



UNIVERSIDAD MICHOCANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

SISTEMA DE INFORMACIÓN HIDROLÓGICA DE LA CUENCA DEL LAGO DE CUITZEO

TESIS

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

**PRESENTA:
DANIEL RODRIGUEZ LICEA**

**DIRECTOR DE TESIS:
SONIA TATIANA SÁNCHEZ QUISPE
DRA. EN INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS**

MORELIA, MICHOCÁN, FEBRERO DE 2018

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN	9
2 ANTECEDENTES	10
2.1 PROBLEMÁTICA	10
2.2 CIUDADES INTELIGENTES “SMART CITIES”	10
2.3 SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA	12
3 ZONA DE ESTUDIO	13
3.1 LA CUENCA DEL LAGO DE CUITZEO	14
4 METODOLOGÍA	18
4.1. MATERIALES	18
4.1.1 DESARROLLADORES	18
4.1.2 API DE GOOGLE MAPS	19
4.1.3 SERVIDOR WEB	19
4.1.4 SOFTWARES DE APOYO	20
4.1.5 ALGORITMO	21
4.1.6 ALGORITMOS BASE (A-1, A-2 y A3)	22
4.2 MÉTODOS	37
4.2.1 INTERFAZ PRINCIPAL O INDEX	39
4.2.2 TEMPERATURA HISTÓRICA	40
4.2.3 ISOTERMAS (MENSUALES)	41
4.2.4 PRECIPITACIÓN HISTÓRICA	42
4.2.5 ISOYETAS (MESUALES)	44
4.2.6 AFOROS	45

4.2.7 ESCURRIMIENTOS CALCULADOS	46
4.2.8 TIPO DE SUELO	47
4.2.9 USO DE SUELO	48
4.2.10 NIVEL FREÁTICO (POZOS)	49
4.2.11 MANANTIALES	50
4.2.12 FALLAS GEOLÓGICAS DENTRO DEL ACUÍFERO	51
4.2.13 GEOLOGÍA DEL ACUÍFERO	52
4.2.14 CALIDAD DEL AGUA: CORRIENTES	53
4.2.15 TRASPORTE DE CONTAMINANTES	54
4.2.16 INUNDACIONES	55
4.2.17 SEQUIAS	56
4.2.18 CAMBIO CLIMÁTICO: TRASPORTE DE CONTAMINANTES	57
4.2.19 CAMBIO CLIMÁTICO: TEMPERATURA	58
4.2.20 CAMBIO CLIMATICO: ISOTERMAS (MENSUALES)	59
4.2.21 CAMBIO CLIMÁTICO: PRECIPITACIÓN	60
4.2.22 CAMBIO CLIMÁTICO: ISOYETAS (MESUALES)	61
4.2.23 CAMBIO CLIMÁTICO: SEQUIAS	62
5 RESULTADOS	63
5.1 INTERFAZ PRINCIPAL O INDEX	63
5.2 TEMPERATURA HISTÓRICA	64
5.3 ISOTERMAS (MENSUALES)	64
5.4 PRECIPITACIÓN HISTÓRICA	64
5.5 ISOYETAS (MESUALES)	64

5.6 AFOROS	64
5.7 ESCURRIMIENTOS CALCULADOS	64
5.8 TIPO DE SUELO	64
5.9 USO DE SUELO	65
5.10 NIVEL FREÁTICO (POZOS)	65
5.11 MANANTIALES	65
5.12 FALLAS GEOLÓGICAS DEL ACUÍFERO	65
5.13 GEOLOGÍA DEL ACUÍFERO	65
5.14 CALIDAD DEL AGUA: CORRIENTES	65
5.15 TRASPORTE DE CONTAMINANTES	65
5.16 INUNDACIONES	66
5.17 SEQUIAS	66
5.18 CAMBIO CLIMÁTICO: TRASPORTE DE CONTAMINANTES	66
5.19 CAMBIO CLIMÁTICO: TEMPERATURA	66
5.20 CAMBIO CLIMATICO: ISOTERMAS (MENSUALES)	66
5.21 CAMBIO CLIMÁTICO: PRECIPITACIÓN	66
5.22 CAMBIO CLIMÁTICO: ISOYETAS (MESUALES)	66
5.23 CAMBIO CLIMÁTICO: SEQUIAS	67
6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	68
7 REFERENCIAS	69

AGRADECIMIENTOS:

A Dios:

Por permitirme dar un paso más en el sendero de la vida profesional y por la inteligencia otorgada.

A mis Padres:

Daniel Rodriguez Gómez y Anita Licea Cazares por el apoyo incondicional que me han dado, además de su completa confianza en mí, son el motivo de mi inspiración.

A mis hermanas:

Ana Delia y Veronica por el apoyo que me brindaron y por creer en mí.

A mi asesora de tesis:

Dra. Sonia Tatiana Sánchez Quispe por el gran apoyo que me ha brindado durante el desarrollo de esta tesis y por su conocimiento transmitido a lo largo de mi vida profesional.

Al Ing. Emilio Sanchis (Universidad Politécnica de Valencia, España):

Por sus conocimientos de informática transmitido a lo largo del desarrollo de esta tesis.

Al Ing. José Luis Moreno Torres (UMSNH):

Por el apoyo brindado para el desarrollo de algoritmos en el Sistema de Información Hidrológica (SIH).

A mi apoyo de servicio social:

Carlos Alberto Guido y Christian Villa Meza por su apoyo brindado.

RESUMEN

Un sistema de información hidrológica se sustenta en un Sistema De Información Geográfica (SIG) el cual está conformado por: hardware, software y procedimientos diseñados para soportar la captura, administración, manipulación, análisis, modelación y graficación de datos u objetos referenciados espacialmente, para resolver problemas complejos de planeación y administración.

Se han llevado a cabo procedimientos para la creación de la interfaz y desarrollo de algoritmos a base de lenguajes de programación y etiquetas tales como: JavaScript, CSS HTML, la Api de Google Maps y complementos de Google Developers; para el análisis, modelación, validación y gestión de los datos se han utilizado sistemas de información geográfica como ArcGIS y QGIS los cuales brindan precisión y confianza a la administración de datos.

La creación de un sistema de información hidrológica se basó objetivamente en la rápida mitigación y facilidad del control de problemas, de tal forma que el ingeniero actual tenga herramientas de inmediata consulta para la gestión de proyectos y poder llegar a obtener el conocimiento y diagnostico básico de las condiciones que tiene el recurso hídrico, el medio ambiente y el impacto del cambio climático, proporcionando los elementos para poder determinar acciones que incidan en la planeación integral y sustentable de proyectos que lleguen a desarrollarse en el municipio de Morelia.

Palabras clave: SIG, SIH, Interfaz, Algoritmos, HTML.

ABSTRACT

A hydrological information system is based on a Geographic Information System (GIS) which is made up of: hardware, software and procedures designed to support the capture, administration, manipulation, analysis, modeling and graphing of data or spatially referenced objects, to solve complex problems of planning and administration.

Procedures have been carried out for the creation of the interface and development of algorithms based on programming languages and tags such as: JavaScript, HTML CSS, Google Maps API and Google Developers add-ons; for the analysis, modeling, validation and management of the data, geographic information systems such as ArcGIS and QGIS have been used, which provide accuracy and confidence in data management.

The creation of a hydrological information system (SIH) was objectively based on the rapid mitigation and ease of problem control, in such a way that the current engineer has tools for immediate consultation for the management of projects and to be able to obtain the knowledge and basic diagnosis of the conditions of the water resource, the environment and the impact of climate change, providing the elements to be able to determine actions that affect the integral and sustainable planning of projects that will develop in the municipality of Morelia.

Keywords: GIS, SIH, Interface, Algorithms, HTML.

1 INTRODUCCIÓN

Necesidad: es la carencia o escases de algo que se considera imprescindible. El poseer información de calidad de fácil obtención se ha vuelto una necesidad para la ciudad de Morelia, si hubiese una lista de necesidades donde el desarrollo de la ciudad dependiera de ellas la necesidad de información seria una de las que ocuparían los primeros lugares. Hoy en día se requiere tener a la mano la información de inmediata obtención, donde esta previamente hubiese pasado por procesos de validación para que se convierta en información de calidad.

Se ha visualizado una posible solución la cual dependa de la creación de un sistema de información hidrológica, que de alguna manera presente la información con localización espacial. La información hidrológica en manos adecuadas se vuelve una herramienta sumamente poderosa, vuelve vulnerable a cualquier problema ingenieril que la mitigación de este se determina rápidamente.

En función de distintos problemas dentro de la zona que comprende la cuenca del lago de Cuitzeo se han llevado a cabo demasiados estudios, que como la mayoría de la información se queda solamente almacenada. Con un sistema de información hidrológica se es posible controlar y desaparecer este mal hábito lo ideal es presentar información espacial con datos de inmediata consulta para que el ingeniero actual logre llegar a tomar decisiones para la mitigación de problemas dentro y fuera del municipio de Morelia.

2 ANTECEDENTES

2.1 PROBLEMÁTICA

Es evidente que se comienza a transitar en una nueva revolución, donde la información digital georreferenciada manifiesta una necesidad que va desde la conformación social, empresarial hasta los aspectos individuales con relación a la importancia del recurso hídrico, el medio ambiente y el impacto del cambio climático.

Desde la perspectiva ingenieril, el campo de la información y el campo del conocimiento no surten los resultados si se encuentran desvinculados entre sí, así como la presentación de información digital y los sistemas de información hidrológica (SIH), la falta de tecnologías de la información se ha vuelto una necesidad para la ciudad de Morelia debido a que se cuenta con bastante información de carácter ingenieril que solo se encuentra almacenada y no a la mano de quien de verdad la requiere. Morelia requiere a la brevedad contar con un sistema de información web para que el acceso a la información de un giro completo al aspecto tecnológico de la ciudad y esta pueda seguir paso a paso el camino de las ciudades inteligentes “Smart Cities”.

2.2 CIUDADES INTELIGENTES “SMART CITIES”

Desde su aparición en los años noventa del siglo pasado, el concepto “Smart Cities” ha estado fuertemente marcado por la tecnología como el elemento clave para abordar los grandes retos que preocupaban a las ciudades contemporáneas: mejorar la eficiencia energética, disminuir las emisiones contaminantes y reconducir el cambio climático.

Este concepto ha ido ganando progresivamente popularidad hasta concitar hoy en día la atención de los medios de comunicación, las redes sociales y los foros políticos de forma intensiva y recurrente.

Una Ciudad Inteligente es aquella donde el progreso se cataliza mediante la conjunción íntima entre innovaciones en las áreas de energía, transporte y tecnologías de información y comunicación. La que permite a los ciudadanos

interactuar con ella de forma multidisciplinar y se adapta en tiempo real a sus necesidades para mejorar su calidad de vida.

Algunos de los aspectos más importantes son:

- Mejoran la eficacia y eficiencia de las Administraciones Públicas. Aumentan la capacidad de gestión de los servicios públicos al mismo tiempo que disminuyen el consumo de recursos. Interconectan y dotan de inteligencia a los sistemas básicos de las ciudades.
- Permiten analizar el funcionamiento de la ciudad gracias a una ingente cantidad de información generada en tiempo real por sensores o por los mismos ciudadanos.
- Reducen los gastos en el mantenimiento de edificios e infraestructuras. Disminuyen la congestión en los sistemas de transporte. Mejoran la seguridad ciudadana al reducirse los delitos y el tiempo de respuesta a emergencias.
- Mejoran la calidad de vida de los ciudadanos al prestar nuevos servicios más alineados con las necesidades y preferencias personalizadas de la demanda.
- Constituyen una vía para la innovación al satisfacer nuevas demandas urbanas que dan lugar a múltiples oportunidades y modelos de negocio.
- Aumentan la información y la transparencia en la gestión de la ciudad, facilitando la correcta identificación de las necesidades ciudadanas y favoreciendo la implicación de la ciudadanía en la resolución de estas necesidades.

La ciudad inteligente se trata de un modelo abierto porque utiliza plataformas y protocolos que ponen a disposición del conjunto de la comunidad un enorme acervo de datos para que se creen nuevos servicios y es también un modelo colaborativo porque promueve la colaboración de los diferentes agentes locales. Por tanto, la creación de plataformas tecnológicas con capacidad para integrar las actividades de los diversos subsistemas urbanos y para incorporar la información generada por las redes sociales y la base ciudadana son el propósito de favorecer el bienestar social, económico y ambiental de la comunidad.

Se ha visto el desarrollo de software a gran escala que une todas estas piezas para funcionar como sistemas coordinados inteligentemente y distribuidos geográficamente. El ejemplo más claro de esto es, por supuesto, el inmenso y sofisticadísimo aparato de software de Google, que en la actualidad estructura la vida intelectual diaria en todo el mundo. Pero hay muchos más. Los mercados financieros globales de hoy serían imposibles sin una inmensa y muy sofisticada infraestructura de software. Los negocios, desde los fabricantes de productos financieros a las compañías aéreas, dependen de su software de empresa.

