

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
CENTRO UNIVERSITARIO UAEM TEXCOCO



TESIS

**SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA LOCALIZACIÓN DE
INVERNADEROS DEL MUNICIPIO DE TEPETLAOXTOC, ESTADO DE
MÉXICO.**

PRESENTA:

SOLIS CIELO ENRIQUE

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN COMPUTACIÓN

DIRECTOR:

DR. EN C. LUGO ESPINOSA OZIEL

TEXCOCO, MEXICO JULIO 2015

RESUMEN

En la actualidad, la información es un recurso de vital importancia para el desarrollo de cualquier proyecto en diversos ámbitos de nuestra vida, desde lo escolar hasta lo profesional. Sin embargo, no siempre la información está al alcance de nuestras manos o no es tan fácil de conseguir. Una de las herramientas primordiales para almacenar y procesar información son los Sistemas de Información, los cuales nos dan la posibilidad de guardar gran cantidad de datos y relacionarlos, así como representarlos de diversas formas dándoles una vista más profesional y facilitando así el razonamiento para comprenderlos.

Entre los diversos sistemas de información de los que podemos hacer uso podemos encontrar los SIG (Sistemas de Información Geográfica), cuya característica principal es que permiten referenciar geográficamente los datos de los que hace uso, con respecto a coordenadas geográficas, dándonos la posibilidad de trabajar con bases de datos integradas generalmente a mapas y las cuales, además de esto dan la opción de ejecutar consultas de la misma base de datos y nos permite realizar tomas de decisiones respecto a la información que contiene.

Partiendo de esto como referencia, el proyecto que se llevó a cabo tiene como fin principal el poner al alcance de la población en general la información relacionada con los invernaderos de la asociación Hortex del municipio de Tepetlaoxtoc, Estado de México, referenciada de manera geográfica y representada sobre un mapa del municipio generado mediante capas que le dan una perspectiva en tres dimensiones.

Aunado a esto, la implementación de este proyecto traerá consigo diversos beneficios a diferentes sectores de la comunidad, comenzando por el aspecto de que esta información estará abierta al público en general, permitirá a estudiantes e investigadores obtener datos que les sean de ayuda para desarrollar estudios o análisis al respecto. Otro sector que se verá beneficiado es el económico, pues esto permitirá a comerciantes de productos agrícolas ponerse en contacto con mayor facilidad con los productores directamente y evitando así tener de intermediario a la central de abastos con la posibilidad de reducir costos de los productos a largo plazo.

ABSTRACT

Today, the information is a vital resource for the development of any project in various areas of our lives, from the school to the professional. However, information is not always available to our hands or not is easy to get. One of the primary tools for storing and processing information are the Information Systems, which give us the ability to store large amounts of data and relate them and represent them in different ways giving a more professional view and making it easier to understand the reasoning.

Among the various systems of information that we can use we can find the GIS (Geographical Information Systems), whose main characteristic is that they allow geographically referenced data that makes use, with regard to geographical coordinates, enabling us to work databases and maps generally integrated which, besides this give us the option to run queries in the same database and allows us to take decisions about the information it contains.

Based on this reference, the project was just mainly aims to make available to the general population related information greenhouses association Hortex Tepetlaoxtoc Township, State of Mexico, geographically referenced and displayed on a map of the municipality generated by layers that give a three-dimensional perspective.

Added to this, the implementation of this project will bring many benefits to different sectors of the community, starting with issues that this information is open to the public, will allow students and researchers to obtain data to them for assistance in developing studies or analysis on it. Another sector that will benefit is economic, as this will allow traders of agricultural products contact more easily with producers directly and avoiding the need for an intermediary to the central supply with the possibility of reducing costs of long products term.

INDICE

INTRODUCCIÓN	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
JUSTIFICACIÓN	6
OBJETIVOS	7
Objetivo general	7
Objetivos específicos	7
HIPÓTESIS	8
METODOLOGÍA	9
CAPITULO 1	
MARCO TEÓRICO	11
AGRICULTURA PROTEGIDA	11
INVERNADERO	12
SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)	12
BASE DE DATOS	13
HARDWARE	13
SOFTWARE	13
PÁGINA WEB	13
SERVIDOR	14
TIPOS DE SERVIDORES	14
CAPITULO 2	
SERVIDORES	16
2.1 ANÁLISIS DE POSIBLES SERVIDORES LOCALES	16
2.2 SELECCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL SERVIDOR	17
2.3 CONFIGURACIÓN DE ACCESO	17
2.4 CONFIGURACIÓN DEL MODEM HUAWEI HG530 DE INFINITUM	18
2.5 DISCUSIÓN	19

CAPITULO 3

SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA 20

3.1 DEFINICIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE UN SIG 20

3.2 CREACIÓN Y REPRESENTACIÓN DE LOS DATOS 21

3.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL USO DE UN SIG 22

3.4 SOFTWARE PARA EL DESARROLLO DE MAPAS 23

3.5 APLICACIONES SIMILARES 24

CAPITULO 4:

DESARROLLO 26

4.1 CONFIGURACIÓN DE ACCESO AL MODEM HUAWEI HG530 26

4.2 CONFIGURACIÓN E INSTALACIÓN DEL SERVICIO NO-IP 30

4.3 INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE WAMP SERVER 41

4.4 PRUEBAS DE SOLICITUD DE ACCESO 48

4.5 DISEÑO DE LA BASE DE DATOS 51

4.6 GENERACIÓN DE LOS MAPAS 53

4.7 IMPLEMENTACIÓN DE LOS MAPAS EN UN ENTORNO WEB 65

4.8 DESARROLLO DEL SITIO WEB 70

4.9 PRUEBA Y CORRECCIÓN DE ERRORES 83

4.10 IMPLEMENTACIÓN 85

CONCLUSIONES 87

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 88

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el cambio climático ha afectado considerablemente diferentes regiones, no solo de nuestro país, sino del mundo y a consecuencia de esto los cultivos hortícolas y ornamentales han sufrido diferentes cambios dirigidos a la obtención anticipada o fuera de temporada en la que tradicionalmente se cultivaban. Esta tendencia crea la necesidad de usar diversas técnicas, herramientas, materiales, tecnologías y estructuras con la finalidad de obtener un mejor rendimiento y una mejor calidad de los productos agrícolas por todo el país.

Una de estas técnicas es conocida como agricultura protegida, la cual consiste en cultivar dentro de estructuras generalmente construidas de metal, madera y plástico y cuya finalidad es evitar o disminuir las restricciones que el medio ambiente de una zona en específica impone al desarrollo de las plantas cultivadas.

A través de las últimas décadas se han desarrollado diferentes tipos de estructuras para la protección de los cultivos, las cuales plantean diferentes alternativas para recrear las condiciones ambientales óptimas para el desarrollo de estos, de acuerdo a los requerimientos de cada especie y acorde a los factores climáticos de cada región.

La agricultura protegida en México, según una investigación llevada a cabo por la Asociación Mexicana de Constructores de Invernaderos (AMCI) , se ha desarrollado en condiciones muy variadas, desde costosos invernaderos de vidrio con inversiones superiores a los 100 USD/M², hasta económicas instalaciones conocidas como casas sombra con costos de entre 7 y 8 USD/m². Además se estima que para el año 2008 existía en nuestro país una superficie en invernaderos mayor a las 8,934 hectáreas, sin contemplar la superficie de invernaderos de flores ni de los macro túneles.

En México las primeras instalaciones comerciales se iniciaron en 1990, sin embargo, fue hasta la primer década del siglo XXI que esta industria obtuvo un crecimiento considerable. Entre los años 2004 y 2005 se presentó la mayor tasa

de crecimiento para esta industria, y en los últimos 4 años se ha presentado un ligero descenso en la velocidad de incremento de la misma.

En el año 2009 al menos 20 productores del municipio de Tepetlaoxtoc, Estado de México, decidieron crear una asociación de invernaderos para representar a la región ante la Secretaría de Desarrollo Agropecuario (*SEDAGRO*). Esta asociación, conocida como *HORTEX SLPR (Sociedad Local de Producción Rural)*, fue creada con la finalidad de gestionar cursos de capacitación que les permitiera a los productores tener los conocimientos necesarios para el manejo del cultivo de jitomate. *HORTEX* considera al jitomate como uno de los cultivos de mayor importancia en la agricultura comercial por lo que el 95 % de los socios han mantenido como cultivo principal para su actividad al jitomate y sólo uno de los productores ha decidido trabajar con fresa.

Hace muchos años, en las películas se mostraban tecnologías fantásticas en las que se mostraban aparatos capaces de mostrar la ubicación de una persona u objeto sobre un mapa, o incluso como llegar hasta algún lugar. Sin embargo, en la actualidad esto ya es una realidad, desde costosos aparatos especializados para geolocalización hasta aplicaciones móviles que permiten realizar estas acciones. Esto es solo un ejemplo de como se ha popularizado el uso de los mapas y las nuevas tecnologías para diferentes actividades de la vida diaria. A esto es a lo que se le llama Sistema de Información Geográfica (*SIG*).

Estas tecnologías son tan versátiles que se pueden aplicar a un gran número de campos para dar solución a muchos problemas. El fin de este proyecto es hacer un aporte a la comunidad del municipio de Tepetlaoxtoc, desarrollando un *SIG* con la capacidad de procesar de manera gráfica la información referente a los invernaderos de la asociación *HORTEX*, esto con el fin de ayudar a dar a conocer los diferentes invernaderos de la región facilitando así estudios posteriores, inversiones e incluso mejorando el comercio interno de la región.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad para un investigador o incluso para un comerciante de productos agrícolas del municipio de Tepetlaoxtoc es bastante difícil obtener información actualizada y precisa acerca de la ubicación y características de los invernaderos de la región. Acorde a esto, la información con la que se cuenta en el municipio es básicamente recolectada mediante un formato de registro otorgado por SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación) en el cual se pueden encontrar datos generales y estadísticos de los invernaderos, sin embargo, tener acceso a esta información es un tema un tanto complicado para el público en general.

Con base en lo anterior, este proyecto pretende desarrollar un sistema de información geográfica en plataforma web el cual le permita a cualquier investigador, estudiante o comerciante de productos agrícolas obtener de manera sencilla información referente a los invernaderos del municipio de Tepetlaoxtoc basándose en información proporcionada por la asociación HORTEx. Así mismo, se llevó a cabo el proyecto, casi en su totalidad, bajo la ayuda de herramientas de software libre, esto con el fin de reducir lo más posible los costos de desarrollo del mismo, no sin dejar de lado la eficiencia del sistema, pudiendo demostrar así la potencia que se tiene aun con el uso de software libre para el desarrollo de proyectos de este calibre.

JUSTIFICACIÓN

Con el desarrollo de este proyecto los principales actores beneficiados son los productores de los invernaderos, esto debido a que la recopilación de información y su despliegue de manera gráfica permite de una manera más fácil y mejor estructurada llevar a cabo análisis tanto económicos como geográficos que permiten determinar debilidades y fortalezas de estos. De igual manera se pueden llevar a cabo estudios para determinar redes de valor y estadísticas referentes a la producción, competitividad y opciones de crecimiento de cada instalación.

OBJETIVOS

Objetivo general

Analizar, diseñar e implementar una herramienta en plataforma web que permita el procesamiento, despliegue, análisis y representación gráfica de la información de los productores agrícolas en invernadero y sus instalaciones.

Objetivos específicos

1. Establecer una plataforma de desarrollo con software libre para realizar pruebas de manera local.
2. Generar los mapas geográficos con la información recolectada.
3. Implementar el sistema a la asociación Hortex para validarlo.

HIPÓTESIS

Este proyecto facilitará el análisis geográfico y económico de los productores para ofrecerles mejoras que los beneficien pues al recolectar, procesar y mostrar los datos de esta manera, se hace mucho más fácil el proceso de análisis de estrategias y características necesarias por cada productor para implementar técnicas que lo ayuden a mejorar su competitividad en su entorno.

METODOLOGÍA

Para el desarrollo de este proyecto se usó una metodología de desarrollo de software en plataforma web, conocida como Metodología IWeb, la cual consiste en las siguientes etapas:

- **Formulación:** Se identificaron las metas y objetivos del software a desarrollar, las cuales son procesar y mostrar la información referente a los invernaderos bajo el uso de un sistema de información geográfica en una plataforma web.
- **Planificación:** Se refiere a estimar costos y riesgos del proyecto. En este caso ambos son limitados puesto que se desarrolló el proyecto en su mayoría con herramientas de software libre y se sometió a diferentes pruebas que le permitan actualizar o modificar los puntos débiles que pudiera tener.
- **Análisis:** En esta etapa se establecen los requisitos técnicos y de diseño y se identifican los elementos del contenido a incorporar. En este proyecto básicamente se hizo uso de software libre en su mayoría y el contenido que se incorporó en el sitio web es un servicio de mapas generado con base a la información que se recopiló durante el desarrollo.
- **Ingeniería:** En esta etapa se diseñó todo el contenido tanto gráfico como de texto que se incorporó en el sitio web.
- **Generación de las páginas:** Haciendo uso de diferentes herramientas de software se construyeron y enlazaron las diferentes páginas que componen el sitio web.
- **Pruebas:** En esta etapa se detectaron los errores e inconvenientes que mostraba el sitio, con el fin de asegurar que cada página y elemento funcione de manera correcta.

- Evaluación: Por último se solicitó una revisión a detalle de cada sección del sitio por parte de compañeros desarrolladores de software, profesores así como personas sin conocimientos extensos en el tema de la computación, con el fin de asegurar un correcto funcionamiento del sitio que permita que el público en general pueda hacer uso de él.

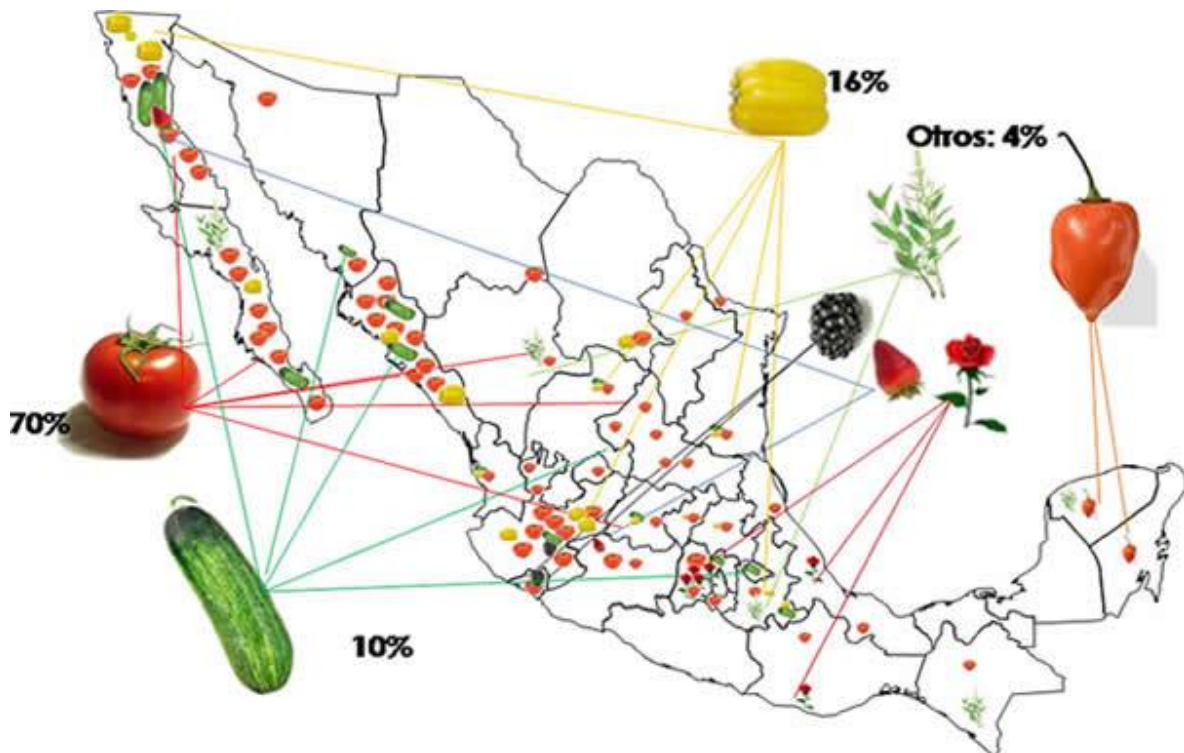
CAPITULO 1

MARCO TEÓRICO

AGRICULTURA PROTEGIDA

La agricultura protegida es aquella que se realiza bajo métodos de producción que ayudan a ejercer determinado grado de control sobre los diversos factores del medio ambiente. Permitiendo con ello minimizar las restricciones que las malas condiciones climáticas ocasionan en los cultivos (SAGARPA, 2012).

Figura 1: Participación porcentual de los principales cultivos producidos bajo agricultura protegida.



Fuente: SAGARPA, 2012.

INVERNADERO

El invernadero es una estructura usada para el cultivo y/o protección de plantas y cosechas, el cual optimiza la transmisión de radiación solar bajo condiciones controladas, para mejorar el entorno del cultivo y cuyas dimensiones posibilitan el trabajo de las personas en el interior (Norma UNE-EN-13031-1 de la Unión Europea).

SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)

Es un sistema de hardware, software y procedimientos diseñados para soportar la captura, el manejo, análisis, modelado y despliegue de datos espacialmente referenciados (georreferenciados) para la solución de los problemas del manejo y planeamiento territorial (David Rhind, 1988, en: Díaz, 1992:21).

Figura 2: Componentes de un SIG.



Fuente: ESRI, 2015 (www.esri.com).

BASE DE DATOS

Fondo común o conjunto de información almacenada en una computadora para que cualquier persona o programa autorizado pueda acceder a ella, independientemente de su procedencia y del uso que haga. Está constituida por una instancia de un esquema lógico junto a las instancias de los datos operativos que dicho esquema organiza.

HARDWARE

Es el componente físico, está constituido por el ordenador en sí y sus dispositivos auxiliares necesarios para realizar las funciones de procesamiento, almacenamiento y transferencia de datos.

SOFTWARE

Es la parte intangible del ordenador, un elemento lógico que se define como un conjunto de órdenes e instrucciones que al ejecutarse sirven para realizar alguna tarea. El ejemplo más obvio de software es el sistema operativo, que es el programa fundamental del ordenador, siendo una de sus funciones la de controlar los recursos hardware.

PÁGINA WEB

Se conoce como página web al documento que forma parte de un sitio web y que suele contar con enlaces (también conocidos como hipervínculos o links) para facilitar la navegación entre los contenidos. Las páginas web están desarrolladas con lenguajes de marcado como el HTML, que pueden ser interpretados por los

navegadores. De esta forma, las páginas pueden presentar información en distintos formatos (texto, imágenes, sonidos, videos, animaciones), estar asociadas a datos de estilo o contar con aplicaciones interactivas.

Entre las múltiples características que tiene una página web y que sirven para identificarla se encuentran las siguientes: cuenta con información textual y también con material de tipo audiovisual, está dotada de un diseño atractivo, está optimizada y ejerce como la tarjeta de presentación de una empresa, una persona o un profesional concreto.

SERVIDOR

Es un sistema de cómputo central que generalmente posee un software especializado para proveer acceso compartido a los usuarios de una red. Debe tener la capacidad de procesamiento para satisfacer las necesidades de las estaciones de trabajo o usuarios que acceden a él, además de un disco duro con la capacidad suficiente tanto para el sistema del servidor, como para las aplicaciones y datos de sus usuarios.

TIPOS DE SERVIDORES

Servidores de archivos: Encargados de almacenar distintas clases de archivos para después enviárselas a otros clientes en la red.

Servidores de correo: Realizan todas las operaciones relacionadas con e-mails para los clientes de una red: enviar, almacenar, recibir, enrutar, etc.

Servidor de impresión: Controlan una o varias impresoras y se encargan de poner en cola de impresión aquello que solicitan los clientes de la red. Por medio de este

servidor se puede trabajar con una impresora como si esta estuviese directamente conectada a la computadora.

Servidor de base de datos: Estos servidores ofrecen servicios de bases de datos a computadoras o programas.

Servidor web: Provee de contenidos estáticos a los navegadores. Este le envía los archivos que carga por medio de la red al navegador del usuario. Los archivos pueden ser imágenes, escritos, documentos HTML y cualquier otro material web.

Servidor de fax: Realizan todas las actividades necesarias para que los faxes sean transmitidos, recibidos y distribuidos. Aquí se incluyen las tareas de envío, almacenamiento y recepción, entre otras.

Servidor del acceso remoto: estos servidores permiten la administración del acceso a internet en una determinada red. De esta forma, se puede negar el acceso a ciertos sitios web. Por otro lado, ofrece servicios de seguridad y controla las líneas de módem de los canales de comunicación de las redes para que las peticiones sean conectadas con las redes cuya posición es remota.

Servidor telnet: Permiten al usuario entrar en una computadora huésped y hacer cualquier tipo de actividad como si estuviera trabajando directamente en esa computadora.

Servidor local: Servicio montado sobre un equipo personal para simular el servicio implementado por un servidor web.

CAPITULO 2

SERVIDORES

2.1 ANÁLISIS DE POSIBLES SERVIDORES LOCALES

Un servidor local es aquel que se instala por medio de un software que permite probar y navegar en páginas web montadas sobre un equipo personal. A las páginas se accede siempre simplemente mediante una dirección conocida como localhost el cual es un nombre reservado para cualquier computadora y que se traduce con la dirección IP 127.0.0.1

En nuestro caso se implementó un servidor local configurándose posteriormente para dar acceso de manera remota y así permitir solicitudes de visualización desde internet.

Para el desarrollo de este proyecto se consideraron básicamente tres posibles opciones de servidores locales para montar el servicio:

XAMPP: Es uno de los más conocidos paquetes de instalación para servidores locales, el cual incorpora el servidor Apache, MySQL como sistema gestor de bases de datos y soporte para lenguaje PHP y Perl, entre otras características. XAMPP está disponible para los sistemas operativos Windows, Linux y MAC, y se puede descargar desde su página oficial: <https://www.apachefriends.org/index.html>

WAMPServer: Otro de los paquetes de instalación de servidores locales más conocidos, WAMPServer conjunta Apache como servidor, MySQL como sistema gestor de base de datos y soporta el lenguaje PHP. WAMPServer está solo disponible para Windows y se puede encontrar para su descarga desde su página oficial: <http://www.wampserver.com/en/>

FoxServ: Aunque algo olvidado, FoxServ fue uno de los mejores y más estables paquetes de instalación para servidores locales por mucho tiempo, implementa el

servidor Apache, además de MySQL y PHPMyAdmin como Sistemas Gestores de Bases de datos así como también cuenta con soporte para lenguaje PHP. FoxServ está disponible para sistemas Linux y Windows y se puede descargar de diversos foros en internet.

2.2 SELECCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL SERVIDOR

Analizando las diferentes opciones disponibles para montar el servicio web, finalmente se optó por utilizar el paquete de instalación de WAMPServer, esto se decidió así tomando en cuenta diferentes aspectos, al ser un paquete de instalación dedicado para Windows específicamente este promete una mayor estabilidad respecto a los otros paquetes. Además, WAMPServer incorpora los servicios justos que eran necesarios para implementar el proyecto, por lo cual no valía la pena utilizar un paquete más amplio con características que simplemente no serían requeridas. Finalmente la última razón por la cual se eligió trabajar con WAMPServer fue debido a la familiarización que ya se tenía respecto a este paquete, a lo largo del desarrollo de diferentes proyectos llevados a cabo durante la formación académica ya se había hecho uso de este servicio, por lo cual el utilizarlo para la implementación de este proyecto significó una gran comodidad y confianza en el desempeño del mismo.

