



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

FACULTAD DE GEOGRAFÍA

**“VISUALIZADOR WEB DESTINADO A EMPRESAS
LICITANTES EN EL CONTRATO
DE CORTES Y RECONEXIONES, ZONTA TOLUCA
CFE, 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. ANA MARÍA CLEMENTE ACEVEDO

D I R E C T O R

M. EN C.A. LEONARDO ALFONSO RAMOS CORONA



TOLUCA, MÉXICO

JULIO, 2017



Índice general

Introducción	7
Planteamiento del problema	8
Justificación	10
Objetivos	12
Capítulo 1. Marco teórico	13
1. Sistemas de Información Geográfica (SIG)	13
1.1 Definición y funciones de los SIG	14
1.2 SIG e Internet	15
2. Requerimientos de la arquitectura de la aplicación	17
2.1 PostgreSQL- PostGIS	18
2.2 Geoserver	19
2.3 Apache Tomcat	20
2.4 Open Layers	20
2.5 Open Street Maps y Bing Maps	20
2.6 SIG de escritorio	21
2.6.1 ArcMap	21
2.6.2 QGIS	21
2.7 Microsoft Visual Studio	21
2.8 AtlasStyler	22
2.9 Bootstrap	23
3. Visualizador web destinado a empresas licitantes en el contrato de Cortes y Reconexiones, Zona Toluca CFE, Estado de México	23
3.1 Zona Toluca CFE	24
Capítulo 2. Metodología	27
2.1 Recursos para el desarrollo del proyecto	27
2.2 Proceso metodológico general	28
2.3 Determinación de las variables	30
2.3.1 Base de datos de usuarios de la CFE	30



2.3.2 Contenido cartográfico	34
2.4 Instalación y configuración de los requerimientos tecnológicos	36
2.4.1 Java	36
2.4.2 Apache Tomcat	38
2.5 Implementación	39
2.5.1 PostgreSQL-PostGIS	39
2.5.2 Geoserver- Módulo de datos	42
2.5.2.1 Estilos	44
2.5.2 Diseño de formulario en Visual Studio	48
2.5.3 Diseño gráfico de la interfaz	50
2.6 Evaluación	53
Capítulo 3. Resultados	55
Conclusiones y recomendaciones	62
Referencias	65
Figuras	
Figura 1. Elementos de la Arquitectura de la aplicación	17
Figura 2. Procedimiento metodológico general del proyecto	29
Figura 3. Funcionamiento de la aplicación	29
Figura 4. Parámetros de ingreso en la Calculadora Utm-Geograficas	33
Figura 5. Capa de usuarios de la Zona Toluca	34
Figura 6. Proceso de instalación de Java	37
Figura 7. Proceso de instalación de Tomcat	38
Figura 8. Proceso de instalación de Geoserver	39
Figura 9. Base de datos en PostgreSQL	39
Figura 10. Configuración de la Patth	40
Figura 11. Proceso para cargar shapefiles mediante el símbolo del sistema	41
Figura 12. Creación de tablas en PostgreSQL y conexión a PostGIS	42



en QGIS

Figura 13. Proceso para la creación de estilos en AtlasStyler	45
Figura 14. Diseño gráfico y elementos del formulario en Visual Studio 2012	49
Figura 15. Descripción específica de la estructura del visualizador	50
Figura 16. Funciones desempeñadas por script	53
Figura 17. Interfaz gráfica del visualizador- Sección superior	55
Figura 18. Panel de herramientas	56
Figura 19. Contenido de la herramienta: Acerca de...	57
Figura 20. Contenido de la herramienta: Medir	57
Figura 21. Contenido de la herramienta: Consultar	58
Figura 22. Contenido de la herramienta: Descargar KML	59
Figura 23. Contenido de la herramienta: Capas	60
Figura 24. Contenido de la herramienta: Buscador	60
Figura 25. Funcionalidad de la herramienta Buscador	61
Figura 26. Esquema de posibles mejoras del visualizador	63

Mapas

Mapa 1. CFE: División del Valle de México Sur, Zona Toluca	25
Mapa 2. Cobertura de usuarios por agencia, zona Toluca	26

Tablas

Tabla 1. Distribución de usuarios por sector	8
Tabla 2. Agencias comerciales, Zona Toluca	25
Tabla 3. Modificaciones en el módulo de Datos de Geoserver	43
Tabla 4. Estilos	46





Introducción

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son una importante herramienta para el análisis y representación espacial. Ya que permiten la manipulación de datos en grandes cantidades y derivados de diversas fuentes de información. Los SIG están diseñados para capturar, almacenar, analizar, transformar y presentar información geográfica y sus atributos con el fin de satisfacer múltiples propósitos [1].

Actualmente el uso y enfoque de los SIG es muy variado, y han llegado a formar parte de la vida diaria, tratando de satisfacer la necesidad de disponer rápidamente de información para resolver problemáticas específicas [2].

La georreferenciación o geolocalización de entidades geográficas junto con la incorporación de los SIG, se han integrado con mayor frecuencia en los sectores público y privado para la asignación de ubicaciones geográficas, además del vínculo de información, ya sean documentos, bases de datos, mapas, imágenes, información bibliográfica, entre otros.

Así mismo, con la incorporación de tecnología en sus múltiples aplicaciones y dispositivos; en especial la incorporación de la programación, se ha logrado la automatización de numerosos procesos en las empresas, que mejoran el rendimiento de recursos, minimizando costos y tiempo.

A continuación se presenta el planteamiento del problema, objetivos, marco teórico y metodología de la Propuesta de un visualizador web para empresas externas, contrato de Cortes y Reconexiones CFE. De igual forma se identifican los recursos planteados para el desarrollo del proyecto. Además de la evaluación de la presente propuesta. Finalmente se enlistan algunas conclusiones y recomendaciones acerca del proyecto.



Planteamiento del problema

La Comisión Federal de Electricidad es una empresa que tiene la encomienda de atender de manera eficiente y oportuna a los más de 40.4 millones de usuarios, los cuales han tenido una tasa de crecimiento medio anual de más de 5.8% a lo largo de la República Mexicana. La Comisión se constituye por 16 divisiones, y cada división se divide en zonas, de igual forma cada zona se compone por un determinado número de agencias de acuerdo a la extensión territorial y la cobertura que pueda atender cada una. En la tabla 1 se muestra la distribución de usuarios por sector, siendo el doméstico el de mayor porcentaje. [3].

Tabla 1. Distribución de usuarios por sector

Sector	Porcentaje
Doméstico	88.57
Agrícola	0.32
Industrial	0.80
Comercial	9.80
Servicios	0.52

Fuente: Con base a Estadísticas de CFE.

En la página oficial de la CFE se anuncia la visión y misión de esta empresa, líder en su sector económico en México. Donde se estipula lo siguiente: CFE tiene la misión de "Prestar el servicio público de energía eléctrica con criterios de suficiencia, competitividad y sustentabilidad, comprometidos con la satisfacción de los usuarios, con el desarrollo del país y con la preservación del medio ambiente". Además plantea como visión: "Ser una empresa de energía, de las mejores en el sector eléctrico a nivel mundial, con presencia internacional, fortaleza financiera e ingresos adicionales por servicios relacionados con su capital intelectual e infraestructura física y comercial. Una empresa reconocida por su atención al cliente,



competitividad, transparencia, calidad en el servicio, capacidad de su personal, vanguardia tecnológica y aplicación de criterios de desarrollo sustentable" [3].

Para lograr las estipulaciones antes mencionadas, la CFE constantemente diseña los bienes y servicios que ofrece a sus usuarios, partiendo de los compromisos con ellos, identificando y/o creando los procesos que generan cada uno, los cuales cuentan con los respectivos planes de calidad auditados y actualizados periódicamente para su ejecución, administración y mejora, además de permitir el aseguramiento del cumplimiento de sus necesidades y expectativas con acciones pro activas hacia el servicio. El cumplimiento de estos requerimientos, llevará a cada centro de trabajo a distinguirse en lograr la atención de las necesidades de los usuarios y contribuir al logro de los compromisos de servicio [4].

Sin embargo, cabe mencionar que la empresa constantemente se provee de servicios externos que le apoyen para el cumplimiento de sus metas a través de la concesión de licitaciones a empresas o consultorías externas en diversas tareas especializadas.

La División Valle de México Sur, se conforma de 4 Zonas; Universidad, Coapa, Volcanes y Toluca. La Zona Toluca, se encuentra organizada en siete agencias comerciales: Toluca I, Amomolulco, Toluca 2000, Estadio I, Estadio II, Toluca II y Atenco; que atienden alrededor de 458, 656 usuarios en los municipios de Huixquilucan, Metepec, Lerma, Otzolotepec, San Mateo Atenco, Toluca, Xonacatlán, Zacazonapan y Zinacantepec, correspondientes al Estado de México.

La Zona Toluca provee periódicamente licitaciones destinadas a empresas que tengan personal calificado para realizar tareas de cortes y reconexiones de servicios temporales o definitivos a instalaciones de usuarios



con rezagos en su pago de facturación normal o extraordinaria. La CFE elige a la empresa que cumpla con los estatutos o estipulaciones internas en el contrato de Cortes y Reconexiones.

En materia de antecedentes del proyecto se encontraron varias restricciones del lado de la estancia federal, en lo que se refiere a la difusión de métodos y programas utilizados en el proceso de campo y acceso a sistemas internos como SICOSS, ASEMED, SICOM, OneLogin, entre otros. Ya que el uso de estos es interno. Por lo tanto, se buscaron trabajos realizados en la ECATSIG, tratando de que estos tuvieran relación con el manejo de softwares y arquitectura de la aplicación semejantes a la propuesta descrita con mayor detalle en el apartado de metodología.

La problemática principal radica en la ausencia de herramientas eficientes que permitan al personal de campo de la empresa externa, ubicar a los usuarios de forma eficiente. Ya que si bien es cierto que Comisión cuenta con Sistemas de información Geográfica especializados en la ubicación y consulta de usuarios, que fungen como herramientas para trabajadores internos de campo para realizar sus tareas con mayor facilidad, cumpliendo los parámetros impuestos por la misma empresa; la CFE no provee acceso directo de estos sistemas al personal de campo de la empresa licitante. Es decir, la empresa externa debe poseer sus propias herramientas para realizar el trabajo en tiempo y forma.

Justificación

El presente, surge a partir un periodo laboral en el cual se tuvo contacto cercano con las necesidades de varias empresas licitantes que trabajan en el sector en cuestión. Y se concluyó la existente necesidad de llevar un buen control de la información generada día con día y aumentar la calidad de la información que se recaba durante cada jornada laboral. Dicha



herramienta pretende consolidar una fuente de apoyo para el personal de Comisión, encargado de suministrar las actividades diarias al personal de la empresa externa. El usuario del visualizador, analizará de manera espacial e independiente los servicios asignados; además ayudará a los trabajadores de gabinete para la obtención de información en menor tiempo y con mayor calidad.

El proyecto de un Visualizador de usuarios está dirigido principalmente al personal de campo de empresas licitantes insertas en uno de los proyectos más recurridos de la CFE., es decir "La licitación para el contrato de cortes y reconexiones", que pone a concurso de forma trimestral la CFE, según la Zona. Este consiste en contratar los servicios de una empresa externa que cumpla con ciertos requisitos, dentro de los cuales se encuentra que dicha empresa debe georreferenciar los servicios visitados para llevar un control sobre aquellos usuarios a los que se les ha brindado atención. Sin embargo, después de varios contratos cumplidos, las empresas se siguen enfrentado a un mismo reto. Por parte del personal de campo existe el problema de ubicar los servicios de forma rápida, debido a que Comisión cambia periódicamente de empresa para la elaboración de dicho contrato, por lo tanto el personal asignado a cada Agencia, la mayoría de las veces, no conoce la zona a trabajar y esto entorpece el buen término de cada servicio brindado.

Para fines del presente proyecto se designó únicamente los usuarios de la Agencia Toluca II, como prueba piloto, donde se considera la base de datos de los usuarios de la Agencia como principal insumo para la elaboración del proyecto. Ya que como ya se ha mencionado, la ubicación y datos del servicio, son esenciales para identificar cada usuario. Los enunciados datos fueron determinante como la base para la alimentación del sistema. Cabe mencionar que no se tomaron en cuenta rasgos ambientales, servicios, entre



otras, ya que estos aspectos los cubre los servicios de mapa base de la aplicación final.

Por otra parte, se consideró importante definir una misión para el proyecto, misma que resume las particularidades mencionadas anteriormente, la cual dice:

“Diseño y construcción de herramientas geotecnológicas empresariales que reduzcan costos, agilicen procesos, y mejoren la calidad de información, contribuyendo el logro de objetivos en tiempo y forma de empresas dedicadas al sector eléctrico”.

A continuación se enlistan los objetivos del proyecto.

Objetivos

El objetivo general es el siguiente:

- Desarrollar un visualizador web de usuarios de la CFE, que funja como herramienta de campo para personal de empresas externas, Zona Toluca.

El proyecto tiene como objetivos particulares los siguientes:

1. Implementar los requerimientos para la aplicación.
2. Implementar la arquitectura del visualizador.
4. Probar el nivel de funcionalidad del visualizador.



Capítulo 1. Marco teórico

1. Sistemas de Información Geográfica (SIG)

Los Sistemas de información geográfica tuvieron mayor auge a partir de los años 80, aunque en los años 60 ya se había desarrollado Canadian Geographic Information System (C.G.I.S.), con el objeto de gestionar los bosques y superficies marginales de Canadá, que empezó manejando una estructura de tipo ráster en conjunto con vector. También en 1960, Ian McHarg desarrolla Design with nature, método manual que consiste en la superposición de matrices binarias (conocida como metodología SIG), dicho método presentó diversos problemas tales como la dificultad de ponderar las variables, y la dificultad en su uso a medida que aumentaba el número de documentos a combinar. Posteriormente años antes de los 70's, McHarg desarrolló los SIG ráster o matriciales. Simultáneamente se crean en el laboratorio de la Universidad de Harvard los sistemas SYMAP y GRID; y en la Universidad de Yale el Map Analysis Package (MAP) con gran importancia posterior. En general, se caracterizaron por ser sencillos y económicos, aunque no tenían la capacidad para manejar atributos. También durante este periodo se implementa el sistema DIME, primero en contar con una topología completa. Ya en los años 70 el laboratorio de Harvard desarrolla ODYSSEY, SIG vectorial con superposición de polígonos mediante geometría coordinada. Y en los años 80, la mayor parte de los investigadores de estos laboratorios fueron desarrolladores de los SIG como productos industriales. Asimismo en este período se presentó un gran avance de los SIG vectoriales, es decir la implantación de ARC/INFO por parte de ESRI [5].

En la actualidad los SIG se han consolidado como una industria especializada en la progresiva integración de sistemas ráster y vector, además se ha incrementado 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". "Los nuevos campos de innovación de los SIG son la integración en sistemas de soporte de decisiones, los llamados sistemas de sobremesa (divulgación de la cartografía y de la Información Geográfica), los sistemas y servidores de información geográfica en red y distribuidos (Internet) y los llamados SIG móviles (aplicación de los SIG en el ámbito de la telefonía móvil)" [5].

1.1 Definición y funciones de los SIG

Existen numerosas definiciones de un SIG pero en el presente se tomó la definición propuesta por NCGIA en 1990 donde dice lo siguiente:

"Sistema de hardware, software y procedimientos diseñado para realizar la captura, almacenamiento, manipulación, análisis, modernización y presentación de datos referenciados espacialmente para la resolución de problemas complejos de planificación y gestión".

Asimismo, referente a las funciones de los SIG, existen 5 argumentos básicos:

- Un SIG nos permite realizar comparaciones entre escalas y perspectivas emulando una cierta capacidad de representación de diferentes lugares al mismo tiempo.
- Admite diferenciar entre cambios cualitativos y cuantitativos; aportando una gran capacidad de cálculo.
- Habilita gestionar un gran volumen de información a diferentes escalas y proyecciones.
- Integra espacialmente datos tabulares y geográficos junto a cálculos sobre variables (topología).
- Los SIG admiten multiplicidad de aplicaciones y desarrollos; poniendo a nuestra disposición herramientas informáticas estandarizadas que



pueden ir desde simples cajas de herramientas hasta paquetes llave en mano [5].

Por estos principios, se puede afirmar que cada vez los SIG se han ido convirtiendo en una herramienta más imprescindible para todos aquellos usuarios que manejan información geográfica.