Estos sistemas de software a gran escala son hoy en día cruciales e ineludibles en la vida urbana diaria. Sus efectos económicos, sociales y culturales son innegables y son cada vez más el foco de la investigación en ciencias sociales. Por lo general, estaría dispuesto a discutirlo, han mejorado la vida humana. Aun así, merecen un escrutinio crítico mucho más minucioso y a veces una resistencia del que han recibido habitualmente. Así pues, la nueva inteligencia de las ciudades reside en la combinación cada vez más efectiva de redes de telecomunicación digital, la inteligencia integrada de forma ubicua, los sensores e indicadores, el transporte inteligente, supermercados inteligentes y la gran transparencia y acceso a la información en tiempo real por medio de sus sofisticadas bases de datos ligadas a los sistemas automáticos de información geográfica (SAIG).

2.3 SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Un SAIG permite la Lectura, edición, almacenamiento, gestión de datos espaciales, análisis de dichos datos (esto puede incluir desde consultas sencillas a la elaboración de complejos modelos, y puede llevarse a cabo tanto sobre la componente espacial de los datos como sobre la componente temática) y la generación de resultados tales como mapas, informes, gráficos, etc, en tiempo real.

Un ejemplo notable es el sistema automático de información hidrológica de la confederación hidrográfica del Júcar, constituye una red de recogida y tratamiento de datos de precipitación y de control de los caudales circulantes y de los recursos hídricos superficiales (niveles de embalse, cauces y canales, posiciones de

compuertas, etc.), que cubre el territorio adscrito a la Confederación Hidrográfica del Júcar.

Las inundaciones constituyen el riesgo natural de mayor impacto a nivel mundial, el que origina más pérdidas de vidas y bienes que cualquier otro desastre natural. En el caso mediterráneo, este hecho es particularmente importante, dado el carácter repentino de las crecidas y la creciente ocupación humana de vegas y riberas fluviales.

Los cuantiosos costes humanos, económicos y sociales que comportan las crecidas, obligan a incorporar medidas eficaces de previsión, predicción y control de las avenidas. Sin embargo, esta tarea no resulta en modo alguno sencilla por la respuesta rápida de las cuencas y, en consecuencia, un tiempo muy corto para avisar a la población expuesta al riesgo. Ante esta situación, se impone la implantación de sistemas de información que permitan disponer de los datos en tiempo real.

A raíz del revulsivo que supusieron las inundaciones de 1982 y 1983 en el litoral mediterráneo, y en la franja cantábrica, los poderes públicos empezaron a revisar y diseñar nuevos programas de prevención. De las nuevas acciones que se pusieron en marcha, merece destacarse las referidas a la vigilancia meteorológica y a la información hidrológica por parte de las autoridades.

En este contexto se inscribe el Sistema Automático de Información Hidrológica (SAIH), desarrollado a escala nacional en el marco del Programa de Seguridad y Explotación de Presas. Este proyecto, incluido en el contexto de un Plan Nacional, comenzó a ejecutarse en la Confederación Hidrográfica del Júcar, por considerarse la más problemática y la que requería con mayor urgencia su implantación, y empezó a funcionar a finales de 1989.

3 ZONA DE ESTUDIO

Nuestra zona de estudio está delimitada por la cuenca hidrográfica del lago de Cuitzeo. Las cuencas hidrográficas constituyen sistemas complejos que contienen una gran variedad de componentes, intensamente interconectados entre sí, a

distintos niveles jerárquicos. En ese contexto, el análisis socioambiental de las cuencas constituye un gran reto para aproximarse al abordaje del análisis dinámico de sistemas, dependientes de su historia.

3.1 LA CUENCA DEL LAGO DE CUITZEO

El lago de Cuitzeo, es el segundo de mayor extensión en México. La parte central esta cruzada por la carretera federal número 43, dividiendo al lago en dos vasos este y oeste. Actualmente el vaso oeste está dividido por la autopista Morelia-Salamanca.

El lago de Cuitzeo es de gran importancia para la región, ya que contribuye a regular el clima de la cuenca, además de dar sustento y hábitat a diversas especies vegetales y animales, como el pato canadiense, y contribuir a la economía de miles de familias.



Figura 1. Lago de Cuitzeo

Fuente: <http://www.cambiodemichoacan.com.mx/nota-226085>

El origen de la cuenca del Lago de Cuitzeo, se remonta al Cenozoico Medio Superior, cuya composición litológica corresponde a rocas ígneas extrusivas, con

dacitas y tobas ácidas; así como, brechas volcánicas. Las rocas sedimentarias del Cuaternario son del tipo aluvial y lacustre, otras sedimentarias del Terciario Superior e Inferior son: las limonitas, areniscas y volcans clásticas; mientras que, en las cadenas montañosas hay rocas ígneas de basaltos y andesitas (Chávez Carmona et. al., 1994).

La cuenca está limitada al este, por productos basálticos pliocuaternarios de la región de Queréndaro y el sistema geotérmico que conforma la caldera de los azufres, que ha generado grandes depósitos de piroclastos; el límite oeste de la cuenca corresponde al volcán Quinceo; al límite sur lo conforman la secuencia volcánica del oligoceno-mioceno de Mil Cumbres.

Localización Geográfica.

La cuenca hidrográfica del lago de Cuitzeo, se encuentra en la parte centro-norte del Estado de Michoacán, cuyo origen es una cuenca cerrada determinada por fenómenos tectónicos y volcánicos.

La cuenca de Cuitzeo forma parte de la cuenca Lerma-Chapala y se encuentra comprendida, en la meso-región Centro-Occidente, se localiza dentro de la Región Hidrológico-Administrativa VIII (Lerma-Santiago-Pacífico), específicamente enclavada al sur de la cuenca Lerma-Chapala.

El Río Grande de Morelia es el tributario más importante, con 1,577 km², que se forma por los ríos Tiripetío y Tirio, a los cuales se les une el Río Chiquito de Morelia. La cuenca tiene una superficie aproximada de 3,675 km², aunque algunos autores la consideran de 4,000 km², la cuenca está delimitada por las coordenadas geográficas entre los 19° 26' y 20° 08' latitud norte y 100° 37' a 101° 28' longitud oeste (Madrigal y Trujillo, 2000).

La Cuenca del Lago de Cuitzeo.

Se encuentra localizada en el Sistema Volcánico Transmexicano, al que pertenecen las sub_provincias de Mil Cumbres, Neovolcánica Tarasca y Sierras y Bajíos Michoacanos. Destacan, las elevaciones circundantes con los siguientes cerros:

- Al oriente, San Andrés (3,590 msnm), Cerro Viejo (2,446 msnm), El Pejo (2,250 msnm).
- Al noroeste, El Varal (2,550 msnm), en los límites de Michoacán y Guanajuato; El Nogal, Las Aletillas (2,460 msnm), Cerro Tzirate (3,400 msnm).
- Hacia el norte, El Melón (2,780 msnm) y de aquí hacia la población de Cuanajo, hasta el cerro El Fríjol (3,040 msnm), La Nieve (3,300 msnm), Pedregoso (2,500 msnm) y El Gallo (3,000 msnm). (Madrigal y Trujillo, 2000).

El 80% de la superficie se considera montañosa y de lomeríos; mientras que el 20% son terrenos planos. Las altitudes extremas varían de 1,800 a 3,590 msnm (Chávez Carmona et. al, 1994).



Figura 2. Localización geográfica de la Cuenca del Lago de Cuitzeo

Fuente: http://bitacoraambiental.suma.michoacan.gob.mx/bitacora/ordenamientos/ord_2/documentos/ba_21_39.pdf

En la cuenca se encuentra el segundo cuerpo de agua más grande del país, el cual presenta grandes periodos de desecación y ha sido considerado dentro de los humedales prioritarios para la conservación de especies migratorias (Villaseñor, 1994). Además, se presentan fuertes procesos migratorios entre los municipios integrantes de la cuenca sobre todo hacia la capital del Estado, siendo los municipios ribereños los más dinámicos en este sentido, y de urbanización (especialmente en la ciudad de Morelia) y sus municipios conurbados (López, 2001).

El espacio físico delimitado por el parteaguas natural de la cuenca de Cuitzeo, lo integran superficies de 26 municipios parcial o totalmente, mostrados en la siguiente figura:



Figura 3. Porcentaje de superficie que integran la cuenca del Lago de Cuitzeo

Fuente: CEAC-CONAGUA. 2009. Programa de gestión Integral de los Recursos Naturales de la Cuenca del Lago de Cuitzeo. CCLC, Silva M., Morelia, Michoacán, México.

4 METODOLOGÍA

Para la creación de un sistema de información hidrológico (SIH) son muchos los elementos que se requieren para el funcionamiento eficiente de este, el proceso a seguir se inicia por el planteamiento y el estilo del tipo de interfaz a crear, después de tener claro que se requiere un sistema web, surge la necesidad de un servidor el cual contendrá el SIH. WampServer fue el indicado para que un PC se convirtiera en un servidor web que en conjunto con un dominio dieran inicio a la creación de la interfaz (sitio web) del SIH con los mejores desarrolladores web como HTML5, CSS y JavaScript con los cuales es posible tener una interface ligada a códigos de programación de la sofisticada API de Google Maps. Con la amplia relación de estos desarrolladores se es posible tener un SIH funcionando a través de la web que brinde la mejor calidad de acceso a la información referente a la cuenca del lago de Cuitzeo.

4.1. MATERIALES

4.1.1 DESARROLLADORES: HTML5 es un lenguaje markup (Hyper Text Markup Language) usado para estructurar y presentar el contenido para la web. Es uno de los aspectos fundamentales para el funcionamiento de los sitios, pero no es el primero. Es de hecho la quinta revisión del estándar que fue creado en 1990. HTML5 fue utilizado para la creación del sitio web donde se encuentra el SIH, HTML5 se encarga de formar la estructura de los elementos que forman la interfaz del SIH, que en complemento con CSS (Cascading StyleSheets) quien da los estilos por medio de códigos y la vinculación de las famosas etiquetas de HTML5, con estilos nos referimos a la posición, color, tamaño, etc de los elementos de la interfaz; JavaScript que es un lenguaje de programación utilizado dentro del cuerpo de los algoritmos de HTML5 para la implementación de acciones especiales o multimedia dentro de la interface como los redireccionamientos entre elementos del SIH y dentro de la API para crear la combinación entre los mapas de Google Maps, los MDE y las capas temáticas con información hidrológica; y las gráficas de presentación de los datos históricos, calculados y de cambio climático.



Figura 4. Desarrolladores Web

Fuente: https://www.google.com.mx/search?biw=1280&bih=869&tbm=isch&sa=1&ei=EcNfWue9IsHQsAXUpYBg&q=html5&oq=html5&gs_l=psyab.3..0l5j0i67k1j0l4.40972.40972.0.41633.1.1.0.0.0.137.137.0j1.1.0....0...1c.1.64.psyab..0.1.136....0.nFOE2YDdki4#imgsrc=oB J4javjU9lhrM:

4.1.2 API DE GOOGLE MAPS: es quien da vida a los mapas dinámicos del SIH que de alguna manera se vuelve la parte más importante de este. Los mapas dinámicos están contruidos a base de un modelo digital de elevaciones (MDE) y capas temáticas que se sobreponen al MDE, se dice son la parte más importante de SIH ya que con ellos se muestra la información citada en cada campo del menú del sistema.

4.1.3 SERVIDOR WEB: El servidor consta de un equipo de cómputo el cual se conectó a una red de internet publica que en conjunto con WampServer (Software instalado en el equipo de cómputo el cual convierte una PC a un servidor web) se asociaron a una dirección IP (148.216.14.20) para ligarla a un dominio (departamento.hidraulica.umich.mx) establecido por el Centro de Computo y Procesos de Información Universitaria de la UMSNH, de tal manera que esta fuese nuestra dirección web para el SIH. El servidor tiene como principal objetivo alojar todos los archivos web que conforman el SIH así como la información a mostrar en el sistema.

