones, la gestión y la difusión de este patrimonio; en resumidas cuentas, coadyuvar en su protección.

Vale la pena mencionar que el SIGMHI en principio depende del Sistema del Catálogo Nacional de Monumentos Históricos para la conformación de la base espacial. Dicho catálogo cuenta con una "ficha²" por cada inmueble considerado Monumento Histórico, y en ella reúne información sobre sus características arquitectónicas (formales y materiales), sobre su época de construcción y datos históricos, sobre su localización a partir de un domicilio, sin llegar a contar con coordenadas geográficas y sobre los usos históricos y actuales que el inmueble ha tenido. Además, informa cual es el régimen de propiedad y cuenta con material gráfico como fotografías, plantas arquitectónicas y un dibujo de croquis de ubicación que en la mayoría de los casos es aproximado.

Ese Sistema de Catálogo, del cual se nutre, compila actualmente información de monumentos que ha venido generándose desde los años ochenta. Dado que el SIGMHI surge en 2009, es fácil imaginar el nivel de desfase que existe entre un sistema y otro, por lo que los avances en la georreferenciación del patrimonio histórico son mucho menores en comparación con el gran número

² Ficha de catálogo es una cédula de información elaborada por el INAH a cada monumento histórico catalogado, que recaba información sobre los aspectos básicos para el conocimiento del patrimonio, tales como ubicación, identificación, situación actual de legislación, información histórica, características constructivas y estado de conservación, así como los riesgos potenciales a los que se encuentran expuestos estos bienes (INAH, 2008). En el Anexo 2 se presentan ejemplos.

de inmuebles existentes en el Sistema de Catálogo, razón por la cual el SIGMHI avanza a marchas forzadas.

En tal sentido, la problemática que enfrenta actualmente el SIGMHI está definida además, por una alta demanda de información geográfica por parte del personal del área que cotidianamente realiza sus actividades vinculadas con datos espaciales; adicionalmente, un sinnúmero de solicitudes externas de información espacial relacionada con el patrimonio histórico se debe atender, sin considerar las solicitudes de otras áreas de la Coordinación, así como las metas trimestrales ya establecidas de fijo que deben cumplirse y reportarse en cada periodo, pues forman parte del Programa Anual de Trabajo (PAT). Lo anterior se resume en un gran flujo de trabajo en cuanto a generación, actualización y procesamiento de datos geográficos se refiere.

En este contexto, es preciso mencionar que la mayoría del personal del área (diseñadores, arquitectos e historiadores, principalmente) no cuentan con los conocimientos técnicos necesarios para el manejo de información geográfica en formatos compatibles con el software de Sistemas de Información Geográfica que actualmente solventa las actividades relacionadas con el tema geográfico y cartográfico en la Coordinación.

Esta simple razón relacionada con las características formativas del grupo de trabajo de la Subdirección, genera una alta demanda de información geográfica que debe ser procesada para poder ser manejada por el personal, ello significa la frecuente duplicidad de actividades encaminadas a satisfacer necesidades que bien pueden ser resueltas con una herramienta como la que se plantea desarrollar.

Así mismo, es importante mencionar que actualmente el proyecto SIGMHI recae directamente en una sola persona (la autora de esta tesis) que solventa las necesidades de generación de información, análisis, investigación y difusión, razón por la cual es apremiante que un mayor número de individuos

tenga a la mano una herramienta que permita satisfacer sus requerimientos más básicos relacionados con la información geográfica y de esta manera disminuir en la medida de lo posible la carga de trabajo.

Siguiendo estas ideas y con el fin de tener un panorama general de la problemática, a continuación se enlista lo más sobresaliente:

- Dos actividades sustantivas del área son la catalogación y la georreferenciación de monumentos históricos, y actualmente existe una diferencia importante que otorga ventaja a los avances de catalogación con relación a los de georreferenciación, lo cual implica priorizar esta última actividad, dentro de las que desarrolla el SIGMHI.
- Existe una alta demanda de información geográfica por parte del personal del área y de otras áreas de la CNMH.
- Por su perfil profesional, el personal que solicita información geográfica en la CNMH carece del conocimiento y los medios para utilizar la información en formatos nativos de SIG.
- Frecuentemente se requiere realizar un tratamiento adicional a la información para que pueda ser utilizada por el personal en la CNMH.
- Existe un número indefinido de solicitudes externas de acceso a la información geográfica sobre el patrimonio histórico de México.
- Proyectos institucionales demandan un enlace o representante técnico en materia de Sistemas de Información Geográfica para desarrollar actividades fuera del área de trabajo.
- Todas las actividades relacionadas con la generación, administración y difusión de la información geográfica, es decir, todas las actividades anteriores son desarrolladas por una sola persona.

Todos estos puntos enlistados demuestran que existe una variedad de actividades que implican gran carga de trabajo para una sola persona. Si bien es cierto que no todas estas necesidades pueden ser atendidas con el desarrollo de un visualizador de datos geográficos, si se considera que la carga de trabajo en algunos temas puede disminuir, permitiendo atender otros.

Con base en lo anterior, y derivado del conocimiento del proyecto Sistema de Información Geográfica de los Monumentos Históricos Inmuebles (SIGMHI), se considera que algunas necesidades de consulta de información geográfica del área, pueden resolverse con una herramienta que permita acceder a los datos de manera interna, para lo cual se plantea que un equipo informático albergue la aplicación y el resto de los equipos tengan acceso a ella de manera remota vía *internet*.

De acuerdo con lo anterior, se pretende lograr un fortalecimiento del SIGMHI mediante el diseño de un visualizador y gestor de información geográfica para uso interno de la Coordinación Nacional de Monumentos Históricos, que permita al personal con perfil profesional diverso, realizar consultas simples e incluso llegar al nivel de pre análisis para la toma de decisiones y desarrollo de sus actividades cotidianas.

Justificación

De acuerdo con Acosta (2011), los mapas y los planos producidos a lo largo de la historia representan un legado de gran valor documental y un caudal de información, que ha significado a lo largo de los tiempos un instrumento de poder, utilizado para el control de los territorios, recursos y personas. Sin embargo, se está llevando a cabo una renovación conceptual y metodológica en los procesos actuales de elaboración de mapas y generación de información geográfica, pues la evolución de la Cartografía va de la mano con el avance de las técnicas aplicadas al amplio mundo de la producción de mapas y planos.

De momento estamos en una fase de descubrimiento desbordado por todas las potencialidades que ofrecen los nuevos recursos tecnológicos aplicados a la Cartografía en un sentido contemporáneo, tales son las radicales transformaciones que en los últimos años estamos verificando. Una de las características de este reciente proceso es su total "democratización", es decir, lo opuesto a un modelo de producción centralizado, basado en el control directo de los recursos técnicos y circunscrito a un estrecho grupo de especialistas. La

Geografía y la Cartografía están en la calle, y por consiguiente también en cualquier ámbito disciplinar y de gestión temática, entre ellos el del patrimonio cultural (Acosta, 2011: 8).

Siguiendo las ideas de Acosta (2011), a los avances que supuso la sustitución del ojo humano por la visión fotográfica aérea vertical, hay que añadirle las innovaciones que han ofrecido la electrónica y la informática por hablar solo de los cambios tecnológicos. También se está llevando a cabo una renovación de los conceptos tradicionales, como el del mapa, el cual, impreso para ser observado e interpretado contiene toda la información que el ser humano es capaz de representar en papel, simplemente es una imagen abstracta del mundo real, de carácter bidimensional que constituye el fin del proceso cartográfico.

Sin embargo, con la aparición de los SIG la nueva tendencia hace que el mapa sea sólo una expresión gráfica de información espacial almacenada en soporte digital, evolucionando a bases de datos geográficas capaces de explotar cualquier dato contenido en un registro localizado en el espacio. Ello supone elevar potencialmente la cantidad de información que se puede manejar, y ampliar la cantidad de usuarios que podrán acceder a ella. Si además sumamos la existencia de la red *internet*, observaremos la potencialidad que ofrecen la creciente capacidad computacional y de conectividad, muy apropiadas para la nueva cultura de trabajo en red basado en procesos compartidos y cooperativos, propiciando, como su expresión más significativa, el desarrollo de *software libre*, con el cual nos apoyamos para el desarrollo de este proyecto.

Estas constantes y aceleradas innovaciones atañen a todas las fases del proceso cartográfico. En un principio afectaron de forma superficial, aunque contribuyeron significativamente a la mejora de algunos aspectos (automatización del dibujo, por ejemplo); pero han acabado por revolucionar cada uno de los aspectos concernidos en la gestión de la información geográfica, concepto éste que adquiere centralidad y se desarrolla en cada una

de las fases de un proceso mucho más complejo: fuentes > datos > organización > edición > difusión. La conclusión es definitiva: mapas y planos tal como los hemos entendido hasta hace bien poco quedan desplazados a una fase muy determinada como una de las opciones de edición o representación de la información geográfica (Acosta, 2011: 9).

Esta visión es la que permite pensar en la evolución del proceso cartográfico más allá de la simple consulta, edición o generación de información geográfica, hablando del mapa en sí o incluso hablando de SIG. Permite así pensar en el siguiente paso, ese que nos haga llevar a un nivel más alto el uso de esa información geográfica, lo que aplicado al caso de estudio particular que presenta este trabajo, facilitaría una toma de decisiones apropiada en beneficio de la protección de nuestro actual objeto de estudio: los *Monumentos Históricos*.

Estas ideas llevaron a establecer la propuesta de una aplicación que, aprovechando todas las potencialidades de los avances tecnológicos en materia geográfica, permita al personal de la Subdirección de Catálogo y Zonas, la interacción amigable con la información generada en el entorno de trabajo, así como la distribuida por otras instancias a fin de agilizar actividades cotidianas y reducir sensiblemente el flujo de trabajo que actualmente recae en el personal responsable del SIGMHI.

El fortalecimiento del SIGMHI mediante el desarrollo y puesta en marcha de un visualizador y gestor de información geográfica es iniciativa propia y se deriva de la problemática que he observado en el manejo y difusión de este tipo de datos a lo largo de más de cuatro años en que he desempeñado el cargo de responsable del proyecto. Las labores derivadas de esta problemática en repetidas ocasiones implican la duplicidad de actividades y trabajo extra que, teniendo este gestor y visualizador, podrían reducirse sensiblemente.

Actualmente la multiplicidad de actividades que el SIGMHI realiza por solicitud del personal del área, implica priorizar y definir qué solicitud debe atenderse

primero, dejando para después otras quizá no tan apremiantes, pero ello definitivamente constituye un ir y venir entre la información y obstaculiza la optimización del tiempo.

Si el visualizador funciona de forma adecuada, una parte importante del personal de la Subdirección podría verse beneficiado, al acortarse los tiempos de respuesta a solicitudes muy básicas relacionadas con la información geográfica, pues dicho personal estaría en posibilidad de generar su propia consulta, acceder a la información de su interés y generar sus productos finales como tablas, archivos geográficos y mapas.

Con este trabajo se espera que la dinámica en el manejo y consulta de información geográfica sea más ágil entre el personal, de tal manera que el área se vea beneficiada y también el SIGMHI, ya que se podría dedicar más tiempo a la capacitación del personal para el uso de este visualizador y en la medida de lo posible para la alimentación del mismo por parte de los catalogadores y personal diverso y, dedicar menos tiempo en resolver dudas y requerimientos de información que no siempre implican amplio conocimiento técnico.

Es importante señalar en este punto, que el visualizador será elaborado como parte de esta tesis, y sin lugar a dudas su puesta en marcha, administración y funcionamiento será posterior, por lo que aún no es posible evaluar el grado de éxito de la propuesta, asumiendo además la premisa de que todo proyecto se va consolidando con el tiempo.

Sin embargo, se plantea realizar un ejercicio de pruebas de funcionamiento y desempeño de la aplicación, con lo que se podrá tener un panorama general de la posible viabilidad del uso del visualizador por al menos un usuario potencial en el área. Adicionalmente, una pretensión que vale la pena mencionar es la de dar seguimiento a la implementación en el área de trabajo, en coordinación con el Subdirector de Catálogo y Zonas.

Objetivos

Objetivo general

Explicar el diseño y desarrollo de un visualizador y gestor de información geográfica para fortalecer el Sistema de Información Geográfica de los Monumentos Históricos Inmuebles.

Objetivos particulares

- Diseñar un visualizador de información geográfica ajustado a las necesidades del área.
- Adicionar al visualizador, el acervo de datos geográficos que administra y genera el Sistema de Información Geográfica de los Monumentos Históricos Inmuebles.
- Dotar al visualizador de herramientas que permitan la gestión de la información geográfica.
- Socializar el visualizador entre el personal que la Subdirección de Catálogo y Zonas determine.

Hipótesis

Se fortalecerá el Sistema de Información Geográfica de los Monumentos Históricos Inmuebles con el diseño y aplicación de un visualizador y gestor de información geográfica, el cual permitirá acortar los tiempos de respuesta a diversos cuestionamientos relacionados con la información geográfica, y agilizará la dinámica en el manejo de este tipo de datos en la Subdirección de Catálogo y Zonas para una pronta respuesta y toma de decisiones.

Capítulo 1. Marco de referencia

Este trabajo, que se orienta al desarrollo de un visualizador y gestor de información geográfica ajustado a las necesidades de la CNMH, se enfoca en un proyecto muy concreto: el SIGMHI.

A pesar de ello, es pertinente mencionar que abarca un amplio apartado del conocimiento técnico y conceptual, que no solo se relaciona con la información geográfica y con las tecnologías de la información, sino que va más allá, apuntando hacia la institución, el desarrollo profesional que motivó la iniciativa y su relación con el caso concreto Sistema de Información Geográfica de los Monumentos Históricos Inmuebles. Por esta razón, se considera necesario disponer de un marco de referencia temporal, institucional y conceptual que dé cuenta de la amplitud y variedad de temáticas estudiadas para el desarrollo de este trabajo.

Este es quizá el capítulo más amplio de la tesis y su desarrollo inicia con la definición del marco espacial y temporal que abarca el trabajo, seguido de una breve semblanza de la experiencia profesional de la autora en el INAH, de la que se deriva esta propuesta, así como una recopilación de los datos más destacados que pueden interesar sobre esta institución. Posteriormente se presenta una explicación de los conceptos y temas que sustentan el trabajo de investigación que dio pie al desarrollo. En este punto se abordan conceptos vinculados con el patrimonio histórico y su marco legal, también sobre Sistemas de Información Geográfica, y adicionalmente se expone un panorama del proyecto del INAH objeto de este estudio: el Sistema de Información Geográfica de los Monumentos Históricos Inmuebles (SIGMHI). Dentro del mismo apartado de conceptos, se incluye lo relativo a los visualizadores de datos geográficos, desarrollando dentro de él lo referente a la normatividad y estándares, así como el *software* y componentes que se consideraron para este trabajo en particular.

De la cobertura temporal y espacial

Esta propuesta de desarrollo de una herramienta que permita agilizar las actividades que, en materia geográfica y cartográfica, se llevan a cabo en la Coordinación Nacional de Monumentos Históricos, se deriva de la sensibilización hacia una problemática específica observada durante el periodo que abarca del 1º de marzo de 2012 al 31 de julio de 2016.

Debido a que el Sistema de Información Geográfica de los Monumentos Históricos Inmuebles es un proyecto que atiende el tema de patrimonio histórico en todo el territorio de México, esta propuesta tendrá una cobertura nacional y abarcará los avances que en esa materia se han realizado en todo el país, destacando entre sus prioridades la atención al aspecto espacial del patrimonio histórico de México y complementando con información de contexto, generada por el INAH y otras instituciones gubernamentales para un mejor estudio y gestión de dicho patrimonio.

De la Institución

El *Instituto Nacional de Antropología e Historia* fue fundado en 1939 y es el organismo del gobierno federal cuyas tareas se enfocan en garantizar la investigación, protección y difusión del patrimonio prehistórico, arqueológico, antropológico, histórico y paleontológico de México. El INAH tiene la facultad normativa y rectora en la protección y conservación del patrimonio cultural tangible e intangible, para lo cual echa mano de su alto nivel en investigación y trabaja en la formación de profesionales en el ámbito de su competencia (INAH, 2016).

Actualmente el INAH realiza sus funciones a través de una estructura que se compone de una Secretaría Técnica, responsable de supervisar la realización de sus labores sustantivas, cuyas tareas se llevan a cabo por medio de las

siete coordinaciones nacionales y los 31 centros regionales distribuidos en los estados del país (INAH, 2016).

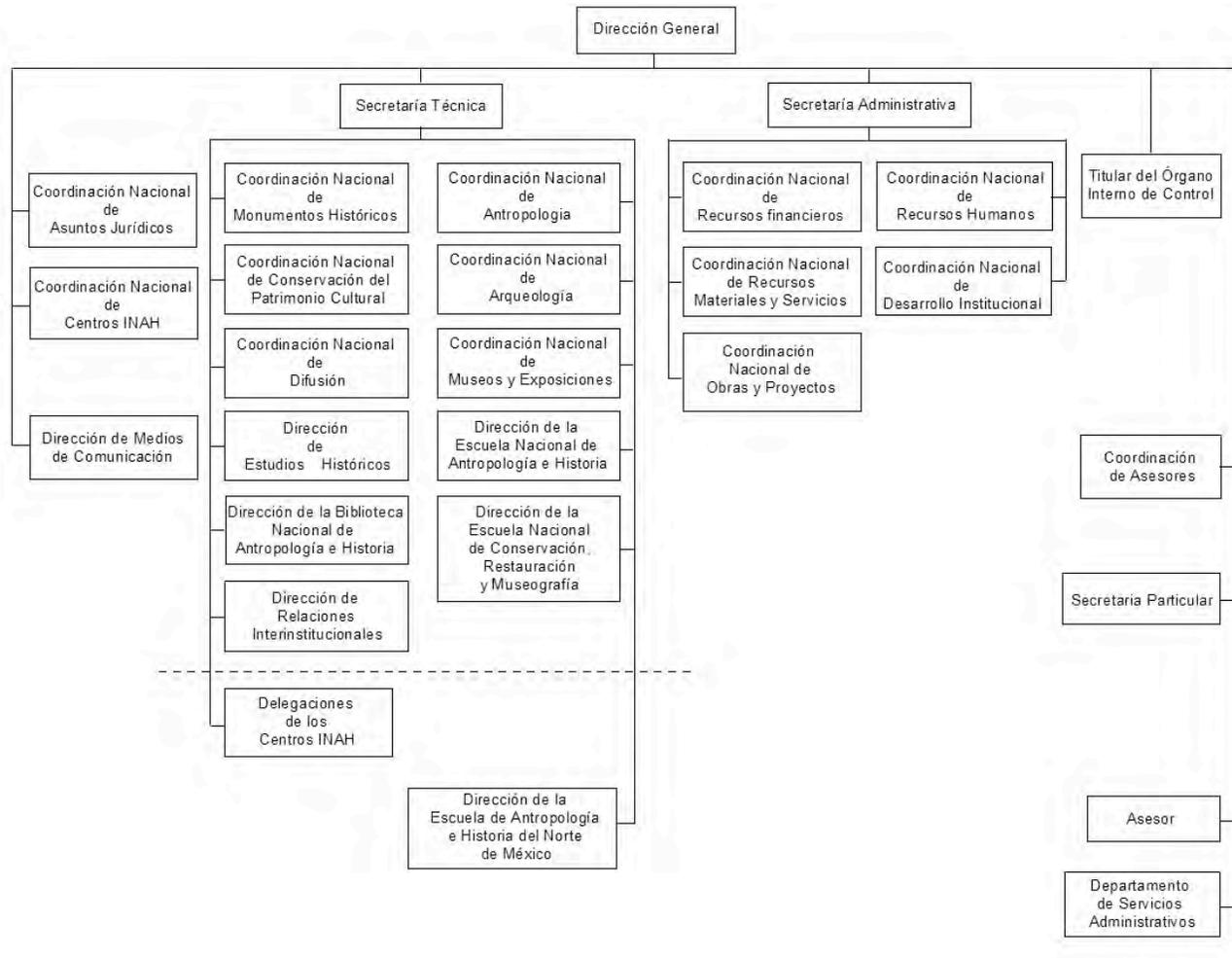


Figura 1. Organigrama general del INAH.
Fuente: elaboración propia a partir de INAH, 2015.

Este organismo es responsable de más de 110 mil Monumentos Históricos, construidos entre los siglos XVI y XIX, 59 Zonas de Monumentos Históricos declaradas y 29 mil Zonas Arqueológicas registradas en todo el país, 181 de las cuales se encuentran abiertas al público (INAH, 2016).

Una de las funciones primarias encomendadas al INAH fue la vigilancia, conservación, y restauración de los monumentos arqueológicos, históricos y artísticos de la República, así como de los objetos que en ellos se encuentren. Para tal efecto fue creado el *Departamento de Monumentos Coloniales*, que se

dividió en dos partes, la *Dirección de Monumentos Prehispánicos* y la *Dirección de Monumentos Coloniales* (CNMH-INAH, 2016).

Hacia 1973 el *Departamento de Monumentos Coloniales*, se incorporó a la recién creada *Dirección de Monumentos Históricos* y algunos años más tarde desapareció del esquema (CNMH-INAH, 2016).

En 1989, la *Dirección de Monumentos Históricos* cambió su estructura funcional y se convirtió en la *Coordinación Nacional de Monumentos Históricos (CNMH)* que tiene como tareas específicas la conservación, restauración, protección, catalogación, investigación y difusión del patrimonio histórico edificado de la nación (CNMH-INAH, 2016).

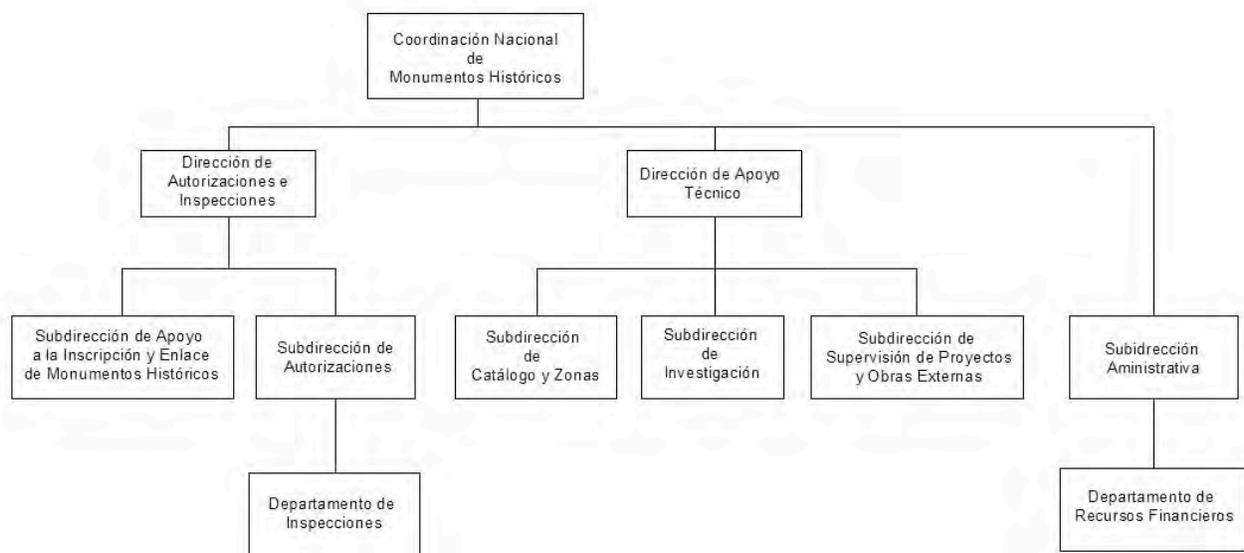


Figura 2. Organigrama de la Coordinación Nacional de Monumentos Históricos.
Fuente: elaboración propia a partir de INAH, 2015.

La CNMH cuenta con las siguientes áreas para dar cumplimiento a las tareas descritas en el párrafo anterior: Coordinación Nacional de Monumentos Históricos; Dirección de Apoyo Técnico; Dirección de Autorizaciones e Inspecciones; Subdirección de Autorizaciones; Subdirección de Apoyo a la Inscripción y Enlace de Monumentos Históricos; Subdirección Administrativa;

Subdirección de Catálogo y Zonas; Subdirección de Investigación; Subdirección de Supervisión de Proyectos y Obras Externas; Unidad de Informática; Unidad de Atención a Inmuebles ante Desastres Naturales; Departamento de Inspecciones y Departamento de Recursos Financieros (CNMH-INAH, 2016).

La Subdirección de Catálogo y Zonas se encuentra en las instalaciones de la CNMH ubicadas en la calle de Correo Mayor número 11, Colonia Centro de la Delegación Cuauhtémoc de la Ciudad de México, y tiene a su cargo la catalogación de inmuebles de valor histórico para su inclusión al Catálogo Nacional de Monumentos Históricos, así como la actualización de fichas existentes y la propuesta y estudio de Zonas de Monumentos Históricos (ZMH) para su presentación ante el Ejecutivo Federal a fin de obtener una declaratoria en el Diario Oficial de la Federación (DOF) para respaldar su protección.



Figuras 3 y 4. Fotos históricas de fachada del inmueble que alberga la Coordinación Nacional de Monumentos Históricos.

Fuente: García, G., 1911 (izquierda); Rojas, L., 1974 (derecha).

Cuenta con recursos financieros limitados que se destinan principalmente para pagar honorarios de los empleados y para llevar a cabo los trabajos de

catalogación (actualización y nuevas fichas) y para visitas a campo que requirieren los estudios de Zonas de Monumentos Históricos.

En ella laboran 22 personas formadas en diferentes disciplinas académicas, entre las que destacan Arquitectura, Historia, Historia del Arte, Diseño, Urbanismo y Geografía. Cuenta con personal de base, la mayoría de los cuales tienen más de 10 años laborando en la subdirección, el resto es personal de contrato que amplía el grupo de trabajo.

De la experiencia profesional en la Institución

Desde 2012 he desempeñado el cargo de responsable del SIGMHI, el cual, es un proyecto de la CNMH creado en 2009, con el objeto de compilar una base de datos georreferenciada que integra información de interés para la Coordinación, especialmente aquella que se resguarda en las diferentes bases de catálogo y registro sobre Monumentos y Zonas de Monumentos Históricos. Adicionalmente compila información de otras instituciones que de alguna forma tienen relación con el patrimonio histórico o que simplemente sirve para contextualizarlo y analizarlo desde diferentes vertientes. El trabajo consiste en elaborar, organizar, actualizar, promover, analizar, compartir y gestionar la información geográfica que en materia de patrimonio histórico genera, utiliza y difunde el INAH.

El conocimiento que ello requiere es amplio, variado, y no se limita a la formación académica recibida durante los años de estudio de la Licenciatura en Geografía, sino que ha implicado la apertura hacia otras áreas del conocimiento, así como una constante actualización en diversas materias, principalmente las nuevas tecnologías de la información y Sistemas de Información Geográfica, sin dejar de lado los ámbitos histórico, arquitectónico, y otras áreas poco exploradas por nuestro gremio, pero que son necesarias para un eficaz desempeño de estas funciones, como el intrincado mundo de la

programación y el desarrollo web, o el campo legal y normativo, por mencionar solo algunos.

Entre las actividades dignas de mención, se encuentra la participación en el "Primer Coloquio de Historia, Arquitectura, Escultura, Urbanismo y Costumbres Funerarias", con una ponencia sobre la aplicación de los SIG en la protección del patrimonio histórico en México que abordó un caso práctico en el tema de arquitectura funeraria: el Panteón Civil de Dolores ubicado en la Ciudad de México; otras actividades han sido la participación en mesas de trabajo para la planeación y desarrollo de actividades encaminadas a la difusión del patrimonio histórico en México con instituciones del ámbito gubernamental; así como la presentación de diversas ponencias en talleres de capacitación relativas al Catálogo Nacional de Monumentos Históricos; al uso de dispositivos GPS; y el apoyo en la formación de alumnos de la "Maestría en Conservación y Restauración de Bienes Culturales Inmuebles" que ofrece la Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía (ENCRyM) del INAH, impartiendo pláticas en el tema de Sistemas de Información Geográfica a las generaciones de 2013 a 2016.

Adicionalmente, algunos trabajos de cartografía se incluyen en los libros de la colección *Patrimonio* del INAH, una serie dedicada a las Zonas de Monumentos Históricos de México que hasta la fecha suma 9 publicaciones.

La actividad considera, además de la cotidiana georreferenciación del patrimonio histórico en campo y gabinete, el análisis de una diversidad de temas que se relacionan con él, mediante proyectos específicos que se atienden frecuentemente, además de la participación activa en proyectos para su difusión en coordinación con otras instituciones.

No obstante los variados puntos destacables de esta labor, es pertinente mencionar las dificultades que se han presentado en el área y que derivan en la propuesta y desarrollo que plantea esta tesis.

Cuando ingresé al INAH, el cometido fue claro: atender el SIGMHI y estar al frente de los trabajos que este proyecto desarrolla cotidianamente.

Esto involucra mucho más que solo generar la información espacial del patrimonio histórico de México mediante archivos *shapefile*, y presentarlo en cartografía o gráficos, involucra además, establecer una relación entre estas tareas basadas principalmente en el manejo de SIG, con las actividades del personal operativo que colecta la información en campo y alimenta la base de datos del Catálogo de Monumentos Históricos, y con el personal que gestiona, desarrolla estrategias de protección y difunde lo relativo al quehacer de la institución.

En este sentido, la formación profesional como geógrafa con cierto grado de especialización en Sistemas de Información Geográfica, ha representado un factor de cambio en la composición del grupo de trabajo, ya que ha permitido determinar el rumbo del uso de las tecnologías de la información geográfica dentro de la CNMH, al ser una especie de puente entre las habilidades de manejo de herramientas informáticas y las áreas disciplinares que tradicionalmente se enfocan en el estudio y gestión del patrimonio histórico.

Dado el carácter histórico y arquitectónico del objeto de estudio, un número preponderante del personal tiene formación en Arquitectura e Historia y por lo general no cuenta con los conocimientos necesarios para el manejo de Sistemas de Información Geográfica. Este hecho propicia que la información generada y procesada con ayuda de los SIG en su formato de intercambio estándar (*shapefile*³) no pueda ser utilizada directamente por el personal de la Subdirección de Catálogo y Zonas, sino que requiera de un procesamiento adicional para adaptarse a sus necesidades.

³ Formato de almacenamiento de datos vectoriales para almacenar la ubicación, la forma y los atributos de las entidades geográficas. Un *shapefile* se almacena en un conjunto de archivos relacionados y contiene una clase de entidad (ESRI, 2001).

En este punto, es pertinente mencionar que la comunicación se lleva a cabo en ambos sentidos, es decir, que de la misma forma como los arquitectos utilizan la información generada por geógrafos, también los geógrafos utilizan la información elaborada por ellos, cada uno utilizando los formatos de mayor compatibilidad con su formación y por supuesto de los cuales tienen mejor dominio.

Tras lidiar con esta desventaja de manejar distintos formatos en la generación de los datos, he propuesto establecer mecanismos sencillos que permiten la comunicación entre geógrafos y arquitectos y sobre todo, el intercambio de la información. Actividades como utilizar información georreferenciada como base para los trabajos de los arquitectos, o compartir los datos en formatos accesibles a todos como el *keyhole markup language (kml)*, son algunos ejemplos de estas acciones.

A partir de ello, y considerando el carácter interdisciplinar de la formación del geógrafo, que pudo experimentarse en este caso de estudio como en ningún otro, surgió la iniciativa de desarrollo de una aplicación que permita al personal diverso de la subdirección, acceder a la información geográfica en un ambiente que admita:

- Visualizar la distribución territorial del patrimonio histórico y su relación con otros componentes culturales y de diversa índole.
- Realizar consultas espaciales y temáticas relacionadas con los monumentos.
- Analizar diferentes problemáticas que pueden involucrar al patrimonio
- Generar cartografía de acuerdo a sus intereses.
- Descargar la información asociada en tablas.
- Descargar la información espacial en un formato accesible (*kml*).

Esta propuesta, así como los trabajos destacados anteriormente apuntan hacia el mismo objetivo: generar los conocimientos e información necesarios para

una mejor gestión y protección del patrimonio histórico en México, labor sustantiva del INAH y en la cual, los geógrafos participan activamente.

De los conceptos

Definición y marco legal sobre Monumentos y Zonas de Monumentos Históricos

Con la conquista de México y el establecimiento de la cultura hispánica en el territorio que actualmente comprende México y parte de Estados Unidos de Norteamérica, se inició la eliminación de una cultura para dar paso a otra, con una idiosincrasia completamente distinta, nueva y voraz.

Mientras que las culturas nativas presentaban un amplio conocimiento y uso responsable de sus recursos y vincularon sus actividades y organización a las características territoriales y naturales, propiciando con ello un equilibrio, el conquistador se mostró ávido de conocer y cuantificar esos mismos recursos, pero con el interés de explotación para acrecentar la riqueza material. Sobre las manifestaciones de la cultura local y nativa se edificaron numerosas formas de dominio cultural, lo que propició la destrucción de lo antiguo para dar paso a lo nuevo y desconocido e implantar un nuevo régimen de organización, tradición y valores, basado en un mundo totalmente ajeno a los pueblos conquistados.

Sin embargo la identidad local indígena debido a su fuerza cultural conservó diversas cualidades que no pudieron ser eliminadas del todo pese a los esfuerzos de los conquistadores, de ello derivó la coexistencia de ambas culturas, la nativa y la europea, cada una con sus manifestaciones y tradiciones, y más tarde vino la aparición de una nueva, sustentada en el mestizaje que sobrevino después de esa lucha cultural iniciada mucho tiempo atrás.

Actualmente tenemos la fortuna de apreciar y conservar aún los vestigios de ambas manifestaciones culturales, por un lado, contamos con un importante número de vestigios de las culturas prehispánicas manifestadas hoy día con numerosos sitios arqueológicos, muchos de los cuales se encuentran abiertos para el disfrute de la sociedad. Por otro lado, contamos también con un número quizás mayor de inmuebles coloniales que fueron la manifestación material de la implantación de la cultura hispánica que se instaló en el territorio nacional. Un gran número de estos y aquellos vestigios culturales pueden ser apreciados y disfrutados por el colectivo social en la actualidad. Ambas formas culturales dan identidad a la sociedad actual, razón por la cual son objeto de investigación, difusión, conservación y salvaguarda, ya que en ellas se sustenta la historia de la nación.

Los inmuebles y construcciones entre otros objetos, contruidos por un grupo humano, que presentan características arquitectónicas e históricas específicas o que son de valor cultural para ese grupo, motivan que sean considerados monumentos arqueológicos, históricos o artísticos. Ellos constituyen parte del patrimonio cultural de una sociedad, y su importancia radica en que representan parte de su memoria colectiva que la cohesiona y le otorga identidad.

Una definición general de *monumento*, presentada por Francisco A. Schroeder (s/f), fue considerada por este autor como definición común, y se compone de dos recopilaciones:

Históricamente Justiniano I (482-565), en el Digesto (530 a 533)⁴, lo conceptúa, resumiendo: Munumentum generaliter res est, memoriae causa in posterum prodita (un monumento en forma general es una cosa entregada a la posteridad para la memoria) y según el maestro Carlos Chanfón, el monumento debe tener signo (que implica la comunicación de ideas), testimonio (da fe de

⁴ Justiniano I fue el emperador del Imperio Romano de Oriente que ordenó la recopilación de constituciones imperiales y jurisprudencia romanas, derivando en el Código de Justiniano o *Corpus Iuris Civilis* (Cuerpo del Derecho del Ciudadano Romano). Esta recopilación se publicó el 16 de diciembre del 533, quedando sancionada con el nombre de Digesta o Digesto.

algo) y documento (revela aspectos de autenticidad de otra cosa); el monumento es pues un signo que comunica, un testimonio verdadero y un documento auténtico (Justiniano I, 533 y Chanfon, 1979 citados por Schroeder, s/f).

Esta tesis se centra en los Monumentos Históricos, los cuales en México se definen a partir de la *Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas*, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de mayo de 1972.

Dicha Ley, en el *Capítulo III De los Monumentos Arqueológicos, Artísticos e Históricas*, en sus artículos 35 y 36, define a los Monumentos Históricos de acuerdo a lo siguiente:

Artículo 35.- Son Monumentos Históricos los bienes vinculados con la historia de la nación, a partir del establecimiento de la cultura hispánica en el país, en los términos de la declaratoria respectiva o por determinación de la Ley.

Artículo 36.- Por determinación de esta Ley son Monumentos Históricos:

I.- Los inmuebles construidos en los siglos XVI al XIX, destinados a templos y sus anexos; arzobispados, obispados y casas curales; seminarios, conventos o cualesquiera otros dedicados a la administración, divulgación, enseñanza o práctica de un culto religioso; así como a la educación y a la enseñanza, a fines asistenciales o benéficos; al servicio y ornato públicos y al uso de las autoridades civiles y militares. Los muebles que se encuentren o se hayan encontrado en dichos inmuebles y las obras civiles relevantes de carácter privado realizadas de los siglos XVI al XIX inclusive.

II.- Los documentos y expedientes que pertenezcan o hayan pertenecido a las oficinas y archivos de la Federación, de los Estados o de los Municipios y de las casas curales.

III.- Los documentos originales manuscritos relacionados con la historia de México y los libros, folletos y otros impresos en México o en el extranjero,

durante los siglos XVI al XIX que por su rareza e importancia para la historia mexicana, merezcan ser conservados en el país.

IV.- Las colecciones científicas y técnicas podrán elevarse a esta categoría, mediante la declaratoria correspondiente. (Ley Federal Sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas, 1972).



Figura 5. Ejemplos de Monumentos Históricos: Hacienda Yaxcopoil, Yucatán (arriba); Catedral y Sagrario Metropolitano, Ciudad de México (abajo izquierda), y Criptas en el Panteón de San Fernando, Ciudad de México (abajo derecha).

Fuente: González B. (2013), SINAFO-INAH (1920) y SINAFO-INAH (1880).

Ahora bien, es de esta Ley de donde tomamos el concepto de Monumento Histórico por ser la legislación vigente en la materia, sin embargo para llegar a ella, se debió recorrer un largo camino en cuanto al tema de protección del patrimonio se refiere, camino que en un principio se enfocó solamente al tema arqueológico y que con el paso del tiempo se fue abriendo hacia el universo histórico y artístico, y que en algún momento de la historia también consideró a los lugares de belleza natural. En este apartado se mencionarán de manera

general los datos y elementos que se consideran sobresalientes para este trabajo y que dan cuenta del proceso recorrido para establecer la normatividad actual en la protección del patrimonio en México.

De acuerdo con las ideas de López (2008), los primeros pasos hacia el reconocimiento de la vasta riqueza cultural, se derivaron de los múltiples actos de pillaje y cobranza de botín por parte de los conquistadores, que justificaban esa actitud por las penurias padecidas durante la conquista. Ello propició la aparición de las Leyes de Indias como Cédulas Reales, en las que la corona española de alguna manera legalizaba estos actos y buscaba la regulación de los hallazgos de tesoros y rescates a fin de sacar partido de ello, solicitando entregar al Rey un porcentaje de lo encontrado. Varios edictos aseguraban el beneficio de la corona en cuanto a los bienes y riquezas encontradas, limitando los derechos de indios y visitantes aun cuando ellos hubieran sido los descubridores. Dichas cédulas establecían que, de los tesoros encontrados en sepulturas, oquedades, templos, adoratorios o herencias de los indios, la mitad fuera entregada a las autoridades para beneficio del Rey como cobro de derechos y quintos.

Es así como habiendo devastado durante el inicio de la colonia gran parte del patrimonio originario y con el auge de una etapa en la que la sociedad empezó a interesarse en los bienes culturales prehispánicos, llegó a consolidarse un sentimiento patriótico que propició los primeros intentos realizados para la exploración arqueológica y el interés por coleccionar objetos de ese tipo.

Lo anterior se vinculó con los primeros y más trascendentales hallazgos arqueológicos de la época, suscitados en 1790 cuando se realizaban excavaciones en la Plaza Mayor de la Ciudad de México y se encontraron dos grandes monolitos que fueron enviados a la Real Universidad para su estudio. Se trata de la *Piedra del Sol* y la *Coatlicue*, piezas arqueológicas que significaron el reconocimiento de la riqueza cultural antigua y que al propiciar un sentimiento de arraigo principalmente entre los indígenas que presentaron

ofrendas y adoración a las esculturas, favorecieron su conservación aunque en un principio, ésta fuera únicamente para el disfrute de la sociedad de élite (López, 2008).

Esos dos importantes descubrimientos propiciaron posteriores hallazgos y la valoración de los objetos encontrados en ellos, incluso se inició un proceso de expediciones para ubicar y coleccionar el mayor número de piezas de interés cultural por considerarse parte de la identidad nativa y crecer el deseo de trasladarlos a museos para el disfrute colectivo. Gracias a ello, y derivado de gran número de notas periodísticas sobre piezas arqueológicas descubiertas, destacando el periodo de 1862 a 1889 con el descubrimiento de las colosales *cabezas olmecas*, que transitó por otros descubrimientos y traslados como el del *Rey Chac Mool* en Chichen-Itzá, *la Piedra del Sol* en la Ciudad de México y la escultura de la diosa *Chalchiuhtlicue*, así como el descubrimiento de importantes sitios arqueológicos en Tabasco y Chiapas e incluso las noticias de saqueo, profanación y abandono de las *ruinas de Uxmal*, Yucatán, se consolidó el interés y preocupación de la sociedad por la falta de normatividad para proteger ese pasado histórico (Cottom, 2008).

En este sentido, la independencia favoreció la reivindicación de los monumentos arqueológicos por su valor histórico y social, considerándolos la herencia cultural que correspondía a la nación mexicana, pues había sido constituida desde antes de la invasión española y al ser un pasado heredado de nuestro origen indígena fue sojuzgado durante trescientos años. Ello propició el desarrollo de la conciencia social de los mexicanos, y estableció las bases de su cohesión e identidad como pueblo.

Este interés y preocupación colectivos y, tras una serie de actos de exportación y saqueo de tesoros arqueológicos por parte de expedicionarios y arqueólogos extranjeros para llevar a Europa los vestigios de las culturas prehispánicas mexicanas, permitido en un principio por el propio gobierno mexicano, sin duda explica el proceso de discusión y sienta las bases para la elaboración de

la primera Ley Federal sobre monumentos arqueológicos en 1897 (Cottom, 2008).

Esta ley se sustentaba en la premisa de que los monumentos constituían elementos necesarios e importantes para establecer la cronología, sin la cual la historia no podría existir; así mismo la idea que justificaba esta ley es que, cuando no se cuenta con monumentos literarios, los arqueológicos son el único vestigio del pasado, por lo que su importancia y trascendencia resultan indiscutibles, y que al salir estos del país, saldrían con ellos vastos caudales de conocimientos y tesoros nacionales. Estas ideas del diputado Adalberto Esteva (1896), citado por Cottom (2008) sin lugar a dudas propiciaron que la ley tomase el carácter de protección en dos sentidos, por un lado, hacia la estimación de la importancia de los monumentos justificando su protección, y por otro lado, para afianzar la importancia de la ciencia arqueológica señalando que ésta debía ser impulsada por el gobierno mexicano, evitando la exportación de los monumentos arqueológicos.

Hasta esta época el arraigo cultural de la nación mexicana se basó en los *Monumentos Arqueológicos* considerados antigüedades mexicanas, idea que prevaleció hasta bien entrado el siglo XIX. El hasta entonces ignorado testimonio de la época colonial no se llegó a valorar debido a que precisamente esa época representó la dominación y opresión que se deseaba olvidar. Es por ello que hasta finales del siglo XIX llegó a consolidarse la base ideológica para integrar dentro de los bienes de la nación mexicana a los testimonios de esa etapa de la historia y se empieza a hablar de *Monumentos Históricos*, los cuales fueron separados en los monumentos coloniales y los del siglo XIX para destacar el patrimonio del México independiente.