1.2 SIG e Internet

Por su parte, Christian Harder afirma que "Internet no cambia la naturaleza básica de los SIG, la pone on line". Dicho autor explica la importancia que tienen los SIG en Internet donde "cada día millones de personas acceden a información geográfica". Un SIG en Internet puede utilizarse para localizar servicios, buscar rutas y direcciones, publicar atlas electrónicos, notificar sucesos de características y fenómenos geográficos como inundaciones, terremotos, entre otros; acceder a Bases de Datos de Organismos Públicos tales como censos, realizar aplicaciones de seguridad como análisis geográficos de criminalidad, realizar análisis demográficos, utilizar datos procedentes de la teledetección, visualizar condiciones medioambientales, entre otros. Todas estas aplicaciones responden a servicios de SIG en Internet que ya existen en la actualidad y que cada día son demandados por más usuarios. La tendencia implica el uso de estas herramientas en una especie de uso cotidiano de la información geográfica encaminado a mejorar la calidad de vida de los ciudadanos a través de las tecnologías de la información.

Harder también especifica las diferentes formas de funcionar un SIG en Internet actualmente:

Por un lado se encuentra la forma más simple, donde los mapas sólo muestran localizaciones. En este caso el servidor web simplemente pone a disposición del usuario una imagen GIF o JPEG. Sería una aplicación estática



como por ejemplo la localización de un servicio o infraestructura que no va a variar en mucho tiempo.

Un paso más adelante es cuando el usuario puede generar su propio mapa. En este caso ya tenemos un SIG por encima del servidor web, y a éste aceptando peticiones del usuario y sirviéndole mapas como respuesta.

Mapas producto de un análisis espacial como pueden ser búsquedas geográficas condicionadas. Mapas producto de un procesamiento de datos geográficos, donde el SIG en el servidor procesa o transforma los datos almacenados como respuesta a la petición del usuario. En este caso, el SIG situado sobre el servidor web ha de tener la capacidad de realizar las operaciones requeridas (por ejemplo análisis ráster o tin).

Cabe destacar que la tecnología de servidores de mapas tiene su primer desarrollo en 1993 con el Xerox® PARC Map Viewer, servidor html que ya no está en funcionamiento. Los avances más recientes se están produciendo en la línea de estructuras cliente - servidor, SIG basados en la tecnología OO y SIG distribuido.

En este sentido se puede concluir que el fenómeno Internet está marcando los avances del mundo SIG y junto a este desarrollo de Internet asistimos a otros avances interdependientes como son los SIG móviles y la interoperabilidad.

Considerando los planteamientos de Harder, el visualizador web que se proponen en el presente documento supone una interoperabilidad. Ya que no se pretende que sea estático, sino que este en constante dinámica por la naturaleza de la información que pretende manejar [5].



2. Requerimientos de la arquitectura de la aplicación

En el siguiente esquema se muestran los componentes necesarios para el desarrollo de la presente aplicación web. Cada elemento se explica a continuación con el propósito de conocer la funcionalidad de los mismos.

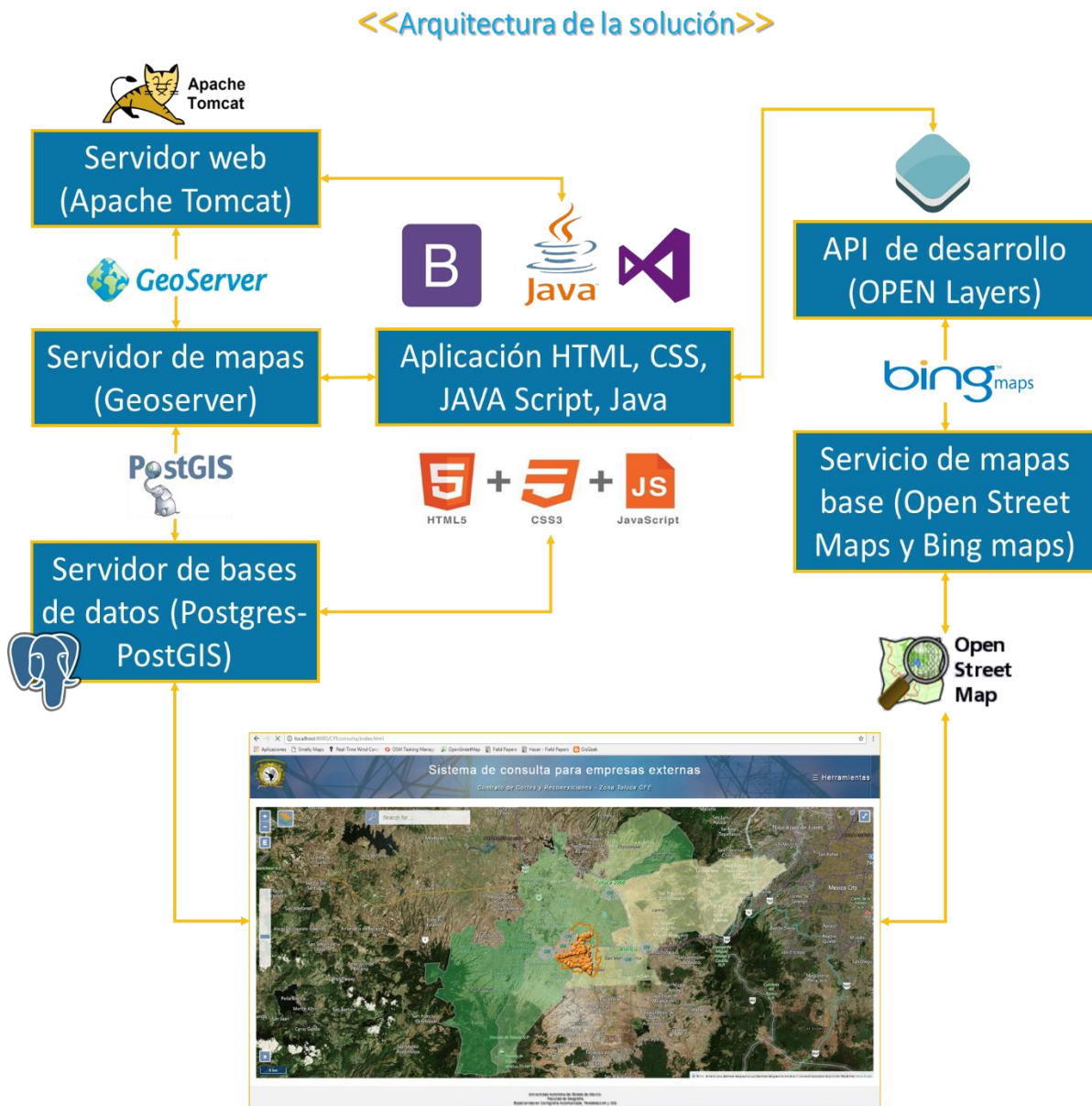


Figura 1. Elementos de la Arquitectura de la aplicación.



En la arquitectura de la aplicación del presente proyecto se utilizó el manejador de base de datos de PostgreSQL con su extensión de PostGIS. En este se almacenaron dos bases de datos, llamadas "cfe" y "formulario". En la primera se almacenaron las capas correspondientes a los requerimientos cartográficos (shapefiles), generadas a partir de una serie de procesos en ArcMap, QGIS, entre otros programas. Estas últimas fueron publicadas en el servidor de mapas, en este caso se utilizó Geoserver; donde por cada capa se personalizó un estilo mediante la aplicación de AtlasStyler. Y en la segunda base de datos se crearon un conjunto de tablas que a su vez son consumidas por Visual Studio. Herramienta empleada para el desarrollo de un formulario que tiene como fin el registro de vistas de los usuarios en la plataforma final. En lo que se refiere al diseño de la propia página web, tanto su aspecto visual (colores, imágenes, tipografía y posicionamiento de los distintos bloques de contenidos), como de la estructuración de los contenidos en diversas secciones y apartados enlazables a través de un menú con las distintas opciones disponibles se utilizó Bootstrap. Cabe destacar que los lenguajes empleados en la aplicación fueron HTML5, CSS3, Java y Java Script.

2.1 PostgreSQL- PostGIS

Para el manejo de la base de datos geográfica del proyecto, se eligió PostgreSQL definido como un sistema de bases de datos objeto relacional de código abierto, que incluye características de la orientación a objetos, como la herencia, tipos de datos, funciones, restricciones, disparadores, reglas e integridad transaccional, liberado bajo licencia BSD (Berkeley Software Distribution). Es de tipo multiplataforma, por lo tanto tiene soporte para los principales sistemas operativos, Linux, UNIX y Windows. Sus interfaces nativas de programación son C/C++, Java, .NET, Perl, Python, Ruby, TCL, ODBC, JDBC, entre otros. Y por otra parte, PostGIS es una extensión del



sistema de bases de datos PostgreSQL que permite almacenar información geográfica, como puntos, líneas o polígonos; cumple con el estándar Simple Features Specifications for SQL (SFSS), y además permite realizar operaciones con dicha información. PostGIS almacena la información geográfica en una columna del tipo GEOMETRY [6].

2.2 Geoserver

Geoserver es un servidor de mapas de código abierto escrito en Java con certificación en los estándares de Open Geospatial Consortium (OGC) que permite a los usuarios compartir y editar los datos geoespaciales. Las principales características de Geoserver son:

- Utiliza tecnología Java J2EE
- Multiplataforma (Windows, Linux, Mac OS X)
- Opera con formatos vectoriales: ESRI shapefiles, PostGIS, ESRI ARCSde, GML y formatos raster: JPG, PNG, GIF, TIFF y TIFF8.
- Soporta distintas proyecciones.
- Tiene una interfaz gráfica para la configuración
- Proyecciones on-the-fly (representa datos en proyecciones distintas).
- Especificaciones OGC: Map Service (WMS), MFS, Web Feature Service (WFS-T), Web Coverage Service (WCS), GML, Styled Layer Descriptor (SLD)
- Imágenes de alta calidad
- Configuración dinámica a través de URL

El servicio WMS (Web Map Service) con Geoserver requiere aplicaciones previamente instaladas para su funcionamiento. Su configuración es de forma gráfica, lo cual disminuye la complejidad de su instalación y soporte [7].



2.3 Apache Tomcat

Apache Tomcat es desarrollado en un ambiente de código abierto y bajo la licencia de Apache, la versión de Tomcat implementada en este proyecto es 8.0. Y se define como un contenedor web desarrollado sobre el proceso de la comunidad Java, que permite servir aplicaciones web con Servlets Java y Java Server PAGES. El servidor apache opera en el puerto 80. [7].

2.4 Open Layers

Open Layers fue diseñada por sus desarrolladores como alternativa a la solución comercial de Google Maps. Ofrece un método sencillo para incluir mapas dinámicos en páginas Web. Open Layers es una biblioteca en JavaScript que integra mapas en aplicaciones Web, permite sobreponer distintas capas sobre una capa base, añadir objetos geométricos (puntos, líneas y polígonos) sobre el mapa con leyenda de una manera sencilla, además incorpora un conjunto de controles básicos y avanzados y tiene soporte para Web Map Service (WMS) y Web Feature Service (WFS) [6].

2.5 Open Street Maps y Bing Maps

Para el proyecto se implementaron los siguientes servicios de mapa base:

Open Street Maps (OSM) es una iniciativa a nivel mundial que tiene como objetivo desarrollar una base cartográfica que esté libre de restricciones para su uso y distribución. En OSM se recogen y almacenan datos acerca de la red viaria de cualquier lugar del mundo y, así como datos de muchos otros elementos del territorio que los usuarios de la comunidad OSM consideran significativos. La cobertura territorial de este servidor de mapas es mundial. Al igual que otros servicios de mapas que existen en internet, OpenStreetMap nos permite navegar a través de diferentes lugares y en



diferentes, escalas para consultar carreteras, caminos, pueblos o ciudades, entre otras muchas cosas, al tiempo que podemos realizar búsquedas, encontrar lugares de interés o trazar rutas [8].

Por su parte Bing Maps es la aplicación web de mapas de Microsoft, ofrece una vista de mapa convencional, una por satélite, y así como en Google Maps, en Bing es posible buscar lugares y comercios, crear rutas y guardarlas. Además en los mapas de algunos países, aparte de la vista de pájaro, es posible consultar el estado del tráfico [9].

2.6 SIG de escritorio

2.6.1 ArcMap

Es la aplicación central del software ArcGIS. Entre sus funciones principales están: visualización, creación de mapas, edición, análisis espacial, presentación de resultados utilizando gráficos estadísticos, tablas, reportes, fotografías y otros elementos adicionales a los datos geográficos. Para el proyecto se utilizó licencia del equipo de la Facultad de Geografía UAEM [6].

2.6.2 QGIS

QGIS es un Sistema de Información Geográfica (SIG) de Código Abierto licenciado bajo General Public License (GNU). Se define como un proyecto oficial de Open Source Geospatial Foundation (OSGeo). Este corre sobre Linux, Unix, Mac OSX, Windows y Android, además soporta numerosos formatos y funcionalidades de datos vector, datos ráster y bases de datos [10].

2.7 Microsoft Visual Studio

Visual Studio es un conjunto completo de herramientas de desarrollo para la generación de aplicaciones web ASP.NET, Servicios Web XML, aplicaciones



de escritorio y aplicaciones móviles. Visual Basic, Visual C# y Visual C++ utilizan todos el mismo entorno de desarrollo integrado (IDE), permite a los desarrolladores crear sitios y aplicaciones web, así como servicios web en cualquier entorno que soporte la plataforma .NET, las cuales ofrecen acceso a tecnologías clave para simplificar el desarrollo de aplicaciones web ASP y Servicios Web XML [11]. Para el proyecto se utilizó la versión 2012 con licencia de la UAEM

En el entorno de Visual Studio se desarrolló la parte más dinámica del proyecto. Se creó un formulario para que el usuario pueda registrar las visitas que realiza en cada jornada en una base de datos modificable con conexión a PostgreSQL.

2.8 AtlasStyler

En la elaboración de los estilos se recurrió a AtlasStyler para crear simbología propia con formato SLD. AtlasStyler es un editor de estilos de geometrías, una aplicación de escritorio amigable que permite generar estilos de entidades geográficas. Donde los estilos resultantes se pueden guardar en ficheros OGC de tipo SLD/SE. Donde los SLD resultantes son compatibles con todos los programas que soporten dicho estándar OGC. AtlasStyler se compone de un conjunto de ventanas simples que permiten la creación de los estilos. El usuario puede crear clasificaciones abstractas mediante símbolo único, cuantiles o equidistantes. Asimismo, se ha integrado acceso a una base de datos de simbología online.

Las características clave de AtlasStyler son:

- Permite construir estilos usando una plataforma gráfica.
- Está basado en el estándar OGC-SLD.
- Soporta las plataformas de Linux y Windows.



- Importa formatos ESRI Shape, OGC WFS, PostGIS, GeoTIFF y ESRI ArcASCII.
- Traducido al español, alemán, inglés, italiano, turco, ruso y francés. [12]

Por las características antes mencionadas, se optó por AtlasStyler para elaborar los estilos de las entidades geográficas del proyecto, ya que se requieren más conocimientos de programación para la escritura de códigos de estilo personalizados y con el estándar OGC-SLD que soporta Geoserver.

2.9 Bootstrap

Bootstrap es un framework CSS desarrollado en el año 2011 por Twitter que permite dar forma a un sitio web mediante librerías CSS que incluyen tipografías, botones, cuadros, menús y otros elementos que pueden ser utilizados en cualquier sitio web. Es una herramienta para crear interfaces de usuario limpias y totalmente adaptables a todo tipo de dispositivos y pantallas, sea cual sea su tamaño. Además, Bootstrap ofrece las herramientas necesarias para crear cualquier tipo de sitio web utilizando los estilos y elementos de sus librerías [13].

3. Visualizador web destinado a empresas licitantes en el contrato de Cortes y Reconexiones, Zonta Toluca CFE. Estado de México.

La propuesta del presente visualizador, se puede definir como aquella herramienta diseñada para el personal de campo de las empresas licitantes que sirven a la CFE en la modalidad de dicho contrato. La herramienta tiene el fin de servir de apoyo para: ubicar usuarios, marcar rutas, y para actualizar y guardar visitas en campo.