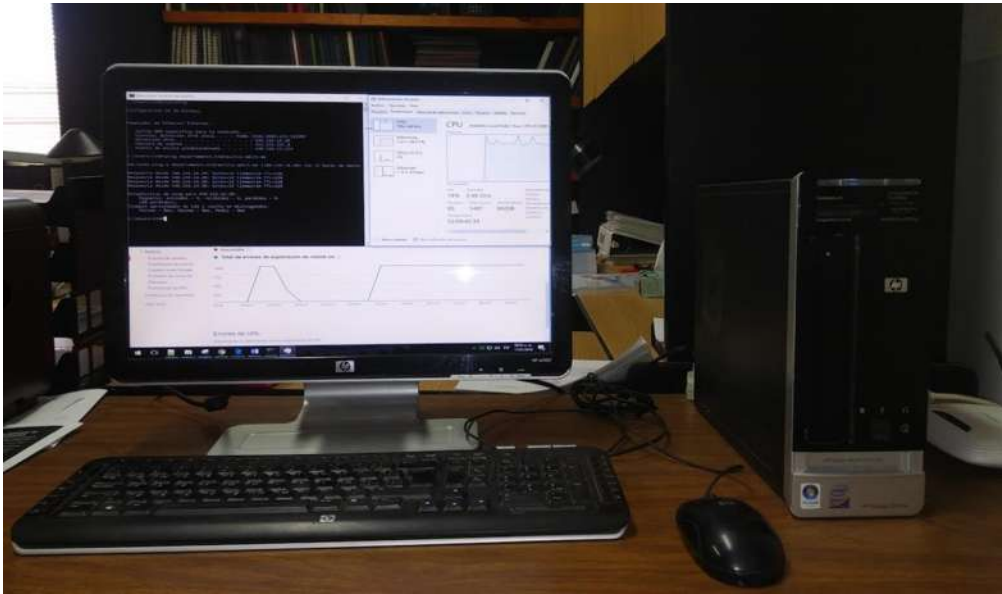


Figura 4. Servidor WEB

4.1.4 SOFTWARES DE APOYO:

ArcGIS: es un sistema de información geográfica donde se procesa la información ingresándola por medio de tablas y obteniendo esta misma información georreferenciada dentro de modelos digitales de elevación. Este software nos permite utilizar distintas capas temáticas dentro de un campo de trabajo georreferenciado, por medio de este software se procesó la información del recurso hídrico del medio ambiente y del impacto de cambio climático, utilizando las herramientas necesarias para conversión de formatos en que se encuentran las capas fue así como se obtuvieron archivos en formato KML que contienen la información en capas georreferenciadas de tal manera que fuesen compatibles con el SIH y ser cargadas en las bases de datos.

Notepad ++: es un editor de código fuente el cual permite escribir las líneas de código de los desarrolladores (HTML5, CSS, y JavaScript), dentro de un ámbito de trabajo muy amigable ya que, al utilizar los formatos HTML, los códigos se volvían muy representativos y clasificados de tal manera que inmediatamente se ubicaban las partes esenciales del algoritmo.

4.1.5 ALGORITMO: es un conjunto de operaciones sistemáticas (instrucciones o reglas bien definidas) que aseguran una solución correcta. Por lo general, cada algoritmo es específico de un dominio del conocimiento. El algoritmo incorpora las características estructurales básicas de la computación, independientemente de los detalles de su implementación.

Para el SIH se desarrolló un algoritmo el cual define una interfaz para el sitio web (Figura 5) donde se mostrará la información.

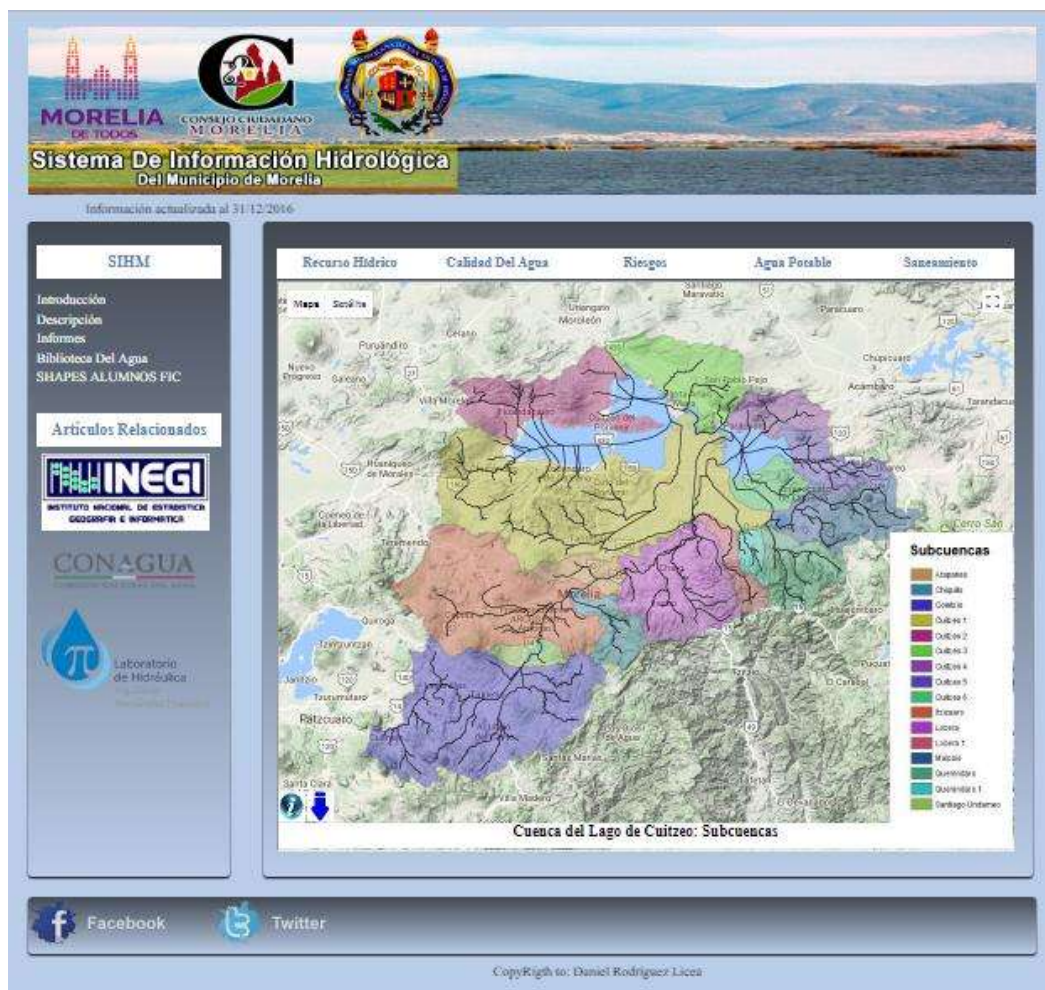


Figura 5. Modelo base de la Interfaz del Sitio Web

Fuente: <https://www.departamento.hidraulica.umich.mx/SIHM>

4.1.6 ALGORITMOS BASE (A-1, A-2 y A3)

Están desarrollados en formato HTML, es la base o plantilla para la interfaz de cada uno de los temas de información del SIH la única variabilidad que presenta es que puede contener en algunas secciones, líneas de código diferente debido a que en algunos temas se requiere agregar contenido multimedia para complementar acciones de los mapas dinámicos. A continuación, se muestra el código y la descripción como tal de cada sección:

- Head

Inicio del código; inicio del head o cabeza del código:

```
<html>  
<head>
```

Metadatos: códigos requeridos para la indexación en Google y activar los robots de búsqueda:

```
<meta name="google-site-verification"  
content="SSJA0mQ8niQ0BFldTkqn7q1plbXx6mJmpcANJU4yMtM" />  
<meta charset="UTF-8">  
<meta name="description" content="Sistema De Información Hidrológica Del  
Municipio De Morelia"/>  
<meta name="keywords" content="SIHM, Sistema De Informacion Hidrologico Del  
Municipio De Morelia, Sistema del consejo ciudadano de morelia"/>
```

Icono de las pestañas de navegación:

```
<link rel="icon" type="image/png" href="img/icono.png" />
```

Llamado de la hoja de estilos para la interfaz:

```
<link rel="stylesheet" type="text/css" href="css/estilos2.css">
```

Título de la interfaz este se mostrará en las pestañas de navegación:

```
<title>SIHM</title>
```

Finaliza la sección head:

```
</head>
```

Inicia el body o cuerpo del código:

```
<body>
```

En esta sección se incluye la imagen de la parte superior de la interfaz:

```
<section id="wrap" position=relative>  
<section id="main">  

```

Texto dinámico con información de actualización del sistema:

```
<marquee> Información actualizada al 31/12/2016 </marquee>
```

La primera variante entre los algoritmos base “A-1” y “A-2” se presenta en esta parte del código, un algoritmo “A-1” deberá contener en la seccion izquierda de la interfaz, un menú lateral para acceso a información general del sistema además de imágenes con redireccionamiento a las páginas de artículos relacionados con el tema:

```
<aside>  
<section class="widget">  
<h3>SIHM</h3>  
<ul>  
<li><a href="menu/introduccion.php">Introducción</a></li>  
<li><a href="#">Descripción</a></li>  
<li><a href="#">Informes</a></li>  
<li><a href="menu/Biblioteca.php">Biblioteca Del Agua</a></li>  
<li><a href=" ../Shapes.zip">SHAPES ALUMNOS FIC </a></li>  
</ul>  
</section>
```

Un Algoritmo “A-2” tiene las siguientes líneas de código adicionales que generan una lista desplegable para la descarga de archivos xlsx que contienen la información de temperatura diaria de las estaciones meteorológicas:

```
<section class="widget">
<h3>Descargar Información</h3>

<center>
<form name="link"><select name="menu" style="width:90%;">
<option selected="selected" id="pr">Selecciona tu estación</option>
<option value="../temperatura/ 16001.xlsx">ACUITZIO DEL
CANJE,ACUI</option>
<option value="../temperatura/ 16016.xlsx">CARRILLO PUERTO,
ALVARO</option>
<option value="../temperatura/ 16017.xlsx">CASA BLANCA, JOSE
SIXTO</option>
<option value="../temperatura/ 16022.xlsx">COINTZIO, MORELIA </option>
<option value="../temperatura/ 16023.xlsx">COPANDARO DE GALEANA,
CO</option>
<option value="../temperatura/ 16027.xlsx">CUITZEO, CUITZEO </option>
<option value="../temperatura/ 16028.xlsx">CUITZILLO GRAE,
TARIMB</option>
<option value="../temperatura/ 16045.xlsx">EL TEMAZCAL, CHARO </option>
<option value="../temperatura/ 16050.xlsx">HUANIQUEO,
HUANIQUEO</option>
<option value="../temperatura/ 16055.xlsx">MORELIA, MORELIA </option>
<option value="../temperatura/ 16087.xlsx">PATZCUARO,
PATZCUARO</option>
<option value="../temperatura/ 16091.xlsx">ALVARO OBREGON (DGE),
AL</option>
<option value="../temperatura/ 16096.xlsx">PRESA MALPAIS,
QUEREAR</option>
<option value="../temperatura/ 16100.xlsx">PUENTE SAN ISIDRO,
HUANI</option>
<option value="../temperatura/ 16105.xlsx">QUIRIO, IAPARAPEO </option>
<option value="../temperatura/ 16114.xlsx">SAN MIGUEL DEL MONTE,
MO</option>
<option value="../temperatura/ 16116.xlsx">SAN SEBASTIAN,
QUERENDAR</option>
<option value="../temperatura/ 16118.xlsx">SANTA FE, QUIROGA </option>
<option value="../temperatura/ 16119.xlsx">SANTA RITA,
COPANDARO</option>
<option value="../temperatura/ 16120.xlsx">SANTIAGO UNDAMEO,
MORELI</option>
```

<option value="../temperatura/	16124.xlsx">TEMASCALES,
CONTEPEC</option>	
<option value="../temperatura/	16136.xlsx">TZITZIO, TZITZIO </option>
<option value="../temperatura/	16145.xlsx">ZINAPECUARIO,
ZINAPECUARIO</option>	
<option value="../temperatura/	16155.xlsx">COPANDARO (CFE),
JIMENEZ</option>	
<option value="../temperatura/	16221.xlsx">FRUTICULTORES,
ZINAPECUA</option>	
<option value="../temperatura/	16225.xlsx">VILLA JIMENEZ II,
JIMENE</option>	
<option value="../temperatura/	16231.xlsx">LAS CRUCES BARRERAS,
CHU</option>	
<option value="../temperatura/	16247.xlsx">CAPULA, MORELIA </option>
<option value="../temperatura/	16250.xlsx">HUANDACAREO,
HUANDACAREO</option>	
<option value="../temperatura/	16254.xlsx">TEREMENDO, MORELIA </option>
<option value="../temperatura/	16512.xlsx">EL COLEGIO,
TARIMBARO</option>	
<option value="../temperatura/	16004.xlsx">ALVARO OBREGON (SMN),
AL</option>	
<option value="../temperatura/	16020.xlsx">CIUDAD HIDALGO (DGE),
HI</option>	
<option value="../temperatura/	16034.xlsx">EL JACAL (SMN),
CHUCANDI</option>	
<option value="../temperatura/	16049.xlsx">ETUCUARIO, MADERO </option>
<option value="../temperatura/	16052.xlsx">HUINGO, ZINAPECUARIO</option>
<option value="../temperatura/	16071.xlsx">LOS AZUFRES, HIDALGO</option>
<option value="../temperatura/	16080.xlsx">MORELIA (OBS),
MORELIA</option>	
<option value="../temperatura/	16097.xlsx">PRESA PUCUATO,
HIDALGO</option>	
<option value="../temperatura/	16098.xlsx">PRESA SABANETA,
HIDALGO</option>	
<option value="../temperatura/	16104.xlsx">PURUANDIRO,
PURUANDIRO</option>	
<option value="../temperatura/	16109.xlsx">SAN DIEGO CURUPATZEO,
MA</option>	
<option value="../temperatura/	16139.xlsx">VILLA MADERO,
MADERO</option>	
<option value="../temperatura/	16140.xlsx">VILLA MADERO (CFE),
MADE</option>	
<option value="../temperatura/	16152.xlsx">CIUDAD HIDALGO (SMN),
HI</option>	
<option value="../temperatura/	16199.xlsx">SAN MIGUEL CURINHUATO,
M</option>	
<option value="../temperatura/	16234.xlsx">GALEANA, PURUANDIRO</option>

```

<option value="../temperatura/ 16235 .xlsx">HUAJUMBARO,
HIDALGO</option>
<option value="../temperatura/ 16255 .xlsx">UCAREO,
ZINAPECUARO</option>
<option value="../temperatura/ 16257 .xlsx">SANTA ISABEL DE AJUNO,
P</option>
<option value="../temperatura/ 16513 .xlsx">EL JACAL (DGE),
CHUCANDI</option>