Años más tarde, durante la revolución mexicana, otros conceptos como el de *Lugares Típicos* o *Tradicionales* que se consideraban representativos del país fueron incluidos en la protección para salvaguarda de dichos sitios. Así mismo el concepto de *Lugares de Belleza Natural* se incorpora, derivado de la

importante relación gestada entre patrimonio cultural y natural, evolucionando y llegándose a separar con el tiempo para favorecer la legislación actual en los temas cultural, ecológico y de medio ambiente.

Sin embargo, nos interesa este momento histórico en el que se hallaban completamente ligados los dos conceptos, el de patrimonio cultural y lugar de belleza natural. Así llegamos al año de 1914, en el que, bajo el gobierno de Victoriano Huerta se promulgó la *Ley sobre conservación de Monumentos Históricos y Artísticos y Bellezas Naturales*, con fecha 6 de abril.

En dicha ley es cuando por primera vez aparece el concepto de *Patrimonio Cultural* y el de *Monumento Histórico* junto al de *Monumento Artístico y Belleza Natural*, sin embargo, no muestra una definición como tal, sino que en el caso de los monumentos los engloba como monumentos, edificios, templos y objetos artísticos e históricos. Propicia además la clasificación de este patrimonio y adiciona una disposición en la que limita la desclasificación y por tanto la modificación o destrucción de los inmuebles que tengan cien años o más.

Esta ley también prohíbe que los objetos de interés artístico o histórico salgan del país sin la autorización correspondiente de la *Inspección Nacional de Monumentos Históricos*, la cual fue creada por esta misma ley con el objeto de aplicar la vigilancia inmediata de los bienes históricos y artísticos, clasificarlos, proponer las medidas para su conservación y otorgar permisos para enajenación o para restauración o modificación de los mismos.

Finalmente, dentro de la misma ley se disponen las medidas que han de adoptarse en caso de hallazgos de piezas o bienes arqueológicos por trabajos de excavación, instando a dar aviso a las autoridades desde el nivel local hasta el federal con el fin de asegurar su salvaguarda y protección.

La importancia de esta ley radica en que promueve la conceptualización de lo que más tarde sería definido en la ley federal actual como *Monumento Histórico*, también sugiere llevar a cabo la clasificación de los bienes culturales, artísticos, arqueológicos y las bellezas naturales, siendo de esta manera la precursora de lo que hoy en día es el *Catálogo Nacional de Monumentos Históricos*. Así mismo, al crear la *Inspección Nacional de Monumentos Históricos* y atribuirle actividades específicas encaminadas a la conservación, conocimiento y salvaguarda del patrimonio, sienta las más remotas bases para la creación de lo que actualmente son el INAH y el INBA.

Dos años más tarde, en 1916 fue presentado un proyecto de Ley sobre conservación de monumentos, edificios, templos y objetos históricos o artísticos, durante el gobierno de Venustiano Carranza, sin embargo, al ser éste un gobierno de transición, no fue promulgada ni aplicada, quedando rebasada por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos promulgada apenas un año más tarde. Lo que puede resaltarse de ese proyecto de ley es que reafirmaba algunas acciones para preservar los Monumentos Históricos y Artísticos, a una escala institucional, sin embargo, eso ya se realizaba con anterioridad.

Posteriormente, en 1930 fue aprobada la *Ley sobre protección y conservación de monumentos y bellezas naturales* publicada el 31 de enero de ese año. De acuerdo con Cottom (2008), lo más destacado de esta ley es que reconocía la diversidad cultural y la importancia del pasado para entender la situación actual de la nación mexicana. Así mismo planteaba la importancia de la ciencia universal asegurando que la reconstrucción del pasado de los pueblos y razas no importaba solo a ellos, sino que era de interés general, significando una contribución a la historia universal. Lo anterior, sin llegar a mencionarse literalmente, constituye la gestación de las primeras ideas del concepto que actualmente se conoce como *Patrimonio Cultural de la Humanidad*.

A grandes rasgos, esta ley resalta el interés de conservar el aspecto típico y pintoresco característico de algunas poblaciones de México, con lo que por vez primera se habla de la protección de zonas edificadas, al mencionar que se podrá declarar de interés público su protección, además señala que corresponde al Gobierno Federal por conducto de la Secretaría de Educación Pública la aplicación de esta ley. También se habla por primera ocasión de la *declaratoria de monumentos*, la cual estará a cargo de la misma Secretaría, a fin de conservar y proteger el patrimonio, sin embargo, cuando exista riesgo de daño a un monumento, y así lo estime la mencionada institución, no será necesaria la declaratoria, bastará con una simple notificación para que quede sujeta a las disposiciones de la ley. En cuanto a los *lugares de belleza natural*, también se establece en esta ley su protección mediante declaratoria, en la cual es preciso establecer con precisión los límites y linderos de la extensión de terreno a proteger.

Al igual que en la legislación precedente, esta ley ratifica la obligación de acudir a las autoridades para dar aviso en caso de encontrarse objetos de valor artístico, arqueológico e histórico en excavaciones o como resultado de cualquier actividad.

Otro aspecto importante de la ley es que crea el *Departamento de Monumentos Artísticos, Arqueológicos e Históricos*, el cual tendrá la responsabilidad y facultad para realizar las declaraciones, conceder autorizaciones, ejercer la vigilancia y en general desempeñar las funciones que la misma ley atribuye a la Secretaría de Educación Pública, quedando como una de las tareas más apremiantes realizar el *catálogo de los monumentos y lugares de belleza natural* de propiedad nacional o sujetos a la jurisdicción del gobierno federal y expedir las declaraciones correspondientes.

Para 1934 se publicó una nueva *Ley sobre protección y conservación de monumentos arqueológicos e históricos, poblaciones típicas y lugares de belleza natural*, el 19 de enero. En ella se separan y definen por primera vez

los conceptos de Monumentos Arqueológicos y Monumentos Históricos, quedando éste último de la siguiente manera:

...son Monumentos Históricos aquellos muebles o inmuebles posteriores a la consumación de la conquista y cuya conservación sea de interés público, por cualquiera de las dos circunstancias siguientes:

a).-Por estar vinculados a nuestra historia política o social.

b).-Porque su excepcional valor artístico o arquitectónico los haga exponentes de la historia de la cultura... (Ley sobre protección y conservación de monumentos arqueológicos e históricos, poblaciones típicas y lugares de belleza natural, 1934).

En dicha ley, los artículos 13 al 18 se refieren a la definición y protección de los Monumentos Históricos, mientras que los artículos 19 y 20 al aspecto típico y pintoresco de las poblaciones, y los artículos 21 y 22 a los lugares de belleza natural.

Otro paso importante para la protección del patrimonio cultural de México, incluido el histórico, se produjo el 3 de febrero de 1939, cuando se creó el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), el cual fue erigido a partir de la publicación de su *Ley Orgánica*, en cuyo primer artículo se manifiesta su creación y en el segundo sus funciones.

ARTICULO 1º- Se crea el Instituto Nacional de Antropología e Historia, con personalidad jurídica propia y dependiente de la Secretaría de Educación Pública.

ARTICULO 2º- El instituto Nacional de Antropología e Historia desempeñará las funciones siguientes:

I.- Exploración de las zonas arqueológicas del país.

II.- Vigilancia, conservación y restauración de monumentos arqueológicos, históricos y artísticos de la República, así como de los objetos que en dichos monumentos se encuentran.

III.- Investigaciones científicas y artísticas que interesen a la Arqueología e Historia de México, antropológicas y etnográficas, principalmente de la población indígena del país.

IV.- Publicación de obras relacionadas con las materias expuestas en las fracciones que anteceden.

V.- Las demás que las leyes de la República le confieran (Ley Orgánica del Instituto Nacional de Antropología e Historia, 1939).

Así mismo, en el artículo 6º se mencionan las áreas que formarán al INAH, mediante el siguiente texto:

ARTICULO 6º.- Formarán parte del Instituto como sus dependencias el Museo Nacional de Arqueología, Historia y Etnografía, la Dirección de Monumentos Prehispánicos y la Dirección de Monumentos Coloniales (Ley Orgánica del Instituto Nacional de Antropología e Historia, 1939).

Y finalmente, el artículo 19 transfiere al INAH las funciones que desempeñaba el Departamento de Monumentos Históricos, Artísticos y Arqueológicos de la República, que había sido creado por la ley de 1930.

El precedente inmediato de la ley actual de protección del patrimonio, es la *Ley Federal del Patrimonio Cultural de la Nación*, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 16 de diciembre de 1970.

En el capítulo I, entre otros temas define el patrimonio cultural que será protegido, en el cual se incluye al histórico, así como las dependencias a las que compete la aplicación de la ley.

El capítulo IV se refiere a todo lo relativo a *Monumentos Históricos*, de tal forma que en los artículos 62 y 63 se manifiestan sus detalles:

ARTICULO 62.- Para los efectos de esta Ley, se consideran Monumentos Históricos todos los bienes, muebles e inmuebles creados o surgidos a partir del

establecimiento de la cultura hispánica en México y que se encuentren vinculados a la historia social, política, económica, cultural y religiosa del país, o que hayan adquirido, con el tiempo, valor cultural.

ARTICULO 63.- Quedan adscritos al Patrimonio Cultural de la Nación, como Monumentos Históricos, de pleno derecho y por disposición de esta Ley, los siguientes:

I.- Los edificios construidos en los siglos XVI al XIX, destinados a templos de cualquier culto y sus anexos; arzobispados, obispados y casas curales; seminarios, conventos o cualquier otro dedicado a la administración, divulgación, enseñanza o práctica de un culto religioso:

II.- Los inmuebles construidos en los siglos XVI al XIX, destinados a la educación y a la enseñanza, a fines asistenciales o piadosos: al servicio público y al uso de las autoridades civiles y militares;

III.- Los inmuebles, elementos y sitios urbanos o rústicos, vinculados a algún hecho sobresaliente registrado por la historia, la tradición o la leyenda;

IV.- Los documentos y expedientes que pertenezcan o hayan pertenecido a las oficinas y archivos de la Federación, de los Estados o de los Municipios;

V.- Los códices e incunables, mexicanos o extranjeros;

VI.- Las ediciones príncipes de los siglos XVI al XVIII, mexicanas o extranjeras;

VII.- Las esculturas, pinturas, dibujos y grabados de los siglos XVI al XVIII, mexicanos o extranjeros;

IX.- Las piezas históricas que se encuentren en los museos nacionales o regionales.

Los bienes que tengan valor histórico y no estén enumerados en las fracciones que anteceden, serán adscritos al patrimonio Cultural de la Nación mediante decreto del Ejecutivo (Ley Federal del Patrimonio Cultural de la Nación, 1970).

En el capítulo VII se habla de los lugares típicos, pintorescos o de belleza natural, definiendo a los dos primeros de acuerdo a lo siguiente:

ARTICULO 69.- Se consideran zonas o lugares típicos aquellas ciudades, villas, pueblos o partes de ellos, que por haber conservado en gran proporción la

forma y la unidad en su trazo urbano y edificaciones, reflejan claramente épocas pasadas, costumbres y tradiciones.

Se consideran zonas o lugares pintorescos, los mismos centros urbanos a que se refiere el párrafo anterior, que por las peculiaridades de su trazo, edificaciones, jardines, sus tradiciones, costumbres u otros factores, ofrecen aspectos bellos o agradables (Ley Federal del Patrimonio Cultural de la Nación, 1970).

Y en el Capítulo XI de esta Ley, se establece lo relativo al *Catálogo de los Bienes Adscritos al Patrimonio Cultural de la Nación*, con lo que se mandata el registro público de los bienes patrimoniales, así como su catalogación.

Finalmente, la *Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas (LFMyZAAH)*, es la que actualmente norma el tema de patrimonio cultural en México, fue decretada el 6 de mayo de 1972 y permaneció sin cambios hasta que recientemente se realizaron modificaciones enfocadas primero a la exportación de monumentos arqueológicos, y después relativas a bienes culturales subacuáticos, derechos de audiencia y sanciones.

Esta ley definió a los *Monumentos Históricos* de acuerdo a lo mencionado al inicio de esta sección, así mismo incorpora la figura de *Zonas de Monumentos*, las cuales podrán ser de *Monumentos Arqueológicos, Artísticos o Históricos*. En el capítulo V determina la competencia, designando a cada dependencia el ámbito de actuación en cuanto al patrimonio que protegen, así al INAH corresponde la protección del patrimonio en materia de Monumentos y Zonas de Monumentos Arqueológicos e Históricos, mientras que al Instituto Nacional de Bellas Artes y Literatura (INBA) corresponde la protección en materia de Monumentos y Zonas de Monumentos Artísticos. Esta ley como en otros casos reemplazó a su antecesora, quedando así como el instrumento legal aplicable en cuanto a la protección del patrimonio cultural en México, favorecida por su reglamento que fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 8 de diciembre de 1975.

Dentro de la protección del patrimonio mexicano se ha incluido el concepto de *Zona de Monumentos Históricos* en la Ley Federal Sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas. Dicho concepto se refiere a conjuntos urbanos y arquitectónicos de relevancia histórica.

En un análisis que realiza Gálvez (1996) menciona que "*un aspecto sobresaliente de esta ley, es la consideración de los monumentos individuales y de forma general los conjuntos, las poblaciones completas o parte de ellas*" (Gálvez, 1996: 27). Igualmente señala que el valor que adquiere el patrimonio histórico en esta ley, y que afianza su protección es ahora también concebido con carácter urbano (Gálvez, 1996).

Este aspecto revolucionó la conservación de los bienes inmuebles históricos ya que a partir de este momento la protección del Patrimonio Cultural, no recorrería como único camino, el sendero interminable y costosísimo de las declaratorias individuales, sino que ahora por estudio general y en un solo acto oficial se determinó que un conjunto quedará sometido a protección jurídica. Esta situación estableció un salto considerable en la conservación de los bienes culturales. (Gálvez, 1996: 27).

Considerando lo anterior, se retoma la definición establecida en la citada Ley, donde, en el Capítulo IV De las Zonas de Monumentos, artículo 41 menciona:

Artículo 41.- Zona de Monumentos Históricos es el área que comprende varios Monumentos Históricos relacionados con un suceso nacional o la que se encuentre vinculada a hechos pretéritos de relevancia para el país (Ley Federal Sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas, 1972).

Debido a la importancia de la Ley Federal, este concepto planteado en ella desde 1972 es el que rige actualmente, por lo que prevalecerá cuando se mencione el término *Zona de Monumentos Históricos* en este documento.

Retomando los conceptos, definiremos como *Monumentos Históricos* los bienes vinculados con la historia de la nación, edificados a partir del establecimiento

de la cultura hispánica en el país, es decir, todos aquellos inmuebles construidos durante los siglos XVI a XIX.

Para su protección, el INAH desarrolla y administra un *Catálogo Nacional de Monumentos Históricos Inmuebles*. Dicho catálogo se nutre de la recopilación de los aspectos más destacados sobre los inmuebles en cuanto a sus componentes históricos y arquitectónicos, integrando toda esta información en fichas, de las cuales se elabora una por inmueble.

Hasta el momento de inicio de este trabajo, el Instituto contaba con “un avance de casi 100,000 monumentos históricos catalogados de un universo superior a los 110,000 bienes, en todo el país, que datan principalmente del siglo XVI al XIX, donde se han incluido las diversas categorías, géneros y tipologías específicas, tanto de edificaciones como de espacios públicos, que comprenden a la arquitectura religiosa, doméstica, militar, de producción agropecuaria, artesanal e industrial, comercial y de servicios, de cultura, educación, beneficencia, de administración pública, justicia, recaudación fiscal y financiera, incluyendo a la arquitectura funeraria, conmemorativa y de jardín, así como de aquellos bienes destinados a la infraestructura” (INAH, 2017).

Actualmente se lleva a cabo un proceso de migración de estas fichas a un sistema que está a disposición de cualquier usuario mediante un portal en *internet*.

A partir de este catálogo, los trabajos del SIGMHI han permitido contar con poco más de 30 000 fichas georreferenciadas que se incluirán en el visualizador de datos objeto de esta propuesta.

Por otro lado, una figura adicional que se utiliza en la Coordinación, es la de *Registrado*, el cual es un Monumento Histórico que fue inscrito al *Registro Público de Monumentos y Zonas Arqueológicas e Históricas (RPMZAH)*, dependiente del INAH. Se trata primordialmente de inmuebles históricos pertenecientes a la Federación, Estados y Municipios, e incluye también

algunos inmuebles históricos de propiedad privada. Este Registro cuenta hasta ahora con un número aproximado de 11 000 inmuebles inscritos, asignando a cada uno un folio real para su identificación. Dichos inmuebles registrados se encuentran georreferenciados y algunos de ellos se incluyen en la información que la aplicación pondrá al alcance de usuarios del área.

Adicionalmente, el término *Zona de Monumentos Históricos* es definida en la ley vigente como el área que comprende varios *Monumentos Históricos* relacionados con un suceso nacional o la que se encuentre vinculada a hechos pretéritos de relevancia para el país. Existen en México 59 *Zonas de Monumentos Históricos* que cuentan con una declaratoria emitida por el Ejecutivo Federal, otras tantas se encuentran en estudio y en proceso de adquirir esa distinción que propicia su protección. La totalidad de las zonas declaradas forma parte del acervo de datos geográficos que genera y compila el SIGMHI, por lo que se incluirá en la información que contiene en el visor de datos geográficos que se presentará con esta investigación.

Sistemas de Información Geográfica (SIG)

El objetivo de este apartado será dotar al lector de un marco para conocer los elementos que conforman un SIG y entender su funcionamiento, precisando los aspectos más generales y sobresalientes a considerar cuando se habla de Sistemas de Información Geográfica, el cual, al ser un contenido vasto pudiera, por sí solo, constituir el tema central de una investigación, sin embargo, no nos detendremos demasiado en su estudio para el desarrollo de este trabajo.

Una vez explicado el panorama general de los SIG, se abordará la experiencia que el INAH ha tenido en cuanto a su desarrollo en relación a Monumentos Históricos, mostrando el esfuerzo que ha llevado a cabo el Instituto para consolidar la protección y difusión del patrimonio mediante el uso de estos sistemas.

Derivado de los avances tecnológicos en prácticamente todos los ámbitos, la utilización de cartografía o la georreferenciación de elementos del mundo real es una actividad cada vez más desarrollada a cualquier nivel y en cualquier escala.

De acuerdo con lo planteado por Olaya (2014), el proceso mismo de la elaboración de cartografía ha dejado de ser una actividad exclusiva de profesionales del sector, para pasar a ser desarrollada por un público cada vez más amplio que, con el uso de las nuevas tecnologías de corte colaborativo generan y comparten información geográfica.

En este sentido, los Sistemas de Información Geográfica son responsables de esa nueva apertura del conocimiento hacia el ámbito geográfico. Esto es posible, gracias a que en la sociedad actual, la información y la tecnología están estrechamente relacionadas y muchas personas en el mundo pueden acceder a ellas.

Es por ello que los SIG son la tecnología estandarte para el manejo de información geográfica y los elementos básicos para canalizar, gestionar y difundir todo aquello que tiene una componente geográfica susceptible de ser aprovechada (Olaya, 2014).

Definición

En términos conceptuales, los Sistemas de Información Geográfica son un conjunto de componentes que permiten compilar, almacenar, organizar, analizar, manipular e intercambiar información de elementos y fenómenos del mundo real siempre que tengan una ubicación espacio-temporal. Por lo tanto, pueden verse sustentados en el concepto de un *sistema* como un conjunto integrador de componentes interrelacionados entre sí.

Retomando las ideas que plantea Olaya (2014), un SIG es una herramienta integradora que busca abarcar en su ámbito todas las funcionalidades que se requieren para el trabajo con variables y elementos espacialmente localizados, incorporando para ello capacidades variadas. Básicamente un SIG ha de permitir la realización de las siguientes operaciones:

- Lectura, edición, almacenamiento y, en términos generales, gestión de datos espaciales.
- Análisis de dichos datos. Esto puede incluir desde consultas sencillas hasta la elaboración de complejos modelos, y puede llevarse a cabo tanto sobre la componente espacial de los datos (la localización de cada valor o elemento) como sobre la componente temática (el valor o el elemento en sí).
- Generación de resultados tales como mapas, informes, gráficos, etc.

Tomando en consideración la diversidad de definiciones que se han planteado respecto a los Sistemas de Información Geográfica, se considera preciso mencionar algunas de ellas, para lo cual se retoman dos recopiladas por Víctor Olaya:

Una definición clásica es la de Tomlin (1990), para quien un SIG es un elemento que permite "analizar, presentar e interpretar hechos relativos a la superficie terrestre". El mismo autor argumenta, no obstante que "esta es una definición muy amplia, y habitualmente se emplea otra más concreta. En palabras habituales, un SIG es un conjunto de software y hardware diseñado específicamente para la adquisición, mantenimiento y uso de datos cartográficos".

En una línea similar Star y Estes (1990), define un SIG como un "sistema de información diseñado para trabajar con datos referenciados mediante coordenadas espaciales o geográficas. En otras palabras, un SIG es tanto un sistema de base de datos con capacidades específicas para datos georreferenciados, como un conjunto de operaciones para trabajar con esos datos. En cierto modo, un SIG es un mapa de orden superior (Olaya, 2014: 4).

Además, una tercera definición señala que "un SIG es un conjunto de herramientas destinadas a la captura, almacenamiento, tratamiento, análisis, consulta y visualización de datos espaciales extraídos del mundo real para unos fines concretos". Burrough y McDonnell (1998) citados por Bernabé-Poveda y López (2012).

Siguiendo la idea de Bernabé-Poveda y López:

La captura de la información es la fase inicial en la creación de un SIG. El éxito del sistema dependerá de la calidad de los datos espaciales. Conviene conocer exhaustivamente las fuentes de datos empleadas. Generalmente se combina información procedente de diversas fuentes pudiendo ser vectoriales o ráster.

El tratamiento de la información capturada sirve para estructurarla y uniformarla, según el modelo de datos relacional diseñado para su posterior explotación. La consulta y el análisis, apoyándose en los datos, sirven para la toma de decisiones. La difusión de los resultados es la finalidad del SIG. Las primeras difusiones se centraban en la producción cartográfica impresa, pero los avances tecnológicos actuales facilitan la creación de servicios de información geográfica y funcionalidad SIG en la red.

En resumen, un SIG es un sistema informático (software y hardware) que gestiona una base de datos con información espacial georeferenciada. A diferencia de los sistemas CAD, un SIG relaciona información geométrica (puntos, líneas, áreas, sólidos, etc.), con información temática procedente de una base de datos (Bernabé y López, 2012: 96).

Componentes

Como hemos visto, un SIG es un conjunto de componentes que, relacionados entre sí, facilitan diversas actividades vinculadas con la información geográfica.

Según Bosque, Fernández, Martín y Pérez (2012), "lo forman una serie de elementos estrechamente relacionados entre sí, en los que cada uno de ellos posee

identidad propia, pero el conjunto de todos genera una herramienta de potencial extraordinario."

La visión tradicional y la más recurrida en la bibliografía es la de dividir el SIG en cinco componentes básicos: hardware, software, datos o información geográfica, personas que interactúan con el sistema y procedimientos organizativos propios (Bosque, Fernández, Martín y Pérez, 2012: 34).



Figura 6. Componentes de un Sistema de Información Geográfica (SIG).
Fuente: elaboración propia.

Hardware es todo aquél equipo necesario para la recolección, edición, análisis y publicación de los datos, y por lo general se concibe como el equipo para la ejecución del *software* SIG, pero implica más que eso, ya que un receptor GPS también es parte del *hardware*. Por lo tanto, son los dispositivos y periféricos que se utilizan principalmente para la "entrada" y "salida" de los datos. Ejemplo de ello son computadoras o estaciones de trabajo, módem, escáner, receptor GPS, plotter o impresora, entre otros.

El componente *Software* está formado por los programas o aplicaciones informáticos que permiten manejar los datos de forma útil para diversos propósitos como la investigación, la docencia o el análisis. Se refiere entonces a todas aquellas aplicaciones o programas que permitan la generación, gestión, mantenimiento y explotación de la base de datos geográfica.

En el caso particular del análisis, el específico carácter geográfico de los SIG exige al usuario conocimientos adecuados acerca de la ciencia espacial con la que se está trabajando para elegir las herramientas adecuadas a cada análisis en particular, por ello primordialmente el manejo de este tipo de *software* es realizado por profesionistas con amplios conocimientos en Geografía y Cartografía.

De acuerdo al tema tratado que es de naturaleza espacial, se han desarrollado aplicaciones informáticas específicas para el manejo de un SIG. Erróneamente se conocen a estas aplicaciones o programas como SIG porque es a través de ellos que se realizan consultas, análisis y productos derivados de los datos geográficos, sin embargo, éstos son simplemente un componente más de aquellos sistemas.

Datos geográficos son aquellos que almacenan la ubicación geográfica de determinados objetos, junto con la información de sus atributos.

Estos datos geográficos son la materia prima necesaria para el funcionamiento de los SIG. La información geográfica, la principal razón de ser de estos sistemas reside en los datos, por lo que el conocimiento de ellos y su naturaleza resulta obligado para una buena comprensión de los propios SIG.

Ahora bien, de los datos existen algunas facetas fundamentales que se deben conocer para su eficaz manejo. La primera faceta se refiere a las características esenciales del dato geográfico que utilizamos en un SIG, es decir, su forma y sus propiedades, porque de ello dependen aspectos importantes como los procesos que es posible realizar con esos datos.

Otra faceta fundamental de los datos que es preciso conocer, es su procedencia u origen, ya que ello proporcionará la posibilidad de utilizarlos en determinado proceso, así como sus ventajas y limitaciones, y finalmente

hablaremos de la calidad de los datos, la cual es muy importante pues de ello depende que se logren los objetivos deseados en un proyecto específico.

Por otro lado, el recurso humano de un SIG (*personas*), lo sustenta todo aquel personal involucrado con la obtención, actualización, análisis y publicación de los datos espaciales. Se trata desde los recolectores de la información en campo, los operadores de equipo y usuarios de *software*, hasta los consumidores de la información y tomadores de decisiones.

El éxito de un SIG depende en gran medida del nivel de conocimientos que maneja el personal, tanto en el uso de las tecnologías, como en los procedimientos, así como del tema que se analizará. Depende también de la capacidad para resolver problemas que pueden surgir durante el proceso.

Procesos son todos aquellos procedimientos llevados a cabo para el análisis y cálculo que se aplica a los datos espaciales para obtener resultados de muy diversa índole. Éstos van desde los más sencillos como consultas o mediciones, hasta otros más complicados como los elaborados modelos que emplean datos de variables numerosas y de los cuales se obtienen resultados complejos.

Éstos procesos no se limitan al ámbito puro de la Geografía, sino que pueden abarcar otras áreas del conocimiento como la Estadística, la cual al adaptarse a la información georreferenciada constituye un potente conjunto de procesos de análisis. Estos procesos otorgan grandes ventajas como la automatización de tareas que de otro modo llevaría demasiado tiempo solventar.

Tipo de datos

Los SIG otorgan la ventaja de poder trabajar con información almacenada en capas, lo que permite una mejor gestión de los datos al almacenarlos en diferentes archivos que pueden agregarse o retirarse de un análisis dependiendo del objetivo de éste, sin el riesgo de pérdida de información.

Una singularidad de los SIG es que almacenan los datos en dos formatos fundamentales: *vectorial* y *ráster*.



Figura 7. Explicación gráfica de los formatos: *vectorial* (izquierda) y *ráster o matricial* (derecha).

Fuente: elaboración propia (izquierda), https://es.123rf.com/photo_3150433_vector-ilustracion-de-un-mapa-del-mundo-hecho-de-pixeles-cuadrados-siete-diferentes-variaciones-de-c.HTML (derecha).

El *formato vectorial* representa y almacena la información geográfica mediante entidades geométricas: *puntos*, *líneas* y *polígonos*. En este formato las entidades representan fenómenos del mundo real y a ellas puede añadirse información que se asocia a dichos fenómenos mediante tablas de atributos. En este formato el espacio geográfico puede estar cubierto en su totalidad, o sólo ciertos elementos de él, como por ejemplo los volcanes activos del país o las vías de ferrocarril existentes.

En el *formato ráster* la información se presenta mediante una malla o matriz en la que el espacio geográfico de interés, es cubierto en su totalidad por dicha malla, se trata por lo tanto de un cubrimiento continuo del espacio.

En este formato, la matriz se compone de celdas o *pixeles* que tienen el mismo tamaño, por lo que cada una cubre una superficie idéntica del terreno, se ubican una junto a otra y se encuentran relacionadas. Este formato se utiliza más comúnmente para representar variables continuas del espacio geográfico, como la temperatura.

También son utilizadas ampliamente para la representación del espacio geográfico en su forma más real, mediante la toma de fotografías aéreas e imágenes satelitales provenientes de sensores remotos.

Sistema de Información Geográfica de los Monumentos Históricos Inmuebles (SIGMHI)

Definidos los aspectos más sobresalientes de los SIG, toca hablar de la experiencia que ha tenido la CNMH en el tema. Para ello, se explicará a grandes rasgos el proyecto SIGMHI, a fin de dar sólo un panorama general, ya que no es objeto de esta investigación abundar sobre este tema, pues se considera únicamente para contextualizar el desarrollo propuesto.

Dentro de las actividades sustantivas del INAH, se encuentra la protección y difusión del patrimonio histórico de la nación, y como parte de las acciones que ha emprendido para llevarlas a cabo, creó en 2009 el Sistema de Información Geográfica de los Monumentos Históricos Inmuebles, el cual es un proyecto de la Coordinación Nacional de Monumentos Históricos que tiene como premisa el establecimiento, gestión y difusión de una base de datos georreferenciada sobre el patrimonio histórico de México.

Lo integran todos aquellos datos de inmuebles considerados por la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas como tal; el personal de campo que genera y colecta la información para la catalogación de dichos inmuebles; las base de datos sobre el Catálogo de Monumentos Históricos y el Registro Público que administra el INAH; el personal de las delegaciones estatales del Instituto que tiene a su cargo la información relativa al patrimonio histórico edificado de la nación; así como los usuarios de la información y de los propios Monumentos Históricos, muchos de los cuales se sustentan como museos, oficinas de gobierno, administrativas, de infraestructura educativa, eclesiástica, hidráulica, militar y habitacional.

Al igual que ocurrió con la legislación, en materia de Sistemas de Información Geográfica también se inició, al menos dentro del INAH, con proyectos enfocados al estudio del patrimonio arqueológico, así pudimos saber de diversos proyectos que fueron destinados a la sistematización geográfica del registro de sitios arqueológicos; a la protección de Zonas Arqueológicas y Monumentos Históricos en el contexto urbano, así como proyectos que sistematizaron el patrimonio cultural en general o el Laboratorio de Geomática de la Coordinación Nacional de Arqueología (Blog del Comité Especializado en Información Geográfica sobre Cultura, INAH, 2014), hasta que en 2009 se formuló oficialmente el Sistema de Información Geográfica de los Monumentos Históricos Inmuebles (SIGMHI), proyecto especialmente diseñado para atender el aspecto espacial del patrimonio histórico en México.

Este proyecto surgió como respuesta a una problemática percibida en la Coordinación, cuando se observó que tras años de recopilar información sobre los Monumentos Históricos y Zonas de Monumentos Históricos, mediante fichas que cuantifican el patrimonio y que describen sus cualidades, recopilando información como localización, descripción arquitectónica, régimen de propiedad, y documentos gráficos de levantamiento arquitectónico, croquis de localización y fotografías; no existía una herramienta que permitiera ver de manera gráfica su distribución espacial ni la relación con otros bienes y elementos del territorio.

Como respuesta a esta problemática, se implementó el SIGMHI con el objetivo primordial de generar una base de datos geográfica, que dé cuenta del patrimonio histórico que conserva México, mostrando su distribución territorial y la cobertura de atención en relación a su estudio. Estos trabajos se llevan a cabo tomando como base las fichas de catálogo de cada monumento, de las cuales se consulta la sección de localización, que integra información sobre: Entidad donde se ubica el inmueble, municipio o delegación, localidad, colonia o barrio, calle y número, referencias y un dibujo de croquis de ubicación que en la mayoría de los casos es aproximado. A pesar de que esta sección de la

ficha cuenta con la posibilidad de registrar las coordenadas geográficas, un alto porcentaje de ellas carecen de este dato.

Hubo que realizar un gran esfuerzo para hacer notar a las autoridades de la CNMH que con el establecimiento del SIGMHI no se solucionaba el problema de fondo, ya que mientras se siguieran generando fichas sin coordenadas geográficas el problema persistiría.

En este orden de ideas, los trabajos de georreferenciación del patrimonio histórico se desarrollan actualmente con una doble dirección temporal: la primera de ellas, con carácter retrospectivo, permite georreferenciar monumentos ya catalogados, y la segunda, permite sumar más inmuebles al catálogo con todos los datos necesarios incluida la georreferenciación, evitando con ello transitar el camino de localizar posteriormente el patrimonio, trabajo que bien puede realizarse desde un principio.

Por ello, dentro de los retos del SIGMHI, además de la creación de la base de datos y su alimentación mediante la georreferenciación de inmuebles ya catalogados, se consideró primordial el establecimiento de medidas que subsanaran la problemática de carecer de las coordenadas geográficas. En este sentido, uno de los logros de la autora de esta tesis, fue el de otorgar al dato geográfico una gran relevancia desde el principio de la catalogación, al considerarse como uno de los aspectos relevantes de la ficha, y establecerlo como parte de la información elemental que condiciona la posibilidad de validarla y ponerla a consulta pública. Esta medida fue implementada en el nuevo *Sistema de Publicación y Administración del Catálogo Nacional de Monumentos Históricos Inmuebles* publicado en los primeros meses de 2017.

Ahora bien, la labor del SIGMHI se enfoca en dos grandes temas: el primero de los cuales lo constituye el de *Monumentos Históricos*, incluyendo en este la información contenida en el *Catálogo Nacional de Monumentos Históricos Inmuebles* y la que alberga el *Registro Público de Monumentos y Zonas*

Arqueológicos e Históricos, y el segundo lo constituyen las *Zonas de Monumentos Históricos*, considerando dentro de él dos vertientes, por un lado, las zonas declaradas por el Ejecutivo Federal, y por otro, aquellos sitios que por sus características son susceptibles de declararse como tal, y que actualmente se encuentran en estudio.

Dentro de los avances dignos de mención, se considera la georreferenciación del 30% del universo total estimado de Monumentos Históricos (110,000), al contar con poco más de 30,000 en esta categoría, 11,000 de los cuales se encuentran inscritos al *Registro Público de Monumentos y Zonas Arqueológicas e Históricas*, así mismo, se tiene la información relativa a las 59 *Zonas de Monumentos Históricas* que cuentan con una declaratoria federal y lo referente a 198 sitios factibles para obtener una declaratoria de este tipo.

Aunado a ello, se acopia información de diversas instituciones que contextualizan de manera general la situación del patrimonio histórico, por lo que sirve de base para el análisis multi criterio que frecuentemente se realiza ante la propuesta de ejecución de diversos proyectos.

Con base en lo anterior, se cuenta con información de diversos tipos, escalas y temas, incluyendo una variedad de formatos de intercambio. Así contamos con un grupo de información cuya generación y actualización es responsabilidad del INAH, no solo en lo referente al patrimonio histórico, sino también al arqueológico, infraestructura, museos y patrimonio mundial entre otros temas que son de interés para la toma de decisiones eficaz en la protección de dicho patrimonio.

Un siguiente grupo de información lo conforma la que se obtiene de otras instituciones, la cual es considerada como información base para este proyecto y que se obtiene del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), así como la de otros temas específicos obtenida de diferentes instancias de gobierno como la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP),

la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), por mencionar solo algunos.

Esta información, al ser considerada como insumo para el análisis que forma parte de las actividades que conlleva la protección del patrimonio cultural en México, se incluye en el desarrollo que es objeto de este estudio, por lo que más adelante se mencionarán las características y condiciones en que se considera.

Visualizadores de información geográfica

En el apartado anterior se explicó lo relativo a los Sistemas de Información Geográfica, los cuales hoy en día constituyen una potente herramienta para el manejo y generación de datos espaciales. Sin embargo, el avance tecnológico propicia día tras día que algunos componentes de ellos queden rebasados, instando a pensar en un paso más allá.

En tal sentido, pensamos en la manera de hacer que esos datos espaciales generados y manejados con los SIG lleguen a más usuarios, aun cuando éstos no necesariamente cuenten con una capacitación técnica especializada y el software necesario. Una solución que permite realizar lo antes dicho es una aplicación informática lo suficientemente amigable e intuitiva para ofrecer la visualización y consulta de la información geográfica generada desde la plataforma SIG. De ello resulta la propuesta de implementación de un visualizador de datos geográficos que ofrezca a diversos usuarios la posibilidad de consultar la información contenida en la base de datos geográfica de la Coordinación Nacional de Monumentos Históricos, a fin de agilizar tareas cotidianas.

De acuerdo con ello, este apartado está dedicado al estudio del tema de los visualizadores de información geográfica, conocidos también como visores geográficos, cartográficos o espaciales o como aplicaciones de mapas.

Durante la búsqueda de información sobre el tema, se observó el uso indistinto de los términos, "visualizador" o "visor" y "servidor", por lo que, para el desarrollo de esta tesis, se ha decidido utilizar el término "visualizador" aunque, se aclara que esta propuesta de aplicación, no solo permitirá visualizar la información geográfica sino que permitirá también llegar al nivel de interacción, análisis y descarga de la información, por lo que bien pudiera considerarse como servidor cartográfico.

Retomando pues, el estudio sobre visualizadores de información geográfica, se abordarán los aspectos conceptual y técnico de este tipo de herramientas, a fin de explicar sus aspectos más sobresalientes de una manera sencilla y fácil de entender, para después abordar los aspectos normativos y los componentes utilizados en este desarrollo.

Siendo los Sistemas de Información Geográfica un conjunto de recursos tecnológicos y humanos que permiten la gestión de la información espacial, han proliferado las aplicaciones informáticas que se sustentan en esa filosofía y que han propiciado su propagación. Posteriormente, la integración y almacenamiento de información fue considerada como una aspiración de una diversidad de sectores que buscaron no solamente compilar gran cantidad de datos geográficos, sino también permitir su uso y difusión para una toma de decisiones más rápida y efectiva, primero al interior y posteriormente hacia el exterior de instituciones y empresas.

Dentro de esta tendencia se enmarca la implementación de servicios y productos cartográficos disponibles en *internet* conocidos actualmente como tecnología *WebMapping* (Campos et al., 2011: 74).

Con ello se dio paso a los visualizadores de información geográfica o visualizadores cartográficos, los cuales son herramientas que permiten publicar y consultar datos geográficos digitales organizados en capas, utilizando para ello la lógica de los SIG, mediante los cuales se pueden realizar las tareas típicas de estos últimos, como navegación, consulta de información asociada a determinado objeto del mapa, medición y desplazamiento, entre otros.

La ventaja de estos visualizadores radica en que, al ser expuestos en *web*, permiten la interacción con usuarios prácticamente en cualquier rincón del planeta, siempre que cuenten con una conexión a *internet* y conozcan la dirección electrónica donde se alberga la herramienta, sin que ellos cuenten con las robustas bases de datos que se presentan en el visor (Ecodyt, 2014).

Tal como lo plantean Sánchez *et al.* (2013), estas aplicaciones nos permiten, entre otras acciones, crear mapas interactivos, visualizar información espacial o geográfica, incluir y superponer distintos tipos de capas o editar la información de una forma sencilla y amigable, con el simple uso de un navegador *web*, sin necesidad de adquirir y manejar la tecnología SIG propiamente dicha.

Estas herramientas comprenden *software* y *hardware* que permiten publicar los datos geográficos en *internet* o *intranet*, según sea el caso, y posibilitan al usuario interactuar con ellos de manera dinámica por medio de un navegador *web*.

Los visualizadores generalmente se ofrecen como parte de sistemas mucho más complejos: Geoportales o Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE). En el caso que nos ocupa, el objetivo es únicamente el desarrollo de un visualizador de datos, que potencialmente podría complementar a la Infraestructura de Datos Espaciales del Instituto, pero que en este momento solo busca satisfacer necesidades específicas de la Coordinación Nacional de

Monumentos Históricos, por lo que esa etapa podría plantearse en un futuro proyecto.

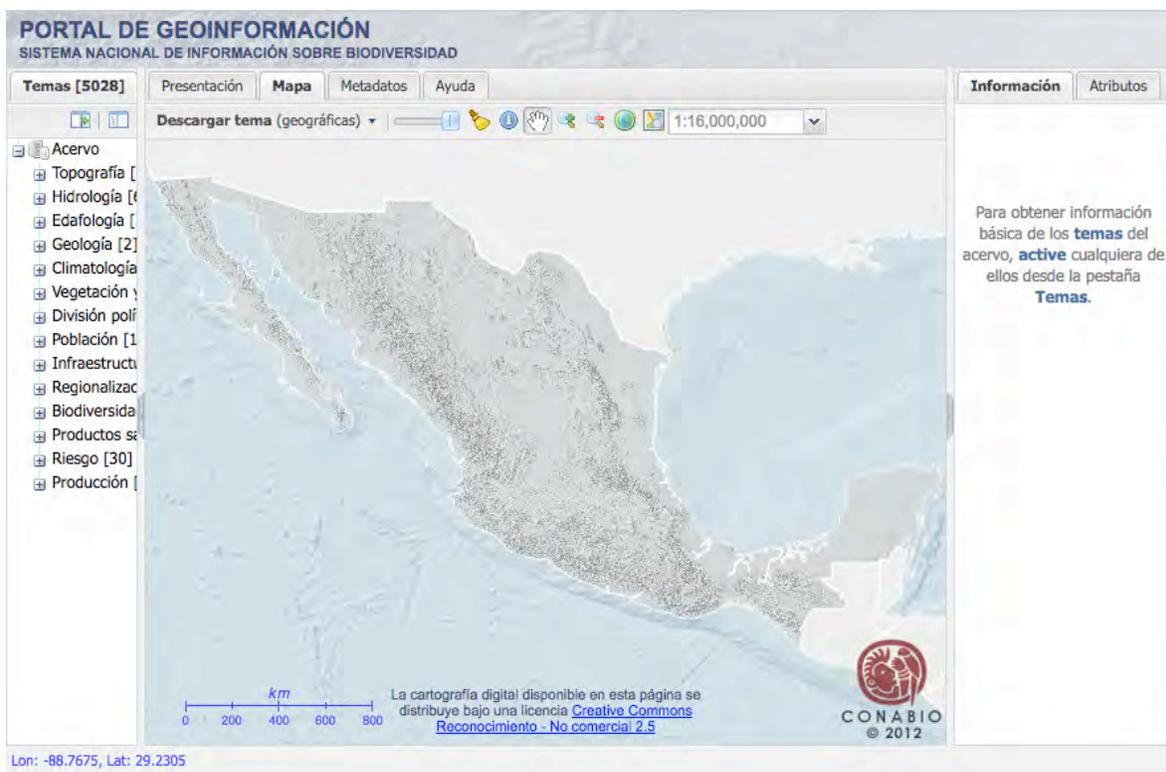


Figura 8. Ejemplo de portal de información geográfica de CONABIO⁵.
Fuente: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>.

Un visualizador es la herramienta central de un geoportal o una IDE. Como se ha dicho, esta herramienta facilita poner información geográfica digital a disposición de un público amplio, incluso aquel que no tenga formación técnica especializada en SIG.