2.3 CONFIGURACIÓN DE ACCESO

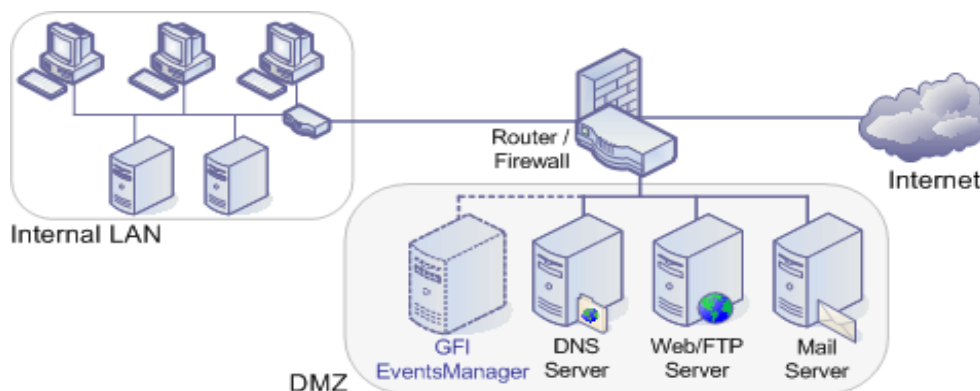
Una vez seleccionado e instalado el servidor local el siguiente paso era llevar a cabo las acciones necesarias para que los usuarios tuvieran acceso a la página directamente desde internet. Para esto se decidió apoyarse en una herramienta de software llamada No-IP DUC, el cual es un proveedor de servicios gratuitos y de paga que permite hacer uso de una característica llamada DNS dinámico. El DNS dinámico permite configurar una dirección web que permita re direccionar las

solicitudes de los usuarios de internet directamente a un equipo personal. Simplemente registrando una cuenta gratuita en el sitio oficial de No-IP (<http://www.noip.com/>) configurando el nombre de la dirección web y actualizando el direccionamiento mediante la aplicación de escritorio proporcionada por el mismo servicio de No-IP.

2.4 CONFIGURACIÓN DEL MODEM HUAWEI HG530 DE INFINITUM

Una vez configurada la cuenta en No-IP y actualizado el re direccionamiento mediante la dirección web, el siguiente paso fue configurar el firewall del modem HG530 proporcionado por la compañía TELMEX. Cada servicio de internet proporciona ciertas medidas de seguridad aplicadas bajo la configuración firewall del modem. Entre estas medidas de seguridad está la Zona Desmilitarizada (DMZ por sus siglas en inglés, demilitarized zone), la cual se puede considerar como una zona segura ubicada entre la red interna de una organización y el internet. El objetivo de una DMZ es permitir que los equipos (hosts) de la DMZ puedan dar servicios a la red externa a la vez que protegen la red interna en el caso de que intrusos comprometan la seguridad de los equipos (host) situados en la zona desmilitarizada.

Figura 2: Diagrama básico de una DMZ



Fuente: GFI Software, 2015 (www.gfi.com)

Para montar el servicio de manera correcta fue necesario activar la Zona Desmilitarizada en el equipo que serviría de servidor con el fin de asegurar el acceso de las peticiones re direccionadas desde No-IP, así como para asegurar la integridad del equipo y evitar accesos no deseados directamente al sistema.

2.5 DISCUSIÓN

Inicialmente se tenía la opción de realizar este proyecto bajo el servicio de un modem Thompson proporcionado por la compañía Telmex, sin embargo al realizar búsquedas en la web notamos de manera consistente que esa marca de módems en específico tiene demasiados problemas de ineficiencia al trabajar con puertos y zona desmilitarizada, por lo cual se optó por trabajar con el modem Huawei.

CAPITULO 3

SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

3.1 DEFINICIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE UN SIG

En la actualidad existen diversas definiciones de lo que es un SIG, de las cuales ninguna es universalmente aceptada debido a los diferentes enfoques orientados a los procesos de cada sistema, su aplicación, las herramientas que contiene, la estructura y eficiencia de la base de datos que contiene y sobre todo, el análisis y manejo que se da a la información en cada uno de estos.

En este caso se consideraron tres de las más difundidas definiciones en la literatura:

- Un sistema de información geográfica es definido como una combinación de elementos (hardware y software) para trabajar con datos espacialmente referenciados (Star y Estes, en: Price, 1990).
- Un sistema de información geográfica es un sistema computarizado que provee cuatro conjuntos de capacidades para operar sobre datos georreferenciados: entrada, almacenamiento y recuperación, manejo y análisis, y salida (Aronoff, 1993).
- Es un sistema de hardware y software y procedimientos diseñados para soportar la captura, el manejo, el análisis, el modelado y el despliegue de los datos espacialmente referenciados (georreferenciados) para la solución de los problemas del manejo y planeamiento territorial (Rhind, 1988, en: Díaz, 1992).

De esta manera se pueden considerar cinco elementos como puntos principales para un sistema de información geográfica (Figura 4):

- Usuarios: Es el componente más importante del sistema, debe desarrollar los procedimientos y definir las tareas del SIG.
- Datos: La disponibilidad y precisión de estos puede afectar a los resultados de cualquier análisis.
- Procedimientos: El análisis requiere métodos bien definidos y consistentes para producir resultados correctos y reproducibles.

- Hardware: Las posibilidades del equipo informático afectan a la velocidad del procesamiento, factibilidad de uso y tipo de salida disponible.
- Software: Este incluye no solo los programas del SIG, sino también los programas informáticos, bases de datos, estadísticos, de procesamiento de imágenes y cualquier otro software.

Figura 3: Componentes esenciales de un SIG



Fuente: GEOInformática, 2012 (geoinfoproyecto.blogspot.mx)

3.2 CREACIÓN Y REPRESENTACIÓN DE LOS DATOS

Existen fundamentalmente dos tipos de sistemas de información geográfica:

El modelo vectorial: lleva a cabo la representación de los datos por medio de los elementos bien definidos como son el punto, la línea o el polígono, éstos se encuentran representados en el SIG por medio de coordenadas Universal Transversal Mercator (UTM), tratándose de estas coordenadas las representadas en un eje cartesiano (x e y).

El modelo ráster, por su parte, se caracteriza porque la representación de la información no se realiza por medio de puntos, líneas o polígonos, sino por celdillas o píxeles.

Existe, en tercer lugar, un modelo híbrido entre el modelo ráster y el modelo vectorial, se trata del Modelado Digital del Terreno (MDT). Dicho modelo consiste en la representación tridimensional de la topografía de un territorio. Según el IGN son "modelos de datos numéricos que describen la distribución espacial de una característica cuantitativa y continua del territorio". La principal característica de dicho modelo es la representación por medio de tres coordenadas geográficas (x,y,z), siendo x e y la representación del punto en un eje de coordenadas cartesianas y la z la altitud o elevación que posee el punto en el espacio.

Los MDT permiten, además de la obtención de una forma realista del paisaje, representar toda una serie de datos relativos a pendientes, iluminación, visibilidad, etc.

Para el desarrollo de este proyecto se hizo uso del modelo vectorial, representando los invernaderos mediante puntos sobre un mapa según su posición geográfica.

3.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL USO DE UN SIG

Ventajas:

- No solo permiten hacer uso de los elementos de un mapa, sino también relacionar estos elementos con una amplia cantidad de información e implementar relaciones espaciales entre ellos.
- Permiten realizar análisis matemáticos y salidas gráficas para visualizar los resultados parciales de estos.
- Los SIG permiten manejar bases de datos, así como representaciones de estos.

- Permite implementar diferentes niveles de capacidad de almacenamiento (público, institucional).
- Los datos se almacenan y representan de manera independiente.
- Permite administrar la comunicación entre los datos y sus identificadores (ide's) a fin de obtener un mejor uso.
- El mantenimiento de los datos puede llevarse a cabo a costos bajos.
- Permite el análisis racional de datos espaciales y no espaciales.
- Ayudan a mejorar la toma de decisiones.
- Pueden ser implementados como sistemas de información corporativa.

Desventajas:

- A veces conllevan costos y problemas técnicos al convertir datos analógicos a su forma digital.
- Necesitan de especialistas para implementar los datos en su forma digital.
- No necesariamente aseguran su precisión.
- En algunos casos conllevan altos costos de adquisición de equipos y programas para su desarrollo e implementación.

3.4 SOFTWARE PARA EL DESARROLLO DE MAPAS

Al igual que para la implementación del servidor local, para el desarrollo de los mapas para la plataforma web se encontraron diferentes opciones adecuadas y potentes para llevar a cabo este proyecto. Entre los más destacados se encontraron:

- ArcGIS: Es un software con la capacidad de organizar, administrar, compartir y representar información de manera geográfica. Puede ser usado para desarrollar proyectos en el sector de gobierno, empresarial, ciencia, educación y medios. Además ArcGIS está disponible para plataformas de escritorio, web y dispositivos móviles. ArcGIS está disponible en su web oficial: <http://www.arcgis.com/features/>.
- Geocommons: Es un software que permite a sus usuarios cargar información a su propia plataforma y ubicarlos en un mapa. Además, permite también referencias imágenes de la misma manera que los datos. Incluye precargada una pequeña galería de mapas de los cuales elegir y los

cuales cuentan con leyendas para poder identificar la información. Geocommons está disponible en su web oficial: <http://geocommons.com/>.

- Quantum GIS/QGIS: Es un software de código libre disponible en línea y con la capacidad de complementarse con una gran variedad de pluggins para sacarle mejor provecho a los mapas que generemos en él. Permite generar mapas incluso en 3D y personalizar la información que deseemos contemplar en ellos. Debido a la potencia y versatilidad de este software la Escuela de Graduados de la Universidad de California en Berkeley ofrece un curso en línea para aprovechar al máximo las herramientas que incluye este software. QGIS se puede descargar desde su web oficial: <http://www.qgis.org/es/site/>.

Por cuestiones de familiaridad con el software se decidió trabajar bajo la ayuda de QGIS, pues además de que ya se habían realizado trabajos relacionados con él, tiene la capacidad de permitir diferentes características específicas (pluggins) que sirvieron de gran ayuda en la realización del proyecto, además su potencia y facilidad de uso fueron de gran ayuda.

3.5 APLICACIONES SIMILARES

Se realizó una búsqueda acerca de aplicaciones similares a lo que propone este proyecto, y algunas de las que se encontraron fueron:

- **GASIFICACIÓN DE RESIDUOS DE INVERNADERO PARA LA OBTENCIÓN DE ENERGIA ELECTRICA EN EL SUR DE ESPAÑA: UBICACIÓN MEDIANTE SIG:** En este proyecto se implementó un SIG para establecer la ubicación idónea para instalar una planta gasificadora que genere energía eléctrica a partir de la biomasa procedente de los residuos vegetales de invernadero (RVI) en la costa de Granada, sur de España. (Francisco Manzano A., 2007).
- **IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA, PARA LA COMUNIDAD DE USUARIOS DE AGUAS DE LA COMARCA NIJAR (CUCN):** Este sistema tiene como objetivo implementar un SIG con la capacidad de gestionar la infraestructura de la CUCN para la mejora de los

regadíos en la provincia de Almería, España. (Universidad Politécnica de Cartagena, 2010).

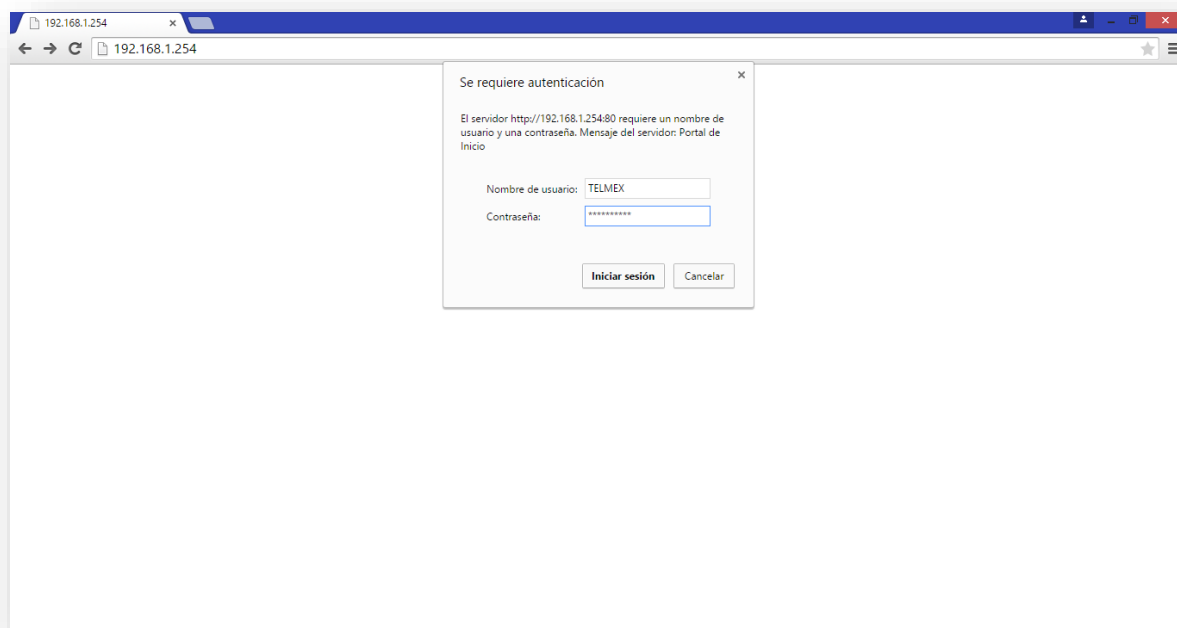
- SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA UNIVERSIDAD DE ALICANTE (SIGUA): Es un servicio para la gestión de los espacios de la Universidad de Alicante que proporciona datos espaciales acerca de la infraestructura de la universidad. Proporciona a sus usuarios una aplicación WEBGIS que incluye un visualizador en el que se muestran los diferentes edificios, áreas deportivas, Invernaderos, facultades, etc. Disponible en: <http://www.sigua.ua.es/>(Universidad de Alicante, España, 2014).

CAPITULO 4: DESARROLLO

4.1 CONFIGURACIÓN DE ACCESO AL MODEM HUAWEI HG530

Para configurar el acceso de peticiones al modem Huawei HG530 de Inifinitum primero hay que acceder a la herramienta de configuración web en el navegador de nuestro equipo (Figura 5), para esto se accede a él desde la dirección ip: 192.168.1.254, una vez hecho esto se solicitan los campos de acceso (usuario y contraseña) a dicha herramienta, los cuales son generalmente TELMEX y la clave WEP, respectivamente:

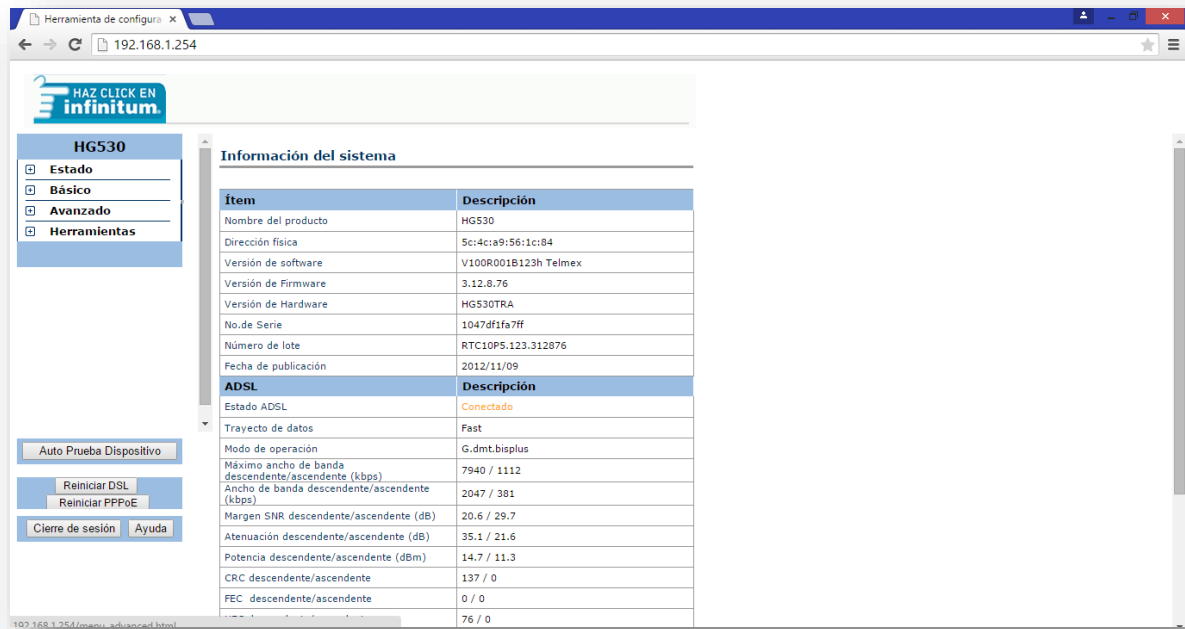
Figura 4: Datos de acceso a la herramienta de configuracion



Fuente: Elaboración propia

Una vez dentro de la herramienta de configuración desplegamos la pestaña “Avanzado”, en la caja del lado izquierdo de la página, tal como se muestra en la Figura 6:

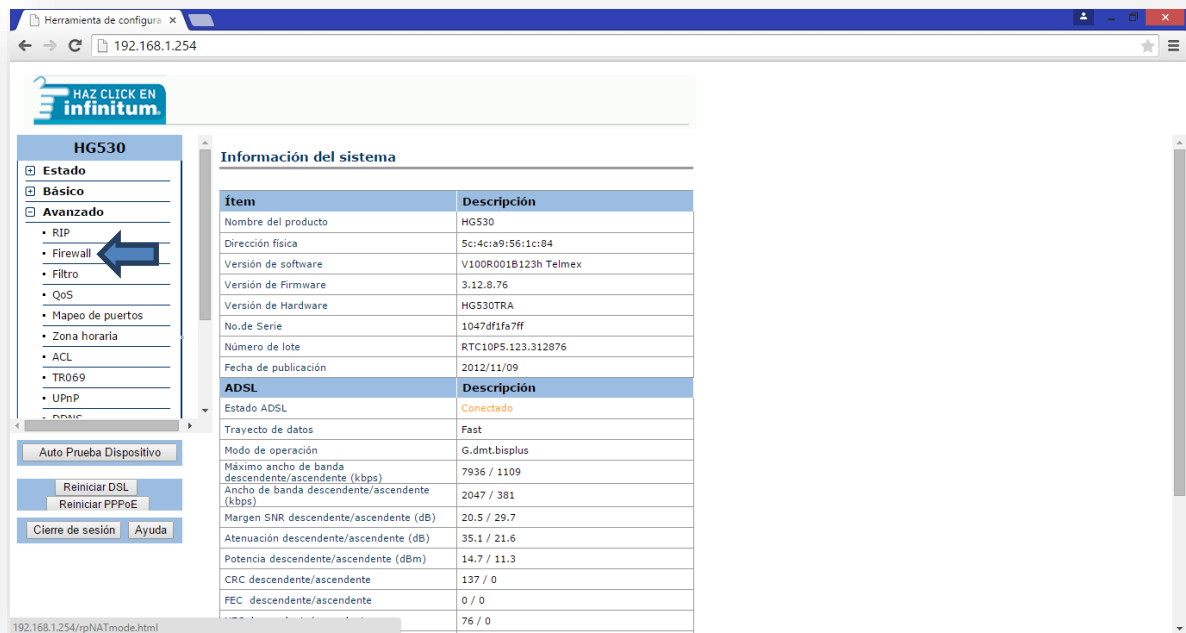
Figura 5: Interfaz de inicio de la herramienta de configuración



Fuente: Elaboración propia

Dentro de la pestaña de avanzado se encuentran una variedad de opciones para configurar, por lo cual hay que moverse a la opción “Firewall” y dar clic en ella como se muestra a continuación:

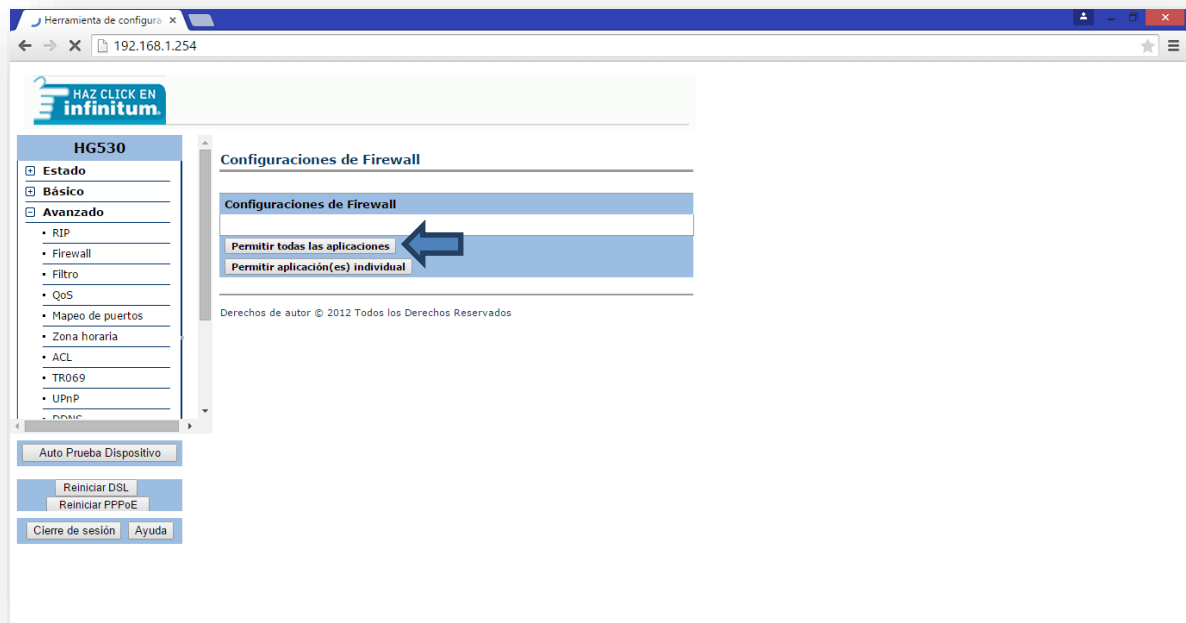
Figura 6: Herramienta de configuración del modem Huawei HG530



Fuente: Elaboración propia

El siguiente paso es dar clic en el botón “Permitir Todas las Aplicaciones” dentro de la opción de Firewall (Figura 8):