```

Botón de descarga

```

</select> <input
onclick="location=document.link.menu.options[document.link.menu.selectedIndex].
value;" type="button" value="Descargar" /><span style="line-height: 5em;">
</span>
</form>
</center>

```

Las líneas de código adicionales para el algoritmo “A-2” terminan en el cierre de la sección center (</center>).

```

<!--Articulos Relacionados-->
<section class="widget">
<h3>Artículos Relacionados</h3>
<a title="INEGI" href="http://www.inegi.org.mx"></a>
<a title="CONAGUA" href="http://www.gob.mx/conagua"></a>
<a title="Lab. Hidráulica" href="http://hidraulica.umich.mx/laboratorio/"></a>
</section></aside>

```

Los siguientes códigos generan el menú principal del SIH donde se clasifican los temas según el área correspondiente:

```

<ul class="nav">
<li><a href="#">Recurso Hídrico</a>
</li>
<li><a href="#">Metereología</a>
</li>
<li><a href="contenido/Temperatura.php">Temperatura Histórica</a></li>
<li><a href="Isotermas/Isotermas.php">Isotermas</a></li>
<li><a href="contenido/Precipitacion.php">Precipitación Histórica</a></li>
<li><a href="Isoyetas/Isoyetas.php">Isoyetas</a></li>
</ul>

```

```

</li>
<li><a href="#">Hidrología Superficial</a>
<ul>
<li><a href="contenido/Aforos.php">Aforos</a></li>
<li><a href="contenido/Escurrimientoscalculados.php">Escurrimientos
Calculados</a></li>
<li><a href="#">Características De La Cuenca</a>
<ul>
<li><a href="contenido/Tipodesuelo.php">Tipo De Suelo</a></li>
<li><a href="contenido/Usodesuelo.php">Uso De Suelo</a></li>
<li><a href="contenido/Pendiente.php">Pendiente</a></li>
</ul>
</li>
</ul>
</li>
<li><a href="#">Hidrología Subterránea</a>
<ul>
<li><a href="#">Pozos</a>
<ul>
<li><a href="#">Nivel Freático</a>
<ul>
<li><a href="contenido/Pozos.php">2001-2005</a></li>
<li><a href="contenido/Pozos.php">2005-2008</a></li>
<li><a href="contenido/Pozos.php">2008-2016</a></li>
</ul>
</li>
</ul>
</li>
<li><a href="contenido/Manantiales.php">Manantiales</a></li>
<li><a href="#">Características Del Acuífero</a>
<ul>
<li><a href="contenido/Fallas.php">Fallas</a></li>
<li><a href="contenido/GeologiaA.php">Geología</a></li>
</ul>
</li>
</ul>
</li>
<li><a href="#">Calidad Del Agua</a>
<ul>
<li><a href="">Corrientes</a></li>
<li><a href="">Pozos</a></li>
<li><a href="">Manantiales</a></li>

```

- Transporte De Contaminantes
-
-
- Riesgos
-
- Inundaciones
- Sequías
- Cambio Climatico
-
- Calidad Del Agua
-
- Transporte de Contaminantes 2015-2039
- Transporte de Contaminantes 2075-2099
-
-
- Esguimientos Calculados
-
- 2015-2039
- 2075-2099
-
-
- Temperatura
- Isotermas
- Precipitación
- Isoyetas
- Sequías
-
-
-
-
- Agua Potable
-
- Fuentes De Abastecimiento
- Red De Agua Potable
-
-
- Saneamiento
-
- Red De Alcantarillado Sanitario
- Plantas De Tratamiento
-

```

</li>
</div>
</tr>

```

La segunda variante se presenta en esta parte del código donde los algoritmos “A-1” y “A-2” contienen Esta seccion que se considera la mas importante ya que es la parte donde se muestra la información por medio de mapas, contiene el código que enlaza con un archivo .html donde se encuentra el código del mapa además de elementos llamados z-index que se sobreponen al mapa para mostrar información como el nombre del mapa, simbología, un icono con información de la fuente y un icono para la descarga de los mapas.

z-index: Nombre del Mapa:

```

<div style="width:875px;height:30px;position:absolute;margin-top:678.5px;font-size: 18px; margin-left:2px;text-align:center;background:#fff;z-index=1;font-weight:bold">
Cuenca del Lago de Cuitzeo: Subcuencas
</div>

```

z-index: Simbología:

```

<div style="width:146px;height:346px;position:absolute;margin-top:331px;margin-left:730px;background-image:url('Mapas/Simbologia/INICIO.jpg');z-index=1;">
</div>

```

z-index (con titulo emergente): Fuente:

```

<div title="Fuente: Ing. Jesús Pardo"
style="width:32px;height:35px;position:absolute;margin-top:640px;margin-left:2px;background-image:url('Mapas/Fuente.jpg');z-index=1;">
</div>

```

z-index: Descarga del Mapa.

```

<div title="DescargarMapas.kmz"onclick="location.href='Mapas/Descargas/Inicio.zip'" style="width:32px;height:35px;position:absolute;margin-top:640px;margin-left:36px;background-image:url('Mapas/Descarga.jpg');z-index=1;">
</div>

```

Enlace de archivos .php para generar el mapa dentro de la seccion iframe:

```
<iframe src="Mapas/MapaInicio.php" width="875" height="675" frameborder="5"
style="border:2" allowfullscreen></iframe>
</section>
</section>
```

Los códigos que generan los mapas son externos al cualquiera de los tres tipos de algoritmos base, las siguientes líneas de código se desarrollan en un archivo en formato .php que al igual que los otros están escritos en HTML5, los códigos del mapa contiene enlaces a los modelos digitales de elevación de Google Maps, enlaces directamente ligados a las bases de datos del servidor para extraer las capas temáticas y, un código especial que incluye la Clave de la API de Google Developers a continuación, se muestra el código fuente de los mapas dinámicos del SIH:

```
<!DOCTYPE html>
<html>
<head>
<meta name="viewport" content="initial-scale=1.0">
<meta charset="utf-8">
<title>KML Layers</title>
<style>
/* Always set the map height explicitly to define the size of the div
* element that contains the map. */
#map {
height: 100%;
}
/* Optional: Makes the sample page fill the window. */
html, body {
height: 100%;
margin: 0;
padding: 0;
}
</style>
</head>
<body>
<div id="map"></div>
<script>
<!--Mapa-->
function initMap() {
var map = new google.maps.Map(document.getElementById('map'), {
```

```

mapTypeId: 'terrain'
});
<!--Capas-->
<!--Subcuencas-->
var ctaLayer = new google.maps.KmlLayer({
url: 'http://148.216.14.20:80/SIHM/Capas/subcuenc2.kml',
map: map
});
<!--Corrientes Principales-->
var ctaLayer = new google.maps.KmlLayer({
url: 'http://148.216.14.20:80/SIHM/Capas/OrderRiver2.kml',
map: map
});

}
</script>
<!--Clave De API Google Developers-->
<script async defer
src="https://maps.googleapis.com/maps/api/js?key=AlzaSyAYWglNL6JQlmeRoUiJB4E9GGi7dK3JCZc&callback=initMap">
</script>
</body>
</html>

```

Un algoritmo “A-3” A diferencia de los otros dos no contiene una sección donde se presente un mapa, contiene una sección de administración de datos que consta de un enlace a una imagen que representa el tipo de datos, que se administran en esa sección. Se refiere con administración a descargas y redireccionamientos a otra interfaz que muestra la información listada en la sección. Estas son las líneas de código que remplazan a la sección del mapa y los z-index que lo acompañan para el caso del algoritmo “A-1”:

z-index con redireccionamiento a interfaz definida por algoritmo “A-1”:

```

<div onclick=" location.href='Enero.php'" title="Ver Mapa"
style="width:100px;height:24px;position:absolute;margin-top:250px;font-size: 18px;
margin-left:70px;text-align:center;background:#fff;z-index=1;font-weight:bold">
Enero
</div>

```

```

<div onclick=" location.href='Febrero.php'" title="Ver Mapa"
style="width:100px;height:24px;position:absolute;margin-top:277px;font-size: 18px;
margin-left:70px;text-align:center;background:#fff;z-index=1;font-weight:bold">

```

Febrero

</div>

<div onclick=" location.href='Marzo.php'" title="Ver Mapa"
style="width:100px;height:24px;position:absolute;margin-top:304px;font-size: 18px;
margin-left:70px;text-align:center;background:#fff;z-index=1;font-weight:bold">

Marzo

</div>

<div onclick=" location.href='Abril.php'" title="Ver Mapa"
style="width:100px;height:24px;position:absolute;margin-top:331px;font-size: 18px;
margin-left:70px;text-align:center;background:#fff;z-index=1;font-weight:bold">

Abril

</div>

<div onclick=" location.href='Mayo.php'" title="Ver Mapa"
style="width:100px;height:24px;position:absolute;margin-top:358px;font-size: 18px;
margin-left:70px;text-align:center;background:#fff;z-index=1;font-weight:bold">

Mayo

</div>

<div onclick=" location.href='Junio.php'" title="Ver Mapa"
style="width:100px;height:24px;position:absolute;margin-top:385px;font-size: 18px;
margin-left:70px;text-align:center;background:#fff;z-index=1;font-weight:bold">

Junio

</div>

<div onclick=" location.href='Julio.php'" title="Ver Mapa"
style="width:100px;height:24px;position:absolute;margin-top:412px;font-size: 18px;
margin-left:70px;text-align:center;background:#fff;z-index=1;font-weight:bold">

Julio

<div>

<div onclick=" location.href='Agosto.php'" title="Ver Mapa"
style="width:100px;height:24px;position:absolute;margin-top:439px;font-size: 18px;
margin-left:70px;text-align:center;background:#fff;z-index=1;font-weight:bold">

Agosto

</div>

<div onclick=" location.href='Septiembre.php'" title="Ver Mapa"
style="width:100px;height:24px;position:absolute;margin-top:466px;font-size: 18px;
margin-left:70px;text-align:center;background:#fff;z-index=1;font-weight:bold">

Septiembre

</div>

<div onclick=" location.href='Octubre.php'" title="Ver Mapa"
style="width:100px;height:24px;position:absolute;margin-top:493px;font-size: 18px;
margin-left:70px;text-align:center;background:#fff;z-index=1;font-weight:bold">

Octubre
</div>

<div onclick=" location.href='Noviembre.php'" title="Ver Mapa"
style="width:100px;height:24px;position:absolute;margin-top:520px;font-size: 18px;
margin-left:70px;text-align:center;background:#fff;z-index=1;font-weight:bold">
Noviembre
</div>

<div onclick=" location.href='Diciembre.php'" title="Ver Mapa"
style="width:100px;height:24px;position:absolute;margin-top:547px;font-size: 18px;
margin-left:70px;text-align:center;background:#fff;z-index=1;font-weight:bold">
Diciembre
</div>

<div title="Descargar Mapas .kmz" onclick=" location.href='Descargas/Enero.zip'"
style="margin-top:250px;width:24px;height:24px;position:absolute;margin-
left:173px;background-image:url('Descarga.jpg');z-index=1;">
</div>

<div title="Descargar Mapas .kmz" onclick=" location.href='Descargas/Febrero.zip'"
style="margin-top:277px;width:24px;height:24px;position:absolute;margin-
left:173px;background-image:url('Descarga.jpg');z-index=1;">
</div>

<div title="Descargar Mapas .kmz" onclick=" location.href='Descargas/Marzo.zip'"
style="margin-top:304px;width:24px;height:24px;position:absolute;margin-
left:173px;background-image:url('Descarga.jpg');z-index=1;">
</div>