Así mismo, facilita la representación del mundo real a través de una imagen a partir de la solicitud específica de un usuario. Esto se basa en una arquitectura cliente/servidor ajustada a especificaciones internacionales, donde el usuario realiza una consulta a través del navegador. Dicha consulta se transmite por protocolos al servidor web, el cual recibe los valores de las variables para crear

⁵ Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

los datos con información espacial y devolver como resultado a la consulta, un mapa creado con los datos que el usuario solicitó (Sacundo, 2014).

Debido a la diversificación de estas herramientas y aplicaciones, así como a la complejidad en el manejo de la información geográfica, se presenta la necesidad de establecer ciertos criterios para normar actividades encaminadas al manejo e intercambio de esa información. De ello surgen conceptos como normalización o estandarización, los cuales pretenden sentar las bases que permitan la interoperabilidad⁶ de las herramientas y técnicas que sustentan la gestión de datos geográficos. A continuación, se explican los conceptos y se mencionan las normas y estándares que respaldan el desarrollo de esta investigación.

Aspectos normativos y estándares

En su investigación acerca de la normalización en información geográfica, en particular sobre la familia *ISO 19100*, Ariza y Rodríguez (2008), plantean que la información geográfica presenta particularidades que la convierten en un caso especial de información cuya gestión resulta especialmente difícil por su volumen y dinámica. Con ello afirman que el campo de actividades relacionadas con la información geográfica, es uno en los que se ha despertado una mayor demanda y necesidad de normalización, debido a la subjetividad con que todavía se desarrolla el proceso de abstracción del mundo real para ser representado en un mapa.

Es por ello que, en materia de datos geográficos, desde tiempos remotos ha sido necesario establecer normas para su representación y para la producción de mapas, sin embargo, ante la aplicación de la tecnología informática en la gestión y análisis de dicha información, se ha hecho necesario no solo normar

⁶ Interoperabilidad se define como la habilidad que tiene un sistema o producto para trabajar con otros sistemas o productos sin un esfuerzo especial por parte del cliente. Se refiere a la capacidad de intercambiar datos, información y conocimiento de una forma precisa, efectiva y consistente (EcuRed, 2017).

la manera en que ésta se representa, sino a la propia información geográfica a fin de llevar a cabo un sencillo intercambio e interpretación de los datos.

De acuerdo con ello, a partir de los años 80 se presentaron iniciativas primero regionales y posteriormente globales, para estandarizar el uso y la transferencia de información geográfica.

Tal es el caso de la *Comisión de Normas para la Transferencia de Datos Espaciales*, creada durante el *Congreso de la Asociación Cartográfica Internacional (ACI)* llevado a cabo en Budapest en el año 1989, y cuyo propósito es definir los criterios de comparación y análisis de normas de intercambio de información geográfica digital.

Posteriormente, en 1991 fue creado como parte del *Comité Europeo de Normalización (CEN)*, el *Comité Técnico (CEN/TC 287)*, con el objetivo de normalizar en el ámbito territorial europeo la información geográfica.

Más tarde, en 1994, la *International Organization for Standardization (ISO)*⁷, estableció el *Comité Técnico de normalización sobre Geomática e Información Geográfica, ISO/TC 211*, que además de abarcar el ámbito europeo, incluyó a organizaciones de Canadá, Estados Unidos, Australia y Japón en la estandarización de información geográfica.

Actualmente es éste último el que lidera el tema en coordinación con el *Open Geospatial Consortium (OGC)*. De ello se destaca el desarrollo de la familia de normas *ISO 19100* que ha considerado todos los aspectos relacionados con la información geográfica, y comprende normas generales y normas de servicios geográficos.

Antes de continuar con el desarrollo de este tema, y valorando lo que plantean Ariza y Rodríguez (2008), se considera pertinente aclarar algunos conceptos

⁷ Organización Internacional de Normalización.

que se relacionan con él y que frecuentemente suelen confundirse o utilizarse indistintamente, ellos son: *norma, estándar, recomendación y especificación*.

"Norma es todo documento que armoniza aspectos técnicos de un producto, servicio o componente, definido como tal por algún organismo oficial de normalización, como son ISO, CEN o AENOR⁸. En ocasiones se les llama normas de jure o normas de derecho.

Estándar es cualquier documento o práctica que sin ser norma, está consagrado y aceptado por el uso y cumple una función similar a la de una norma. Incluye los documentos de tipo normativo que no han sido definidos por un organismo oficial de normalización. En ocasiones se les llama normas de facto o normas de hecho. Por ejemplo, las especificaciones de Open Geospatial Consortium, los formatos DGN, shape, etc.

Recomendación es una directriz que promueve un organismo que intenta armonizar prácticas y usos en una comunidad determinada, normalmente basándose en un consenso previo. Su mayor o menor éxito depende de la influencia que es capaz de ejercer el organismo que la propone.

Especificación es una descripción técnica, detallada y exhaustiva de un producto o servicio, que contiene toda la información necesaria para su producción. Algunas especificaciones pueden ser adoptadas como normas o como estándares" (Ariza y Rodríguez, 2008: 12).

Explicados estos conceptos, se destacarán los grupos de normas y estándares más sobresalientes en relación a la información geográfica y su difusión, y se mencionarán los que fueron considerados para este trabajo.

En primer lugar, se tiene la norma funcional desarrollada por la *Digital Geographic Information Working Group (DGIWG)*, conocida como "*Digital Geographic Information Exchange Standard, (DIGEST)*", en la cual han participado organismos cartográficos de países pertenecientes a la OTAN. Esta

⁸ Asociación Española de Normalización y Certificación.

normatividad tuvo como propósito fundamental sentar las bases para compartir información geográfica en operaciones conjuntas de defensa de diferentes países que participaron en el grupo. Actualmente se encuentra en proceso el desarrollo de normas más flexibles en cuanto a información geográfica para aplicaciones militares, basadas en las normas *ISO/TC 211* de la serie *19100*. Actualmente la *DIGEST* es una norma válida, sin embargo, será retirada en cuanto el proceso de desarrollo de nuevas normas finalice y sean aprobadas.

Otro grupo preponderante de especificaciones es el del *Open Geospatial Consortium (OGC)*, el cual se sustenta en un trabajo de estandarización por consenso, en el que han participado más de 300 organizaciones industriales, agencias gubernamentales y universidades sin ánimo de lucro. Con ello ha logrado definirse un gran número de especificaciones de interoperabilidad por consenso, llevando la filosofía de los sistemas abiertos al mundo de los SIG. Es por ello que en principio OGC era denominado *Open GIS Consortium*, sin embargo, con la puesta en práctica de la interoperabilidad de los SIG mediante servicios *web* de interfaz estandarizada, apareció el concepto de *Infraestructura de Datos Espaciales (IDE)*, y el consorcio cambió su nombre.

De acuerdo con Ariza y Rodríguez (2008), las especificaciones de OGC se estructuran en dos grandes bloques:

Especificaciones Abstractas, las cuales proporcionan las bases conceptuales para el desarrollo de otras especificaciones OGC.

Especificaciones para implementación, las cuales están concebidas para una audiencia técnica y poseen un nivel de detalle adecuado para realizar una implementación.

Por otro lado, la *International Organization for Standardization (ISO)* ha desarrollado, mediante un Comité Técnico, una serie de normas que se

enfocan al campo de la información geográfica y geomática. Desde 1994 trabaja en el desarrollo de la normativa que permita tanto la transferencia de datos y el impulso a los SIG, como los servicios y el universo de las *IDE*, también llamados *SIG de distribución*.

El trabajo de este Comité ha dado como resultado el *ISO 19100*, que es un conjunto estructurado de normas para la información relativa a objetos o fenómenos que tienen asociada directa o indirectamente una localización en relación a la Tierra. Estas normas pueden especificar para el caso de la información geográfica, los métodos, herramientas y servicios para la gestión de datos (incluyendo su definición y descripción), así como para la obtención, procesamiento, análisis, acceso, presentación y transferencia de dichos datos en formato digital o electrónico entre distintos usuarios, sistemas y ubicaciones.

El objetivo es que se relacionen las normas apropiadas de tecnologías de la información y datos cuando sea posible, y se proporcione un marco de trabajo para el desarrollo de aplicaciones específicas del sector utilizando datos geográficos. (*ISO/TC 211, website*).

El Instituto Panamericano de Geografía e Historia (2013), agrupa las normas que forman parte del *ISO/TC 211* en 6 categorías:

- Normas de infraestructura
- Normas de modelos de datos
- Normas para el manejo de la información geográfica
- Normas de servicios de información geográfica
- Normas de codificación de la información geográfica
- Normas para áreas temáticas específicas

Las normas constituyen una base imprescindible que posibilita la interoperabilidad técnica en términos de comparabilidad, compatibilidad y consistencia necesarias para que la información geográfica, así como los

servicios y recursos en línea puedan ser aprovechados. Algunas normas de la familia *ISO 19100* se relacionan con los visualizadores de información geográfica, tema central de esta investigación, por lo que fueron consideradas para el desarrollo de la aplicación que con ella se presenta. A continuación, se mencionan dichas normas, así como una breve explicación de ellas.

ISO 19101 (2005-2016) Información Geográfica - Servicios (Geographic Information - Services)

Esta norma describe los requisitos generales de la normalización y los principios fundamentales que son aplicables para la formulación y utilización de las normas de información geográfica. Al describir estos requerimientos y principios, se proporciona una visión de la normalización en la que se puede integrar la información geográfica a las tecnologías y aplicaciones existentes y potenciales de la información digital.

Los dos objetivos generales que establece esta norma son:

- Definir la semántica y estructura básicas de la información geográfica para fines de manejo e intercambio de datos.
- Definir los elementos de los servicios de información geográfica y su comportamiento para fines de procesamiento de datos (Instituto Panamericano de Geografía e Historia, 2013).

ISO 19118 (2011) Información Geográfica - Codificación (Geographic information - Encoding).

La Norma se divide en tres secciones lógicas.

- Los requisitos para crear reglas de codificación basadas en esquemas *UML*.
- Los requisitos para crear un servicio de codificación.
- Las reglas de codificación recomendadas, que están basadas en *XML*.

Se pretende que las reglas de codificación basadas en *XML* sean utilizadas para el intercambio neutro de datos y depende de las normas del Lenguaje Extensible de Marcas (*XML*) y del conjunto de caracteres de la *ISO/IEC 10646*.

En términos generales se plantea el intercambio de datos, con la premisa de que el servicio de codificación puede leer la estructura de los datos de entrada y convertir las instancias en una estructura de datos de salida y viceversa. También se proyecta establecer la capacidad de leer las declaraciones del esquema de aplicación y elaborar el esquema de la estructura de datos de salida correspondiente (Instituto Panamericano de Geografía e Historia, 2013).

ISO 19119 (2005-2016) Información Geográfica - Servicios (Geographic Information - Services)

Esta norma amplía el modelo de referencia de arquitectura definido en la ISO 19101, donde se define un modelo de Ambiente Extendido de Sistemas Abiertos (EOSE) para servicios geográficos. Además, establece el enfoque para definir los servicios que se utiliza en la serie de normas ISO 19100.

La norma se enfoca en los siguientes objetivos:

- Definir los conceptos de servicios, interfaces y operaciones, así como las relaciones entre dichos conceptos.
- Proporcionar un enfoque para la distribución física de servicios utilizando una arquitectura multinivel.
- Definir un modelo para combinar servicios en una serie dependiente a fin de realizar tareas mayores, por ejemplo, encadenamiento de servicios.
- Definir un modelo de metadatos de servicio para permitir el descubrimiento de servicios a través de un catálogo de servicios (Instituto Panamericano de Geografía e Historia, 2013).

ISO 19128 (2005-2015) Información Geográfica - Interfaz de Servidor Web de Mapas (Geographic Information - Web map server interface)

Esta norma describe el comportamiento de un Servicio Web de Mapas (WMS) que produce mapas referenciados espacialmente en forma dinámica a partir de la información geográfica. Especifica operaciones para recuperar una descripción de los mapas ofrecidos por un servidor, para recuperar un mapa y para consultar a un servidor con respecto a los objetos geográficos mostrados en un mapa.

En ella se definen fundamentalmente tres operaciones: la primera devuelve metadatos a nivel de servicio, la segunda devuelve un mapa cuyos parámetros geográficos y dimensionales están bien definidos, y la tercera operación (opcional) muestra información sobre objetos particulares que se expresan en un mapa.

Las operaciones del Servicio Web de Mapas generalmente se invocan utilizando un navegador web estándar al que se realizan solicitudes en forma de Localizadores Uniformes de Recursos (*URL*). El contenido de dichos *URL* depende de la operación que se solicite. En especial, cuando se solicita un mapa, el *URL* indica la información que aparecerá en el mapa, la parte de la Tierra que se mapeará, el sistema de referencia de coordenadas que se desea, así como el ancho y alto de la imagen de salida.

Cuando dos o más mapas se producen con los mismos parámetros geográficos y tamaño de salida, los resultados pueden superponerse exactamente para producir un mapa compuesto. El uso de formatos de imagen que soportan fondos transparentes (por ejemplo, *GIF* o *PNG*) permite que los mapas subyacentes sean visibles. Además, los mapas individuales pueden solicitarse desde diferentes servidores.

De esta forma, el Servicio Web de Mapas permite la creación de una red de servidores de mapas distribuidos a partir de los cuales los clientes pueden construir mapas personalizados (Instituto Panamericano de Geografía e Historia, 2013).

ISO 19142 (2010) Información Geográfica - Servicio Web de Objetos Geográficos (Geographic information - Web Feature Services)

Esta Norma especifica el comportamiento de un Servicio Web de Objetos Geográficos (*WFS, Web Feature Service*) que proporciona transacciones y acceso a objetos geográficos independientemente del almacén de datos subyacente.

El WFS constituye un cambio en la forma en la que se crea, se modifica y se intercambia la información geográfica en *Internet*. En lugar de compartir la información geográfica a nivel de fichero usando, por ejemplo, el protocolo de transferencia de ficheros (*FTP, File Transfer Protocol*), el WFS ofrece un acceso directo y detallado a la información geográfica a nivel de objeto geográfico y de propiedad de objeto geográfico.

Los WFS permiten a los clientes recuperar o modificar solamente los datos que están buscando en lugar de recuperar un fichero que los contiene y posiblemente muchos más. Esos datos se pueden usar después para una gran variedad de propósitos, incluyendo otros diferentes a los pensados por sus productores (Instituto Panamericano de Geografía e Historia, 2013).

Software y componentes del visualizador de información geográfica

Para el desarrollo de un visualizador de información geográfica es necesaria la instalación y uso de diversos programas o *software*.

La Real Academia Española define al *software* como un conjunto de programas, instrucciones y reglas informáticas para ejecutar ciertas tareas en una computadora.

De acuerdo con ello, es preciso mencionar que para el desarrollo de este trabajo se utilizó *software* diverso en función de necesidades puntuales. En este sentido, se utilizó *software* para tres procesos principales: para la preparación y manejo de la información geográfica, para la generación de la base de datos del visualizador propiamente dicho, así como para su distribución y publicación. Dentro de los diversos programas que fueron utilizados, se encuentran programas de código abierto (*Open Source*), y programas propietarios, los primeros son de libre distribución y no requieren el pago para su uso o modificación, ya que la licencia permite esas actividades,

mientras que los segundos no pueden ser modificados y requieren el pago por su uso.

En las siguientes líneas se describen los programas que fueron utilizados para el desarrollo del visualizador que potencialmente fortalecerá al SIGMHI.

Software servidor de mapas

MapServer y componentes

De acuerdo con las ideas de Mitchell (2005), citadas por Monge *et al.* (2010); un servidor de mapas se define como el motor que permite la visualización de mapas en una página *web*.

En la página de *MapServer*, se señala que éste es un motor de representación de datos geográficos, de código abierto escrito en lenguaje *C*, que más allá de la navegación de datos SIG, permite crear imágenes de mapas geográficos. Es también definido como una plataforma de código abierto para publicación de datos espaciales y aplicaciones de mapeo interactivo en *web*.



Figura 9. Logo de *MapServer*
Fuente: <http://MapServer.org/index.HTML>.

En su forma más básica es un programa *Common Gateway Interface (CGI)*⁹ que se encuentra inactivo en su servidor *web*. Cuando se envía una solicitud a *MapServer*, éste utiliza tanto la información requerida mediante *URL*, como un archivo de mapa (*mapfile*) predefinido para crear un mapa mediante una imagen que será mostrada como respuesta a dicha solicitud (*MapServer website*, 2017).

⁹ El *Common Gateway Interface (CGI)* es un estándar para comunicar aplicaciones externas con los servidores de información tales como servidores *HTTP* o *Web*, lo que permite a los programas interactuar con *internet*.

Dentro de sus principales características se incluyen las siguientes:

- Soporte para visualización y consulta de diversos formatos ráster, vectoriales y de bases de datos.
- Capacidad de ejecución en diversos sistemas operativos (*Windows, Linux, Mac OS X, etc.*).
- Soporte para lenguaje de escritura y entornos de desarrollo populares como *PHP, Python, Perl, Ruby, Java, y .NET*.
- Proyecciones sobre la marcha o "al vuelo".
- Aplicaciones de salida completamente personalizables.
- Muchos entornos de aplicaciones de código abierto listos para usarse.

Según lo que plantea Kropla (2005), *MapServer* puede funcionar de dos modos diferentes: mediante *CGI* y mediante *MapScript*.

En el primer caso, *MapServer* funciona en un entorno de servidor web como un *script CGI*, lo que lo hace fácil de configurar y produce una aplicación rápida y sencilla.

En cuanto al segundo caso, en el modo *MapScript*¹⁰, la *API MapServer* es accesible desde *Perl, Python* o *PHP*. La interfaz de *MapScript* permite una aplicación flexible y rica en funciones que todavía puede aprovechar la instalación de plantillas de *MapServer*.

Una explicación sencilla y muy sintetizada de la forma en que funciona *MapServer*, la plantea Kropla de la siguiente manera:

MapServer está basado en plantillas. Cuando se ejecuta por primera vez en respuesta a una solicitud web, lee un archivo de configuración (llamado mapfile) que describe las capas y otros componentes del mapa. A continuación, dibuja y guarda el mapa. A continuación, lee uno o más archivos de plantilla HTML que se identifican en el archivo de mapa. Cada plantilla consta de etiquetas de

¹⁰ *MapScript* proporciona una interfaz de secuencias de comandos para *MapServer* para la construcción de aplicaciones web y autónomas. Se puede usar independientemente de *CGI*.

marcado HTML convencionales y cadenas especiales de sustitución de MapServer. Estas cadenas se utilizan, por ejemplo, para especificar las rutas de la imagen de mapa que MapServer ha creado, para identificar qué capas se van a representar y para especificar el nivel y la dirección del zoom. MapServer sustituye los valores actuales de estas cadenas y luego envía el flujo de datos al servidor web, que luego lo reenvía al navegador. Cuando un solicitante cambia los elementos del formulario de la página (cambiando la dirección o el valor del zoom por ejemplo) y hace clic en el botón enviar, MapServer recibe una solicitud del servidor web con estos nuevos valores. Entonces el ciclo comienza otra vez.

MapServer realiza automáticamente varias tareas al generar un mapa. Marca las características y previene las colisiones entre etiquetas vecinas. Proporciona el uso de fuentes bitmap y TrueType. Los tamaños de etiquetas pueden ser fijos o configurados para escalar con la escala del mapa. También se proporciona la opción de no imprimir etiquetas para los rangos de escala de mapa especificados.

MapServer crea leyendas y barras de escala (configurables en el mapfile) y genera mapas de referencia. Un mapa de referencia muestra el contexto del mapa actualmente visualizado.

MapServer construye mapas al apilar capas una encima de otra. A medida que se procesa, se coloca en la parte superior de la pila. Cada capa muestra características seleccionadas de un solo conjunto de datos. La visualización de capas está bajo control interactivo permitiendo al usuario seleccionar qué capas se van a representar (Kropla, 2005: xxvi).

Para implementar MapServer se requieren numerosas bibliotecas de soporte para realizar sus funciones. Por ello, para desarrollar una aplicación de mapas a la medida de las necesidades de un proyecto específico, es preciso realizar una selección concreta de las bibliotecas que se instalarán, lo cual requiere tener claro el objetivo y las capacidades que tendrá la aplicación.

Adicionalmente, para su funcionamiento, *MapServer* requiere la instalación de otros programas y componentes. Entre ellos, se debe instalar un servidor web (*HTTP*) adecuado y configurado correctamente, el cual puede ser *Apache* o *Microsoft Internet Information Server*, así como un editor de texto para modificación de *HTML* y archivos *.map*.

Debido a la propagación del uso de este *software* y a su condición de *Open Source*, existe una creciente actividad de desarrollo y mejoras. Ello ha propiciado el desarrollo, por ejemplo, de un paquete de instalación llamado *MapServer for Windows (MS4W)*, el cual provee de una completa solución de instalación en plataforma *Windows* que compila todos los componentes que son necesarios para el funcionamiento correcto de *MapServer*.

Este paquete ha sido la base del *software* instalado que soporta el visualizador propuesto. Adicionalmente se instalaron otros componentes y librerías externas no incluidas en el paquete, pero que fueron necesarias para el funcionamiento de la aplicación tal como se planteó.

El paquete *MS4W* está diseñado para realizar una instalación completa de *Apache*, *PHP*, *MapServer CGI*, *MapScript* (*C*, *Sharp*, *Java*, *PHP*, *Python*) y proveer la capacidad de instalar aplicaciones adicionales de forma fácil y rápida. La forma más sencilla de hacerlo en *Windows* es proporcionar una estructura de directorio predeterminada y forzar todo en ese molde.

La estructura de directorios, aunque está fija en sí misma, está diseñada para ser algo portátil. Este diseño además permite realizar actualizaciones al paquete principal y a las aplicaciones, sin afectar la configuración local ni la configuración de otras aplicaciones instaladas.

De acuerdo con la página oficial de este *software*, una aplicación simple basada en *MapServer*, presenta la siguiente anatomía:

- Archivo de mapa (*mapfile*, archivo *.map*): archivo de configuración de la aplicación, de texto estructurado que define el área del mapa. Indica a *MapServer* donde están los datos y donde dar salida a las imágenes. También define las capas del mapa, incluyendo su fuente de datos, proyecciones y simbología. Debe tener la extensión *.map* para ser reconocido por *MapServer*.
- Datos geográficos: *MapServer* utiliza muy variados tipos de fuentes de datos geográficos. El formato predeterminado es el de *ESRI*¹¹ llamado *shapefile*.
- Páginas *HTML*: la interface entre el usuario y *MapServer* puede ser de dos tipos (archivo simple de inicialización o archivo plantilla). Un archivo simple de inicialización utiliza un formulario con variables ocultas para enviar una consulta inicial al servidor *web* y al *MapServer*. Este formulario podría colocarse en otra página o ser reemplazado pasando la información de inicialización como variables en una *URL*. Por su parte, el archivo de plantilla controla como aparecerán los mapas y las leyendas de *MapServer* en el navegador, así como la forma en que interactúan el usuario y la aplicación (*zoom*, desplazamiento, consultas, etc.).
- Servidor *Web*: necesario para publicar la aplicación a través de la red *internet*. Debe encargarse de llevar las solicitudes del usuario de una forma segura. El servidor permanece en espera de peticiones del usuario, para después entregar la respuesta de acuerdo a su petición.
- *Software MapServer*. (*MapServer website*, 2017).

¹¹ *Environmental Systems Research Institute*: empresa especializada en el desarrollo de Sistemas de Información Geográfica (SIG). Fuente: <http://www.esri.es/sobre-esri/quienes-somos/>.

Los elementos que destacan de esta anatomía por su configuración y adaptabilidad a cada aplicación son tres: el archivo de mapa (*mapfile*), el archivo plantilla, y el conjunto de datos geográficos. Se trata de tres elementos que dan identidad a las aplicaciones de mapas y permiten diferenciar los objetivos y capacidades de cada caso.

El archivo de mapa (*mapfile*) es el archivo de configuración básico para acceso a datos y estilos para *MapServer*. Se trata de un archivo de texto *ASCII* que se compone de diversos objetos y cada objeto contiene una serie de parámetros, todos ellos definen componentes de la aplicación.

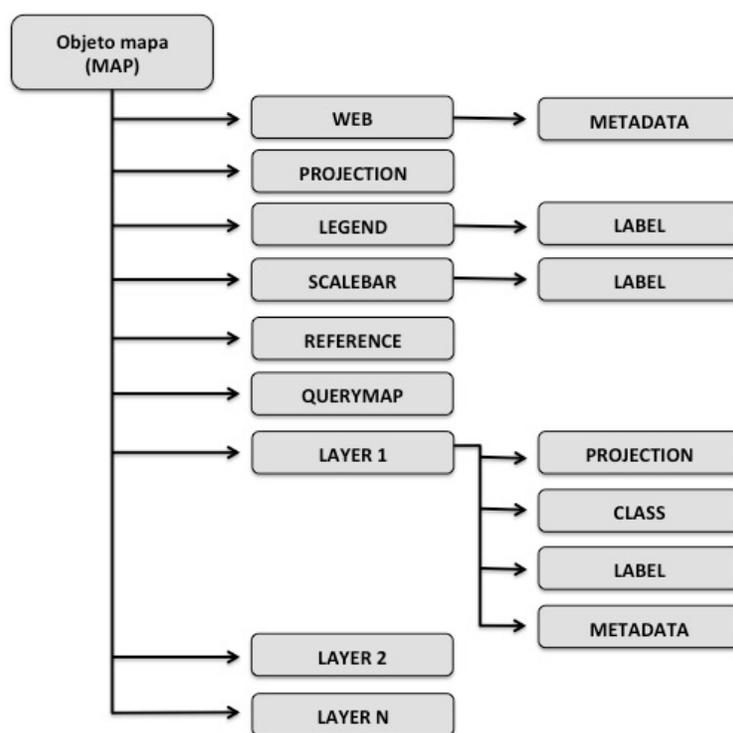


Figura 10. Esquema tradicional de archivo de mapa (*mapfile*).
Fuente: elaboración propia a partir de Manso y Ballari, (s/f).

El objeto *MAP* es la raíz de la aplicación, y sostiene todos los otros objetos que definen las principales características del mapa.

El objeto *WEB* define cómo operará la interfaz *web*, incluyendo rutas de acceso, *URL*, archivos de plantilla y otros detalles que afectan la forma en que

la aplicación responde al usuario. Su configuración en el archivo de mapa (*mapfile*) inicia con la palabra clave *WEB* y termina con la palabra clave *END*.

El objeto *PROJECTION* define la proyección que utiliza *MapServer* para presentar o describir datos espaciales. Comienza con la palabra clave *PROJECTION* y termina con la palabra clave *END*.

Se pueden utilizar diferentes proyecciones en una misma aplicación debido a que *MapServer* ofrece la función de re-proyectar capas sobre la marcha o al vuelo (*on the fly*) de un sistema de referencia a otro. Para ello es necesario acceder a la librería externa *PROJ4*, que compila los parámetros y medios ejecutables para realizar la transformación entre diferentes sistemas de coordenadas o de referencia.

Para realizar la re-proyección sobre la marcha, *MapServer* necesita conocer la proyección que se utilizará para las imágenes de mapa, y también debe conocer las proyecciones en que se encuentran los datos. Esta es la razón de ser del objeto *PROJECTION*, ya que es utilizado para proporcionar esa información a *MapServer*.

En términos generales, un primer objeto *PROJECTION* se define al nivel del archivo de mapa (*mapfile*) y especifica la proyección de salida del mapa. Posteriormente cada capa que posee una proyección diferente a la especificada anteriormente, deberá contener un objeto *PROJECTION* para especificar su propia proyección. Esto dará la información necesaria a *MapServer* para permitir que realice las re-proyecciones al vuelo que sean necesarias.

El objeto *LEGEND* contiene elementos que determinan la apariencia y características de la leyenda, por ejemplo, su ubicación. Es introducido por la palabra clave *LEGEND* y finalizado con la palabra clave *END*.

El objeto *SCALEBAR* define la barra de escala gráfica. Se introduce en el archivo de mapa (*mapfile*) con la palabra clave *SCALEBAR* y se termina con la

palabra clave *END*. Está formado por diferentes elementos que incluyen un color de fondo, un color alterno para destacar los intervalos que la barra presenta, así como un color de contorno que es opcional. Adicionalmente debe especificarse el tamaño, el número de intervalos que se desea mostrar, las características de las etiquetas, la ubicación, las unidades y otros parámetros opcionales como la transparencia.

El objeto *REFERENCE* determina el mapa de referencia. Para ello se configuran las características que éste tendrá. Inicia con la palabra clave *REFERENCE* y finaliza con la palabra clave *END*. El objetivo es mostrar el contexto de la imagen de mapa visualizada actualmente sobre una imagen que muestra la extensión total del mapa. Además de la ubicación, indica el nivel de *zoom* que presenta la imagen del mapa, por lo que podrá presentarse como rectángulo cuando se trate de niveles de *zoom* no muy amplios, y en forma de cruz que indica la ubicación de un punto cuando se trata de altos niveles de *zoom*.

El objeto *QUERYMAP* determina la forma en que se procesarán los resultados de una consulta, y se inicia con la palabra clave *QUERYMAP* y se finaliza con la palabra clave *END*.

El objeto *LAYER* es la parte sustancial del objeto mapa, ya que determina qué datos espaciales serán representados y la forma en que se clasificarán. Comienza con la palabra clave *LAYER* y finaliza con la palabra clave *END*.

Las capas serán dibujadas de acuerdo al orden que se les dé en el archivo de mapa (*mapfile*) de tal manera que la primera que aparezca en éste, será la primera en ser dibujada, la segunda se dibujará sobre la primera y así sucesivamente hasta que la capa que se ubica al final del *mapfile* se dibujará encima de todas las anteriores. Es indispensable considerar esta característica para situar las capas de acuerdo al orden de importancia que se desea dar a cada una en la aplicación que visualizará el usuario.

En cuanto al archivo de plantilla, éste es un archivo con extensión *HTML*¹². Su función es controlar las salidas de los mapas, leyenda y cualquier otra respuesta de *MapServer* a una solicitud del usuario a partir de una página *HTML*. Determina las formas en que el usuario puede interactuar con la aplicación (consultas, zoom, etc.).

De manera general, opera como cualquier archivo *HTML*, a excepción de ciertos campos clave que pueden ser modificados por el CGI *MapServer*. Para ello, se pasan los parámetros de la solicitud al CGI por medio de esta plantilla, y luego *MapServer* reemplaza determinadas palabras clave en el archivo plantilla con las respuestas del servidor.

De acuerdo con Kropla (2005), este archivo plantilla (*HTML*) tiene tres propósitos:

1. Inicializa la aplicación.
2. Formatea el mapa y la información asociada de una manera efectiva.
3. Mantiene el estado guardando los parámetros en los campos de entrada.

Aunque la tarea de inicialización puede realizarse mediante una página web independiente, en muchos casos es más sencillo incrustar valores iniciales en el archivo de plantilla y actualizar estos valores en invocaciones posteriores (Kropla, 2005).

Finalmente, el conjunto de datos geográficos es la parte sustancial del visualizador o servidor, ya que son los datos a partir de los cuales se dibujarán las imágenes de mapa.

¹² *HTML* es el lenguaje de marcas de hipertexto (*HiperText Markup Language*) y se basa en el metalenguaje *SGML* (*Standard Generalized Markup Language*). Es el formato de los documentos de la *World Wide Web* (*WWW*). Por su parte, el *World Wide Web Consortium* (*W3C*) es la organización que desarrolla los estándares para normalizar el desarrollo y la expansión de la Web y la que publica las especificaciones relativas al lenguaje *HTML*. Fuente: <http://www.hipertexto.info/documentos/html.htm>

En el caso que nos ocupa, es la razón de ser de todo el desarrollo, ya que el objetivo principal es poner la información geográfica del patrimonio histórico y su contexto, al alcance del personal técnico de la Subdirección de Catálogo y Zonas que no cuenta con una formación especializada en Sistemas de Información Geográfica.

Software SIG de escritorio

De acuerdo con Olaya (2014) "el software es el encargado de operar y manipular los datos" (Olaya, 2014: 21). Podríamos abundar diciendo que es el medio para realizar todos los procedimientos necesarios que permitan, editar, homologar, analizar y preparar la información para su publicación.

Puede tratarse de aplicaciones clásicas que permiten la visualización, gestión y análisis de los datos geográficos, pero también de herramientas más especializadas que se centran en alguno de estos campos, o bien componentes que pueden incluso pasar a formar parte de otras aplicaciones fuera del ámbito SIG, pero que puntualmente requieren algunas de sus funcionalidades, especialmente las relacionadas con la visualización de cartografía digital (Olaya, 2014).

Una explicación más técnica es la que expresan Bernabé-Poveda y López (2012) al afirmar lo siguiente:

El software SIG es [...] una interfaz gráfica que conecta al usuario con una serie de librerías que realizan las siguientes tareas básicas:

- *Conexiones y exportaciones a fuentes de información geográfica ráster y vectoriales.*
- *Funciones de consultas y análisis temáticos y/o espaciales.*
- *Edición y captura de información geográfica espacial y temática.*
- *Visor gráfico ráster y vectorial.*
- *Publicación de cartografía impresa.*

- Además de estos contenidos básicos, la mayoría de las herramientas SIG actuales permiten la carga de aplicaciones add-on para fines muy específicos.

Por otro lado, las empresas que desarrollan software SIG, facilitan al usuario una colección de bibliotecas programables a través de los lenguajes de programación más populares (.NET, Java, C#, C++, Python). Con ellas se puede desarrollar aplicaciones e interfaces SIG muy sencillas sin que el usuario final tenga que conocer todo el potencial de la herramienta SIG.

Geomedia de Intergraph®, ArcGIS de ESRI®, gvSIG o Sextante (estos dos últimos de código abierto), son algunos software de los más utilizados actualmente (Bernabé-Poveda y López, 2012: 97 y 98).

El desarrollo de diversas actividades que permitieron la creación de la aplicación para visualizar los datos geográficos del patrimonio histórico de México fue realizado en tres diferentes software SIG, de los cuales dos son del tipo propietario, y uno es de código abierto.

ArcGIS

ArcGIS Desktop, desarrollado por la empresa ESRI, compila los dos primeros programas que menciona el párrafo anterior, se trata de ArcGIS ArcInfo y ArcGIS ArcView. De acuerdo con datos

de la página oficial del producto, ArcGIS Desktop es una plataforma de cartografía y análisis, que proporciona herramientas contextuales para el mapeo y el razonamiento espacial, para explorar datos y compartir conocimientos con base en la ubicación.

ArcGIS Desktop ofrece un conjunto de capacidades para aplicar el análisis basado en la ubicación, así mismo permite obtener información utilizando



Figura 11. Logo de la marca registrada ArcGIS.
Fuente: <http://scientec.com.mx/ArcGIS/>

herramientas contextuales para analizar y visualizar los datos, y para posteriormente compartir los resultados.

ArcGIS Desktop incluye un conjunto de aplicaciones integradas como ArcCatalog, ArcMap, ArcGlobe, ArcToolbox, y Model Builder. Usando estas aplicaciones e interfaces al unísono, los usuarios pueden realizar cualquier tarea SIG, desde lo simple hasta lo avanzado incluyendo mapeo, análisis geográfico, edición y compilación de datos, administración de datos, visualización y geoprocesamiento.

ArcGIS es escalable y puede satisfacer las necesidades de muchos tipos de usuarios. Está disponible en tres niveles funcionales:

ArcView se enfoca en el uso, mapeo y análisis de datos completos.

ArcEditor agrega edición geográfica avanzada y creación de datos.

ArcInfo es un escritorio GIS completo y profesional que contiene funcionalidad GIS completa, incluyendo ricas herramientas de geoprocesamiento (ESRI, 2001).

ArcInfo

ArcInfo es el producto insignia de ArcGis Desktop. Es el cliente más rico en funcionalidades de ArcGIS Desktop. El producto ArcInfo de gama alta ofrece todas las capacidades de ArcView y ArcEditor. Además, incluye una completa colección de herramientas en ArcToolbox para admitir el geo procesamiento avanzado (ESRI, 2001).

Este software es la plataforma SIG que se utiliza actualmente en la Subdirección de Catálogo y Zonas de la CNMH, donde reside el SIGMHI. En dicho programa se llevan a cabo la mayoría de las actividades vinculadas con el proceso de generación, administración, análisis y publicación de información geográfica sobre los Monumentos Históricos del país. Debido a que se cuenta

con una licencia concurrente del software, se utilizan en las tareas cotidianas *ArcInfo* y *ArcView* principalmente.

En el proceso de desarrollo del visualizador, se utilizó *ArcInfo* para la integración y estandarización de las capas de información que fueron incluidas en la base de datos geográfica de la aplicación.

Con él, se generaron los archivos *shapefile* sobre el patrimonio histórico de México hasta ahora georreferenciado, ello por sí solo representa la razón de ser del SIGMHI y es una actividad cotidiana que se realiza en la Subdirección de Catálogo y Zonas.

Adicionalmente se utilizó el *software* para estandarizar los archivos de otras instituciones que se sumaron como contexto e información base, los cuales, al ser elaborados por diversas instituciones cuentan con muy variadas características.

ArcView

El *software* propietario *ArcView* forma parte del complejo *ArcGIS*. Su diseño se enfocó principalmente al desarrollo de Sistemas de Información Geográfica, ya que se constituye por un conjunto de herramientas que permiten visualizar, explorar, consultar y analizar información asociada a una localización geográfica.

El *software* permite representar datos georreferenciados, analizar sus características y patrones de distribución, así como generar informes con los resultados de dichos análisis.

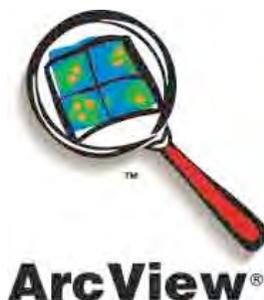


Figura 13. Logo de la marca registrada *ArcView*.
Fuente: <https://www.gislounge.com/running-ArcView-on-Windows/>

Según Barbosa (s/f), se trata de un programa diseñado de forma modular, lo que permite añadir extensiones que van aumentando las capacidades del *software* según las necesidades de análisis. Las extensiones son programas complementarios que proporcionan ciertas funciones especializadas de SIG.

Además, posee su propio lenguaje de programación (*Avenue*), el cual es un lenguaje orientado a objetos y eventos, que permite personalizar el *software* a todos los niveles, desde el básico (añadiendo menús, eliminando botones, etc.) a la programación más avanzada (Barbosa, s/f: 1).

De acuerdo con Virginia Behm (2005) ArcView permite:

- Mapeo de información con referencia espacial.
- Creación y edición de datos espaciales y atributivos.
- Desarrollo de análisis espacial.
- Acceso a bases de datos externas.
- Personalización con el lenguaje de programación *Avenue*.

ArcView fue utilizado en el proceso de desarrollo del visualizador, para complementar la integración de capas geográficas al archivo de mapa (*mapfile*), específicamente en el caso de las capas de tipo *shapefile*.

Quantum GIS

Quantum GIS o también conocido como *QGIS* es definido por la organización que lo desarrolló, como un Sistema de Información Geográfica (SIG) de código abierto, licenciado bajo *GNU - General Public License*. Se trata de un proyecto oficial de *Open Source Geospatial Foundation (OSGeo)*. Se ejecuta sobre plataformas diversas entre las que destacan *Linux, Unix, Mac OS X, Windows* y *Android*. Además soporta numerosos formatos y funcionalidades de datos vector, datos ráster y bases de datos.



Figura 12. Logo de la marca registrada.
Fuente: <http://www.qgis.org/es/site/>

El software proporciona una creciente gama de capacidades a través de sus funciones básicas y complementos. Puede visualizar, gestionar, editar y analizar datos y diseñar mapas imprimibles.

Proporciona características y complementos que, de acuerdo con la organización, se han dividido en seis categorías:

- Ver datos.
- Explorar datos y componer mapas.
- Crear, editar, gestionar y exportar datos.
- Analizar datos.
- Publicar mapas en *internet*.
- Extender funcionalidades QGIS a través de complementos del núcleo y externos.

Este software fue utilizado en el proceso de desarrollo del visualizador, para realizar la conexión entre la base de datos de PostgreSQL y MapServer. Específicamente se utilizó para generar los archivos de configuración con la estructura necesaria para que cada capa sea integrada al archivo de mapa de la aplicación.

Software manejador de Bases de datos geográficos

Una base de datos es una colección de archivos relacionados que permite el manejo de la información de alguna compañía. Cada uno de dichos archivos puede ser visto como una colección de registros y cada registro está compuesto de una colección de campos. Cada uno de los campos de cada registro permite llevar información de algún atributo de una entidad del mundo real. Un archivo de una base de datos también puede ser pensado como una tabla en la que

tenemos renglones y columnas, cada renglón correspondiendo a un registro del archivo y cada columna correspondiendo a un campo (Cruz, s/f: 2).

Por otro lado, un Sistema Manejador de Bases de Datos¹³ es, de acuerdo con lo planteado por Briseño (1997), un "conjunto de programas que sirven para administrar, controlar, acceder y manipular una base de datos" (Briseño, 1997: 20). En términos generales, un sistema de Bases de datos está compuesto por datos, *hardware*, *software* y usuarios. Para este apartado nos centraremos en el *software*, el cual es concebido por Cruz (s/f), como una capa denominada sistema manejador de base de datos (SMBD o *DBMS*), la cual se encuentra entre la base de datos física y los usuarios.

PostgreSQL

Uno de los manejadores o gestores de bases de datos más usados actualmente es *PostgreSQL*, el cual es un sistema de gestión de bases de datos objeto-relacional, distribuido bajo licencia *BSD* y con su código fuente disponible libremente.

De acuerdo con información de su página en español, *PostgreSQL* utiliza un modelo cliente-servidor y usa *multiprocesos* en vez de *multihilos* para garantizar la estabilidad del sistema. Un fallo en uno de los procesos no afectará el resto y el sistema continuará funcionando.



Figura 14. Logo de la marca registrada PostgreSQL.
Fuente: <http://www.PostgreSQL.org.es/>

PostgreSQL, al igual que muchas otras bases de datos, trabaja como servidor en un sistema cliente-servidor. El cliente hace una petición y obtiene una respuesta. Trabaja de la misma forma que *internet*, donde el navegador web del usuario es el cliente y el servidor web le envía la página web que ha solicitado.

¹³ También conocido como *Data Base Management System (DBMS)*.

En el caso de *PostgreSQL*, las peticiones se realizan en lenguaje *SQL* y la respuesta es generalmente una tabla de datos procedente de la base de datos. Es posible acceder a tablas espaciales en *PostgreSQL*, pero para ello se requiere una extensión o controlador que soporte datos espaciales.

PostGIS

El software *PostGIS* es una extensión al sistema de base de datos objeto-relacional *PostgreSQL*. Permite el uso de objetos SIG del tipo punto, línea, polígono, multilínea, multipuntos y colecciones geométricas (Martín: s/f).



Figura 15. Logo de la marca registrada *PostGIS*.
Fuente: <http://PostGIS.net/>

Las ideas de Morales (2016) señalan que, debido a que está construido sobre *PostgreSQL*, *PostGIS* hereda automáticamente sus características, así como los estándares abiertos. Algunas de las características que le hacen único son:

- *PostGIS* es software libre, tiene licencia *General Public (GPL)*, por lo que es gratuito.
- Es compatible con los estándares de *Open Geospatial Consortium (OGC)*, con el objetivo de facilitar el intercambio de información geográfica.
- Soporta tipos de datos espaciales, índices espaciales, y cuenta con cientos de funciones espaciales.
- Permite importar y exportar datos fácilmente a través de varias herramientas conversoras.
- Existe un gran número de clientes SIG de escritorio y servidores de mapas web que pueden trabajar con *PostGIS*.
- Es una alternativa real al software propietario, superándole en estabilidad y rapidez.