Como ya se ha hecho mención, el proyecto está dirigido específicamente para el contrato de servicios de cortes y reconexiones de la CFE. En este se



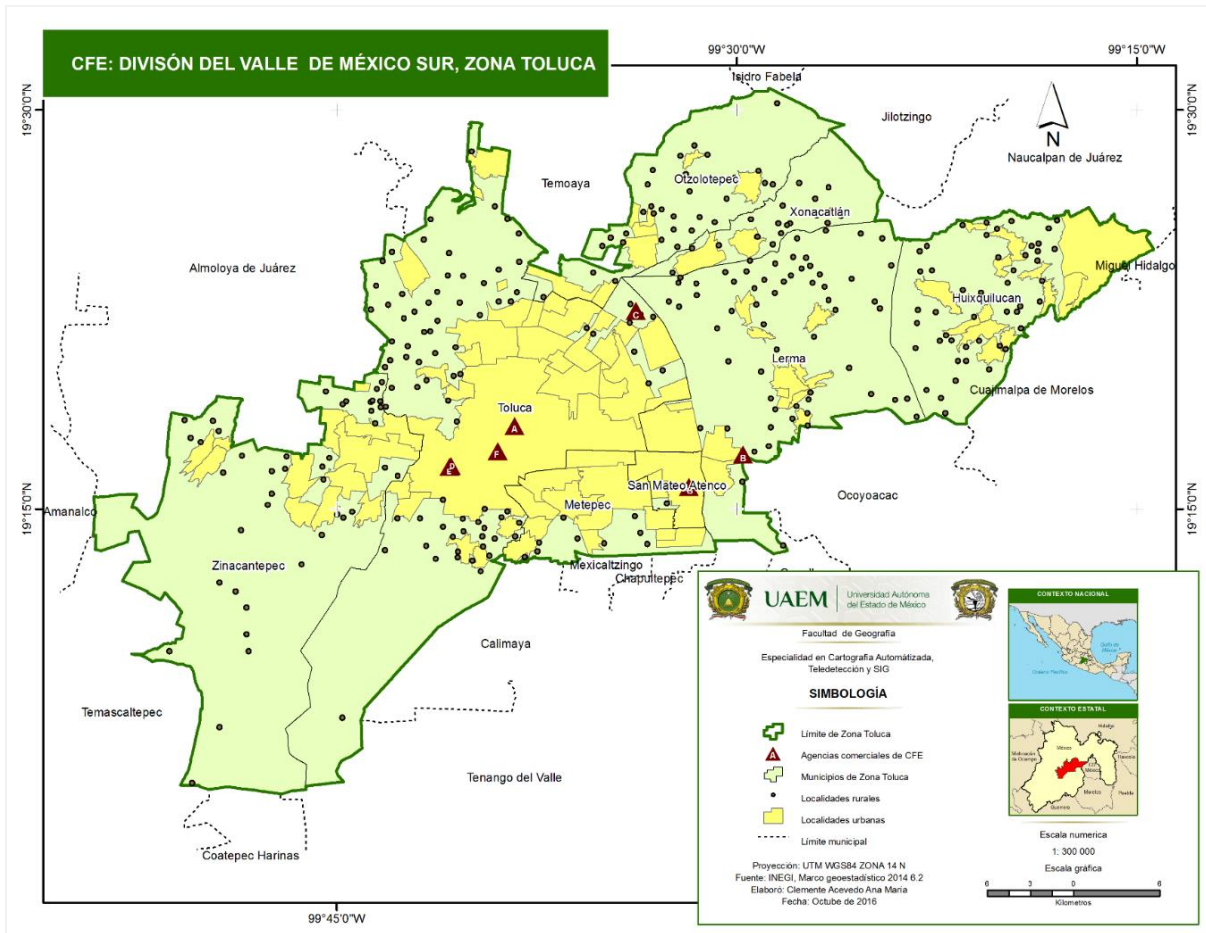
incorporan elementos de los SIG, incluyendo la georreferenciación de servicios asignados, como instrumento clave que permita a sus usuarios cubrir los requisitos establecidos por la CFE en su concurso de licitación.

Los requerimientos se refieren a los siguientes elementos: 1. ubicación geográfica, 2. Evidencia fotográfica, 3. Lectura y 4. Observaciones por servicio.

El proyecto se basó en los fundamentos descritos en el apartado del marco teórico del presente documento, ya que se pretende hacer uso de Internet y de los SIG para la elaboración de un visualizador web que pueda ser usado por trabajadores de campo pertenecientes a empresas externas que colaboren con la CFE.

3.1 Zona Toluca CFE

Como se hace mención en el planteamiento del problema, la Zona Toluca se constituye por siete agencias, como se muestra en la tabla 2 y en el mapa 1. Asimismo, analizando el mapa dos de cobertura de usuarios por agencia de la Zona Toluca y la tabla de distribución de usuarios de la zona Toluca, se concluye que la distribución de los usuarios no parece ser la más adecuada espacialmente, ya que parece que la ubicación de las agencias puede generar a los usuarios largos recorridos para llegar a las instalaciones que les corresponde brindarle el servicio. Sin embargo, para fines de este proyecto este aspecto no es relevante, ya que no afecta la ubicación de las agencias.



Mapa 1. CFE: División del Valle de México Sur, Zona Toluca. Fuente: Elaboración propia con base a datos de la CFE.

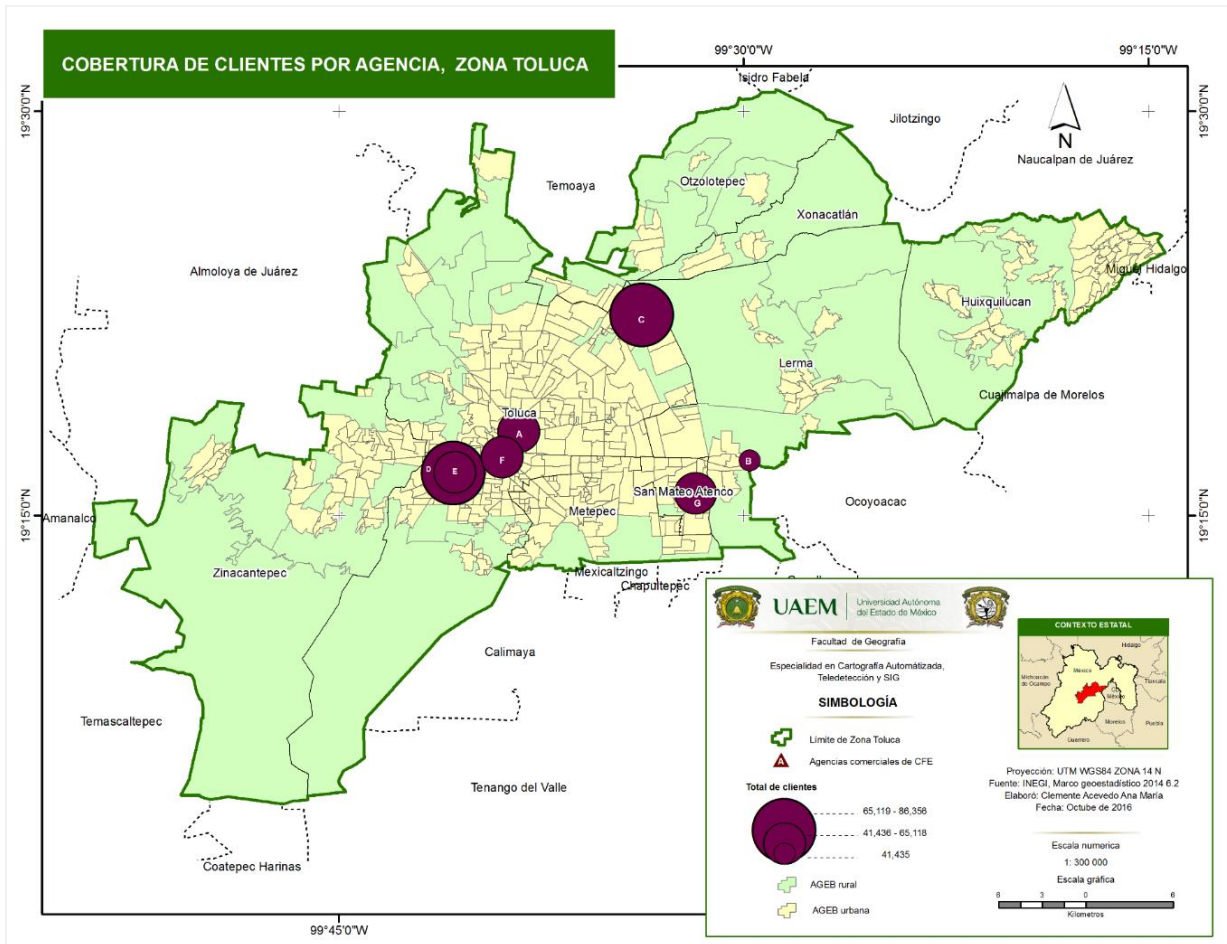
Tabla 2. Agencias comerciales, Zona Toluca

División Zona	Agencia	Nombre	Municipios que atiende	Usuarios aproximados
DN50	A	Toluca I	Toluca	64,294
DN50	B	Amomolulco	Huixquilucan, Lerma, Otzolotepec y Xonacatlán	41,435
DN50	C	Toluca 2000	Lerma, San Mateo, Atenco, Toluca y Xonacatlán	79,154
DN50	D	Estadio I	Otzolotepec, Toluca y Zinacantepec	86,356
DN50	E	Estadio II	Metepec, Toluca y Zinacantepec	65,118
DN50	F	Toluca II	Metepec y Toluca	57,253



DN50	G	Atenco	Metepec y San Mateo Atenco	65,045
------	---	--------	----------------------------	--------

Fuente: Elaboración propia con base a datos de la CFE, 2016.



Mapa 2. Cobertura de usuarios por agencia, zona Toluca.

Fuente: Elaboración propia con base a datos de la CFE.



Capítulo 2. Metodología

2.1 Recursos para el desarrollo del proyecto

En esta propuesta no se consideró la compra de software para fines académicos, ya que se hizo uso del equipo de cómputo de la Facultad de Geografía junto con equipo personal, que cumplen requerimientos para el proyecto como: memoria RAM de 8 GB para un óptimo procesamiento de la información. En lo que se refiere al personal requerido para la elaboración del proyecto se consideró ideal un equipo multidisciplinario para una propuesta más completa. Sin embargo, se elaboró en su totalidad de manera personal como especialista en Cartografía Automatizada, Teledetección y SIG, aplicando conocimientos adquiridos en la licenciatura en Geografía. Aunque se tiene claro que es muy necesario un equipo con mayores conocimientos en desarrollo de software para una propuesta con mayor calidad y eficiencia.

En el análisis de costo-beneficio del proyecto, se concluyó que los costos de la propuesta fueron accesibles ya que la base de datos fue proporcionada por la CFE como aporte al presente proyecto aunque con algunas restricciones de información interna. Se consideró, que la mayor inversión en el proyecto fue de tiempo, sobre todo en lo que se refiere a conocimientos de programación.

La adquisición de la base de datos para dicho proyecto puede alimentarse en un futuro, principalmente de servidores internos de la CFE como: OneLogin, Asemed, SICOSS y SICOM, que podrían ser proporcionados directamente por el personal comercial de la CFE, mismo personal que a su vez está encargado de suministrar las actividades de cada jornada a los trabajadores de campo de la empresa externa. Sin embargo lo anterior está sujeto a las disposiciones y requerimientos de cada contrato.



Por otra parte, en lo referente a la base cartográfica del proyecto, una de las principales fuentes de información es el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), organismo encargado de suministrar y proveer de información estadística y geográfica del país, mediante diversos productos, como cartas topográficas, cartografía temática, estadística de la población mediante censos y conteos, investigaciones, entre otros. En este caso, el módulo de Geografía, sirvió para obtener información vectorial de los límites políticos administrativos de la zona en cuestión [14].

2.2 Proceso metodológico general

El desarrollo del sistema de consulta para empresas externas de CFE retoma en ciertas etapas metodológicas, la metodología propuesta por Roger Tomlinson (2007) quien propone diez fases para la planificación e implementación de un SIG en el sector público o privado, aunque cabe mencionar que dicha metodología no se aplicó en su totalidad en este proyecto, ya que para el presente se realizaron las pertinentes adecuaciones por el tiempo y los recursos con los que se contaron para su culminación [15].

Asimismo, debido a que no se obtuvieron antecedentes de trabajos relacionados con la temática por parte de la CFE, se recurrió a la consulta de trabajos realizados en la ECATSIG enfocados en la parte práctica de la creación de un visualizador. Sin embargo, es cierto que cada proyecto tiene necesidades diferentes aunque la lógica suele ser muy parecida. A continuación se esquematiza el proceso general llevado a cabo para la elaboración del visualizador y enseguida se explica con mayor detalle la metodología enunciada.

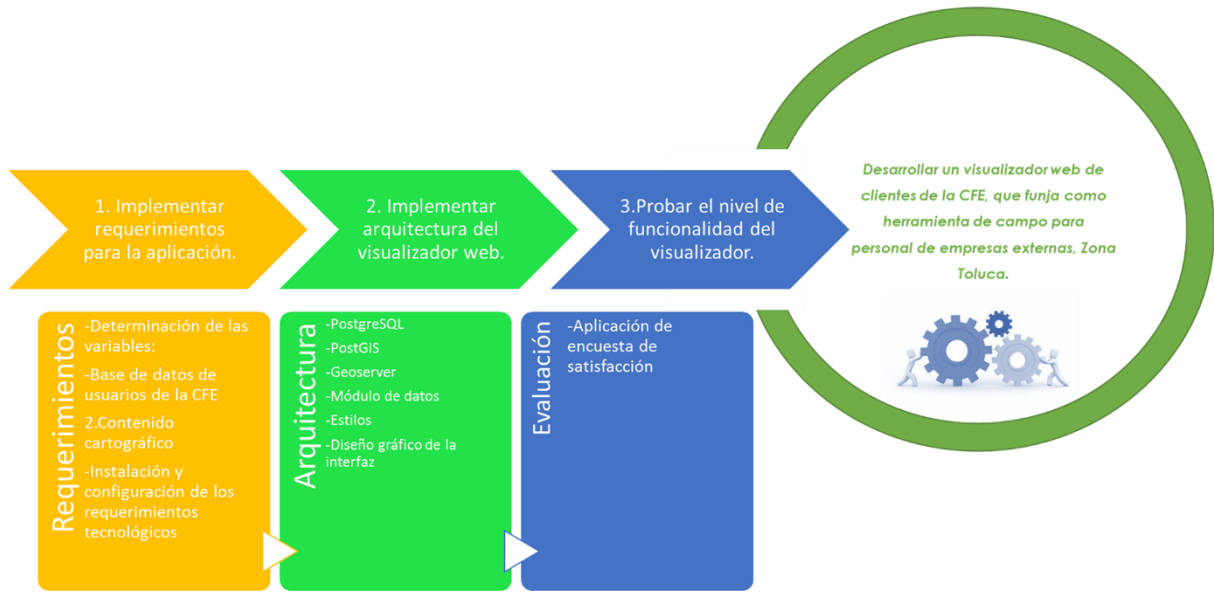


Figura 2. Procedimiento metodológico general del proyecto

En el siguiente esquema se muestra el funcionamiento de la aplicación:

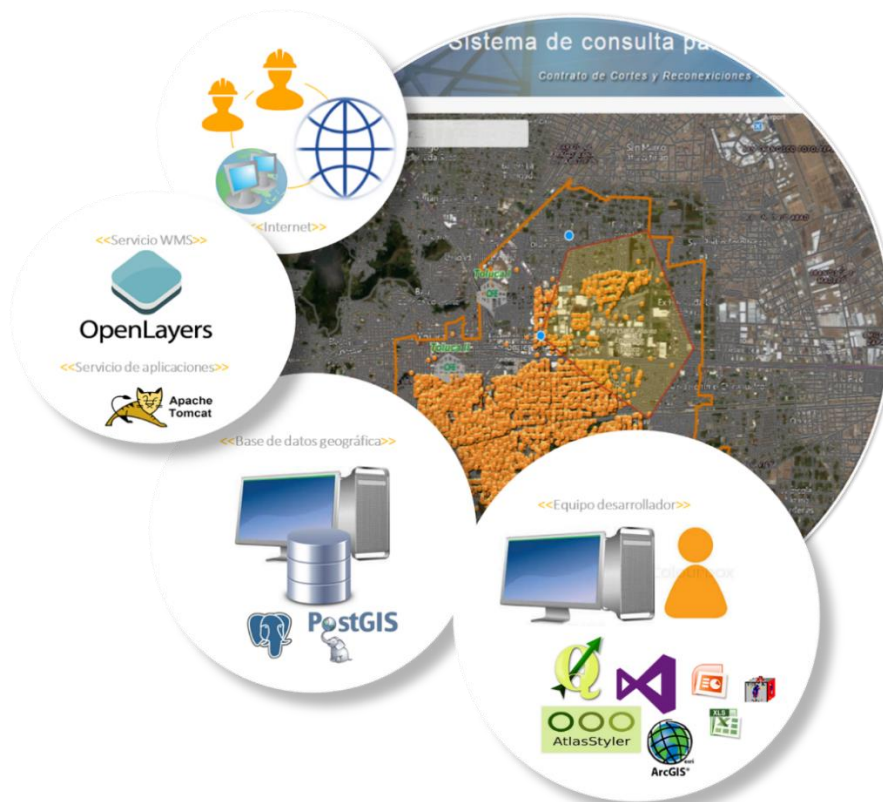


Figura 3. Funcionamiento de la aplicación.