<div title="Descargar Mapas .kmz" onclick=" location.href='Descargas/Abril.zip'"
style="margin-top:331px;width:24px;height:24px;position:absolute;margin-
left:173px;background-image:url('Descarga.jpg');z-index=1;">
</div>

<div title="Descargar Mapas .kmz" onclick=" location.href='Descargas/Mayo.zip'"
style="margin-top:358px;width:24px;height:24px;position:absolute;margin-
left:173px;background-image:url('Descarga.jpg');z-index=1;">
</div>

<div title="Descargar Mapas .kmz" onclick=" location.href='Descargas/Junio.zip'"
style="margin-top:385px;width:24px;height:24px;position:absolute;margin-
left:173px;background-image:url('Descarga.jpg');z-index=1;">
</div>

```
<div title="Descargar Mapas .kmz" onclick=" location.href='Descargas/Julio.zip'"
style="margin-top:412px;width:24px;height:24px;position:absolute;margin-
left:173px;background-image:url('Descarga.jpg');z-index=1;">
</div>
```

```
<div title="Descargar Mapas .kmz" onclick=" location.href='Descargas/Agosto.zip'"
style="margin-top:439px;width:24px;height:24px;position:absolute;margin-
left:173px;background-image:url('Descarga.jpg');z-index=1;">
</div>
```

```
<div title="Descargar Mapas .kmz" onclick="
location.href='Descargas/Septiembre.zip'" style="margin-
top:466px;width:24px;height:24px;position:absolute;margin-left:173px;background-
image:url('Descarga.jpg');z-index=1;">
</div>
```

```
<div title="Descargar Mapas .kmz" onclick=" location.href='Descargas/Octubre.zip'"
style="margin-top:493px;width:24px;height:24px;position:absolute;margin-
left:173px;background-image:url('Descarga.jpg');z-index=1;">
</div>
```

```
<div title="Descargar Mapas .kmz" onclick="
location.href='Descargas/Noviembre.zip'" style="margin-
top:520px;width:24px;height:24px;position:absolute;margin-left:173px;background-
image:url('Descarga.jpg');z-index=1;">
</div>
```

```
<div title="Descargar Mapas .kmz" onclick="
location.href='Descargas/Diciembre.zip'" style="margin-
top:547px;width:24px;height:24px;position:absolute;margin-left:173px;background-
image:url('Descarga.jpg');z-index=1;">
</div>
```

Iframe que contiene la imagen de clasificación de información:

```
<iframe src="databaseSIHM.jpg" width="875" height="675" frameborder="5"
style="border:2" allowfullscreen></iframe>
```

Finalmente se tiene la última sección del código fuente de los algoritmos base donde contiene los accesos a las paginas en redes sociales del SIH y un texto dinámico del CopyRigth.

```
<footer>
<section id="redes-s">
<div class="facebook"><a href="https://www.facebook.com/"></a></div>
```

```
<div class="twitter"><a href="https://twitter.com/?lang=es"></a></div>
</section>
```

```
</footer>
```

```
<div id="copyright"><marquee>CopyRigth to: Daniel Rodríguez
Licea</marquee></div>
</section>
</body>
```

Dentro de los mapas del SIH se es posible interactuar con ellos para mostrar la información, las capas llevan tablas de contenido que al dar click sobre sus elementos muestran una etiqueta emergente sobrepuesta al mapa, en algunos casos cuando hablamos de estaciones de información meteorológica, la interacción con los mapas está ligada a ciertos archivos .php que generan graficas donde se muestra la información a lo largo del tiempo, los códigos utilizados se muestran a continuación:

Como todos los códigos anteriores tenemos la inicialización del cogido y los enlaces de las librerías de Google Charts:

```
!DOCTYPE html>
<html>
<head>

</head>
<aside id="grafica">

    <script type="text/javascript"

src="https://www.gstatic.com/charts/loader.js"></script>

    <script type="text/javascript">

        google.charts.load('current', {'packages':['corechart']});
        google.charts.setOnLoadCallback(drawChart);
```

Definición de la función donde se ingresan los datos para generar las gráficas:

```
function drawChart() {  
    var data = google.visualization.arrayToDataTable([  
        ['AÑO','PMM (mm)'],  
        ['1954',      865.3],  
        ['1955',      944.7],  
        .  
        .  
        .  
        ['2001',      765.9],  
        ['2002',      944.5],  
        ['2003',      885.3],  
        ['2004',      914.3],  
        ['2005',      855.6],  
        ['2006',      934.7],  
        ['2007',      831.0]  
    ]);
```

Enlace de variables y diseño de la gráfica:

```
    var options = {  
        title: "",  
        curveType: 'function',  
        legend: { position: 'bottom' }  
    };  
  
    var chart = new  
google.visualization.LineChart(document.getElementById('curve_chart'));  
  
    chart.draw(data, options);  
    }  
</script>  
</aside>  
<body>  
<header id="datos">  
</header>  
  
</body>  
<footer>  
<div id="curve_chart" style="width: 502px; height: 262px"></div>  
  
</footer>  
  
</html>
```

Los algoritmos “A-2” y “A-3” dependen del algoritmo “A-1”, las modificaciones para pasar de uno a otro surgen en base al algoritmo “A-1”.

4.2 MÉTODOS

Durante un periodo de tiempo del desarrollo de este proyecto se llevó a cabo la recopilación de información que surgió de estudios, proyectos de investigación, mediciones y bases de datos con el fin de definir los temas a mostrar en el SIH.

Cuando se cuenta con un servidor ligado a una IP publica y a un dominio específico, además de una interfaz (definida por los algoritmos) e información previamente validada se continua con la vinculación de estos para formar la interfaz de cada tema de Sistema de Información Hidrológica (SIH). La estructura temática está dada por cinco temas principales:

- Recurso Hídrico
- Calidad del Agua
- Riesgos
- Agua Potable
- Saneamiento

En el siguiente esquema se muestra la estructura completa de la información del Sistema de Información Hidrológica:

→Recurso Hídrico
 ---Meteorología
 --Temperatura Histórica
 --Isotermas (Mensuales)
 --Precipitación Histórica
 --Isoyetas (Mensuales)
 ---Hidrología Superficial
 --Aforos
 --Escurremientos Calculados
 --Características de la Cuenca
 -Tipo de Suelo

- Uso De Suelo
 - Hidrología Subterránea
 - Pozos
 - Nivel Freático
 - Manantiales
 - Características del Acuífero
 - Fallas Geológicas
 - Geología
 - Calidad del Agua
 - Corrientes
 - Transporte de Contaminantes
 - Riesgos
 - Inundaciones
 - Sequias
 - Cambio Climático
 - Calidad del Agua
 - Transporte de Contaminantes
 - Escurremientos Calculados
 - Temperatura
 - Isotermas (Mensuales)
 - Precipitación
 - Isoyetas (Mensuales)
 - Sequias
 - Agua Potable
 - Saneamiento
-

Esquema 1. Menú Principal del Sistema de Información Hidrológica.

Se estableció un método general para la creación de la interfaz de cada elemento (tema) del menú principal del SIH, a continuación, se enlistan los pasos a seguir:

1. Generar el Algoritmo necesario para el tema.
2. Crear el Mapa enlazando las capas necesarias correspondientes.
3. Trasladar los archivos generados al servidor web.
4. Vincular los archivos al menú principal para el redireccionamiento de este.

Con este método se genera la interfaz, se conecta al servidor y directamente se generan los accesos dentro de la web. Se ejecutará este método para cada tema a continuación, se presenta la descripción general de cada tema, contenido (elementos principales que generan la interfaz) y un diagrama de bloques que representa el enlace de elementos de cada interfaz,

4.2.1 INTERFAZ PRINCIPAL O INDEX

El index es directamente la plataforma del SIH donde se generan los accesos a la información, donde el usuario interactúa con el menú desplegable y los iconos de redireccionamiento. El dominio está ligado a esta plataforma de tal forma que automáticamente se generan las URL de cada interfaz en función de la ruta de almacenamiento en el servidor de los algoritmos que generan la interfaz.

La interfaz principal cuenta con un mapa que representa las subcuencas de la cuenca del lago de Cuitzeo.

Contenido:

Algoritmo	A-1
Mapa	MDE
Capas KML	Corrientes y Subcuencas

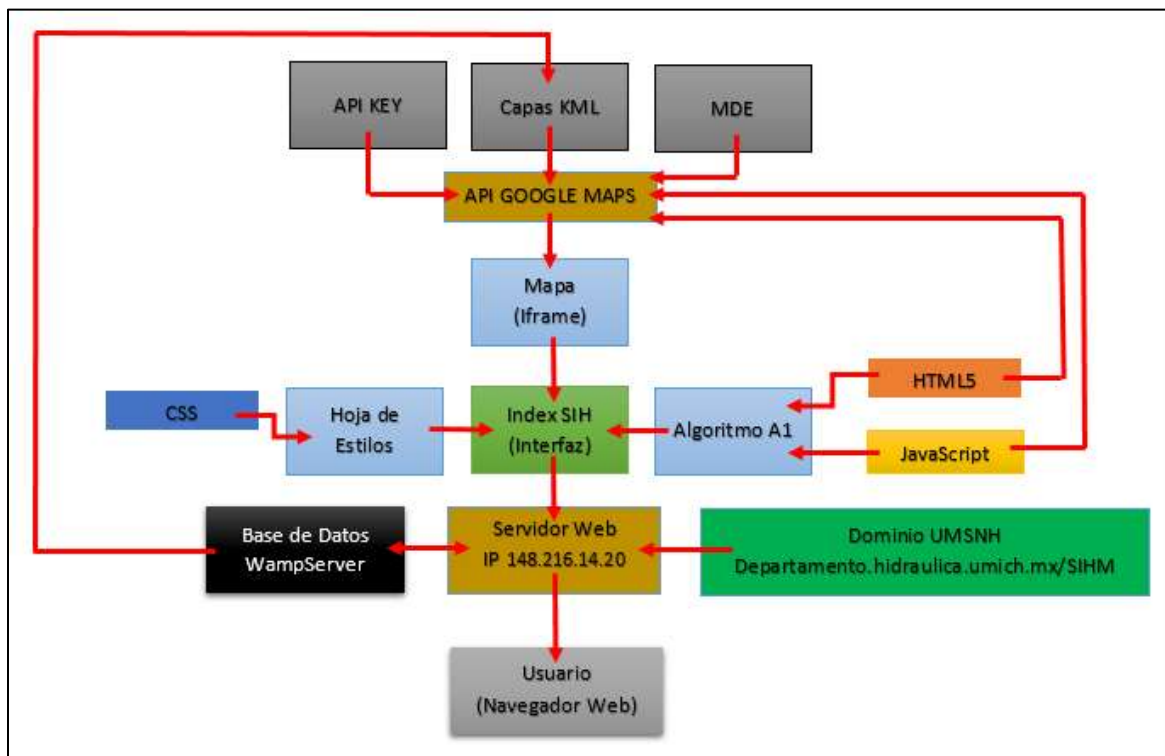


Figura 6. Enlace de elementos (materiales) de hardware y software para entrega de información al usuario: Interfaz Principal o Index.

4.2.2 TEMPERATURA HISTÓRICA

Temperatura: es una magnitud física de la materia que expresa cuantitativamente las nociones comunes de calor y frío.

Isoterma: es una curva que une los vértices, en un plano cartográfico, que presentan las mismas temperaturas en la unidad de tiempo considerada.

Estación meteorológica: es el lugar donde se realizan mediciones y observaciones puntuales de los diferentes parámetros meteorológicos utilizando los instrumentos adecuados para así poder establecer el comportamiento atmosférico.

La información se obtuvo de estaciones meteorológicas que se ubican estratégicamente distribuidas dentro de nuestra zona de estudio. Dentro de nuestra interfaz base mostrará un mapa con información de temperatura media anual en °C (Grados Celsius) representada por:

- Isotermas a lo largo y ancho de nuestra zona de estudio.

- Etiquetas emergentes en los puntos que representan las estaciones que muestran temperatura media anual de la estación.

Se utiliza el algoritmo “A-2” para generar una lista desplegable para la elección de estaciones y accionar la descarga de información de temperatura histórica diaria.

