



# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

FACULTAD DE GEOGRAFÍA

“VISULIZADOR WEB DEL ATLAS DE RIESGOS  
V.2013 DEL MUNICIPIO DE IXTLAHUACA,  
ESTADO DE MÉXICO.”

T R A B A J O T E R M I N A L

PARA OBTENER EL GRADO DE  
ESPECIALISTA EN CARTOGRAFÍA AUTOMATIZADA,  
TELEDETECCIÓN Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN  
GEOGRÁFICA

P R E S E N T A

LIC. EN GEOG. YSAIS VELAZQUEZ SANDOVAL

D I R E C T O R

M. EN C.A. LEONARDO ALFONSO RAMOS CORONA



TOLUCA, MÉXICO

JULIO, 2017

## CONTENIDO

<b>I.</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>5</b>
<b>II.</b>	<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>6</b>
<b>III.</b>	<b>JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>6</b>
<b>IV.</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>8</b>
IV.1	OBJETIVO GENERAL .....	8
IV.2	OBJETIVOS PARTICULARES .....	8
<b>V.</b>	<b>CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>10</b>
V.1	SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA .....	10
V.2	ANTECEDENTES DE LOS SIG .....	11
V.3	DESARROLLO DE LOS SIG. ....	13
V.4	FUNCIONES DE LOS SIG .....	16
V.5	SISTEMAS DE INFORMACIÓN DE CÓDIGO LIBRE .....	18
V.6	DESARROLLO DE LOS SIG EN AMBIENTES WEB .....	19
V.7	VISUALIZADOR WEB .....	21
V.7.1	Clasificación de los Sistemas de Consulta de Información Geográfica .....	21
V.8	ATLAS DE RIESGOS .....	22
V.8.1	Uso y Finalidad del Atlas de Riesgos .....	23
V.8.2	Estructura y Contenido del Atlas de Riesgos .....	24
<b>VI.</b>	<b>CAPITULO II. METODOLOGÍA.....</b>	<b>26</b>
VI.1	CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO .....	26
VI.2	METODOLOGÍA A SEGUIR .....	27
VI.2.1	Implementación del Proyecto .....	27
VI.2.2	Desarrollo de la Implementación del Visualizador .....	28
VI.2.3	Hardware y Software utilizados .....	29
VI.2.4	Hardware .....	29
VI.2.5	Software Instalado .....	29
VI.3	DE LA OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN Y BASE DE DATOS .....	31
VI.4	CONFIGURACIÓN DE LA INFORMACIÓN Y LAS GEOTECNOLOGÍAS .....	33
VI.5	DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL VISUALIZADOR .....	35
VI.5.1	Del Código y Página Web de Inicio .....	35
VI.5.2	Diseño de capa editable .....	37
VI.5.3	Pruebas del Visualizador .....	41
<b>VII.</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>43</b>
VII.1	VISUALIZADOR.....	43
VII.1.1	Capa de edición y Captura de Información .....	45
VII.2	CONCLUSIONES.....	47
VII.3	RECOMENDACIONES.....	49
	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>50</b>

## Índice de Ilustraciones

Ilustración 1	Evolución de los SIG .....	12
Ilustración 2	Desarrollo de los SIG .....	14
Ilustración 3	Manejo de Información.....	15
Ilustración 4	Metodología .....	27
Ilustración 5	Solución Web .....	28
Ilustración 6	Metodología de Visualizador .....	28
Ilustración 7	Complemento psqLODBC.....	30
Ilustración 8	Configuración psqLODBC .....	30
Ilustración 9	Setup psqLODBC .....	31
Ilustración 10	Conexión psqLODBC .....	31
Ilustración 11	Carga a software postgres .....	33
Ilustración 12	Base de Datos .....	34
Ilustración 13	Capas de información en Geoserver .....	34
Ilustración 14	Ejemplo de Escuelas, Visualización.....	35
Ilustración 15	Lenguaje .html .....	36

Ilustración 16 Lenguaje css.....	36
Ilustración 17 Lenguaje js.....	37
Ilustración 18 Diseño de .aspx para acceso a usuarios.....	38
Ilustración 19 Conexión con diseño .aspx.....	39
Ilustración 20 Visualizador.....	43
Ilustración 21 Visualización de Capas.....	43
Ilustración 22 Descarga de kml.....	44
Ilustración 23 Visualización de información en google earth.....	44
Ilustración 24 Atributos del elemento.....	45
Ilustración 25 Sitio Web de la capa de captura y edición de Centros Escolares.....	45
Ilustración 26 Campos Editables.....	46
Ilustración 27 Almacenamiento de información en postgres.....	46

### Índice de Tablas

Tabla 1 Software Libres.....	18
Tabla 2 Hardware.....	29
Tabla 3 Software Utilizados.....	29
Tabla 4 Información del Visualizador.....	31
Tabla 5 Lenguajes de Programación Usados.....	35
Tabla 6 Tipos de archivos de Geoserver.....	37
Tabla 7 Extensiones de VisulaStudio.....	38
Tabla 8 Campos editables.....	40
Tabla 9 Pruebas de funcionamiento.....	41

## **I. INTRODUCCIÓN**

En la actualidad, se ha hablado mucho del avance de la tecnología y la importancia de aumentar el acercamiento al uso de nuevas prácticas y técnicas para la representación de la información espacial mediante aplicaciones WEB, lo cual ha facilitado la solución de problemas en un tiempo menor.

El desarrollo de los Sistemas de Información Geografía (SIG) y el uso de las "aplicaciones geotecnológicas" o "geotecnologías", han ayudado a que la información se encuentre al alcance de un mayor número de usuarios y que ésta pueda ser consultada, editada y actualizada desde cualquier ordenador, es por ello que es importante diseñar herramientas que permitan tener la información automatizada y que permitan tener mecanismos dinámicos que ayuden a capturar un gran volumen de información de una forma ordenada.

Por lo anterior, me resulto la inquietud de realizar un visualizador web que permita la actualización permanente de la información, así como integrar, automatizar, representar y operar los objetos espaciales que contiene el Atlas de Riesgos del Municipio V.2013 de Ixtlahuaca, Estado de México. Se trabajó esta versión del Atlas debido a que, de acuerdo con la Coordinación General de Protección Civil del Gobierno del Estado de México, institución que permitió el uso de la información, no existe información actualizada del inventario de infraestructura del Municipio.

El desarrollo de éste proyecto permitirá actualizar la información del atlas de riesgos de una manera rápida, eficiente y que pueda ser manejada por personas que deseen contribuir a la actualización de la información.

## **II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El atlas de riesgos municipal es una herramienta de prevención que provee información obtenida en campo que permite mejorar la toma de decisiones en caso de ocurrencia de un proceso natural o social. En materia de protección civil municipal, una de las principales acciones que se realizan es la elaboración y actualización del atlas de riesgos municipal el cual se elabora mediante los requisitos que marca el Estado.

Derivado de lo anterior se identificó que las principales dificultades a los que se enfrenta el Municipio para el manejo de la información es la falta de personal capacitado para la actualización de la base de datos, así mismo aunque los datos existan carece de herramientas que faciliten su actualización. Esto ocasiona que el proceso sea aún más tardado, impidiendo que por el tiempo de entrega del documento no se puedan realizar otros análisis de los procesos naturales que ocurren en el Municipio.

La elaboración del visualizador permitirá que la información que se obtiene en campo pueda ser capturada por personal que no necesariamente deba tener conocimiento del tema, sino que solamente se dedique al vaciado de la información. Esto permitirá que el tiempo de la actualización de la base de datos se reduzca y al mismo tiempo esté disponible desde el momento en el que se termina su captura.

## **III. JUSTIFICACIÓN**

El avance de la tecnología y el acceso a los datos es fundamental para desarrollar herramientas que permitan mejorar la captura y obtención de datos de una manera ordenada, permitiendo su visualización espacial en entornos de los Sistemas de Información Geográfica.

En este contexto las geotecnologías relacionadas con el manejo de datos espaciales georreferenciados, han tenido un importante desarrollo y aceptación entre los medios que se dedican a la administración pública así como a los académicos, ya que permiten un fácil y rápido manejo de grandes cantidades de información que facilitan la toma de decisiones.

Un visualizador web combina algunas ventajas del uso de Internet y los sistemas de información geográfica basado en un servidor que pueda recibir las peticiones del usuario que requiera acceder a la información y

dar respuesta mediante un esquema de consulta *cliente-servidor* a través de internet (Campos, et.al. 2010).

La finalidad de realizar este proyecto se basa en acercar a los usuarios a usar las nuevas geotecnologías que permiten tener un mejor orden en la administración de los datos espaciales mediante la instalación de servicios web, así como la edición y captura de información.

Cabe mencionar que una de las principales limitantes en la realización de este proyecto es la falta de conocimiento en aspectos informáticos, ya que es un tema totalmente diferente a la formación académica inicial por lo cual se decidió trabajar únicamente con los datos del Municipio de Ixtlahuaca, pues éstos son datos que se conocen desde el levantamiento en campo hasta su visualización en los SIG, por lo tanto se sabe de los errores que estos contienen lo que permitirá un mejor manejo.

Aun sabiendo de las limitaciones que se tienen respecto a los temas informáticos, los conocimientos adquiridos durante el plan de estudios de la especialidad me ha permitido acercarme a éste tipo de prácticas, por lo cual decidí elegir el tema, el cual me permitirá elaborar una herramienta que ayude a resolver problemas referentes a la captura de datos así como reducir el tiempo que se lleva la actualización de las bases de datos que integran el Atlas de Riesgos Municipal.

Esta herramienta podrá ser implementada en el área de Programación y Atlas de Riesgos de la Unidad Municipal de Protección Civil de Ixtlahuaca, quienes son los responsables del manejo de éste tipo de datos, los cuales deberán capacitarse para hacer uso del visualizador y familiarizarse con los botones que éste contiene. De igual forma podría ser una herramienta que se pueda implementar y mejorar en la Coordinación Estatal de Protección Civil para la actualización de los Atlas de Riesgos de los Municipios del Estado de México.

## **IV. OBJETIVOS**

### **IV.1 OBJETIVO GENERAL**

- Desarrollar una aplicación web mediante uso de las geotecnologías que permita visualizar el inventario de la infraestructura del Atlas de Riesgos del Municipio de Ixtlahuaca, Estado de México.

### **IV.2 OBJETIVOS PARTICULARES**

- Recopilar información referente a la base de datos que contiene el Atlas de Riesgos Municipal.
- Diseñar una herramienta web que permita visualizar el inventario de la infraestructura del Municipio de Ixtlahuaca.
- Diseñar una herramienta que ayude a automatizar y hacer más dinámica la captura, edición y actualización de la información.

# CAPÍTULO I

---

## MARCO TEÓRICO

---

## **V. CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO**

### **V.1 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA**

El término de sistema de información geográfica (SIG) suele aplicarse a sistemas informáticos orientados a la gestión de datos espaciales que constituyen la herramienta informática más adecuada y extendida para la investigación y el trabajo profesional de Ciencias de la Tierra y Ambientales. Se acepta el año 1966 como fecha de creación del primer SIG; tras años de acumulación de experiencia y tecnologías, los SIG han experimentado en los últimos quince años un rápido desarrollo teórico, tecnológico y organizativo, así como una amplia difusión tanto de administración como en los mundos académico y profesional (Sarría, 2017 ).

Los Sistemas de Información Geográfica son empleados para describir y categorizar la Tierra y otras geografías con el objetivo de mostrar y analizar la información a la que hace referencia espacialmente (ESRI, 2016).

Los SIG están integrados por cuatro elementos:

- Módulo de entrada de datos: selección y captura de datos geoespaciales;
- Módulo de manejo de datos: almacenamiento, recuperación, base de datos geográfica;
- Módulo de análisis de base de datos: moldeamiento, reglas o normas de análisis, monitoreo;
- Módulo de salida: productos generados, intermedios o finales) (Medina, 2015).

Los sistemas de información geográfica pueden definirse de forma provisional como sistemas que permiten almacenar datos espaciales para su consulta, manipulación y representación. La representación de datos espaciales es el campo de estudio de la Cartografía (Sarría, 2017 ).

Una definición más extendida y sintetizada de SIG es: "Conjunto integrado de medios y métodos informáticos, capaz de recoger, verificar, almacenar, gestionar, actualizar manipular, recuperar, transformar, analizar, mostrar y transferir datos espacialmente referidos a la Tierra" o bien "Modelo informatizado del mundo real, en un sistema de referencia ligado a la Tierra, para satisfacer necesidades de información concretas" (SGM, 2017).

Por otra parte para M. & Timothy H. Robinson, 1996 los SIG pueden ser definidos como un conjunto de herramientas multipropósito que implican que sus campos de aplicación sean de lo más diverso.