- Actualmente es la base de datos espacial de código abierto más ampliamente utilizada (Morales, 2016).

PostgreSQL y *PostGIS* fueron utilizados en el desarrollo del visualizador para el manejo de capas que contienen grandes volúmenes de información, especialmente para las capas generadas por el INAH, así como otras de instituciones externas.

Capítulo 2. Metodología

En este capítulo se expondrán las ideas principales del proceso que se siguió para el diseño, desarrollo e implementación del visualizador de datos geográficos. Dicha exposición se realizará de manera general, ya que se desarrollarán los temas con mayor detalle en el siguiente capítulo.

Aunque no es parte de este proceso, es conveniente mencionar la identificación de la problemática que propició el desarrollo de la aplicación (visualizador) que se presenta mediante este trabajo.

Ello consiste en la necesidad de contar con una herramienta ligera y amigable que permita al personal de la Subdirección de Catálogo y Zonas, la consulta de información contenida en el Sistema de Información Geográfica de los Monumentos Históricos Inmuebles (SIGMHI).

Éste último sistema, al estar sustentado sobre plataforma SIG puede ser consultado y manejado exclusivamente por personal con perfil académico especializado en dichos sistemas, por lo que la mayoría de los integrantes de la Subdirección al no contar con los conocimientos necesarios para el manejo de datos SIG no pueden acceder a la información que alberga.

Una vez identificado el problema, se planteó la posibilidad de desarrollar un visualizador de datos geográficos cuya manipulación se encuentre al alcance de todo el personal del área, lo cual implica:

- Considerar el perfil de los usuarios potenciales entre los que se encuentran arquitectos, historiadores, urbanistas e incluso estudiantes que realizan su servicio social en el área.
- Tener accesibilidad a una red internet.

- Garantizar que la información tenga la calidad y exactitud que los usuarios requieren.

De manera general, el desarrollo del visualizador se sustentó en las siguientes actividades:

1. Análisis de la situación actual del área.
2. Especificación de requerimientos.
3. Acopio y revisión de información relativa a publicación de datos geográficos mediante visualizadores.
4. Selección, recopilación e instalación de *software*.
5. Diseño y arquitectura de la aplicación.
6. Diseño e integración de la base de datos geográfica.
7. Programación de la interfaz y código fuente.
8. Pruebas de funcionamiento en el servidor local.
9. Documentación.
10. Propuesta de implementación en la Subdirección de Catálogo y Zonas.

1. Análisis de la situación actual del área.

Es la primera fase del desarrollo. Analizar la situación actual del área es indispensable, pues es a partir de este análisis que pueden identificarse tanto las necesidades como los recursos con que se cuenta.

Con base en ello se establecen las condiciones a partir de las cuales se iniciará el desarrollo del visualizador y el contexto en el cual operará esta aplicación.

2. Especificación de requerimientos.

Esta etapa del proceso pretende identificar cuales son los componentes informáticos específicos necesarios para el desarrollo del visualizador de datos geográficos.

3. Acopio y revisión de información relativa a la publicación de datos geográficos mediante visualizadores.

En toda investigación es preciso realizar una revisión exhaustiva y el acopio de los documentos pertinentes para sustentar los conocimientos precisos acerca del tema de interés.

En este caso se destaca la investigación en relación al tema de visualizadores de información geográfica ya que es el tema central del desarrollo, sin embargo, la investigación documental incluyó otras áreas y temas que es necesario conocer para entender los motivos y condiciones en que se propone el desarrollo de esta aplicación.

4. Selección, recopilación e instalación de *software*.

Esta fase del desarrollo es la que determina que programas y herramientas informáticas, geotecnológicas y de diseño van a ser utilizadas para el desarrollo del visualizador.

Además de seleccionar las herramientas, esta etapa implica recabar información relativa a los procesos de instalación de dichas herramientas.

Finalmente culminará con el proceso mismo de la instalación de paquetería y *software* y preparación del equipo que soportará la aplicación de visualización.

5. Diseño y arquitectura de la aplicación.

En general en todas las etapas, pero especialmente en esta, fue indispensable considerar la primera, en la que se destacan las necesidades del área y los requerimientos planteados para una aplicación que pueda dar respuesta a éstas.

En esta etapa, se llevarán a diseño las necesidades identificadas durante el análisis de la situación actual del área. Para ello se considera el diseño de un conjunto de cualidades y capacidades que constituirán la arquitectura del visualizador. Se diseña también la interfaz que se comunicará con el usuario y la forma en que ésta se comunicará con la base de datos. Es preciso considerar que, durante el desarrollo de las actividades, la idea original podrá irse enriqueciendo para cumplir con el cometido planteado al principio.

6. Diseño e integración de la base de datos geográfica.

Esta etapa se enfoca en establecer qué datos geográficos van a ser integrados a la aplicación. De inicio, es la razón de ser de este desarrollo, ya que el objetivo principal, parte de la necesidad de poner al alcance de diversos usuarios la información geográfica sobre el patrimonio histórico contenida en la base del SIGMHI, y con ello fortalecer ese proyecto al disminuir la carga de trabajo.

7. Programación de la interfaz y código fuente.

Esta etapa sustenta la parte medular del desarrollo, ya que es en la que se construyen la interfaz, las bases de datos y las funcionalidades de la aplicación. El resultado de ello es el código fuente de la versión definitiva, el cual sin duda transitará por un proceso de adaptación y modificación para alcanzar los objetivos deseados.

8. Pruebas de funcionamiento en el servidor local.

Se ha planteado esta etapa para realizar las pruebas necesarias para observar y evaluar el funcionamiento de la aplicación. Se plantea llevarlo a cabo desde dos puntos de vista: uno de los cuales será el punto de vista del programador o desarrollador, y el segundo, será el del usuario potencial.

9. Documentación.

En este proyecto, la documentación se enfocará en la elaboración de un sencillo manual de usuario del visualizador de información geográfica del SIGMHI a fin de proveer los conocimientos puntuales que los usuarios potenciales requerirán para realizar la manipulación de la aplicación. Este se presentará como parte de los anexos de este documento.

10. Propuesta de implementación en la Subdirección de Catálogo y Zonas.

Esta etapa será la culminación del proceso y consiste en liberar la aplicación entre el personal de la Subdirección de Catálogo y Zonas para que pueda ser utilizada en actividades que se desarrollan en el área. Su planeación se realizará en coordinación con el subdirector del área a fin de establecer la pertinencia de uso entre el personal diverso propiciando una planeación estratégica para mejor aprovechamiento del recurso.

Capítulo 3. Desarrollo del visualizador

En el capítulo anterior se expusieron brevemente las actividades que sustentan el desarrollo de esta aplicación, en este se abordarán con mayor detalle todos los puntos que explican el diseño y la implementación del visualizador de datos geográficos como una aplicación informática propiamente dicha.

Se trata de diferentes procesos que dieron como resultado final, la implementación de un visualizador de información geográfica que podría ser consultado vía *intranet* en la Subdirección de Catálogo y Zonas. Dicho proceso incluye desde el análisis de necesidades y situación actual del área, la recopilación e integración de datos geográficos de variada índole y diversas fuentes, clasificados para este desarrollo como cartografía base, su homologación e integración con la información geográfica contenida ya en el SIGMHI mediante archivos del tipo *shapefile*, así como la integración de una base de datos espacial contenida en tablas a través de un manejador de bases de datos.

Incluye también el diseño y programación de la interfaz gráfica para la publicación de los datos ya mencionados, a partir de una aplicación de mapas, así como el proceso para añadir los datos geográficos en el orden y contexto en que se desea presentar.

Finalmente, el proceso integra una etapa de pruebas de funcionamiento y desempeño de las herramientas del visualizador, así como la propuesta de implementación en el área.

Adicionalmente se planteó elaborar la documentación de apoyo para el uso de la aplicación, mediante un sencillo manual de usuario que se presenta en el anexo 1.

Análisis de la situación actual del área.

El análisis de la situación actual del área se enfocó en dos vertientes: primero, conocer las necesidades de la subdirección para diseñar la aplicación a la medida del objetivo principal (poner al alcance del personal la información geográfica sobre el patrimonio histórico de México); en segundo lugar, se analizó la información con que cuenta el SIGMHI, ya que es la información que se requiere poner a disposición de los usuarios.

Para la realización de este análisis se identificaron los usuarios potenciales a partir del flujo de actividades cotidianas que se desarrollan en la subdirección, las cuales van desde una simple consulta sobre qué municipios han presentado trabajos de catalogación, hasta la necesidad de conocer la posible afectación al patrimonio histórico por la ejecución de determinado proyecto.

Estos cuestionamientos son expuestos por prácticamente todo el personal de la subdirección, aunque en mayor medida por el subdirector de Catálogo y Zonas en función de sus actividades y de las solicitudes externas de información que el área recibe constantemente.

Con base en ello, se requiere que la aplicación cuente con las siguientes características generales y específicas:

- El desarrollo y la implementación del visualizador se hará utilizando *software* libre y de código abierto.
- El visualizador tendrá la finalidad de proporcionar los medios de acceso, consulta y análisis del acervo de datos geográficos sobre el patrimonio histórico que administra la CNMH .

- Que la aplicación pueda operar como un sistema central de base de datos geográfica accesible para los actores que el área determine.
- Deberá ser capaz de soportar el almacenamiento de datos geográficos en dos formatos: *shapefile* y a partir de conexión a base de datos *PostGIS*.
- Debe contar con una interfaz gráfica amigable que permita al usuario desplegar e interactuar con los datos geográficos y alfanuméricos que éstos vinculen.
- Debe contar con un administrador de proyecto que conozca la arquitectura y funcionamiento.
- Deberá permitir su actualización periódica por parte del administrador del proyecto.

En cuanto a la información, la CNMH se ha dado a la tarea de generar, organizar y clasificar el acervo de información sobre el patrimonio histórico de México, el cual constituye el marco de referencia espacial de la aplicación que se presenta con este trabajo.

Dicha información compilada en la base de datos del SIGMHI, se compone principalmente con archivos geográficos (*shapefile*) sobre el *Catálogo Nacional de Monumentos Históricos* (municipios con actividades de catalogación y fichas de catálogo, muchas de las cuales coinciden con un folio real de *Monumento Histórico Registrado*), se cuenta también con *shapefile* de *Zonas de Monumentos Históricos*, así como información base que producen otras instituciones pero que es necesaria para el análisis del contexto en que se ubica el patrimonio histórico de México. En el apartado correspondiente se detallan las capas que contienen estos datos y que fueron adicionadas al visualizador.

Especificación de requerimientos

El segundo punto del proceso se enfoca en los requerimientos para el desarrollo de la aplicación. Se destacan diversos *software* que facilitan las actividades de homologación y preparación de los datos para su publicación, el almacenamiento de los datos geográficos, el diseño de la forma en que se presentarán los datos (interfaz gráfica), la comunicación entre la base de datos geográfica y la interfaz gráfica, así como la presentación de los datos al usuario.

Los siguientes son en términos generales, los principales recursos informáticos que se utilizaron para el desarrollo del visualizador:

- *Software SIG de escritorio (ArcGIS [ArcInfo] 10.0, ArcView 3.2, QGIS 1.8.0).*
- *Software manejador o gestor de bases de datos (PostgreSQL 9.5 y PostGIS 2.2).*
- *Software de edición (PHP Editor 2.22).*
- *Software servidor de mapas (MapServer 3.0.6).*
- *Software servidor web (Apache 2.2.22).*
- *Framework (p.mapper 4.4.0).*

Acopio y revisión de información relativa a la publicación de datos geográficos mediante visualizadores

En cuanto al acopio y revisión de información relativa a la publicación de datos geográficos mediante visualizadores, éste fue realizado en dos etapas. La primera de ellas se llevó a cabo en un principio y se enfocó en conocer las experiencias de otras instituciones en el tema, en identificar las alternativas existentes y seleccionar la más apropiada para el caso concreto que se desea

desarrollar. En una siguiente etapa, fue preciso ahondar el conocimiento enfocándose en ciertos temas muy particulares en función de los problemas que se fueron presentando sobre la marcha. Gran parte de esta información fue vertida en el capítulo anterior en el tema de los conceptos.

Selección, recopilación e instalación de *software*

Para desarrollar esta aplicación, se optó por utilizar la mayor cantidad de herramientas de *software* libre o de código abierto posible. Esta característica permite que dicho *software* sea utilizado, y modificado libremente para adaptarse a las necesidades del proyecto particular.

No obstante, también se llevó a cabo el uso de *software* propietario o privativo (*ArcGIS [ArcInfo] 10.0* y *ArcView 3.2*), ya que se cuenta con las licencias para su uso en la Subdirección de Catálogo y Zonas.

En el caso del *software* libre, existe ya un amplio desarrollo, el cual ofrece una cantidad muy variada de posibilidades. Por ello, la selección se basó en una serie de cuestionamientos en relación al nivel de documentación que existe sobre cada uno, las características de la comunidad que los desarrolla y usa, así como la evaluación de proyectos desarrollados con dicho *software*.

A partir de ello se consideró como la mejor alternativa la combinación de *MapServer (open source)* para servir los mapas a partir de consultas que el usuario realizará a la base de datos, *QGIS (open source)*, *ArcView* (propietario) y *ArcGIS (ArcInfo)* (propietario) para preparar la información para publicar, *PostgreSQL* y *PostGIS (open source)* para manejar las bases de datos tabulares y traducir a espaciales, así como *PHP Editor (open source)* para editar los archivos de programación y *p.mapper (open source)* que presentará los datos al usuario con la ayuda del servidor web *Apache (open source)*.

Las características de los componentes y versiones seleccionados se muestran a continuación:

Tabla 1. Principales componentes instalados para el desarrollo de la aplicación.

Software	Tipo	Utilidad en la aplicación
ArcGIS (ArcInfo) 10.0	Propietario	SIG de escritorio
ArcView 3.2	Propietario	SIG de escritorio
QGIS 1.8.0	Open Source	SIG de escritorio
PostgreSQL 9.5	Open Source	Sistema Manejador de Bases de Datos (SMBD)
PostGIS 2.2	Open Source	Extensión del SMBD para datos espaciales.
PHP Editor 2.22	Open Source	Software de edición de archivos PHP
MapServer 3.0.6	Open Source	Servidor de mapas
Apache 2.2.22	Open Source	Servidor web
p.mapper 4.4.0	Open Source	Interfaz de usuario

Fuente: elaboración propia.

Para iniciar el proceso de recopilación e instalación de los componentes necesarios, cabe hacer mención que el área ya contaba con los primeros dos *software* presentados en la tabla anterior, por lo que la instalación de ellos no fue realizada como parte de este desarrollo.

Quantum GIS

En el caso de *Quantum GIS* o *QGIS*, este *software* se obtuvo de su sitio web oficial en *internet*, el cual, al momento de la consulta se ubicó en la siguiente dirección electrónica: <http://www.qgis.org/es/site/>. Una vez descargada la versión que se consideró la más apropiada (1.8.0) se procedió a realizar su instalación de acuerdo a lo siguiente:

Ejecutar el archivo *setup.exe* y seguir las instrucciones. En el caso que nos ocupa se optó por la instalación avanzada, y al finalizar esta, se revisó el correcto funcionamiento del programa.



Figura 16. Inicio de la aplicación QGIS.
Fuente: *software Quantum GIS Desktop (1.8.0)*.

PostgreSQL y PostGIS

Los siguientes programas a instalar son *PostgreSQL* y *PostGIS*, los cuales pueden ser instalados en secuencia o instalarse por separado, en este caso, se optó por la primera de las opciones.

Se iniciará primero con la instalación de *PostgreSQL*, que se obtuvo de su página oficial en internet ubicada en la dirección electrónica: <https://www.PostgreSQL.org/download/>

Se descargó la versión 9.5 y se instaló a partir de un instalador fácil (*one click installer*) el cual está diseñado para facilitar la instalación. Dicho instalador compila una versión del software, los programas clientes por defecto y el cliente gráfico *PgAdminIII*, todos ellos necesarios para el buen funcionamiento del paquete.

Durante la instalación es preciso crear un super-usuario y una contraseña, así como indicar el puerto de escucha para trabajar con el software. Instalamos de acuerdo a la configuración regional por defecto, y al finalizar la instalación permitimos iniciar el asistente (*stack builder*) para descargar e instalar otros complementos del software. En este caso se instaló la extensión espacial (*Spatial Extensions*) *PostGIS* 2.2 para *PostgreSQL* 9.5. Finalizado el proceso, se realiza la comprobación de la correcta instalación.



Figura 17. Inicio de la aplicación *PgAdminIII*.
Fuente: software *PgAdminIII*.

PHP Editor

Adicionalmente se requiere un software mediante el cual se puedan realizar las tareas de edición y adaptación de diversos archivos para el diseño de la aplicación. Para ello, se optó por *PHP Editor 2.22* que se descargó de la dirección electrónica: <https://php-editor.uptodown.com/Windows/descargar>. La instalación es intuitiva y rápida. Una vez instalado se procedió a revisar el funcionamiento del programa.

MapServer y Apache

Como vimos en el Capítulo 1, *MapServer* requiere otros componentes para funcionar correctamente. Por ello se optó por utilizar el paquete de instalación *MapServer for Windows (MS4W)*, el cual instala un ambiente pre-configurado que conjunta un servidor Web (*Apache*), así como una completa instalación de *PHP5*, *MapServer CGI* y *MapScript*, para poder trabajar con el *Framework p.mapper* el cual está programado mediante *PHP/MapScript*. Adicionalmente incluye todas las librerías necesarias para el soporte de información geográfica como *GDAL* que permite la lectura y escritura de datos geoespaciales, y *PROJ.4* necesaria para el tratamiento de proyecciones cartográficas en la aplicación.

Existen diversas versiones del paquete, por lo que será necesario seleccionar la opción más apropiada para el proyecto que se desea implementar. Para obtenerlo se consulta la página web: <http://ms4w.com/index.HTML> y se descarga la versión deseada. Se inicia la instalación que, como en los casos anteriores, es bastante intuitiva y fácil. Se acepta la licencia y se seleccionan los componentes que se van a instalar. Es preciso que se instale en la raíz de disco y no en Archivos de programa.

Adicionalmente se debe elegir el puerto de comunicación, el cual por defecto es 80, pero si ya se cuenta con un puerto configurado se podrá cambiar para evitar problemas de colisión de puertos.

Una vez instalado, debe revisarse que se haya creado en la raíz del disco una carpeta llamada *ms4w* y que al invocar el servidor desde un navegador web se obtenga una respuesta como la de la siguiente figura.

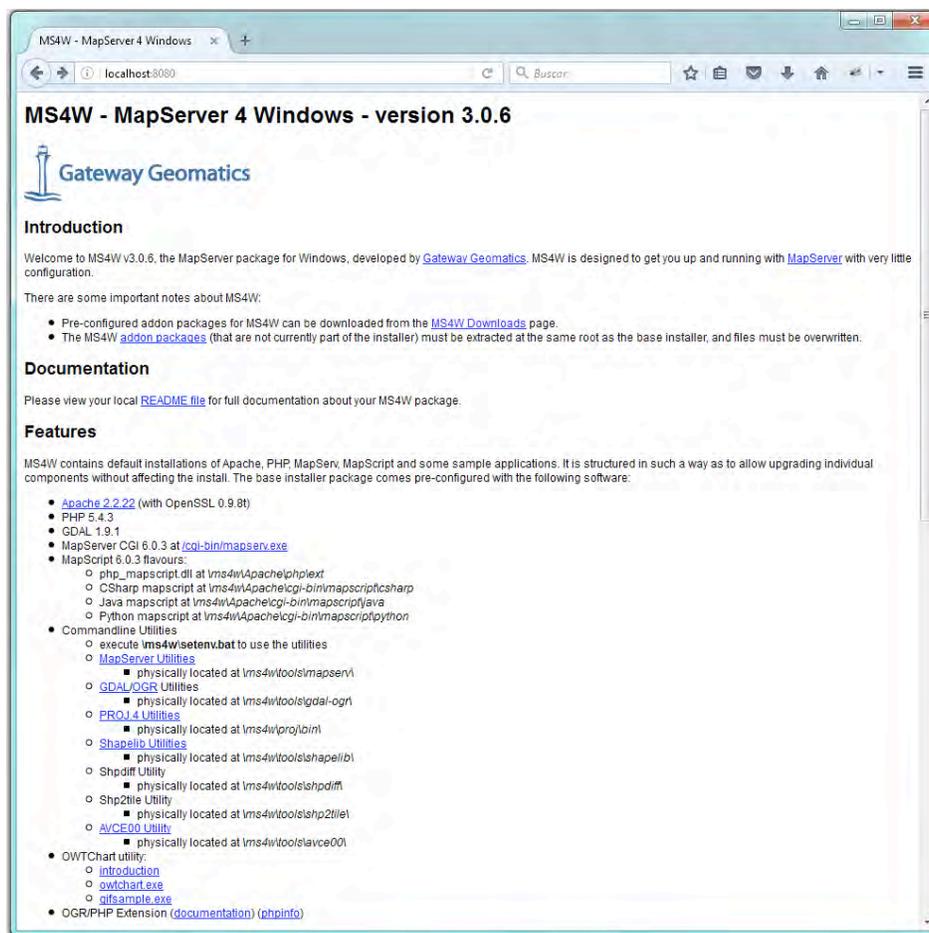


Figura 18. Comprobación de funcionamiento del paquete MapServer 3.0.6 a partir del puerto seleccionado.

Fuente: Paquete MS4W.

p.mapper

Finalmente, es preciso instalar una aplicación que facilite la publicación de los datos geográficos y que realice las funciones de interfaz de usuario. Para ello se ha seleccionado *p.mapper*, el cual es un cliente ligero para MapServer que ha sido ampliamente utilizado para la publicación profesional de datos geográficos a través de la web.

Se obtuvieron diversas versiones desde el sitio oficial de esta aplicación, también llamada *framework p.mapper*, lo cual se realizó consultando: <http://www.pmapper.net/download.shtml>, pero al final se optó por utilizar la versión 4.4.0, por presentar mejor desempeño y estabilidad en las pruebas.

Para instalar es preciso descomprimir la carpeta de la aplicación y copiar las tres carpetas que ésta contiene, a la carpeta de instalación del paquete ubicada en la raíz de disco, optando por la opción de "combinar", ya que esas carpetas ya existen. Completado este proceso se debe reiniciar el servidor local e iniciar la aplicación.

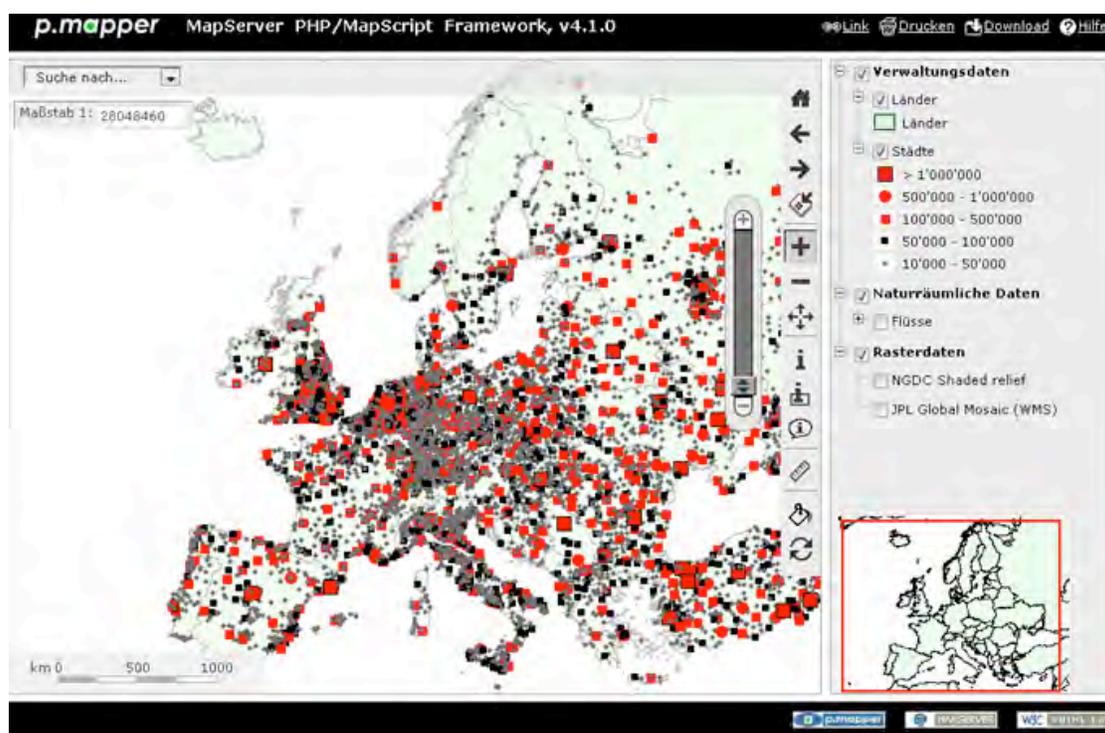


Figura 19. Vista general del demo aplicación *p.mapper*.
Fuente: *p.mapper*.

Es importante considerar que el demo de la aplicación *p.mapper* está configurado para mostrar información de Europa, por lo que es preciso realizar las adecuaciones y configuraciones necesarias para implementar la aplicación a la medida del proyecto deseado.

Para el desarrollo de este visualizador hemos señalado que el marco geográfico es el contexto nacional de México, por lo que es necesario cambiar diversos datos a los archivos de configuración del *framework* para visualizar el contenido y área geográfica de interés.

Diseño y arquitectura de la aplicación

En diferentes secciones anteriores se ha mencionado la información que se pretende poner a disposición de diversos usuarios para complementar los aportes del SIGMHI a la Subdirección de Catálogo y Zonas. Se trata principalmente de información georreferenciada del patrimonio histórico de México, y un grupo de capas complementarias que permiten dotar de información contextual al mismo.

Para lograr lo anterior, el visualizador contará con los siguientes elementos:

- Área de despliegue
- Mapa de referencia
- Tabla de contenido
- Herramientas
- Conexión a sitios de interés

Interfaz del visualizador: contexto general

El visualizador estará alojado en un servidor local para pruebas de desempeño y funcionamiento inicial, una vez comprobada su eficiencia se evaluará la pertinencia de su instalación en un servidor específico para un óptimo funcionamiento en caso de que se desee ampliar el número de usuarios.

La interfaz es sencilla e intuitiva, permitiendo su consulta por parte de usuarios que no disponen de amplios conocimientos en temas o *software* SIG. Cuenta

con una pleca o *banner* que incluye los logos institucionales para dotarlo de una apariencia acorde al marco institucional.

Inicia a una escala que muestra el país completo y a partir de ello se podrá manipular de acuerdo a los intereses de cada usuario. Además, tanto las ligas a sitios de interés, como las plantillas de impresión, o resultados de consulta se presentan en pestañas o ventanas nuevas para no perder las consultas y áreas de navegación ya seleccionadas.

Área de despliegue

Esta sección es el área donde se muestra la información geográfica propiamente dicha. El área de despliegue o *mapframe* debe ser suficientemente grande como para presentar de manera adecuada la información, sin menoscabo de los demás elementos que componen al visualizador. Dentro de ella se incluye un elemento gráfico que muestra la proporcionalidad de la escala.

Mapa de referencia

Este elemento está compuesto de un mapa general que muestra mediante un rectángulo o una cruz (según la escala), el sitio del mapa actual. Su importancia radica en que informa al usuario de manera gráfica el sitio de navegación en el mapa, así como la aproximación a la escala de visualización de los datos.

Tabla de contenido

La tabla de contenido es el espacio destinado para mostrar las capas que se incluyeron en el visualizador. Este espacio muestra las capas geográficas de acuerdo a la clasificación adoptada para un mejor uso de los datos. Dichas

capas se encuentran apiladas y cada una cuenta con su propia simbología para interpretar sus atributos.

Se realizaron configuraciones al código fuente para permitir a la aplicación la posibilidad de contraer y desplegar las categorías y las capas de acuerdo con las necesidades del usuario. Así mismo, una transparencia en ciertas capas fue configurada por defecto, sin embargo, será posible que el usuario ajuste el nivel de transparencia que mejor le convenga con unos sencillos pasos, gracias a una de las herramientas añadidas.

Lo más recomendable en una aplicación de este tipo, es que se utilicen nombres cortos en las capas, o bien, sus abreviaturas a fin de que ésta sección ocupe el menor espacio posible, sin embargo, en el caso que presentamos, se trató de dar claridad en las capas por lo que algunos de los nombres son un poco largos.

Herramientas

La sección de herramientas está destinada a contener los botones que accionan las principales funcionalidades de la aplicación. Dichas funcionalidades se presentan en dos secciones separadas.

La primera de ellas reúne las herramientas más básicas del visualizador, tales como zoom (acercar y alejar el mapa), identificar algún elemento o medir distancias y áreas.

La segunda está ubicada en la parte superior del visualizador y cuenta con botones para imprimir y descargar el mapa, activar la sección de ayuda, así como una liga que conecta a la página del desarrollador del *framework p.mapper*.

Conexión a sitios de interés

Se agregó al visualizador una sección para incorporar ligas a sitios que se considera pueden resultar interesantes para complementar la consulta del visualizador. Se trata de los sitios oficiales del Instituto Nacional de Antropología e Historia, la Coordinación Nacional de Monumentos Históricos y el Catálogo Nacional de Monumentos Históricos.

Adicionalmente, dos componentes están situados fuera de las secciones antes descritas, éstos son las coordenadas geográficas y la sección de búsqueda, ésta última se presenta mediante un combo.

En el caso de las coordenadas, se adaptó la configuración para que se muestren las coordenadas geográficas del puntero del *mouse*, cambiando lógicamente en función del desplazamiento de éste. En cuanto a la búsqueda, esa herramienta es indispensable para complementar la navegación y consulta a partir del contenido de las capas. Fue preciso configurar la búsqueda en los códigos necesarios para establecer que categorías de búsqueda están disponibles, así como las capas que pueden responder las consultas realizadas por el usuario.

Diseño e integración de la base de datos geográfica

Diseño de la base de datos

El visualizador de datos geográficos desarrollado permitirá poner a disposición de diversos usuarios la información geográfica relativa al patrimonio histórico de México que ya ha sido georreferenciado. Se trata de poco más de 30 000 fichas del *Catálogo Nacional de Monumentos Históricos Inmuebles*, 11 000 de las cuales también se encuentran registradas; 59 polígonos de *Zonas de Monumentos Históricos* declaradas; y una cobertura nacional por municipio que muestra los avances del Catálogo hasta la fecha de inicio de esta tesis.

Además de estos datos, contiene información básica del contexto nacional, así como información sobre riesgos en México.

Tabla 2. Clasificación de las capas geográficas agregadas al visualizador.

Categoría	Capa geográfica	Origen	Fuente
Información base	Límite internacional	WMS	Sitio web MapServer
	Sombreado del terreno	Shapefile	Elaboración propia
	Límite estatal	Shapefile	INEGI
	Límite municipal	PostGIS	INEGI
	Localidad urbana	PostGIS	INEGI
	Localidad rural	Shapefile	INEGI
	Vialidades	Shapefile	INEGI
	Vías del ferrocarril	Shapefile	INEGI
	Aeropuertos	Shapefile	INEGI
	Ríos	Shapefile	INEGI
	Cuerpos de agua	Shapefile	INEGI
	Curvas de nivel	Shapefile	INEGI
	Áreas naturales protegidas federales	Shapefile	CONANP
	Uso de suelo y vegetación	Shapefile	INEGI
Vegetación densa	Shapefile	INEGI	
Información de patrimonio cultural INAH	Avance del CNMH	PostGIS	INAH
	ZMH (polígonos)	PostGIS	INAH
	ZMH (localidad)	PostGIS	INAH
	CNMH fichas	PostGIS	INAH
Riesgos CENAPRED	Regionalización sísmica CFE	Shapefile	CENAPRED
	Grado de intensidad sísmica escala Mercalli	Shapefile	CENAPRED
	Tsunamis	Shapefile	CENAPRED
	Regiones con potencial de deslizamiento de laderas	Shapefile	CENAPRED
	Zonificación Geotécnica de la Ciudad de México	Shapefile	CENAPRED
	Volcán activo	Shapefile	CENAPRED
	Peligro por ciclón tropical	Shapefile	CENAPRED
	Índice de vulnerabilidad por inundación	Shapefile	CENAPRED
Servicios WMS INEGI	Ortofotos	WMS	INEGI
	Mapa digital: traza urbana	WMS	INEGI
	Mapa digital: calles	WMS	INEGI
	Mapa digital: servicios	WMS	INEGI

Fuente: elaboración propia.

Tal como se muestra en la tabla 2, la información ha sido almacenada en capas que se compilan en cuatro categorías según el tipo y naturaleza:

- Cartografía base
- INAH
- Riesgos
- Servicios WMS INEGI

Si bien, todas las capas son importantes para este visualizador, las relacionadas al patrimonio histórico son la parte medular, pues sustentan los resultados y avances del SIGMHI, mismos que se desea poner al alcance de diversos usuarios en un lenguaje accesible fuera de la plataforma SIG.

Debido a la relevancia de esta información para el área, presentaremos en las siguientes tablas los campos que cada una contiene y la información que compila.

Avance del Catálogo Nacional de Monumentos Históricos.

Esta capa integra, a partir de la división municipal del marco geoestadístico nacional del INEGI 2010, los avances en la catalogación de monumentos históricos a partir de los siguientes campos:

Tabla 3. Campos de la capa: *Avance del Catálogo Nacional de Monumentos Históricos por municipio.*

Nombre de la capa	Nombre del campo
Avance del Catálogo Nacional de Monumentos Históricos	Estado
	Municipio
	Condición
	Nivel de catalogación
	Año final del catálogo

Fuente: elaboración propia.

Localidades declaradas Zona de Monumentos Históricos.

Esta capa es la versión general de los sitios de México que cuentan con una *Zona de Monumentos Históricos* declarada por el Ejecutivo Federal.

Se conforma a partir de la información de localidades tanto urbanas como rurales que presenta INEGI en su marco geoestadístico nacional 2010, y se adicionaron algunos datos generales sobre la zona que representa cada localidad en los siguientes campos:

Tabla 4. Campos de la capa: *Localidades declaradas zonas de Monumentos Históricos*.

Nombre de la capa	Nombre del campo
Localidades declaradas Zonas de Monumentos Históricos	Nombre de zona
	Estado
	Municipio
	Localidad
	Clave de localidad
	Fecha de declaratoria
	Perímetros declarados

Fuente: elaboración propia.

Perímetros de Zonas de Monumentos Históricos declaradas.

Esta capa integra todos los perímetros establecidos en los 59 decretos de Zona de Monumentos Históricos emitidos hasta la fecha por el Ejecutivo Federal. Un gran número de zonas cuenta con un solo perímetro de protección, mientras que algunas otras fueron declaradas con dos y hasta diez perímetros.

Para su conformación se consultan los decretos y se interpreta la descripción del o los perímetros que cada uno de ellos describe, finalmente se generan los archivos geográficos correspondientes y se agrega la información de interés. El resultado es una capa que contiene la información que se menciona en la siguiente tabla:

Tabla 5. Campos de la capa: *Perímetros de zonas de Monumentos Históricos declaradas.*

Nombre de la capa	Nombre del campo
Perímetros de Zonas de Monumentos Históricos declaradas	Nombre de zona
	Estado
	Municipio
	Localidad
	Fecha de declaratoria
	Perímetros declarados
	Perímetro
	Folio real de registro
	Área protegida según decreto
	Detalles de perímetro

Fuente: elaboración propia.

Fichas del Catálogo Nacional de Monumentos Históricos georreferenciadas.

El *Catálogo Nacional de Monumentos Históricos Inmuebles*, es el tema de mayor importancia para el SIGMHI, ya que las actividades de éste, persiguen la continua georreferenciación de las cerca de 100 000 fichas que hasta la fecha compila el catálogo de monumentos, que genera desde hace varias décadas el INAH.

Debido al gran universo de inmuebles históricos distribuidos en todo el territorio nacional, el trabajo de catalogación ha transitado por un continuo proceso de evolución, que aún hoy en día plantea más cambios. Una etapa de ese proceso es la compilación de fichas en formatos análogos primero e informáticos después. Este último, a lo largo de los años se ha realizado mediante diversas bases de datos en función de la tecnología y los medios disponibles, por lo que se conocen al menos tres de ellas.

Debido a esta problemática y al análisis de las diferentes bases de datos existentes, se llegó a la conclusión de que, la que más fichas compila es la

base implementada sobre plataforma *4th Dimension software*, el cual es un sistema de gestión de base de datos relacional.

Esta base compila la mayor cantidad de fichas que se encuentran en base de datos digital, por lo que el SIGMHI realiza la georreferencia de las fichas a partir de la información de esta base (*4th Dimension*), siguiendo la metodología planteada por Lerma (2016).

Mediante esta metodología, se consulta cada una de las fichas de Catálogo (ver anexo 2), de la que interesan especialmente los datos de localización a partir del domicilio del inmueble. En dicha sección se podrá identificar en un primer momento la entidad, el municipio o delegación y la localidad. En este punto, se consulta la cartografía vectorial con que se cuenta, y de acuerdo con lo que plantea Lerma, el escenario ideal inicia con el catastro de la localidad de que se trate, sin embargo en la práctica, un mínimo porcentaje de municipios cuenta con esta información y de ellos, muy pocos la comparten. Considerando lo anterior, esta limitación se subsana consultando la Cartografía geoestadística Urbana producida por el INEGI.

Seguidamente se localiza la calle y el número, con lo que se tendrá la ubicación del inmueble. Variadas herramientas adicionales permiten validar que se trata de la ubicación correcta, algunos casos son el SIG *Ciudad MX* de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda (SEDUVI) para el caso de inmuebles de la Ciudad de México, el *Mapa Digital de México* desarrollado también por INEGI o las aplicaciones de Google (*Google Earth* y *Google Maps*) con su visualización a pie de calle *Street View*, por mencionar algunos.

Una vez validada la ubicación del inmueble, se procede a registrarlo a partir de un polígono (cuando se cuenta con el catastro), o de un punto (cuando se carece de ese elemento).

El resultado es la conformación de una capa shapefile de puntos o polígonos, cada uno de los cuales, representa a una ficha de Monumento Histórico, que contiene toda la información alfanumérica que se almacena en la base de datos origen *4th Dimension*. En términos generales, el proceso implica llevar a expresión gráfica y espacial la información compilada en el Catálogo de Monumentos.



Figura 20. Base de datos del Catálogo Nacional de Monumentos Históricos en plataforma *4th Dimension*.

Fuente: *4th Dimension* server CNMH.

A partir del proceso anterior se creó esta capa, que es la más nutrida de todas, y tras una fase de homologación, compila los cerca de 30 000 puntos que detallan la ubicación de fichas del *Catálogo Nacional de Monumentos Históricos Inmuebles* georreferenciadas hasta la fecha de integración de los datos para este visualizador.

Por el momento se integran en una sola capa y los campos que se consideró indispensable agrupar son los contenidos en la base de datos del CNMHI *4th*

Dimension, más algunos otros generados durante el proceso de ubicación y validación de la información de cada ficha. Dichos campos son los que se muestran a continuación en la tabla 6:

Tabla 6. Campos de la capa *Fichas del Catálogo Nacional de Monumentos Históricos*.

Nombre de la capa	Nombre del campo
Fichas del Catálogo Nacional de Monumentos Históricos	Clave base 4thD
	Folio real de registro
	Estado
	Clave de estado
	Municipio
	Clave municipio
	Localidad
	Clave de localidad
	Observaciones SIGMHI
	Folio PagINAH
	Municipio según base
	Localidad según base
	Colonia o barrio
	Domicilio
	Referencia
	Nombre del conjunto
	Nombre del monumento
	Uso original
	Uso actual
	Siglo XVI
	Siglo XVII
	Siglo XVIII
	Siglo XIX
	Siglo XX
	Régimen de propiedad
	En ZMH
	En decreto
	Número en decreto
Nombre en decreto	

Fuente: elaboración propia.

Integración de la base de datos

Para la integración de la base de datos se realizaron diversos procesos apoyados de diferentes programas.

Haciendo una acotación, recordemos que gran parte de la información sobre el patrimonio histórico de México ya había sido generada como parte de las actividades cotidianas desarrolladas en el proyecto SIGMHI con base en la metodología planteada por Lerma (2016), por lo que la generación propiamente dicha no forma parte de estos procesos.

Los procesos a que se refiere esta etapa del desarrollo de la aplicación inician con la necesidad de homologar una gran diversidad de capas de fichas catalogadas y *Zonas de Monumentos Históricos* que ya se tenían en la base que integra el SIGMHI, por lo que fue preciso generar cuatro *shapefiles* relativos al patrimonio histórico con apoyo del software privativo *ArcGIS 10.0*: avance del *Catálogo Nacional de Monumentos Históricos Inmuebles* por municipio, perímetros de *Zonas de Monumentos Históricos* declaradas, localidades declaradas *Zona de Monumentos Históricos* y fichas del Catálogo georreferenciadas.

Adicionalmente fue preciso realizar la preparación de las capas para integrarse al código fuente de la aplicación. Esta actividad se realizó mediante tres procesos diferentes: el primero de ellos se aplicó a algunas capas que forman parte de la información base e información sobre riesgos, y se enfoca en integrar estas capas como archivos *shapefile*. El siguiente proceso se orientó en preparar la información del INAH y algunas otras capas para integrarlas como bases de datos a partir de *PostgreSQL* y el último proceso consistió en generar algunas capas a partir de servicios de mapas web, mejor conocidos como servicios *WMS (Web Map Service)*.

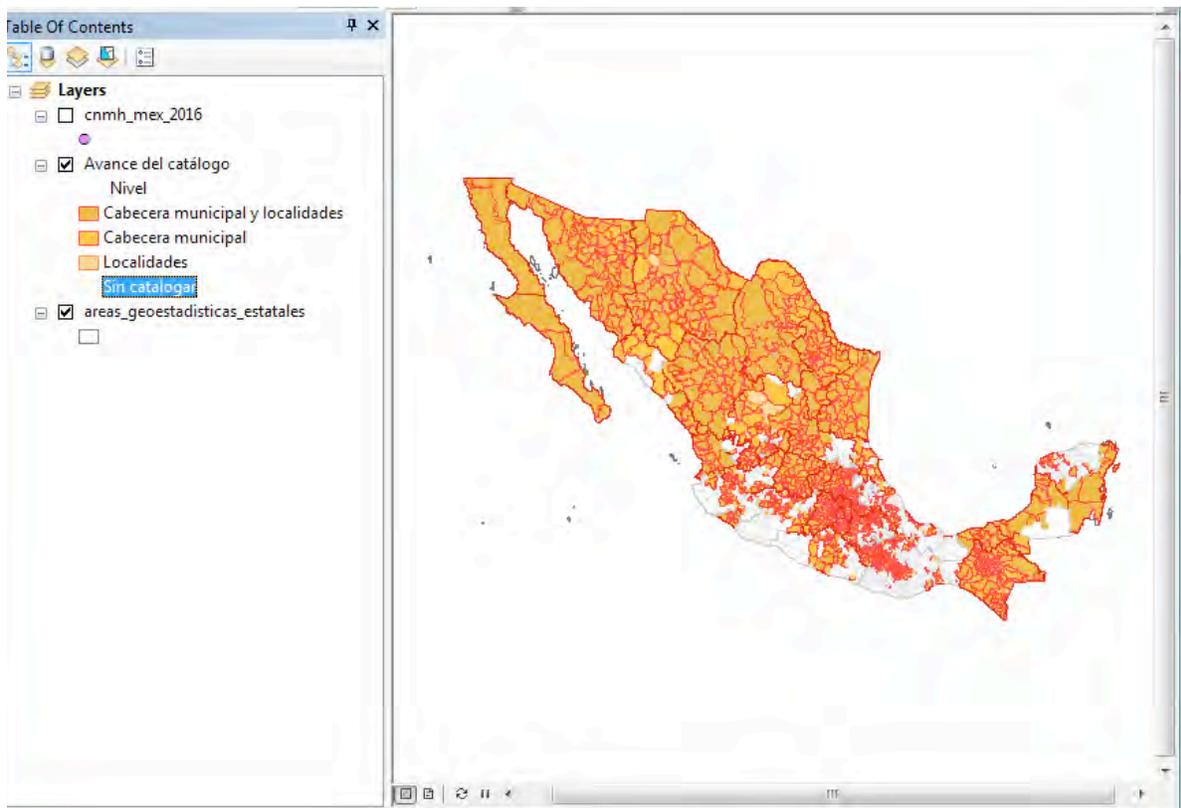


Figura 21. Proceso de homologación e integración de capa avances del CNMH por municipio.