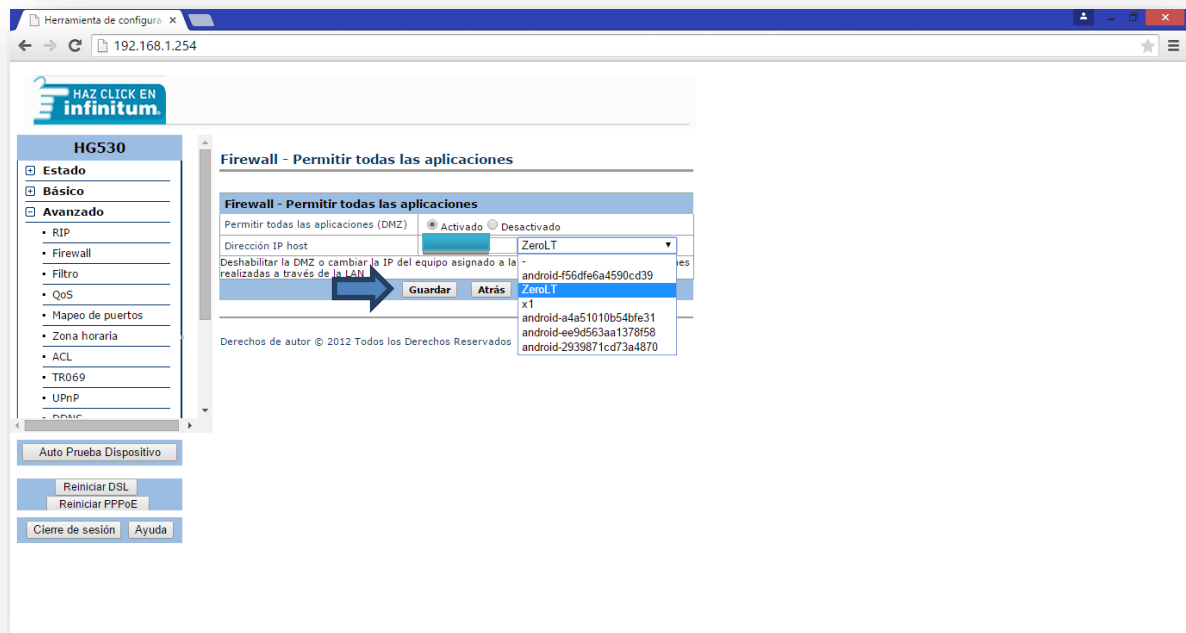
Figura 7: Configuración firewall del modem Huawei HG530



Fuente: Elaboración propia

En este paso, como se muestra en la Figura 9, se debe activar la zona desmilitarizada, para lo cual se marca la opción “Activado”, se selecciona de la lista desplegable el equipo y por ultimo dar clic en el botón “Guardar”:

Figura 8: Configuración firewall del modem Huawei HG530



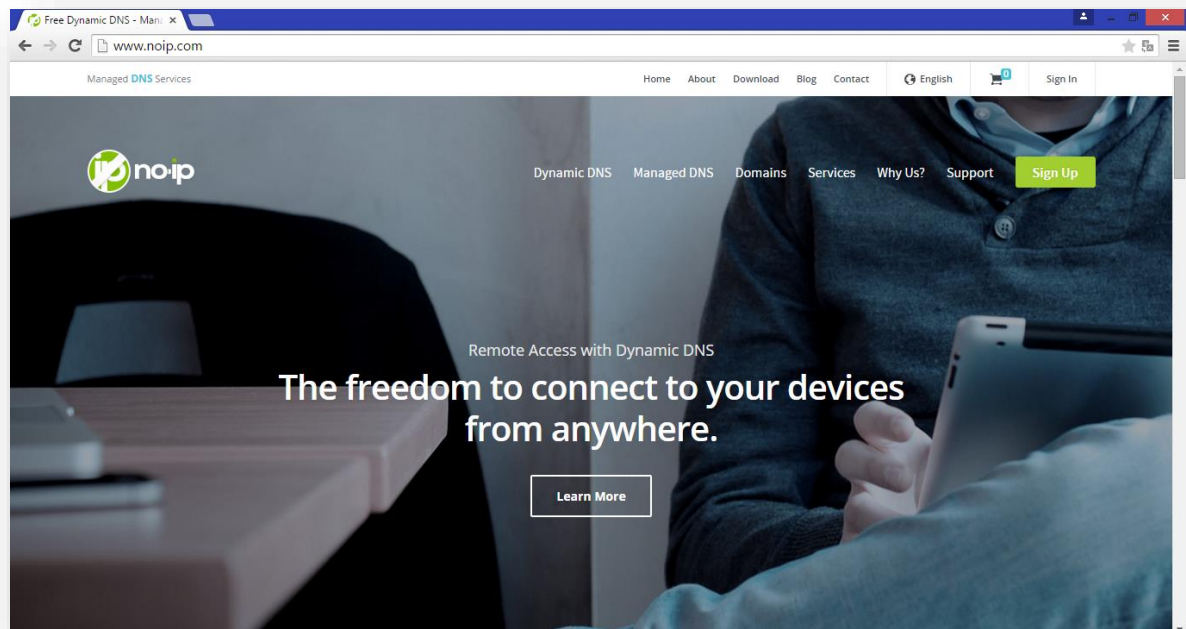
Fuente: Elaboración propia

Hecho esto se muestra una ventana emergente con un mensaje que indica que el modem ahora tiene acceso a la WAN a través del puerto 8080 y a través del puerto 80 para la LAN.

4.2 CONFIGURACIÓN E INSTALACIÓN DEL SERVICIO NO-IP

Como se mencionó anteriormente el servicio de NO-IP permite hacer uso del direccionamiento por IP dinámica, para esto el primer paso es acceder a la página oficial de NO-IP (www.noip.com) la cual se muestra a continuación:

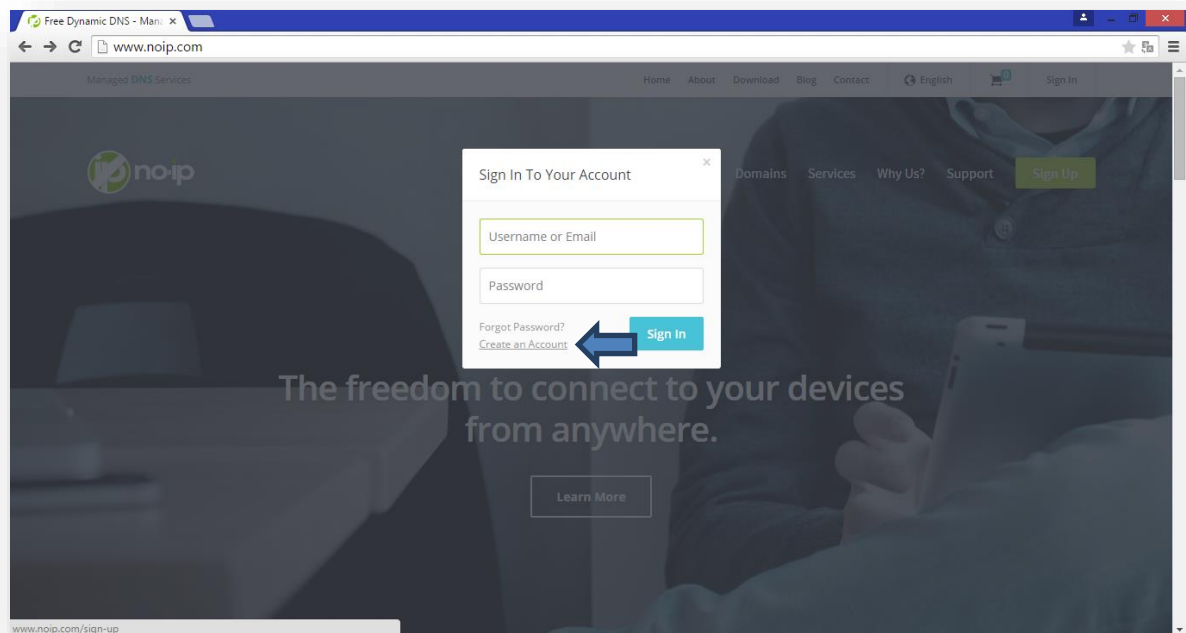
Figura 9: Página oficial de No-IP



Fuente: No-IP, 2015 (www.noip.com)

Una vez dentro de la página de NO-IP se debe crear una cuenta, para esto bastara con seleccionar la opción “Sign in” en la parte superior derecha de la página, se desplegará una ventana de inicio de sesión, en la cual se selecciona la opción “créate an account” (Figura 11):

Figura 10: Ventan de inicio de sesion de No-IP



Fuente: No-IP, 2015 (www.noip.com)

Se despliega un cuestionario de registro como se muestra en la Figura 12, el cual al llenarlo se envía al correo electrónico seleccionado un mensaje de confirmación.

Figura 11: Formulario de registro de No-IP

Managed DNS Services

Create Your No-IP Account

Email Confirm Email

Username Password

Hostname .ddns.net

Create my hostname later

Why not upgrade?
Upgrade to No-IP Enhanced Today. Learn more about the benefits of upgrading below.

	Enhanced DDNS	Free DDNS
Domain Choices	80+	1
Hostnames	25+	3

Upgrade to Enhanced Dynamic DNS now for more features.
For more information on the Enhanced Dynamic DNS upgrade, hover over the feature for an explanation.

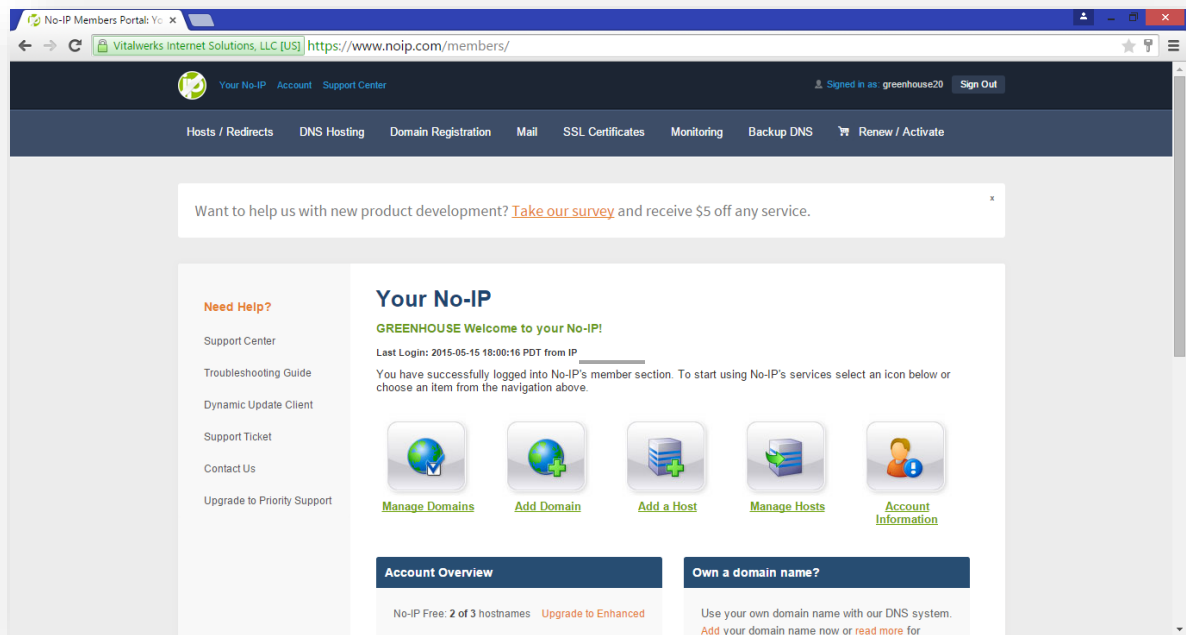
Usernames must be 6-15 characters long and only contain a-z, 0-9, -, and _
Minimum of 6 characters.
Choose a hostname for your account. You can change your hostname or add more later.

Password Strength

Fuente: No-IP, 2015 (www.noip.com)

Una vez hecho esto se procedió a iniciar sesión, desde la misma página de NO-IP en la sección “Sign in” antes mencionada, se ingresan los datos de inicio de sesión y se redirección a la página principal de la cuenta (Figura 13):

Figura 12: Pagina principal de la cuenta de No-IP



Fuente: No-IP, 2015 (www.noip.com)

Ya en nuestra cuenta el siguiente paso consiste en configurar el host al que se direccionaran las solicitudes de internet cuando ingresen nuestra dirección web. Para esto se generó un nuevo host en la opción “Add a Host” en la que se desplego un formulario de registro para nuestro nuevo host como se muestra a continuación:

Figura 13: Formulario de registro de host

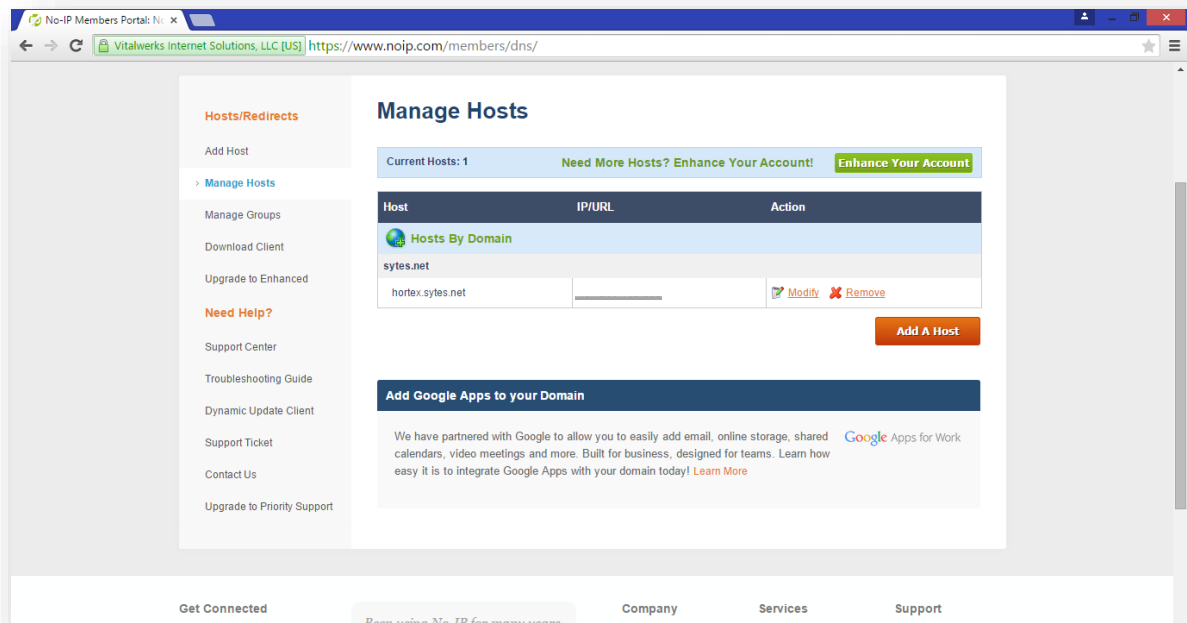
The screenshot shows the 'Add a host' form in the No-IP Members Portal. The form is titled 'Add a host' and includes a sub-header 'Hosts/Redirects'. The main content area is divided into several sections:

- Own a domain name?**: A green box with text: 'Use your own domain name with our DNS system. [Add](#) or [Register](#) your domain name now or read more for pricing and features.'
- Hostname Information**: A dark blue header section containing:
 - Hostname:** A text input field with 'ddns.net' and a dropdown menu showing 'ddns.net'.
 - Host Type:** Radio buttons for 'DNS Host (A)', 'DNS Host (Round Robin)', and 'DNS Alias (CNAME)'. 'DNS Host (A)' is selected.
 - IP Address:** A text input field.
 - Assign to Group:** A dropdown menu with '- No Group -' and a 'Configure Groups' link.
 - Enable Wildcard:** Text: 'Wildcards are a Plus / Enhanced feature. [Upgrade Now!](#)'
- Accept Mail for your Domain**: A green box with text: 'Let No-IP do the dirty work. Setup [POP](#) or [forwarding](#) for your name.'
- Mail Options**: A dark blue header section with two sub-sections: 'MX Record' and 'MX Priority'.

Fuente: No-IP, 2015 (www.noip.com)

El llenado de este formulario es realmente muy sencillo, en el primer campo se ingresó la dirección web con la que se deseaba que el público pudiera acceder a la página, en la lista desplegable que se encuentra justo a un lado de este campo se seleccionó el sufijo de dominio, en este caso se seleccionó la opción “.sytes.net” debido a que es uno de los sufijos ofrecidos de manera gratuita. Estos son los únicos campos que se modificaron, dejando el resto de elementos por defecto y dando clic en el botón “Add Host”. Esto re direcciona a la página de administración del host (Figura 15) en donde ya estaba visible el host dado de alta:

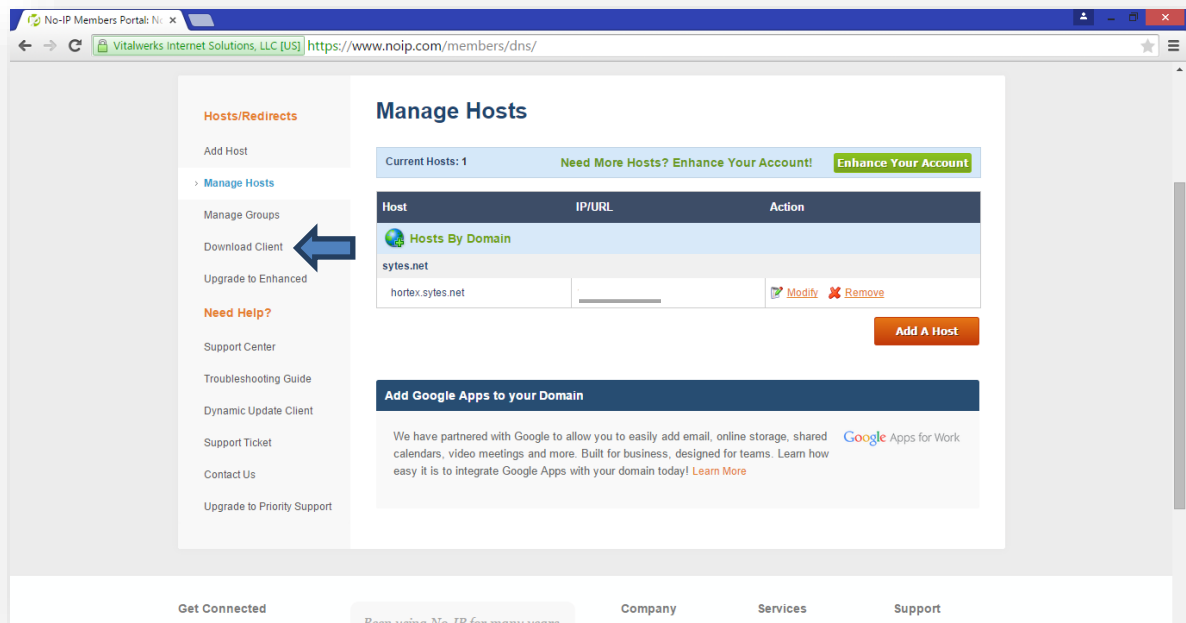
Figura 14: Pagina de administracion de hosts de No-IP



Fuente: No-IP, 2015 (www.noip.com)

Si el host se visualiza de manera correcta ya se puede proceder a descargar la aplicación de re direccionamiento de NO-IP, para esto se debe seleccionar la opción "Download Client" que se encuentra de lado izquierdo de la página como se visualiza en la Figura 16:

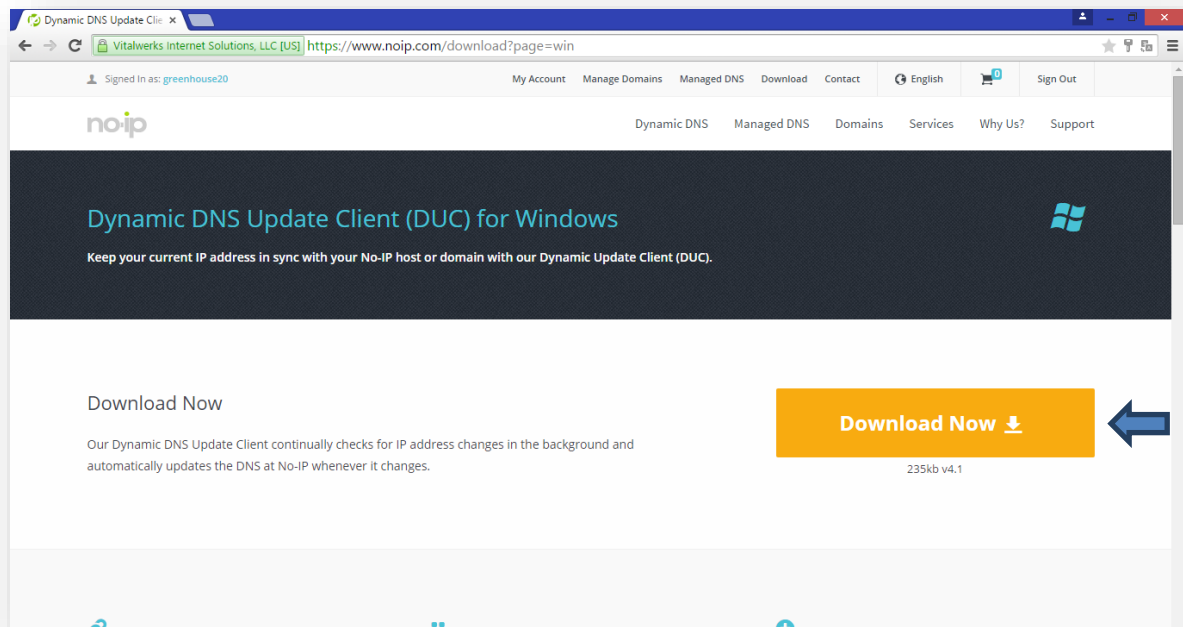
Figura 15: Pagina de administracion de hosts de No-IP



Fuente: No-IP, 2015 (www.noip.com)

Esta opción se encarga de re direccionar a la página de descarga de la aplicación, únicamente se debe dar clic sobre el botón “Download Now” (Figura 17) y esperar a que la aplicación finalice su descarga:

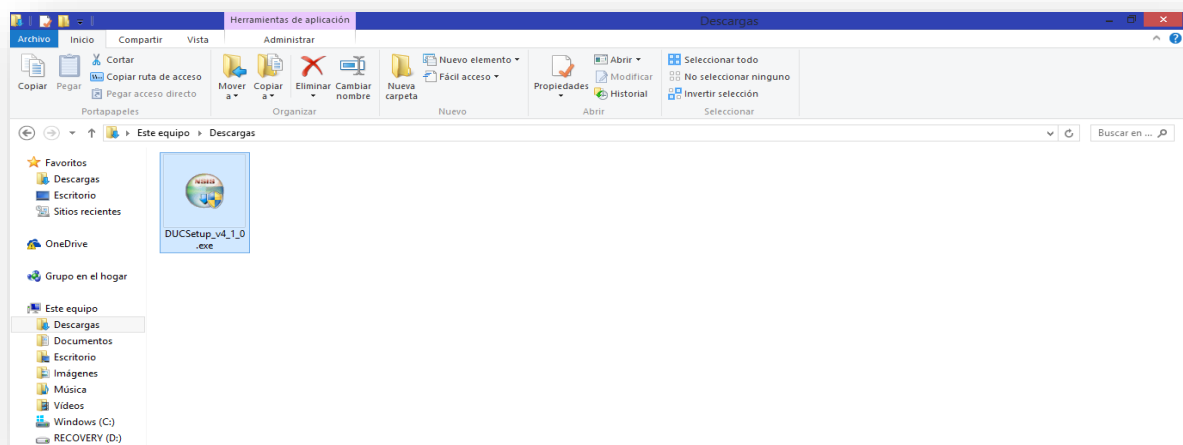
Figura 16: Pagina de descarga del cliente de No-IP



Fuente: No-IP, 2015 (www.noip.com)

La aplicación se descarga en un archivo .exe el cual se procedió a instalar:

Figura 17: Archivo de descarga para instalacion del cliente No-IP

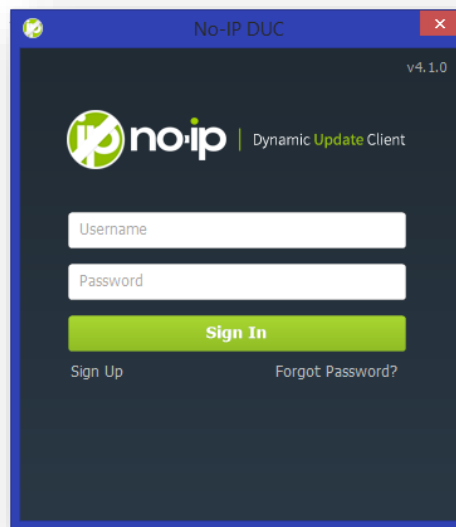


Fuente: Elaboración propia

El proceso de instalación puede variar según la versión de Sistema Operativo del usuario, así como los privilegios que el mismo le asigne al software.