En general, un sistema de información (SI) consiste en la unión de información en formato digital y herramientas informáticas (programas) para su análisis con unos objetivos concretos dentro de una organización (empresa, administración, etc.). Un SIG es un caso particular de SI en el que la información aparece georreferenciada es decir que incluye su posición en el espacio utilizando un sistema de coordenadas estandarizado resultado de una proyección cartográfica (Sarría, 2017 ).

Para ESRI, empresa más reconocida mundialmente refiere que un SIG es un sistema para la gestión, análisis y visualización de conocimiento geográfico que se estructura en diferentes conjuntos de información, los cuales son mapas interactivos, datos geográficos, modelos de geoprocesamiento, modelos de datos y metadatos.

Debemos considerar que definir un SIG resulta un tema complejo ya que tiene diferentes perspectivas, las cuales varían dependiendo el enfoque o la aplicación que se les dé. Para algunos es la forma de automatizar la producción de mapas: mientras que para otros es un modo de análisis de información y revelador de nuevas ideas. Otros consideran los SIG como una herramienta para la generación y mantenimiento de inventarios complejos (Cedeño Nicolás, Torres Díaz, Sánchez Pioquinto, & Romero Vargas, 2015).

En cualquier caso, se compone de datos, hardware, software, recursos humanos y un esquema organizativo. Los SIG deben ser considerados como una herramienta utilizada para preparar y presentar hechos que ocurren sobre la superficie terrestre y debemos saber cómo aplicar su potencialidad para nuestro beneficio.

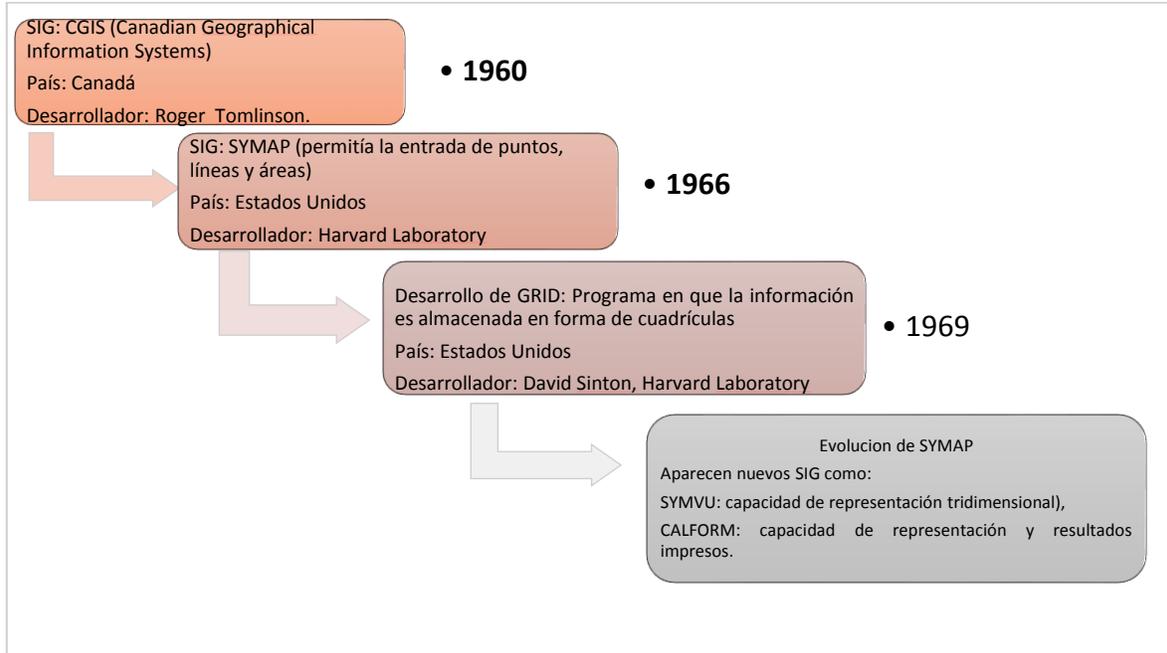
## **V.2 ANTECEDENTES DE LOS SIG**

En los años 60 y 70 emergieron tendencias en la forma de utilizar los mapas para la valoración de recursos de planificación. Observando que las diferentes coberturas sobre la superficie de la tierra no eran independientes entre sí, si no que guardaban algún tipo de relación, por lo que se requirió evaluarlas de una forma integrada y multidisciplinaria (Anónimo, 2007).

A principios de los años 60 el creciente interés por la información geográfica, el estudio del medio, así como el nacimiento de la era

informática, propiciaron la aparición de los primeros sistemas de información geográfica.

**Ilustración 1**  
**Evolución de los SIG**



**Fuente: Olaya, 2011**

Posterior a la época de los 60, en los 70 se desarrolla en el laboratorio de Harvard el SIG con nombre de ODYSSEY, que es un SIG vectorial con superposición de polígonos mediante geometría coordinada. Buena parte de los investigadores de estos laboratorios son responsables del desarrollo y auge en los años 80 de los sig's entendidos como productos industriales; es el momento del avance de los SIG's vectoriales (Anónimo, 2007).

En Estados Unidos de Norte América, durante 1967, se desarrolló el Dual Independent Map Encoding (DIME) como preparación para la automatización del censo de población de 1970, paralelamente se generaron sistemas relacionados con hidrología, calidad del agua, localización de fuentes y procesos de tratamiento (INEGI, 2000).

Otro proyecto de SIG fue denominado GRASS, elaborado por el cuerpo de Ingenieros de Laboratorio de Investigación de Ingeniería del Ejército de los Estados Unidos. Fue un software utilizado como herramienta para la investigación ambiental, evaluaciones, seguimiento y gestión de tierras bajo la administración del Departamento de Defensa.

Víctor Olaya (2011) considera que la época de los 60 es la de los pioneros de los SIG así como sus primeras implementaciones sin haber entrado a una época del uso masivo y generalizado, mientras que la época de los 70 fue dedicada a la investigación y desarrollo.

De los años 80 hasta principios de los años 90, el uso de los SIG estuvo limitado a grandes organismos públicos como agencias de medio ambiente, forestales, catastros y de carreteras.

Los Sistemas de información geográfica (SIG) son al mismo tiempo una herramienta tecnológica y una síntesis conceptual producto de varias décadas de desarrollo teórico en cuánto a la forma de mirar, pensar y construir conocimiento acerca de la realidad socio-espacial.

### **V.3 DESARROLLO DE LOS SIG.**

El interés por el procesamiento de los datos del mundo real se ha incrementado, por lo que día a día surgen iniciativas de sistemas más especializados y robustos, con mayores alcances en tres ámbitos principales: el primero son las instituciones o compañías; el segundo las universidades y centros de investigación y el tercero lo conforman las empresas desarrolladoras de software y/o equipos para GIS (Nunez, 1989)

El desarrollo de los SIG han permitido realizar mapas que permiten ubicar los diferentes fenómenos naturales y antropogénicos que suceden en el territorio así como representar los cambios que han tenido a lo largo del tiempo, logrando obtener modelos de simulación que nos permitan observar o dimensionar la evolución de los procesos a lo largo del tiempo.

Olaya (2011) considera que la evolución de los SIG ha sido por lo siguiente:

- La evolución del SIG como **disciplina**. Cómo ha cambiado la presencia social de los SIG y su relación con otras disciplinas científicas, tanto influenciándolas como siendo influenciado por ellas.
- La evolución de la **tecnología**. Cómo ha variado el software SIG, así como los ordenadores, periféricos y elementos informáticos de los que depende para su funcionamiento.
- La evolución de los **datos**. Cómo ha cambiado la generación de datos, su almacenamiento, y cómo esto ha condicionado el desarrollo de nuevas soluciones para su manejo.

- La evolución de las técnicas **y formulaciones**. Desde los elementos básicos de la cartografía cuantitativa, cómo se han desarrollado nuevos conceptos, enfoques, teorías o ramas de conocimiento de nueva aparición, que han dejado su huella en la evolución de los SIG.

Para 1995, las fuerzas que habían ayudado al desarrollo de los SIG eran:



**Fuente: Redacción el TIEMPO 1995.**

Para algunos autores el componente principal de los sistemas de información geográfica es la red; una de las más conocidas y utilizadas a nivel mundial es el Internet, originalmente creado como la red informática para conectar computadores; sin embargo, actualmente es la forma más rápida que la sociedad emplea para intercambiar información. La red informática ha propiciado el desarrollo tecnológico y el crecimiento de los SIG, además de permitir el intercambio de bases de datos georreferenciadas.

Toda plataforma SIG requiere de combinación de capas, pruebas del sistema, examinación de resultados, integración de la información, manejo de las bases de datos, entre otras cosas; lo anterior es con el fin de obtener resultados reales o próximos a la realidad ya que el mal uso de la información puede generar una mala toma de decisiones que conllevarían a que los criterios de estados de emergencia sean alarmantes a uno que quizá sea algo de poca importancia.

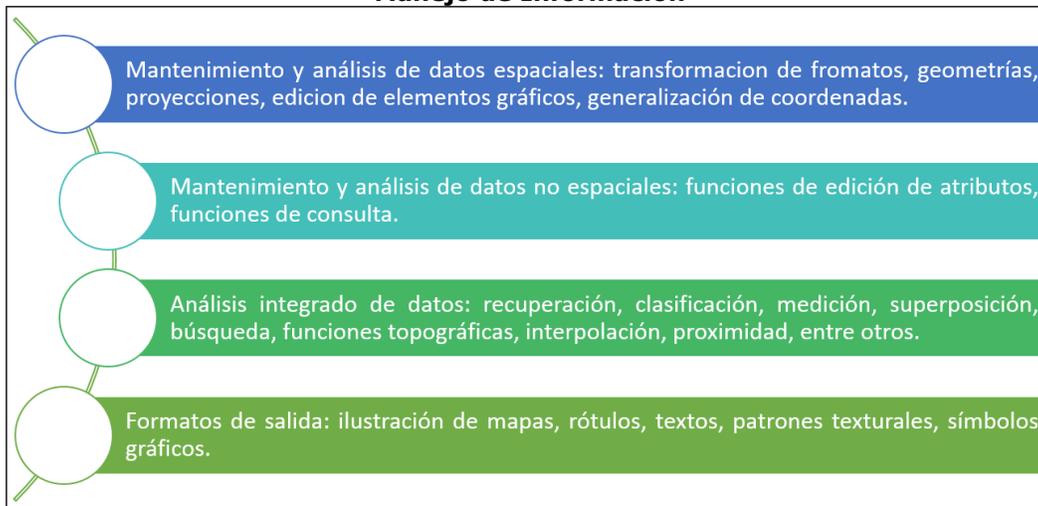
Los SIG han ido evolucionando de acuerdo a las necesidades de cada disciplina, pues sus resultados ayudan a realizar una mejor toma de decisiones en los diferentes sectores, tanto de gobierno hasta instituciones privadas, sin embargo no todos intervenían para la elaboración de un SIG de calidad pues las licencias de los software son muy caras, por lo tanto solo es alcanzable para empresas transnacionales quienes son los que invierten en los avances de la tecnología.

En la actualidad se aprecia la consolidación del SIG como una industria, caracterizada por una progresiva integración del sistema raster y vectoriales, y por el aumento de la importancia de las comunicaciones entre sistemas y de la interface de usuario, así como por el uso de herramientas de programación tipo "visual", basadas en la metodología de "orientación a objetos" (OO).

Los nuevos campos de innovación de los SIG's son la integración en sistemas de soporte de decisiones, llamados sistemas de escritorio para la divulgación de la cartografía y de la información geográfica, los sistemas y servidores de información geográfica en red y distribuidos a través de internet y los llamados SIG móviles, correspondientes a la aplicación de los SIG's en el ámbito de la telefonía móvil. (Anónimo, 2007)

Derivado de los diferentes productos cartográficos y bases de datos que se generan día a día, el uso y la implementación de los SIG ayudan a tener un mejor manejo de la información, por ejemplo:

**Ilustración 3**  
**Manejo de Información**



**Fuente: (Anónimo, 2007)**

En general, un sistema de información geográfica permite responder a ciertas preguntas necesarias para determinar o tomar alguna decisión o conocer el comportamiento de algún evento en especial (Anónimo, 2007).

En el ámbito de la geografía como ciencia están produciendo, al mismo tiempo una revolución teórica mediante nuevos procedimientos metodológicos y técnicos para el tratamiento de datos espaciales, y una revolución intelectual, mediante la forma de pensar la realidad en apoyo a un mayor desarrollo del pensamiento espacial de las nuevas generaciones.