Fuente: elaboración propia con uso de software ArcGIS (ArcInfo) 10.0.

Para la preparación e integración de los archivos *shapefile* se utilizó el software privativo ArcView 3.2 y su extensión *avMapper*. Por medio de ellos se asignó la apariencia deseada a las capas tanto en clases como en simbología, y posteriormente se generó la descripción de dichas características mediante archivos *.map* individuales que se integrarían posteriormente al archivo de mapa general o *mapfile*.

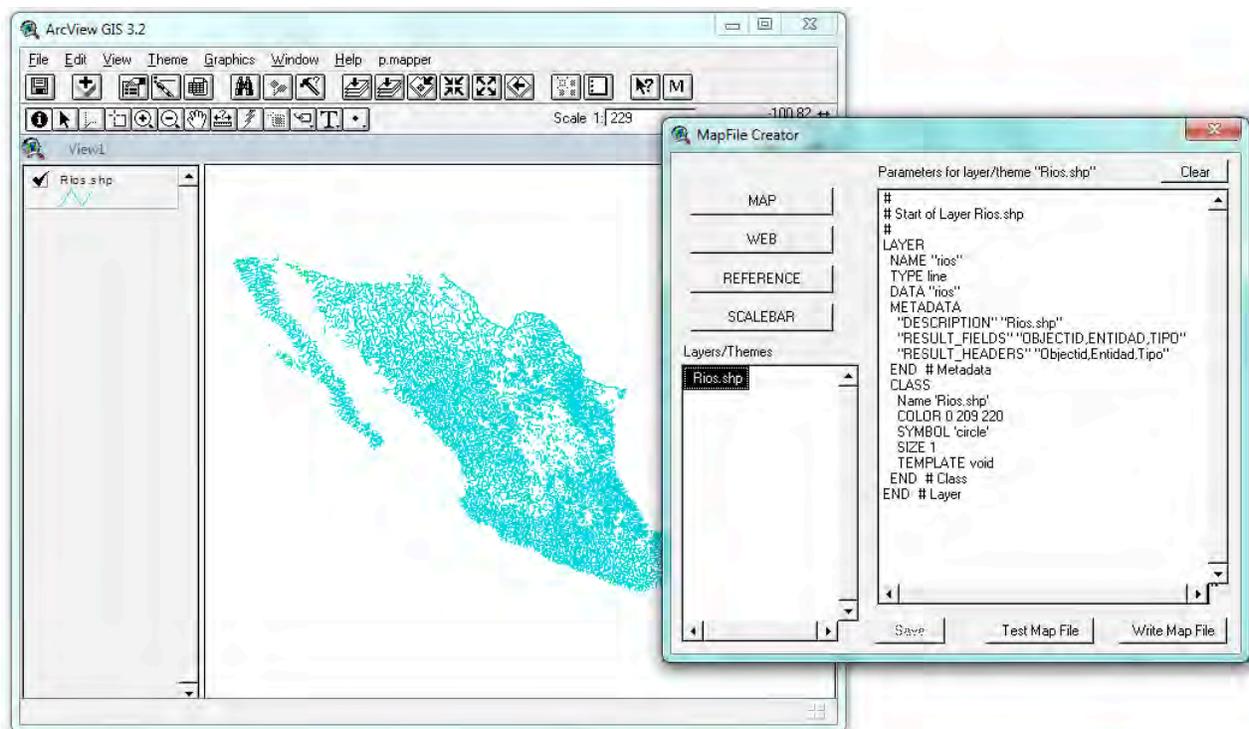


Figura 22. Preparación del *shapefile* Ríos en ArcView para su integración al *mapfile*.
Fuente: elaboración propia con uso de software ArcView 3.2.

Por otra parte, para la integración de la información como conexión a base de datos se utilizó el software PostgreSQL y su extensión PostGIS. El primer paso fue crear una base de datos, donde integrar toda la información, lo cual se realiza desde el programa PgAdmin III en el servidor local y utilizando el puerto establecido a la hora de la instalación de esta paquetería. Una vez creada la nueva base de datos se debe comprobar el funcionamiento refrescando la Database tal como se muestra en la figura 23.

Posteriormente se debe utilizar el componente PostGIS para importar la información de los *shapefile* origen a la base de datos recién creada en PgAdmin III de PostgreSQL. Mediante este proceso se integrarán todas las capas que se desee presentar en el visualizador como una conexión a base de datos, algunos ejemplos de capas añadidas se muestran en la figura 24.

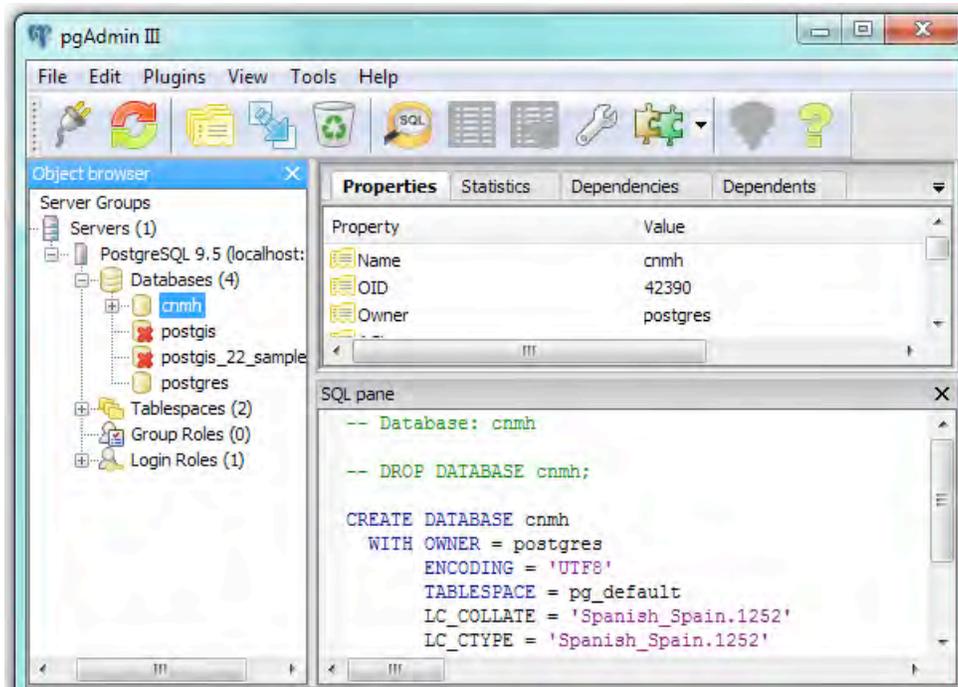


Figura 23. Existencia de nueva base de datos *cnmh* creada en PgAdmin III.
Fuente: software PgAdminIII.

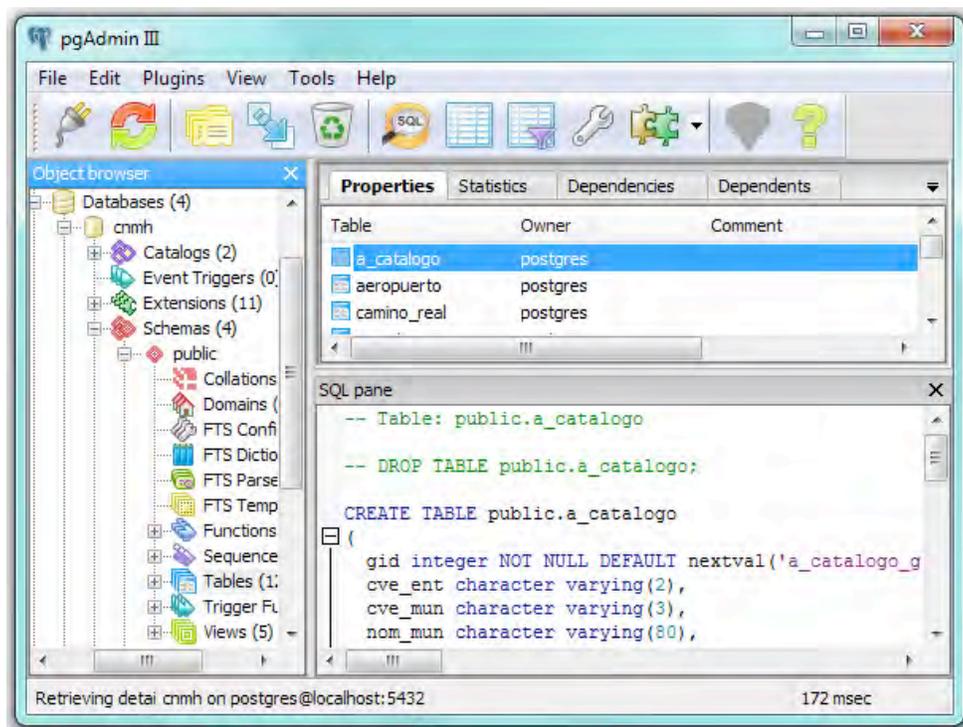


Figura 24. Tablas importadas desde *shapefile* a la base de datos *cnmh* creada en PgAdmin III.
Fuente: software PgAdminIII.

Una vez integrada la información de las capas a la base de datos, es preciso prepararla para integrarse al archivo de mapa de la aplicación (*mapfile*). Lo anterior fue realizado con ayuda del software SIG libre QGIS y su complemento *Export to MapServer*, mediante el cual se creó un proyecto para cada capa a integrar y se establecieron las características deseadas, desde el sistema de referencia hasta la simbología y colorimetría. Una vez establecidos estos elementos, se utilizó el complemento para exportar los parámetros de cada capa a formato de archivo de mapa, y cuando se crearon todos los archivos de mapa individuales, se integraron al *mapfile* de la aplicación.

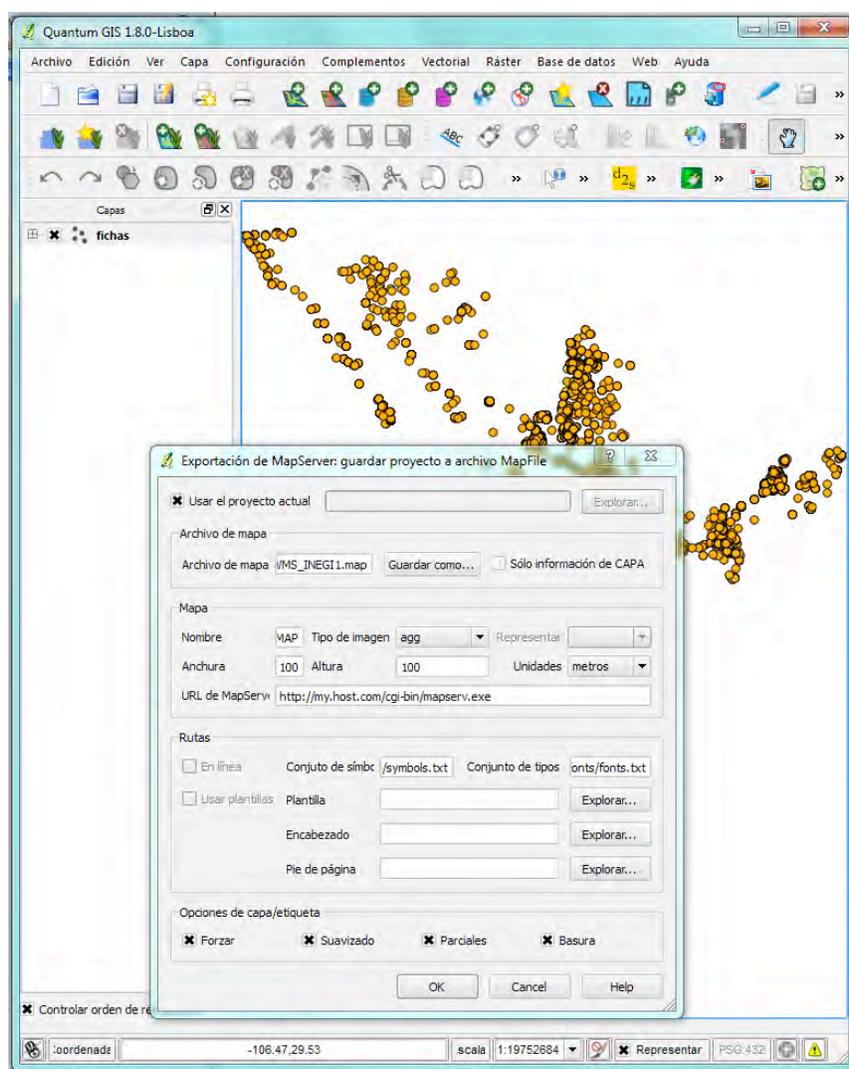


Figura 25. Proceso de elaboración de archivo *mapfile* para capa *PostGIS* desde QGIS.
Fuente: elaboración propia con uso de software *Quantum GIS Desktop* (1.8.0).

Y finalmente, para la integración de servicios WMS se utilizó el mismo método utilizado para la integración de capas PostGIS, es decir, el servicio se invocó desde el software SIG libre QGIS y a partir de ello se exportó el archivo .map, para posteriormente integrarse al mapfile general.

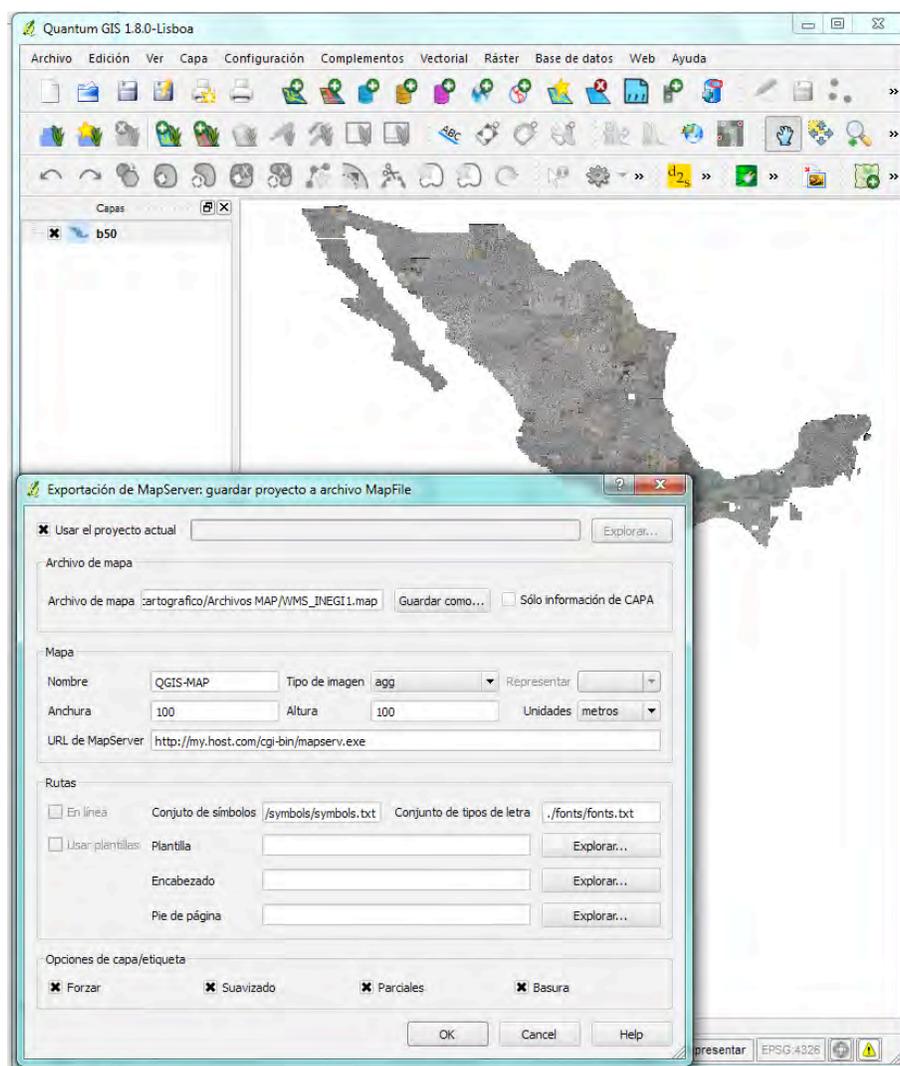


Figura 26. Proceso de elaboración de archivo *mapfile* individual para cada capa proveniente de servicio WMS desde QGIS.

Fuente: elaboración propia con uso de software Quantum GIS Desktop (1.8.0).

Realizados todos estos procesos de preparación e integración de las capas para presentarse en el visualizador, el siguiente paso fue adaptar el código fuente de la aplicación para poder consultarse mediante el *framework p.mapper*.

Programación de la interfaz y código fuente

En esta etapa se realizaron las adecuaciones necesarias a la aplicación para que contara con las cualidades y funcionalidades ajustadas a las necesidades del proyecto.

Primeramente, para la apertura del visualizador se creó una página de inicio diseñada en lenguaje *HTML* donde se mencionan los datos generales del visor y demás, se permite el acceso a la aplicación propiamente dicha.



Figura 27. Página de inicio que otorga el acceso al visualizador del SIGMHI.
Fuente: elaboración propia.

Al abrir esta página, se accede al visualizador dando clic en la imagen, esto lleva a una ventana emergente que muestra la aplicación. En el "Manual de usuario" (anexo 1) se explica y grafica el proceso de acceso y el uso de la aplicación.

Configuración del *framework p.mapper*

Como vimos casi al inicio de este capítulo, la aplicación *p.mapper* está configurada por defecto para visualizar el área de Europa, por lo que se requiere realizar diversos ajustes a fin de cambiar la zona geográfica primero y luego todos los parámetros de interés, así como las capas de información que el visualizador mostrará.

Esta aplicación funciona mediante un gran número de archivos y complementos, muchas veces dependientes entre sí, que hacen posible su funcionamiento. El principal de ellos para la etapa de configuración es el archivo *xxxx.map (mapfile)*, el cual realiza la tarea de comunicar al servidor con los datos.

Este archivo contiene todas las características del espacio de trabajo configuradas como objetos que definen, por ejemplo, las coordenadas extremas del área que será visible, las unidades del mapa, el sistema de referencia, los símbolos utilizados para presentar los datos, así como las capas de información.

Este archivo de mapa únicamente genera representaciones geográficas estáticas. Para poder llegar a tener representaciones dinámicas es preciso combinar este archivo con el de inicialización y el de plantilla, los cuales pueden estar incluidos en uno solo, generalmente llamado "*template*".

Otro archivo de la mayor importancia es el archivo de configuración, en el que se establecen las categorías y las capas que mostrará el visualizador, así como otras características de la aplicación como los formatos de salida de los datos (tabla *.csv*, archivo *shapefile*, archivo *.kml* e imágenes en formato *.jpg* y *.pdf*); las búsquedas que la aplicación permitirá, y el límite de resultados que será capaz de otorgar, entre otras cosas.

Todos estos parámetros son definidos por el desarrollador en función de las necesidades identificadas, por lo que se deben editar los archivos que por defecto incluye el demo de *p.mapper* instalado al inicio, hasta cubrir los requerimientos.

Archivo de mapa (*mapfile*)

La cabecera del mapa es la parte del *mapfile* que define los aspectos más generales del objeto *MAP* como la extensión del área geográfica que será visible, las unidades del mapa, la ubicación de los *shapefiles* que consultará, la ubicación de la librería de fuentes que podrán utilizarse, el formato de imagen en que se dibujará el mapa, así como la proyección. La siguiente figura muestra la sección *MAP* del *mapfile* del visualizador.

```
#
# Start of map file
#
MAP
EXTENT -120 12 -85 35

UNITS dd
SIZE 600 500
IMAGECOLOR 130 219 235
SHAPEPATH "../.../pmapper_demodata"
SYMBOLSET "../common/symbols/symbols-pmapper.sym"
FONTSET "../common/fonts/msfontset.txt"
RESOLUTION 96
IMAGETYPE png
INTERLACE OFF
#CONFIG "PROJ_LIB" "C:/proj/nad/"
PROJECTION
  "init=epsg:4326"
  #"proj=laea +lat_0=52 +lon_0=10 +x_0=4321000 +y_0=3210000 +ellps=GRS80 +units=m +no_defs no_defs"
END
```

Figura 28. Detalles del *mapfile*: objeto *MAP*.
Fuente: elaboración propia.

El objeto *WEB* es una sección del *mapfile* cuya tarea es definir el comportamiento de la interfaz *web*.

```

#
# Start of web interface definition
#
WEB
  TEMPLATE "map.html"
  IMAGEPATH "/ms4w/tmp/ms_tmp/"
  IMAGEURL "/ms_tmp/"
  METADATA
    # "MAPFILE_ENCODING" "ISO-8859-1"
    # "ows_title" "WMS Demo Server"
    # "ows_onlineresource" "http://wms.yourserver.org?owskey=test&"
    # "ows_srs" "EPSG:3035 EPSG:4326"
  END # Metadata
END # Web

```

Figura 29. Detalles del *mapfile*: objeto *WEB*.
Fuente: elaboración propia.

El objeto *REFERENCE MAP* es una sección del *mapfile* que establece las características que tendrá el mapa de referencia de la aplicación. Incluye el tamaño de este mapa de referencia, la extensión del área geográfica que mostrará, misma que se relaciona con la del objeto mapa, y la definición del objeto que indicará el área seleccionada al navegar.

```

#
# Start of Reference map definition
#
REFERENCE
  EXTENT -117 12 -85 39
  IMAGE "../../images/reference.png"
  SIZE 199 149
  COLOR -1 -1 -1
  OUTLINECOLOR 255 0 0
END # Reference

```

Figura 30. Detalles del *mapfile*: objeto *REFERENCE MAP*.
Fuente: elaboración propia.

El objeto *LEGEND* es otra sección del *mapfile* y en él se establecen las características que la aplicación necesita para construir la leyenda del mapa. Se definen en este objeto el color, el tipo de fuente y la posición entre otros elementos.

```

#
# Start of legend object
#
LEGEND
  STATUS OFF
  IMAGECOLOR 255 255 255
#  OUTLINECOLOR 0 0 0
  POSITION 11
  KEYSIZE 18 12
  KEYSPPACING 10 5
  TEMPLATE "void"
  LABEL
    TYPE TRUETYPE
    FONT "FreeSans"
    SIZE small
    POSITION AUTO
    COLOR 0 0 89
    OUTLINECOLOR 255 255 255
    ANTIALIAS TRUE
  END
END

```

Figura 31. Detalles del *mapfile*: objeto *LEGEND*.
Fuente: elaboración propia.

El objeto *SCALEBAR* es definido en el *mapfile* para establecer las características de la escala gráfica que mostrará el visualizador. En esta sección se establecen los intervalos, el tamaño, las unidades de medida, el color y otros detalles de las etiquetas.

```

#
# Start of ScaleBar definition
#
SCALEBAR
  STATUS off
  TRANSPARENT off
  INTERVALS 4
  SIZE 200 3
  UNITS kilometers
  COLOR 250 250 250
  OUTLINECOLOR 0 0 0
  BACKGROUNDCOLOR 100 100 100
  STYLE 0
  POSTLABELCACHE true
  LABEL
    COLOR 0 0 90
    #OUTLINECOLOR 200 200 200
    SIZE small
  END # Label
END # Reference

```

Figura 32. Detalles del *mapfile*: objeto *SCALEBAR*.
Fuente: elaboración propia.

En la sección *SYMBOLS* se describen los principales símbolos que podrán utilizarse para mostrar la información de tipo punto en el mapa.

```
Symbol
  Name 'circle'
  Type ELLIPSE
  Filled TRUE
  Points
    1 1
  END
END
```

Figura 33. Detalles del *mapfile*: objeto *SYMBOL*, referencia de símbolo "Círculo".
Fuente: elaboración propia.

La sección *LAYER* es de gran importancia para la aplicación. Se trata de un apartado del *mapfile* donde se establece cada una de las capas que contiene el visualizador.

En ella se configuran las características de las capas como el tipo de entidad geométrica (punto, línea o polígono), la fuente u origen de los datos (*shapefile*, base de datos espacial *PostgreSQL/PostGIS*, o *WMS*), los datos que pueden ser consultados, las clases que la capa presenta, color, etiquetas y transparencia entre otros.

Para el caso del visualizador de datos geográficos del SIGMHI, se han agregado capas a partir de tres fuentes:

- *shapefile*
- base de datos espacial almacenada en *PostgreSQL* mediante conexión *PostGIS*
- conexión a un servicio de mapas en *web* también conocido como *WMS*.

Las siguientes figuras muestran un ejemplo de cada caso.

```

#
# Start of Layer rios.shp
#
LAYER
NAME "rios"
TYPE line
DATA "rios"
STATUS default
METADATA
  "DESCRIPTION" "Río"
  "RESULT_FIELDS" "TIPO"
  "RESULT_HEADERS" "Tipo"
END # Metadata
CLASSITEM Tipo
CLASS
  NAME "Intermitente"
  EXPRESSION "Intermitente"
  COLOR 95 200 255
  TEMPLATE void
END # Class
CLASS
  NAME "Perenne"
  EXPRESSION "Perenne"
  COLOR 0 180 220
  TEMPLATE void
END # Class
END # Layer

```

Figura 34. Detalles del *mapfile*: objeto *LAYER*, referencia de *layer* a partir de *shapefile* compuesto por dos clases.
Fuente: elaboración propia.

La figura anterior muestra la integración de una capa a partir de un *shapefile*. Se trata de la capa de ríos compuesta por dos clases: río intermitente y río perenne. Se asignó una clase a cada caso con características de color diferente para distinguirlas.

La siguiente figura muestra el ejemplo de la integración de una capa a partir de una base espacial de tipo *PostGIS*, y se trata de una capa simple con una sola clase representada. El ejemplo muestra la capa fichas del catálogo de monumentos históricos georreferenciadas, a la que le fue configurado lo necesario para que se muestren las etiquetas en función de un rango de escala especificado por escala mínima y máxima.

```

#PostaGIS fichas cnmh
LAYER
  NAME 'fichas'
  TYPE POINT
  DUMP true
  TEMPLATE fooOnlyForWMSGetFeatureInfo
EXTENT -117.033532 6.505399 -85.431998 38.755645
CONNECTIONTYPE postgis
CONNECTION "dbname='cnmh' host=localhost port=5432 user='postgres' password="
DATA 'geom FROM "fichas" USING UNIQUE gid USING srid=4326'
METADATA
  'ows_title' 'fichas'
  "LAYER_ENCODING" "UTF-8"
  "DESCRIPTION" "Fichas de catálogo georreferenciadas"
  "RESULT_FIELDS" "cnmh,rpmzh,estado,c_edo,municipio,c_mun,localidad,c_loc,ol"
  "RESULT_HEADERS" "Ficha,Folio real,Entidad,Clave entidad,Municipio,Clave m
END
LABELITEM "cnmh"
LABELMAXSCALE 60000
LABELMINSSCALE 300
STATUS OFF
TRANSPARENCY 100
PROJECTION
'proj=longlat'
'datum=WGS84'
'no_defs'
END
CLASS
  NAME 'Ficha de catálogo'
  STYLE
    SYMBOL "circle"
    SIZE 7.0
    OUTLINECOLOR 0 0 0
    COLOR 255 170 0
  END
  LABEL
    TYPE TRUETYPE
    FONT "FreeSans"
    SIZE 8
    POSITION UC
    COLOR 0 0 0
    MAXSIZE 8
    BUFFER 2
  END # LABEL
END
END

```

Figura 35. Detalles del *mapfile*: objeto *LAYER*, referencia de *layer* consultado mediante una conexión a base de datos con *PostGIS*.

Fuente: elaboración propia.

Esta otra figura (36) muestra el ejemplo de la integración de una capa a partir de un servicio web de mapas (WMS) mediante conexión de tipo *PostGIS*. En el ejemplo se muestra la capa "servicios" a partir de conexión a la base de datos del mapa digital de INEGI.

```

#WMS INEGI Servicios
LAYER
  NAME 'c111'
  TYPE RASTER
  DUMP true
  TEMPLATE fooOnlyForWMSGetFeatureInfo
EXTENT -120.864732 4.943227 -84.251967 42.307573
CONNECTIONTYPE WMS
CONNECTION 'http://gaia.inegi.org.mx/NLB/mdm5.wms'
METADATA
  'ows_name' 'c111'
  'wms_server_version' '1.1.1'
  'ows_srs' 'EPSG:4326'
  'wms_format' 'image/png'
  'wms_style' ''
END
METADATA
  'ows_title' 'c111'
  "DESCRIPTION" "Mapa Digital: servicios"
END
STATUS OFF
TRANSPARENCY 100
PROJECTION
  'proj=longlat'
  'datum=WGS84'
  'no_defs'
END
END

```

Figura 36. Detalles del *mapfile*: objeto *LAYER*, referencia de *layer* generado mediante una conexión a servicio WMS.
Fuente: elaboración propia.

Archivo de configuración

En este archivo se realizaron las configuraciones necesarias para visualizar las capas en 4 categorías: Cartografía base, INAH, Riesgos y Servicios WMS INEGI. Adicionalmente se estableció el título de la aplicación, el archivo de mapa mediante el cual se dibujarán los mapas, el orden de visualización de las capas, el lenguaje que será utilizado, las consultas que podrán realizarse al visualizador, así como los formatos en los que podrán exportarse los resultados de las mismas.

Para este caso, por la naturaleza de los trabajos que suelen realizarse en el área donde se implementará el visualizador, se han establecido por el momento 11 opciones de búsqueda con distintas características que se muestran en la tabla 7.

Tabla 7. Opciones de búsqueda establecidos para el visor del SIGMHI mediante archivo de configuración *config_default.xml*.

Consulta	Consultar por	Origen de los datos	Criterios	Detalles
1	Estado	<i>shapefile</i>	Un solo criterio	La consulta se realiza a partir del nombre de un estado.
2	Municipio	<i>PostGIS</i>	Un solo criterio	La consulta se realiza a partir del nombre de un municipio.
3	Localidad urbana	<i>shapefile</i>	Un solo criterio	La consulta se realiza a partir del nombre de una localidad urbana.
4	Localidad rural	<i>shapefile</i>	Un solo criterio	La consulta se realiza a partir del nombre de una localidad rural.
5	Zona de Monumentos Históricos	<i>PostGIS</i>	Un solo criterio	La consulta se realiza a partir del nombre de una Zona de Monumentos Históricos.
6	Ficha	<i>PostGIS</i>	Un solo criterio	La consulta se realiza a partir de la clave de una ficha del Catálogo Nacional de Monumentos Históricos.
7	Fichas por estado	<i>PostGIS</i>	Un solo criterio	La consulta se realiza a partir del nombre de un estado.
8	Régimen de propiedad (nacional)	<i>PostGIS</i>	Un solo criterio	La consulta se realiza a partir del tipo de régimen de las fichas.
9	Régimen de propiedad (estado)	<i>PostGIS</i>	Dos criterios	La consulta se realiza a partir del tipo de régimen de las fichas de un estado.
10	Avance del catálogo (nacional)	<i>PostGIS</i>	Un solo criterio	La consulta se realiza a partir del estatus de catalogación en municipios.
11	Avance del catálogo (estado)	<i>PostGIS</i>	Dos criterios	La consulta se realiza a partir del estatus de catalogación en municipios de un estado.

Fuente: elaboración propia.

Por el momento los formatos a los que podrán exportarse los resultados de una búsqueda o selección son tabla (.csv), *shapefile* y *keyhole markup language* (.kml).

También es en este archivo donde se inicia la instalación y configuración de los *plugins*¹⁴ que habilitan diversas herramientas de utilidad para la aplicación, de las cuales puede mencionarse la transparencia por capas, la herramienta de medición de distancias, superficies y perímetros, entre otros.

¹⁴ *Plugin* (*plug in*, *plug-in*, *conector*, *complemento*) es un pequeño programa que añade alguna función a otro programa, habitualmente de mayor tamaño. Son muy utilizados en los programas navegadores para ampliar sus funcionalidades. Fuente: Asociación Técnica de Informática.

Archivos plantilla

En relación a la apariencia de la aplicación, ésta fue modificada de acuerdo con las características institucionales en el momento del desarrollo del visualizador. Esta actividad se realizó mediante la configuración de diversos archivos plantilla o *templates*.

Dentro de las características más relevantes de esta configuración, se modificó el color de fondo de la aplicación, el tamaño de las diferentes secciones de la plantilla, los logos institucionales, los *links* a sitios de interés y el color de los botones ubicados en la parte superior derecha de la aplicación ("imprimir", "descargar" y "ayuda").

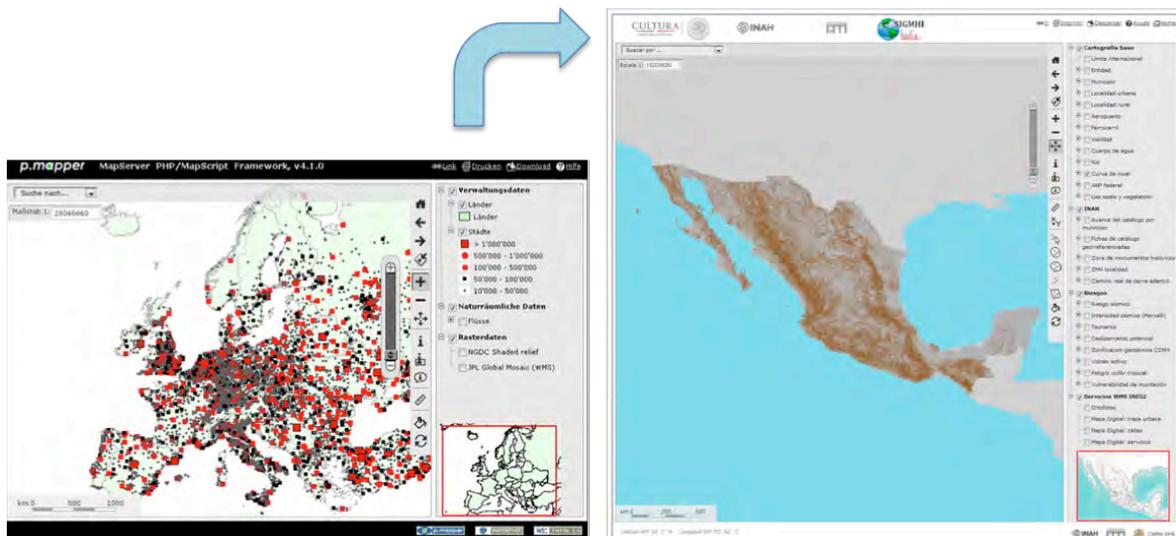


Figura 37. Vista comparativa de la apariencia inicial del *framework* *p.mapper* previo a la configuración (izquierda) y la apariencia final (derecha).

Fuente: elaboración propia.

El propósito de este visualizador de datos geográficos es proporcionar al personal de la SCyZ un punto de acceso a la visualización, consulta y descarga del acervo de datos que genera y administra el SIGMHI.

Las diferentes actividades de diseño, integración y adaptación que se han explicado en este apartado, llevaron a desarrollar un visualizador y gestor de información geográfica que permite:

- La visualización de los datos del patrimonio histórico y de otras instituciones que puede servir de contexto.
- La consulta de los datos alfanuméricos relacionados con cada elemento geográfico.
- Búsquedas específicas en el acervo geográfico y alfanumérico.
- El uso de herramientas básicas de navegación, consulta y edición.
- La descarga de la información geográfica de interés en formatos *shapefile* y *keyhole markup language (kml)*, y alfanumérica en formato *csv*.
- Elaboración y descarga de mapas personalizados por el usuario.

Una vez definidas las necesidades y aplicados los cambios se llegó a obtener el código fuente definitivo de la aplicación, el cual transitó por un largo proceso de cambios. Con ello se tuvo la versión definitiva de la aplicación para esta etapa de diseño, con las cualidades que se mencionan renglones atrás.

Pruebas de funcionamiento en el servidor local

El siguiente paso planteado en el proceso de desarrollo, como parte de la implementación en el área de trabajo, es un ejercicio de pruebas del funcionamiento y desempeño de la aplicación. Para ello se consideró necesario tener dos puntos de vista distintos, por un lado, el de la persona que desarrolló la aplicación, y por otro lado, el de un usuario potencial del área de trabajo.

El ejercicio consiste en poner a prueba las diferentes herramientas y funcionalidades del visualizador a fin de observar su desempeño y otras características como el grado de dificultad que implica su manipulación, la rapidez en la recepción de la respuesta a las consultas y selecciones realizadas, el nivel de exactitud de los resultados, así como la valoración de la utilidad y pertinencia de los datos geográficos seleccionados para complementar la información del patrimonio histórico de México.

El objetivo principal de esta etapa de pruebas, es detectar algún posible error en el funcionamiento de la aplicación tal como se planteó para esta fase. Adicionalmente se podrían identificar las áreas de oportunidad a fin de buscar una mejora posteriormente, sin embargo, por ser una actividad no planteada para este desarrollo, se espera únicamente documentarlas para ser consideradas en una etapa futura.

A continuación, en la tabla 8 se muestran las pruebas realizadas a la aplicación, una breve descripción de las mismas, así como los resultados esperados, y los obtenidos por cada uno de los evaluadores. Adicionalmente, en la página 135 se muestran las imágenes resultantes de cada prueba, mismas que están relacionadas con la tabla 8 a partir del campo "Referencia".

Las pruebas fueron realizadas por tres personas (el desarrollador y dos usuarios potenciales). El primer participante fue propuesto por el desarrollador considerando su reciente ingreso al grupo de trabajo, por lo que se cree, tiene una visión objetiva tanto de la problemática del área en el manejo de datos geográficos, como de las posibilidades de uso de herramientas como la que se está proponiendo. Se trata de un arquitecto recién egresado cuya edad es aproximada a los 25 años. El siguiente participante fue propuesto por el Subdirector del área y tiene el cargo de Jefe de departamento de Zonas, cuenta con varios años laborando en la Coordinación en distintas áreas y cargos, es Urbanista y su edad se encuentra aproximada a los 40 años.

Cabe hacer mención de que la aplicación se encuentra alojada en lo que se ha llamado el servidor local, el cual es el equipo informático del desarrollador en el entorno de trabajo. Por lo anterior, todos los participantes realizaron las pruebas al visualizador en el mismo equipo.

Resultados de las pruebas de funcionamiento en el servidor local

Para realizar las pruebas a la aplicación, primeramente se expuso a cada participante el origen de la propuesta, el objetivo de esta herramienta desde el punto de vista del desarrollador, y un panorama general de lo que se espera del uso de la misma.

En seguida se pidió a cada uno, que la manipulara libremente con la única solicitud de que trataran de utilizar todas las herramientas y aplicar su uso a un caso práctico de los que cotidianamente llevan a cabo. De este modo, podría verse la pertinencia de las herramientas implementadas, de la información asociada, así como la viabilidad del uso de la aplicación en su conjunto.

El resultado de estas pruebas fue vertido en la tabla 8, donde se muestra un contexto general de cada actividad de prueba. Con la intención de facilitar el proceso de calificación, se consideró el uso de categorías que contienen herramientas, actividades o elementos del visualizador, se decidió también asignar un nombre general a la prueba, adicionar una descripción general de cada una, mencionar el resultado esperado, y finalmente la evaluación de cada participante y ejemplos gráficos de la aplicación.

De acuerdo con ello, la tabla de resultados contiene columnas donde se establecen la categoría, el nombre de la prueba, una descripción de la misma, el resultado esperado, tres columnas de evaluación (una por cada participante) y una columna que hace referencia a figuras que muestran ejemplos de los resultados obtenidos, mismas que se presentan en las páginas siguientes. Para la evaluación se establecieron las letras "S" para un resultado satisfactorio y "N" cuando el resultado se considera negativo.

Tabla 8. Resultados de pruebas de funcionamiento y desempeño.

Categoría	Prueba	Descripción	Resultado esperado	Evaluación de resultado			Referencia
				Desarrollador	Usuario potencial 1	Usuario potencial 2	
Inicio	Funcionamiento de página de inicio	La página de inicio debe mostrar: logo del proyecto, información general y una liga de acceso al visor de datos que, al dar clic debe abrirse en otra pestaña del navegador	Visualizar página <i>web</i> con todos los elementos descritos y la liga funcionando	S	S	S	Ver figuras 38 y 39
Ventana de contenido	Visualización de categorías y capas	Cada categoría de capas debe contener información acorde al tema. Cada capa debe visualizarse al seleccionarla, y la simbología debe mostrarse al desplegar el símbolo "+". La simbología mostrada en la tabla de contenido debe coincidir con lo que se visualiza en el mapa	Visualizar todas las capas ubicadas en la ventana de contenido. Ver coincidencia entre simbología y lo observado en el mapa	S	S	S	Ver figuras 40, 41, 42 y 43
Barra de herramientas	Funcionamiento de las herramientas	Cada botón ubicado en la barra de herramientas del visor debe realizar la función que corresponde	Acercar, alejar, regresar a vista anterior, ir a vista siguiente, ver mapa completo, desplazar el mapa conservando la escala de visualización, identificar elementos en las capas y hacer <i>zoom</i> a lo seleccionado, cálculo de distancia, perímetro y superficie, conocer las coordenadas de un punto, seleccionar elementos a partir de un punto, de un círculo, de un polígono, de una línea y de un rectángulo, aplicar transparencia a una capa específica, borrar selección.	S	S	S	Ver figuras 44, 45, 46 y 47
Búsqueda	Funcionamiento del combo de búsqueda	El combo de búsqueda debe permitir obtener resultados en una tabla emergente y llevar la vista del mapa a dichos resultados. Adicionalmente debe permitir la descarga de los resultados en tabla, <i>shapefile</i> o <i>kml</i>	Tabla emergente con los resultados de búsqueda, elementos resaltados en el mapa y <i>zoom</i> o acercamiento automático a los resultados. Adicionalmente debe permitir hacer <i>zoom</i> o acercamiento a cada uno de los resultados en caso de ser más de uno y mostrar opciones de descarga en los formatos mencionados	S	S Pero requiere mayor precisión	S Pero requiere mejorar	Ver figuras 48 y 49
Ayuda	Funcionamiento de la sección "Ayuda"	El botón "Ayuda" debe otorgar información que permita utilizar correctamente las herramientas del visualizador	Información sobre el funcionamiento de las principales herramientas de la aplicación	S	S	S	Ver figura 50

Categoría	Prueba	Descripción	Resultado esperado	Evaluación de resultado			Referencia
				Desarrollador	Usuario potencial 1	Usuario potencial 2	
Mapa de referencia	Funcionamiento del mapa de referencia	La imagen miniatura del mapa nacional debe mostrar con ayuda de un rectángulo o una marca en forma de cruz, la vista y la escala del mapa seleccionado por el usuario	Rectángulo o marca en forma de cruz color rojo ajustándose automáticamente según la escala y área seleccionada por el usuario	S	S	S	Ver figura 51
Seleccionar escala del mapa	Funcionamiento del combo "Escala"	La herramienta contiene un combo desplegable con algunas opciones de escala para ajustar el mapa	Ajuste de vista de mapa a la escala seleccionada por el usuario	S	S	S	Ver figura 52

Fuente: elaboración propia

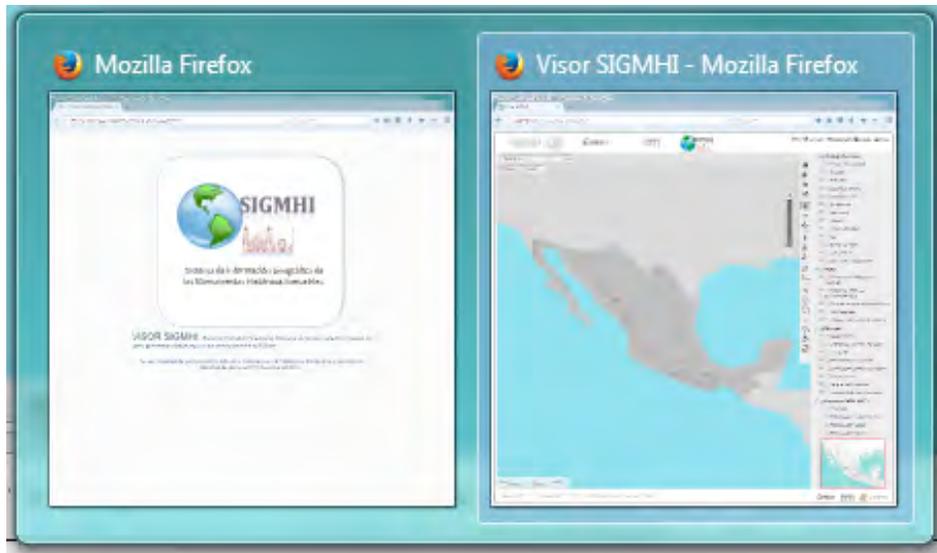


Figura 38. Página de inicio y funcionamiento de liga al visualizador.
Fuente: elaboración propia.