Una vez instalado el software se despliega la ventana de inicio de sesión de la herramienta de NO-IP (Figura 19), en esta se solicitan los datos de inicio de sesión de nuestra cuenta, previamente configurados en la página oficial:

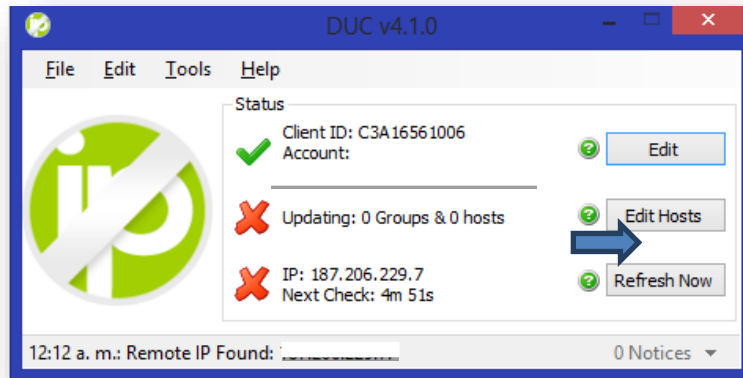
Figura 18: Ventana de inicio de sesión del cliente No-IP



Fuente: Elaboración propia

Al iniciar sesión se muestra la ventana principal de la aplicación como se muestra a continuación, en esta el primer paso fue dar clic en el botón “Edit Hosts” para seleccionar el host que se deseaba ser re direccionado al equipo:

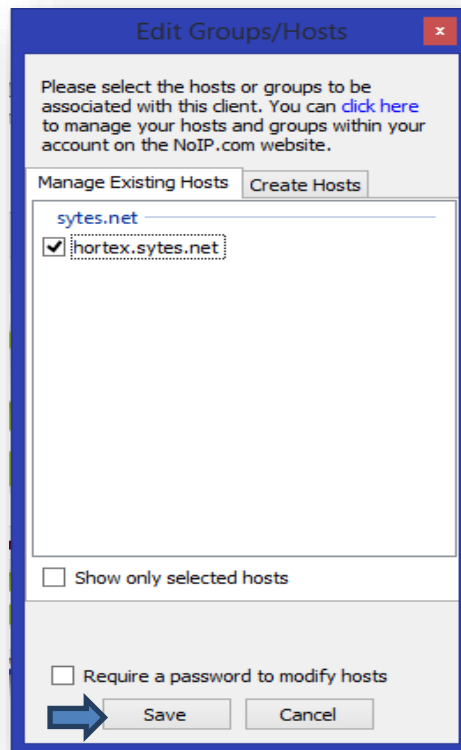
Figura 19: Cliente de No-IP



Fuente: Elaboración propia

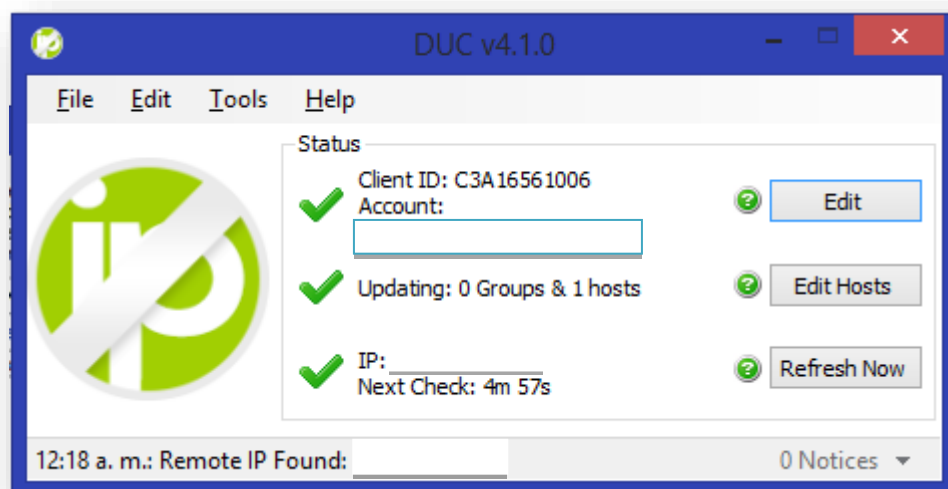
En la ventana siguiente se seleccionó el host deseado y se dio clic en el botón “save” para actualizar el re direccionamiento a este y terminar así la configuración de acceso:

Figura 20: Ventana de selección de host para el cliente de No-IP



Fuente: Elaboración propia

Figura 21: Cliente de No-IP



Fuente: Elaboración propia

Una vez configurado esto, podemos asegurar que las peticiones que vengan desde internet tendrán acceso a nuestra página.

4.3 INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE WAMPSEVER

Como ya se mencionó antes, WAMPServer es un recurso importante pues realiza la acción de servidor y gracias a él es que los usuarios que intenten acceder a nuestra página podrán visualizarla de manera adecuada. Para esto el primer paso es descargarlo desde su página oficial www.wampserver.com:

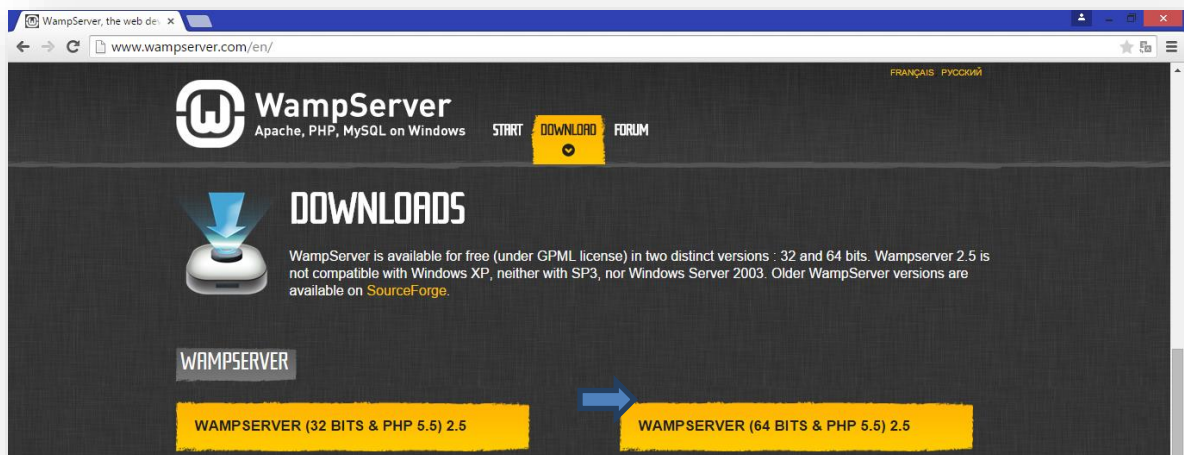
Figura 22: Página principal de WAMPServer



Fuente: WAMPServer, 2015 (www.wampserver.com)

Ya en la página oficial hay que moverse a la sección de descargas, en el la pestaña “Download” y seleccionar la opción correspondiente a nuestro sistema operativo como se muestra en la Figura siguiente:

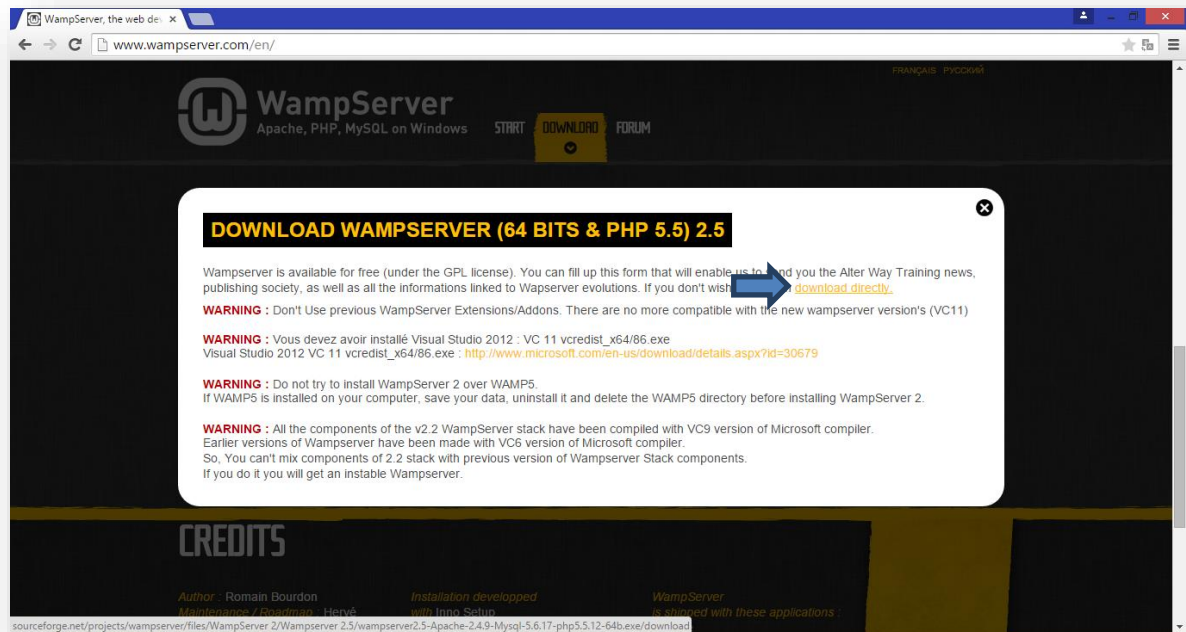
Figura 23: Pagina de descargas de WAMPServer



Fuente: WAMPServer, 2015 (www.wampserver.com)

Como se muestra en la Figura 25 se despliega una ventana con las recomendaciones necesarias para la instalación, basto únicamente en dar clic sobre la opción “Download directly” y esperar a que la descarga terminara:

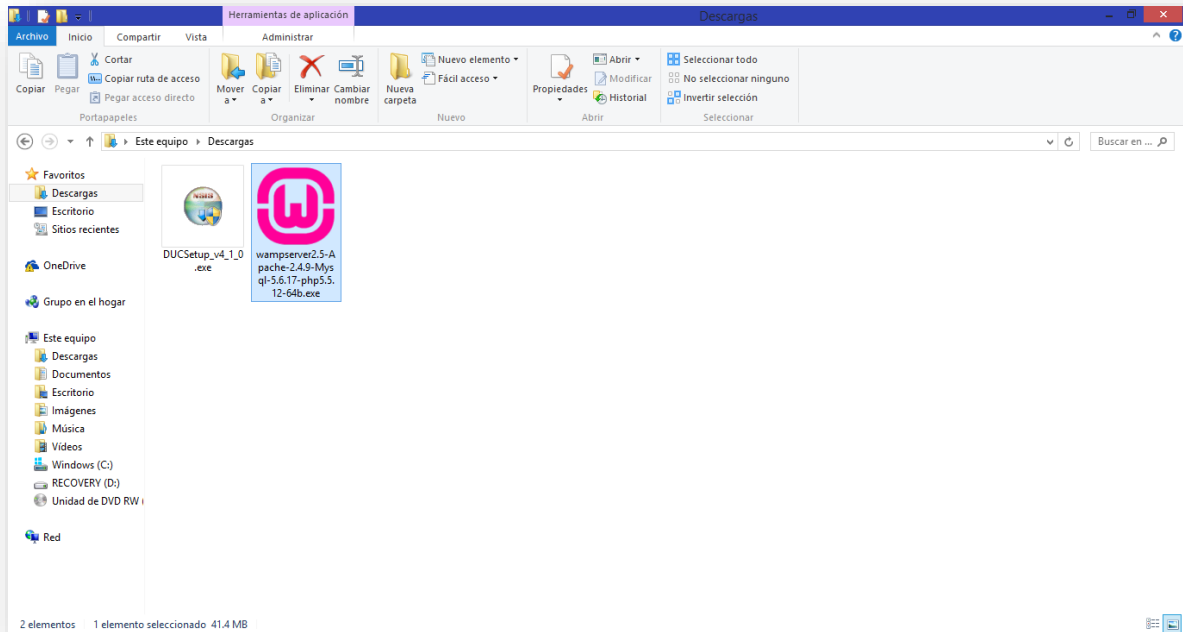
Figura 24: Mensaje de selección de descarga de WAMPServer



Fuente: WAMPServer, 2015 (www.wampserver.com)

Al igual que con NO-IP el software se descarga en un archivo ejecutable .exe, y de igual manera la instalación depende del sistema operativo del usuario y las características del equipo con el que se cuenta:

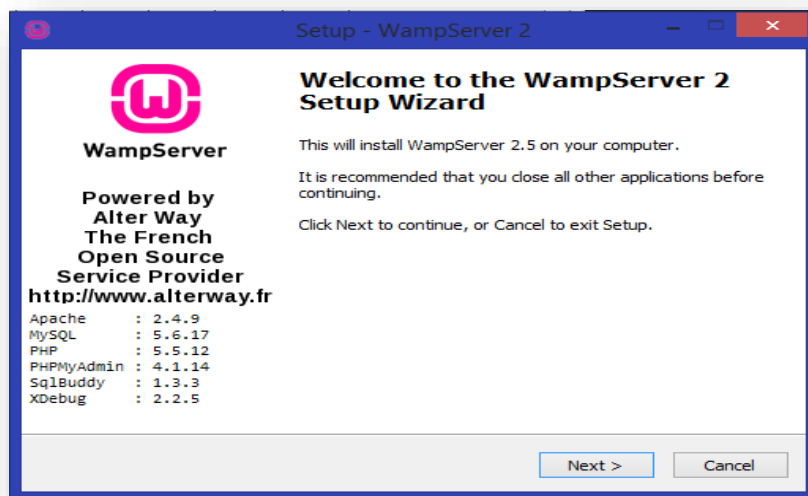
Figura 25: Archivo de instalacion de WAMPServer



Fuente: Elaboración propia

La instalación es realmente muy intuitiva, simplemente hay que seguir los pasos que indica el asistente de instalación (Figura 27) y esperar a que termine la misma:

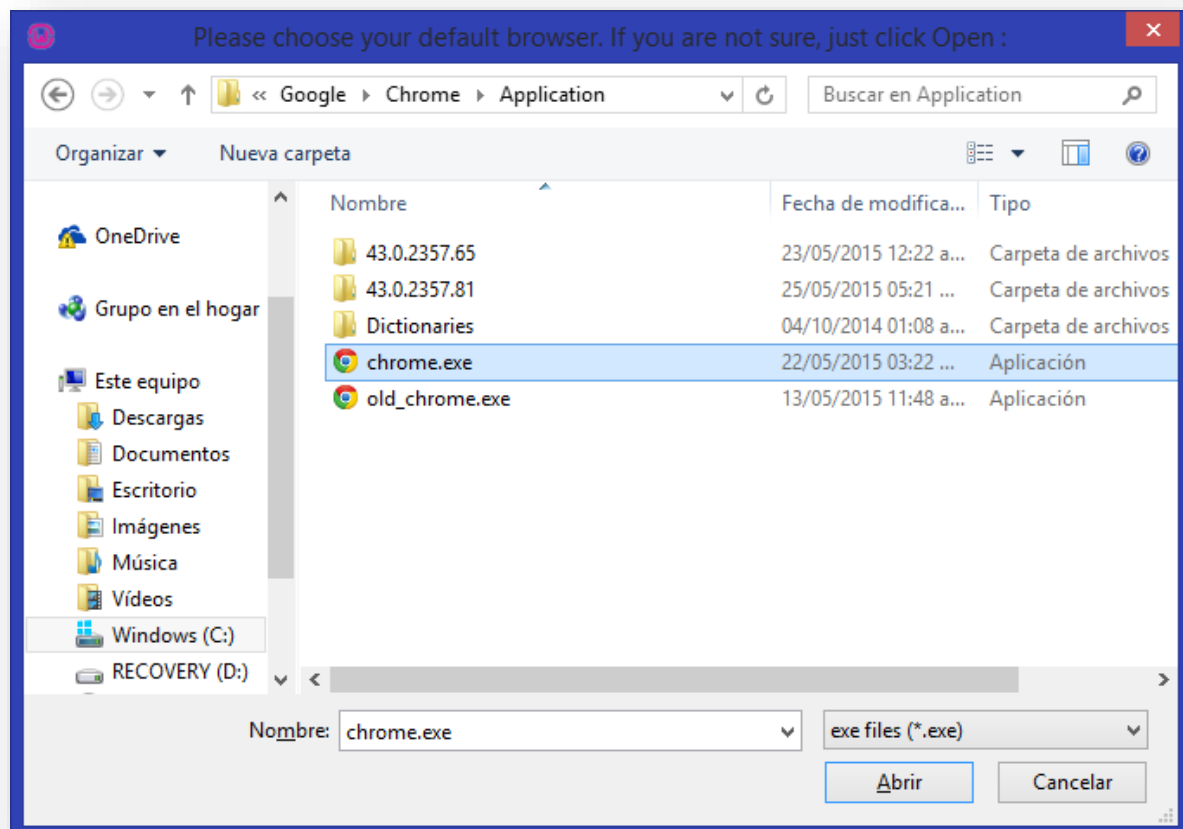
Figura 26: Ventana inicial de instalacion de WAMPServer



Fuente: Elaboración propia

Para finalizar la instalación se nos pide que se lleven a cabo algunas sencillas configuraciones básicas, la primera es seleccionar el navegador por defecto con el que estaremos administrando los servicios, como se puede ver en la Figura 28 el explorador que se usó en el desarrollo de este proyecto fue Chrome:

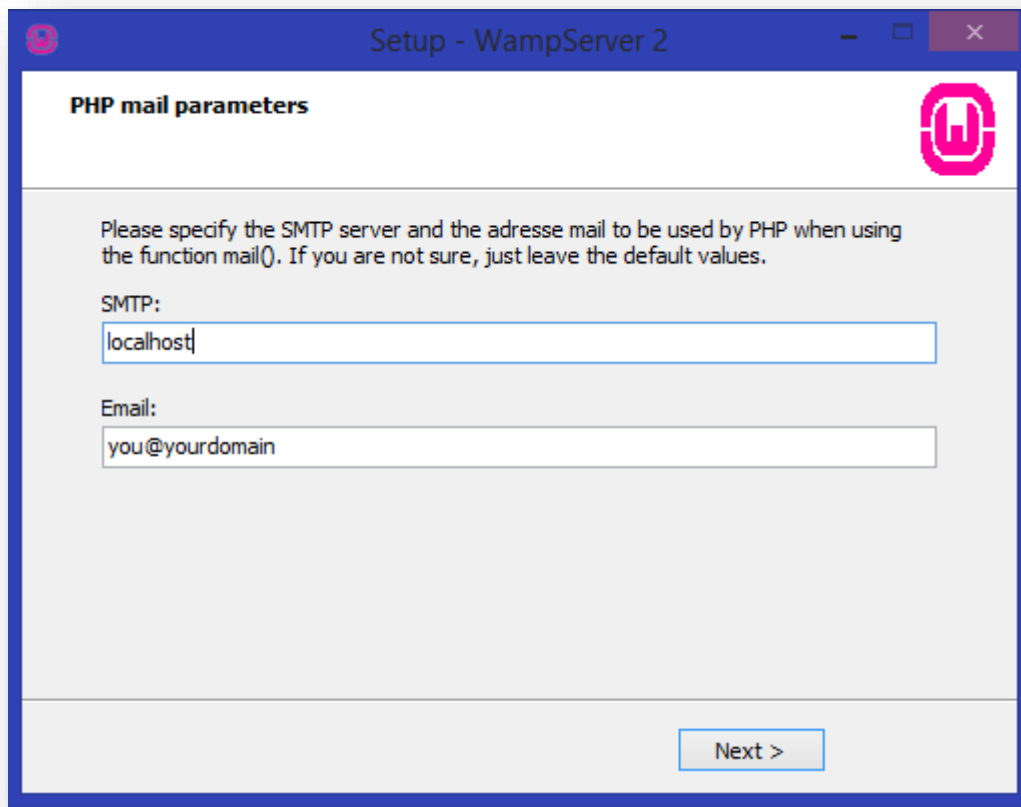
Figura 27: Ventana de selección para explorador por defecto de WAMPServer



Fuente: Elaboración propia

Si se desea, se puede especificar algún mail para ser usado por PHP o simplemente omitir esta acción:

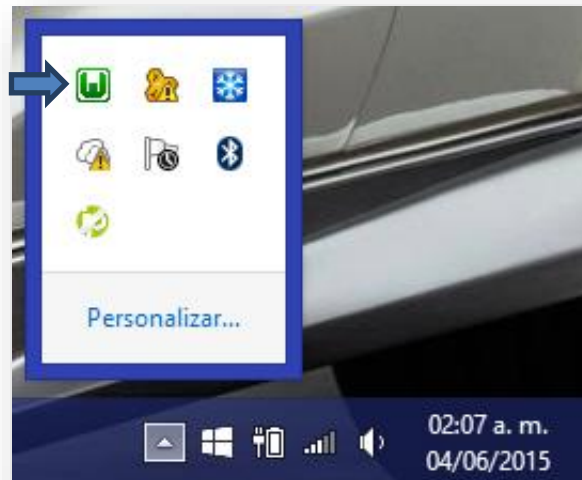
Figura 28: Ventana de configuración del protocolo simple de transferencia de correo



Fuente: Elaboración propia

Una vez configurado esto al abrir WAMPServer se muestra en la barra de tareas el icono de WAMPServer tal como se ve en la Figura 30:

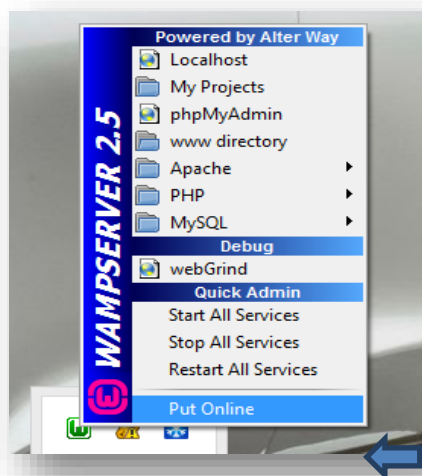
Figura 29: Icono de configuracion de WAMPServer



Fuente: Elaboración propia

Por defecto el servicio se inicia en modo “Offline”, para que los usuarios tengan acceso a este deben dar clic izquierdo sobre el icono de WAMPServer y seleccionar la opción “Put Online” como se ve en la siguiente Figura:

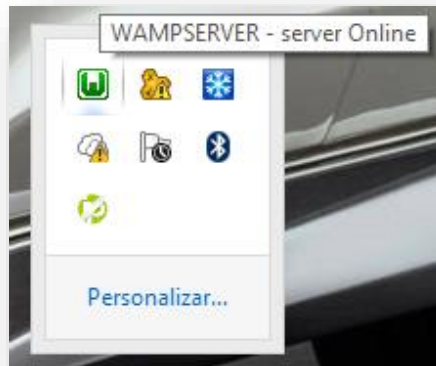
Figura 30: Menu de administracion de WAMPServer



Fuente: Elaboración propia

Una vez hecho esto la descripción del icono de WAMPServer cambia por la leyenda “WAMPSEVER – Server online” (Figura 32), con lo cual se puede estar seguro que los usuarios ya podrán tener acceso al servicio:

Figura 31: Servidor de WAMPServer en línea

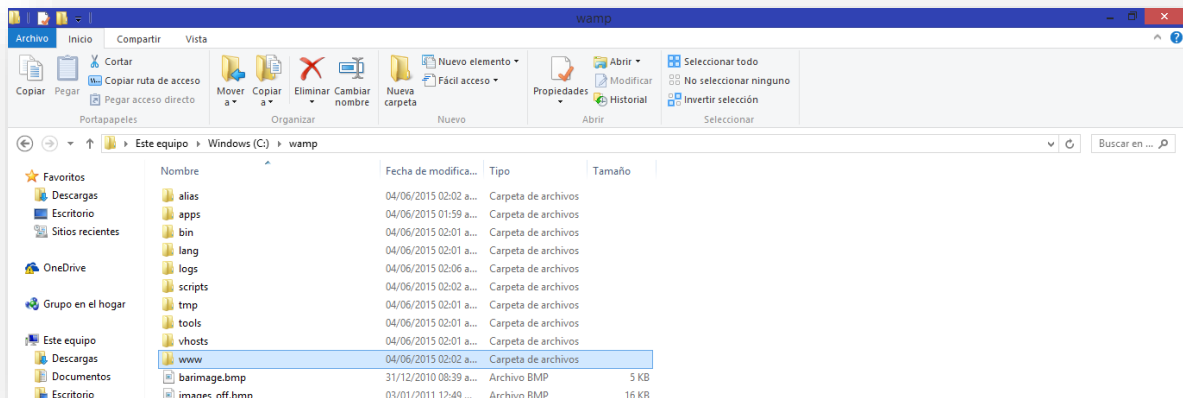


Fuente: Elaboración propia

4.4 PRUEBAS DE SOLICITUD DE ACCESO

Al moverse a la ruta de instalación de WAMPServer (Por defecto “C:\wamp”) se pueden encontrar las carpetas y archivos generados por el software durante la instalación, entre ellas la carpeta “www”:

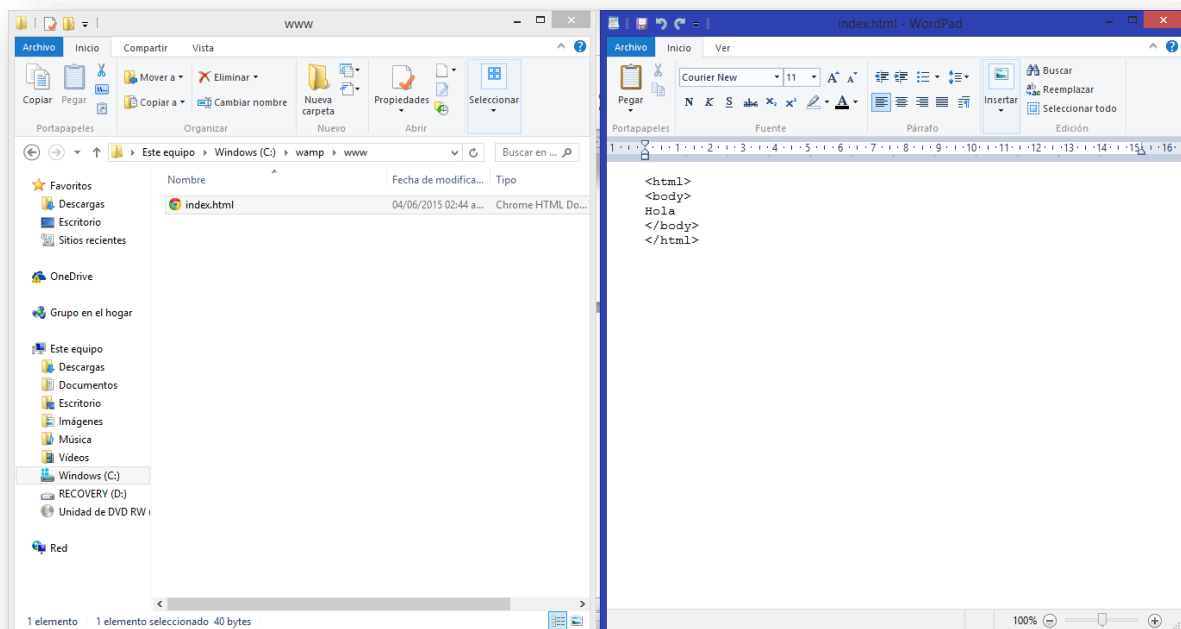
Figura 32: Carpeta de acceso a WAMPServer



Fuente: Elaboración propia

En esta carpeta es donde se deben colocar los archivos y páginas a las que los usuarios de nuestro sistema tendrán acceso, pero para esto primero se realizó una prueba para saber si en verdad estos tienen acceso desde internet. La forma más fácil se muestra a continuación, la cual consiste en generar mediante bloc de notas una sencilla página web la cual se guardó dentro de la carpeta “www”:

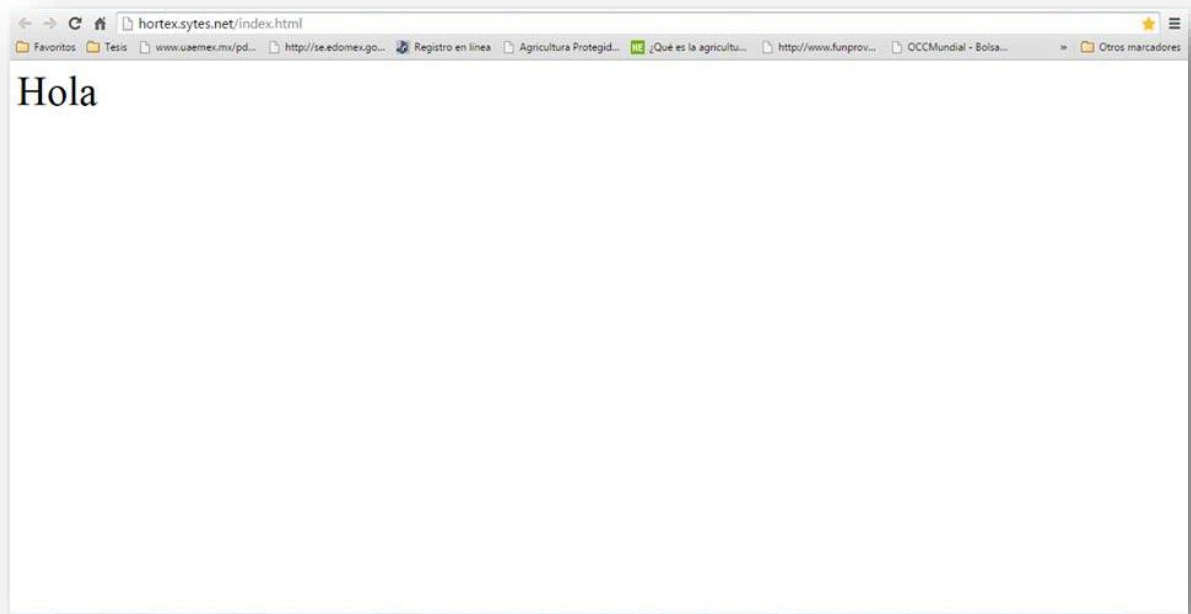
Figura 33: Pagina de prueba de acceso a WAMPServer



Fuente: Elaboración propia

Una vez colocada esta página dentro de la carpeta “www” se procedió a acceder a ella desde algún equipo ubicado en otro lugar a través de internet y mediante la dirección configurada en el servicio de NO-IP acompañada del nombre de la página de prueba (“http://hortex.sytes.net/index.html”), obteniendo así el siguiente resultado:

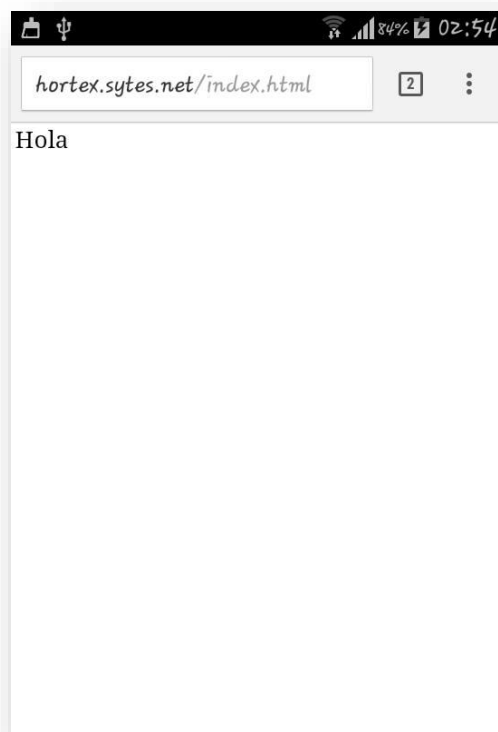
Figura 34: Prueba de acceso remoto a WAMPServer



Fuente: Elaboración propia

De la misma manera, y como se puede ver en la siguiente figura, se accedió a la página desde un dispositivo móvil con acceso a internet:

Figura 35: Prueba de acceso remoto a WAMPServer desde dispositivos móviles



Fuente: Elaboración propia

4.5 DISEÑO DE LA BASE DE DATOS

La base de datos de este proyecto es realmente muy básica, pues no requiere de un complejo modelo Entidad-Relación para ser montada sobre el SIG, simplemente se requirió digitalizar todos los datos en un archivo .csv debido a que para el sistema no era estrictamente necesario ejecutar consultas elaboradas. El diseño básico de la base de datos quedó estructurado como se muestra a continuación:

Figura 36: Base de datos con la información de los invernaderos de Hortex

FOLIO	LATITUD	LONGITUD	LOCALIDAD	EDAD (AÑOS)	AÑOS DE EXPLANTACION	IMPORTANCIA	POSESION	TIPO DE CULTIVO	TIPO DE INVERNADERO	TIPO DE CUBIERTA	VARIEDAD	RENDIMIENTO	INGRESOS	EQUIP. M(C)	EQUIP. M(D)	EQUIP. M(E)	EQUIP. M(F)
ER001	19.534042	-98.729456	SAN JUAN TC	33	4 B)	COMPLEM A)	PROPIA	500 A)	VENTANA	JITOMATE	CID	10	\$5.50 SI		NO	NO	
ER002	19.532576	-98.730122	SAN JUAN TC	50	4 A)	TIEMPO C A)	PROPIA	400 C)	TUNEL	JITOMATE	CID	6	\$6.00 NO		NO	NO	
ER003	19.539205	-98.749014	SANTO TOM.	48	3 B)	COMPLEM A)	PROPIA	500 A)	VENTANA	JITOMATE	CID	5	\$5.50 NO		NO	NO	
ER004	19.555588	-98.791884	SAN ANDRES	37	4 B)	COMPLEM A)	PROPIA	500 A)	VENTANA	JITOMATE	CID	4	\$6.00 NO		NO	NO	
ER005	19.559381	-98.788125	SAN BERNAR	46	4 B)	COMPLEM B)	RENTADA	500 A)	VENTANA	JITOMATE	CID	9	\$6.00 SI		NO	NO	
ER006	19.55899	-98.789708	SAN BERNAR	68	3 B)	COMPLEM A)	PROPIA	500 A)	VENTANA	JITOMATE	VENGADOR	5	\$6.50 NO		NO	NO	
ER007	19.567211	-98.793815	SAN PEDRO (	44	10 A)	TIEMPO C A)	PROPIA	500 A)	VENTANA	JITOMATE	SALADETTE	10	\$8.00 SI		NO	NO	
ER008	19.566525	-98.782415	SAN PEDRO (	41	5 A)	TIEMPO C A)	PROPIA	1000 A)	VENTANA	JITOMATE	CID	22	\$10.00 SI		NO	SI	
ER009	19.566525	-98.780911	SAN PEDRO (	46	10 A)	TIEMPO C A)	PROPIA	1500 A)	VENTANA	JITOMATE	CID	25	\$12.00 SI		SI	SI	
ER010	19.566395	-98.783851	SAN PEDRO (	48	4 B)	COMPLEM A)	PROPIA	500 A)	VENTANA	JITOMATE	CID	10	\$8.00 SI		NO	SI	
ER011	19.570173	-98.787949	SAN PEDRO (	48	9 A)	TIEMPO C A)	PROPIA	800 A)	VENTANA	JITOMATE	SALADETTE	15	\$10.00 NO		NO	NO	
ER012	19.567105	-98.783953	SAN PEDRO (	51	5 B)	COMPLEM A)	PROPIA	500 B)	VENTANA	JITOMATE	BOLA	12	\$8.00 NO		NO	NO	
ER013	19.567985	-98.795049	SAN PEDRO (	43	4 B)	COMPLEM A)	PROPIA	500 A)	VENTANA	JITOMATE	CID	7	\$7.00 SI		NO	NO	
ER014	19.568069	-98.782914	SAN PEDRO (	41	5 A)	TIEMPO C A)	PROPIA	500 A)	VENTANA	JITOMATE	SALADETTE	7	\$5.50 SI		NO	NO	
ER015	19.575286	-98.812353	BARRIO LA S.	45	5 B)	COMPLEM A)	PROPIA	800 C)	TUNEL	JITOMATE	CID	7	\$6.00 SI		NO	NO	
ER016	19.576679	-98.811195	BARRIO LA S.	48	5 B)	COMPLEM A)	PROPIA	500 A)	VENTANA	JITOMATE	ESPARTACO	8	\$6.00 SI		NO	NO	
ER017	19.572763	-98.823035	BARRIO LA C.	57	4 A)	TIEMPO C A)	PROPIA	450 A)	VENTANA	JITOMATE	CID	4	\$8.00 SI		NO	NO	
ER018	19.569666	-98.817582	BARRIO EL C.	72	5 B)	COMPLEM A)	PROPIA	400 A)	VENTANA	JITOMATE	DONATELLO	5	\$9.00 NO		NO	NO	
ER019	19.577063	-98.812619	BARRIO LA S.	63	4 B)	COMPLEM A)	PROPIA	400 A)	VENTANA	JITOMATE	CID	4	\$6.50 SI		NO	NO	
ER020			BARRIO LA S.	39	5 B)	COMPLEM A)	PROPIA	500 A)	VENTANA	JITOMATE	TEQUILA	6	\$5.50 SI		NO	NO	

Fuente: Elaboración propia

Para el proceso de creación de los datos se contactó a la Lic. Alejandra Garrido Espinosa, Investigadora de la Universidad Autónoma Chapingo y quien ayudó a realizar el vínculo con los productores de la asociación Hortex, además de brindar asesoría en el aspecto agro empresarial. Una vez establecido el contacto, se procedió a la captura de la información deseada, la cual se basó en un cuestionario otorgado por SAGARPA en el cual se incluyen preguntas generales acerca de los invernaderos, así como preguntas de equipamiento, control de calidad, control de producción, etc.

Inicialmente la captura de los datos se realizó sobre papel, directamente sobre estas encuestas, sin embargo, posteriormente se optó por hacer uso de una aplicación para dispositivos móviles desarrollada por la P. en Ing. En Comp. Yesenia López López, compañera del Centro Universitario UAEM Texcoco. Esta aplicación simplifico el proceso de captura de información, además de permitir

hacer uso del GPS del mismo dispositivo móvil para guardar la ubicación geográfica de cada invernadero y de la misma manera tomar fotografías de cada instalación permitiendo relacionarlas al nombre o clave asignadas a cada productor y su invernadero y guardando toda esta información directamente en el celular en un archivo de tipo “.csv”.

4.6 GENERACIÓN DE LOS MAPAS

Una vez generado el archivo .csv con los datos necesarios para llevar a cabo este proyecto, el siguiente paso fue generar los mapas a partir de este archivo, para lo cual se requirió de la herramienta QGIS. Este software se descargó desde su web oficial (www.qgis.org/es/site/):

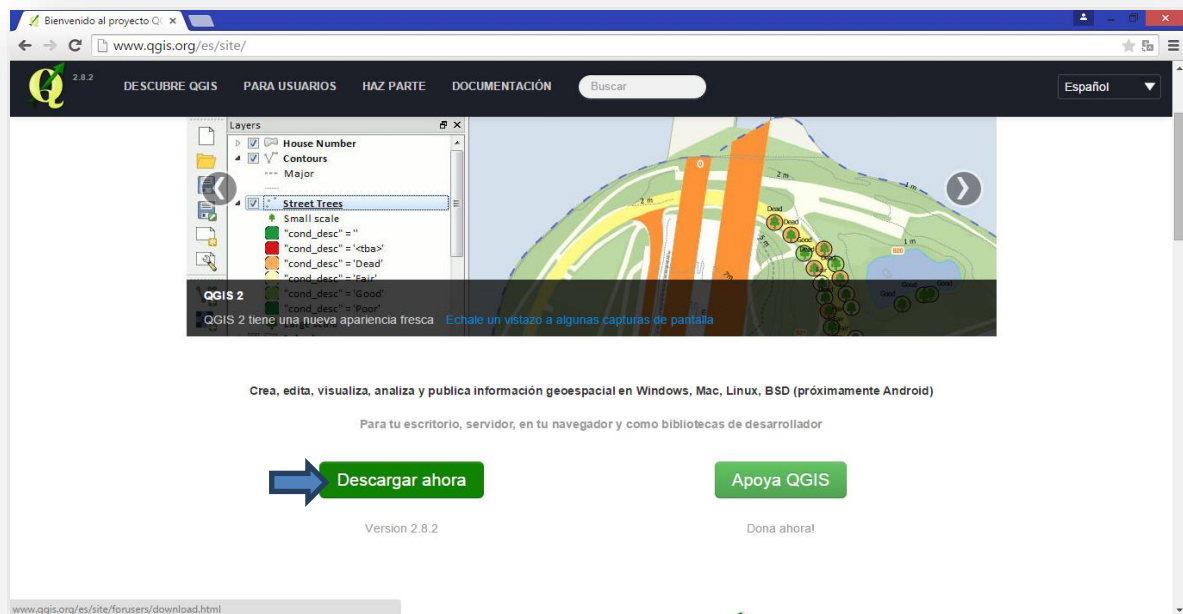
Figura 37: Página oficial de QGIS



Fuente: QGIS, 2015 (www.qgis.org)

Ya en la página oficial de QGIS desplazándose hacia abajo hasta encontrar el botón “Descargar ahora” y dar clic en esa sección como se muestra en la Figura 39:

Figura 38: Página oficial de QGIS



Fuente: QGIS, 2015 (www.qgis.org)

Al dar clic en este botón se re direcciona a la página de descarga de QGIS, en la cual bastara con seleccionar la versión del software que corresponda a nuestro Sistema Operativo y esperar a que la descarga termine (Figura 40):

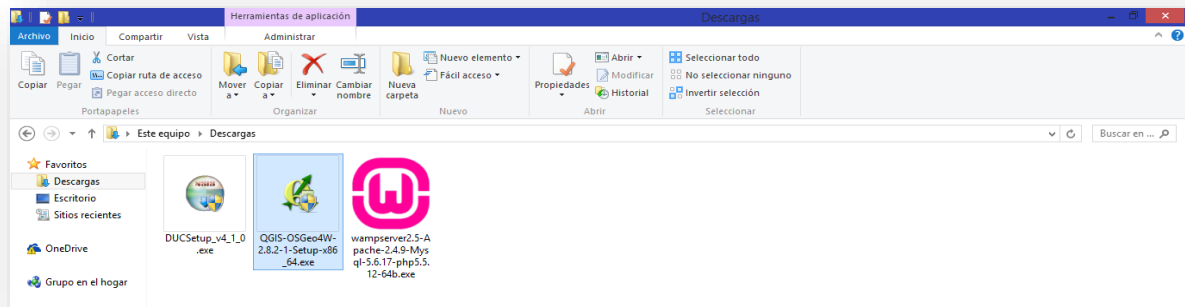
Figura 39: Pagina de descarga de QGIS



Fuente: QGIS, 2015 (www.qgis.org)

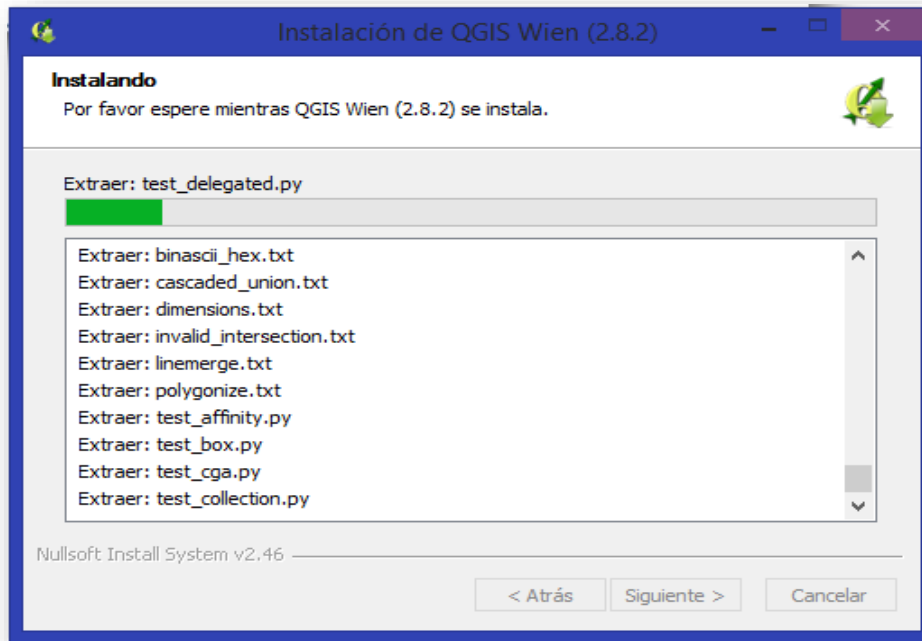
Una vez que termina la descarga se puede ver que al igual que con WAMPServer y NO-IP el software se instala a partir de un archivo .exe. De la misma manera que con estas herramientas el proceso de instalación dependerá del Sistema Operativo con el que trabajemos:

Figura 40: Archivo de instalacion de QGIS



Fuente: Elaboración propia

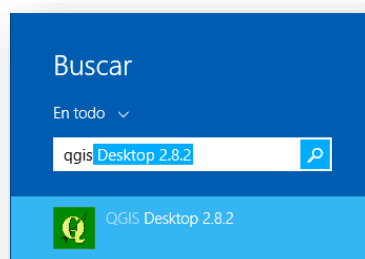
Figura 41: Proceso de instalación de QGIS



Fuente: Elaboración propia

Una vez finalizada la instalación del software se podrán generar los mapas con la información obtenida directamente de la base de datos. Para se debe buscar el icono de QGIS en nuestro equipo (esto dependerá del sistema operativo que se esté usando. En este caso, como se muestra a continuación, se está trabajando bajo Windows 8.1):