2.3 Determinación de las variables

Se partió de la definición de los insumos de acuerdo a la información geográfica existente para la zona de estudio. Lo cual se realizó a través de la consulta de los acervos de información cartográfica de fuentes oficiales como el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) e información proporcionada por la Comisión Federal de Electricidad (CFE). Posteriormente se planteó un conjunto de información básica para el desarrollo del sistema, en formato vectorial "ShapeFile" a escala 1:50,000. A continuación se describen los procesos realizados para la obtención de dichas capas de información.

2.3.1 Base de datos de usuarios de la CFE

Para el proyecto, se consideró primordial la adquisición de la base de datos de los usuarios que conforman la zona Toluca de la CFE, para posteriormente verificar y validar los datos. Fue necesario que la base de datos contuviera un identificador único e irrepetible por cliente (RPU), además de datos como: número de cuenta, medidor, nombre (por razones de seguridad se manejaron datos ficticios), dirección y coordenadas geográficas de la ubicación del domicilio (x, y).

Una vez teniendo dicha información se procedió a realizar una limpieza de la base de datos para que estos fuesen únicos, sin celdas vacías, entre otros aspectos. Es decir, se prepararon los datos para georreferenciar los usuarios como entidades espaciales de tipo puntual en ArcMap y posteriormente exportar el shapefile a PostgreSQL y visualizarla en Geoserver.

El primer paso en esta metodología fue gestionar la adquisición de la base de datos de una porción de usuarios de la Agencia Toluca II, Zona Toluca. Para ello se realizó una petición al personal administrativo de la CFE, donde



se explicaban los fines del proyecto académico. Después de varios trámites, la base fue adquirida con sus respectivas restricciones (protección de datos personales de los usuarios que atiende la empresa).

La base de datos fue proporcionada en formato Excel, y se depuró en el mismo software. La limpieza consistió en eliminar las columnas con información irrelevante para el proyecto y pensando en los usuarios finales del visualizador; también se eliminaron aquellas filas correspondientes a usuarios que en la base de datos no contenían las coordenadas geográficas del cliente, debido a que para la prueba piloto este dato es de suma importancia. Cabe mencionar que el total de usuarios de la Agencia Toluca II en la base original es de 57,253 hasta el día en que se proporcionó la base, y eliminaron 3,058 filas (clientes) por falta de coordenadas. A continuación se definen los atributos que se conservaron en base de datos de los 54,195 usuarios de la Agencia.

- a. RPU: Se refiere al número de servicio único que se asigna a cada cliente una vez dado de alta en el sistema de la CFE (12 caracteres).
- b. Cuenta: Se compone de 16 caracteres "38DN50F753836250", y se define por características de localización administrativa.
- c. Población: Localidad administrativa a la que pertenece el servicio.
- d. Tarifa: Identificación de la tarifa aplicada. Las Tarifas para el Suministro y Venta de Energía Eléctrica aprobadas por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.
- e. Giro: características del inmueble en donde se presta el servicio o de suministro de energía eléctrica y que a su vez define la tarifa.
- f. Hilos: Se refiere al número de fases del servicio es decir, la cantidad de hilos de corriente que requieren los equipos eléctricos del usuario y que manifiesta en su solicitud.
- g. Dirección: Calle y número del servicio.



- h. Colonia: Clave de la colonia del servicio.
- i. CP: Código postal del servicio.
- j. Municipio: Jurisdicción administrativa del servicio.
- k. X: Latitud geográfica del servicio, expresada en grados decimales.
- l. Y: Longitud geográfica del servicio, expresada en grados decimales.

El procedimiento para evaluar la calidad de los datos consistió en aplicar pruebas de calidad según estándares de las ISO 19113 y 19138, referentes a elementos de calidad de datos y medidas básicas respectivamente. Para el caso de la base de datos se evaluaron los elementos de completación; es decir, los errores de omisión/ comisión en los elementos, atributos y relaciones de la base. De igual forma se consideró el elemento de consistencia lógica para evaluar la estructura de los datos, atributos o relaciones.

La Comisión y Omisión se refiere a los elementos que no deberían estar presentes o ausencia de otros que si deberían estarlo en la base de datos.

La comisión, omisión y consistencia lógica se midieron a través del conteo de errores en la base de datos de usuarios de la Agencia Toluca II. En resumen, el resultado arrojó que un 15% de la base tenía errores de estos tres elementos; es decir, la base de datos no puede que no sea apta para otro tipo de análisis más riguroso. Sin embargo, se consideró que el proceso de limpieza aplicado fue suficiente y puede ser utilizada para la presente aplicación.

El proceso de espacialización de la base de datos consistió en la transformación de las coordenadas origen a coordenadas UTM para fines específicos del proyecto. Existe un procedimiento para realizar dicha transformación a partir de Excel, mediante una serie de cálculos matemáticos. Sin embargo, para este caso se utilizó una aplicación llamada Calculadora Utm-Geográficas, utilizada para transformar coordenadas Utm



y Geográficas, disponible para Windows, la cual puede descargarse gratuitamente en la siguiente liga: <https://enmaderal.jimdo.com/descargas/calculadora-utm/>. En la figura siguiente se muestran los parámetros de entrada de la Calculadora Utm-Geográficas, donde se ingresó un archivo tipo .txt. Generado a partir de tres atributos: ID (de 1 a 54,195), X, y Y; posteriormente en Excel se aplicó la función CONCATENAR para generar la siguiente estructura: =CONCATENAR(ID,"ESPACIO",Y,"ESPACIO",X). Es importante ingresar primero la longitud "Y" y posteriormente "X". Ya que si el procedimiento se realiza de forma viceversa la calculadora marca error.

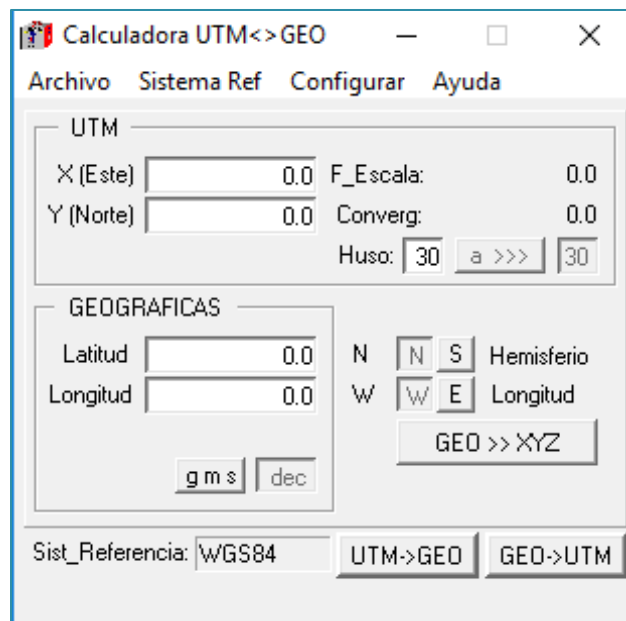


Figura 4. Parámetros de ingreso en la Calculadora Utm-Geograficas.

Una vez que se obtuvo un resultado favorable, se intercambiaron los datos de las coordenadas geográficas de la base, por las coordenadas UTM resultantes de la aplicación. Y posterior a este procedimiento se guardó la base para exportarla en ArcMap.



En ArcMap se importó la tabla de la base de datos de usuarios perteneciente a la Agencia Toluca II proveniente de Excel. Y para espacializar los usuarios en forma puntual, se utilizó la herramienta "Display XY Data" desde la tabla de contenidos, para agregar una nueva capa de mapa basada en eventos XY. Resultando la capa con los siguientes puntos como se muestra en la figura 4, dicha capa fue exportada en formato shapefile con el nombre de usuarios_zona_toluca, con proyección Universal Transversa Mercator (UTM) y Datúm: WGS84 Zona 14 N.

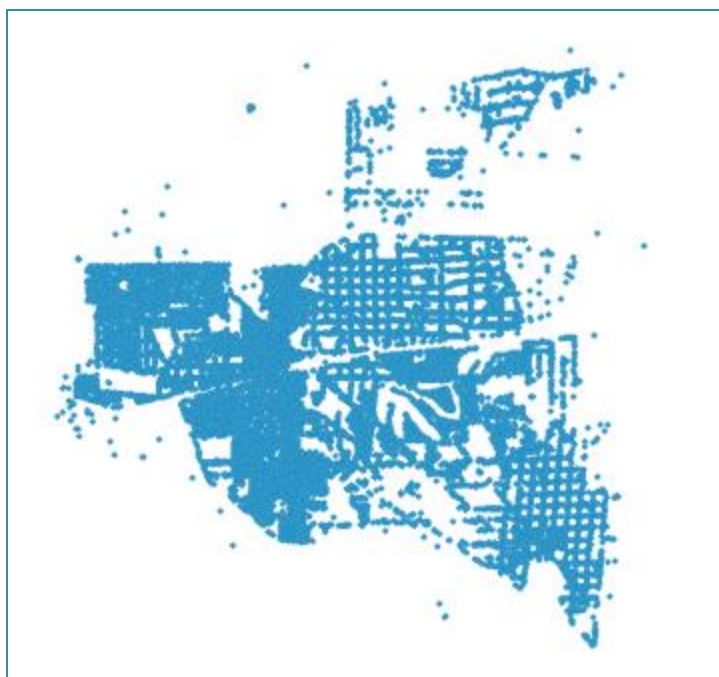


Figura 5. Capa de usuarios de la Zona Toluca.

2.3.2 Contenido cartográfico

Se consideraron las siguientes capas para el proyecto.

- Agencias (Puntos): como no fue posible obtener una capa con esta información por parte de Comisión, se creó un shapefile a partir de la digitalización de los puntos de cada una de las siete instalaciones. La ubicación de las agencias se realizó a partir de una investigación



acerca de los domicilios de las mismas, y posteriormente en Google Earth se marcaron los puntos y se exportó el archivo en formato KML. En ArcMap se importaron los puntos y se convirtieron en una nueva capa con proyección UTM y Datúm: WGS84 Zona 14 N. Finalmente se llenó su tabla de atributos con las columnas “clave”, “nombre” y “total” (se refiere al total de clientes por agencia), para su representación cartográfica (Ver mapa 2).

- Límite (Polígono): La capa del límite de la cobertura de la Agencia Toluca II, se generó a partir de un proceso de intersección entre las capas de manzanas y usuarios, ya que solo se pretendía conservar aquellas manzanas que tuvieran usuarios de esta agencia. El proceso fue realizado en ArcMap con la herramienta de “Intersect”. Enseguida se aplicó un segundo proceso llamado “Dissolve” para generar un solo polígono que mostrara el límite de la cobertura de la agencia. Finalmente, la capa se exportó con una proyección UTM y Datúm: WGS84 Zona 14 N. Cabe resaltar que al igual que la información de agencias, dicha cartografía no fue proporcionada por la CFE, por lo tanto se generó de esta forma, con el fin de obtener una mejor representación en el proyecto.
- Manzanas (Polígonos): El shapefile de manzanas se generó mediante un proceso de corte (Clip) en ArcMap, a partir de la capa de Manzanas Estado de México 2010, obtenida del Repositorio Cartográfico y Estadístico del Estado de México de la UAEM y la capa de límite. Se asignó la proyección UTM y Datúm: WGS84 Zona 14 N y fue exportada.



- Zona Toluca (Polígonos): Esta capa representa los municipios que comprenden la Zona Toluca de la CFE. Fue generada a través de una consulta de la tabla de atributos en ArcMap y se exportó con el nombre de "Zona Toluca" con los atributos de clave, nombre y total de clientes. Al igual que la capa anterior, se partió de la capa de Municipios Estado de México 2010 del Repositorio Cartográfico y Estadístico del Estado de México de la UAEM. Su proyección es UTM y el Datúm: WGS84 Zona 14 N
- Vías (líneas): la capa comprende un corte del shapefile de Calles Estado de México 2010 del Repositorio antes mencionado con una proyección UTM y Datúm: WGS84 Zona 14 N.

2.4 Instalación y configuración de los requerimientos tecnológicos

Como previamente se había mencionado, Geoserver es un servidor de mapas de código abierto escrito en Java. El servicio WMS con Geoserver requiere de aplicaciones previamente instaladas para su funcionamiento y configuración, mismas que se especifican a continuación:

2.4.1 Java

Cabe mencionar que Java es una plataforma informática constituida por tecnologías capaces de ejecutar herramientas desarrolladas usando lenguaje que las compila a bytecode (se refiere al tipo de instrucciones que la máquina virtual Java espera recibir, para posteriormente ser compiladas a lenguaje de máquina).

Para este proyecto se instalaron el conjunto de herramientas de Java Development Kit (kit de desarrollo de java) JDK-8u45-windows-x64 y Java Runtime Environment (entorno de ejecución de java) JRE-8u45-windows-x64.



En las siguiente figura se muestran las pantallas del proceso de instalación de Java, cabe mencionar que los pasos son muy sencillos. En el primer paso se instaló el entorno de desarrollo de Java y enseguida el entorno de ejecución. Posteriormente se verificó su correcta instalación y se reinició el equipo de la siguiente forma.

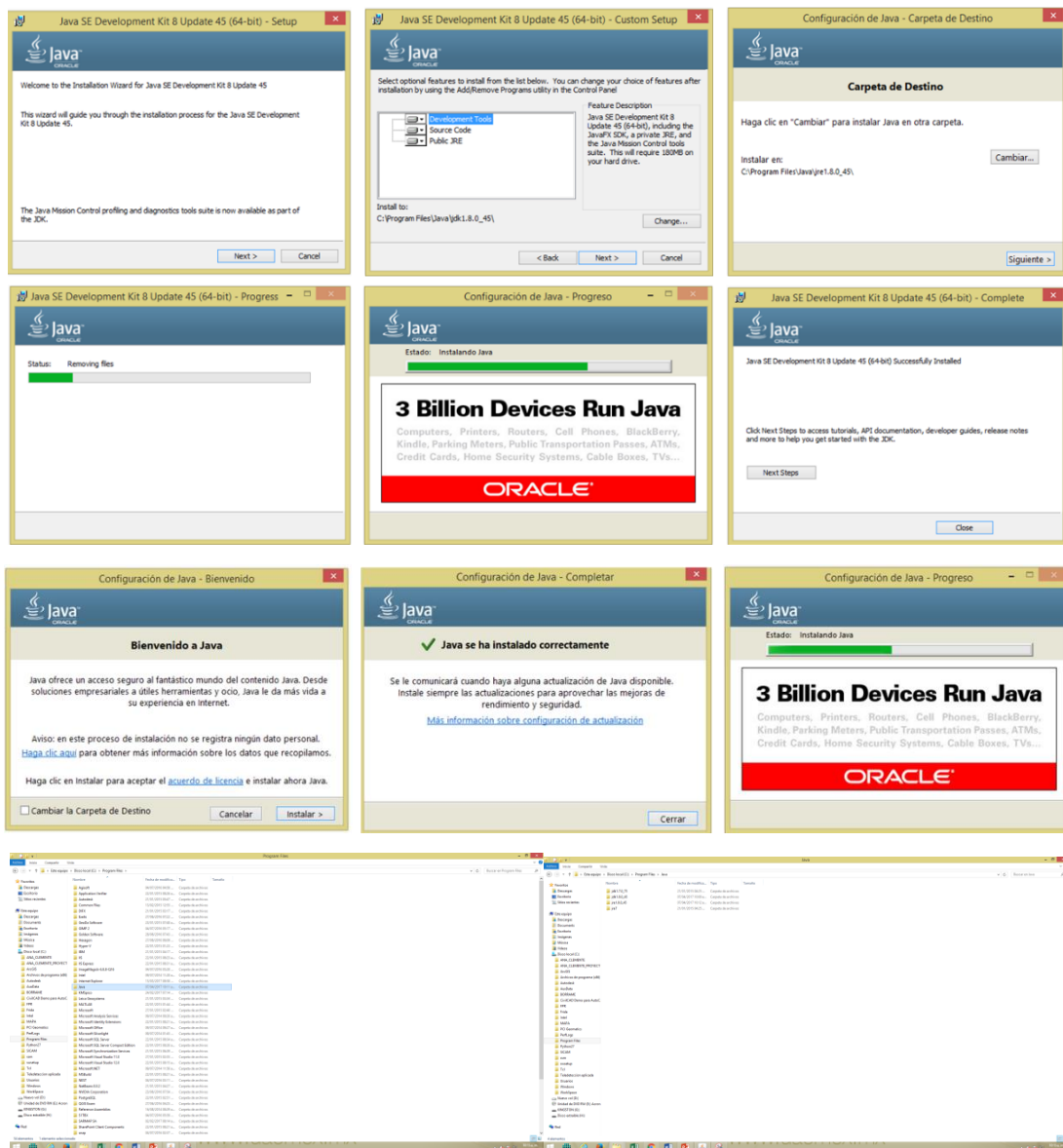


Figura 6. Proceso de instalación de Java.