En épocas pasadas quienes trabajaban con las formas lo hacían con software de diseño y dibujo (AutoCad, Adobe Ilustrador), y quienes se interesaban por los atributos lo hacían con bases de datos, planillas de cálculo o programas de análisis estadístico (excel, acces, statistica). Los SIG ingresaron en un panorama informático para actuar de nexo entre ambas formas de sistematización de datos (Buzai, 2013)

Los SIG se han desarrollado por tanto a partir de la confluencia de conceptos, ideas, métodos de trabajo, terminología e incluso prejuicios aportados por profesionales procedentes de diferentes campos. La interacción de estos profesionales ha supuesto que el desarrollo no haya seguido siempre la misma dirección y que aparezcan incluso perspectivas bastante diferentes de lo que es un SIG (Sarría, 2017 ).

#### **V.4 FUNCIONES DE LOS SIG**

Los SIG funcionan como una base de datos geográfica (datos alfanuméricos) asociada a los objetos existentes en un mapa digital y dan respuesta a las consultas interactivas de los usuarios, analizando y relacionando diferentes tipos de información con una sola localización geográfica. Esto es, conectando mapas con bases de datos. De esta forma, señalando un objeto se conocen sus atributos, e inversamente, preguntando por un registro de la base de datos se puede saber su localización en la cartografía. El uso de éste tipo de sistemas facilita la visualización de los datos obtenidos en un mapa, con el fin de reflejar y relacionar fenómenos geográficos de cualquier tipo. Además permiten realizar consultas y representar los resultados en entornos web y dispositivos móviles de un módulo ágil e intuitivo, resolviendo problemas de planificación y gestión geográfica (SGM, 2017).

La potencialidad de los sistemas de información geográfica ayudan a realizar una manipulación de información de un periodo de tiempo muy corto como la representación gráfica de variables sociales, económicas y

naturales, así como la administración y mantenimiento de la base de datos, realizando consulta de manera rápida para ayudar a la toma de decisiones con el fin de focalizar esfuerzos y realizar acciones más efectivas y fundamentadas con un conocimiento más firme de las circunstancias que se representan en la realidad (Tomlinson, 2007).

Los SIG's han permitido crear modelos mediante representaciones de la realidad que permite la simulación, siendo un medio eficiente y preciso para manipular y analizar grandes volúmenes de información, cuyas aplicaciones son diversas: gestión y monitoreo ambiental, descripción y evaluación de hábitat, estudios de impacto ambiental, mapeo de uso y ocupación del suelo, catastro y tenencia de la tierra, distribución de especies (flora y fauna), modelado de procesos erosivos, manejo de áreas protegidas, manejo de cuencas hidrográficas, planificación urbano/regional, seguridad nacional, desastres naturales, servicios médicos, entre otros. Esto permite generar sistemas de consulta en diferentes disciplinas y que promete que se puedan aplicar en ciencias sociales, principalmente en ámbito educativo y áreas relacionadas (Leonel, 2000).

Un sistema de información geográfica puede analizar varios tipos de información, por ejemplo datos estadísticos, fotografías aéreas, imágenes de satélite y datos espaciales. Los SIG permiten actualizar la cartografía fácilmente, procesar diferentes variables simultáneamente, simular procesos, monitorear áreas bajo riesgos naturales amenazas ecológicas, crecimiento urbano y selección de áreas para construcción de vivienda y vías de transporte (SIG, 2015).

Actualmente, los SIG están siendo utilizados en mercados, logística y distribución, es decir, en empresas que, más que productores, son usuarios de la información geográfica, (Redaccion El TIEMPO, 1995).

La finalidad amplia de un SIG, es la de combinar las bases de datos geográficas (cartografía digital con localización de cada entidad) con las bases de datos alfanuméricas (atributos textuales y numéricos medidos en cada unidad espacial) para representarlos dentro de un sistema de coordenadas geográficas y realizar un tratamiento espacial de los datos a fin de obtener información significativa (Buzai, 2013).

## V.5 SISTEMAS DE INFORMACIÓN DE CÓDIGO LIBRE

El uso y avance de la tecnología ha permitido que un mayor número de personas (sin necesidad de tener conocimientos avanzados respecto a los SIG) haga uso de ésta tecnología, para la solución de problemas y una mejor toma de decisiones.

Hace pocos años hablar de software libre era algo propio de sectores concretos o usuarios con conocimientos informáticos relativamente avanzados, donde las interfaces de usuario eran pocas o nada conocidas o desarrolladas. Para la sociedad en general hablar de software libre era un sinónimo de "gratis" y GNU/Linux era un sistema operativo del que muy pocas personas hablaban.

En los años 80 las empresas de programación comenzaron a obligar a sus clientes a firmar acuerdos de licencia por la utilización de los programas que vendían. En contraposición, en 1984 Richard Stallman propuso el concepto de software libre basado en cuatro libertades básicas:

- Libertad para ejecutar el programa para cualquier propósito;
- Libertad para estudiar cómo funciona el programa y adaptarlo a cualquier necesidad;
- Libertad para redistribuir copias y compartirlas con la comunidad;
- Libertad para mejorar el programa y compartir dichas mejoras con el público de manera que la comunidad se pueda beneficiar de ellas.

Hoy en día la situación actual es otra, muchas aplicaciones desarrolladas bajo software libre se han puesto a la par o incluso han superado sus contrincantes desarrolladas bajo software propietario o comercial, ya que cada vez es más amplia la comunidad de desarrolladores que generan nuevas funcionalidades gracias al código abierto.

Por mencionar algunos de los software libres más usados, podemos nombrar los siguientes mediante diferentes clasificaciones:

**Tabla 1**  
**Software Libres**

Clasificación	Nombre de Software Libres	
Clientes SIG de escritorio	Grass	Kosmo Desktop
	GvSIG Desktop	OpenJUMP
	QGIS	SAGA
	TerraView	TILEMILL
	uDig	Whitebox GAT
Bases de datos geográficas	PostGIS	SpatialLite

	MySQLSpatial	
Servidores WEB	GeoServer	MapServer
	deegree	QGIS Server
Clientes ligeros Web	OpenLayers	Mapbender
	Leaflet	
Catálogo de metadatos	GeoNetwork	CatMDEdit
Bibliotecas geoespaciales	GeoTools	Sextante
	Shapely	GeoScript
	JTS Topology Suite	GDAL/OGR
	GeoBatch	Mapnik
Herramientas espaciales	GeoKettle	

Aunque los SIG más usados y desarrollados sean software propietario (o de licencia), hay cada vez más componentes para SIG, que se distribuyen bajo códigos libres y que empiezan a crear un “entorno o espacio” de software libre para SIG.

## V.6 DESARROLLO DE LOS SIG EN AMBIENTES WEB

En la actualidad, al ser el internet la infraestructura fundamental que conecta usuarios, datos y servicios, la web se convierte en una plataforma más para el SIG. Los usuarios de sistemas de información geográfica, tales como: creadores de SIG, investigadores de procesos territoriales, instituciones generadores de información geográfica, docentes y empresas de servicios SIG, entre otros, se han visto favorecidos por este nuevo medio de comunicación, y para ello se han utilizado diversas formas que internet proporciona a través de la web.

Hoy en día existe una creciente necesidad de aplicaciones de Sistemas de Información Geográfica en ambientes web, ya que son muchas áreas que requieren su uso para cumplir con mayor acierto sus procesos: gubernamentales, educativas, gestión pública, medioambiente, entre otras. También son solicitadas por comunidades de usuarios que están dispersos y organizaciones o entidades que precisen compartir e integrar datos georreferenciados para realizar diferentes tipos de análisis espacio-territoriales y ayudar a la toma de decisiones (Correa & Yanza Hurtado, S/R) .

Lo anterior ha permitido que el avance en las tecnologías de la información y la comunicación en las últimas décadas del siglo XX lleve a nombrar ésta época como la “era de la información”. En esta etapa ha tenido lugar una recolección informática, cuya característica principal es la digitalización de la información y su expresión en internet.

Derivado de la facilidad al acceso y uso de la información geográfica a través de las nuevas tecnologías de información (TI) el internet en

particular ofrece grandes posibilidades de acceso a la información geográfica y cartográfica, lo que supone una mejora considerable en los servicios del gestor (consulta, análisis, administración) de la información geoespacial; con la explosión de los World Wide Web (www) ahora hay un medio con el potencial de distribuir los beneficios de las tecnologías geoespaciales a todos los usuarios conectados en el mundo de la información.

Vargas et al (2010) menciona que el intercambio y difusión de la información geoespacial, así como el desarrollo de las arquitecturas de geoprocesos distribuidos e interoperables son comúnmente llamados "internet SIG" ya que tienen la funcionalidad y posibilidad de un SIG de escritorio, con la excepción quizás de la edición de datos, sin embargo difieren de éstos en que el software y los datos no residen físicamente en la computadora del usuario sino en un repositorio de datos que es administrado desde una infraestructura de datos espaciales (IDEs).

El avance de las geotecnologías invita a implementarlas y desarrollarlas en el campo de investigación de peligros, riesgos y desastres, por lo que con este proyecto de visualizador tiene por objeto contribuir al desarrollo y acercamiento de éste avance tecnológico para que se pueda implementar en las oficinas municipales de las unidades de protección civil.

En general los visualizadores web deben considerar los siguientes requerimientos (Medina, 2015):

- El sitio web debe de permitir la visualización de mapas a los usuarios;
- Debe permitir que el usuario se desplace a través del mapa visualizado;
- Herramientas de zoom;
- Agregar capas a través de visualización;
- Debe de permitir quitar capas antes agregadas al interfaz de visualización.
- Debe de mostrar una ventana con ayuda al usuario.
- Al hacer clic en algunos de los elementos, mostrara sus atributos.
- Debe de funcionar de manera correcta en cualquier navegador web.
- Debe de ofrecer un tiempo de espera inmediato.
- Debe de mostrar información confiable
- Debe ser amigable con el usuario.

## **V.7 VISUALIZADOR WEB**

Un visualizador se plantea como un sistema interactivo que a diferencia de los mapas estáticos, permite representar, difundir y actualizar los datos geoespaciales y de peligro en tiempo real y en formatos digitales de tipo vectorial (Torres, 2014)

El internet ofrece grandes posibilidades de acceso a la información geográfica y cartográfica, lo que supone una mejora considerable en los servicios al gestor (consulta, análisis, administración) de la información geoespacial; con la explosión de los World Wide Web (WWW) ahora hay un medio con el potencial de distribuir los beneficios de las tecnologías geoespaciales a todos los usuarios conectados al mundo de la información digital (Padrón et al., 2004).

Los visualizadores web son objetos de presentaciones que permiten mostrar información de sitios web en función de los datos de una base de datos. Un visualizador web puede calcular una URL para un sitio web de mapas basándose en la información de los campos. Los visualizadores web utilizan la tecnología del navegador web del sistema operativo, de manera que puede realizar casi las mismas tareas de con los visualizadores web que con los navegadores web.

Torres 2014 menciona que una de las principales ventajas comparativas de un visualizador web, es la facilidad de su uso, que a diferencia de un SIG, en donde el usuario requiere de un conjunto de conocimientos mayormente especializados, el usuario del visualizador no los requiere, ya que las bases de datos cartográficas y de atributos ya están construidas para que el usuario las vea, las consulte e interactúe con ellas.

En este caso definiría a un visualizador como una herramienta informática que permite generar un sistema de consulta en donde se puede representar la información geográfica, y que dependiendo de su objetivo, a través de los diferentes lenguajes de programación, es posible implementar herramientas para la consulta, análisis y administración de la información geoespacial.

### **V.7.1 Clasificación de los Sistemas de Consulta de Información Geográfica**

Los sistemas de consulta en la que se representa la información geográfica se clasifican de la siguiente manera:

- A) Por su calidad de las operaciones que se llevan a cabo: Sistemas visualizadores de información geográfica y sistemas de consulta de información geográfica con opciones para el análisis espacial.
- B) Por las estructuras que soportan para la visualización y consulta: sistemas de consulta de información geográfica vectoriales, sistema de consulta de información geográfica raster y sistemas mixtos de consulta de información.
- C) Por la dependencia de otras interfaces o sistemas: sistema de consulta de información geográfica autónomos, sistemas de consulta de información geográfica montados en otras interfaces.
- D) Por el tipo de distribución: sistemas de consulta de información geográfica de plataforma local y sistemas de consulta de información geográfica de plataforma web.
- E) Por el tipo de usuario: sistemas corporativos de consulta de información geográfica y sistemas de consulta de información geográfica para usuarios comunes.

## **V.8 ATLAS DE RIESGOS**

De acuerdo al Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC) el atlas de riesgos, está definido como un sistema que integra información sobre fenómenos perturbadores a los que está expuesta una comunidad y su entorno.