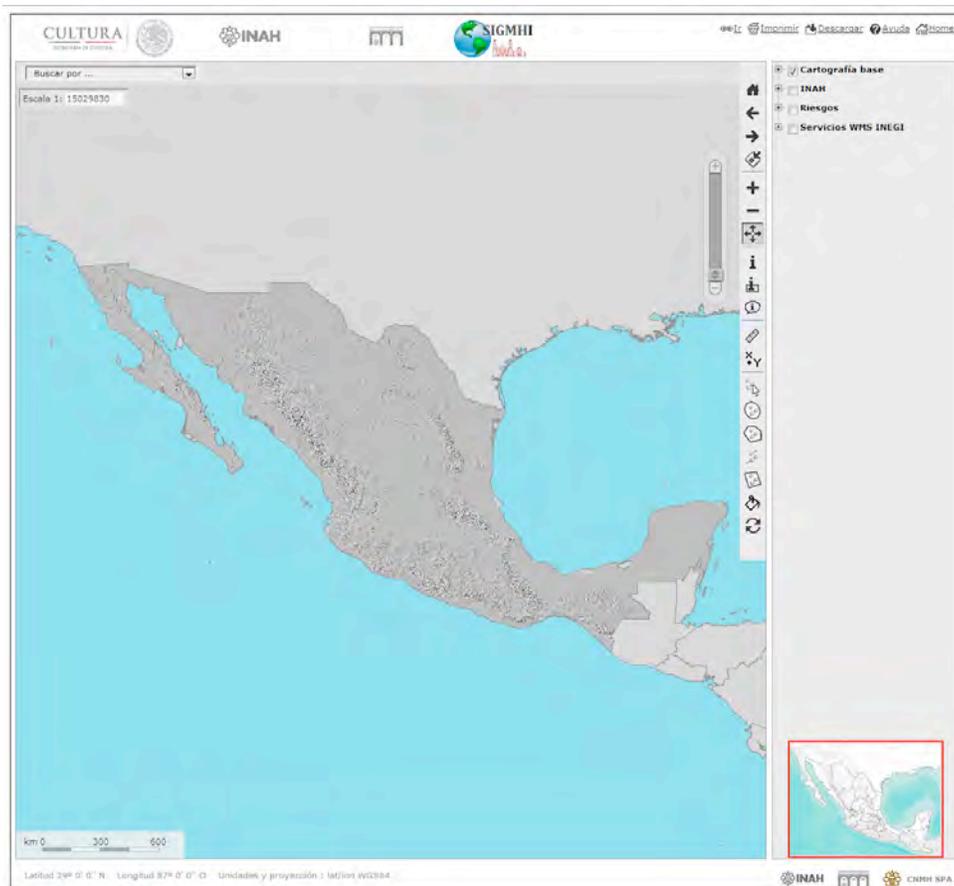


Figura 39. Apariencia general del visualizador.
Fuente: elaboración propia.

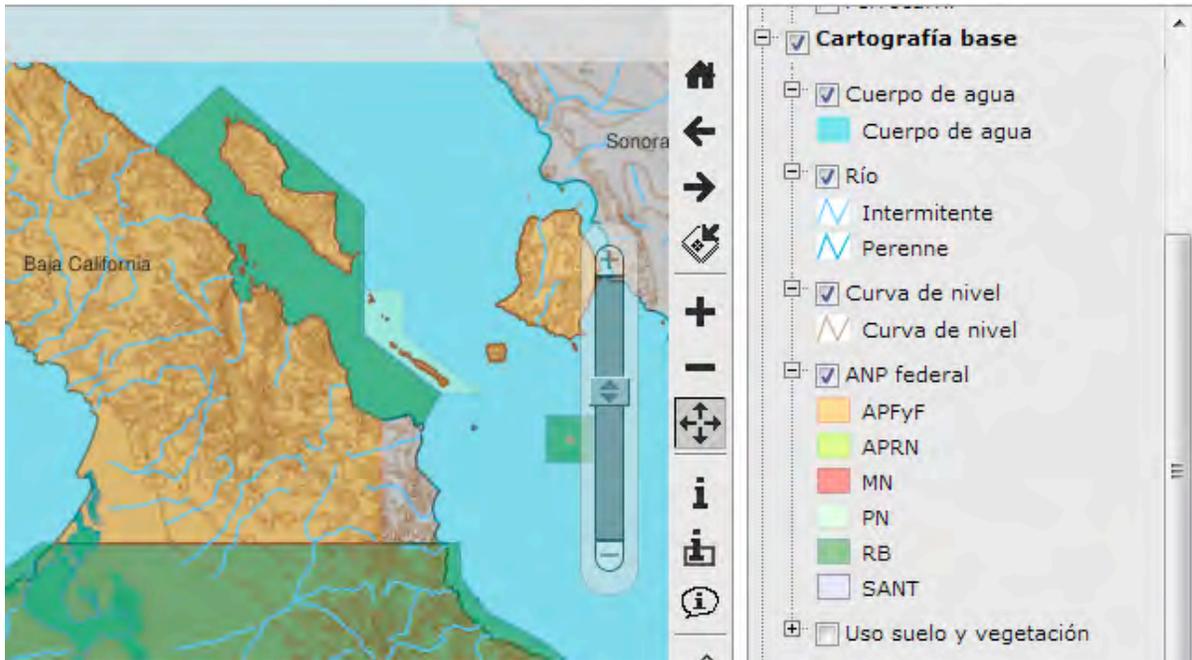


Figura 40. Ventana de contenido en la categoría "Cartografía base" con visualización de capas: cuerpo de agua, río, curva de nivel y Áreas Naturales Protegidas Federales.
Fuente: elaboración propia.

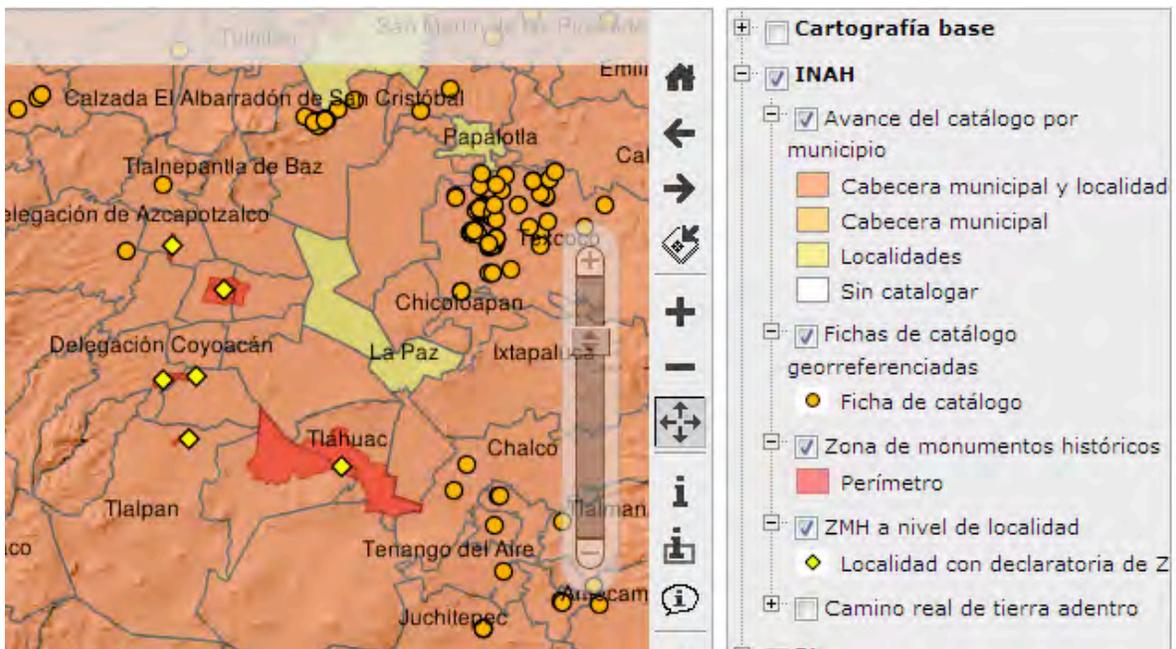


Figura 41. Ventana de contenido en la categoría "INAH" con visualización de capas: avance del catálogo por municipio, fichas de catalogo georreferenciadas, localidades declaradas ZMH y Perímetros de Zonas de Monumentos Históricos.
Fuente: elaboración propia.

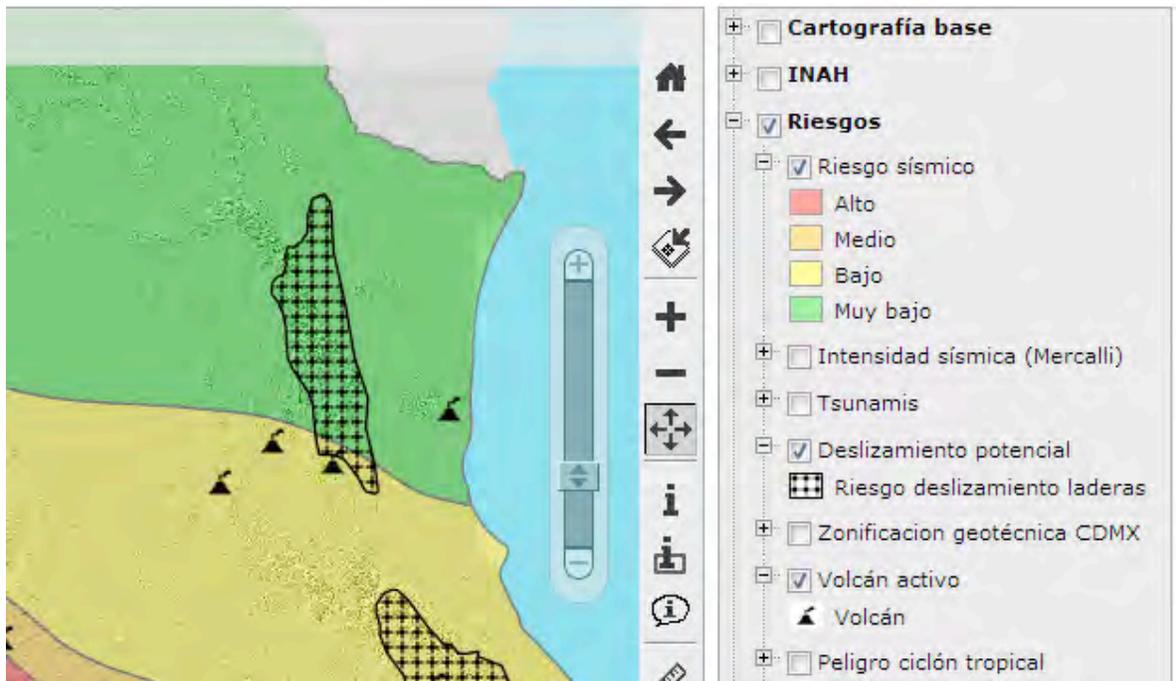


Figura 42. Ventana de contenido en la categoría "Riesgos" con visualización de capas: riesgo sísmico, deslizamiento potencial y volcanes activos.
Fuente: elaboración propia.

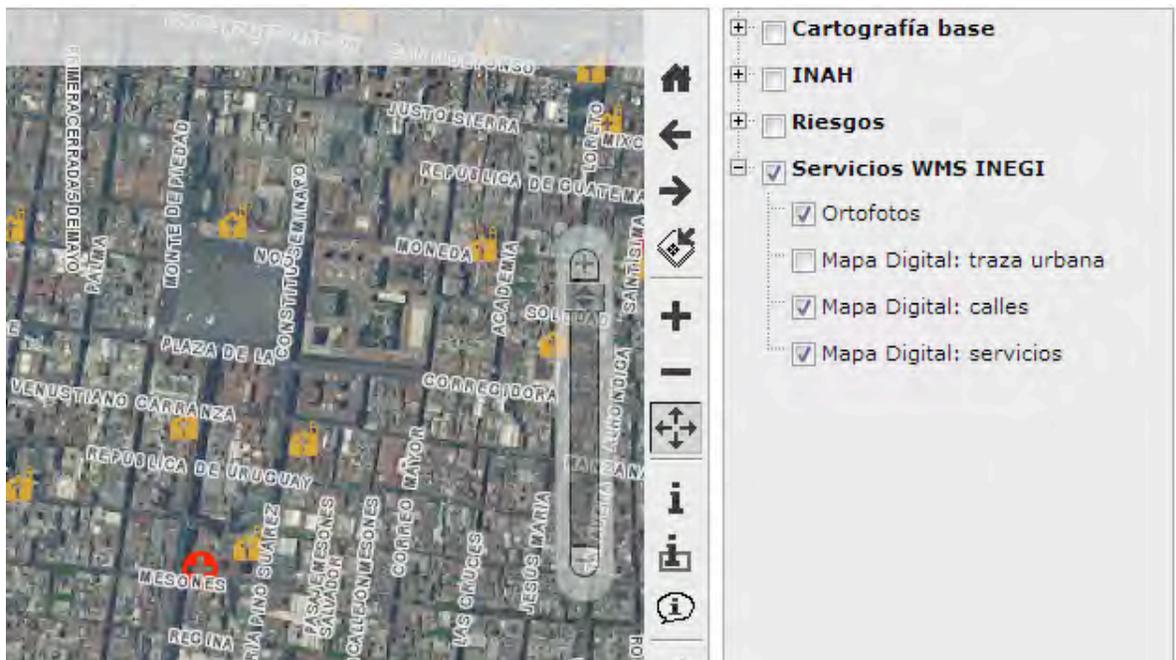


Figura 43. Ventana de contenido en la categoría "Servicios WMS" con visualización de capas: ortofotos, calles (Mapa digital) y servicios (Mapa digital).
Fuente: elaboración propia.



Figura 44. Funcionamiento de la herramienta "auto-identificar".
Fuente: elaboración propia.



Figura 45. Funcionamiento de la herramienta "identificar" aplicado a varias capas.
Fuente: elaboración propia.



Figura 46. Funcionamiento de la herramienta "Medir" aplicado a un polígono: cálculo de perímetro y superficie.
Fuente: elaboración propia.

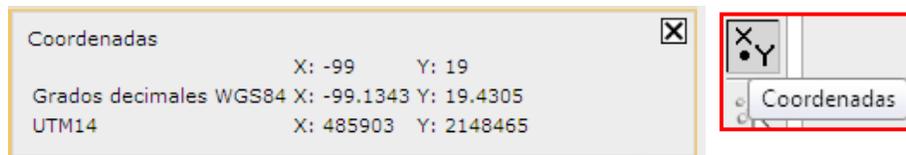


Figura 47. Funcionamiento de la herramienta "Coordenadas".
Fuente: elaboración propia.



Figura 48. Funcionamiento del combo "Buscar por..." búsqueda sencilla de una variable aplicada a la capa Entidad.
Fuente: elaboración propia.

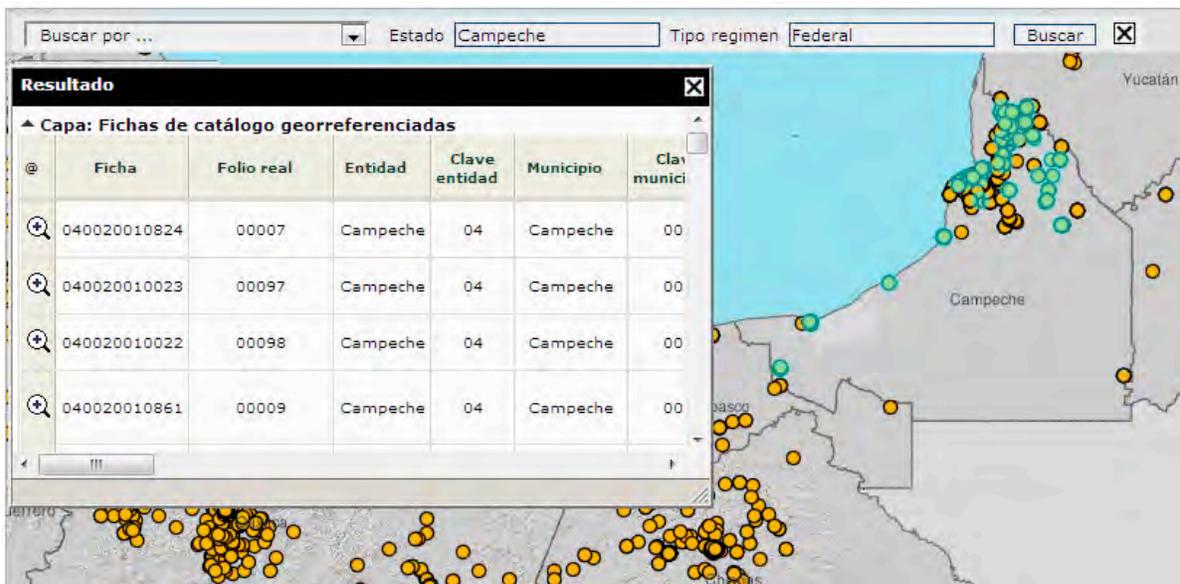


Figura 49. Funcionamiento del combo "Buscar por..." búsqueda de dos variables aplicado a fichas de catalogo georreferenciadas, criterio: fichas de Campeche con régimen de propiedad federal.
Fuente: elaboración propia.

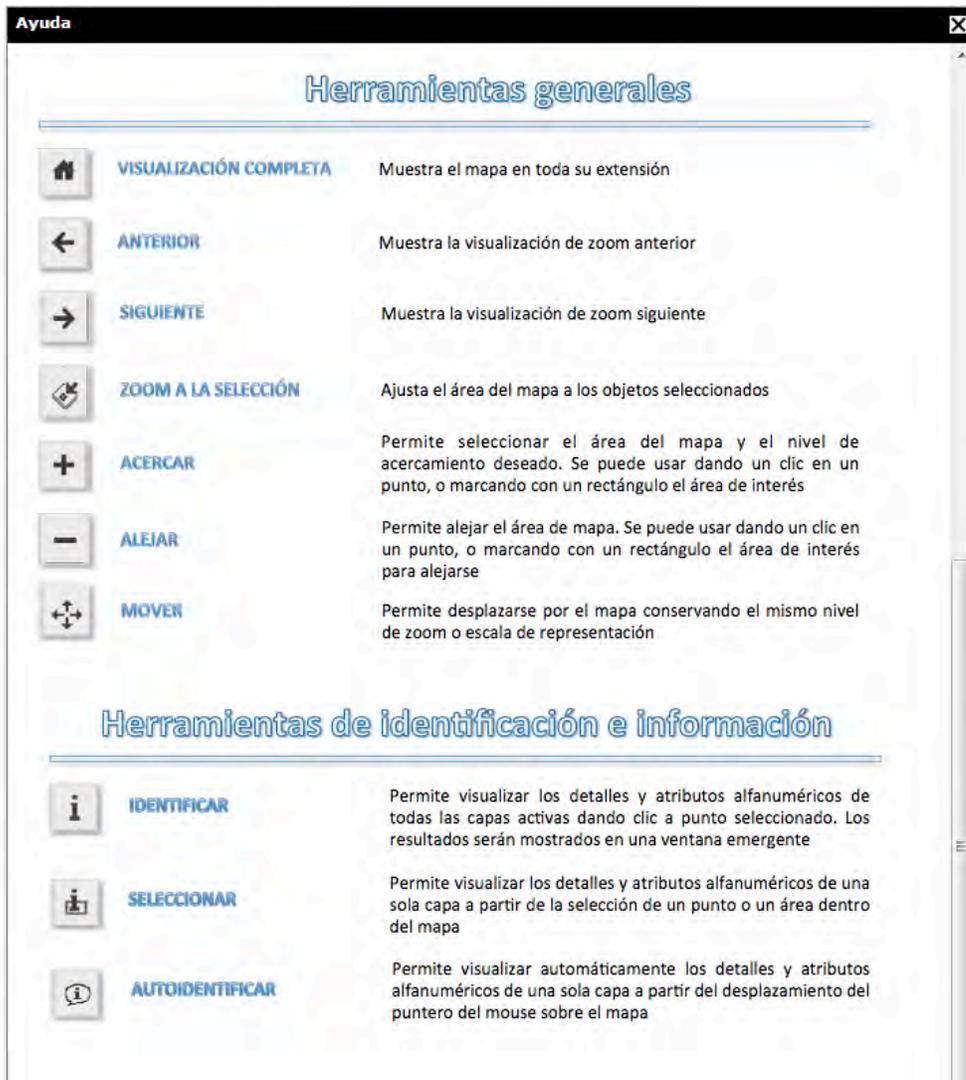


Figura 50. Funcionamiento de la sección "Ayuda".
Fuente: elaboración propia.

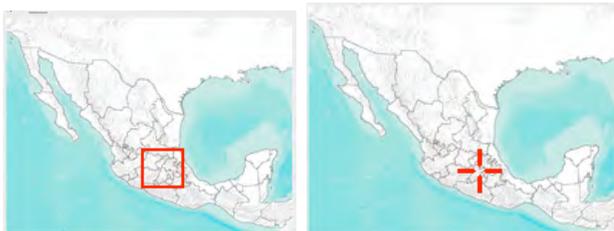


Figura 51. Funcionamiento del mapa de referencia (dos ejemplos).
Fuente: elaboración propia.

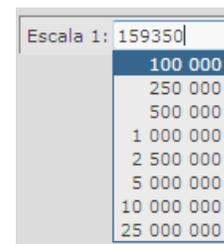


Figura 52. Funcionamiento del combo "Escala".
Fuente: elaboración propia.

Documentación: desarrollo del manual de usuario.

Como se mencionó en el capítulo anterior, en este trabajo, la documentación se enfoca en el desarrollo del manual de usuario de la aplicación para facilitar a los usuarios la manipulación del visualizador.

En él se describen y detallan las distintas funcionalidades y herramientas de la aplicación y se ejemplifica con imágenes para guiar su uso, a fin de que cualquier usuario sin conocimientos previos pueda manipularla de manera fácil.

En el anexo 1 se entregan los resultados de esta etapa mediante el documento *Manual de usuario. Visualizador del Sistema de Información geográfica de los Monumentos Históricos Inmuebles (SIGMHI)*.

Propuesta de implementación en la Subdirección de Catálogo y Zonas

La etapa de implementación de la aplicación en el área de trabajo se plantea en dos fases. La primera consiste en liberar su uso a dos elementos de la Subdirección, uno en el área de Catálogo y otro en el área de Zonas de Monumentos. Una vez que se evalúe el funcionamiento, el potencial y la aplicación que se pueda dar en cada área, se valorará la posibilidad de liberarlo para el uso de más usuarios, en función de sus actividades y las necesidades de la Subdirección.

La primera fase se plantea a corto plazo y está por implementarse, la segunda fase dependerá de los resultados de la primera, por lo que no puede aún establecerse una fecha tentativa.

Se planea que tanto selección del personal como la fecha de implementación sean llevadas a cabo en coordinación con el Subdirector de Catálogo y Zonas.

La propuesta de implementación inicial apunta hacia el uso de la aplicación por el personal encargado de los Trabajos de Catalogación a nivel nacional por parte del área de Catálogo, y además, por el jefe del Departamento de Zonas de Monumentos Históricos.

Sin duda alguna, derivado del uso de la aplicación por parte de personal diverso, podrán detectarse áreas de oportunidad donde pueda mejorarse para un mayor y más apropiado aprovechamiento. Todas estas áreas de oportunidad y la pertinencia de atención deberán ser evaluados por el desarrollador.

No se descarta que, a partir del resultado obtenido con el uso de la aplicación en el área, pueda propiciarse la posibilidad de implementarse en otros departamentos de la misma Coordinación, ello dependerá de la justificación que éstos planteen y de los permisos y acuerdos de uso pertinentes, que tendrán que ser evaluados por el desarrollador.

Capítulo 4. Análisis de resultados, conclusiones y recomendaciones

Resultados

El objetivo principal de esta tesis, planteado en las primeras páginas, fue explicar el diseño y desarrollo de un visualizador y gestor de datos geográficos para fortalecer el Sistema de Información Geográfica de los Monumentos Históricos Inmuebles (SIGMHI).

El diseño y desarrollo de la aplicación fue concluido satisfactoriamente, atendiendo a cada uno de los objetivos particulares, ya que el visualizador ha sido diseñado de acuerdo a las necesidades del área de trabajo, así mismo, se le adicionó el acervo de datos geográficos contenidos en el SIGMHI, y se implementaron diversas herramientas que permiten al personal la visualización, manipulación e incluso la descarga de la información contenida en él, en formatos útiles para el desarrollo de sus actividades.

Debido a que se incluyó para este trabajo una etapa de pruebas y desempeño de la aplicación y derivado de lo que se pudo percibir durante ella, se tiene ya una idea de los aportes y beneficios que esta herramienta puede prestar a la Subdirección de Catálogo y Zonas, al observar, no solo que los resultados de las pruebas fueron satisfactorios para quienes las llevaron a cabo, sino que dicho personal ve gran potencial en la herramienta.

Los comentarios sobre los beneficios que un instrumento como éste pueden significar al área, demuestran que existen expectativas favorables por parte del personal, pero eso deberá probarse con el paso del tiempo, tal como se planteó desde un inicio.

Sin embargo sí es posible constatar el cumplimiento de la hipótesis planteada al inicio de esta tesis:

Se fortalecerá el Sistema de Información Geográfica de los Monumentos Históricos Inmuebles con el diseño y aplicación de un visualizador y gestor de información geográfica, el cual permitirá acortar los tiempos de respuesta a diversos cuestionamientos relacionados con la información geográfica, y agilizará la dinámica en el manejo de este tipo de datos en la Subdirección de Catálogo y Zonas para una pronta respuesta y toma de decisiones.

Por lo pronto, el proyecto concreto Sistema de Información Geográfica de los Monumentos Históricos inmuebles (SIGMHI), sí se ha visto fortalecido al contar con una herramienta, que sirve de conexión entre la base de datos espacial propiamente dicha y los usuarios clave: catalogadores y tomadores de decisiones del área, ya que sirve como una plataforma donde este personal no solo podrá visualizar la información geográfica, sino que podrá realizar análisis preliminares y descargar la información para poder utilizarla prácticamente de inmediato, sin tener que transitar el largo y a veces lento proceso de solicitud-recepción de la información que actualmente se debe recorrer.

Esto reduce sensiblemente la cantidad de actividades (búsqueda, consultas, estandarización, análisis, etc.) que cotidianamente se realizan, y por lo tanto la carga de trabajo disminuye para la autora de esta tesis quien actualmente está a cargo del SIGMHI.

La ventaja que aporta el visualizador al SIGMHI radica en que será suficiente con actualizar la información cada trimestre con lo generado en el área, para que el personal diverso tenga acceso inmediato a los datos, y de esta manera consulte, analice o descargue lo que sea de su interés o lo que se relacione con sus actividades. Sería incluso posible que generasen sus propios mapas para sumarlos a informes, análisis o propuestas que ellos entreguen como parte de sus actividades.

Las posibilidades de uso son diversas, pero sin lugar a dudas, se irán enriqueciendo con el paso del tiempo. Mientras tanto consideramos que el cometido en esta etapa del proyecto se cumplió satisfactoriamente debido a que ambos usuarios que realizaron las pruebas de funcionamiento y de desempeño de la aplicación, vieron agilidad en el manejo de los datos geográficos y uso prácticamente inmediato de la misma debido a las herramientas de descarga que posee el visualizador.

Por lo tanto, considerando las diferentes pruebas de funcionamiento y desempeño que se realizaron y que tuvieron resultados satisfactorios al 100% solo con un par de observaciones tendientes a mejorar la aplicación, se consideran cumplidos los objetivos y la hipótesis que planteó esta tesis.

Conclusiones

La Licenciatura en Geografía que imparte la UNAM es una carrera que maneja gran amplitud de conocimientos, y ofrece al egresado un enfoque multidisciplinario para la solución de problemas concretos.

En tal sentido, el geógrafo es un profesionalista especializado en comprender, analizar y pensar los fenómenos con un enfoque espacial. Así mismo, observa los procesos desde una perspectiva global e integradora, analizando todos los aspectos que se interrelacionan e influyen en una problemática específica y adicionalmente establece propuestas de solución o atención.

Esa cualidad de "pensar los fenómenos desde el punto de vista espacial", hace que, cada vez más instituciones y empresas reconozcan en el geógrafo un elemento de gran valor, especialmente en áreas donde la planeación y gestión estratégicas cobran importancia. Esta premisa ha sido comprobada dentro del INAH, donde hoy por hoy, los proyectos encaminados a la gestión espacial y difusión del patrimonio cultural con este mismo enfoque son enriquecidos, sustentados o dirigidos por geógrafos.

Como vimos en los antecedentes de este trabajo, al menos dos experiencias de la labor de geógrafos dentro del INAH, han propiciado la inquietud por el estudio del patrimonio cultural de México desde la perspectiva espacial y derivado en la implementación de proyectos de gran relevancia para el Instituto.

En ello se manifiesta que los geógrafos, no solo somos profesionales enfocados en realizar un trabajo concreto para el que fuimos seleccionados, sino que además somos propositivos, creativos y podemos representar el factor de cambio que ciertas instituciones necesitan.

Este trabajo planteó la propuesta de fortalecimiento a un proyecto desarrollado para la gestión, protección y difusión del patrimonio histórico de México a partir de la perspectiva espacial y mediante el desarrollo de un visualizador y gestor de información geográfica.

La propuesta puede parecer más una tarea enfocada al conocimiento técnico en el ámbito de Ingeniería de Sistemas, Informática o Computación, pero no debe perderse de vista el aspecto geográfico de la información que será manejada mediante la herramienta que se desarrolló.

Es un hecho, que en efecto, para el desarrollo de la herramienta se requirió de un cierto conocimiento en estas materias, sin embargo, el aspecto espacial de los datos y más aún el objetivo de la propuesta, que se enfoca en dar solución a una problemática en el manejo de la información geográfica del patrimonio histórico mexicano, dan pie a que herramientas como esta puedan ser desarrolladas por geógrafos, quienes cada vez, están más familiarizados con el uso de estas tecnologías.

La formación académica del geógrafo, ofrece una perspectiva global e integradora que debe ser aprovechada para dar solución a problemáticas

específicas relacionadas con la información geográfica, como el caso concreto del que se habla a lo largo de este trabajo.

En la Coordinación Nacional de Monumentos Históricos, se observó la importancia de la información geográfica y se detectó la necesidad imperante de implementar un proyecto que atendiera el aspecto espacial del patrimonio histórico del país, cuando habiendo compilado un número importante de fichas de Monumentos Históricos en diferentes formatos y bases de datos se notó que se tenía un muy buen inventario del patrimonio, pero que no se tenía la herramienta que permitiera ver su distribución espacial, aun cuando el inventario ya contaba con los datos de localización.

A partir de ello, se trabajó en la propuesta de integrar esa información en un SIG para ofrecer la posibilidad de visualizar la distribución espacial de los *Monumentos Históricos*, y así surgió el SIGMHI.

Entonces se presentó una nueva problemática, ya que ahora la información generada y recopilada por el SIGMHI se encuentra en formatos nativos de SIG y es accesible únicamente para personal con los conocimientos técnicos necesarios en el tema, el cual es mínimo en el área.

Es innegable la necesidad de que la información geográfica pueda ser accesible para el personal que la requiere en el área, sin importar si se trata de un arquitecto, un historiador o un diseñador. Con base en ello, tuve la iniciativa de generar una propuesta que ofreciera a estos profesionistas una plataforma donde puedan consultar las bases de datos que actualmente compila el SIGMHI sin que sean especialistas en materia de SIG, ello coadyuvará en mi labor como responsable de ese proyecto al permitir la difusión de la información geográfica del patrimonio histórico entre tomadores de decisiones y personal operativo sin que ello me implique trabajo extra.

"No se puede proteger lo que no se conoce" es una frase muy mencionada en foros y eventos del INAH que justifica la investigación y el quehacer del Instituto en su conjunto.

Desde mi punto de vista como geógrafa, y con la experiencia que ha significado formar parte de la Coordinación Nacional de Monumentos Históricos, y ver que, aunque se cuenta con una gran base nacional del patrimonio histórico que alberga cerca de 100 000 registros, si no se conoce su ubicación ni puede comprenderse su distribución espacial, poco se puede hacer para protegerlo.

Si además consideramos que esta información espacial no se encuentra al alcance de los tomadores de decisiones o del personal clave que realiza las actividades de investigación y difusión, se está limitando la efectividad de las estrategias encaminadas a la protección del patrimonio, al no establecerse una firme articulación de los esfuerzos que realiza el Instituto para lograrlo.

Por ello, se destaca la importancia de esta propuesta, ya que, en su estado actual, es la respuesta a una creciente necesidad y demanda de acceso a la información sobre el patrimonio histórico edificado de México y se plantea para uso interno de la Subdirección de Catálogo y Zonas, sin embargo presenta un potencial mayor al vislumbrase su vinculación con el *Sistema de Publicación y Administración del Catálogo Nacional de Monumentos Históricos*.

Mediante ese sistema de catálogo, el INAH pone a disposición de cualquier usuario, la información sobre el patrimonio histórico edificado de la nación que ya ha sido catalogado, pero vale la pena mencionar que, aunque contempla una sección de localización geográfica, no contiene todavía una herramienta que permita ver la ubicación espacial de manera gráfica en un mapa.

Esta constituye un área de oportunidad que podría fortalecer aún más la labor de gestión, difusión y por ello, protección del patrimonio histórico de México, labor que atañe también y ha sido bien desempeñada por geógrafos.

Recomendaciones

Con base en ello, es preciso evaluar el grado de aceptación y uso de la aplicación en el área, para observar la pertinencia de plantear una siguiente etapa que pudiera vincular al visualizador de datos geográficos con la gran base de datos del *Sistema de Publicación y Administración del Catálogo Nacional de Monumentos Históricos* y valorar su viabilidad.

Por otra parte, se han identificado áreas de mejora que podrán atenderse posiblemente en el mediano plazo:

Debido a los escasos avances en la georreferenciación del patrimonio histórico, explicado a lo largo de este trabajo, se observa un área de oportunidad para fortalecer aún más el SIGMHI, por ello se considera necesaria la conformación de un grupo de trabajo capacitado para desarrollar las tareas de georreferenciación que permitan no solamente realizar estas actividades fundamentales en campo y gabinete, si no que impulse aún más el desarrollo del visualizador y gestor de información geográfica en paralelo con el Sistema de Información Geográfica de los Monumentos Históricos Inmuebles, tareas de las que depende el consecuente análisis espacial de la información.

Por otra parte, una actividad natural en un proyecto de esta naturaleza, es la actualización de la información que de momento alberga.

Esta actividad podría darse en dos vertientes: por un lado, la actualización de datos sobre el patrimonio histórico, que sin duda se irá incrementando con el paso del tiempo, y por otro lado, la suma de capas de información de contexto que permitan llevar al usuario a un análisis más eficaz.

En este sentido, vale la pena también mencionar que es recomendable adicionar todas las capas del visualizador a la base de datos *PostgreSQL* para agregarse como una conexión de tipo *PostGIS*, ya que en ese tipo de conexión se observa mayor velocidad en la consulta y visualización de datos.

Adicionalmente, otras posibilidades de mejora, sin duda alguna podrían ser identificadas y propuestas por los usuarios de la aplicación por lo que ya se plantea una posible etapa de mantenimiento y mejoras en función de estas propuestas.

Reflexión final

Una de las mayores alarmas que actualmente enfrenta la gestión del patrimonio histórico en México, es la percepción del riesgo en el que se encuentran los monumentos por la evidente presión que la urbanización está ejerciendo sobre el territorio. Otros factores como actividades mineras, desarrollo de infraestructura hidráulica, carretera o el simple desconocimiento del valor cultural que tienen, por mencionar solo algunos, propicia la pérdida de estos bienes.

A partir de estas ideas, las *nuevas tecnologías de la información geográfica* cobran gran importancia, ya que son los medios que pueden responder al cuestionamiento sobre donde priorizar la atención. Es decir, diferentes herramientas tecnológicas vinculadas con la información geográfica, al dotar de información gráfica de la distribución territorial, pueden responder un cuestionamiento que tiene gran relevancia en la gestión: ¿donde hay que priorizar las actividades de investigación, intervención, conservación y difusión del patrimonio?.

Así, en la experiencia del INAH, con el establecimiento del SIGMHI se ha visto una mejora en el conocimiento territorial detallado, preciso y actualizado del patrimonio histórico, lo cual deriva en una eficaz y eficiente respuesta de la

CNMH ante las solicitudes de información geográfica y la gestión de proyectos en el ámbito de su competencia a partir de esta información espacial.

Derivado de ello, y considerando las múltiples posibilidades que abre el uso de las nuevas tecnologías en materia de información territorial, como los *visualizadores de datos geográficos*, se tiene la oportunidad de gestionar de una forma más eficiente el patrimonio histórico de México mediante acciones como las de integrar las diferentes bases de datos del catálogo y conocer su distribución territorial, la estandarización de la información que permitirá un mejor intercambio de los datos armonizando los flujos de la misma, la actualización constante, y la agilización de trámites y actividades administrativas al poner al alcance de diversos actores los datos para ser usados de manera particular de acuerdo a sus intereses y de forma prácticamente inmediata. Todas estas acciones posibilitan dar una mejor atención a las demandas en materia de datos geográficos, al contar con una herramienta que apoye la planeación y gestión que realiza el INAH a través de la CNMH.

Bibliografía

Acosta, Gonzalo (2011). "Cartografía y patrimonio en perspectiva" en *Revista ph*, num. 77 Monográfico, pp. 4-11. [En línea]. Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, Sevilla, España. Recuperado el 11 de julio de 2016 a partir de:

<http://www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/article/view/3085/3085#.WPUPRIM1-3I>

Ariza, Francisco J. y Rodríguez, Antonio F. (2008). *Introducción a la normalización en información geográfica: la familia ISO 19100* [en línea]. Grupo de Investigación en Ingeniería Cartográfica, Universidad de Jaén, Jaén, España. Recuperado de:

http://coello.ujaen.es/Asignaturas/pcartografica/Recursos/IntroduccionNormalizacion_IG_FamiliaISO_19100_rev1.pdf

Barbosa, Elda (s/f). Curso "Introducción a ArcView 3.2" en *Diplomado Usos y Protección del Agua en la Montaña de Guerrero* [en línea]. Colegio de San Luis Potosí. Recuperado el 18 de enero de 2017 a partir de: <http://www.colsan.edu.mx/investigacion/aguaysociedad/proyectogro2/Biblioteca/Bibliografia/Taller%202/manual%20ArcView.pdf>

Becerril, José. (2012). "Patrimonio cultural, derechos humanos y desarrollo: coincidencias, ambigüedades y desencuentros", en *Intervención. Revista Internacional de Conservación, Restauración y Museología*, año 3, num. 6, pp. 6-17 [en línea]. Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía-INAH, México. Recuperado el 19 de julio de 2016 a partir de:

<http://www.encyrm.edu.mx/index.php/revista-intervencion>

Behm, Virginia (2005). *Curso básico ArcView 3.2. Teoría y Práctica* [en línea]. Caracas, Venezuela. Recuperado el 2 de febrero de 2017 a partir de:

http://www.gispoint.es/CursoBasico_ArcView32.pdf

Bernabé-Poveda, Miguel A. y López-Vázquez, Carlos M. (2012). *Fundamentos de las Infraestructuras de Datos Espaciales* [en línea]. UPM-Press, Serie Científica. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España. Recuperado el 12 de agosto de 2016, a partir de: <http://redgeomatrica.rediris.es/libroide/>

Briseño, Jessica (1997). *Análisis, diseño lógico y diseño físico de bases de datos relacionales*, [en línea]. Facultad de Ingeniería, UNAM, Ciudad de México, México. Recuperado el 6 de febrero de 2017 a partir de:
http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/10695/decd_2029.pdf?sequence=1

Campos, María M., Toscana, A., Monroy, José F. y Reyes, Héctor (2010). "Visualizador Web de información cartográfica de amenazas naturales" en *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, vol. 63, num. 1, pp. 71-82. Sociedad Geológica Mexicana, A. C [en línea]. México. Recuperado el 19 de agosto de 2016, a partir de:
<http://boletinsgm.igeolcu.unam.mx/bsgm/index.php/component/content/article/143-sitio/articulos/cuarta-epoca/6301/541-6301-6-campos>

Comité especializado en información geográfica sobre cultura. "*Proyecto Comité especializado en Información Geográfica sobre Cultura*" [en línea]. Ciudad de México, México. Recuperado el 17 de agosto de 2016, a partir de:
<https://ideinah.wordpress.com/documentos-de-interes/>

Coordinación Nacional de Monumentos Históricos, Página oficial [en línea]. Ciudad de México, México. Recuperado el 10 de agosto de 2016, a partir de:
<http://www.monumentoshistoricos.inah.gob.mx>

Cottom, Bolfy (2008). *Nación, patrimonio cultural y legislación: los debates parlamentarios y la construcción del marco jurídico federal sobre monumentos en México, siglo XX*. Primera edición, Porrúa, México.

Cruz, Marco A. (s/f). "Conceptos básicos de bases de datos" en *Curso básico de Access. Maestría en Ingeniería Industrial*, [en línea]. Recuperado el 8 de febrero de 2017 a partir de:

<http://www.gridmorelos.uaem.mx/~mcruz/cursos/miic/temariobd.htm>

Del Bosque, Isabel, Fernández, Carlos., Martín-Forero, Lourdes., y Pérez, Esther. (2012). *Los Sistemas de Información Geográfica y la investigación en ciencias humanas y sociales*. Confederación Española de Centros de Estudios Locales. Madrid, España.

Ecodyt (2014). *El uso de los visores cartográficos para profesionales del medio ambiente* [en línea]. Recuperado el 1 de septiembre de 2016, a partir de:

<http://www.ecodyt.com/el-uso-de-los-visores-cartograficos-para-profesionales-del-medio-ambiente/>

Environmental Systems Research Institute (2001) What is ArcGIS 9.1? United States of America.