2.4.2 Apache Tomcat

El servidor de aplicaciones Tomcat utiliza el puerto de comunicación 8080 y se instaló la versión 8.0 de Apache Tomcat. Dentro de la configuración del servidor se crearon dos variables de entorno desde las propiedades del sistema, para Java (JAVA_HOME) y para Tomcat (CATALINA_HOME).

El proceso de instalación fue el siguiente:

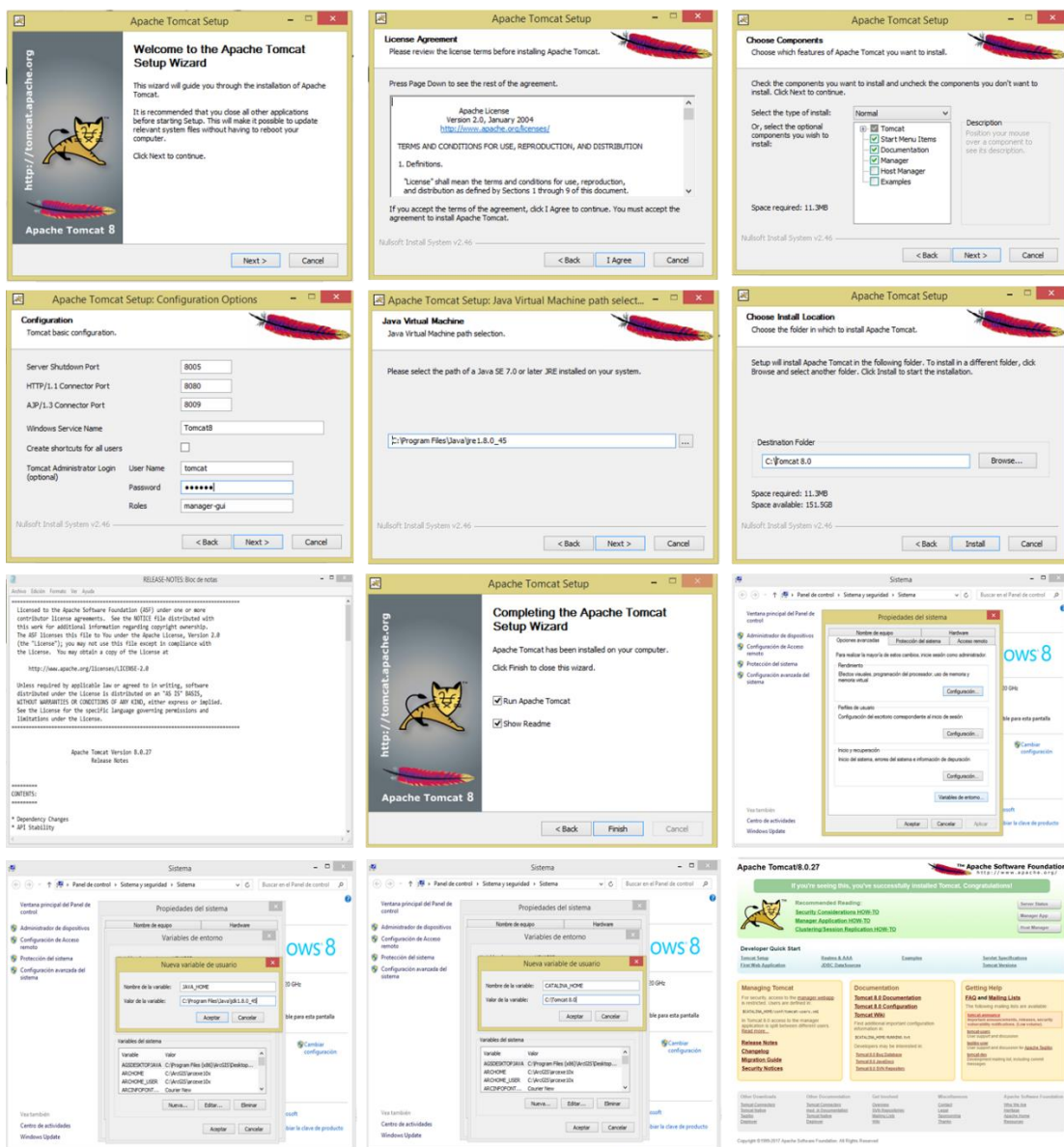


Figura 7. Proceso de instalación de Tomcat.



Una vez que se encuentra Java y Apache Tomcat se procedió a agregar en el gestor de aplicaciones Web de Tomcat a Geoserver versión 2.8.2.

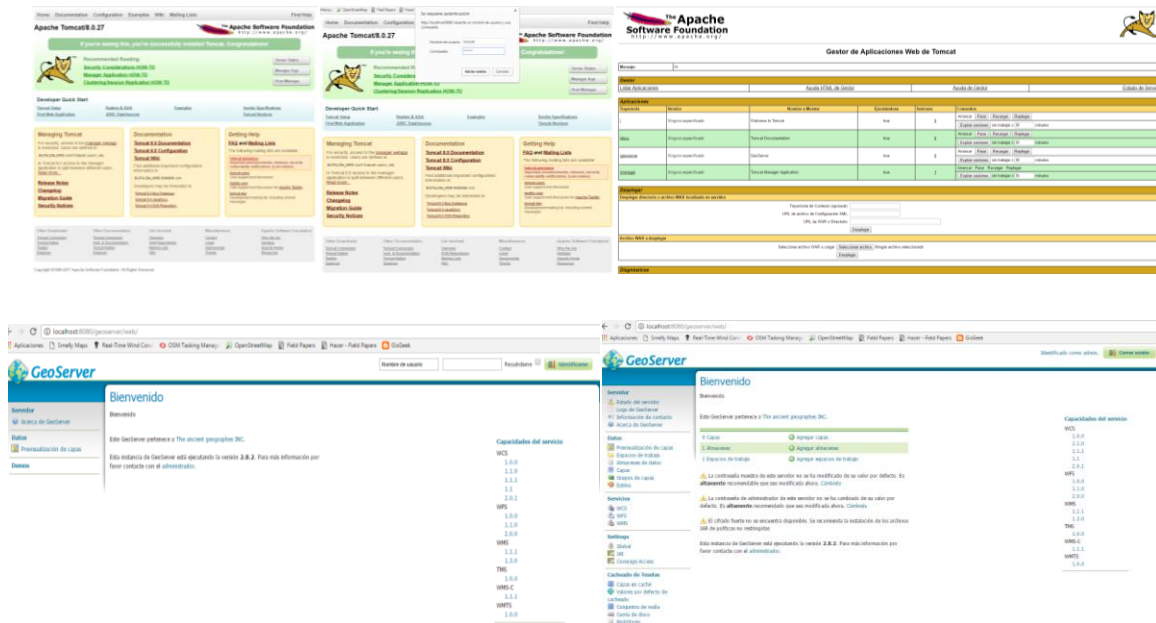


Figura 8. Proceso de instalación de Geoserver.

2.5 Implementación

2.5.1 PostgreSQL-PostGIS

En este proyecto se utilizó la versión de PostgreSQL 9.4. Una vez instalado Geoserver se realizó el siguiente proceso en PostgreSQL para subir el contenido de información geográfica a Geoserver.

Primeramente se creó una nueva base de datos en PostgreSQL con el nombre de cfe (localhost: 5432), con la configuración siguiente:

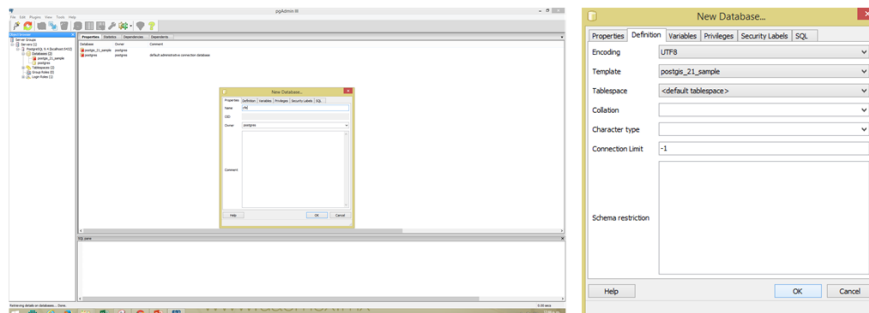


Figura 9. Base de datos en PostgreSQL.



Creada la base de datos en PostgreSQL, se ingresó a la siguiente ruta para la configuración del equipo: Panel de control/Sistema y seguridad/Sistema/Configuración avanzada del sistema/Variables del sistema/Path/se agrega ";" y se colocó la siguiente dirección: C:\Program Files\PostgreSQL\9.4\bin

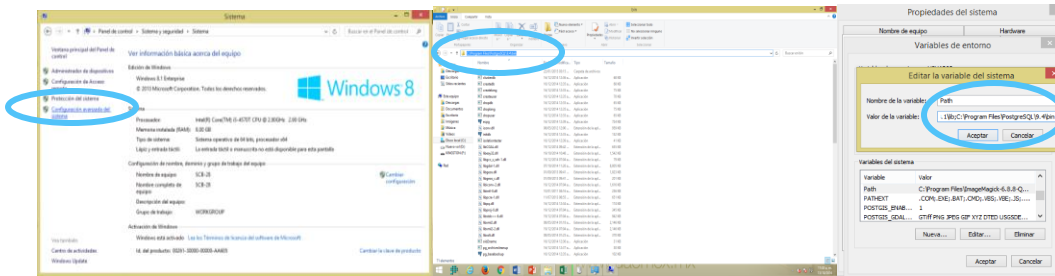


Figura 10. Configuración de la Path.

En el símbolo del sistema se ingresó la palabra Path para verificar que la ruta de salida fuese correcta, se agregó la carpeta de trabajo con los comandos: "cd.." (para salir de la carpeta predeterminada), y "cd"+ el nombre de la carpeta que contiene los shapefiles que se cargaron. En este caso se asignó el nombre de "datoscfe". En la figura 8 se muestra el procedimiento antes mencionado.

Para cargar los shapefiles desde el símbolo del sistema, se realizaron los siguientes pasos:

a. Generar un archivo con extensión SQL.

Para esto, se utiliza un EXE llamado shp2pgsql y su sintaxis es la siguiente:

shp2pgsql -W latin1 -i -D -s 4326 ruta y nombre del shp nom_tabla > ruta y nom_sql.

Cabe mencionar que el srid utilizado para las capas fue 4326 equivalente UTM WGS84, el cual puede consultarse en el pjr de cada capa de información geográfica.



b. Cargar los archivos SQL

De manera conjunta se cargaron los shapefiles y se utilizó el EXE llamado psql y su sintaxis es:

psql -d nom_base -U postgres -f ruta y nom_sql

Al correr cada psql para cada sql se presiona ENTER y el sistema pide una contraseña en este caso es: postgres. Este proceso se llevó a cabo para cada archivo .shp de la siguiente forma.

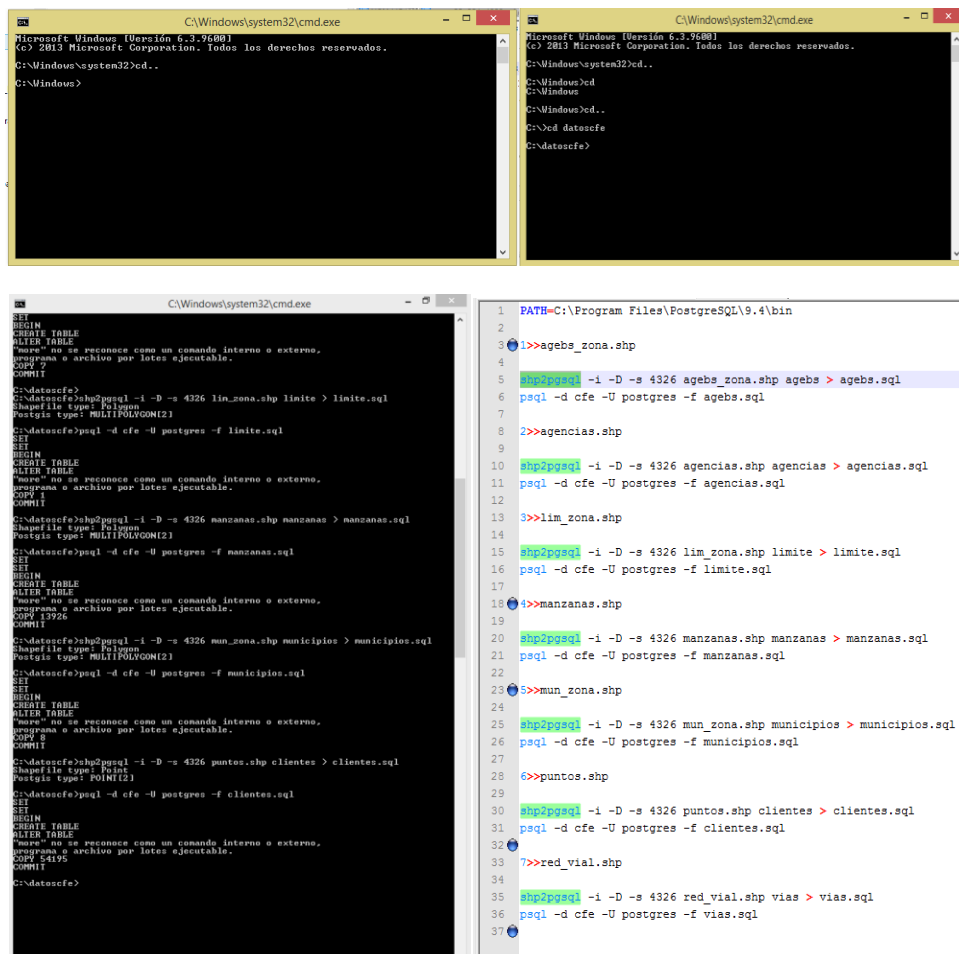


Figura 11. Proceso para cargar shapefiles mediante el símbolo del sistema.

Posteriormente se comprobó la creación de las tablas en PostgreSQL y se creó una conexión QGIS para verificar el contenido de los shapefiles.

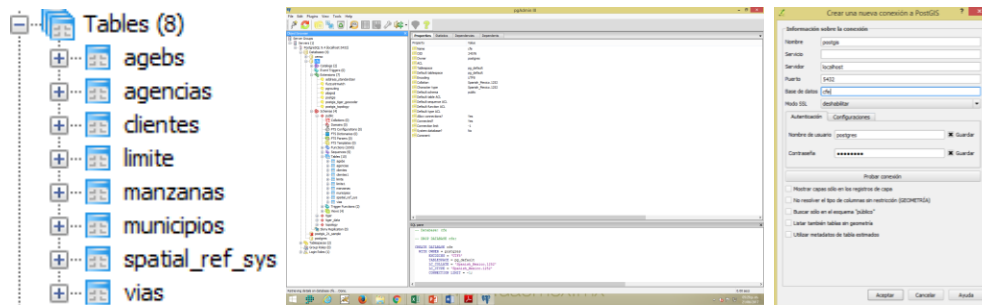


Figura 12. Creación de tablas en PostgreSQL y conexión a PostGIS en QGIS.