Algunos fenómenos que se integran al Atlas son:

- Geológicos: sismos, erupciones volcánicas, tsunamis, inestabilidad de laderas, hundimientos, entre otros.
- Hidrometeorológicos: ciclones tropicales, lluvias extremas, inundaciones, tormenta de nieve, granizo, etc.
- Químico-tecnológico: incendios, explosiones, fugas tóxicas, radiaciones, derrames.
- Sanitario-Ecológicos: epidemias, plagas, contaminación del aire, agua y suelo.

- Socio-Organizativos: accidentes de tránsito, suspensión de servicios vitales, concentraciones o movimientos masivos de población.

### **V.8.1 Uso y Finalidad del Atlas de Riesgos**

Los atlas de riesgos tienen como finalidad lo siguiente:

- ✚ Integrar información de diferentes instituciones de los tres niveles de Gobierno;
- ✚ Orientar los planes de desarrollo urbano;
- ✚ Valorar posibles escenarios de afectación por la presencia de algún fenómeno natural;
- ✚ Gestionar el uso correcto del suelo para no construir en zonas de peligro;
- ✚ Dar seguridad a las inversiones públicas y privadas ante eventos perturbadores;
- ✚ Facilitar la emisión de Declaratorias de Emergencia y Desastre;
- ✚ Mejorar los procesos de concentración de seguros de infraestructura estratégica como escuelas y hospitales;

Las funciones de la elaboración de los Atlas de riesgos son:

- ✚ Conocer la frecuencia e intensidad de los peligros en el territorio;
- ✚ Identificar los procesos físicos y sociales que genera el riesgo;
- ✚ Visualizar proyecciones a futuro del impacto de un fenómeno;
- ✚ Implementar medidas preventivas en infraestructura expuesta a un riesgo;
- ✚ Estimar el costo del impacto de un fenómeno;
- ✚ Estimar las necesidades de las áreas declaradas en emergencia o desastres;

- ✚ Concientizar a la población sobre riesgos a los que está expuesta;
- ✚ Orientar políticas públicas para disminuir el riesgo y, por lo tanto, los desastres.

## V.8.2 Estructura y Contenido del Atlas de Riesgos

Debido a su importancia y gran cantidad de información que contiene un Atlas de Riesgos, es tratado y/o procesado mediante sistemas de información Geográfica y bases de datos mediante las siguientes divisiones:

### Ilustración 4 Estructura y Contenido del Atlas de Riesgos

❖ Mapas de Peligros por Fenómenos Perturbadores

❖ Mapas de Susceptibilidad

❖ Inventario de Bienes Expuestos

❖ Inventario de Vulnerabilidades

❖ Mapas de Riesgo

❖ Escenarios de Riesgo

Fuente: SINAPROC 2017.

# CAPÍTULO II

---

# METODOLOGÍA

---

## VI. CAPITULO II. METODOLOGÍA

### VI.1 CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

El mapa Topográfico representa las principales características naturales y sociales del Municipio de Ixtlahuaca, los datos vectoriales fueron obtenidos de las cartas topográficas digitales E14A27 del Municipio de Ixtlahuaca y la E14A37 del Municipio de Zinacantepec, así como del Marco Geoestadístico V. 2014 y del continuo de elevaciones (sombreado) de la zona correspondiente al municipio.

Como se observa en el mapa, el municipio de Ixtlahuaca se encuentra ubicado en la Zona Norte del Estado de México, su población total es de 141 mil 482 habitantes, actualmente se identifican zonas consideradas como urbanas de acuerdo a su número de población, estas son: Santa Ana Ixtlahuaca, San Pedro de los Baños, La Concepción de los Baños, San Bartolo del Llano, Santa María del Llano e Ixtlahuaca de Rayón (Cabecera Municipal). El Municipio cuenta con una gran extensión territorial en donde aún se pueden observar zonas de cultivo que predominan al igual que las zonas urbanas, predominan en el mapa.

La zona más alta del municipio es una elevación de 3, 000 msnm y la más baja predomina la 1300. Como se puede observar, también tiene bastante información en cuanto a edificaciones, zonas industriales y vialidades

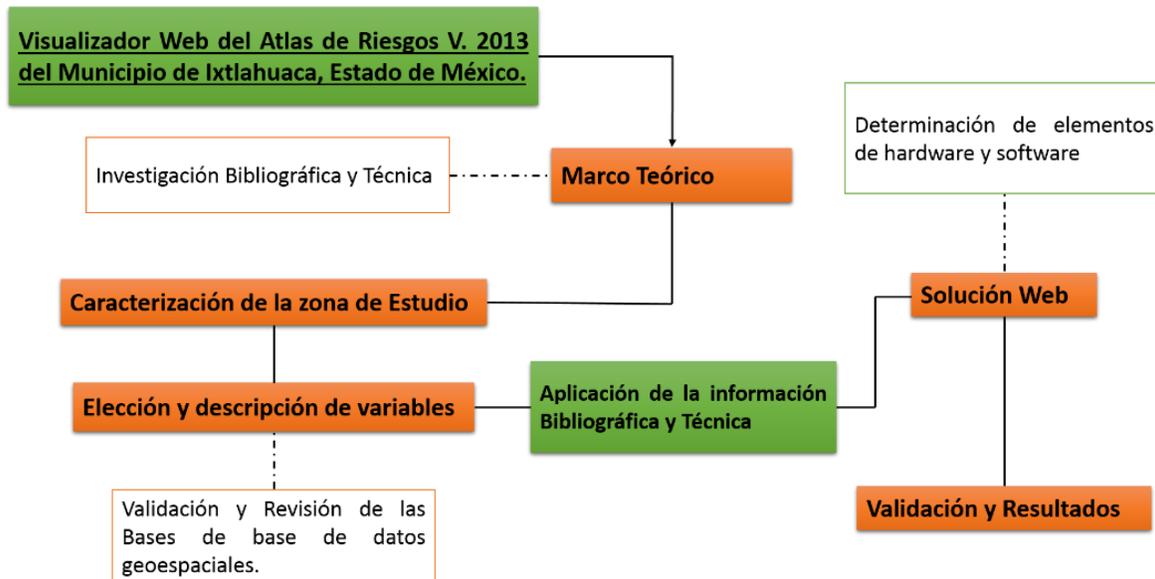


## VI.2 METODOLOGÍA A SEGUIR

### VI.2.1 Implementación del Proyecto

Para este proyecto se utilizó la metodología basada en Roger Tomlison (se puede encontrar en su libro "Pensamientos del SIG, 2007") donde menciona diez etapas para la implementación del visualizador, sin embargo se modificó para poder cumplir los objetivos del proyecto:

**Ilustración 6  
Metodología**



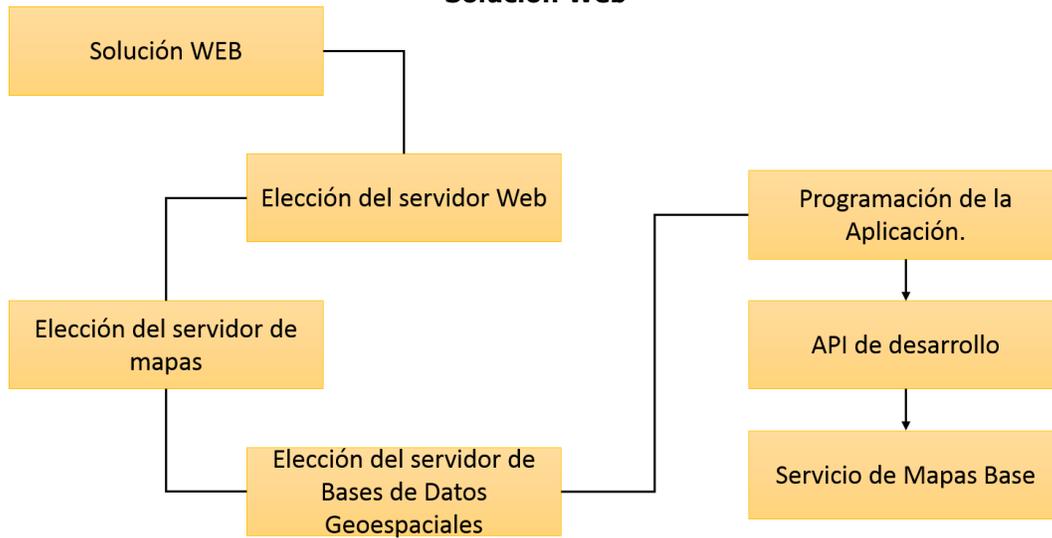
**Fuente: Tomlison, 2007; Modificada en base al proyecto.**

Durante el inicio de la elaboración del visualizador fue necesaria la investigación bibliográfica del tema, lo que permitió obtener un conocimiento más amplio sobre el diseño de los visualizadores, así como el uso de software libres y el lenguaje html, java scrip, ccs. La investigación bibliográfica se menciona en el capítulo I del documento.

De la cicatrización de zona de estudio se mencionó en el apartado VI.1, edición y descripción de variables (que en este caso son tablas contenidas en una base de datos) se mencionará en el apartado VI.3 y la aplicación de la información bibliográfica y técnica así como la validación, se reflejara en el apartado de resultados.

Respecto a la solución web se implementara el siguiente diagrama:

**Ilustración 7  
Solución Web**



**Fuente: Elaboración en base a asistencia a taller de programación.**

El servidor de mapas que se eligió fue "Apache Tomcat V.8.0"; del servidor de mapas se utilizó "Geoserver"; del servidor de base de datos geoespacial se eligió "Postgres-PostGis"; y finalmente la API de desarrollo es de Open Layer.

En el siguiente apartado se muestran las especificaciones de los diferentes software y los complementos que se instalaron.

## VI.2.2 Desarrollo de la Implementación del Visualizador

Para la metodología del desarrollo del visualizador se eligió a Vargas et al (2010) en su publicación de nombre "Visualizador Web de información cartográfica de amenazas naturales" implemento la siguiente metodología para la implementación del visualizador:

**Ilustración 8  
Metodología de Visualizador**



**Fuente: Vargas et al (2010)**

### VI.2.3 Hardware y Software utilizados

De acuerdo a Tomlison (Medina, 2015), los visualizadores son distribuidos en páginas web, por lo tanto no hace falta contar con una estación de trabajo, basta tener una computadora estándar con un procesador Dual Core Intel con memoria RAM y almacenamiento estándar, diseñada para el acceso web a recursos de SIG.

Es importante mencionar que para el caso de éste proyecto, no se manejó un gran volumen de información, ya que se pensó que la herramienta fuera utilizada en ambientes locales (Municipal), por lo tanto el hardware que se utilizó fue suficiente para el desarrollo del visualizador web.

### VI.2.4 Hardware

Las especificaciones del hardware que se utilizó fueron las siguientes:

**Tabla 2**  
**Hardware**

<b>Elemento</b>	<b>Descripción</b>
Procesador	Intel Core Duo
Memoria RAM	3 GB
Tipo de Sistema	Sistema Operativo de 64 bits
Windows	8.1

**Fuente: Elaboración Propia**

### VI.2.5 Software Instalado

Los software que se instalaron para procesar la información fueron los siguientes:

**Tabla 3**  
**Software Utilizados**

<b>Software</b>	<b>Descripción</b>
<b>QGIS V. 2.10</b>	Es un Sistema de Información Geográfica (SIG) de código libre para plataformas GNU/Linux, Unix, Mac OS, Microsoft Windows y Android. Se utilizó para especializar las tablas que conforman la base de datos del visualizador
<b>Apache Tomcat V. 8.0</b>	Es una implementación de código abierto, participativo y liberado, destinado a ser una colaboración de los desarrolladores.
<b>Geoserver</b>	Geoserver es un servidor de mapas que permite servir mapas y datos de diferentes formatos y aplicaciones web. Se utilizó para almacenar los datos o capas espaciales, lo que permitió que la información pudiera ser visualizada.

Software	Descripción
<b>pgAdmin III (Postgres-PostGis)</b>	Es un sistema de gestión de Base de Datos objeto relacional, de código abierto, utilizando un modelo cliente servidor de manera que se puedan hacer consultas y editar información de las bases de datos. Este software se utilizó para mostrar un ejemplo donde se pueda almacenar nueva información, la cual al ser ingresada puede mostrarse de igual forma en el visualizador web.
<b>API de desarrollo: Open Layers</b>	La programación del visualizador fue desarrollado en un lenguaje html, css y java scrips. Open Layers funcionó como el servidor de mapas desde el software de geoserver.
<b>VisualStudio 2012 V.</b>	Entorno desarrollado
<b>psqlODBC para 32 bits</b>	psqlODBC es el controlador oficial de Postgres. Para poder realizar formularios en VisualStudio y conectarlos a la base de datos de Postgres es necesaria la implementación de esta herramienta. Se utilizó la de 32 bits ya que es la versión que tiene mayor manejabilidad.