Gálvez, Luis A. (s/f) *Las zonas de Monumentos Históricos* [en línea]. Ciudad de México, México. Recuperado el 10 de agosto de 2016, a partir de:
http://biblioteca.diputados.gob.mx/janium/bv/ce/scpd/LX/patri_cultu_lx.pdf

García, Genaro (1911). *Crónica Oficial de las Fiestas del Primer Centenario de la Independencia de México* [en línea]. Talleres del Museo Nacional, México. Recuperado el 3 de abril de 2017, a partir de:
<http://cdigital.uv.mx/handle/123456789/9669>

González, Jorge (2013). *Catálogo Nacional de Monumentos Históricos Inmuebles*. Centro Histórico de la Ciudad de México. Presentación. Instituto Nacional de Antropología e Historia.

Instituto Nacional de Antropología e Historia (2008). *Manual de procedimientos. Catálogo Nacional de Monumentos Históricos Inmuebles*. México, Consejo Nacional para la Cultura y las Artes (CONACULTA)-INAH

Instituto Nacional de Antropología e Historia (2015). *Organigrama General del INAH y Organigramas Específicos. Manual de Organización Específico*. México, Secretaría de Cultura-INAH.

Instituto Nacional de Antropología e Historia, Página oficial [en línea]. Ciudad de México, México. Recuperado el 10 de agosto de 2016, a partir de: <http://www.inah.gob.mx/es/>

Instituto Panamericano de Geografía e Historia (2013) *Guía de Normas. Segunda edición en español* [en línea]. Comité ISO/TC 211 Información Geográfica/Geomática. Ciudad de México, México. Recuperado el 4 de octubre de 2016 a partir de: http://www.isotc211.org/Outreach/ISO_TC_211_Standards_Guide_Spanish_v2.pdf

ISO/TC 211 Geographic information/Geomatics, Página oficial [en línea]. Recuperado el 20 de octubre de 2016 a partir de: <http://www.isotc211.org/>

Kropla, Bill (2005). *Beginning MapServer. Open Source GIS Development* [en línea]. United State of America. Recuperado el 27 de enero de 2017 a partir de: <https://github.com/apress/beg-MapServer>

Lerma, Verónica (2016). *Sistemas de Información Geográfica Aplicados a los Monumentos Históricos Inmuebles: Propuesta metodológica para la integración*

de datos espaciales sobre Monumentos Históricos. Trabajo de grado, Licenciatura en Geografía; UNAM, FFyL. México.

Ley Federal del Patrimonio Cultural de la Nación. (16 de diciembre de 1970) Diario Oficial de la Federación.

Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas. (6 de mayo de 1972) Diario Oficial de la Federación.

Ley Orgánica del Instituto Nacional de Antropología e Historia. (3 de febrero de 1939). Diario Oficial de la Federación.

Ley sobre conservación de Monumentos Históricos y artísticos y bellezas naturales. (6 de abril de 1914). Diario Oficial de la Federación validar fuente DOF.

Ley sobre protección y conservación de monumentos arqueológicos e históricos, poblaciones típicas y lugares de belleza natural. (19 de enero de 1934). Diario Oficial de la Federación.

Ley sobre protección y conservación de monumentos y bellezas naturales. (31 de enero de 1930). Diario Oficial de la Federación.

López, María L. (2008) "El caso particular de la legislación sobre los monumentos arqueológicos" en *Revista de la Facultad de Derecho de México*, num. 249, pp. 185-204. UNAM, Ciudad de México, México.

Machicado, Jorge (2007). *Corpus Iuris Civilis*, Cuerpo del Derecho del Ciudadano Romano [en línea], La Paz, Bolivia, Centro de Estudios de Derecho. Recuperado el 20 de mayo de 2017 a partir de:
<http://ermoquisbert.tripod.com/pdfs/cic.pdf>

Manso, Miguel A., y Ballari, Daniela (s/f). "Instalación de MapServer como WMS, WFS y WCS" en *Curso IDEs* [en línea], en Formación Geográfica, Universidad Politécnica de Madrid. España. Recuperado el 10 de noviembre de 2016 a partir de:

http://www.ideo.es/resources/presentaciones/JIDEE07/ARTICULOS_JIDEE2007/Articulo1-Anexo-archivo-map.pdf.

Posteriormente recuperado a partir de:

http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:zH8js46_MQEJ:www.ideo.es/resources/presentaciones/JIDEE07/ARTICULOS_JIDEE2007/Articulo1-Anexo-archivo-map.pdf+&cd=2&hl=es&ct=clnk&gl=mx

MapServer, Página oficial [en línea]. Recuperado el 10 de enero de 2017, a partir de: <http://MapServer.org/>

Martín, Manuel. (s/f). *Manual PostGIS. Traducción del manual PostGIS de Paul Ramsey* [en línea]. Recuperado el 9 de febrero de 2017 a partir de: <http://PostGIS.refractions.net/documentation/PostGIS-spanish.pdf>

Monge, Luis, Torres Juan P., López, Luz E. y Navarro Christian X. (2010). "Análisis comparativo de servidores de mapas" en *GeoFocus Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica*, num. 10, pp. 1-10, [en línea]. España. Recuperado el 13 de diciembre de 2016 a partir de:

<http://www.geofocus.org/index.php/geofocus/article/view/202>

Morales, Aurelio (2016). "7 motivos para utilizar PostGIS" en *MappingGIS* [en línea]. Valladolid, España. Recuperado el 11 de febrero de 2017 a partir de: <https://mappinggis.com/2012/09/por-que-utilizar-PostGIS/>

Ojeda, Iván J. (2012). *Los Sistemas de Información Geográfica como parte de un Sistema de Gestión en el Instituto Nacional de Antropología e Historia*. Trabajo de Grado. Licenciatura en Geografía; UNAM FFyL. México.

Olaya, Víctor (2014). *Sistemas de Información Geográfica* [en línea]. Recuperado 19 de mayo de 2017, a partir de:

Ortolan, M. (1884). *Explicación Histórica de las Instituciones del Emperador Justiniano*. Madrid. [en línea]. Recuperado el 19 de mayo de 2017, a partir de: http://cdigital.dgb.uanl.mx/la/1080097338_C/1080097338_T1/1080097338_02.pdf

Reglamento de la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológico, Artísticos e Históricos. (8 de diciembre de 1975). Diario Oficial de la Federación.

Rodríguez, Leopoldo. (2011). *Ley sobre Conservación de Monumentos Históricos y Artísticos y Bellezas Naturales*. Boletín de Monumentos Históricos, Tercera época, número 21, enero-abril de 2011. pp. 206-211.

Rojas Loa, José A. (s/f). "Memoria de una ciudad. La Zona Central de la Ciudad de México. (ZCCM) 1923-2011" en *Seminario Permanente Centro Histórico de la Ciudad de México* [en línea]. Programa Universitario de Estudios sobre la Ciudad. UNAM. Ciudad de México, México. Recuperado el 20 de febrero de 2017 a partir de: http://www.puec.unam.mx/pdf/libros_digitales/spch_v3_digital.pdf

Sacundo, Viviana (2014). "Servidor de Mapa Sigriego" En el *Día del SIG 2014*, [en línea]. Tucumán, Argentina. Recuperado el 10 de enero de 2017 a partir de: <http://fcf.unse.edu.ar/archivos/publicaciones/dia-sig-2014/contenido/pdf/03.pdf>

Sánchez, Diana et al. (2013). "Una herramienta de código abierto para la estrategia territorial en el espacio MED. Geoportal SDIMED". En *IV Jornadas*

Ibéricas de Infraestructuras de Datos Espaciales, Toledo, España. Recuperado el 10 de enero de 2017 a partir de:

http://www.ideo.es/resources/presentaciones/JIIDE13/jueves/36_codigo_abierto_MED.pdf

Secretaría de Cultura *El sistema de Información Cultural* [en línea]. México. Recuperado el 5 de septiembre de 2016, a partir de:

http://sic.conaculta.gob.mx/sobre_sic.php

Schroeder, Francisco A. *Legislación protectora de los monumentos y zonas de monumentos en México*, [en línea]. México. Recuperado el 19 de mayo de 2017, a partir de:

<https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/2/700/43.pdf>

Villalón, David y Pedrajas, Juan (2011). "Tecnologías de la Información Geográfica en la gestión del patrimonio cultural andaluz" en *Revista ph*, num. 77 Monográfico, pp. 101-106. [En línea]. Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, Sevilla, España. Recuperado el 22 de mayo de 2017 a partir de:

<http://www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/article/view/3111/3111#.WV6pKNM1-3I>

Anexo 1

Manual de usuario

Visualizador del Sistema de Información
Geográfica de los Monumentos Históricos
Inmuebles (SIGMHI)

Página de inicio y liga a la aplicación

La página de inicio contiene la liga de acceso al visualizador y gestor de información geográfica. Con un clic sobre la imagen se accede a la aplicación en una ventana emergente del mismo explorador.



Sistema de Información Geográfica de los Monumentos Históricos Inmuebles.

VISOR SIGMHI: Sistema diseñado con software libre para el manejo, consulta y muestra de datos georreferenciados sobre el patrimonio histórico de México.

Su uso depende de personal autorizado de la Subdirección de Catálogo y Zonas de la Coordinación Nacional de Monumentos Históricos del INAH.

Figura 53. Página de inicio y liga al visualizador.

Fuente: elaboración propia.

El acceso muestra la aplicación con la siguiente vista general.

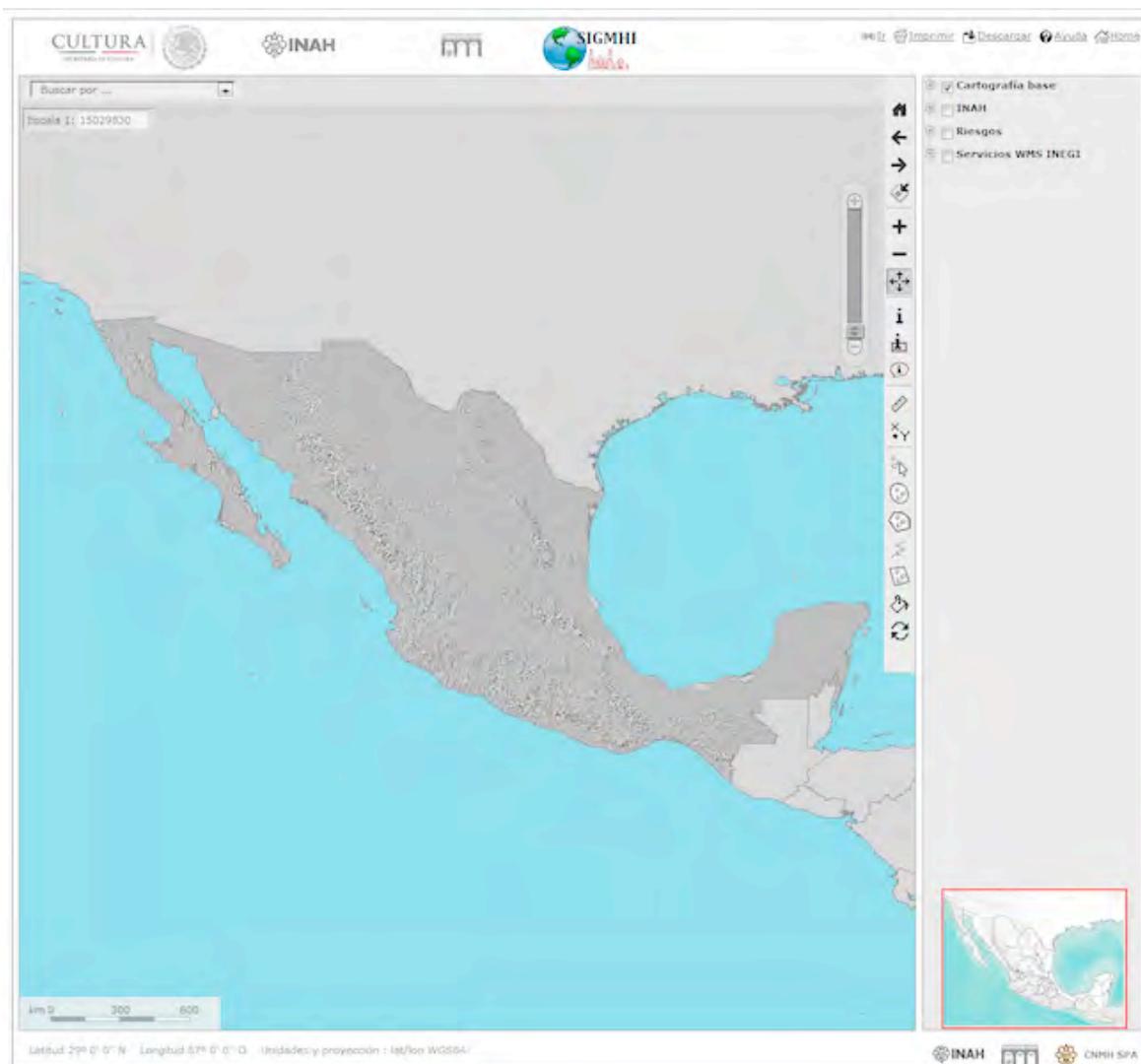


Figura 54. Vista general del visualizador.

Fuente: elaboración propia.

Principales elementos de la aplicación

La aplicación cuenta con diferentes secciones que contienen herramientas y funcionalidades para permitir la visualización, consulta y análisis de la información del visor. Además, contiene ligas a sitios de interés en el tema del patrimonio histórico.

Una vista general de la aplicación donde se señalan las secciones se muestra en la siguiente figura.

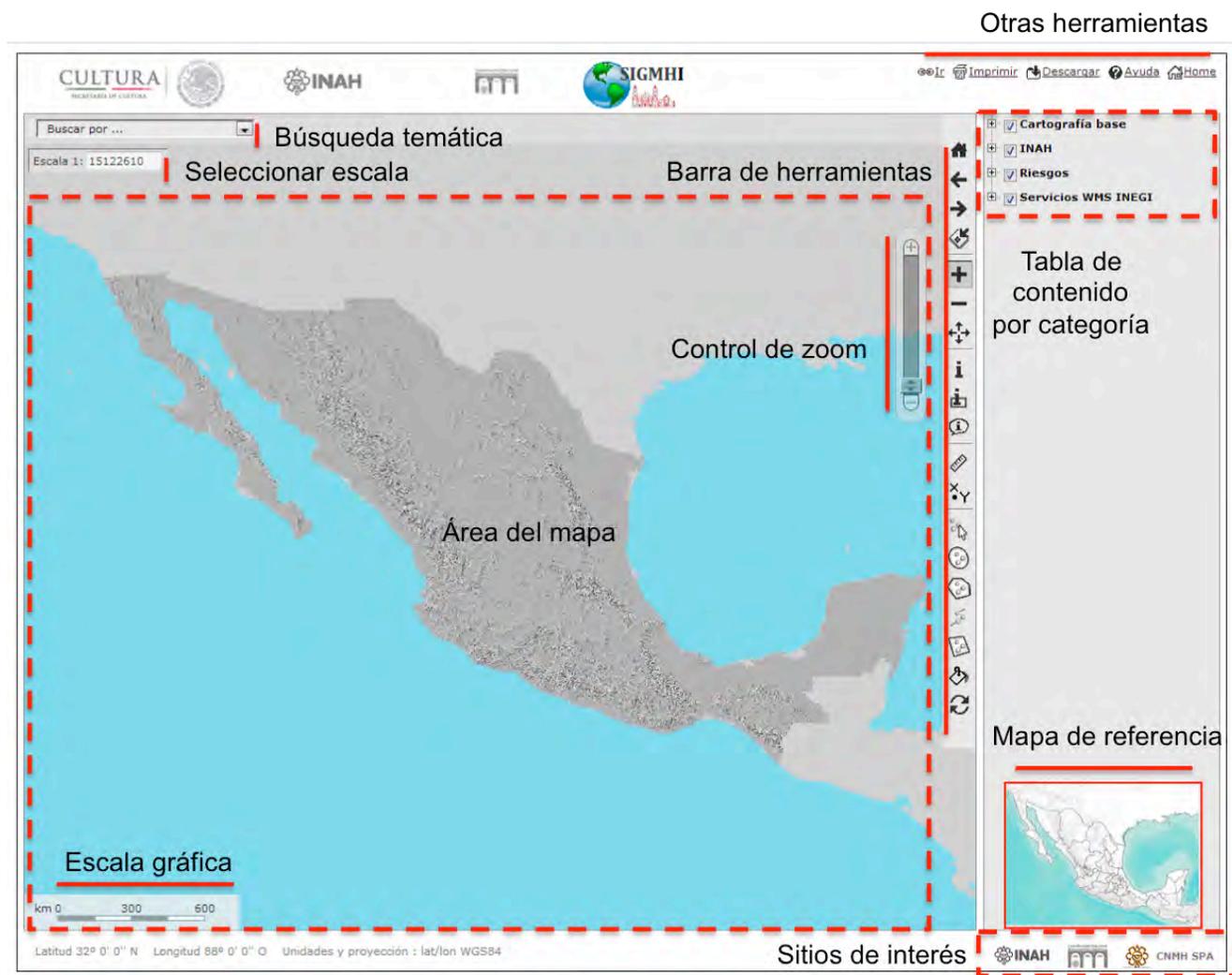


Figura 55. Vista general y secciones del visualizador.

Fuente: elaboración propia.

Las secciones destacadas de la aplicación contienen las diferentes herramientas, cualidades y funcionalidades:

- Área del mapa
- Tabla de contenido por categoría
- Control de zoom
- Mapa de referencia
- Seleccionar escala

- Escala gráfica
- Coordenadas y sistema de referencia
- Barra de herramientas
- Búsqueda temática
- Otras herramientas
- Sitios de interés



Área del mapa

Es la sección donde se visualizará el contenido de la aplicación. En ella se desplegará la información geográfica del visualizador y su escala y datos dependerán de lo seleccionado por el usuario. La aplicación está configurada para mostrarse por defecto a escala nacional visualizándose toda la extensión de México.

Tabla de contenido por categorías

En esta sección se muestra la información geográfica que alberga la aplicación mediante capas distribuidas en cuatro secciones: Cartografía base, INAH, Riesgos y Servicios WMS INEGI.

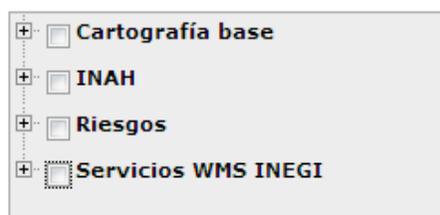


Figura 56. Categorías de las capas.

Fuente: elaboración propia.

Cada categoría está compuesta por una serie de capas en relación al tema, así: "Cartografía base" contiene capas de información general de tipo administrativo, del medio físico y comunicaciones, mientras que "INAH"

contiene solo la información relativa al patrimonio histórico de México bajo resguardo del INAH. La categoría Riesgos por su parte contiene información de la base de datos del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), y "Servicios WMS INEGI" contiene algunas de las capas que ofrece INEGI a partir de servicios WMS como ortofotos, traza urbana y calles.

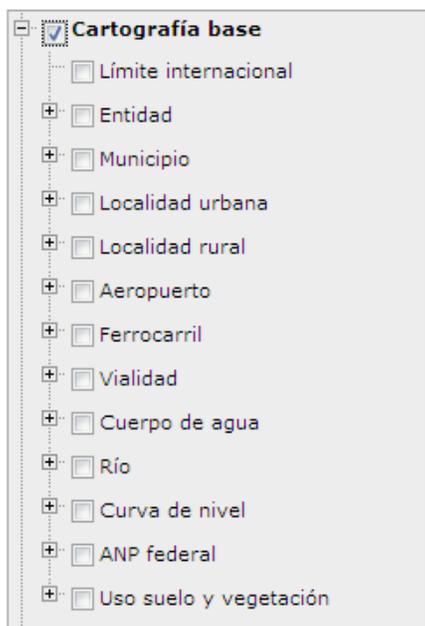


Figura 57. Categoría "Cartografía base".
Fuente: elaboración propia.

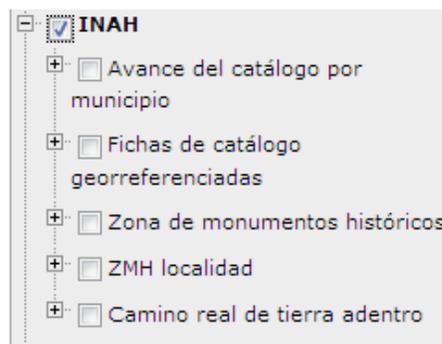


Figura 58. Categoría "INAH".
Fuente: elaboración propia.

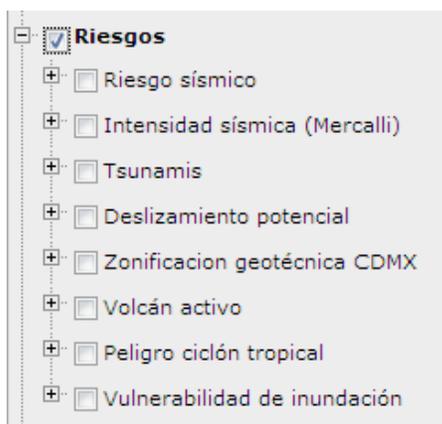


Figura 59. Categoría "Riesgos".
Fuente: elaboración propia.



Figura 60. Categoría "Servicios WMS INEGI".
Fuente: elaboración propia.

Control de zoom

El control de zoom es una herramienta que mediante desplazamiento de una barra vertical permite alejar o acercar el mapa a la escala seleccionada por el usuario. Para utilizarla, coloque el cursor sobre el botón de desplazamiento con flechas invertidas y dando clic sin soltar desplácese hasta la escala deseada, soltando para finalizar.

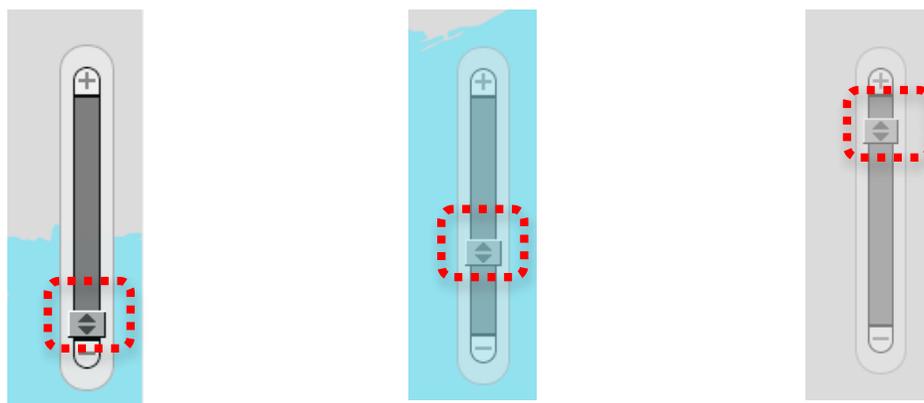


Figura 61. Barra de control de zoom y botón de desplazamiento, tres ejemplos.

Fuente: elaboración propia.

Mapa de referencia

Esta sección está destinada a mostrar al usuario la ubicación y nivel de acercamiento a la zona geográfica que muestra el área del mapa. Su funcionamiento es automático en función de lo seleccionado por el usuario y señalará mediante un rectángulo o una figura de cruz color rojo la ubicación y nivel de acercamiento actual del mapa.

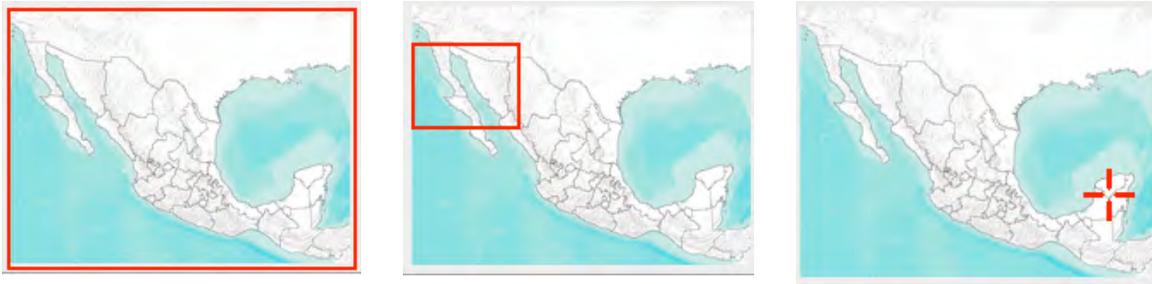


Figura 62. Mapa de referencia, tres ejemplos.

Fuente: elaboración propia.

Seleccionar escala

Esta herramienta permite seleccionar de entre las 8 escalas pre configuradas o bien escribir la escala deseada para visualizar el mapa.

Para utilizarla existen dos modalidades, la primera de ellas es a partir de las escalas ya establecidas. Se requiere dar clic dentro del recuadro y desplazarse hasta elegir la escala de interés, el mapa se ajustará de manera automática a la escala seleccionada.

La segunda modalidad es escribiendo la escala deseada dentro del recuadro y oprimiendo la tecla "Enter" del teclado, posterior a ello, el mapa se ajustará a la escala que escribió el usuario.

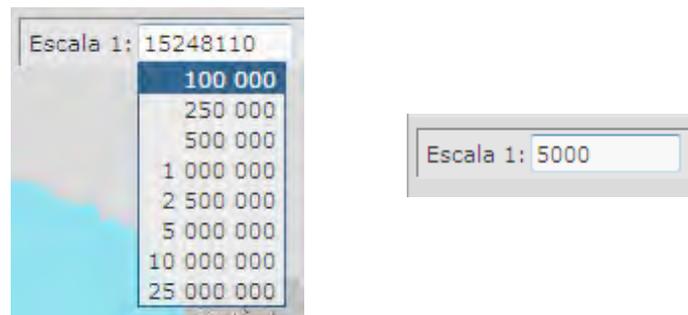


Figura 63. Seleccionar escala, ejemplo de cada modalidad.

Fuente: elaboración propia.

Escala gráfica

Esta sección está destinada a mostrar de manera gráfica al usuario, la distancia en unidades lineales que representa una distancia en el mapa, y estará siempre en función de la escala de visualización seleccionada.

Se muestran dos ejemplos en la figura siguiente, en el primer caso, la imagen de la izquierda representa el gráfico correspondiente a la escala 1:10000000, mientras que, la de lado derecho corresponde a la escala 1:1000.



Figura 64. Funcionamiento de la escala gráfica, dos ejemplos.

Fuente: elaboración propia.

Coordenadas y sistema de referencia

Esta sección del visor muestra las coordenadas que corresponden al cursor, y se modifica de forma automática en función del desplazamiento del mismo. También informa sobre el sistema de referencia y *datum* utilizados para presentar los datos geográficos.



Figura 65. Sección de coordenadas y sistema de referencia.

Fuente: elaboración propia.

Barra de herramientas

Esta sección se compone de una serie de herramientas que permiten la visualización, acercamiento, desplazamiento, identificación y consulta de los datos del visualizador.

Para su mejor comprensión, se han agrupado las herramientas para poder explicarlas por grupos. Sin embargo, algunas de ellas requerirán de mayor explicación.

Herramientas generales

	VISUALIZACIÓN COMPLETA	Muestra el mapa en toda su extensión
	ANTERIOR	Muestra la visualización de zoom anterior
	SIGUIENTE	Muestra la visualización de zoom siguiente
	ZOOM A LA SELECCIÓN	Ajusta el área del mapa a los objetos seleccionados
	ACERCAR	Permite seleccionar el área del mapa y el nivel de acercamiento deseado. Se puede usar dando un clic en un punto, o marcando con un rectángulo el área de interés
	ALEJAR	Permite alejar el área de mapa. Se puede usar dando un clic en un punto, o marcando con un rectángulo el área de interés para alejarse
	MOVER	Permite desplazarse por el mapa conservando el mismo nivel de zoom o escala de representación

Figura 66. Iconos y explicación de las herramientas básicas.

Fuente: elaboración propia.

Herramientas de identificación e información

	IDENTIFICAR	Permite visualizar los detalles y atributos alfanuméricos de todas las capas activas dando clic a punto seleccionado. Los resultados serán mostrados en una ventana emergente
	SELECCIONAR	Permite visualizar los detalles y atributos alfanuméricos de una sola capa a partir de la selección de un punto o un área dentro del mapa
	AUTOIDENTIFICAR	Permite visualizar automáticamente los detalles y atributos alfanuméricos de una sola capa a partir del desplazamiento del puntero del mouse sobre el mapa

Figura 67. Iconos y explicación de las herramientas de identificación e información.

Fuente: elaboración propia.

La herramienta "Identificar" permite ver los elementos de todas las capas activas de un punto seleccionado por el usuario. Estos se mostrarán en una ventana emergente con tantas filas como elementos en las capas activas se hayan seleccionado con un clic del mouse.

Para utilizarla es preciso dar clic sobre el ícono . En seguida se debe dar clic en el punto que se quiera identificar. Una vez que se muestren los resultados en la tabla emergente, el usuario deberá dar clic en cada una de las capas que desee revisar, así se mostrará cada elemento seleccionado por capa.

En la siguiente figura se muestra del lado izquierdo el ícono de la herramienta activo y la forma en que se exponen los resultados mediante una tabla que contiene todas las capas contraídas. De lado derecho se muestran los resultados con las capas ya expandidas.

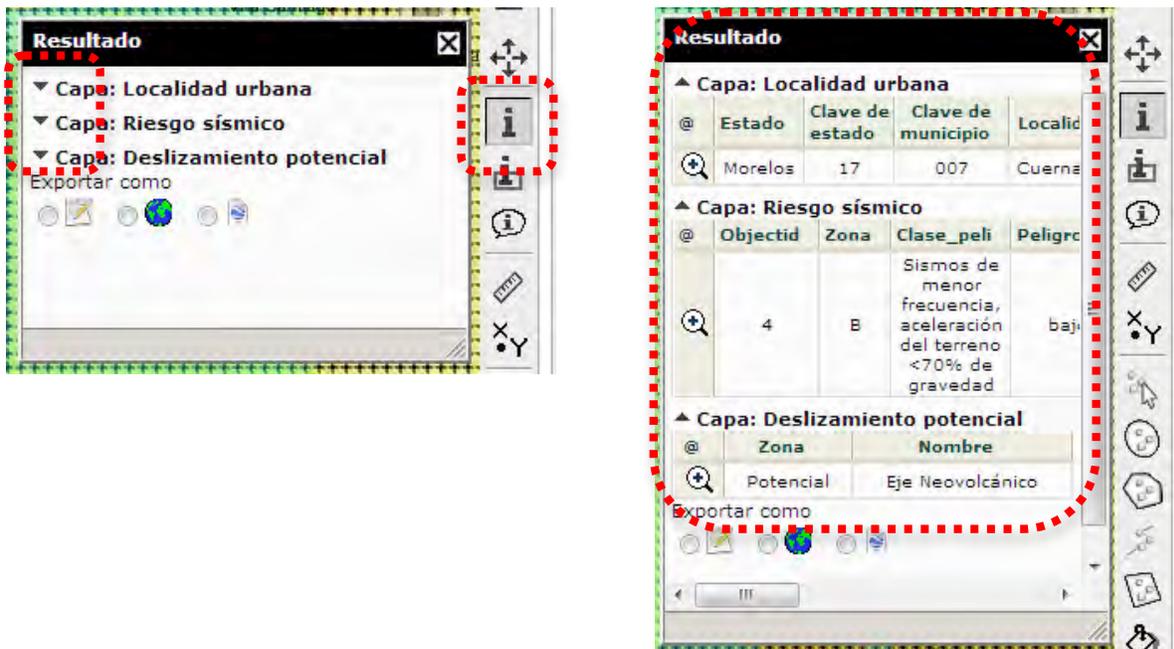


Figura 68. Funcionamiento de la herramienta "Identificar".

Fuente: elaboración propia.

La herramienta "Seleccionar" permite ver los elementos identificados a partir de una sola capa seleccionada por el usuario. Estos se mostrarán en una ventana emergente con tantas filas como elementos en la capa se hayan seleccionado con un clic o con un rectángulo dibujado con el *mouse*.

Para utilizarla es preciso dar clic sobre el ícono  y en seguida se presentará en la parte superior derecha del mapa un cuadro donde se deberá seleccionar la capa de interés.

Una vez realizado esto se requiere dar clic en un punto o dibujar un rectángulo dando clic con el *mouse* en el área que se quiera consultar.

Realizado lo anterior se mostrarán en una tabla emergente solamente los resultados correspondientes a la capa seleccionada y se aplicará *zoom* automático al área de interés, el usuario deberá dar clic en el nombre de la capa y de esta forma se desplegarán los elementos seleccionados.

Adicionalmente podrá hacer clic en el ícono  de cada uno de los registros para acercar al elemento en cuestión.

En la siguiente figura se muestra la forma en que opera la herramienta.

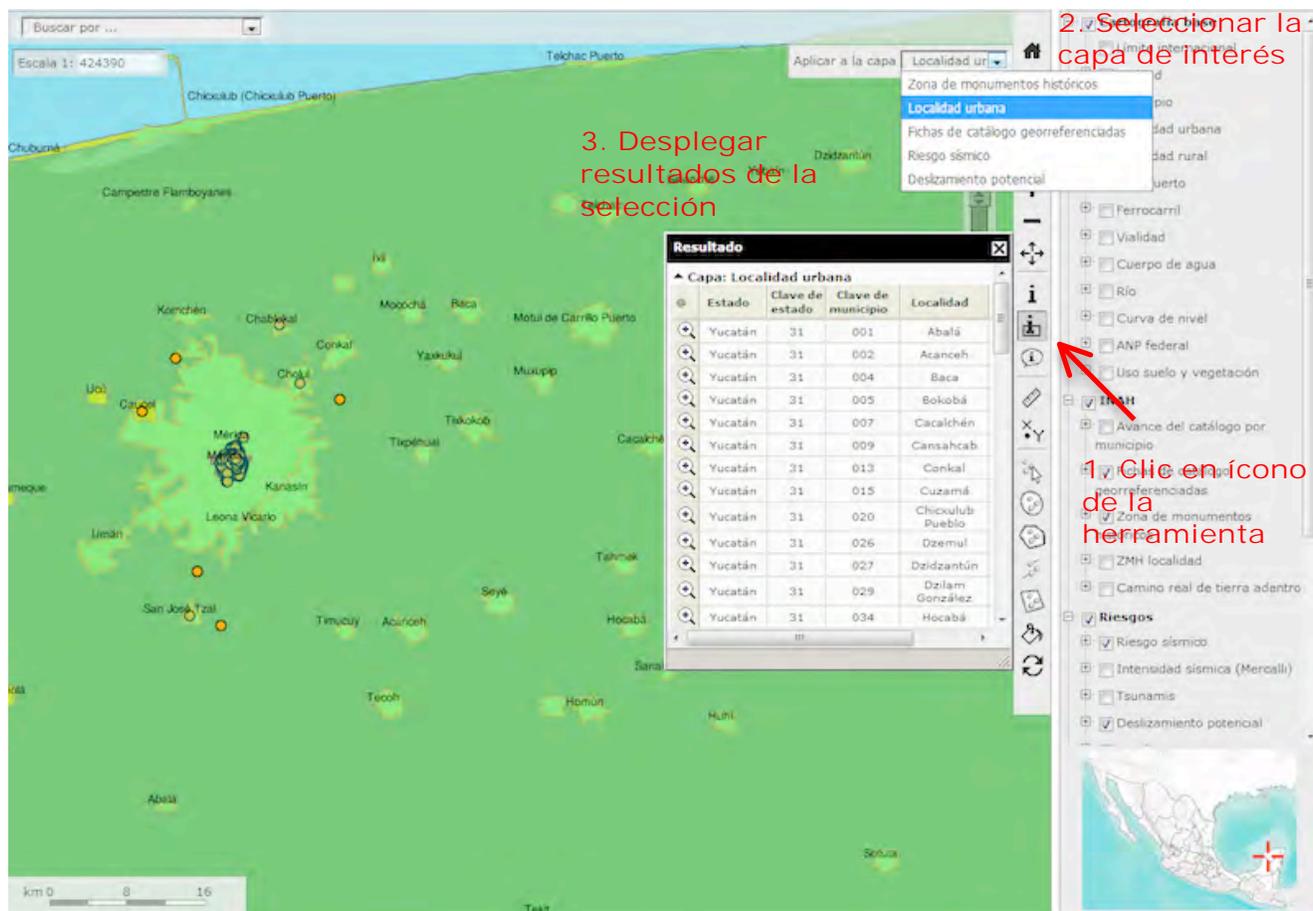


Figura 69. Funcionamiento de la herramienta "Seleccionar".

Fuente: elaboración propia.

La herramienta "Autoidentificar" permite conocer los atributos y datos alfanuméricos que contiene cada elemento en una sola capa seleccionada por el usuario, a partir del desplazamiento del puntero del mouse, sin dar clic. Para utilizarla es preciso dar clic primero en el ícono de la herramienta  y posteriormente seleccionar la capa sobre la que se realizará la consulta. Una vez realizado esto, se procederá a desplazar el cursor sobre el elemento de interés y una ventana emergente mostrará la información.

En la figura siguiente se muestra la forma en que opera la herramienta.

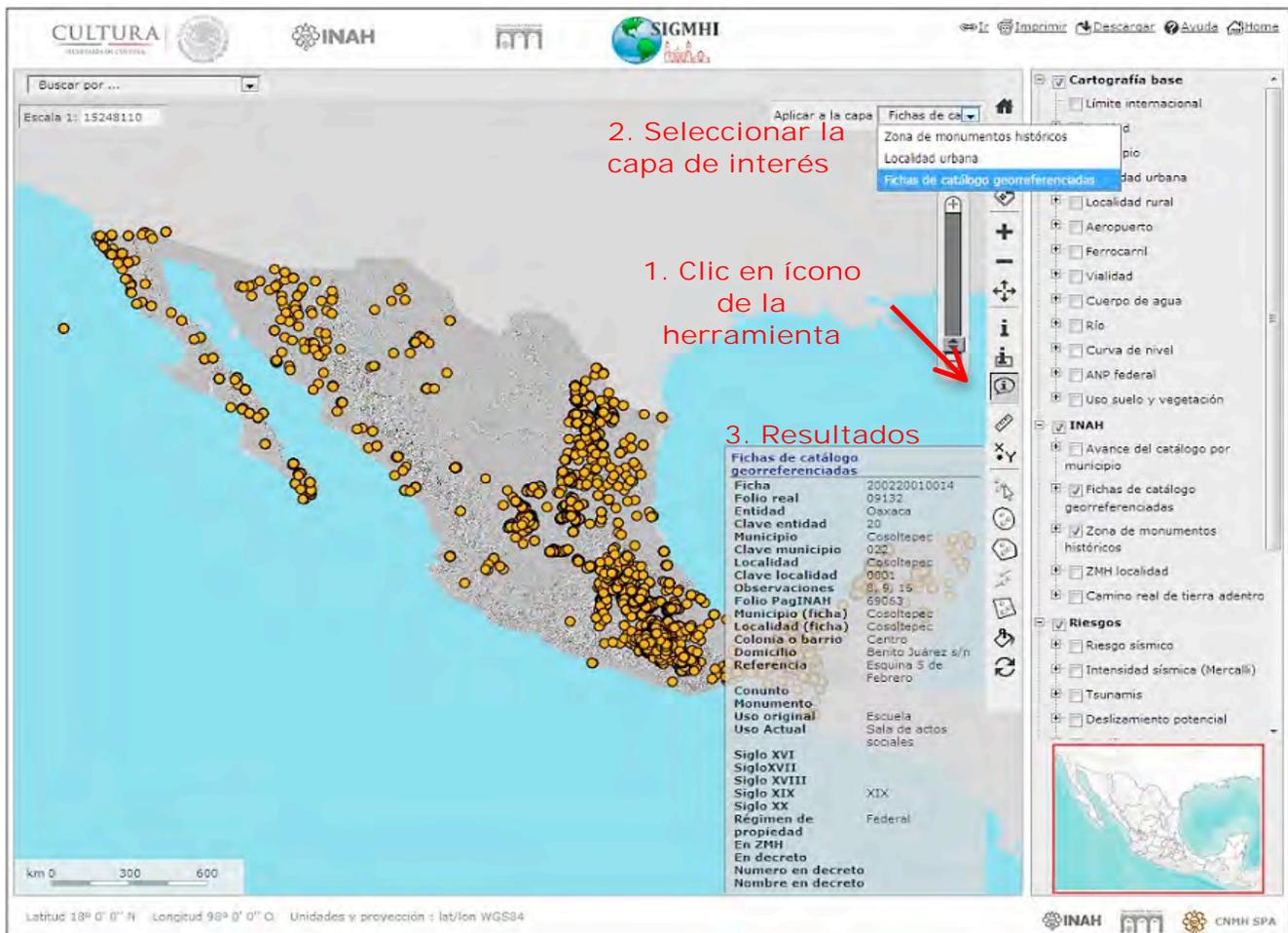


Figura 70. Funcionamiento de la herramienta "Autoidentificar".

Fuente: elaboración propia.

Herramientas de medida y coordenadas



MEDIR

Permite medir distancias, perímetros y áreas en función de lo seleccionado por el usuario. Se aplica dibujando a mano alzada y finalizando con doble clic el polígono o línea de interés



COORDENADAS

Permite conocer las coordenadas de un punto dentro del mapa dando clic en el sitio de interés

Figura 71. Íconos y explicación de las herramientas de medida y coordenadas.

Fuente: elaboración propia.

La herramienta "Medir" permite obtener las medidas de longitud de una línea, o el perímetro y superficie de un polígono. Para utilizarla se debe seleccionar el ícono  y a continuación aparecerá en la parte inferior derecha del área del mapa un cuadro donde se presentarán los resultados. Se requiere dibujar una línea o un polígono finalizar el dibujo con doble clic.