Para la conexión, se ingresó a QGIS y se hizo una nueva conexión a PostGIS, con el nombre postgis, servidor localhost, puerto 5432, base de datos cfe, y nombre de usuario y contraseña postgres. Se conectó la conexión y se añadieron los 8 shapfiles del esquema public. A partir de este proceso se identificó que el total de los shapefiles hubiesen sido cargados correctamente.

2.5.2 Geoserver- Módulo de datos

En Geoserver se creó un espacio de trabajo llamado CFE y en su configuración de la lista de orígenes de datos vectoriales se seleccionó como tipo de origen de datos PostGIS-PostGIS Database (Ver tabla 3).

De igual forma, fue creado un nuevo almacén de datos con el nombre de capas, y con los parámetros de conexión principales: dbtype postgis, host localhost, port 5432, database cfe, shema public, user postgres, passwd postgres. Al realizarse la conexión con PostGIS, se publicó cada capa. Sin embargo, al previsualizar cada capa, Geoserver designa un tipo de estilo por defecto, pero para fines del proyecto se requirió de una simbología personalizada. Por lo tanto se elaboraron los estilos de cada capa como se explica más adelante. En la siguiente tabla se muestran las modificaciones que se realizaron para fines del proyecto.



Tabla 3. Modificaciones en el módulo de Datos de Geoserver.

Servidor

- Estado del servidor
- Logs de GeoServer
- Información de contacto
- Acerca de GeoServer

Datos

- Previsualización de capas
- Espacios de trabajo
- Almacenes de datos
- Capas
- Grupos de capas
- Estilos

Servicios

- WCS
- WFS
- WMS

Settings

- Global
- JAI
- Coverage Access

Cacheado de Teselas

- Capas en caché
- Valores por defecto de cacheado
- Conjuntos de malla
- Cuota de disco
- BlobStores

Seguridad

- Configuración
- Identificación
- Contraseñas
- Usuarios, Grupos, Roles
- Seguridad de los datos
- Seguridad de los servicios

Demos

Herramientas

Datos

Previsualización de capas

Despliega todas las capas configuradas en GeoServer y proporciona una vista previa en varios formatos.

Id	Nombre	Formato habilitado	Estado de Geoserver
38	CFE:agebs	agebs	Operaciones OK, OK
39	CFE:agencias	agencias	Operaciones OK, OK
40	CFE:clientes	clientes	Operaciones OK, OK
41	CFE:limites	limites	Operaciones OK, OK
42	CFE:manzanas	manzanas	Operaciones OK, OK
43	CFE:municipios	municipios	Operaciones OK, OK
44	CFE:vias	vias	Operaciones OK, OK

Espacios de trabajo

Gestionar los espacios de trabajo de GeoServer

- Agregar un nuevo espacio de trabajo
- Eliminar los espacios de trabajo seleccionados

Nombre del espacio de trabajo	Por defecto
CFE	<input checked="" type="checkbox"/>

Almacenes de datos

Gestionar los almacenes que provienen de datos a GeoServer

- Agregar nuevo almacén
- Eliminar los almacenes seleccionados

Tipo de datos	Nombre del almacén	Tipo	¿Habilitado?
CFE	capas	PostGIS	<input checked="" type="checkbox"/>

Capas

Gestionar las capas publicadas por GeoServer

- Agregar nuevo recurso
- Eliminar las capas seleccionadas

Tipo	Espacio de trabajo	Almacén	Nombre de la capa	Habilitada?	SRS nativo
<input checked="" type="checkbox"/>	CFE	capas	agebs	<input checked="" type="checkbox"/>	EPSG:4326
<input checked="" type="checkbox"/>	CFE	capas	agencias	<input checked="" type="checkbox"/>	EPSG:4326
<input checked="" type="checkbox"/>	CFE	capas	clientes	<input checked="" type="checkbox"/>	EPSG:4326
<input checked="" type="checkbox"/>	CFE	capas	clientes1	<input checked="" type="checkbox"/>	EPSG:4326
<input checked="" type="checkbox"/>	CFE	capas	limites	<input checked="" type="checkbox"/>	EPSG:4326
<input checked="" type="checkbox"/>	CFE	capas	limite1	<input checked="" type="checkbox"/>	EPSG:4326
<input checked="" type="checkbox"/>	CFE	capas	manzanas	<input checked="" type="checkbox"/>	EPSG:4326
<input checked="" type="checkbox"/>	CFE	capas	municipios	<input checked="" type="checkbox"/>	EPSG:4326
<input checked="" type="checkbox"/>	CFE	capas	vias	<input checked="" type="checkbox"/>	EPSG:4326

Editar capa

Editar los datos de la capa y la información de publicación

CFE:agebs

Configure el recurso y la información de publicación para esta capa

Datos | Publicación | Dimensiones | Cacheado de Teselas

Grupos de capas

Definir y gestionar grupos de capas

- Agregar nuevo grupo de capas
- Eliminar los grupos de capas seleccionados

Grupo de capas	Espacio de trabajo
GrupoCFE	CFE



Servidor

- Estado del servidor
- Logs de GeoServer
- Información de contacto
- Acerca de GeoServer

Datos

- Previsualización de capas
- Espacios de trabajo
- Almacenes de datos
- Capas
- Grupos de capas
- Estilos

Servicios

- WCS
- WFS
- WMS

Settings

- Global
- JAI
- Coverage Access

Cacheado de Teselas

- Capas en caché
- Valores por defecto de cacheado
- Conjuntos de malla
- Cuota de disco
- BlobStores

Seguridad

- Configuración
- Identificación
- Contraseñas
- Usuarios, Grupos, Roles
- Seguridad de los datos
- Seguridad de los servicios

Demos

Herramientas

Estilos

Gestionar los estilos publicados por GeoServer
+ Agregar un nuevo estilo
- Eliminar los estilos seleccionados

<< < > >> | Resultados 1 a 25 (de un total de 31 ítems) [Buscar]

Nombre del estilo	Espacio de trabajo
Municipios_Zona	CFE
agebs	
agencias	CFE
agencias_cook	CFE
burg	
capitals	
cte_lakes	
clientes	
dem	
generic	
giant_polygon	
grass	
green	
lmke	
line	
manzanas	
municipios.sld	
poi	
point	
poly_landmarks	
polygon	
pophatch	
population	
rain	
raster	

<< < > >> | Resultados 1 a 25 (de un total de 31 ítems)

Editor de estilos

Editar el estilo SLD actual. El editor puede proporcionar realce de sintaxis y ser expandido a pantalla completa. Presione el botón "Validar" para verificar la validez del documento SLD.

Nombre
Municipios_Zona

Espacio de trabajo
CFE

Formato
SLD El formato es editable solamente para nuevos estilos

Generar a default style
Seleccione uno Generate ...

Copiar de un estilo existente
Seleccione uno Copiar ...

```
1 <?xml version="1.0" encoding="LATINI"?>
2 <slid:UserStyle xmlns="http://www.opengis.net/sld" xmlns:sld="http://www.opengis.net/sld" xmlns:ogc="http://www.opengis.net/ogc"
3 <slid:Name>AtlasStyler 1.9</slid:Name>
4 <slid:Title>
5 <slid:FeatureTypeStyle>
6 <slid:Name>UNIQUE_VALUE_POLYGON</slid:Name>
7 <slid:Title>CopyUniqueValuesPolygonRuleList</slid:Title>
8 <slid:FeatureTypeName>Feature</slid:FeatureTypeName>
9 <slid:Rule>
10 <slid:Title>MultiQuilucan</slid:Title>
11 <ogc:Filter>
12 <ogc:And>
13 <ogc:PropertyIsEqualTo>
14 <ogc:Literal>ALL_LABEL_CLASSES_ENABLED</ogc:Literal>
15 <ogc:Literal>ALL_LABEL_CLASSES_ENABLED</ogc:Literal>
16 </ogc:PropertyIsEqualTo>
17 <ogc:And>
18 <ogc:Not>
19 <ogc:PropertyIsNull>
20 <ogc:Property>nom_mun</ogc:PropertyName>
21 </ogc:PropertyIsNull>
22 </ogc:PropertyIsEqualTo>
23 </ogc:PropertyIsEqualTo>
24 </ogc:PropertyIsEqualTo>
25 </ogc:PropertyIsEqualTo>
```

Archivo de estilo
Seleccionar archivo Ningún archivo seleccionado Subir ...

Validar Previsualización de leyenda Enviar Cancelar

Fuente: Elaboración propia.

2.5.2.1 Estilos

En este proyecto se empleó AtlasStyler versión 1.9 para crear simbología SLD personalizada de cada capa. La aplicación de AtlasStyler se descargó en el siguiente link: <http://www.geopublishing.org/>.

Una vez instalado el programa, se comenzó a realizar los estilos de cada capa para posteriormente cargarlos en Geoserver y aplicar el estilo en la



publicación. A continuación se describe el proceso para la creación de la simbología de la capa Zona de estudio (municipios).

Se ingresó al programa AtlasStyler y se seleccionó la fuente (desde un servidor PostGIS). Posteriormente se abre una nueva ventana donde se seleccionaron los parámetros de conexión y enseguida se eligió la base de datos a conectar, en este caso la base de datos tiene el nombre de "cfe". Finalmente se optó por el shapefile de municipios para agregarle simbología. Posteriormente, se desplegó una pantalla que muestra el contenido de la capa y en seguida se eligió el icono de estilo. Para esta capa se seleccionó valores únicos y una paleta de colores en tonos verdes. Para terminar se exportó el estilo en formato con extensión SLD. En la siguiente figura se muestra el proceso descrito.

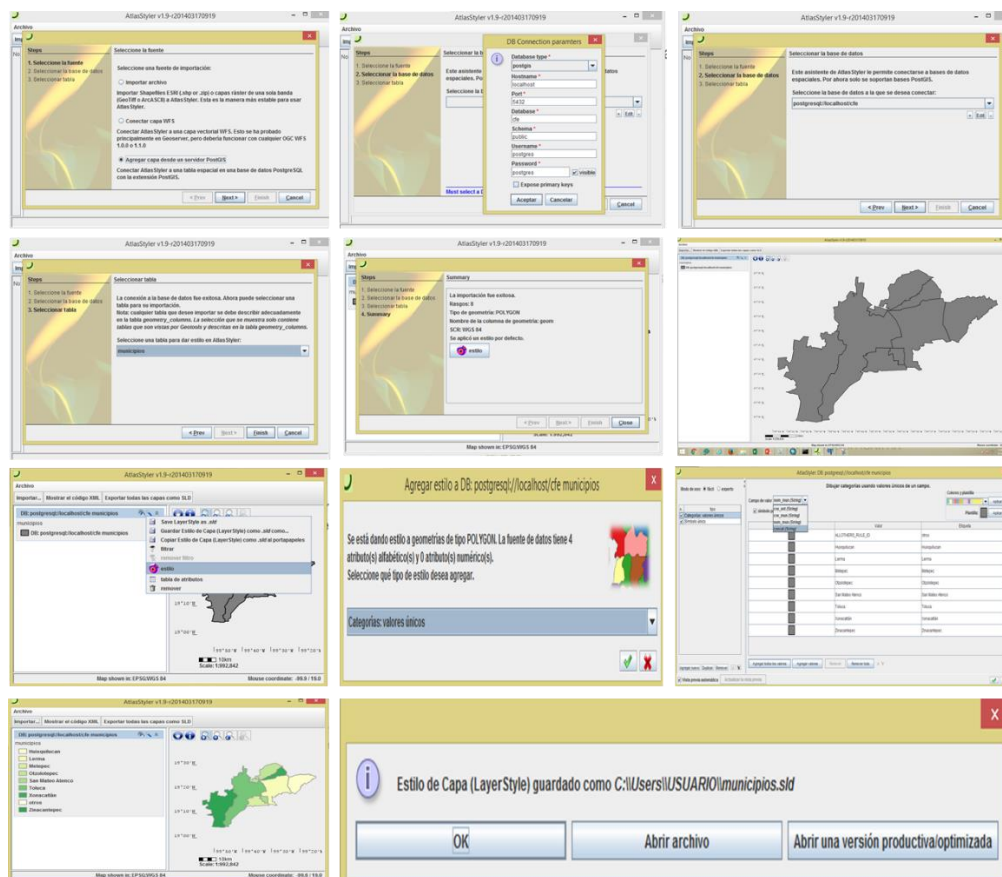


Figura 13. Proceso para la creación de estilos en AtlasStyler.



Como se puede observar el proceso de personalización de simbología es un tanto laborioso. Por tanto, en la siguiente tabla se muestra de manera general, los componentes de un código de estilos SLD de la entidad de puntos referido a la capa de Agencias, además de las pantallas de la previsualización de los estilos por cada capa en Geoserver.

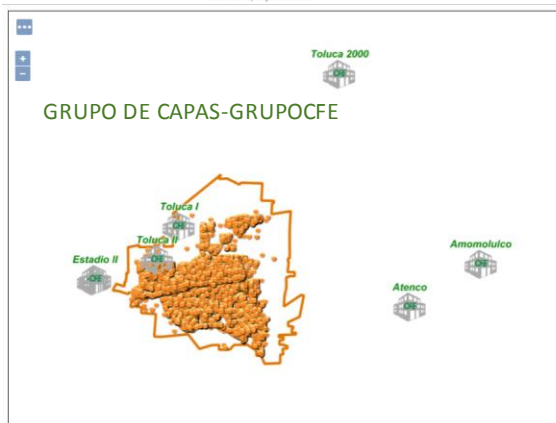
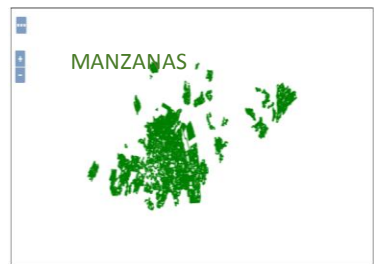
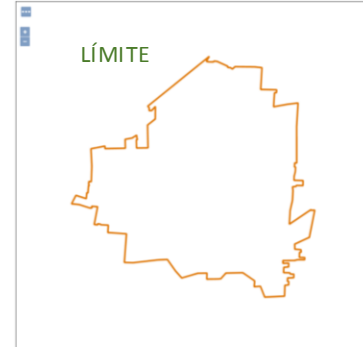
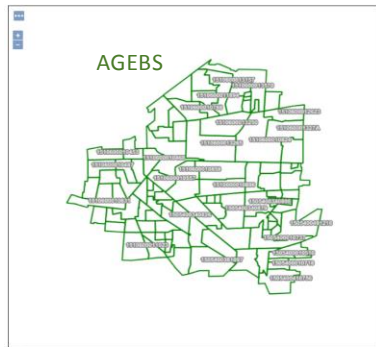
Tabla 4. Estilos

Puntos con etiqueta	Código de estilo- capa de agencias
Nombre de del estilo	<pre><StyledLayerDescriptor xmlns="http://www.opengis.net/sld" xmlns:ogc="http://www.opengis.net/ogc" xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" version="1.0.0" xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/sld StyledLayerDescriptor.xsd"> <NamedLayer></pre>
Gráfico por punto	<pre><Name>agencias</Name> <UserStyle> <Title>agencias</Title> <FeatureTypeStyle> <Rule> <PointSymbolizer> <Graphic> <ExternalGraphic> <OnlineResource xlink:type="simple" xlink:href="agencia.png"/> <Format>image/png</Format> </ExternalGraphic> <Size>40</Size> </Graphic> </PointSymbolizer></pre>
Etiqueta	<pre><TextSymbolizer> <Label></pre>
Campo a etiquetar	<pre><ogc:PropertyName>name</ogc:PropertyName> </Label> </pre>
Estilo del texto de la etiqueta	<pre><CssParameter name="font-family">Arial</CssParameter> <CssParameter name="font-size">14</CssParameter> <CssParameter name="font-style">oblique</CssParameter> <CssParameter name="font-weight">bold</CssParameter> <LabelPlacement> <PointPlacement> <AnchorPoint> <AnchorPoint X>0.5</AnchorPoint X> <AnchorPoint Y>-1.5</AnchorPoint Y> </AnchorPoint> <Displacement> <Displacement X>0</Displacement X> <Displacement Y>5</Displacement Y> </Displacement> </PointPlacement> </LabelPlacement> <Halo> <Radius> </Radius> <Fill> <CssParameter name="fill">#FFFFFF</CssParameter> <CssParameter name="fill-opacity">0.8</CssParameter> </Fill> </Halo> <Fill> <CssParameter name="fill">#008000</CssParameter> </Fill> <VendorOption name="spaceAround">1</VendorOption></pre>



```
</TextSymbolizer>  
</Rule>  
</FeatureTypeStyle>  
</UserStyle>  
</NamedLayer>  
</StyledLayerDescriptor>
```

Previsualización de los estilos por cada capa en Geoserver



Fuente: Elaboración propia.