**Fuente: Elaboración Propia**

Para poder instalar el complemento de psqlODBC fue necesario configurar desde el panel de control las herramientas administrativas, eligiendo los orígenes de datos ODBC DE 32bits

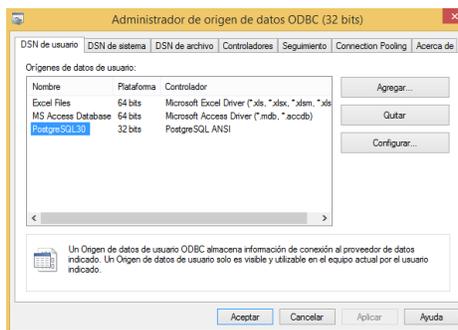
**Ilustración 9  
Complemento psqlODBC**

Monitor de recursos	16/07/2016 06:42 a...	Acceso directo	2 KB
Monitor de rendimiento	16/07/2016 06:42 a...	Acceso directo	2 KB
Orígenes de datos ODBC (32 bits)	16/07/2016 06:42 a...	Acceso directo	2 KB
Orígenes de datos ODBC (64 bits)	16/07/2016 06:42 a...	Acceso directo	2 KB

**Fuente: Propia**

Posteriormente se seleccionó postgresQL30 y se eligió el menú de configurar:

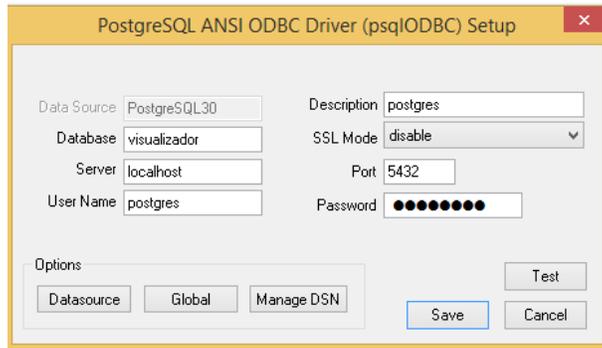
**Ilustración 10  
Configuración psqlODBC**



**Fuente: Propia**

Seguido de lo anterior se inicia una nueva ventana en la que se deben colocar los datos de las variables (recordar que la contraseña del password es: postgres);

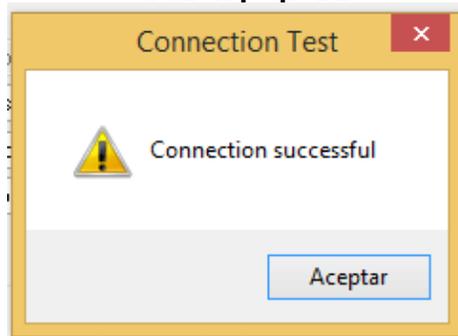
**Ilustración 11**  
**Setup psycopg**



**Fuente: Propia**

Posteriormente seleccionar Test para verificar la conexión.

**Ilustración 12**  
**Conexión psycopg**



**Fuente: Propia**

Después de la instalación de software y sus complementos se procedió al diseño de implementación del visualizador web.

### **VI.3 DE LA OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN Y BASE DE DATOS**

La información fue obtenida de la Coordinación General de Protección Civil del Gobierno del Estado de México. Obteniendo la siguiente información:

**Tabla 4**  
**Información del Visualizador**

<b>Tipo de Sistema</b>	<b>Variable</b>	<b>Elemento Geométrico</b>	<b>Descripción</b>
<b>Sistema Regulador</b>	Instituciones de Auxilio	Punto	Se muestra información de la localización de oficinas de Protección Civil Municipal y Seguridad Pública.

Tipo de Sistema	Variable	Elemento Geométrico	Descripción
	Hospitales	Punto	Se Muestra información de la localización de los hospitales.
	Infraestructura (pozo de agua)	Punto	Se encuentra información de la localización de la infraestructura.
	Refugios Temporales	Punto	Se muestra información de la localización de los refugios temporales.
<b>Sistema Afectable</b>	Actividad Comercial	Punto	Se muestra información de la localización de comercios en donde existe mayor concurrencia de personas.
	Centros Recreativos	Punto	Se muestra información de la ubicación de los centros recreativos: instituciones deportivas y parques infantiles.
	Centros Culturales	Punto	Se muestra información de bibliotecas públicas y casas de cultura.
	Escuelas	Punto	Se muestra información de la ubicación de las escuelas de nivel básico, medio superior y superior.
	Hoteles	Punto	Se muestra información de la ubicación de los hoteles.
	Mercados	Punto	Se muestra información de la ubicación de los mercados.
	Restaurantes y Centros Nocturnos	Punto	Se muestra información de los restaurantes y centros nocturnos.
	Centros Religiosos	Punto	Se muestra información de la ubicación de iglesias y templos.
	Tiendas de Autoservicio	Punto	Se muestra información de las tiendas de autoservicio más concurridas.
<b>Sistema Perturbador</b>	Actividad Comercial	Punto	Se muestra información de la ubicación plazas comerciales con más concurrencia.
	Estaciones de Servicio	Punto	Se muestra información de la ubicación de las gasolineras.
	Estaciones de Carburación	Punto	Se muestra información de la ubicación de las estaciones de carburación (llenado de cilindros de gas l.p.)
	Polvorín	Punto	Se muestra información de la ubicación de los polvorines donde se elaboran juegos pirotécnicos.
	Industrias	Punto	Se muestra información de la ubicación de las industrias.
	Basureros	Punto	Se muestra información de los basureros

Fuente: CGPCEDOMEX, 2013.

De acuerdo a los objetivos que tiene el visualizador se obtuvo la base de datos geoespacial del atlas de riesgos del Municipio de Ixtlahuaca, Estado de México, cabe mencionar que la información que se podrá visualizar es

referente a la infraestructura con la que cuenta el Municipio ya que éste fue realizado en base a los lineamientos que marca la Coordinación General de Protección Civil, por lo tanto no contiene información específica de los riesgos como tal, sino más bien marca la infraestructura que podría ser afectada en caso de la ocurrencia de algún desastre, sin embargo se agregará una capa de una Evaluación Multicriterio para identificar la zonas de inundación para fines académicos.

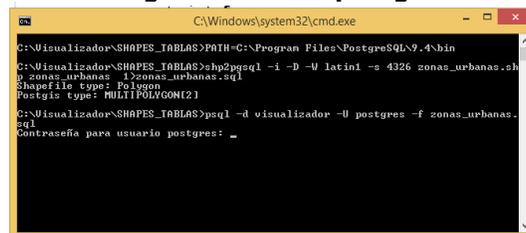
La información que contendrá el visualizador está clasificada de acuerdo a lo que marca el Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC, 2012) el cual lo agrupa en tres tipos de sistemas:

1. *Sistema Regulador*: constituido por la organización de instituciones, acciones, normas, programas y obras destinadas a proteger a los agentes afectables, a prevenir y controlar los efectos destructivos de los agentes perturbadores, para propiciar de manera eficaz la vuelta a la normalidad después de un desastre;
2. *Sistema Afectable*: sistema compuesto por el hombre y su entorno físico, incluye a la población y los elementos básicos de subsistencia, un sistema afectable puede ser cualquier comunidad o asentamiento;
3. *Sistema Perturbador*: pueden ser de origen natural o humano y son capaces de provocar desastres de tal forma que alteran el funcionamiento normas de los asentamientos humanos o sistemas afectables;

#### VI.4 CONFIGURACIÓN DE LA INFORMACIÓN Y LAS GEOTECNOLOGÍAS.

Una vez que se obtuvieron las tablas que contienen la información del visualizador, se geoespacializaron en un formato .shp para que pudieran ser cargadas a sistema postgres. Posteriormente se cargaron los archivos shape mediante una expresión del sistema del ordenador (la herramienta se incluye en los archivos del documento)

**Ilustración 13**  
**Carga a software postgres**

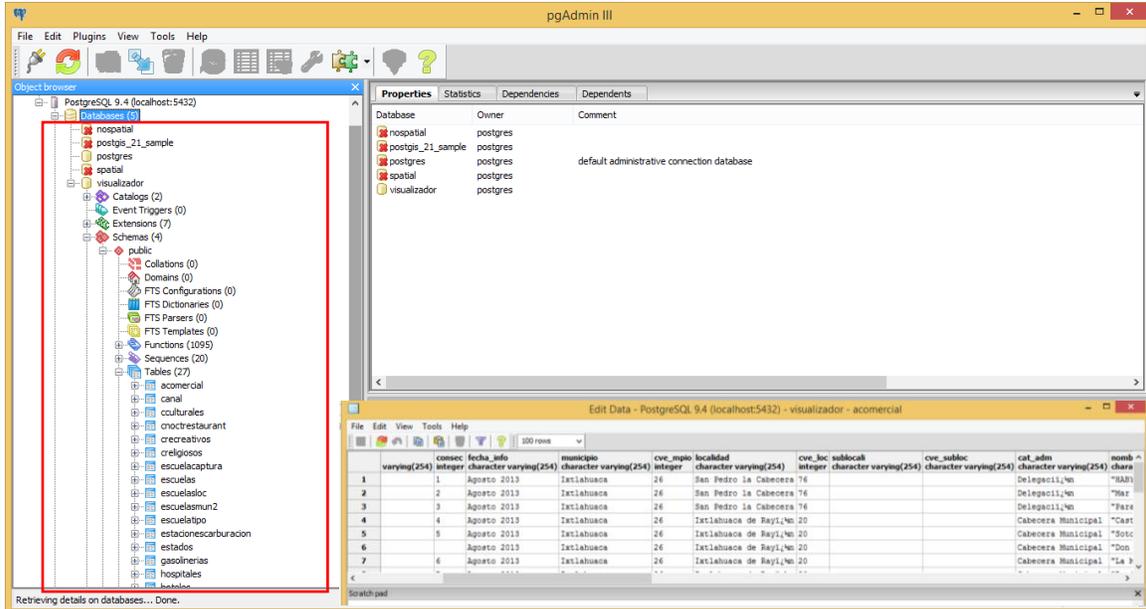


```
C:\Windows\system32\cmd.exe
C:\Visualizador\SHAPES_TABLAS>PATH=C:\Program Files\PostgreSQL\9.4\bin
C:\Visualizador\SHAPES_TABLAS>shp2pgsql -i -d -U latin1 -s 4326 zonas_urbanas.shp zonas_urbanas -f zonas_urbanas.sql
Shapefile type: Polygon
Postgis type: MULTIPLYGON(2)
C:\Visualizador\SHAPES_TABLAS>psql -d visualizador -U postgres -f zonas_urbanas.sql
Contraeña para usuario postgres: _
```

Fuente: Propia

Una vez que se cargaron todas las capas se realizó una nueva base de datos en postgres lo que permitió que se visualizarán las tablas de información:

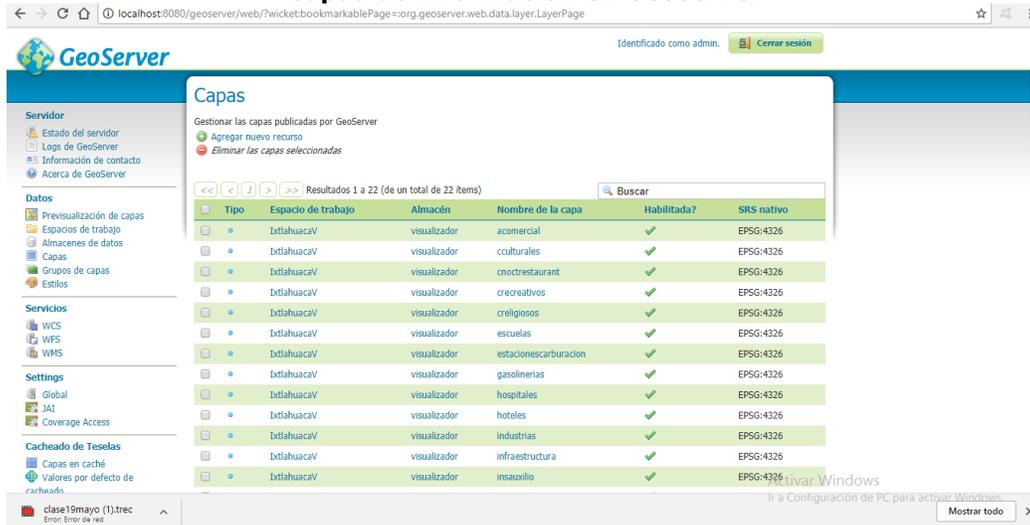
**Ilustración 14**  
**Base de Datos**



**Fuente: Propia**

Posteriormente a través de postgres se cargaron las mismas capas a geoserver, el cual permitió poder publicar los datos a través de open layers y al mismo tiempo comenzar a dar los estilos a cada punto publicado.