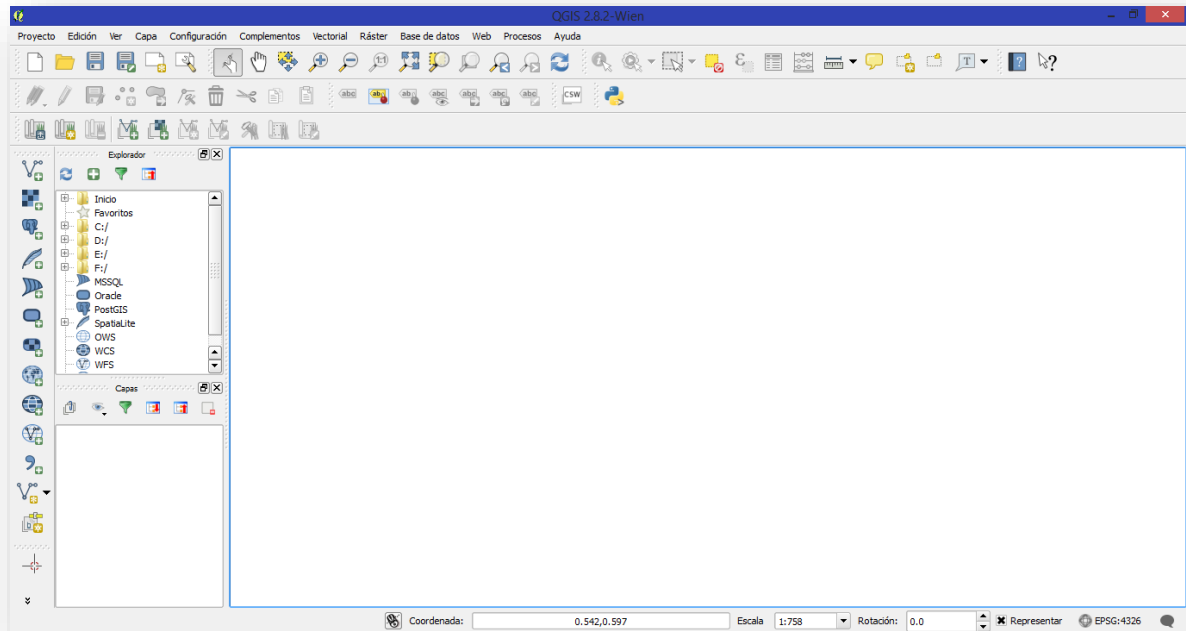
Figura 42: Icono de inicio de QGIS



Fuente: Elaboración propia

Se ejecuta el Software y se espera a que este inicie su interfaz (Figura 44):

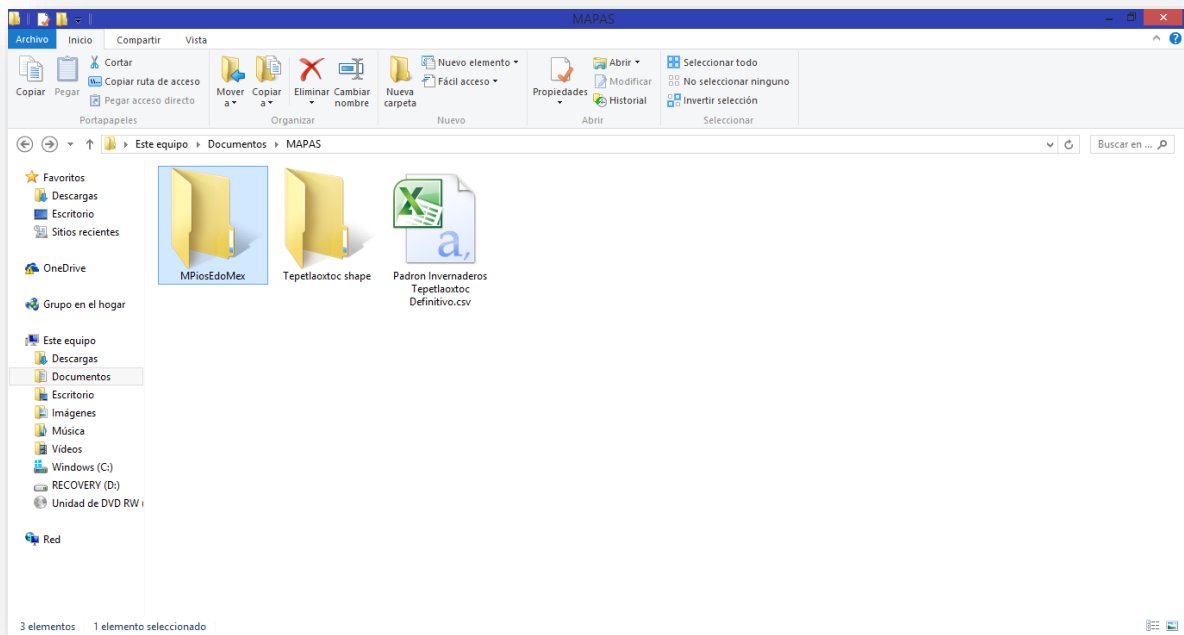
Figura 43: Ventana principal de QGIS



Fuente: Elaboración propia

Ya en la interfaz gráfica de QGIS el siguiente paso consiste en cargar al software las capas (archivos .shape) que servirán como base para mostrar la información deseada. En este punto dependiendo del proyecto a desarrollar se pueden generar capas personalizadas o intentar conseguir alguna ya previamente diseñada en la web. Para el desarrollo de este proyecto se utilizaron básicamente 3 capas (Figura 45). La primera, una capa con la división política por municipios del Estado de México, La segunda capa, una capa única del municipio de Tepetlaoxtoc. Finalmente una tercera capa generada a partir del archivo .csv proporcionado por la aplicación para móviles previamente mencionada:

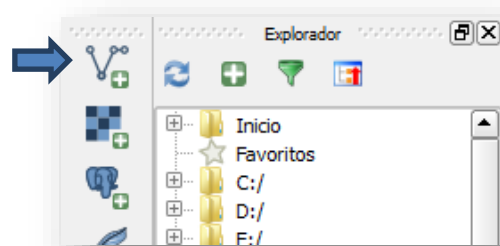
Figura 44: Conjunto de capas usadas para el desarrollo del proyecto



Fuente: Elaboración propia

Ya con estos recursos a nuestro alcance se puede proceder a importarlos a QGIS, para esto se debe buscar el botón “añadir capa vectorial” ubicado en la barra lateral izquierda del software como se ve a continuación:

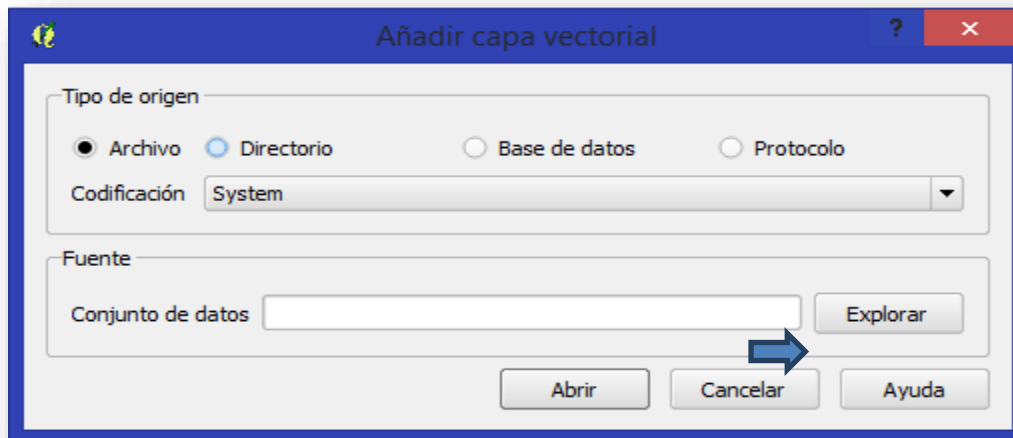
Figura 45: Boton “añadir capa vectorial”



Fuente: Elaboración propia

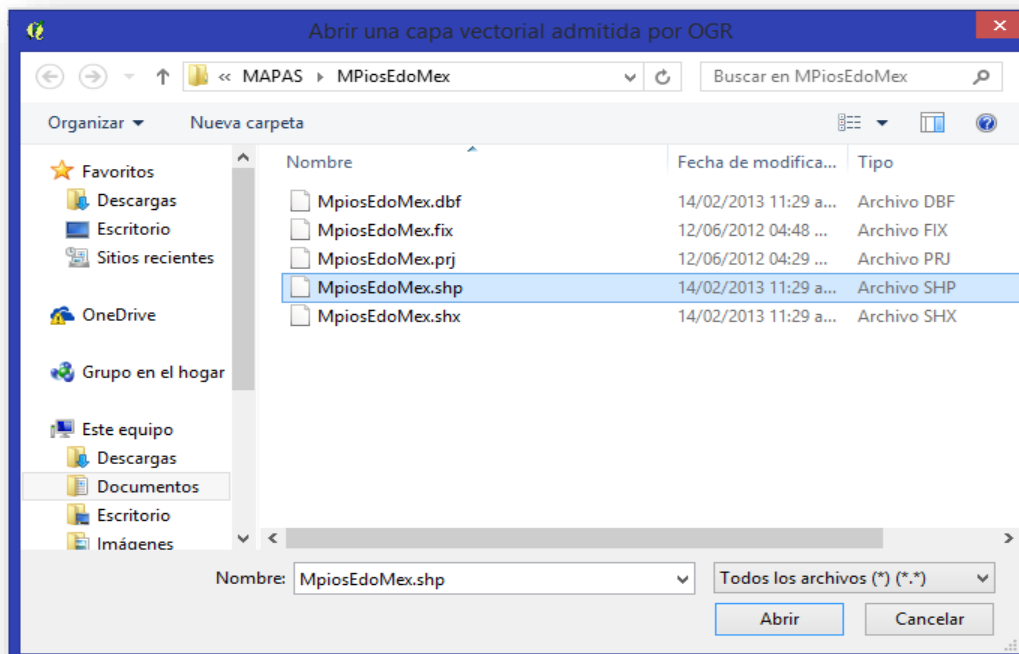
Se despliega el asistente para cargar capas a nuestro proyecto (Figura 47), en esta sección importamos la shape deseada, basta dar clic sobre el botón “Explorar” para abrir el explorador de archivos y seleccionar el archivo .shp:

Figura 46: Asistente de carga para capas vectoriales



Fuente: Elaboración propia

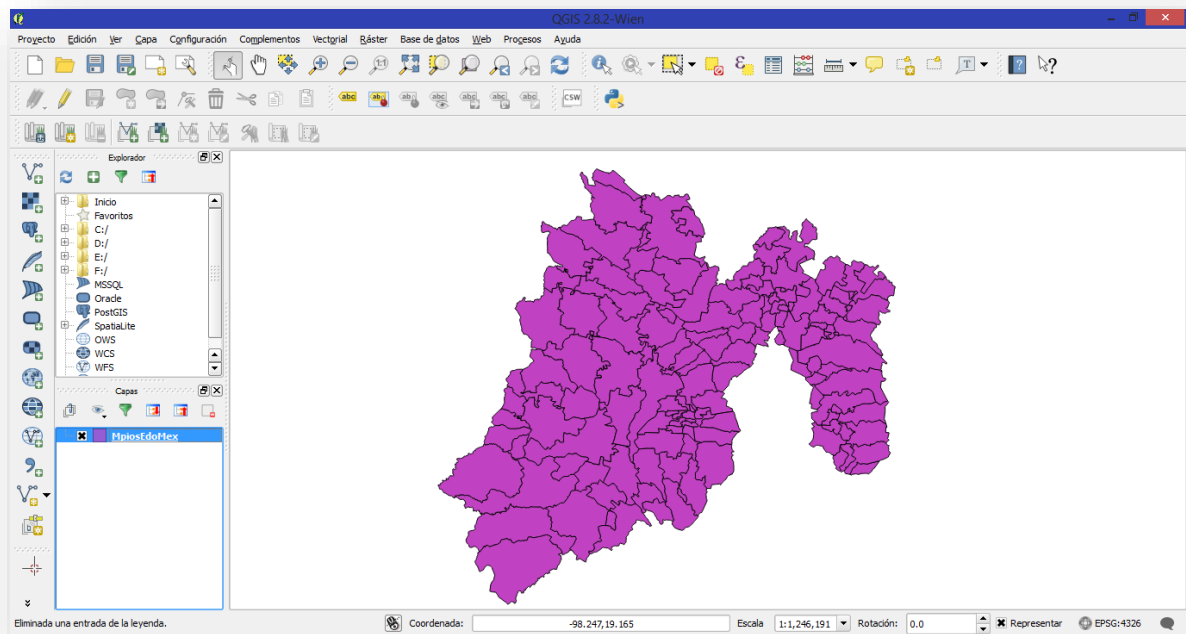
Figura 47: Ventana de selección de shapes



Fuente: Elaboración propia

Por ultimo presionando el botón “Abrir” este archivo se importara a QGIS y se mostraran sobre el área de trabajo su contenido como se muestra a continuación:

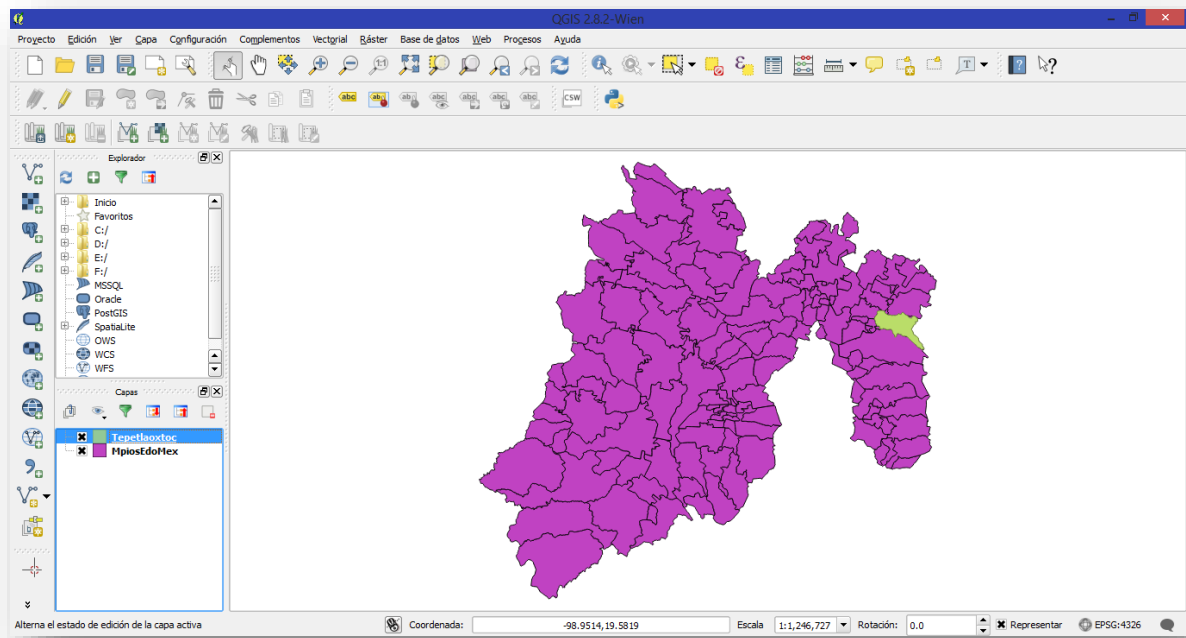
Figura 48: Interfaz de QGIS con una shape ya cargada



Fuente: Elaboración propia

El mismo proceso fue aplicado para importar posteriormente el archivo con la shape del municipio de Tepetlaoxtoc, quedando representado de la siguiente manera:

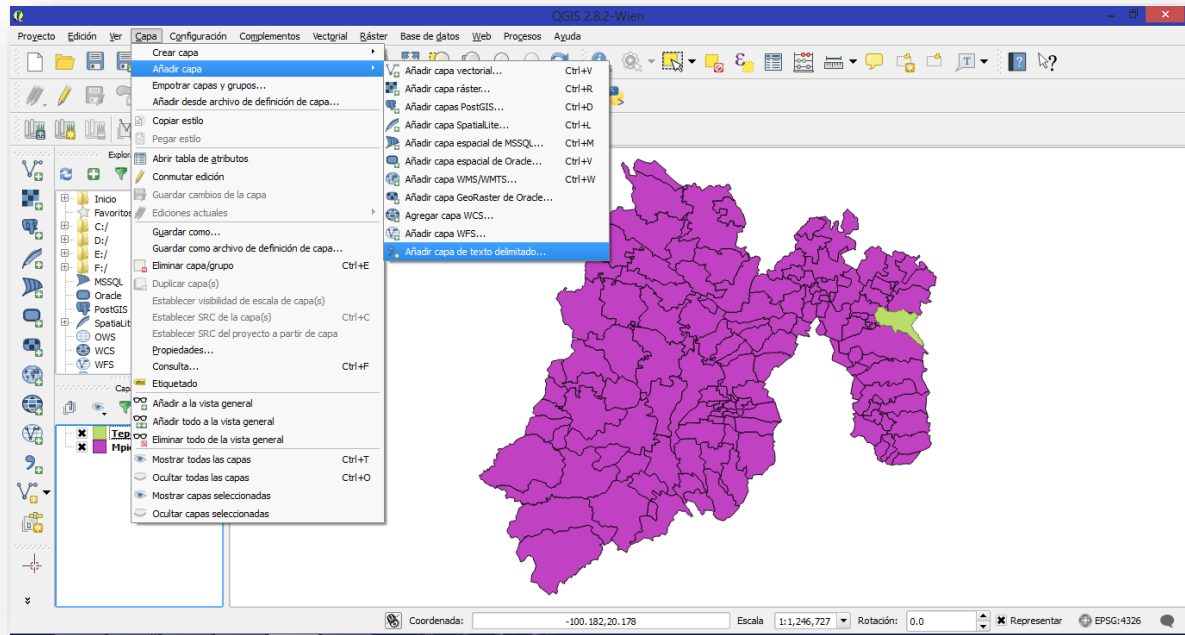
Figura 49: Interfaz de QGIS con una segunda capa cargada



Fuente: Elaboración propia

Por último se debe generar una nueva capa a partir de los datos almacenados en nuestro archivo .csv, para esto se hace uso de la herramienta de creación de capas a partir de un archivo de texto. Para esto ubicaremos el botón “Añadir capa de texto delimitado” dentro de la sección “Añadir capa”, que se encuentra en el menú “Capas” (Figura 51):

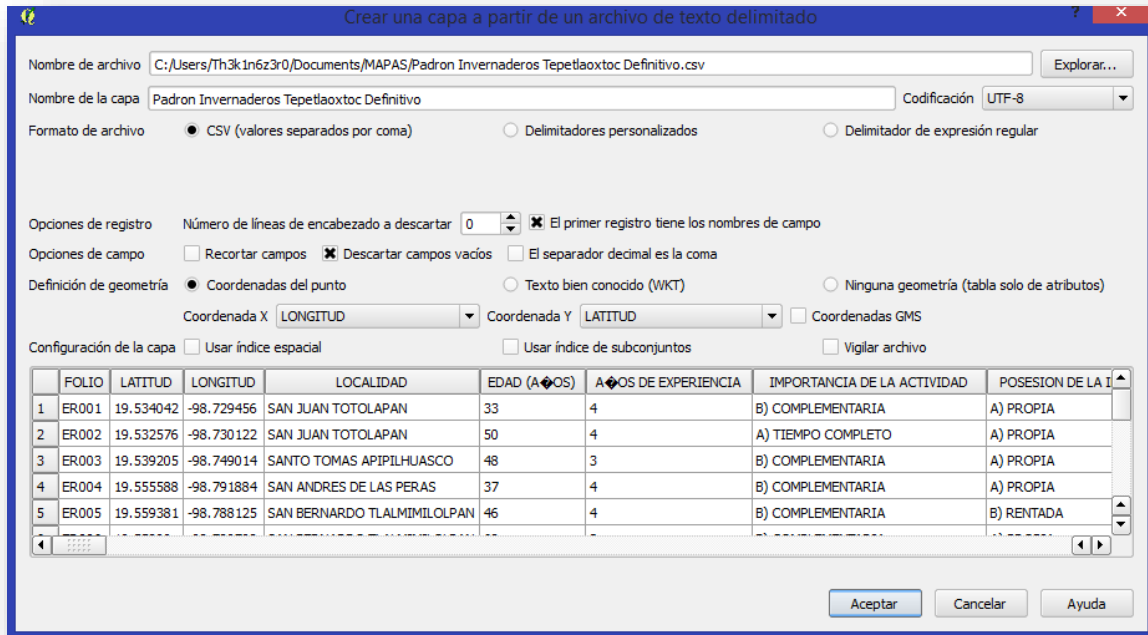
Figura 50: Opción “Añadir capa de texto delimitado”



Fuente: Elaboración propia

En el asistente de creación de capas se debe seleccionar en primer lugar nuestro archivo de texto, para esto se da clic en el botón “Explorar” y se selecciona el archivo que contiene la información deseada. Posteriormente se asigna un nombre a la capa y se le indica a QGIS cuáles serán los campos a utilizar para referenciar geográficamente esta información (Longitud y Latitud) quedando configurada esta sección de la siguiente manera:

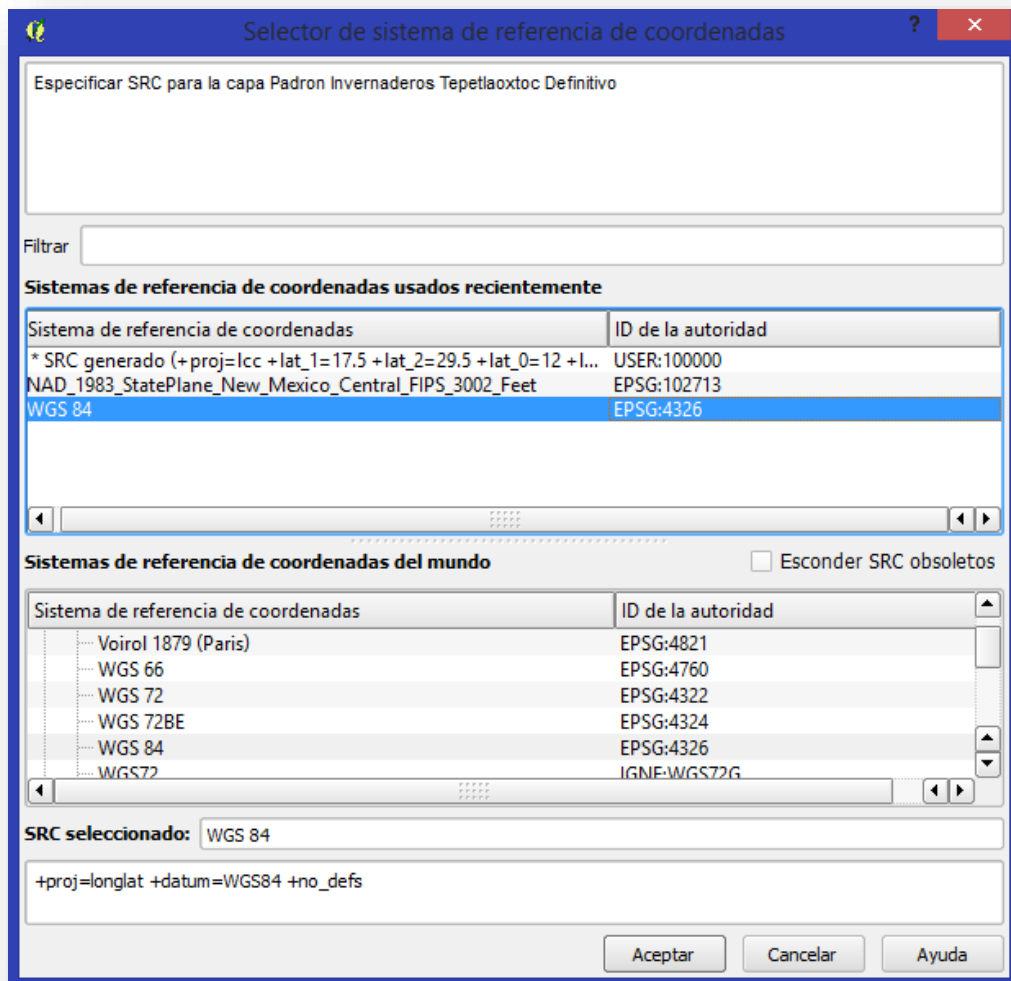
Figura 51: Asistente de creación de capas