Contenido:

Algoritmo	A-2
Elemento Multimedia	Lista Desplegable con acciones de descarga de información de temperatura histórica diaria.
Mapa	MDE
Capas KML	Isotermas (T °C Media), Cuenca y Estaciones

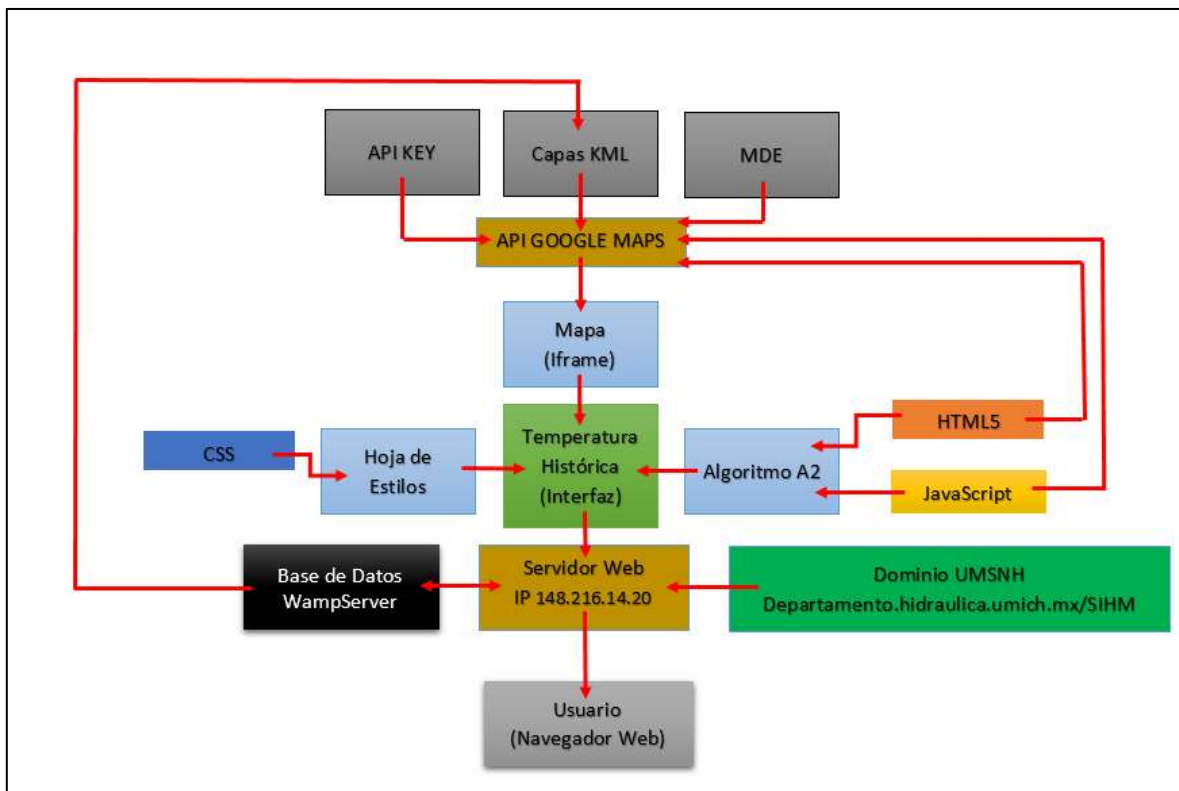


Figura 7. Enlace de elementos (materiales) de hardware y software para entrega de información al usuario: Temperatura Histórica.

4.2.3 ISOTERMAS (MENSUALES)

En esta interfaz se creará un mando administrativo de información donde será posible el acceso a una sub-interfaz para cada uno de los meses del año que muestran los mapas de isotermas mensuales, al igual que elementos para generar la descarga de los mapas construidos por los MDE y las capas de las isotermas y estaciones.

Contenido:

Algoritmo	A-3
Elemento Multimedia	Iframe de administración de información
Mapa	MDE
Capas KML	Isotermas (T °C Media), Cuenca

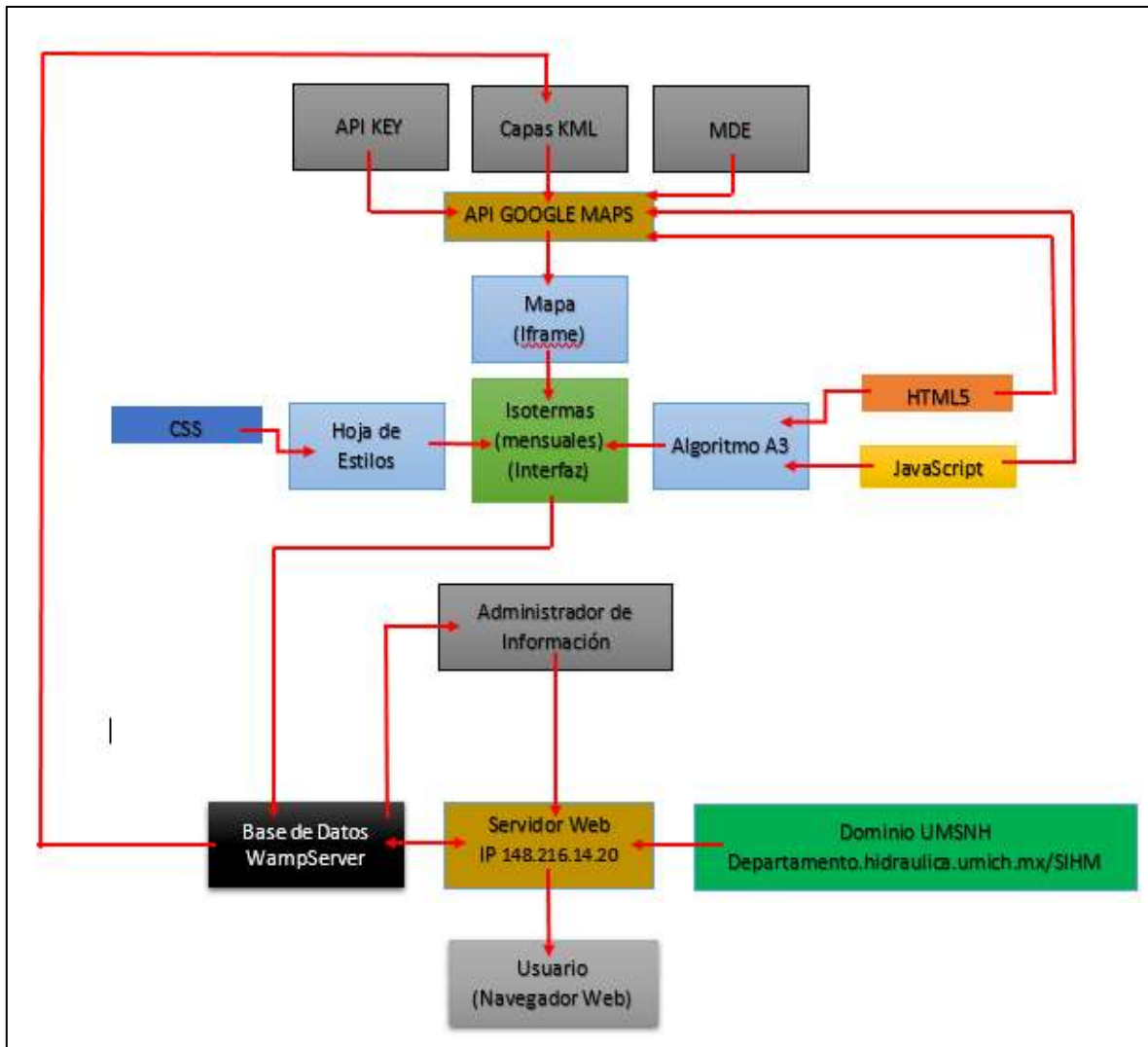


Figura 8. Enlace de elementos (materiales) de hardware y software para entrega de información al usuario: Isotermas (Mensuales).

4.2.4 PRECIPITACIÓN HISTÓRICA

Desde el punto de vista de la ingeniería hidrológica, la precipitación es la fuente primaria del agua de la superficie terrestre, y sus mediciones forman el punto de partida de la mayor parte de los estudios concernientes al uso y control del agua.

Al igual que los datos de temperatura estos también fueron obtenidos por medio de estaciones meteorológicas estratégicamente ubicadas, la información se presentará por medio de mapas que ubican espacialmente las estaciones, representadas por puntos que contienen la acción de redireccionar al usuario a una nueva interfaz que

4.2.5 ISOYETAS (MESUALES)

Isoyeta: es una curva que une los vértices, en un plano cartográfico, que presentan las mismas precipitaciones en la unidad de tiempo considerada.

La presentación de estas deberá relacionarse a una interfaz con administración de información, para que redirija a todo el contenido mensual al igual que al acceso y descarga de mapas.

Contenido:

Algoritmo	A-3
Elemento Multimedia	Iframe de administración de información
Mapa	MDE
Capas KML	Isoyetas (T °C Media), Cuenca

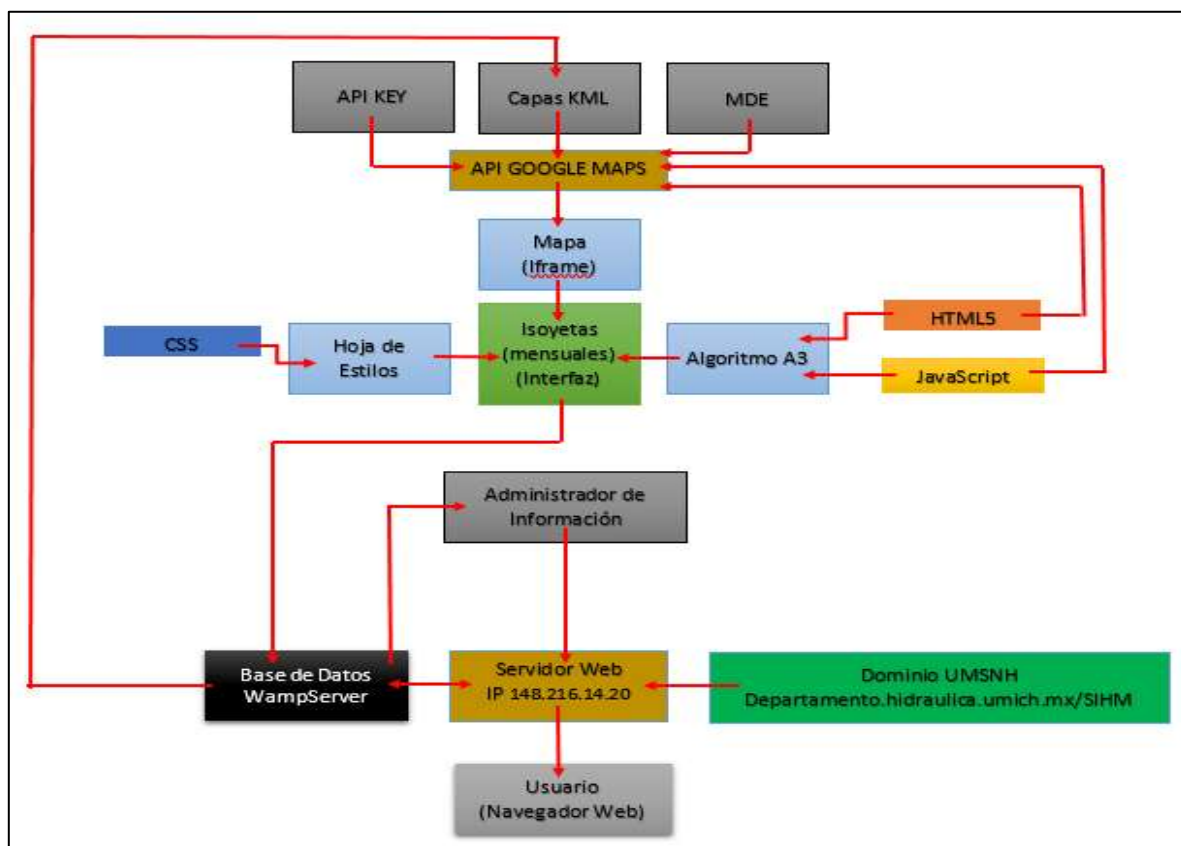


Figura 10. Enlace de elementos (materiales) de hardware y software para entrega de información al usuario: Isoyetas (Mensuales).

4.2.6 AFOROS

Dentro de las corrientes de la cuenca del lago de Cuitzeo se han establecido puntos estratégicos para los aforos del gasto (m^3/s) que esta escurriendo, los aforos son obtenidos por medio de estaciones hidrométricas que almacenan esta información en bases de datos conectadas entre sí.

La interfaz mostrará un mapa que contenga las estaciones hidrométricas dentro de la cuenca ubicadas espacialmente, al igual que en el mapa de precipitaciones esta redireccionará al usuario a una interfaz que le presente las graficas de Gasto Medio Mensual y Anual.