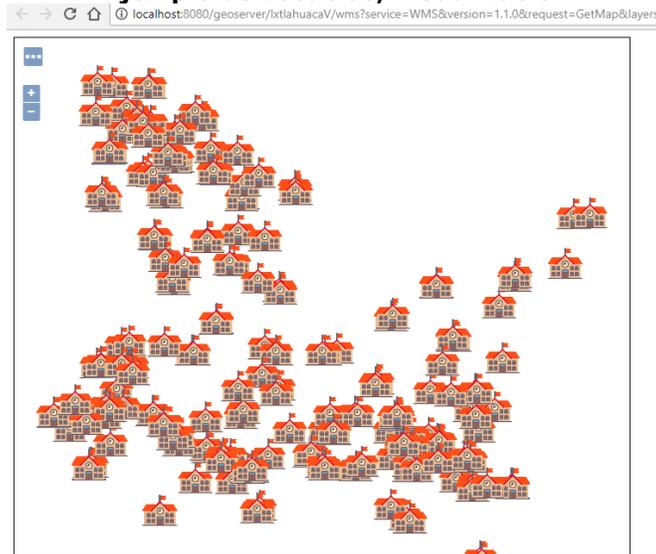
**Ilustración 15**  
**Capas de información en Geoserver**



**Fuente: Propia**

Geoserver, al publicar las capas de información permite visualizarlas y asignarle estilos a los datos, en la siguiente imagen se muestra un ejemplo de la capa de localización de los centros escolares que se ubican dentro del Territorio Municipal;

**Ilustración 16**  
**Ejemplo de Escuelas, Visualización**



**Fuente: Propia**

Una vez que se cargaron todas las capas de información, se continuó con el diseño del visualizador.

## **VI.5 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL VISUALIZADOR**

### **VI.5.1 Del Código y Página Web de Inicio**

Para el diseño de la página web se retomó un código fuente, el cual fue editado para los fines del proyecto.

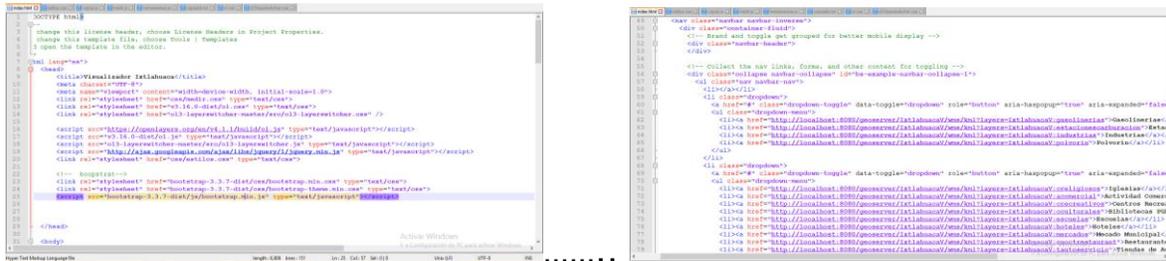
Se editaron diferentes lenguajes de programación que se describen a continuación:

**Tabla 5**  
**Lenguajes de Programación Usados**

<b>Lenguaje</b>	<b>Descripción</b>
<b>.html</b>	Hace referencia al lenguaje de marcado para la elaboración de páginas web. Define una estructura básica y un código para la definición de contenido de una página web, como texto, imágenes, etc.
<b>.css</b>	Es un lenguaje de hojas de estilos creado para controlar el aspecto o presentación de los documentos electrónicos definidos con HTML y XHTML.
<b>.js</b>	JSON (JavaScript Object Notation Notación de Objetos de JavaScript) es un formato ligero de intercambio de datos

Para el lenguaje html es importante mencionar que se utilizaron librerías de "bootstrap" (<http://getbootstrap.com/>) las cuales permitieron anexar información mediante botones que la librería ya tenía incluidos.

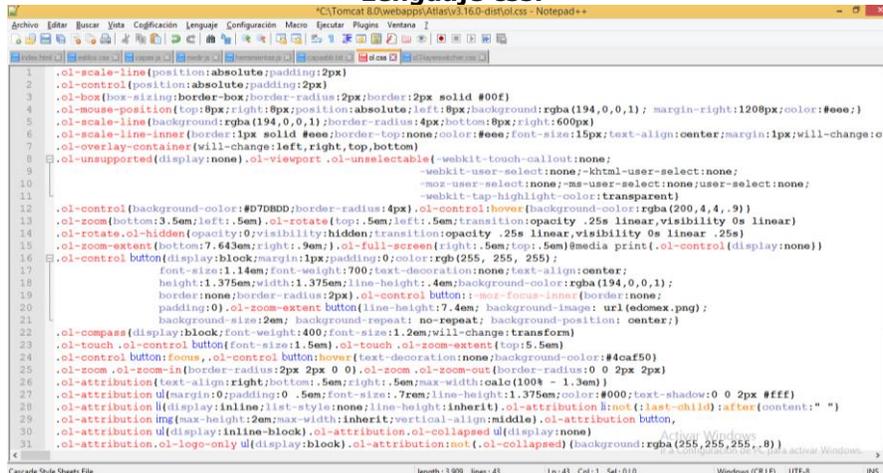
**Ilustración 17**  
**Lenguaje .html**



Fuente: Propia

Para el lenguaje .css, este archivo permitió editar colores de los diferentes botones que contiene el visualizador, para esto se utilizaron colores para html (<http://htmlcolorcodes.com/es/>) los cuales son generados mediante códigos que nos permiten obtener un color determinado

**Ilustración 18**  
**Lenguaje css.**



Fuente: Propia

Del lenguaje .js permitió cargar las capas de información para que éstas puedan ser visualizadas en el visualizador

### Ilustración 19 Lenguaje js

```

73 layers: [
74
75     wmsLayer,
76
77     new ol.layer.Tile({
78       title: 'Fosos de Agua',
79       visible: false,
80       source: new ol.source.TileWMS({
81         url: 'http://localhost:8080/geoserver/IxtlahuacaV/wms',
82         params: {'LAYERS': 'IxtlahuacaV:infraestructura'},
83         serverType: 'geoserver'
84       })
85     }),
86
87
88     new ol.layer.Tile({
89       title: 'Refugios Temporales',
90       visible: false,
91       source: new ol.source.TileWMS({
92         url: 'http://localhost:8080/geoserver/IxtlahuacaV/wms',
93         params: {'LAYERS': 'IxtlahuacaV:refugios temporales'},
94         serverType: 'geoserver'
95       })
96     }),
97
98     new ol.layer.Tile({
99       title: 'Instituciones de Auxilio',
100      visible: false,
101      source: new ol.source.TileWMS({
102        url: 'http://localhost:8080/geoserver/IxtlahuacaV/wms',
103        params: {'LAYERS': 'IxtlahuacaV:instituciones de auxilio'},
104        serverType: 'geoserver'
105      })
106    }),
107
108     new ol.layer.Tile({
109       title: 'Hospital',
110

```

Fuente: Propia

En el visualizador se implementaron herramientas para descarga de kml mediante Geoserver el cual funciona como el servidor de la información el cual permite la descarga y previsualización de las capas (archivos) de los siguientes tipos:

**Tabla 6**  
**Tipos de archivos de Geoserver.**

Tipo de archivo	Descripción
<b>Open Layers</b>	Permite la previsualización del conjunto de las capas lo cual permitiendo la interacción del usuario.
<b>kml</b>	Representa los datos geográficos en un formato comprimido. Éste tipo de archivo al descargarse puede visualizarse en la plataforma web de Google Earth.
<b>GML</b>	Es un formato de archivo similar al kml. Es destinado al transporte, modelaje y almacenamiento de información geográfica.

En este proyecto solo se utilizó la herramienta de descarga de kml la cual se puede descargar desde el visualizador mediante una línea de código que esta direccionada con el archivo almacenado en Geoserver.

#### VI.5.2 Diseño de capa editable

Debido a que uno de los objetivos del visualizador es poder actualizar la información de las tablas, se realizó un formulario en el software Visual

Studio V.2012 el cual permitirá ingresar información a una tabla de datos mediante la base de datos de postgres. Esta tabla podrá ingresar nueva información, editarla y actualizarla.

Visual Studio permite trabajar con un lenguaje C#, el cual fue diseñado para crear aplicaciones que se ejecuten en .NET framework orientado a objetos utilizando plantillas de proyecto, diseñadores, páginas de propiedades, asistentes de código, un modelo de objeto y otras características del entorno de desarrollo (Microsoft, 2017).

Visual Studio trabaja con tres tipos de extensiones.

**Tabla 7**  
**Extenciones de VisulaStudio**

Extensión	Descripción
<b>.aspx</b>	Permite diseñar formularios para crear páginas web generadas por el servidor que contienen VBScript o código C#. se procesan secuencias de comando en el servidor web y el html. Como resultado este formulario se envía al navegador. Permite interactuar con el diseño de la plantilla y el código que crea las propiedades (estilos) del elemento.
<b>.aspx.cs</b>	Es la extensión donde se escribe el código de programación de conexión con el diseño del formulario (.aspx). En un modelo de un solo archivo (formulario) y el código .aspx.cs se mantienen en un solo archivo. En el modelo alternativo, denominado "separación de código", los elementos visibles están en un archivo y el código en otro, que se conoce como archivo de "código subyacente".

**Fuente: Microsoft, 2017.**

En este trabajo se realizó una nueva tabla en la base de datos de postgres para la captura de información de la capa "escuelas". Se realizaron dos formularios:

### VI.5.2.1 Diseño de la capa de acceso a Usuarios

Una vez que el usuario de un clic en el botón de "Captura de Información" éste botón direccionará a la página de acceso a usuarios. El modelaje en VisualStudio se muestra en las siguientes imágenes:

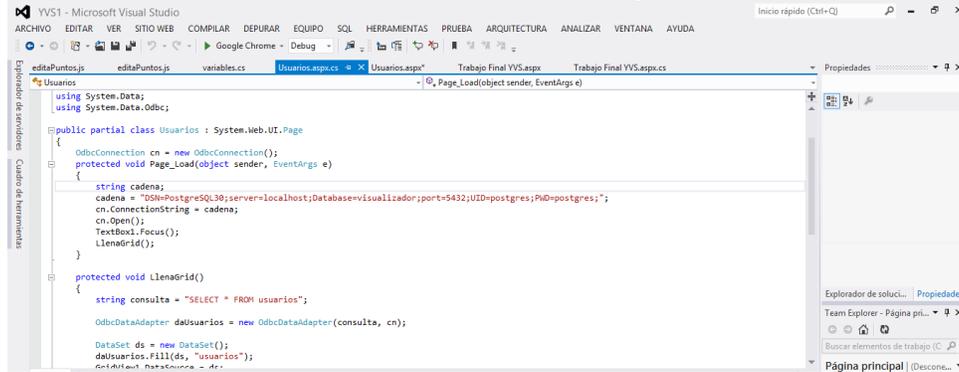
**Ilustración 20**  
**Diseño de .aspx para acceso a usuarios**



**Fuente: Propia**

Para la extensión .aspx.cs se obtuvo lo siguiente:

**Ilustración 21**  
**Conexión con diseño .aspx**

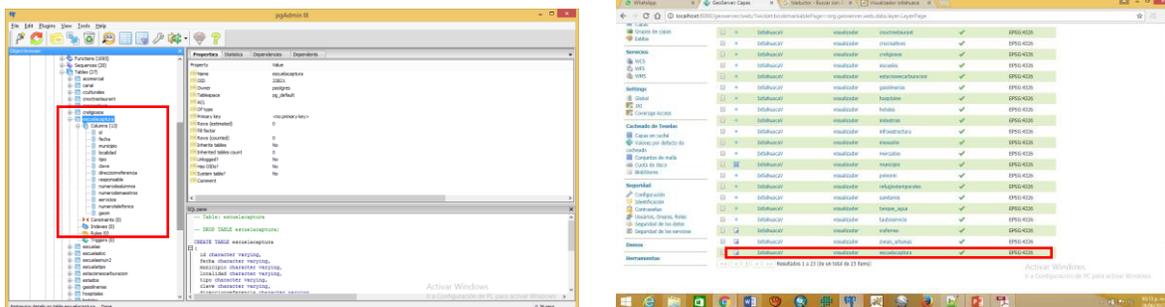


Fuente: Propia

### VI.5.2.2 Diseño del formulario para capa editable

Para esta herramienta se creó una nueva tabla en postgres con los diferentes campos que se deben capturar. De igual forma se agregó la capa en Geoserver con el fin de que al realizar un nuevo registro, éste se vea reflejado en el visualizador web.