Fuente: Elaboración propia

Una vez terminado este proceso basta con dar clic en el botón aceptar para que se muestre una nueva ventana en la que se debe elegir el sistema de referencias de coordenadas en la que se está trabajando, como se ve en la figura 53 este proyecto se llevó a cabo usando el sistema de coordenadas mundial WGS84:

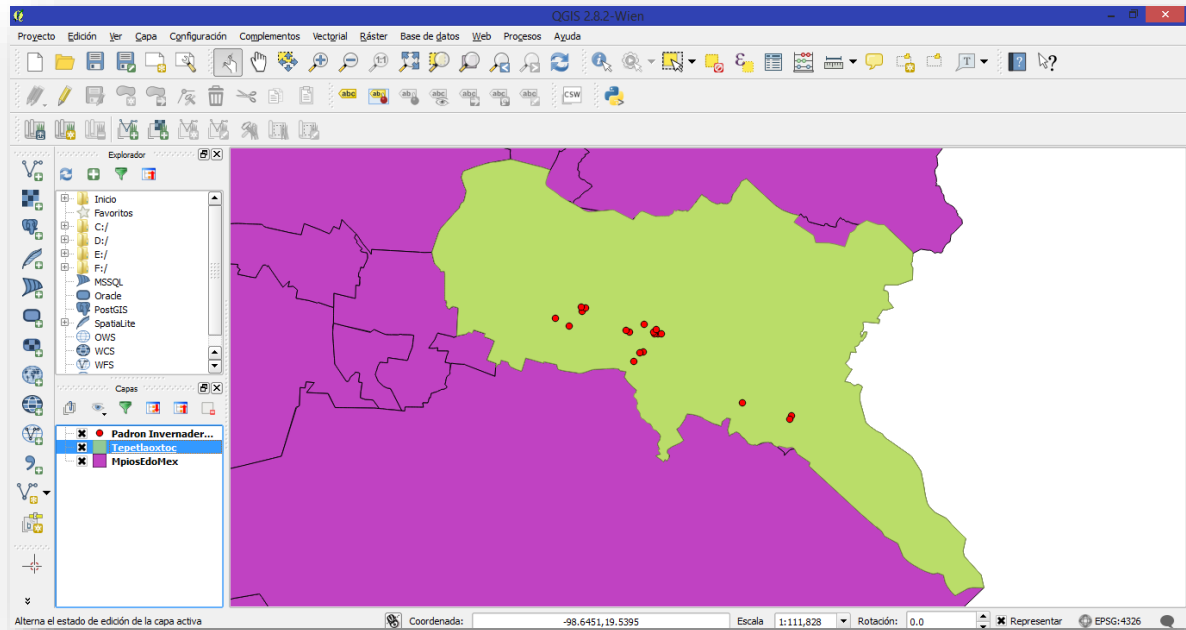
Figura 52: Ventana del selector de sistema de referencia de coordenadas



Fuente: Elaboración propia

Seleccionado nuestro sistema de referencia de coordenadas la representación de nuestros datos quedara de la siguiente manera:

Figura 53: Interfaz de QGIS con las tres capas ya cargadas

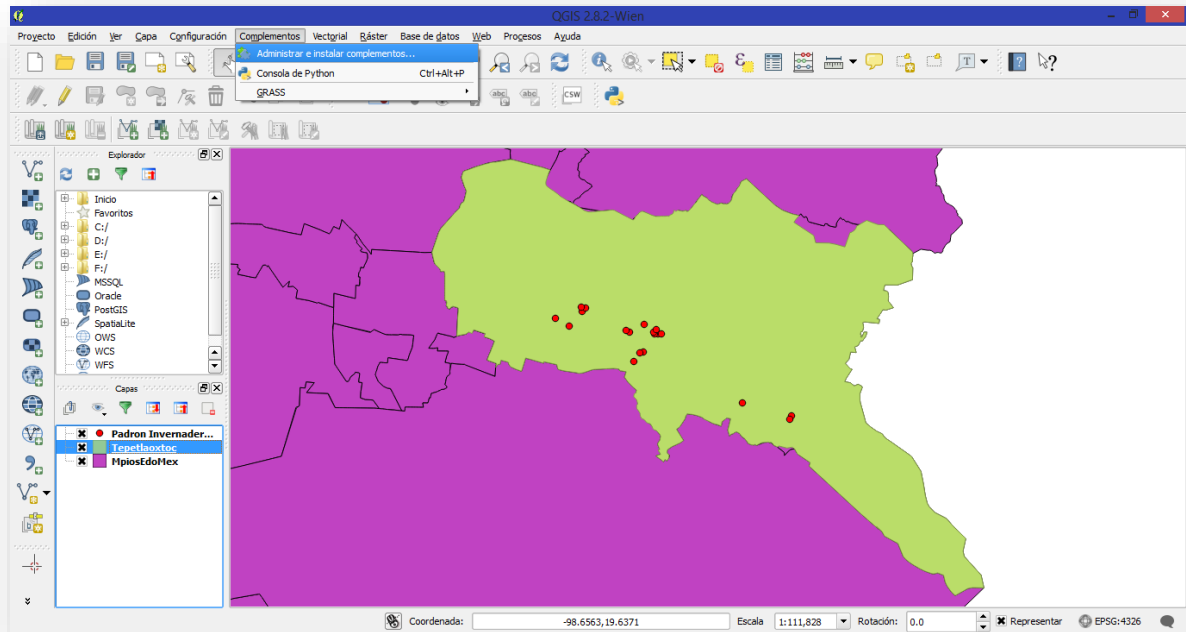


Fuente: Elaboración propia

4.7 IMPLEMENTACIÓN DE LOS MAPAS EN UN ENTORNO WEB

El proceso para implementar los mapas a usar en este proyecto consiste en hacer uso de uno de los muchos pluggins que la plataforma de QGIS pone a nuestra disposición, para obtenerlo únicamente se accedió al administrador de complementos, ubicado en el menú “Complementos” como se muestra a continuación:

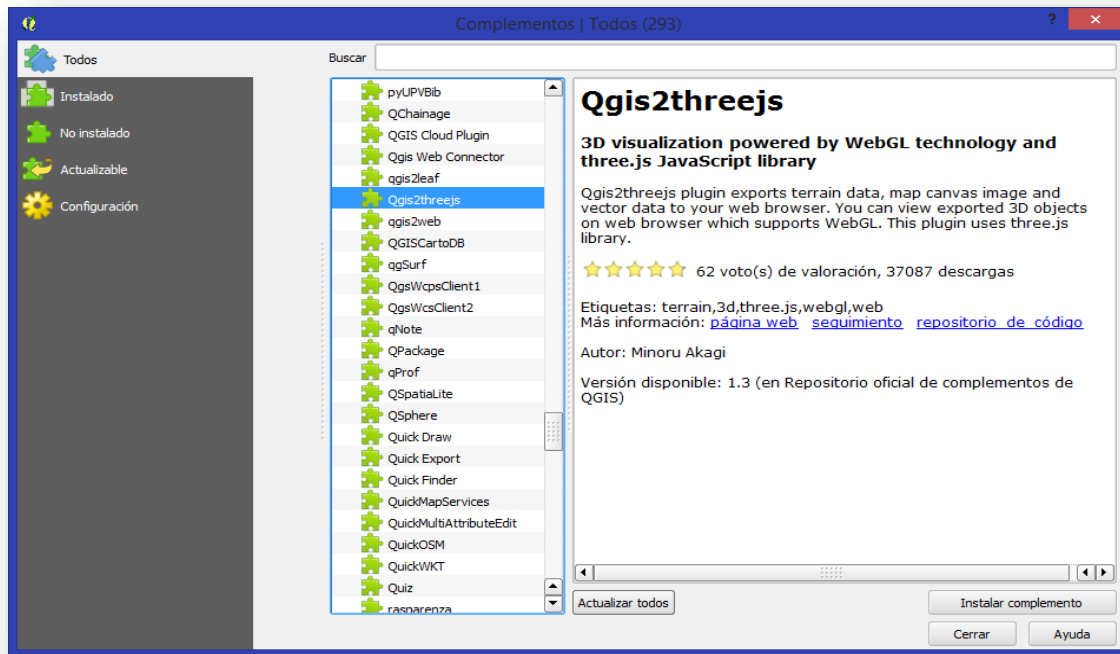
Figura 54: Boton del administrador de complementos de QGIS



Fuente: Elaboración propia

Ya en el administrador de complementos se buscó aquel llamado “Qgis2threesj” (Figura 56) el cual permite exportar el proyecto en un formato para página web con un diseño en 3D:

Figura 55: Descripción del complemento Qgis2threejs



Fuente: Elaboración propia

Con el complemento ya instalado se debe buscar su icono en la barra de

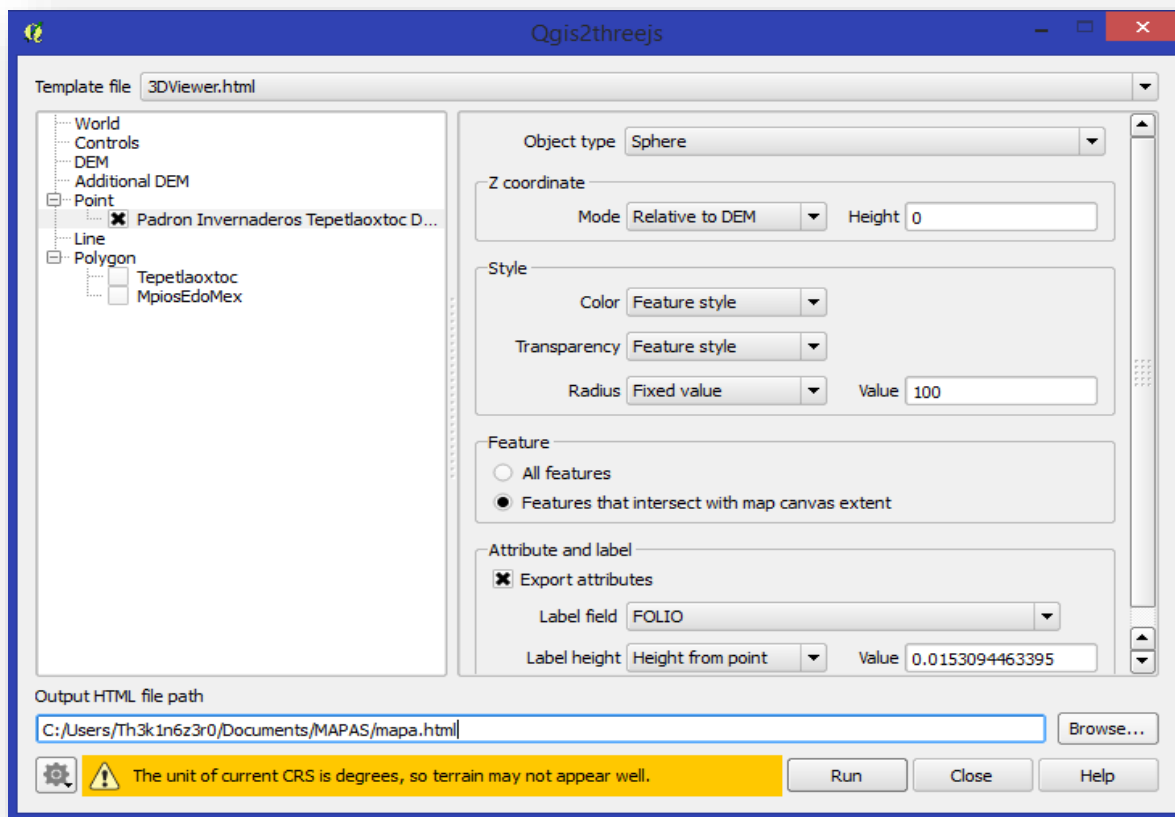
herramientas de QGIS:



Al hacer clic sobre él aparece el asistente del complemento, en él se muestra en un inicio el tipo de plantilla que se desea generar, en el cual se seleccionó “3Dviewer.html”, En la sección de lado izquierdo se marcó la capa que sirvió de referencia para el sistema. En este caso la capa de la que se obtuvo la información es la capa de los invernaderos, por lo cual se marcó esta. En el tipo de objeto a generar seleccionamos la opción “Sphere”, mientras que en la opción “Radius” se le dio a esta un valor de 100, esto se refiere al tamaño de objeto en el que se deberá hacer clic para desplegar dicha información. Por ultimo en la sección “Attribute and label” marcaremos la opción “Export attributes”, con el elemento “FOLIO” y el resto de valores por defecto. Antes de terminar se solicita indicar donde se exportara el archivo html. En esta sección seleccionamos la

página de prueba que se usó al probar las solicitudes de acceso y finalmente se dio clic sobre el botón “Run” para terminar de generar el mapa:

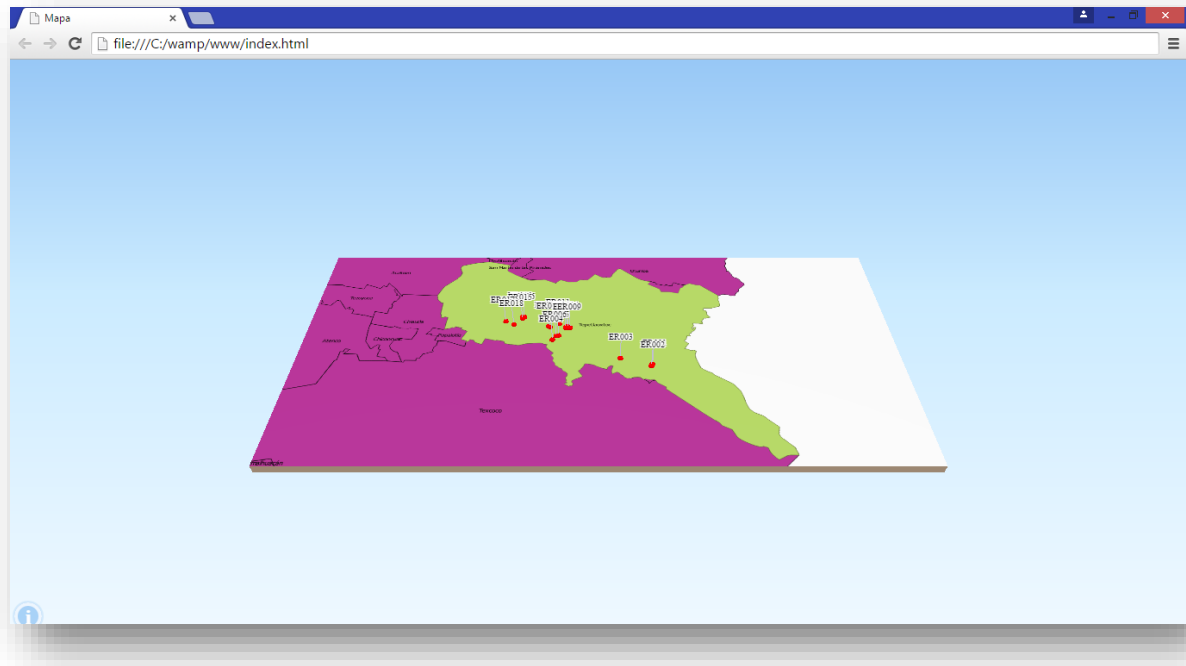
Figura 56: Asistente de configuración de Qgis2threejs



Fuente: Elaboración propia

Una vez terminado el proceso de carga se puede abrir el archivo creado, el cual despliega el mapa de la siguiente manera:

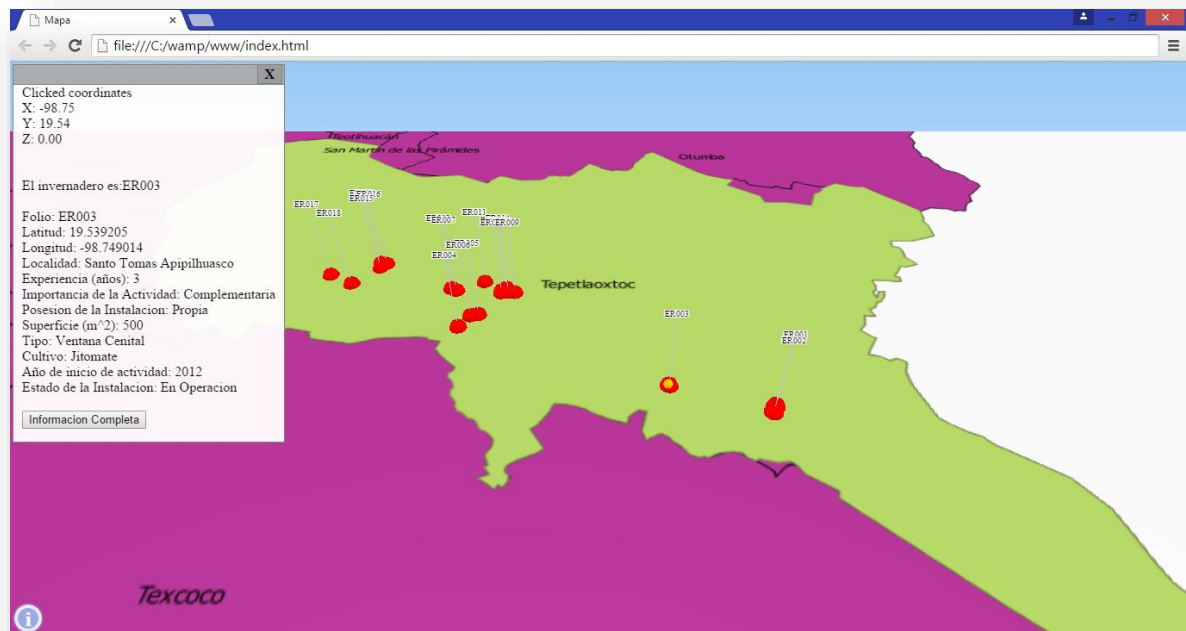
Figura 57: Mapa generado por Qgis2threejs



Fuente: Elaboración propia

Cada punto rojo localizado en el mapa representado con una esfera hace referencia a cada invernadero del municipio, por lo cual al dar clic sobre cada uno de ellos se despliega una ventana emergente con la información respectiva de estos (Figura 59):

Figura 58: Ventana emergente de información por invernadero



Fuente: Elaboración propia

4.8 DESARROLLO DEL SITIO WEB

Para diseñar el sitio web se optó por utilizar una plantilla CSS con un diseño que se adaptara a las necesidades del sistema, para esto se buscó un modelo de plantilla con un diseño estético obtenido de la página www.templatemonster.com. El diseño elegido fue GoodCook el cual originalmente estaba pensado para el tema de alimentos y que lucía de la siguiente manera:

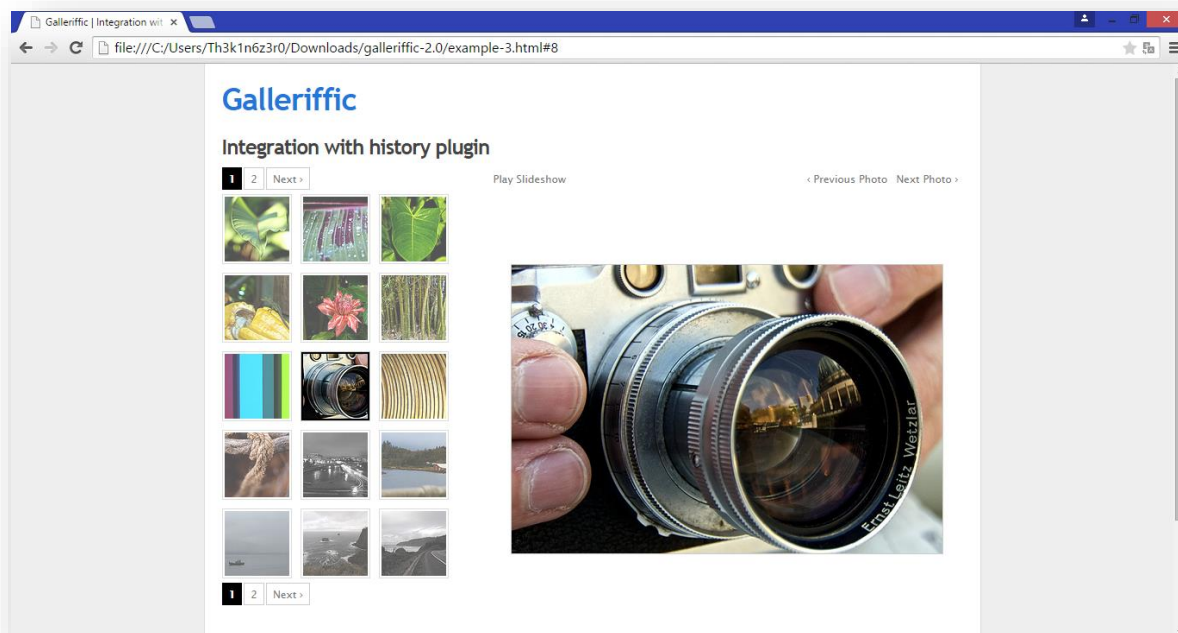
Figura 59: Plantilla original seleccionada



Fuente: Template Monster, 2015 (www.templatemonster.com)

Se eligió este diseño debido a que tenía implementadas algunos tipos de galerías que le darían al sitio un aspecto muy estético, además se utilizaron algunos pluggins previamente diseñados para implementar una galería de imágenes llamada Galleriffic. Esta se obtuvo de la web oxfamMexico.org/crece/galería:

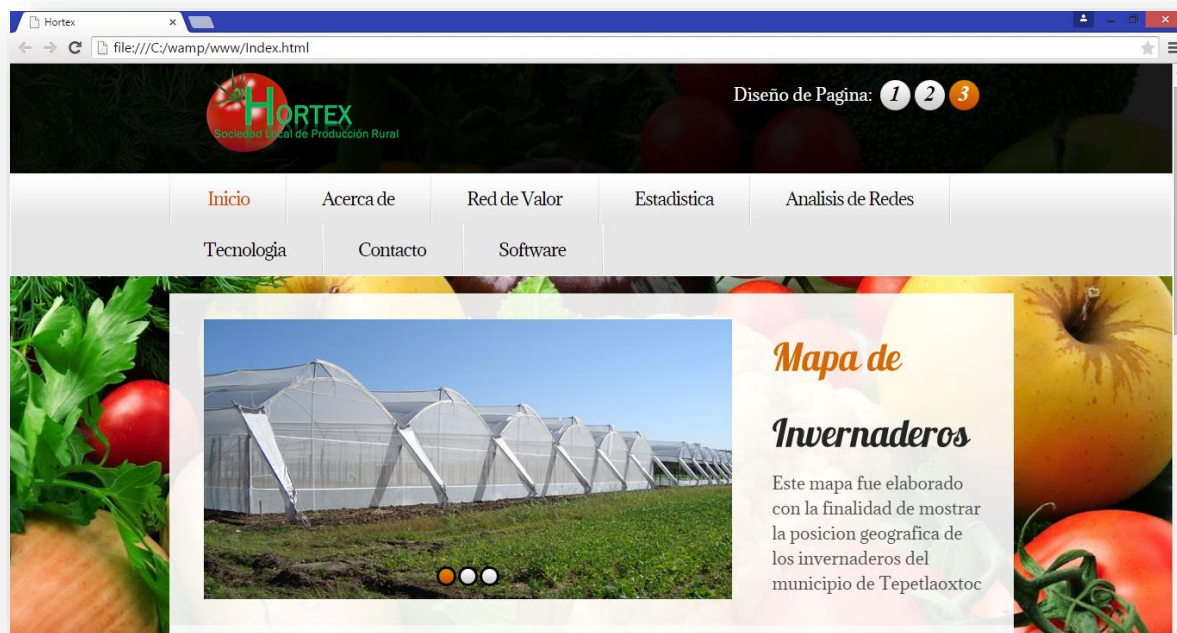
Figura 60: Pagina de muestra de Galleriffic



Fuente: [oxfamMexico, 2015 \(oxfamMexico.org/crece/galeria\)](http://oxfamMexico.org/crece/galeria)

Finalmente el sitio se dividió por secciones para facilitar al usuario la comprensión de este y que la navegación dentro del mismo sea sencilla. Las secciones que contiene son, en un inicio, la página principal:

Figura 61: Página principal del sitio web



Fuente: Elaboración propia

En ella además de una breve descripción del sistema se puede encontrar el mapa generado y ya incrustado en una sección especial como se muestra en la Figura 63:

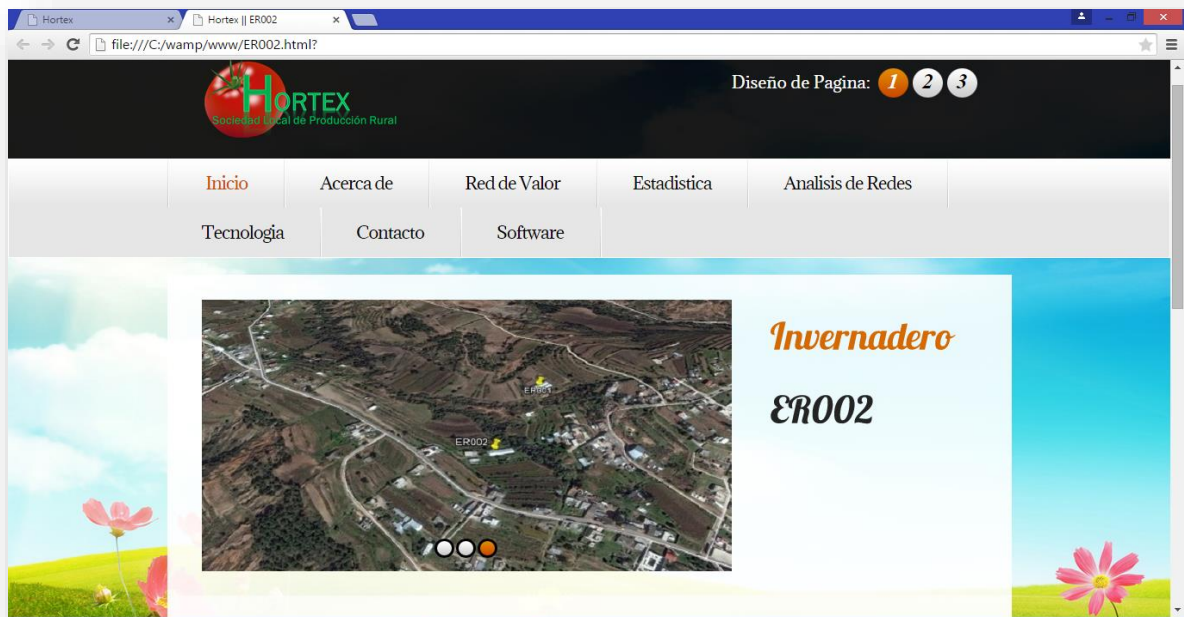
Figura 62: Página principal del sitio web



Fuente: Elaboración propia

El código original generado por QGIS fue modificado para disminuir la cantidad de información mostrada en este y evitar así un sobre exceso de datos, de la misma manera se incrusto dentro de este un botón con la función de re direccionar al usuario a una página personalizada por cada invernadero en la cual se puede encontrar la información completa de este estructurada de la siguiente forma:

Figura 63: Pagina por invernadero



Fuente: Elaboración propia

Figura 64: Información por invernadero



Fuente: Elaboración propia

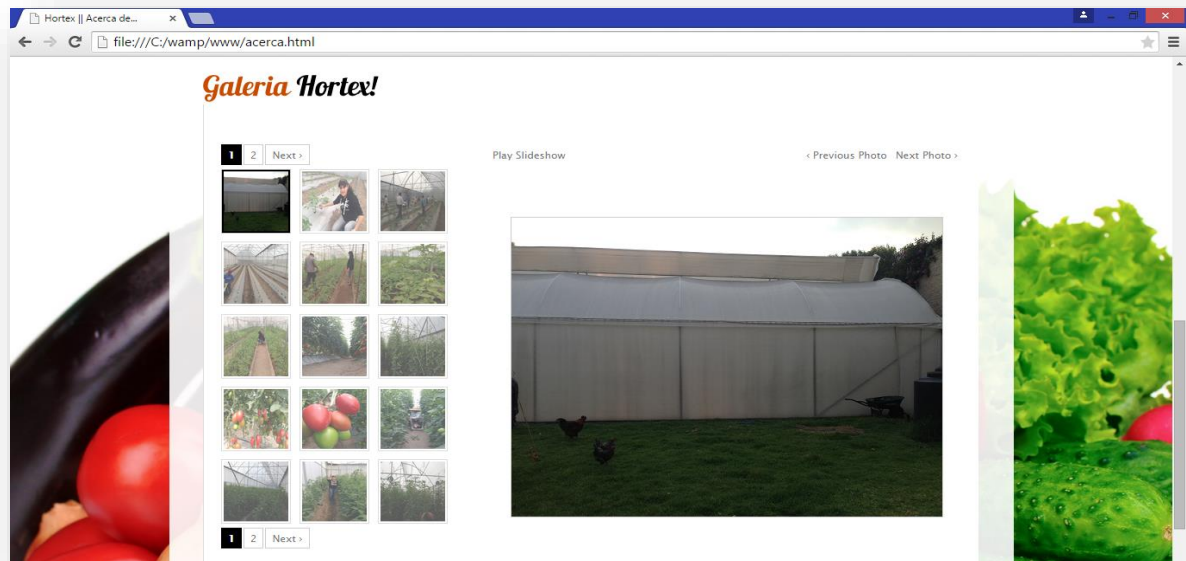
La segunda sección que se encuentra en el sitio web es “Acerca de” (Figura 66), contiene una descripción de la asociación Hortex, quienes facilitaron su apoyo y tiempo para la realización de este proyecto, además de una pequeña galería de algunos de sus invernaderos y productos:

Figura 65: Sección “Acerca de”



Fuente: Elaboración propia

Figura 66: Galeria de la asociacion



Fuente: Elaboración propia

En tercer lugar se encuentra la sección “Red deValor”, en la cual se le muestra a los usuarios de nuestro sitio una gráfica(Figura 68) que sirve para explicar de una manera sencilla quienes son los personajes que tienen una estrecha relación con la asociación Hortex:

Figura 67: Sección “Red de valor”



Fuente: Elaboración propia

La siguiente sección titulada “Estadística” contiene una galería como se muestra en la Figura 69 con diferentes graficas que explican los puntos esenciales de estadística general de la asociación, entre estas podemos encontrar una gráfica por género, escolaridad, años de experiencia, importancia de la actividad, porcentaje de ingresos, tamaño de la instalación, índice de instalación, adopción de innovaciones, brecha de adopción y tasa de adopción de innovaciones:

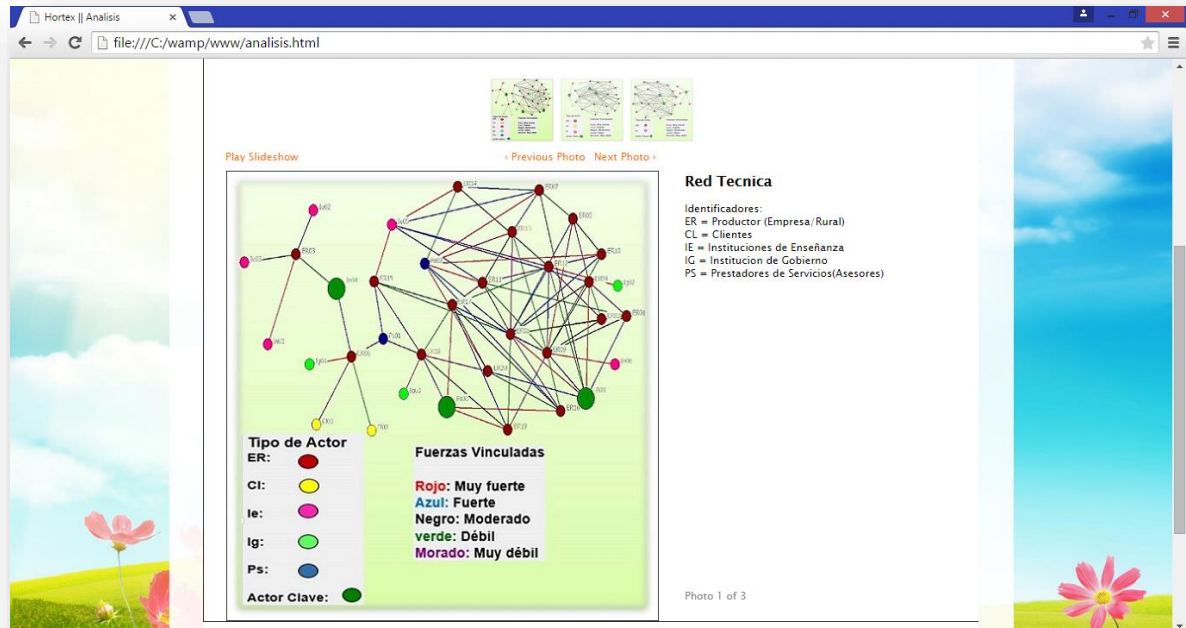
Figura 68: Sección “Estadística”



Fuente: Elaboración propia

La quinta sección del sitio llamada “Análisis de Redes” contiene una galería con tres graficas de Red que muestran la relación que tiene cada invernadero con diferentes actores correspondientes al marco de la producción agrícola (Clientes, Instituciones de Enseñanza, Instituciones de Gobierno y Prestadores de servicios:

Figura 69: Sección "Red tecnica"



Fuente: Elaboración propia

Posteriormente se puede encontrar la sección de Tecnologías (Figura 71), en esta se nos muestra una sencilla grafica que indica los porcentajes de índice de adopción de diferentes tecnologías adoptadas por la asociación:

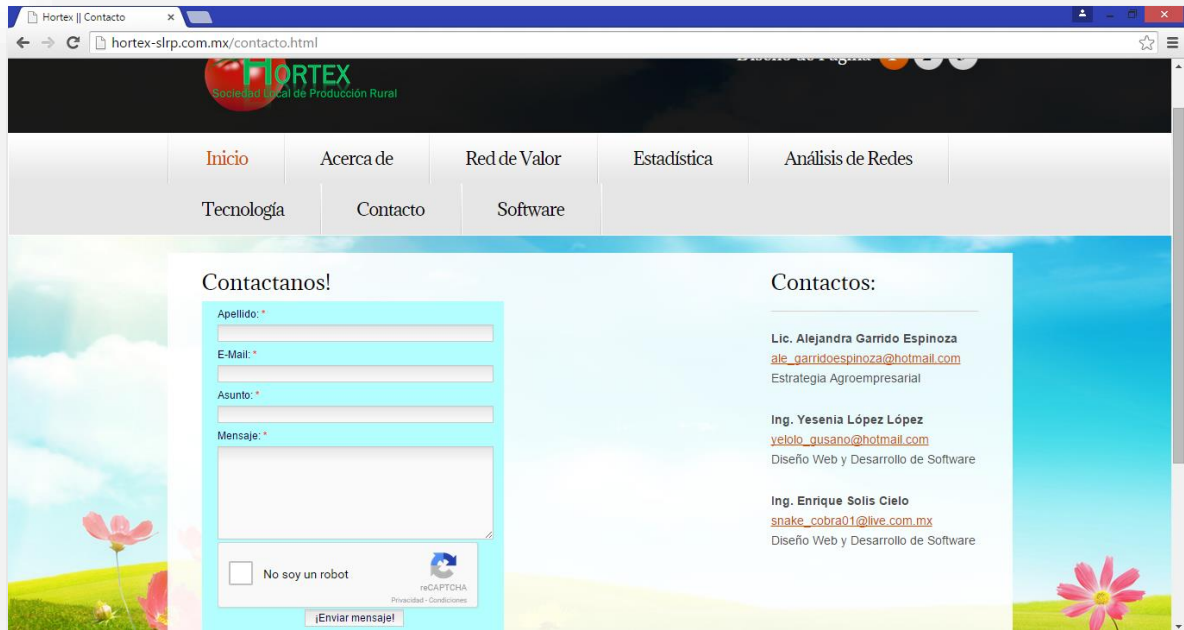
Figura 70: Sección "Tecnología"



Fuente: Elaboración propia

En la sección de contacto (Figura 72) se despliega un formulario de registro que tiene como finalidad recibir dudas y comentarios al respecto del sitio que son enviadas a un correo general de los diferentes actores que participaron en el desarrollo de este sitio, además del correo electrónico personal de cada uno de ellos:

Figura 71: Sección “Contacto”



Fuente: Elaboración propia

Finalmente la última sección “Software” integra dos maneras de descarga para la aplicación de captura de datos de los invernaderos, la primera es un código QR y la segunda un re direccionamiento mediante una imagen a la sección de descarga desde la Play Store.

Figura 72: Sección “Software”



Fuente: Elaboración propia

4.9 PRUEBA Y CORRECCIÓN DE ERRORES

Para la prueba y corrección de errores básicamente basto con copiar todos los archivos de nuestro sitio web a la carpeta www de WAMPServer y encender los servicios de NO-IP y el servidor virtual en WAMP.

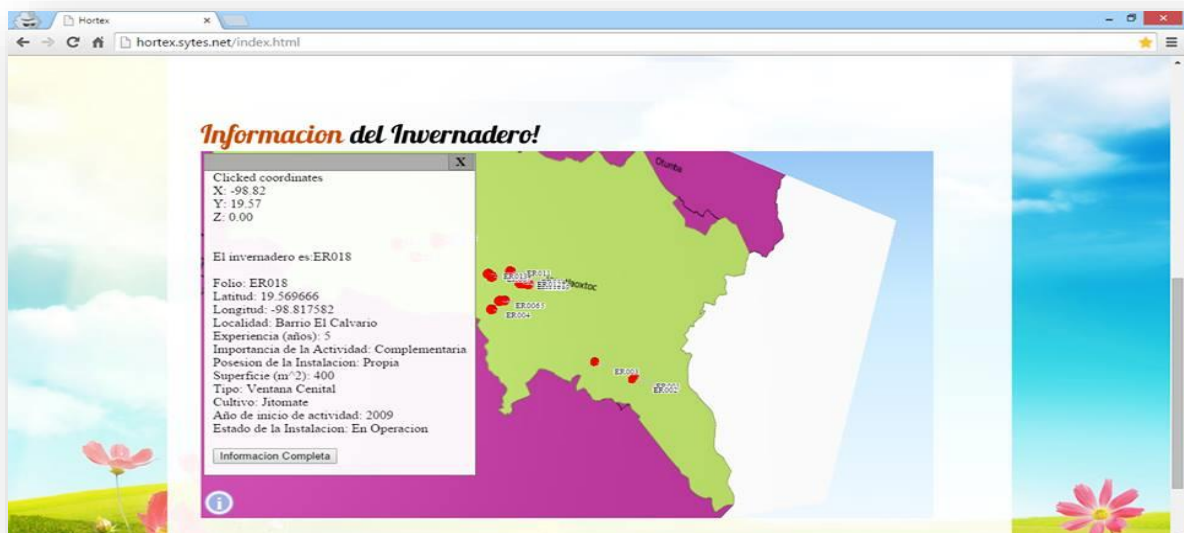
Técnicamente los errores encontrados fueron enlaces que no estaban re direccionando de manera correcta o que simplemente no llevaban a ningún lugar, además se tuvo que realizar ajustes al sitio web para ajustar la resolución de diferentes secciones del sitio así como pruebas de acceso a la página desde dispositivos móviles, pues inicialmente las paginas no cargaban su contenido al acceder a ellas desde celulares y otros dispositivos.

Figura 73: Prueba del sitio sobre el servidor local



Fuente: Elaboración propia

Figura 74: Prueba del sitio sobre el servidor local



Fuente: Elaboración propia

4.10 IMPLEMENTACIÓN

Finalmente el sitio web se implementó sobre un servicio de hosting bajo el nombre de dominio www.hortex-slrp.com.mx, esto con el fin de ponerlo a disposición del público a toda hora. Pues a diferencia del modo de servidor local en el que se realizaron las pruebas, y en el cual es necesario tener configurado el equipo de cómputo y servidor para su visualización, en esta forma el sitio web es accesible desde cualquier equipo a cualquier hora del día y de una manera mucho más estable.

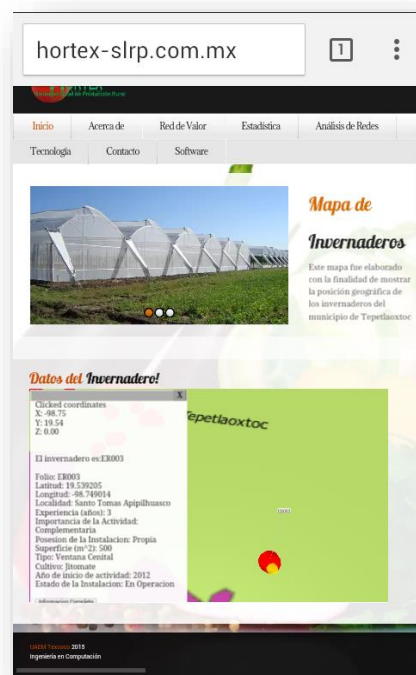
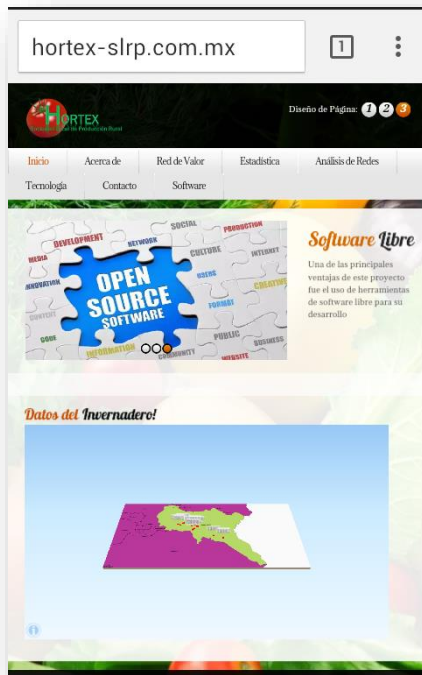
Figura 75: Visualización final del sitio



Fuente: Elaboración propia

De igual manera el sitio web está disponible para su consulta desde dispositivos móviles con una navegación fluida como se muestra a continuación:

Figura 76: Visualización del sitio desde un dispositivo móvil



Fuente: Elaboración propia

Figura 77: Prueba del sitio desde un dispositivo móvil



Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

- El uso de software libre no es limitante para desarrollar proyectos tan robustos y con calidad similar a la de proyectos desarrollados con software comercial.
- Existe actualmente una gran cantidad de herramientas para implementar el proceso de pruebas de manera local de un sistema de este tipo, simplemente hay que elegir una que se adapte a las necesidades del usuario.
- De igual manera existe una gran variedad de herramientas para el diseño y desarrollo de sistemas de información geográfica con muchas características similares, nuevamente depende de las características que sean necesarias para el sistema.
- El desarrollo de software de este tipo es de gran ayuda en el análisis de debilidades y fortalezas de organizaciones como Hortex permitiendo así mejorar su competitividad productiva en su entorno.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Manejo y operación de invernaderos agrícolas, Bastida Tapia Aurelio, 2006
Universidad Autónoma Chapingo

Consideraciones Conceptuales Sobre Los Sistemas De Información Geográfica,
Iturbide Antonio, ETAL, 2011, Edit. Palibrio.

Introducción a las Bases de Datos: El modelo relacional, Pons Olga, ETAL, 2005,
Edit. Thomson

Introducción a los Sistemas Informáticos (Sistemas Operativos Mono puestos),
Niño Camazon Jesús, 2011, Editex.

Redes Seguras Usando el Sistema GNU/Linux, De la Fraga Luis, 2010,
CINVESTAV-IPN.

Tecnologías y Redes de Transmisión de Datos, Herrera Pérez Enrique, 2003, Edit.
Limusa 16

[Tiposde, 2015] disponible en web (www.tiposde.org) consultado en (04/06/2015),
disponible en (<http://www.tiposde.org/informatica/131-tipos-de-servidores/>)

Introducción a los sistemas de información geográfica y geo telemática, Pérez
Navarro Antoni, 2011, Edit. UOC

Citas de Internet

[FUNPROVER, 2012] disponible en web (www.funprover.org) consultado en (04/06/2015) disponible en (<http://www.funprover.org/agroentorno/agosto012pdf/agriculturaprotegida.pdf>)

[SIGSA, 2015] disponible en web (www.sigsa.info) consultado en (04/06/2015) disponible en (<http://www.sigsa.info/QuienesSomos>)

[INEGI, 2003] disponible en web (www.inegi.org.mx) consultado en (04/06/2015) disponible en (<http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/serviciosweb/infogeografica.aspx>)

[SAGARPA, 2012] disponible en web (2006-2012.sagarpa.gob.mx) consultado en (04/06/2015) disponible en (<http://2006-2012.sagarpa.gob.mx/agricultura/Paginas/Agricultura-Protegida2012.aspx>)

[CONAGUA, 2015] disponible en web (siga.cna.gob.mx) consultado en (04/06/2015) disponible en (<http://siga.cna.gob.mx/cartografia.aspx>)

[SEMARNAT, 2015] disponible en web (www.semarnat.gob.mx) consultado en (04/06/2015) disponible en (<http://www.semarnat.gob.mx/sigeia>)

[Universidad de Alicante España, 2014] disponible en web (web.ua.es/sigua) consultado en (04/06/2015) disponible en (web.ua.es/sigua)

[INTERGRAPH, 2010] disponible en web (www.intergraph.com) consultado en (04/06/2015) disponible en (http://www.intergraph.com/global/es/press/release/CUCN_Nijar.aspx)

[Redalyc, 2007] disponible en web (www.redalyc.org/) consultado en (04/06/2015)
disponible en (<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33932210>)