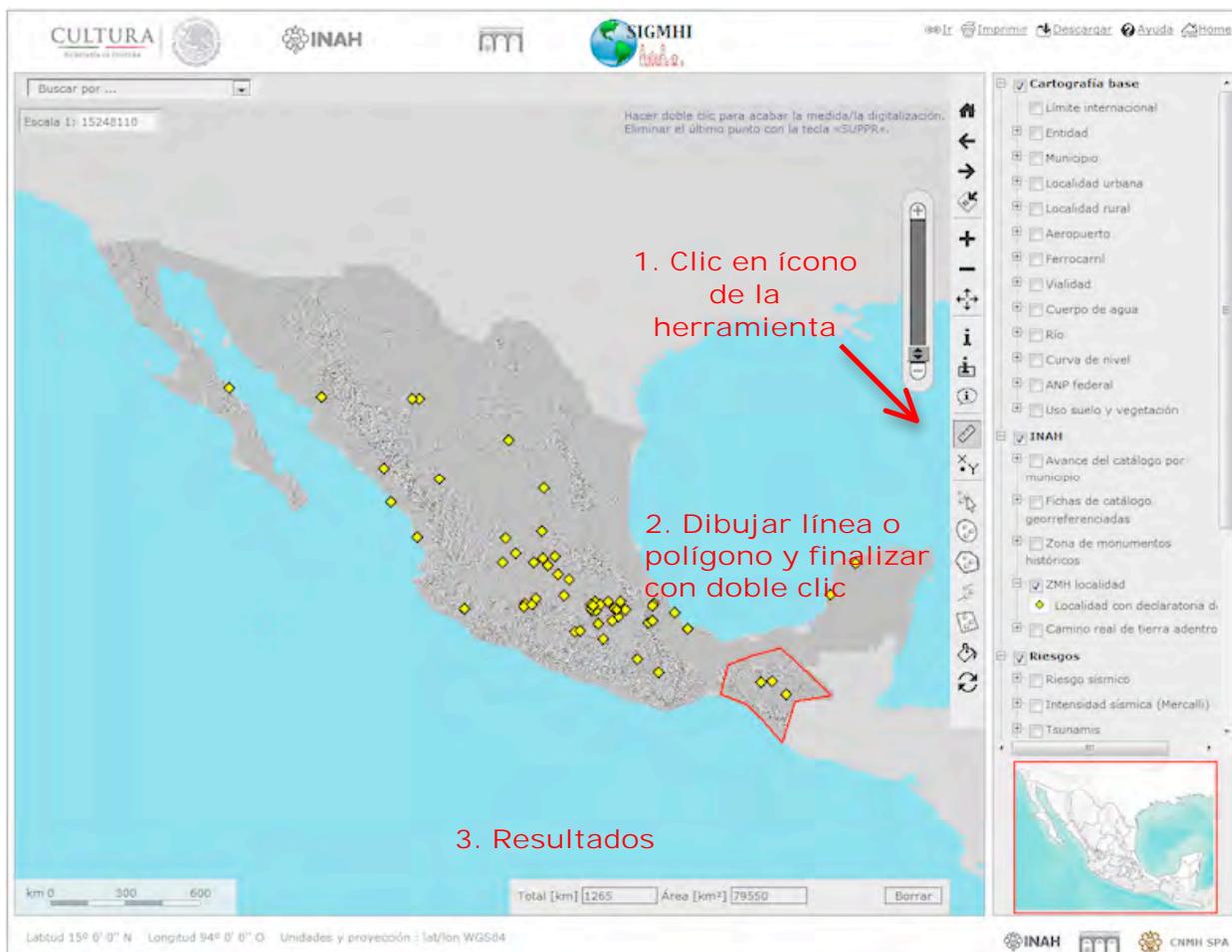


Figura 72. Funcionamiento de la herramienta "Medir".

Fuente: elaboración propia.

Herramientas de consulta

	CONSULTAR UN PUNTO	Permite realizar la consulta de un punto determinado en una sola capa seleccionada por el usuario, o en todas las capas activas. La forma de usar es dando un clic en el sitio de interés
	CONSULTAR POR CÍRCULO	Permite consultar los atributos de una sola capa seleccionada por el usuario, o de todas las capas activas, en un área determinada por un círculo. La forma de usar es dando un clic en el sitio central del área de interés y dar doble clic para finalizar
	CONSULTAR POR POLÍGONO	Permite consultar los atributos de una sola capa seleccionada por el usuario, o de todas las capas activas, en un área determinada por un polígono dibujado a mano alzada. La forma de usar es dibujar el polígono y dar doble clic para finalizar
	CONSULTAR POR LÍNEA	Permite consultar los atributos de una sola capa seleccionada por el usuario, o de todas las capas activas, en un área determinada por una línea. La forma de usar es dibujando una línea con dos o más vértices y dar doble clic para finalizar
	CONSULTAR POR RECTÁNGULO	Permite consultar los atributos de una sola capa seleccionada por el usuario, o de todas las capas activas, en un área determinada por un rectángulo. La forma de usar es marcando el área del rectángulo y dar doble clic al finalizar

Figura 73. Íconos y explicación de las herramientas de consulta.

Fuente: elaboración propia.

Herramientas adicionales

	TRANSPARENCIA	Permite aplicar transparencia a una sola capa seleccionada por el usuario
	BORRAR SELECCIÓN	Actualiza el área del mapa y borra la selección de los objetos de todas las capas seleccionados o consultados previamente

Figura 74. Íconos y explicación de las herramientas de consulta.

Fuente: elaboración propia.

La herramienta de "Transparencia" permite aplicar esta cualidad a cualquier capa contenida en las categorías del visualizador. Aunque algunas de ellas

están pre configuradas para mostrar un nivel de transparencia por defecto, se agregó esta herramienta a fin de facilitar la consulta al usuario. Para utilizar la herramienta, basta con dar clic en el ícono , acto seguido de mostrará una ventana emergente donde se debe seleccionar primero la capa de interés y luego el nivel de transparencia mediante el desplazamiento del botón en la barra.



Figura 75. Barra de control de transparencia y botón de desplazamiento, tres ejemplos de aplicación en la misma capa.

Fuente: elaboración propia.

Búsqueda temática

La sección de búsqueda temática permite realizar la búsqueda de elementos a partir de 11 criterios configurados previamente. Se trata de un combo desplegable que al dar clic muestra las posibles opciones de búsqueda.

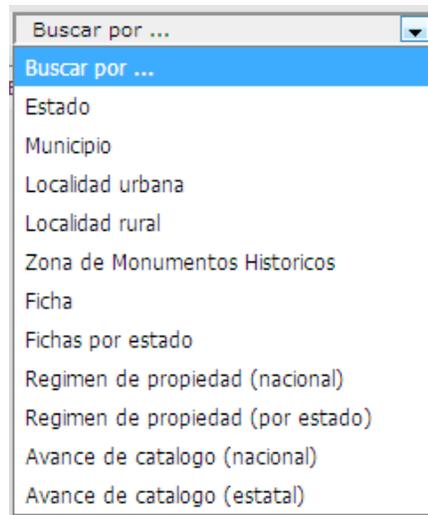


Figura 76. Combo "Buscar por..." despliega 11 posibles opciones de búsqueda.

Fuente: elaboración propia.

La mayoría de las opciones son de búsqueda simple y se realizan a partir de un criterio, y sólo existen dos posibilidades donde se utilizan dos criterios.

La siguiente figura muestra un ejemplo de búsqueda por Zona de Monumentos Históricos (ZMH), que se realiza a partir de un solo criterio: el nombre de la ZMH de interés.

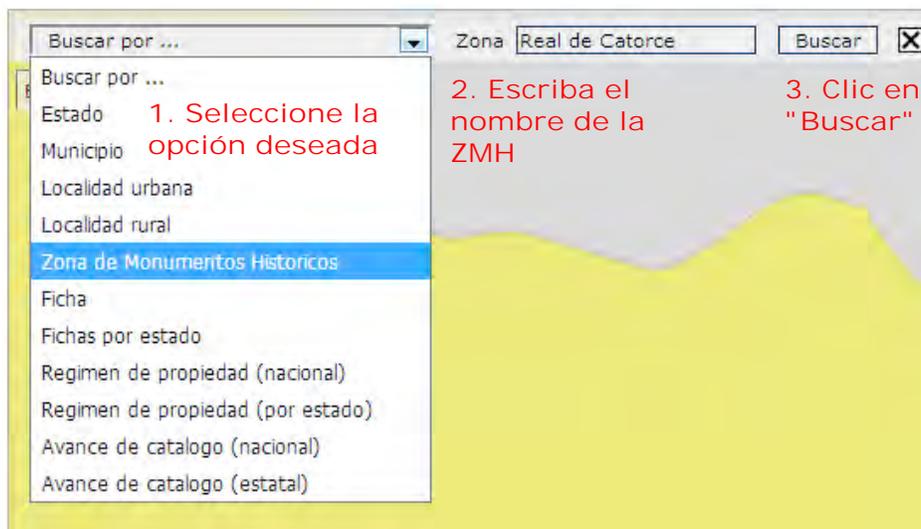


Figura 77. Combo "Buscar por..." ejemplo de búsqueda con un solo criterio.

Fuente: elaboración propia.

La siguiente figura muestra un ejemplo de búsqueda de Régimen de propiedad por estado, que se realiza a partir de dos criterios: el tipo de régimen de propiedad y el nombre de un estado.

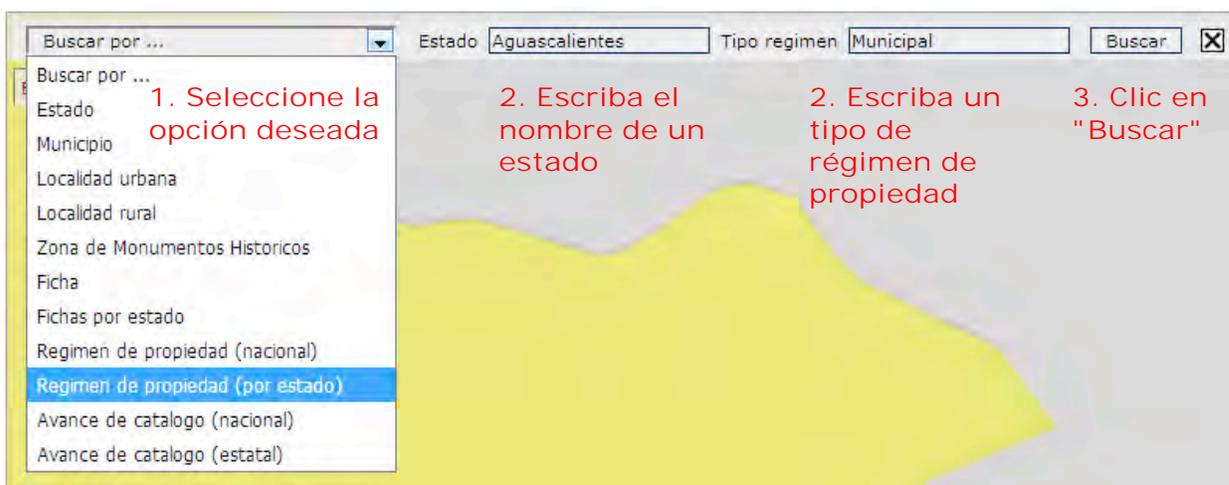


Figura 78. Combo "Buscar por..." ejemplo de búsqueda con dos criterios.

Fuente: elaboración propia.

Otras herramientas

Esta sección contiene herramientas para descargar una imagen de la vista actual del mapa, permite configurar una impresión que podrá guardarse en formato .pdf, así como acceder a una breve sección de "Ayuda", y conectar con la página principal del desarrollador del *framework p.mapper*.

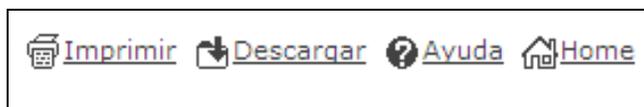


Figura 79. Vista general de botones de la sección "Otras herramientas".

Fuente: elaboración propia.

La herramienta "Imprimir" permite configurar una impresión del mapa visualizado por el usuario. Para utilizarla es preciso realizar clic sobre el ícono

 Imprimir y en seguida seleccionar los parámetros deseados para configurar la impresión en la ventana emergente que se muestra.

En las figuras siguientes, se muestra un ejemplo de configuración de impresión mediante el cuadro de diálogo, y dos resultados de configuraciones distintas.

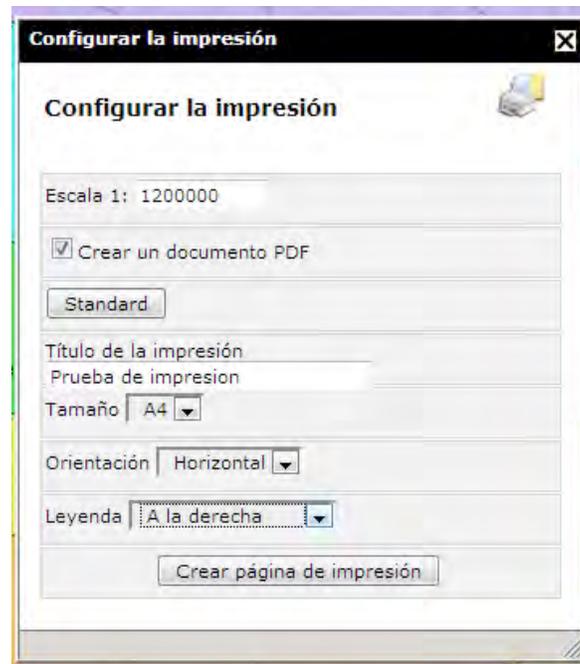


Figura 80. Ventana emergente para configuración de "Impresión".

Fuente: elaboración propia.

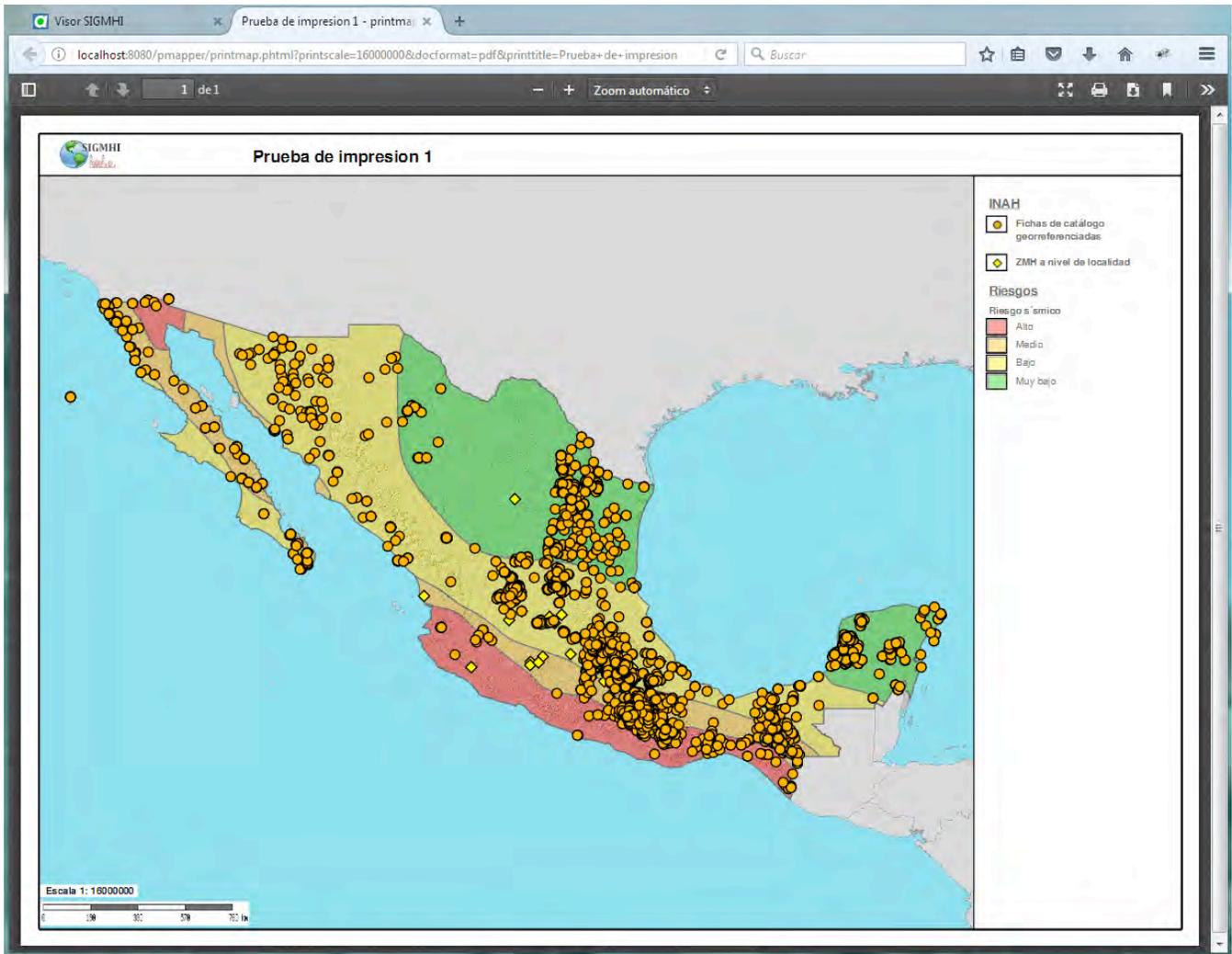


Figura 81. Ejemplo 1 impresión horizontal.
Fuente: elaboración propia.

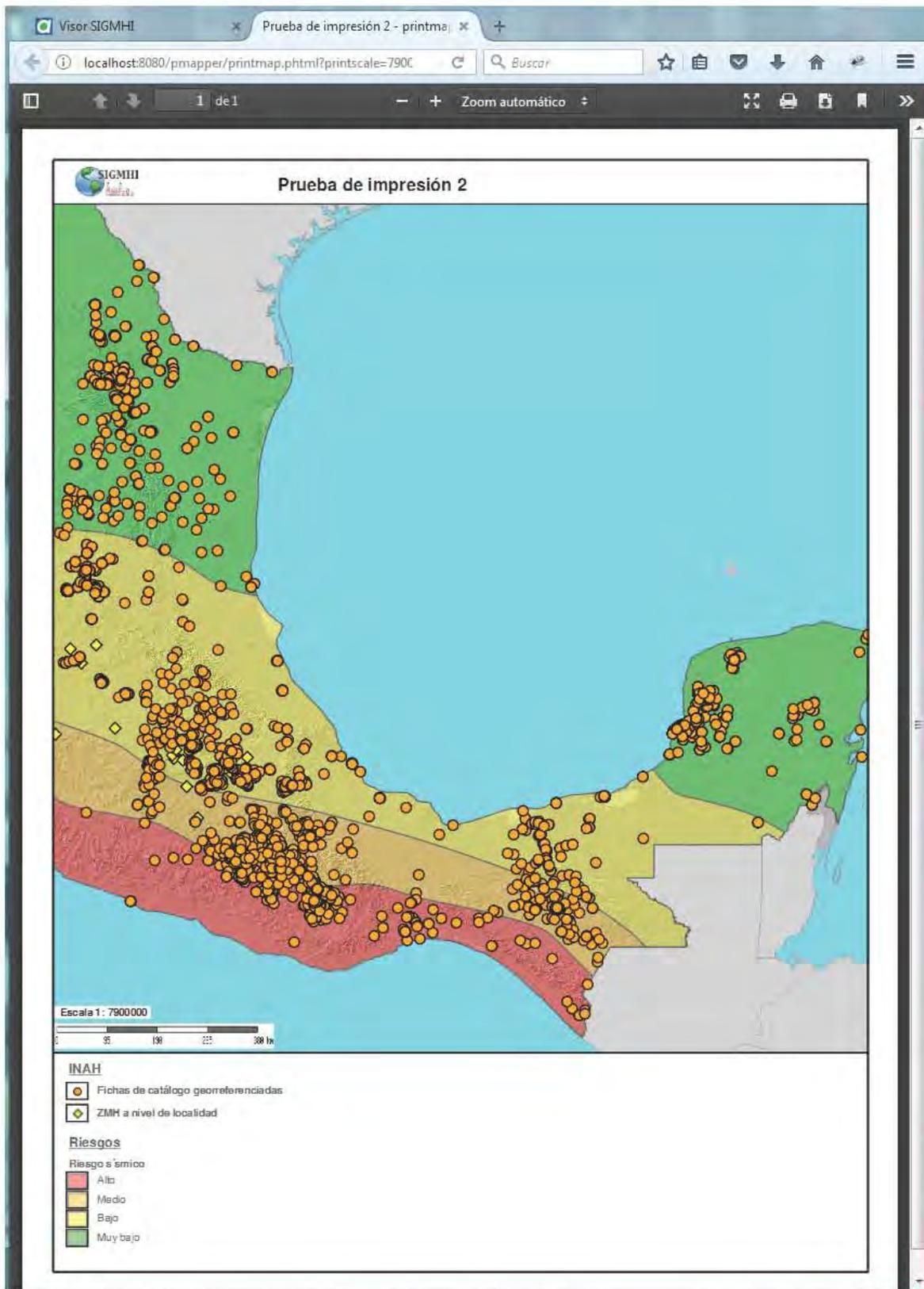


Figura 82. Ejemplo 2 impresión vertical.

Fuente: elaboración propia.

Sitios de interés

Finalmente, la aplicación permite la conexión con sitios que se considera de interés para los usuarios del visualizador. Se agregaron tres ligas correspondientes a los sitios del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), La Coordinación Nacional de Monumentos Históricos (CNMH) y el Sistema de Publicación y Administración del Catálogo Nacional de Monumentos Históricos Inmuebles que desarrolla el INAH.



Figura 83. Ligas a los sitios de interés (INAH, CNMH y Sistema de Catálogo).

Fuente: elaboración propia.

Anexo 2

Ejemplo de ficha del Catálogo Nacional de Monumentos Históricos

1. LOCALIZACIÓN

Estado : Yucatán
Municipio : Uman
Localidad : Yaxcopoil
Colonia ó barrio :
Calle y núm. :
Otra localización : 34 km al suroeste de Mérida por la carr. 180, entronque con la carr. 261 km. 18.

Región :
Manzana :
Lote :
C.P. :
Latitud : 21° 11' 30"
Longitud : 89° 05' 30"
Altitud : msnm

Número de Clave: 311010190001
Folio SICNMHI: 0



Fachada principal

2. IDENTIFICACIÓN

Nombre del conjunto: Antigua Hacienda de Yaxcopoil
Nombre del edificio :
Uso original : Hacienda Henequenera
Uso actual : Museo

Época de construcción: XVI XVII XVIII XIX XX

3.- CARACTERÍSTICAS

Estado de Conservación

Fachada :

Muros :

Ancho de muros : mts.

Entrepisos :

Forma entresijos :

Cubierta :

Forma cubierta :

Niveles : 1

Otros elementos :

4.- ASPECTOS LEGALES

Régimen de propiedad : Privado

5. DATOS HISTÓRICOS (1. Orales 2. Documentales 3. Incripciones)

2.- La hacienda Yaxcopoil se fundó en el siglo XVII. Su nombre significa en la lengua maya 'lugar de los Alamos verdes'. La hacienda reúne en su historia los tres grandes periodos del Yucatán de ayer, la vida prehispánica, la colonial y el auge henequenero de finales del siglo XIX y principios del siglo XX. Con más de once mil hectáreas de terreno en su época de mayor esplendor, Yaxcopoil fue considerada una de las fincas rústicas más importantes por su tamaño y magnificencia, tanto en el ramo ganadero como en el henequenero. No obstante con el paso del tiempo y con los continuos procesos de cambio social y económico en la región, su extensión se vio reducida a menos del 3% de su antigua superficie.

En la actualidad la hacienda está convertida en un parador y museo de carácter privado, que procura mostrar con la mayor veracidad y sencillez, los espacios y mobiliarios que se acostumbraba a usar en las épocas de esplendor.

La casa principal de amplios salones, altos techos, y espaciosos corredores, está rodeada de extensos jardines con una gama infinita de colorido y vegetación exuberante, que nos sitúan en un ambiente único e incomparable. Todavía cuenta con los muebles europeos originales que le confieren el ambiente de la época. El salón principal está presidido por dos óleos: Don Donaciano García Rejón Mazó y su esposa Mónica Galera Encalada, quienes en 1864 adquirieron la hacienda. A partir de entonces la propiedad fue pasando de padres a hijos hasta su actual propietario, descendiente de aquellos. En la oficina se guardan libros, planos, documentos y otras colecciones de la época de la administración de la hacienda.

En la capilla se conserva un óleo de la época colonial. Allí se venera la imagen de su santo patrono, San Jerónimo de Yaxcopoil. El comedor y la cocina, ambas con un precioso y fino mobiliario que refleja la excelente manera de vida doméstica y campirana.

En la huerta se encuentra la piscina con sus vestidores, el tanque de riego y la noria con sus motores y bombas americanas de principios del siglo XX, que siguen trabajando extrayendo el agua para el uso cotidiano.

Del período prehispánico, Yaxcopoil conserva en sus montes, ruinas mayas formadas por numerosas estructuras piramidales, teniendo las seis principales una altura que varía entre 6 y 20 metros, una cancha para el juego de pelota y estelas menores que se encuentran en un área aproximada de 8 kilómetros cuadrados.

Uno de los salones, el llamado 'cuarto maya', se ha convertido en un pequeño museo que reúne numerosas vasijas, esculturas y otras reliquias arqueológicas del período clásico (250-900 DC) hallados en las ruinas mayas de Yaxcopoil.

En la planta desfibradora de henequén muestra vestigios de los primeros motores y máquinas del siglo XIX para el proceso agrícola e industrial. En el cuarto de máquinas se conserva en buenas condiciones un motor diesel alemán con 100 HP de potencias marca Korting (Hannover) de 1913, el cual se utilizó hasta 1984 cuando la producción

de fibra de henequén en la hacienda concluyó, después de más de un siglo.

El taller y las bodegas los cuales son construcciones que tienen fachadas bellamente decoradas de estilo neoclásico columnas con cuatro esculturas de mujeres representando las estaciones del año.

Al otro extremo de la manga el frente al cuarto de máquinas, se puede ver otros edificios que antaño formaron parte de la hacienda y que funcionaron como la escuela, hospital y tienda.

Debido a sus edificios de clásico estilo rural, Yaxcopoil es, sin duda alguna, la finca henequenera más conocida en la región, ya que su casa principal y planta han servido de escenario para filmaciones de varias películas y programas para la televisión.

Cualquier visitante que desee conocer el pasado de Yucatán debe recorrer una hacienda, porque son parte de su historia. De todas las haciendas que hay en la península, la mayoría se encuentran semidestruidas por el paso implacable del tiempo.

Sólo unas cuantas de la magnitud de Yaxcopoil se han logrado conservar.

Viajando por la carretera rumbo a las ruinas de Uxmal, al pasar por Yaxcopoil surge de inmediato la edificación que más caracteriza, su monumental 'arco doble Morisco' del período colonial, quizá el más hermoso de Yucatán, que abre al visitantes puertas de la hacienda, ofreciéndole una cordial bienvenida.

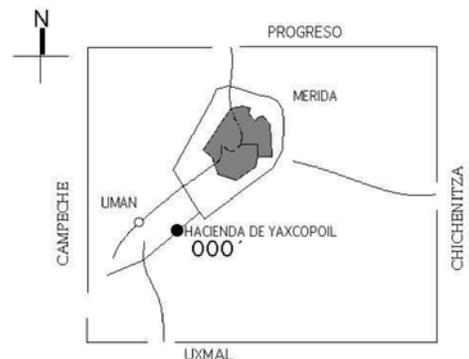
6. BIBLIOGRAFÍA

Díptico. Guía del visitante.



Croquis de planta

Detalle de interior o de fachada



Croquis de localización

Realizó :

Fecha : 0/04/2006

1. LOCALIZACIÓN

Estado : Ciudad de México
Municipio : Cuauhtémoc
Localidad : Centro Histórico
Colonia ó barrio : Centro
Calle y núm. : Plaza de la Constitución s/n.
Otra localización : Entre Monte de Piedad y Seminario

Región : 01
Manzana : 09
Lote : 01
C.P. :
Latitud : 19° 04' 30"
Longitud : 99° 05' 30"
Altitud : msnm

Número de Clave: 090060070982
Folio SICNMHI: 41804



2. IDENTIFICACIÓN

Nombre del conjunto: Catedral Metropolitana
Nombre del edificio : Sagrario Metropolitano
Uso original : Sagrario
Uso actual : Parroquia, Sagrario Metropolitano

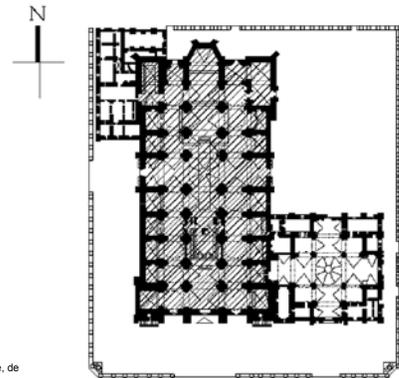
Época de construcción: XVI XVII XVIII XIX XX

3.- CARACTERÍSTICAS

Fachada : Cantera, tezontle
Muros : Piedra
Ancho de muros : 1.50 mts.
Entrepisos : Piedra
Forma entrepisos : Plana
Cubierta : Piedra
Forma cubierta : Abovedada
Niveles : 1
Otros elementos :

Estado de Conservación

B
B
B
B



Fachada principal

Croquis de planta

4.- ASPECTOS LEGALES

Régimen de propiedad : Federal

5. DATOS HISTÓRICOS (1. Orales 2. Documentales 3.Inscripciones)

2. La primitiva Catedral, construida entre 1524 y 1532 por disposición de Hernán Cortés, en diez solares que señaló el Cabildo, se levantaba en el ángulo suroeste del actual atrio; era un templo muy pobre, de planta basilical y techado de madera; fue construida por Martín de Sepúlveda, alarife de la Ciudad de México, y reconstruida en 1585. Este templo, dedicado a Santa María de la Asunción, estuvo en uso hasta 1626. En 1536, fray Juan de Zumárraga, primer Obispo de México, promovió la construcción de una nueva Catedral, por resultar la primera pobre e insuficiente por el rápido crecimiento de la ciudad. En 1544, la Corona española ordenó al virrey Antonio de Mendoza que mandase hacer la traza. Se hizo un primer proyecto, de acuerdo con la traza de la Catedral de Sevilla, pero la construcción no se lleva a efecto sino que una nueva Cédula Real, en 1552, ordena su edificación. Diez años después, se realizó la primera cimentación del edificio, pero como "el proyecto era desmesurado y no se vería terminado nunca", se eligió una segunda traza con orientación norte-sur que fue la definitiva, proyección con techumbre de madera, al modo mudéjar, y con cuatro torres en las esquinas (los cimientos de una de ellas fueron descubiertos en 1975, durante los trabajos de re cementación de la Catedral). El autor del alzado fue Juan Miguel de Agüero; la obra se inició con bastante actividad, en 1581; siendo obrero mayor de la fábrica el capitán Melchor Dávila, ya se habían levantado los muros a la mitad de su altura y se habían fabricado los grandes pilares; en 1585, se trabajaba en las capillas de la parte oriental, con la intervención del cantero Juan de Arce. A principios del siglo XVII, se envió a España la traza con la relación del avance de la obra; Felipe III envió a Nueva España un proyecto realizado por su arquitecto Juan Gómez de Mora y la orden para que reunieran en México las "personas más entendidas en arquitectura". La decisión fue unánime: se aceptó a traza de Claudio de Arciniegro, ya sin las torres del testero y el modelo de Juan Miguel de Agüero, cubiertas de bóveda y cúpula en el crucero. La "bóveda estelar" de la sacristía, data de 1623; dos años después, fue demolida la primitiva Catedral, al quedar terminada la fábrica de esta sacristía, de la sala capitular y las cuatro primeras capillas, dos del lado de la Epístola y dos del Evangelio. Las obras se interrumpieron a causa de la inundación de 1629, posteriormente, se elevó el nivel del terreno y las obras continuaron. En 1643, Juan Gómez de Trasmonte fue nombrado Maestro Mayor de Catedral y, en 1650, el primitivo Altar del Perdón fue estrenado. Seis años después, el hijo de Juan Gómez de Trasmonte, Luis, fue designado Maestro Mayor, en atención a que "ha más de veintiséis años que sirve en dicha obra y que dejó cubiertas algunas de sus capillas", logrando terminar la construcción de la cúpula principal. El primer cuerpo de la torre oriente se terminó entre 1653 y 1660. Por desear el virrey duque de Albuquerque que se procediera cuanto antes a la dedicación del templo, el que aún estaba incompleto, se procedió a cubrir con madera la parte que faltaba por abovedar; el 30 de enero de 1656, el virrey reunió en el coro al Cabildo y le hizo entrega formal del templo; el 2 de febrero de ese mismo año tuvo lugar la dedicación preliminar. Entre 1660 y 1664, siendo virrey el conde de Baños, se logró terminar el cimborrio y, entre 1664 y 1667, gobernando el marqués de Mancera, fueron terminadas las capillas de los pies de la Iglesia. La última bóveda, al que se levanta sobre la puerta del Perdón, fue cerrada el 22 de junio de ese año y, el 22 de diciembre, se llevó a cabo la solemne dedicación definitiva. En 1668, Rodríguez Díaz de Aguilera desempeñaba el cargo de maestro arquitecto, aparejador mayor de la obra y fábrica de la Santa Catedral de México. La portada central ostenta la fecha "1672"; los relieves de esta fachada talló, en 1687, Miguel Ximénez, así como las estatuas de tres de los Apóstoles, colocadas en las hornacinas de sus intercolumnios; el San Pablo está firmado por su hermano Nicolás Ximénez, de calidad de tallador. La portada oriente fue terminada el 5 de agosto de 1688, y se reedificó en 1804, según la inscripción que ostenta en la parte superior. La portada del poniente se acabó un año después. En 1690, el arquitecto Cristóbal de Medina Vargas era el maestro mayor de la Catedral y Juan Montero el aparejador. Posteriormente, entre 1696 y 1697, el arquitecto y maestro de carpintería Juan de Rojas ejecutó la sacristía y el coro, siendo también autor de la caja del órgano. En 1696, el aragonés Tiburcio Sáenz vino a instalar el órgano oriente, construido en España por Jorge Sesma. Cuarenta años después, en 1735, el artista Joseph Nasarre construyó el órgano meciánico. Según cédula fechada en Madrid el 6 de septiembre de 1713, Felipe V se queja con el virrey Conde Gálvez, "del atraso de la obra y de haberse consumado tres millones de pesos en ella", desde que se inició su construcción. Los trabajos para su ornato se terminaron. En 1718, Jerónimo de Balbás llegó de España para construir el altar de los Reyes; quedó colocado el ábside del templo en 1725 y fue dedicado en 1737. La hechura de sus grandes lienzos la contrató, en 1719, Juan Rodríguez Juárez, autor también de otros doce lienzos de los colaterales. En 1743 fue decorado por Francisco Martínez. El Altar del Perdón, obra también de Jerónimo de Balbás, que remata al trasero, fue dedicada en 1737 y ostentada en el incendio de 1967. Jerónimo de Balbás también fue autor de ciprés del altar mayor. La reja del coro, diseñada por Nicolás Rodríguez Juárez, la fabricó el artífice Quiauilo, en Macao, China, con una aleación oriental de oro, plata y cobre, llamada Turbago y Catalán. Llegó a México en 1726 y fue armada por Jerónimo de Balbás, dedicándose en 1730. La cruzija de bronce -que va desde la reja del coro hasta el altar mayor- es obra de José Lemos y fue terminada en 1745. Pedro de Arrieta construyó, en 1721, la capilla de las Animas, que sirvió de osario a la Catedral; fue reconstruida hacia 1745, después de sufrir un severo incendio. A mediados del siglo XVIII, el arquitecto Lorenzo Rodríguez construyó el Sagrario Metropolitano, al costado oriente de la Catedral, pero el templo catedralicio aún no se concluyó. Por ello, el Cabildo Metropolitano convocó, a fines de ese siglo, a un concurso para dar fin al gran edificio. Entre los proyectos presentados se conocen los churrigueroscos de José Joaquín de Torres e Isidoro Vicente de Balbás, y un neoclásico del arquitecto José Damián Ortiz de Castro, que mereció la aprobación del Cabildo y de la Real Academia de San Carlos, este arquitecto, que trabajó desde 1791 hasta su muerte, terminó la fachada principal y concluyó las torres en 1793; entre 1800 y 1804 rebajó parte del atrio, demoliéndose el antiguo cementerio y se comenzó la reja del Patio de los Canónigos, cuando se reformó la fachada de la puerta oriente. El arquitecto valenciano Manuel Tolsá dio fin a la obra, alzó el cuerpo central de la fachada destacándolo de los laterales para marcar el partido arquitectónico. Sobre esa parte central, levantó el cubo del reloj que coronó con las estatuas de las Virtudes Teologales. Decoró las torres con 16 esculturas talladas, bajo su dirección, por Santiago Sandoval y José Zacarías Cora. Ornamentó todo el templo con balaustradas neoclásicas y sustituyó el viejo cimborrio barroco, del siglo XVII, por la airosa cúpula neoclásica. En 1813, Luis Rodríguez Alconedo doró los bronceos de las insignias pontificias y del escudo de España, que deberían colocarse en el coronamiento de fachada, recibiendo, por su perfecta ejecución, el título de Académico de Mérito. La conclusión de la Catedral Metropolitana tuvo lugar en 1817, cuando se colocó, sobre la clave del templo, la estatua de la F para "coronar con ella su fábrica". La Catedral consta de cinco naves con crucero, las naves exteriores forman siete capillas hornacinas de cada lado; a los lados del ábside se abren del lado de la Epístola, la sacristía y, del Evangelio, la Sala Capitular. Ocupando dos espacios de la nave central, se desplanta el coro y el trasero que está ocupado por el altar del Perdón. Las capillas hornacinas están dedicadas, del lado de la Epístola, al Santo Cristo -o de las Reliquias-, a San Pedro, a Nuestra Señora de la Antigua, a Nuestra Señora de Guadalupe, a Santa Ana -dedicada después a la Purísima Concepción-, a San Isidro Nuestra Señora de las Angustias de Grapadá, que alojó el Sagrario de los Curas hasta 1749. Del lado del Evangelio está la de San Felipe de Jesús, la de la Santa Cena -hoy de los Dolores-, de San Eligio y Señor del Buen despacho, de la Soledad, de los Santos Cosmas y Damián, y la de San Miguel o de los Angeles. En 1967, la Catedral de México sufrió un incendio a causa de la pésima instalación eléctrica que destruyó la parte superior del retablo de los Reyes, gran parte del altar del Perdón, cuarenta y siete sitialos del coro, y los órganos sufrieron graves daños; se destruyeron también valiosos lienzos como el de la Virgen del Perdon de Pereyris, el San Sebastian Mártir, atribuido a Zumaya, la lámina de Juan de Hennera con el Divino rostro y el Apocalipsis de Juan Correa, la pintura al temple que decoraba la cúpula principal, obra de Rafael Jimeno y Planes. A partir de 1973, se iniciaron los estudios para la restauración de los altares antes mencionados, así como de los órganos y la sillera del coro. Posteriormente iniciaron los trabajos de re cementación, restructuración y restauración de la Catedral y del Sagrario. Declarado Monumento el 9 de febrero de 1931. Fue la parroquia más antigua de la ciudad de México; su fundación data probablemente de 1521; estuvo bajo la advocación del Señor Santiago, ignorándose el sitio en que estuvo ubicada en la "catedral vieja que el Sagrario es un anexo que toda Catedral debe tener fue destruido a causa de un incendio, a finales del siglo XVI. En 1624, al ser derribada la "catedral vieja", les fueron cedidas a los curas dos capillas oficianas del Sagrario ubicadas, del lado de la Epístola en la "catedral nueva", la de Nuestra Señora de las Angustias de Granada, y la de San Isidro; la primera se ocupó como templo y la segunda, como sacristía. A mediados del siglo XVIII, debido al incremento de la población, hubo necesidad de ampliar la parroquia; además, como la Catedral "crecía en su suntuosidad y magnificencia cada vez mayores", se pensó en la construcción de un templo especial para el Sagrario. Le fue encargado el proyecto al arquitecto Lorenzo Rodríguez, "el más notable de la época", quien inició la obra el 14 de febrero de 1749, día que el virrey Francisco de Gómenes y Horcasitas, Primer Conde de Revillagigedo, puso la primera piedra. La fábrica fue patrocinada por un particular y se continuó con limosnas de la feligresía. El arzobispo Lorenzana consagró el altar mayor en 1767; el templo fue concluido y dedicado al año siguiente. El pintor Francisco Clapera fabricó, por esta época, el retablo dedicado a Nuestra Señora de la Merced. A principios del siglo XIX, se sustituyeron los altares churrigueroscos por neoclásicos; el principal fue estrenado en 1829 y es obra del artista indígena Pedro Patiño Ixtolinque, quien fuera discípulo de Manuel Tolsá. En 1 a causa de un terremoto, el inmueble se vio afectado, siendo objeto de varias reparaciones. A partir de 1973, se iniciaron los trabajos de restauración tanto de los altares de Catedral, como de diversos objetos sufridos daño con el incendio acaecido seis años atrás, siendo asimismo re cementados el Sagrario y la Catedral Metropolitano. La planta del Sagrario es de partido de cruz griega y conserva uno de los más notables ejemplos de fachada churriguerosca; en su interior, se conservan los altares dedicados a El Salvador y los Apóstoles, a la Purísima, a la Virgen de los Dolores, a la Santísima Trinidad, al Hece-Ho... San José, a Nuestra Señora de la Merced, a San Cayetano, a la Virgen de la Luz, a la Virgen de Guadalupe, a San Luis Gonzaga y a San Juan Nepomuceno. Fue declarado monumento el 23 de julio de 1948.

Realizó : S. Espinosa M.

Fecha : 03/08/84

1. LOCALIZACIÓN

Estado : Ciudad de México
Municipio : Cuauhtémoc
Localidad : Centro Histórico
Colonia ó barrio : Centro
Calle y núm. : Plaza de San Fernando no. 17
Otra localización : Entre Guerrero y Héroes

Región : 03
Manzana : 080
Lote : 06
C.P. :
Latitud: ◻ ◻ ◻
Longitud: ◻ ◻ ◻
Altitud: msnm

Número de Clave: 090060070989
Folio SICNMHI: 41828



2. IDENTIFICACIÓN

Nombre del conjunto: Iglesia y Antiguo Panteón de San Fernando
Nombre del edificio : Panteón San Fernando
Uso original : Panteón
Uso actual : Panteón de los Hombres Ilustres, San Fernando

Época de construcción: ◻ XVI ◻ XVII ◻ XVIII ◉ XIX ◻ XX

3.- CARACTERÍSTICAS

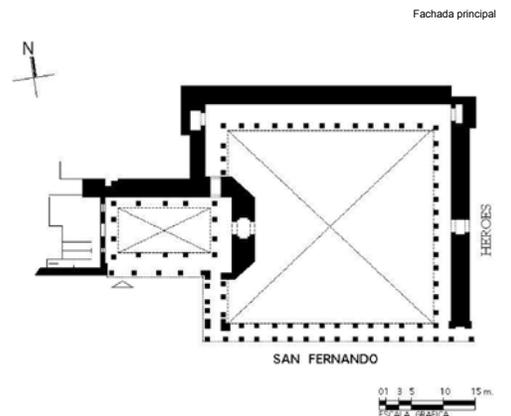
Fachada : Cantera
Muros : Piedra, tepetate, tabique
Ancho de muros : 0.70 mts.
Entrepisos :
Forma entrepisos :
Cubierta : Vigas de madera, concreto
Forma cubierta : Plana
Niveles : 1
Otros elementos :

Estado de Conservación

B

B

B



Fachada principal

Croquis de planta

4.- ASPECTOS LEGALES

Régimen de propiedad : Federal

5. DATOS HISTÓRICOS (1. Orales 2. Documentales 3. Incripciones)

2. Los religiosos fernandinos llegaron a la ciudad de México hacia 1730 en este sitio, donado por Agustín de Oliva, fundaron un hospicio, que tres años después se convirtió en Colegio Apostólico de Misioneros de Propaganda Fide de San Fernando. La construcción del templo se realizó entre 1735 y 1755, costeando parte del edificio, del Altar Mayor y del órgano el Primer Conde de Regla. Entre 1861, 1862, el convento se fraccionó para ser convertido en casas habitación. Más tarde, por la apertura de una calle, quedó solamente el templo, el cementerio y una casa. en su recinto fueron depositadas las cenizas de los virreyes Matías y Bernardo de Gálvez, padre e hijo, fallecidos en 1784 y 1786, respectivamente.

Fue declarado monumento el 3 de enero de 1936.

6. BIBLIOGRAFÍA

Eugenia Prieto, Inmuebles Declarados Monumentos en el Distrito Federal, Boletín 2 Monumentos Históricos INAH, México, 1979.

7. OBSERVACIONES

El panteón consta de dos espacios abiertos alineados por un eje de simetría, ambos con corredores perimetrales, cuya cubierta original fue sustituida por losa de concreto con vigería y soportada ésta por columnas de cantera. Tiene lápidas y monumentos funerarios de mediados del siglo XIX, de personajes importantes para la Historia Nacional. Ver ficha de Plaza de San Fernando no. 21. Incluido en el Decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 11 de abril de 1980.



Detalle de interior o de fachada



Croquis de localización