**Ilustración 22**  
**Preparación de la capa editable**

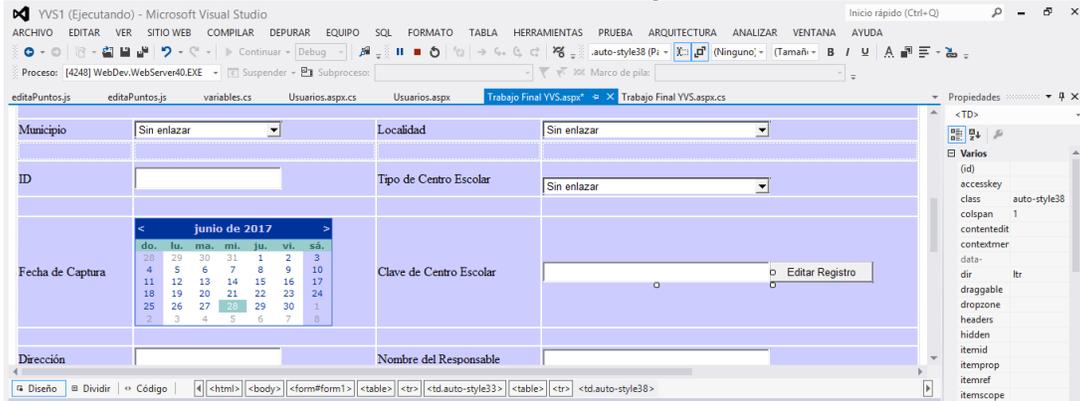


Fuente: Propia

La tabla de la capa editable fue realizada en postgres con diferentes campos, los mimos campos son lo que se ingresaron en el formulario de la capa que permitirá que la información sea almacenada y al mismo tiempo visualizada en la página web del visualizador.

El diseño del formulario es el siguiente:

### Ilustración 23 Diseño de formulario de capa editable



Fuente: Propia

Los campos editables son los siguientes:

**Tabla 8**  
**Campos editables**

Campo editable	Descripción
Id	Número de registro del centro escolar
Fecha	Fecha de captura de información
Municipio	Despliega una lista de los Municipios del Estado de México.
Localidad	Despliega una lista de las localidades del Municipio de Ixtlahuaca, en base el nomenclátor de la plataforma del marco geoestadístico del Estado de México de INEGI.
Tipo	Despliega una lista de los niveles educativos: preescolar, primaria, secundaria, nivel medio superior y superior.
Clave	Se ingresa la clave del centro escolar
Dirección o Referencia	Se ingresa la dirección o referencia del centro escolar.
Responsable	Se ingresa el nombre del responsable.
Número de Alumnos	Se ingresa el número de alumnos del centro escolar.
Número de Maestros	Se ingresa el número de maestros del centro escolar.
Servicios con los que cuenta	Se ingresa el tipo de servicios con los que cuenta (agua, luz, drenaje, instalaciones deportivas, etc.)
Número Telefónico	Se ingresa el número telefónico del centro escolar

Fuente: Propia

De la extensión .aspx.cs se obtuvo la siguiente imagen como ejemplo:

```

{
    string comando = "select * from escuelasmun2";
    OdbcDataAdapter da = new OdbcDataAdapter(comando, cn);
    DataSet ds = new DataSet();
    da.Fill(ds, "escuelasixt");
    DropDownList3.DataSource = ds.Tables["escuelasixt"].DefaultView;
    DropDownList3.DataTextField = "nombre";
    DropDownList3.DataValueField = "clavemun";
    DropDownList3.DataBind();
}

protected void Llneaescuelasloc()
{
    string comando = "select * from escuelasloc";
    OdbcDataAdapter da = new OdbcDataAdapter(comando, cn);
    DataSet ds = new DataSet();
    da.Fill(ds, "escuelasixt");
    DropDownList1.DataSource = ds.Tables["escuelasixt"].DefaultView;
    DropDownList1.DataTextField = "nombreloc";
    DropDownList1.DataValueField = "claveloc";
    DropDownList1.DataBind();
}
    
```

En los anexos se ingresará el código de cada aspx.cs para su consulta.

### VI.5.3 Pruebas del Visualizador

Después de haber realizado los procedimientos anteriores se realizó un proceso de pruebas "testing", las cuales se definen como un conjunto de actividades de pruebas orientadas a comprobar determinados aspectos de un sistema.

Por lo anterior, para evitar contar con errores en el sistema del visualizador, se realizarón las siguientes pruebas:

**Tabla 9**  
**Pruebas de funcionamiento**

ID	Caso Prueba	Datos a probar	Resultado esperado	Resultado Obtenido	Concluido
1	Instalación de software a utilizar	Ingreso de las capas de información.	Instalación exitosa	ok	ok
2	Conexión de auxiliar psqloDBC	Funcionamiento de librería odbc en formularios aspx.cs	Conexión exitosa	ok	ok
3	Elaboración y ejecución de código html, ccs, js y c#.	Visualización de capas y estilos de la página web.	Visualización de capas y estilos de herramientas del visualizador.	ok	ok
4	Comprobación de aspx de acceso a usuarios.	Ingreso de usuario	Ingreso exitoso	ok	ok
5	Comprobación de edición y captura de la capa de escuelas.	Crear un campo nuevo y editable.	Resultado exitoso	ok	ok

Fuente: Propia

# **CAPÍTULO III**

---

# **RESULTADOS**

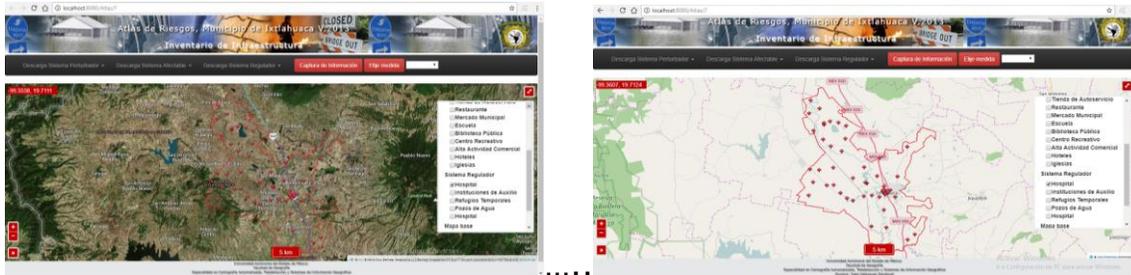
---

## VII. RESULTADOS

### VII.1 VISUALIZADOR

Una vez que se eligieron las librerías de estilos, y editaron los html, js, ccs, se obtuvo el visualizador el cual contiene dos tipos de mapas base, el de la imagen de la izquierda es de BING (mapa satelital) y el de la imagen derecha es de OSM.

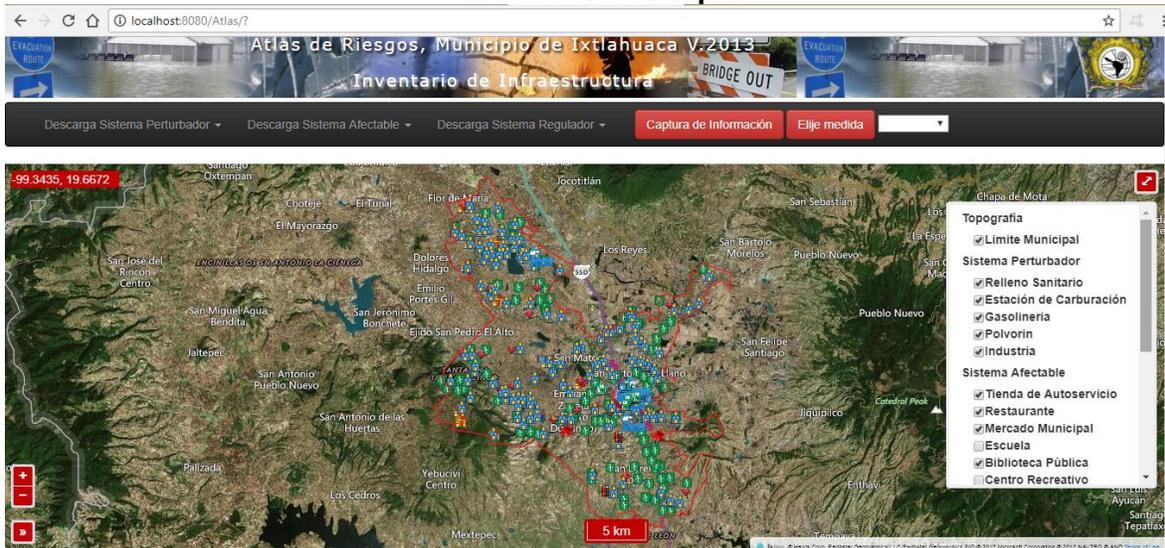
**Ilustración 24**  
**Visualizador**



Fuente: Propia

Como se puede observar el visualizador contiene las capas de información que fueron cargadas en el sistema, están divididas de acuerdo al tipo de división de CENAPRED mencionando en anteriormente.

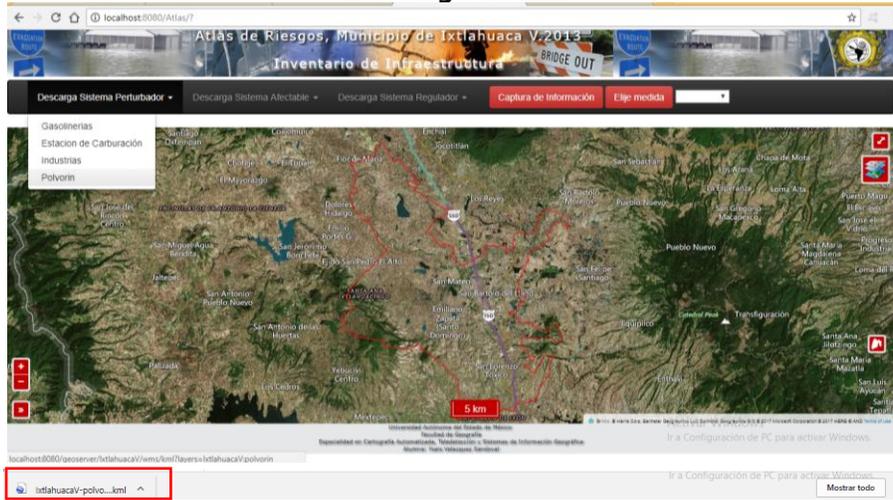
**Ilustración 25**  
**Visualización de Capas**



Fuente: Propia

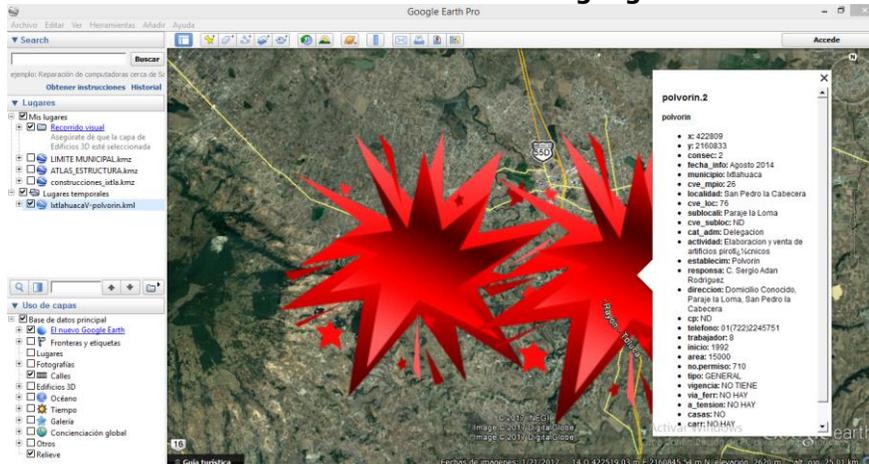
El visualizador puede descargar la información en formato kml para su consulta y manejo en los diferentes software de acuerdo al objetivo que tenga el usuario al usar esta herramienta.

**Ilustración 26**  
**Descarga de kml**



Una vez descargado se puede visualizar en la plataforma de google earth, en la siguiente imagen se observa los estilos referentes a los polvorines desde la plataforma de google earth, así como los atributos que contiene cada tabla de postgres.