2.5.2 Diseño de formulario en Visual Studio

En el entorno de Visual Studio fue desarrollado un formulario, diseñado para que el usuario pueda capturar las visitas que realiza por jornada laboral.

Este fue elaborado de la siguiente forma:

1. Se diseñó la estructura del formulario (tablas-columnas).

Para ello se consideraron los datos que se requieren para el registro de una visita en campo.

2. Se creó una nueva base de datos en PostgreSQL para almacenar las tablas que consumirá el formulario.

La base de datos se llamó "formulario" y se compone de las tablas que consume la aplicación a través de Visual Studio.

3. Se generó una tabla de accesos con las columnas usuario y contraseña.

Esta tabla fue diseñada para restringir el acceso a usuarios. Esto quiere decir que solamente los usuarios con contraseña y nombre de usuario registrado en la tabla de acceso de PostgreSQL podrán tener acceso al registro de visitas.

4. Se crearon las tablas de tarifa, localidades, municipios, agencias y servicios con sus respectivas columnas y se llenaron los atributos como se muestra en la siguiente imagen.

Dichas tablas son consumidas por los text box y DropDownList del formulario. Y la tabla servicios se llena con los datos que proporciona el usuario.

5. Se generó map_canvas para crear entidades espaciales puntuales. Es decir, al momento de ingresar una nueva entidad puntual sobre el mapa, el usuario puede guardar el registro, modificarlo o eliminarlo.
6. Se realizó la conexión a la plataforma final.



En el siguiente esquema se muestran la estructura del formulario.

The screenshot shows a web application interface. At the top, there is a header with the text "SISTEMA DE CLIENTES DE LA CFE" and "Zona Toluca" next to an image of a worker in a yellow safety vest and hard hat. Below this is a section titled "REGISTRO DE VISITAS" containing a form with fields for "Agencia", "Dirección", "RPU", "Municipio", "Nombre del usuario", "Localidad", "Fecha de visita" (with a calendar), and "Tarifa". There are also buttons for "Nuevo", "Guardar", "Eliminar", and "Actualizar". Below the form is a table with three columns labeled "Columna0", "Columna1", and "Columna2", containing several rows of "abc" text. At the bottom of the form is a section titled "UBICA EL DOMICILIO" which is currently empty. The footer of the page includes the UAEM logo and the text "Universidad Autónoma del Estado de México".

Sección A

Título
(Image)

Sección B

Text box
GridView
Buttons
DropDownList
Calendar
Image
Label

Sección C

map_canvas
image

Figura 14. Diseño gráfico y elementos del formulario en Visual Studio 2012.



2.5.3 Diseño gráfico de la interfaz

La distribución de las funcionalidades del visualizador se agrupó en secciones separadas, por lo anterior el diseño gráfico de la interfaz respondió al siguiente esquema.

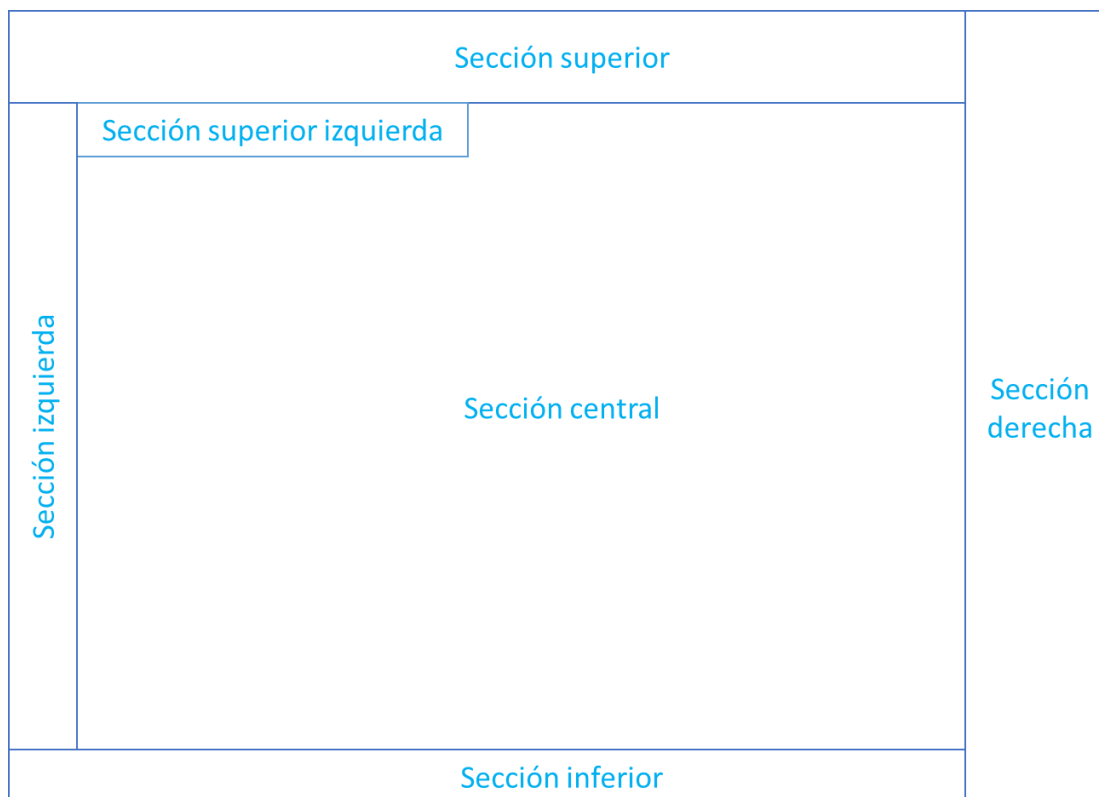


Figura 15. Descripción específica de la estructura del visualizador.

A continuación se describen los componentes de cada sección:

Sección superior

Esta sección está constituida por el logotipo de la institución alineado a la derecha, el nombre del visualizador y el botón que despliega el panel de herramientas alineado a la izquierda. Al iniciar la aplicación, esta sección siempre está activada.

Sección central



Esta sección corresponde a la zona de despliegue del mapa, a través de la cual el usuario puede visualizar e interactuar con las capas geográficas de interés desplegadas, asociadas a una simbología y etiquetado. También el usuario puede visualizar las coordenadas geográficas aproximadas de la posición del cursor. Las cuales se pueden observar en un recuadro ubicado en la esquina superior derecha de la sección central. Al iniciar la aplicación, esta sección siempre esta inactiva.

Sección derecha

En esta sección se encuentra el panel de herramientas, el cual contiene las siguientes funciones:

- Ayuda: en esta se puede descargar el manual para el usuario en formato PDF.
- Acerca de: Despliega una ventana que contiene la información referente al visualizador.
- Agregar visita: Despliega una página donde el usuario podrá ingresar nuevos registros de visitas.
- Medir: herramienta que sirve para dibujar rutas y áreas de polígonos y muestra la distancia de la ruta o del área en la parte superior de la sección inferior.
- Consultar: En esta se activa la consulta de los atributos de la capa de usuarios de la Agencia Toluca II de la CFE.
- Descargar KML: En este se puede seleccionar la descarga de las capas de interés en Formato KML.

Sección inferior

Esta sección contiene los créditos del proyecto. Al iniciar la aplicación, esta sección siempre esta activada.



Sección izquierda

En esta se encuentra un grupo de herramientas para la visualización de la sección central del visualizador para acercar, alejar, despliegue de una ventana con una vista de la sección central y la escala aproximada del mapa. Al iniciar la aplicación, esta sección siempre esta activada.

Sección superior izquierda

La sección consta de la los siguientes elementos:

- Capas: se despliega una ventana con las capas que contiene el visualizador. Algunas capas son visibles al iniciar la aplicación, sin embargo, todas pueden ser activadas y desactivadas.
- Geocodificador: Es un buscador de lugares.

La interfaz utilizó distintas librerías y lenguajes de programación como:

- HTML: Definición de contenido de la página Web.
- CSS: Estilo y formato de los objetos de la página
- JavaScript: Funciones e interacción con el usuario a través del sistema.

Librerías en JavaScript

- Open Layers
- jQuery v3.2.1
- jQuery v2.1.1
- Bootstrap v3.3.7



Figura 16. Funciones desempeñadas por script.

Con los elementos expuestos en el esquema se logró la presentación de contenidos en cuanto a herramientas de navegación, funciones de consulta, medición, dibujo y descarga como se muestra en la interfaz final del visualizador.

2.6 Evaluación

En la etapa de evaluación de la plataforma final, en un principio se formuló una encuesta dirigida a personal administrativo y de campo de una empresa externa que con frecuencia concursa para desarrollar el contrato de cortes y reconexiones de la CFE. Grupo Espazio Arquitectos, S.A. de C.V. es una empresa mexicana registrada desde julio de 2010, bajo la actividad económica: Construcción de obras de urbanización. Esta mediana empresa



ha brindado por varios años a la CFE servicios eléctricos a través de contratistas (personal de campo) en su contrato de cortes y reconexiones. Por lo tanto el personal de la empresa encargado de dicho proyecto esta consiente de las necesidades y procedimientos a los que se enfrenta su personal en cada nuevo contrato, además del mismo personal de campo que ha permanecido por varios periodos en dicha actividad. Como se hizo mención en un principio se pretendía realizar una encuesta de satisfacción de la aplicación, sin embargo se encontró la situación de suspensión de actividades por parte de la CFE hacia las empresas contratistas por periodo electoral. Por lo tanto no fue posible contactar y aplicar dicha encuesta a personal de campo pero si a los líderes del proyecto. Los cuales hicieron las siguientes observaciones.

“En general esta aplicación web nos seria de bastante utilidad, debido a que en nuestra empresa son necesarias herramientas con esta para proporcionar una mayor calidad de servicio a nuestros clientes, en este caso la CFE”. “Una herramienta interesante, es el registro de visitas, en la que el sistema permite al personal de campo registrar la actividad, los sitios a los cuales acudieron, además de facilitar al personal administrativo la tarea de captura, aparte de quitar un paso que es el llenado de formatos de forma manual por parte de personal de campo, y a su vez el personal administrativo capture toda esa información, esto sería de gran apoyo porque permite menor inversión de tiempo, y así poder efectuar mayor trabajo y mayores alcances, aunque como todo para ambas partes personal de campo, y administrativo quizá será un tanto complejo para la adaptación en cuanto al manejo, pero con capacitación necesaria creo que podemos utilizarla y aprovechar que se dan este tipo de proyectos y que puedes estar al alcance de todos los que trabajamos en este ramo”.



Capítulo 3. Resultados

Como se ha mencionado en los párrafos anteriores, el producto final es un visualizador que integra una base de datos de los usuarios de la Agencia Toluca II de la Zona de Toluca CFE. Este visualizador tiene la capacidad de generar la ubicación geográfica de cada servicio de forma espacial además de la modificación de datos como lectura, observaciones del servicio, rutas para la optimización de tiempo y costos (llenado de formulario).

Es decir como resultado se obtuvo un sitio Web destinado al personal de campo de empresas externas de la CFE. A continuación se muestra de forma gráfica dicho visor.



Figura 17. Interfaz gráfica del visualizador- Sección superior.



La sección superior contiene el logotipo de la institución (Facultad de Geografía UAEM) alineado a la derecha, el nombre del visualizador centrado y el icono que despliega el panel de herramientas alineado a la izquierda.

Panel de herramientas

La siguiente figura muestra el panel que contiene las herramientas del visualizador.

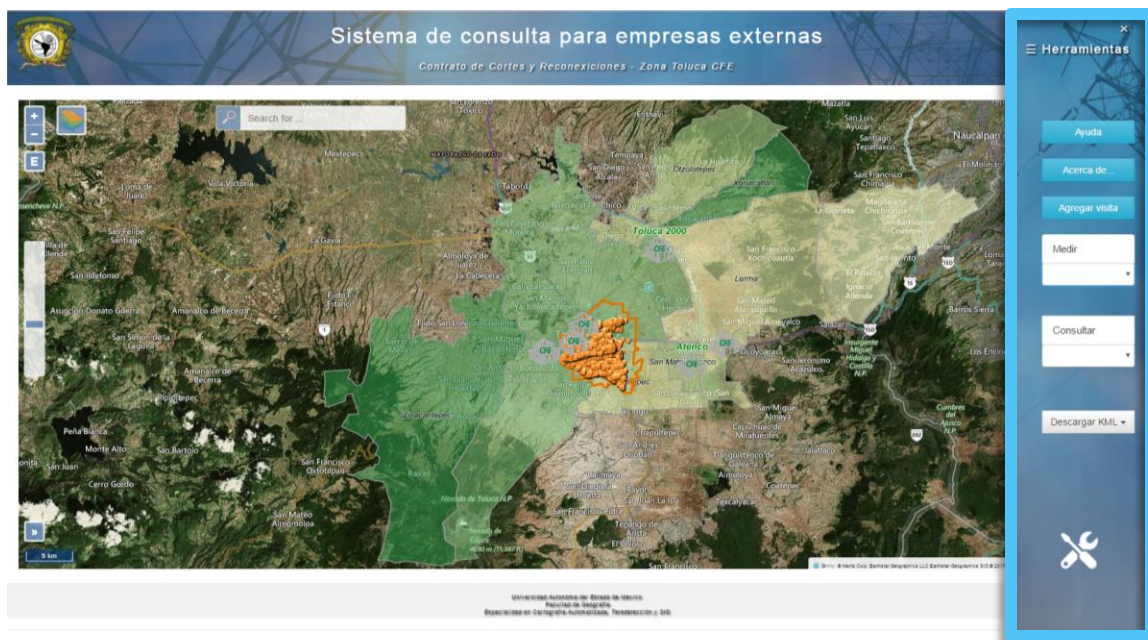


Figura 18. Panel de herramientas.

- Ayuda: Descarga de un archivo PDF sobre la información básica del visor.
- Acerca de: Muestra una ventana desplegable donde se describe información de la propuesta.

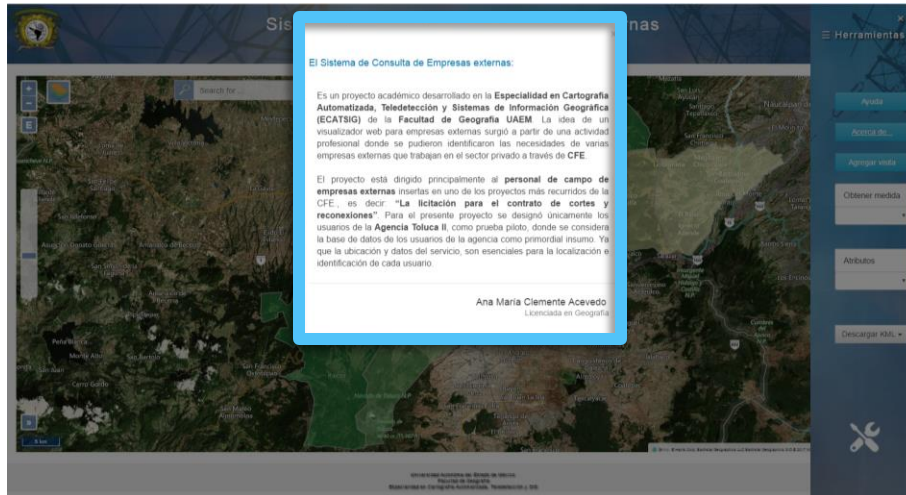
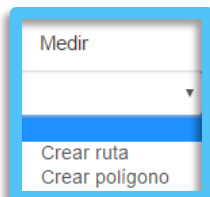


Figura 19. Contenido de la herramienta: Acerca de...