Contenido:

Algoritmo	A-1
Mapa	MDE
Capas KML	Cuenca y Corrientes
Capas API	Estaciones con redirección de Interfaz

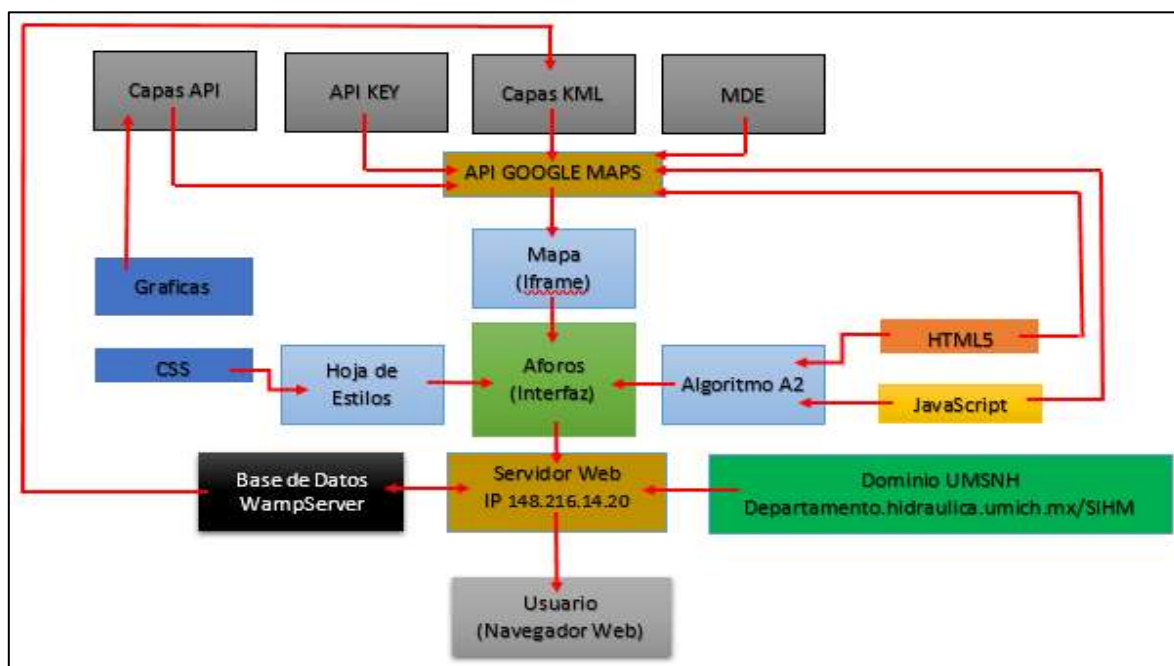


Figura 11. Enlace de elementos (materiales) de hardware y software para entrega de información al usuario: Aforos.

4.2.7 ESCURRIMIENTOS CALCULADOS

Los escurrimientos calculados se presentarán de la misma forma que los aforos generando una interfaz igual con el mismo conjunto de acciones y enlaces a graficas que muestren la información con las mismas variables. En función de los aforos se estudia el comportamiento de estos para realizar una modelación para generar los escurrimientos en un mismo periodo de tiempo para ciertos puntos deseados donde se quiere conocer el volumen de escurrimiento.

Contenido:

Algoritmo A-1

Mapa MDE

Capas KML Cuenca y Corrientes

Capas API Estaciones y puntos con redirección de Interfaz

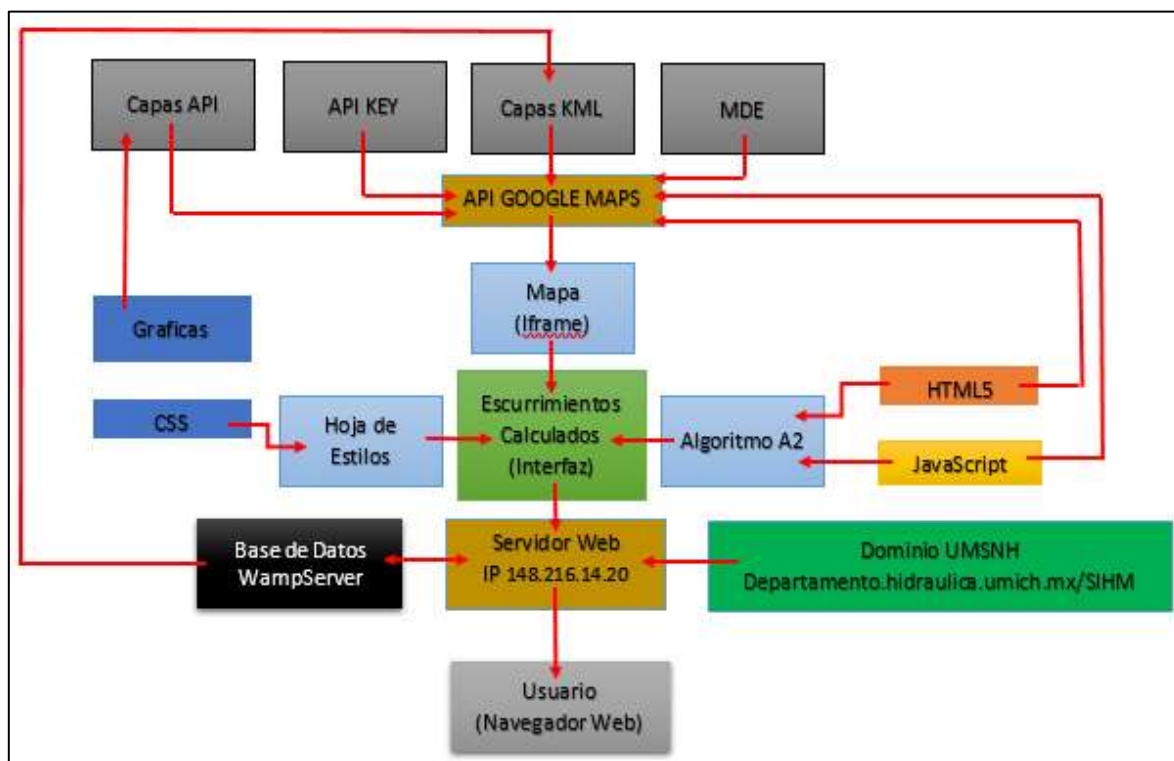


Figura 12. Enlace de elementos (materiales) de hardware y software para entrega de información al usuario: Esguerramientos Calculados.

4.2.8 TIPO DE SUELO

Para este tema se genera una interfaz básica donde se coloque un mapa que represente el tipo de suelo de la cuenca, dentro de la cuenca se encuentran diferentes tipos de suelo representado por diferentes áreas coloridas que al dar click sobre ellas generen una etiqueta, donde se muestre el tipo de suelo que le pertenece a esa área.

Contenido:

Algoritmo	A-1
Mapa	MDE
Capas KML	Cuenca y Tipo de suelo

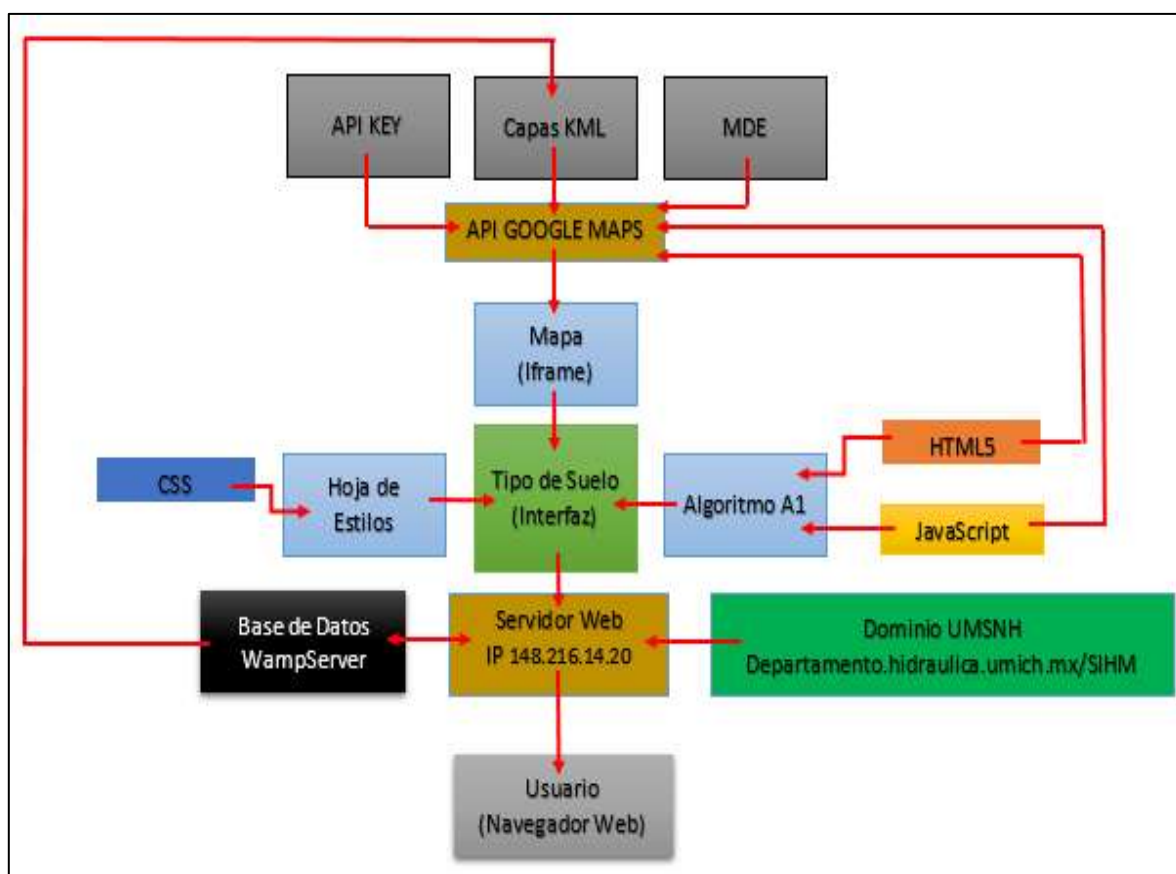


Figura 13. Enlace de elementos (materiales) de hardware y software para entrega de información al usuario: Tipo de Suelo.

4.2.9 USO DE SUELO

Al igual que en el tema anterior se generará una interfaz donde se coloque un mapa que represente el tipo de suelo de la cuenca, dentro de la cuenca se encuentran diferentes usos de suelo representado por diferentes áreas coloridas que al dar click sobre ellas generen una etiqueta, donde se muestre el uso de suelo que le pertenece a esa área.

Contenido:

Algoritmo	A-1
Mapa	MDE
Capas KML	Cuenca y Uso de suelo

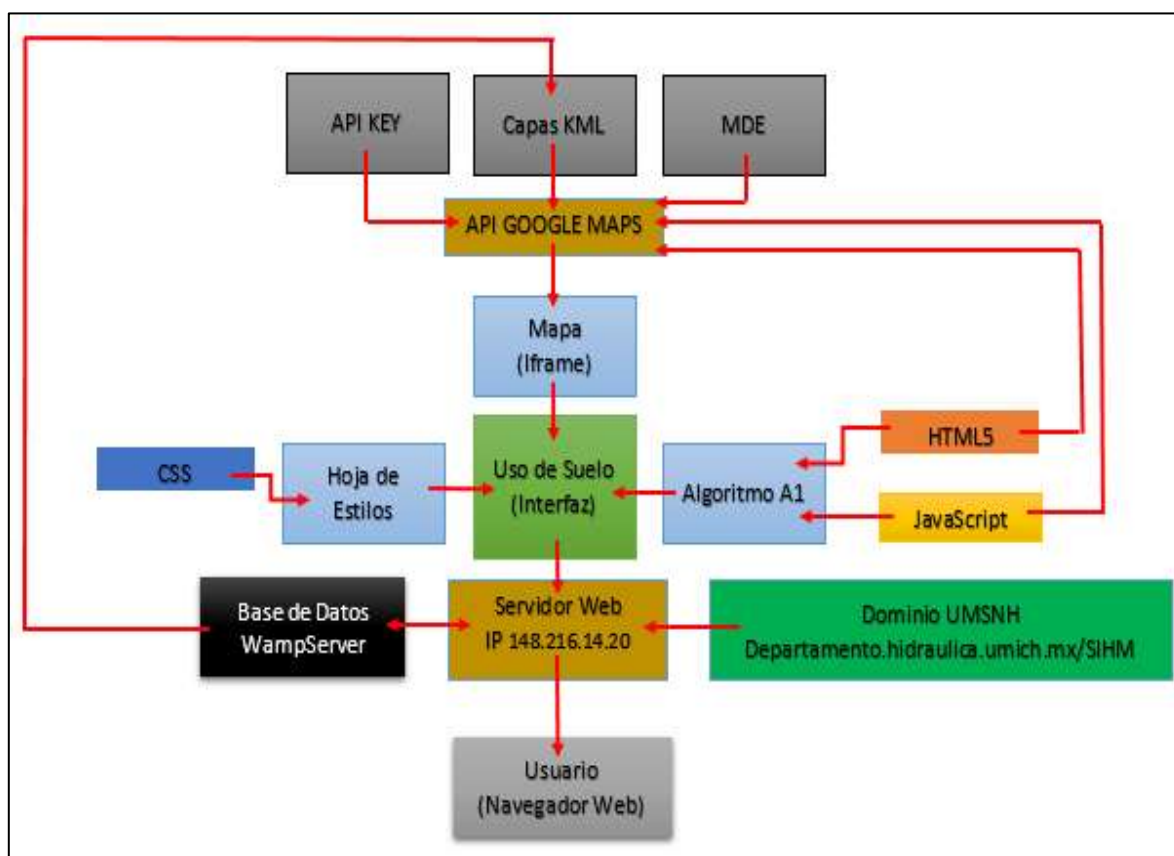


Figura 13. Enlace de elementos (materiales) de hardware y software para entrega de información al usuario: Uso de Suelo.