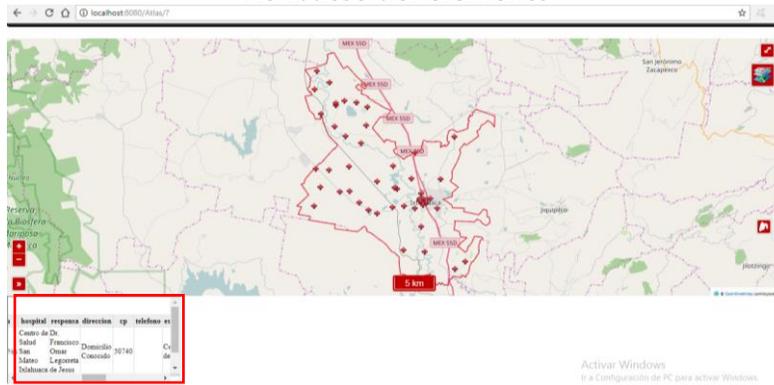
**Ilustración 27**  
**Visualización de información en google earth**



**Fuente: Propia**

Al seleccionar un punto en la capa de "hospitales" se desplegará una tabla la cual muestra sus atributos de cada instalación:

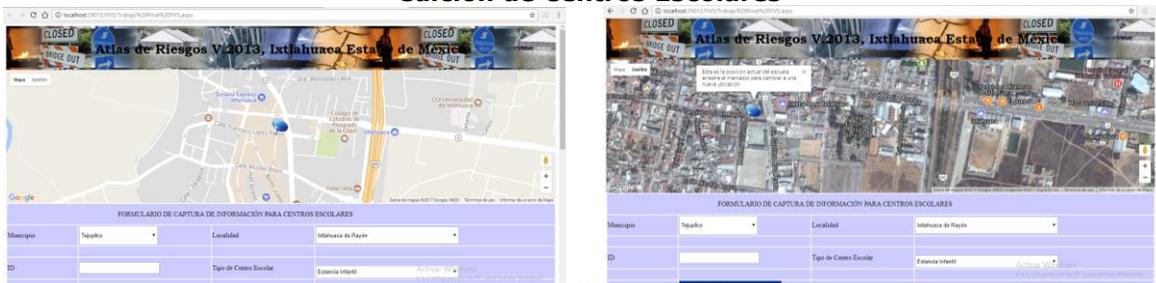
**Ilustración 28**  
**Atributos del elemento**



### VII.1.1 Capa de edición y Captura de Información

Una vez que se realizó e implemento el formulario en VisualStudio, la información es capturada desde el sitio web, a la cual se le incluyeron mapas para la ubicación de los puntos. La imagen es la siguiente:

**Ilustración 29**  
**Sitio Web de la capa de captura y edición de Centros Escolares**



Fuente: Propia.

En la siguiente imagen se muestra el formulario de captura de la pagina web, en el cual se encuentran los campos que se deben llenar para su almacenamiento en la tabla correspondiente de la base de datos, como se puede observar en la imagen, se realizó una prueba de la captura de datos, la cual se ve reflejada en una tabla que se encuentra en la parte inferior de la ilustración siguiente:

### Ilustración 30 Campos Editables

id	fecha	municipio	localidad	tipo	clave	direccionreferencia	responsable	numerodealumnos	numerodemaestros	servicios	numerotelefonico	geom
1	28/06/2017	15042	150420001	Primaria	CCIP34567	Calle Benito Juarez, sin número	Mtro, Celso Figueroa	150	12	Agua, Luz, Drenaje	28345678	0101000000706CF6E4FDF058C0
2	28/06/2017	15042	150420001	Secundaria	CCTS2345	Calle Nicolas Bravo, No. 210	Mtro. Ernesto Mercado	250	25	Agua, Luz, Drenaje	2834567	0101000000706C7614D6F058C05

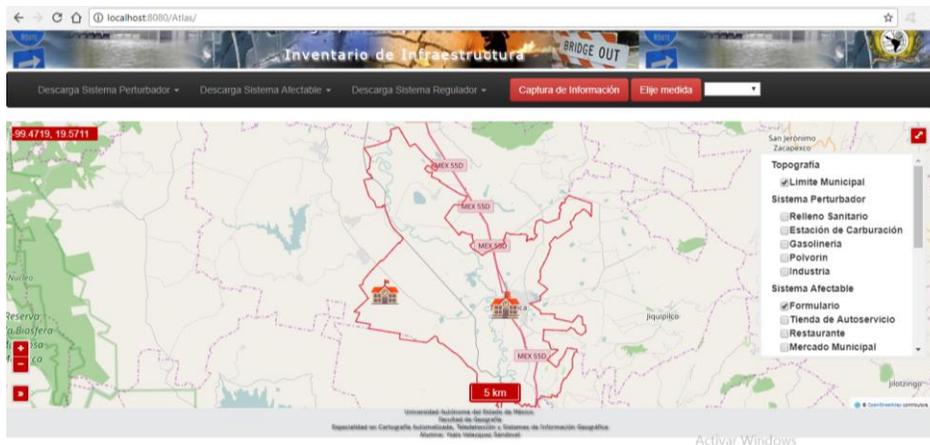
Una vez que los datos son capturados, la información es almacenada en la base de datos de postgres, mostrando los campos ingresados:

### Ilustración 31 Almacenamiento de información en postgres

id	fecha	municipio	localidad	tipo	clave	direccionreferencia	responsable	numerodealumnos	numerodemaestros	servicio
1	28/06/2017	15042	150420001	Primaria	CCIP34567	Calle Benito Juarez, sin número	Mtro, Celso Figueroa	150	12	Agua, Luz, Drenaje
2	28/06/2017	15042	150420001	Secundaria	CCTS2345	Calle Nicolas Bravo, No. 210	Mtro. Ernesto Mercado	250	25	Agua, Luz, Drenaje

**Fuente: Propia**

Finalmente esta información será visible en el visualizador del atlas de riesgos. Por lo tanto cada que se ingrese un nuevo registro será actualizado en tiempo real al visualizador web.



## **VII.2 CONCLUSIONES.**

Para finalizar este trabajo, es importante mencionar que en términos generales es satisfactorio haber cumplido los objetivos planteados, ya que por mi formación académica resulto complicado comprender los diferentes lenguajes de programación para la implementación de herramientas del visualizador.

Se implementó un visualizador web que permite identificar, ubicar y representar diferentes elementos del inventario de bienes expuestos, mediante la integración de información representada en Geoserver, VisualStudio, postgres mediante lenguajes de programación html, javascript y C#.

El desarrollo de sistemas geotecnológicos ayuda a dar un sentido más amplio y conocer que la representación de la información se puede visualizar de diversas formas.

Las herramientas desarrolladas pueden ser escaladas a un contexto geográfico más amplio de una manera sencilla y sin agregar altos recursos humanos y de costos adicionales.

En este tema en particular, las herramientas geotecnológicas o tecnologías de la información geográfica, es decir, aquellas que se especializan en la dimensión espacial de los fenómenos, como los SIG, han tenido impactos positivos, debido a que tanto los fenómenos perturbadores como las variables que le confieren vulnerabilidad a la población, el riesgo y los desastres, se manifiestan espacialmente (Campos, 2010).

Desde el punto de vista de la protección civil y mediante el desarrollo constante de la tecnología y los sistemas informáticos que hemos experimentado en la actualidad, ayudan a desarrollar tecnologías útiles para la prevención y mitigación de los efectos negativos de los procesos naturales y sociales que se desarrollan en la superficie terrestre.

El desarrollo de las Geotecnologías son de una alta utilidad y trascendencia, pues uno de los principales problemas que enfrentan las autoridades en casos de riesgo y/o desastre es la carencia de información actualizada y de fácil acceso, lo que dificulta enormemente la toma de decisiones y la puesta en marcha de prácticas y medidas preventivas adecuadas para la atención oportuna de emergencias.

En cuanto a la tabla de la base de datos que permite modificar, eliminar y generar nuevos registros del Inventario de Bienes Expuestos está diseñada para que la pueda utilizar cualquier tipo de usuario no solo personal que se encuentre en el ámbito de la administración pública.

El visualizador puede seguir retroalimentándose de información generada por el área de Protección Civil Municipal, sin embargo en éste caso si es necesario que el personal se capacite y familiarice con los lenguajes de programación y software que sean necesarios.

Ésta herramienta fue diseñada para uso exclusivo de la Administración Municipal con el fin de ayudar a mantener la información actualizada y organizada para que ésta retroalimente el Atlas Nacional y Estatal.

### **VII.3 RECOMENDACIONES.**

Es posible mejorar el visualizador web con funciones que permitan una mejor representación cartográfica así como la impresión y generación de gráficos y bases de datos más específicas.

De igual forma se enlistan las siguientes recomendaciones:

- De acuerdo al Sistema Nacional de Protección Civil es necesario continuar complementando la información faltante sobre la estructura y contenido del Atlas de Riesgos (Mapas de peligros, susceptibilidad, riesgos y vulnerabilidad).
- Las herramientas geotecnológicas y la habilidad de usar diferentes lenguajes de programación más especializado, ayudará a implementar herramientas que generen escenarios de riesgo en el visualizador.
- Es necesario implementar lenguaje de programación para que cada punto que se visualice despliegue la descripción de los atributos de la base de datos geoespacial.

## **BIBLIOGRAFÍA.**

- Anónimo. (2007). Mejora de los Sistemas de Cartografía del Territorio Colombiano. Richoa. Recuperado el 23 de Abril de 2017, de [ftp://ftp.ciat.cgiar.org/DAPA/planificacion/GEOMATICA/SIG/SIG\\_Modulo.pdf](ftp://ftp.ciat.cgiar.org/DAPA/planificacion/GEOMATICA/SIG/SIG_Modulo.pdf)
- Bradford, A., & Haine, P. (2011). *HTML5 Mastery*. New York: Friends of.
- Buzai, D. G. (2013). *Sistema de Información Geográfica (SIG), Teoría y Aplicación*. (1<sup>o</sup> ed.). Argentina: Universidad Nacional de Luján. Recuperado el 9 de Mayo de 2017, de <http://www.gesig-proeg.com.ar/documentos/libros/SIG-TEORIA%20Y%20APLICACION%202013.pdf>
- Campos Vargas, M. M., Toscana Aparicio, A., Monroy Gaytan, F., & Reyes Loópez, H. A. (2010). Visualizador Web de Información Cartográfica de Amenazas Naturales. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 71-78.
- Cedeño Nicolás, J., Torres Díaz, L. A., Sánchez Pioquinto, D., & Romero Vargas, N. (2015). Recuperado el 2 de Mayo de 2017, de <http://www.pcnt.inah.gob.mx/pdf/14291342492.pdf>
- Correa, B. A., & Yanza Hurtado, A. (S/R). VII Jornadas de SIG Libre. *SIGTE*, 13. Recuperado el 8 de Mayo de 2017, de [http://www.sigte.udg.edu/jornadassiglibre2013/uploads/articulos\\_13/a34.pdf](http://www.sigte.udg.edu/jornadassiglibre2013/uploads/articulos_13/a34.pdf)
- González, M. (Agosto de 2016). *You Tube*. Recuperado el Junio de 2017, de <https://www.youtube.com/watch?v=JZRhzX0V5E8>
- Hazzard, E. (2011). *Open Layers 2.10*. Packt Publishing.
- Leonel, F. R. (2000). *El Sistema de Información Geográfica: una aplicación*. Ensayo. Recuperado el 15 de Abril de 2017, de [http://paraninfouniversitario.com/doc/20/Ensayos/Ensayo\\_p64.pdf](http://paraninfouniversitario.com/doc/20/Ensayos/Ensayo_p64.pdf)
- M., M. A., & Robinson, T. H. (Agosto de 1996). *Sistemas de Información Geográfica y Algunas Aplicaciones*. Recuperado el Abril de 2017, de <http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/article/viewFile/1918/1820>

Medina, N. V. (2015). Visualizador Web de Morbilidad por Cáncer en el Estado de México, 2010. Toluca: UAEM.

Microsoft. (s.f.). Recuperado el Junio de 2017, de [https://msdn.microsoft.com/es-MX/library/aa287558\(v=vs.71\).aspx](https://msdn.microsoft.com/es-MX/library/aa287558(v=vs.71).aspx)

OpenTheFile. (Julio de 2017). Obtenido de <http://www.openthefile.net/es/extension.aspx>

Redaccion El TIEMPO. (9 de Octubre de 1995). Recuperado el 8 de Abril de 2017, de <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-417744>

Sarría, F. A. (2017 ). <http://www.um.es>. Recuperado el Enero de 2017, de <http://www.um.es/geograf/sigmur/sigpdf/temario.pdf>

SGM. (Marzo de 2017). *Museo Vitual de Geología del SGM*. Recuperado el Abril de 2017, de <http://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/SIG/Introduccion-SIG.html>

Subgerencia Cultura del Banco de la República. (2015). Recuperado el 7 de Mayo de 2017, de [http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/ayudadetareas/geografia/sistema\\_de\\_informacion\\_geografica](http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/ayudadetareas/geografia/sistema_de_informacion_geografica)

Sur, A. (2013). *Visual Studio 2012 and .NET 4.5 Expert Development Cookbook*. Packt Publishing.

Tomlinson, R. (2007). Pensando en Sig: PLANIFICACIÓN del Sistema de Información Geográfica Dirigida a Gerentes. . En E. PRESS. Readlands, California.

Torres, C. A. (2014). *Visualizador en ambiente Web para sitios productivos de ladrillo y block, en la Localidad de San Bartolomé Tlaltelulco, Metepec, México*. Toluca: UAEM.