- Agregar visita

Esta herramienta permite al usuario de la empresa externa capturar una nueva visita mediante el llenado de un formulario.

Medir



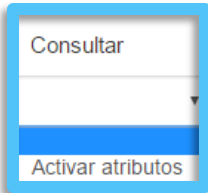
Con esta herramienta el usuario puede dibujar rutas y polígonos de su interés, además de calcular el área o distancia de la ruta que se dibuje sobre el mapa.



Figura 20. Contenido de la herramienta: Medir.



- Consultar

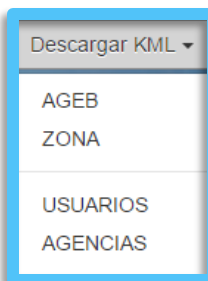


La herramienta consultar puede activarse por el usuario seleccionando la opción de Activar atributos y al posicionarse sobre los puntos de la capa de clientes, se despliega una ventana con la información de cada usuario de la CFE.



Figura 21. Contenido de la herramienta: Consultar.

- Descargar KML



En dicha herramienta el usuario del visualizador puede descargar las capas que se muestran sobre el mapa en formato KML. Se pueden descargar cuatro capas, y se consideró el formato KML ya que el usuario al que va destinado el visualizador no necesita descargar los archivos en formato shapefile.



Figura 22. Contenido de la herramienta: Descargar KML.

Herramientas de navegación

	Zoom acercar: permite ampliar la imagen del mapa.
	Zoom alejar: permite disminuir la imagen del mapa.
	Zoom extender: permite la visualización de los servicios de la Agencia Toluca II.
	Mapa general: despliega una ventana con la vista actual del mapa.
	Pantalla completa: despliega la página web en toda la pantalla.

	Zoom: barra que permite modificar la vista del mapa con mayor o menor zoom.
	Ubicación: Coordenadas de la posición del ratón sobre el mapa. Escala: Muestra la escala gráfica del mapa.

Capas

	Permite examinar las capas de información las cuales el usuario puede activar o desactivar. Se divide en Capas de información y Mapa base.
--	--



Figura 23. Contenido de la herramienta: Capas.

Buscador



Geocodificador: Herramienta a través de la cual el usuario puede ubicar un domicilio.

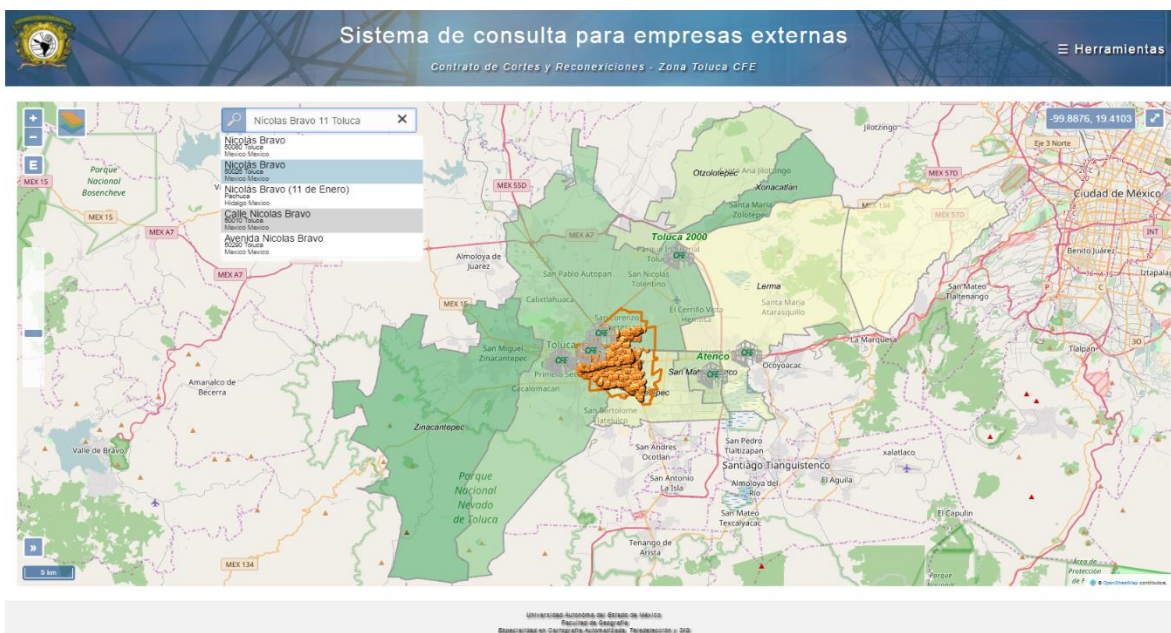


Figura 24. Contenido de la herramienta: Buscador.

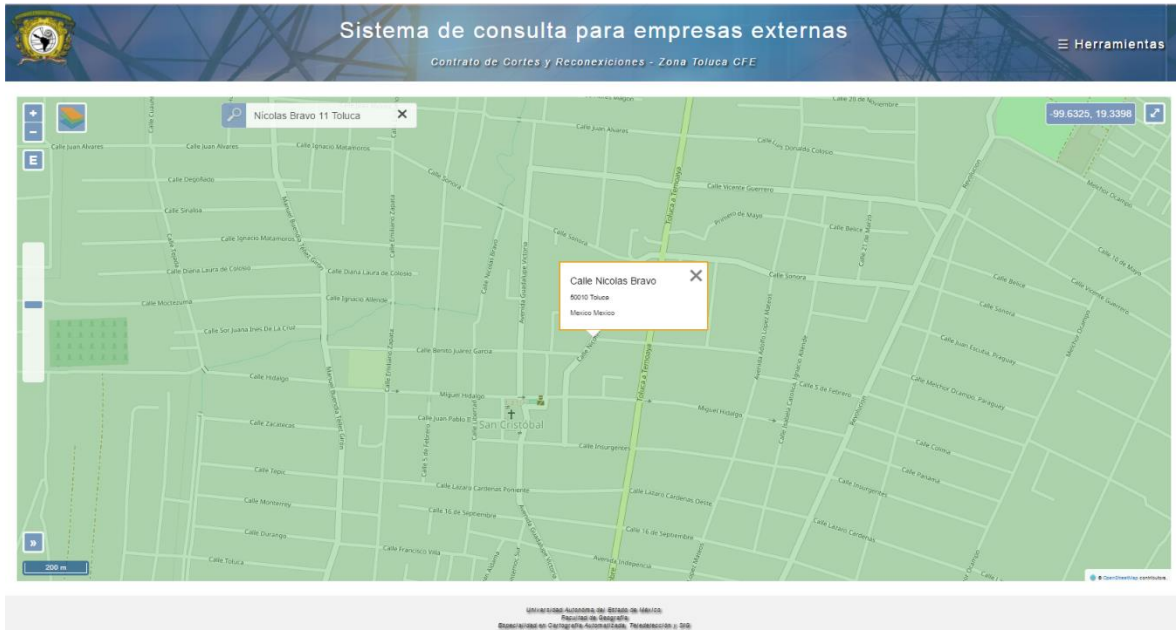


Figura 25. Funcionalidad de la herramienta Buscador.



Conclusiones y recomendaciones

Las ventajas que ofrece actualmente los SIG en conjunto con Internet para el desarrollo de aplicaciones Web a las empresas son mayores, a las que no cuentan con estas tecnologías; por lo tanto se considera de suma importancia estar al pendiente de las necesidades específicas de las empresas que conforman nuestro entorno profesional para poder proponer proyectos que puedan dar solución problemáticas concretas.

Como se pudo comprobar durante el desarrollo del presente visualizador, gran parte del sistema se realizó con software libre de código abierto. Y los resultados fueron satisfactorios.

El proyecto pretende instrumentar una herramienta que ayude a la toma de decisiones, reducir tiempos y facilitar el almacenamiento y control de información. Sin embargo, también depende de varios factores, entre ellos y el más importante el acceso a la información por parte de la CFE, como principal insumo para dicho visualizador.

Por otro lado, la implementación de un visualizador con las características antes mencionadas proporcionara un plus, para cualquier empresa que pretenda concursar por una licitación en el Contrato de Cortes y Reconexiones ante la CFE.

La interfaz del visualizador fue pensada en el personal de campo. Es por ello, que las herramientas fueron orientadas a lo que ya se conoce por parte de los usuarios.

El presente trabajo, también pretende ser un aporte para aquellos profesionistas interesados en el desarrollo de aplicaciones web y que al igual que en este caso no se encuentren familiarizados con el tema debido a que su formación profesional no ha sido orientada a temas de programación.



Por otro lado, como recomendaciones o posibles mejoras al sistema se pensó en lo siguiente:

- Creación de un módulo de impresión.
- Desarrollar modulo para generar mapa de la ubicación de servicios.
- Mejorar la totalidad del visualizador con ayuda de expertos en programación.
- Generar aplicación móvil.

En un futuro se pretende enriquecer mayormente la aplicación web, con ayuda de profesionales en el tema con distintos niveles de acceso y con mayores funcionalidades, como se muestra en el siguiente esquema:

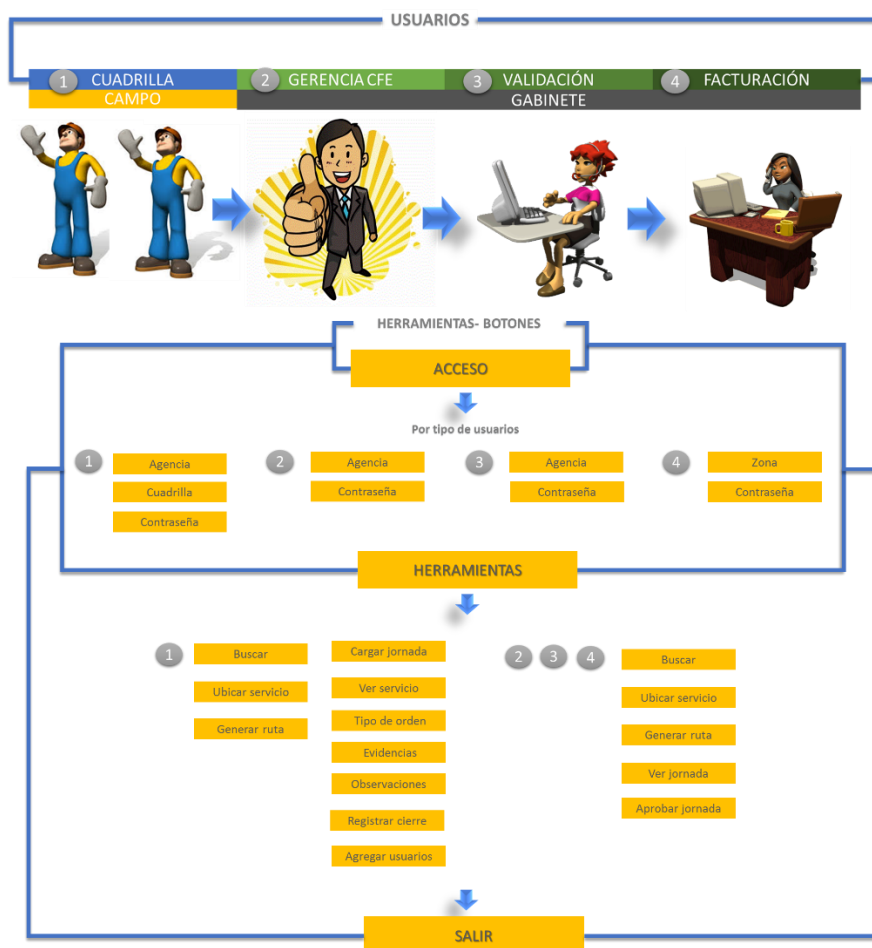


Figura 26. Esquema de posibles mejoras del visualizador.



Alcoba del proyecto, se cumplieron los objetivos, y se logró adquirir una idea más completa de lo que implica realizar una aplicación web.

Consideró que hay mucho por hacer en el desarrollo de aplicaciones web, como la que se propone en el presente documento. Sin embargo, como especialista en análisis del espacio geográfico vale la pena adentrarse en estos temas, para tener una noción más clara de lo que se puede llegar a hacer, combinando los SIG e Internet y convertir nuestras ideas en aplicaciones Web que cubran necesidades específicas.



Referencias

- [1] GEOENSEÑANZA. Vol.11-2006. Enero - junio. p.107- 116. ISSN 1316-60-77. [En línea], disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022006000200007>. Consultado el 22 de noviembre de 2016.
- [2] L. Descamps-Vila, A Pérez Navarro, J Conesa Caralt - 2013 - dugi-doc.udg.edu [En línea], disponible en: <http://dugidoc.udg.edu/bitstream/handle/10256/7651/29ArtIntegracion.pdf?sequen e=1>. Consultado el 21 de noviembre de 2016.
- [3] Comisión Federal de Electricidad. (Septiembre de 2016) Estadísticas. [En línea]. Disponible en: http://www.cfe.gob.mx/ConoceCFE/1_AcercadeCFE/Estadisticas/Paginas/usuarios.aspx. Consultado el 01 de octubre de 2016.
- [4] Moreno F.J. (2009). Implementación de estándares OGC en el flujo de trabajo para la implantación de nuevas instalaciones eléctricas. Red Eléctrica de España S.A.U. [En red]. Disponible en: http://aperez.mx/gcon_electrica2004.pdf. Consultado el 05 de diciembre de 2016.
- [5] Domínguez B. J. (Octubre, 2000). Breve Introducción a la Cartografía y a los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Informes Técnicos CIEMAT (Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas). Ministerio de Ciencia y Tecnología. Madrid (Spain). [En red]. Disponible en: http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/_Public/38/115/38115075.pdf. Consultado el 1 de diciembre de 2016.
- [6] Yañez V. J. (Febrero de 2015). Una solución Web-SIG basada en tecnología Open Source para la divulgación de información cartográfica



de la Coordinación General de Adaptación al Cambio Climático (CGACC), del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México.

[7] Naranjo M. A. W. (2013). Evaluación del rendimiento de los servicios WMS de Mapserver y Geoserver para la implementación IDE (Tesis de grado de Maestría). Escuela Politécnica del Ejército, Vicerrectorado de Investigación y Vinculación con la colectividad. Sangolquí. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec:8080/bitstream/21000/6734/1/T-ESPE-040222.pdf>. Consultado el 12 de Marzo de 2017.

[8] Ruiz Almar, E. (2010): "Consideraciones acerca de la explosión geográfica: Geografía colaborativa e información geográfica voluntaria acreditada", *GeoFocus (Artículos)*, nº 10, p. 280-298. ISSN: 1578-5157. [En línea]. Disponible en: http://www.mirammon.uab.cat/geofocus_ojs/index.php/geofocus/article/view/201. Consultado el 15 de Mayo de 2017.

[9] Softonic International S.A. (2016). Bing Maps. El atlas virtual de Microsoft. [En línea]. Disponible en: <https://bing-maps.softonic.com/aplicaciones-web?ex=DSK-95.7>. Consultado el 08 de Mayo de 2017.

[10] QGIS (2017). QGIS - El SIG Líder de Código Abierto para Escritorio. [En línea]. Disponible en: <http://www.qgis.org/es/site/about/index.html>. Consultado el 02 de Abril de 2017.

[11] Microsoft (2017). Introducción a Visual Studio. [En línea]. Disponible en: [https://msdn.microsoft.com/es-es/library/fx6bk1f4\(v=vs.100\).aspx](https://msdn.microsoft.com/es-es/library/fx6bk1f4(v=vs.100).aspx). Consultado el 25 de Febrero de 2017.



[12] Mappinggis (2016). AtlasStyler: Crea tu propia simbología SLD. [En línea]. Disponible en: <https://mappinggis.com/2016/03/instalar-configurar-atlasstyler/>. Consultado el 13 de Marzo de 2017.

[13] Fortela. A. (2016). ¿Qué es Bootstrap?, Raiolanetwors. [En línea]. Disponible en: <https://raiolanetworks.es/blog/que-es-bootstrap/>. Consultado el 13 de Marzo de 2017.

[14] Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Estadística, [En línea]. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/inegi/estadistica/default.aspx>. Consultado el 21 de noviembre de 2016.

[15] Tomlinson, R. (2008). Pensando En El Sig: Planificación del Sistema de Información Geográfica Dirigida a Gerentes. Esri Press.