4.2.10 NIVEL FREÁTICO (POZOS)

Isopieza: es una curva que une los vértices, en un plano cartográfico, que presentan los mismos niveles freáticos en la unidad de tiempo considerada.

Estos niveles freáticos se presentarán por medio de isopiezas dentro de del acuífero Morelia-Queréndaro ubicadas espacialmente sobre un modelo digital de elevaciones. Dentro del mapa se generarán etiquetas en cada una de las líneas (isopiezas) que presenten la altura del nivel freático (msnm). Para este caso se utiliza una interfaz básica.

Contenido:

Algoritmo	A-1
Mapa	MDE
Capas KML	Isopiezas (msnm), Acuífero y Pozos

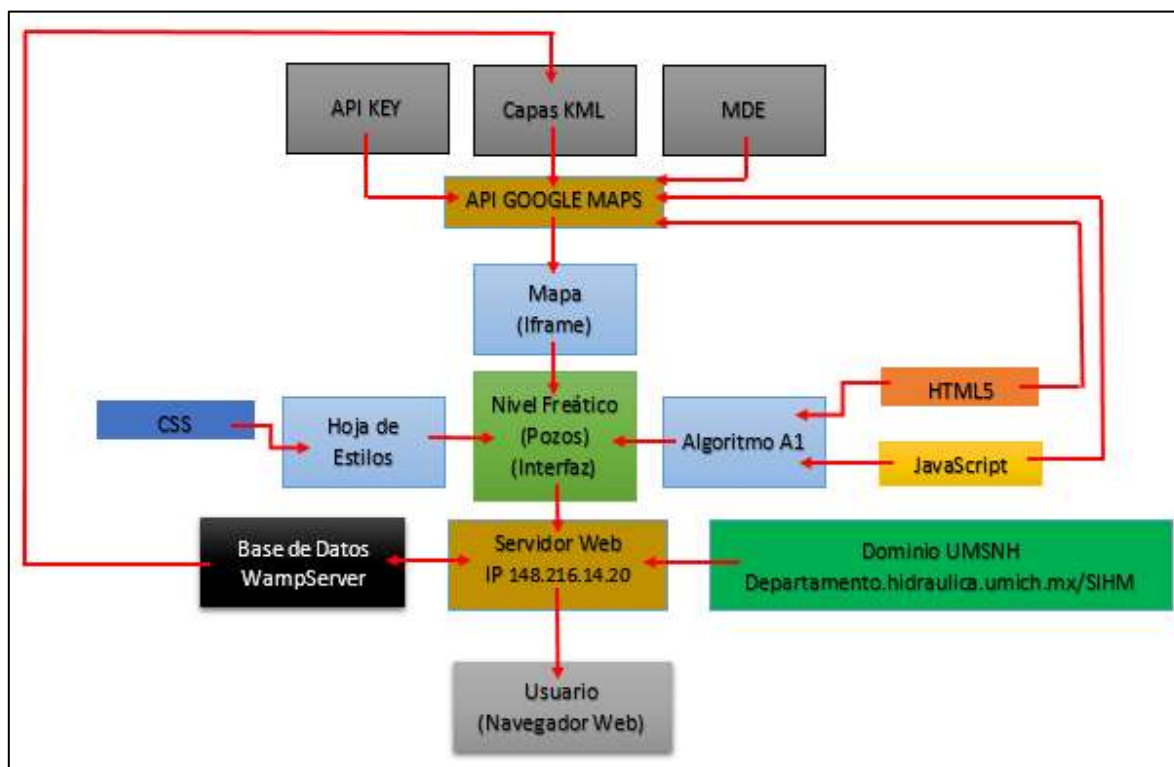


Figura 14. Enlace de elementos (materiales) de hardware y software para entrega de información al usuario: Nivel Freático (Pozos).

4.2.11 MANANTIALES

Se deberá representar la localización de los manantiales que se encuentran sobre el acuífero Morelia-Queréndaro, por medio de la interfaz básica del sistema.

Contenido:

Algoritmo	A-1
Mapa	MDE
Capas KML	Manantiales y Acuífero

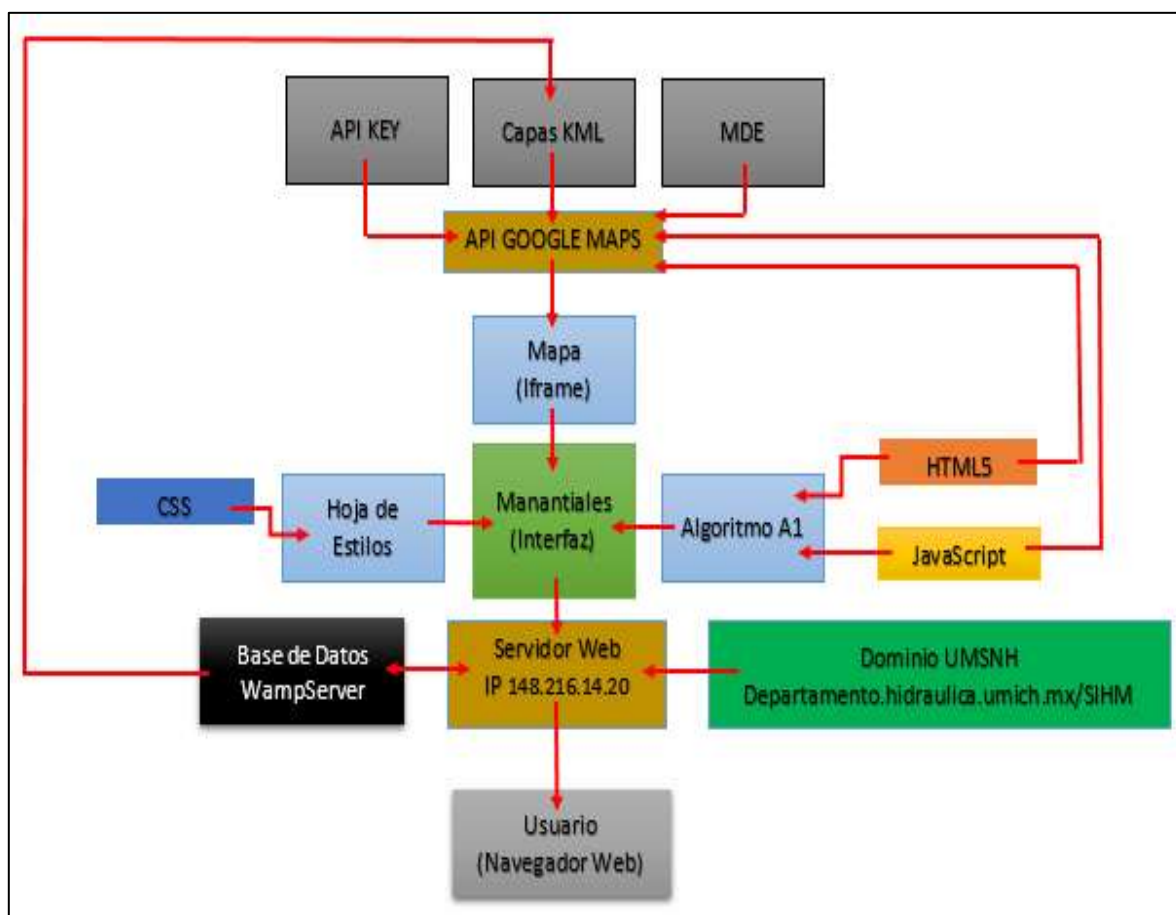


Figura 15. Enlace de elementos (materiales) de hardware y software para entrega de información al usuario: Manantiales.

4.2.12 FALLAS GEOLÓGICAS DENTRO DEL ACUÍFERO

Dentro del mapa de la interfaz se representan las fallas geológicas que se encuentran dentro del acuífero, al dar click sobre las líneas que representan las fallas generan una etiqueta con la denominación de falla o fractura.

Contenido:

Algoritmo	A-1
Mapa	MDE
Capas KML	Fallas Geológicas y Acuífero

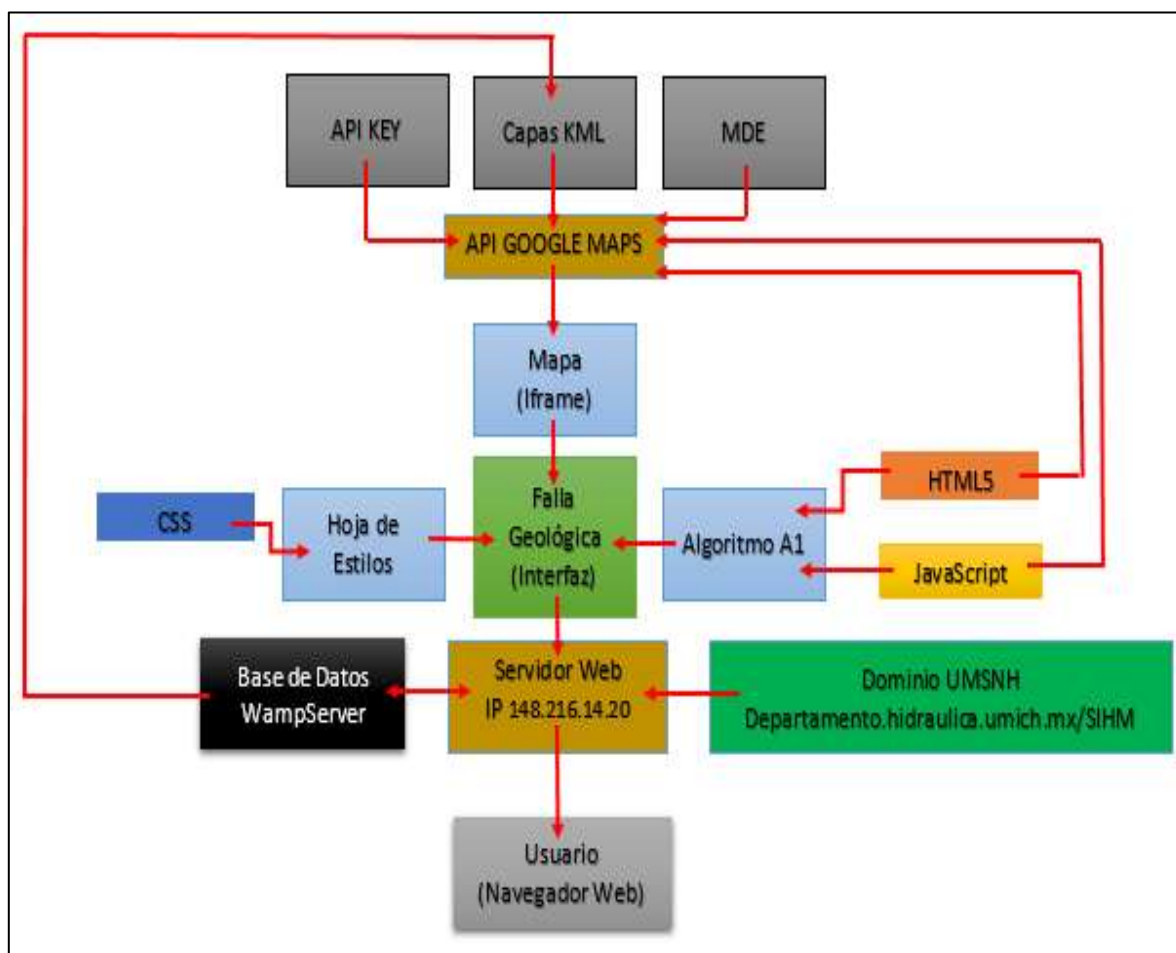


Figura 16. Enlace de elementos (materiales) de hardware y software para entrega de información al usuario: Fallas Geológicas.

4.2.13 GEOLOGÍA DEL ACUÍFERO

Para este tema se genera una interfaz básica donde se coloque un mapa que represente el tipo de suelo de la cuenca, dentro de la cuenca se encuentran diferentes tipos de suelo representado por diferentes áreas coloridas que al dar click sobre ellas generen una etiqueta, donde se muestre el tipo de suelo que le pertenece a esa área.

Contenido:

Algoritmo A-1

Mapa MDE

Capas KML Cuenca y Tipo de suelo

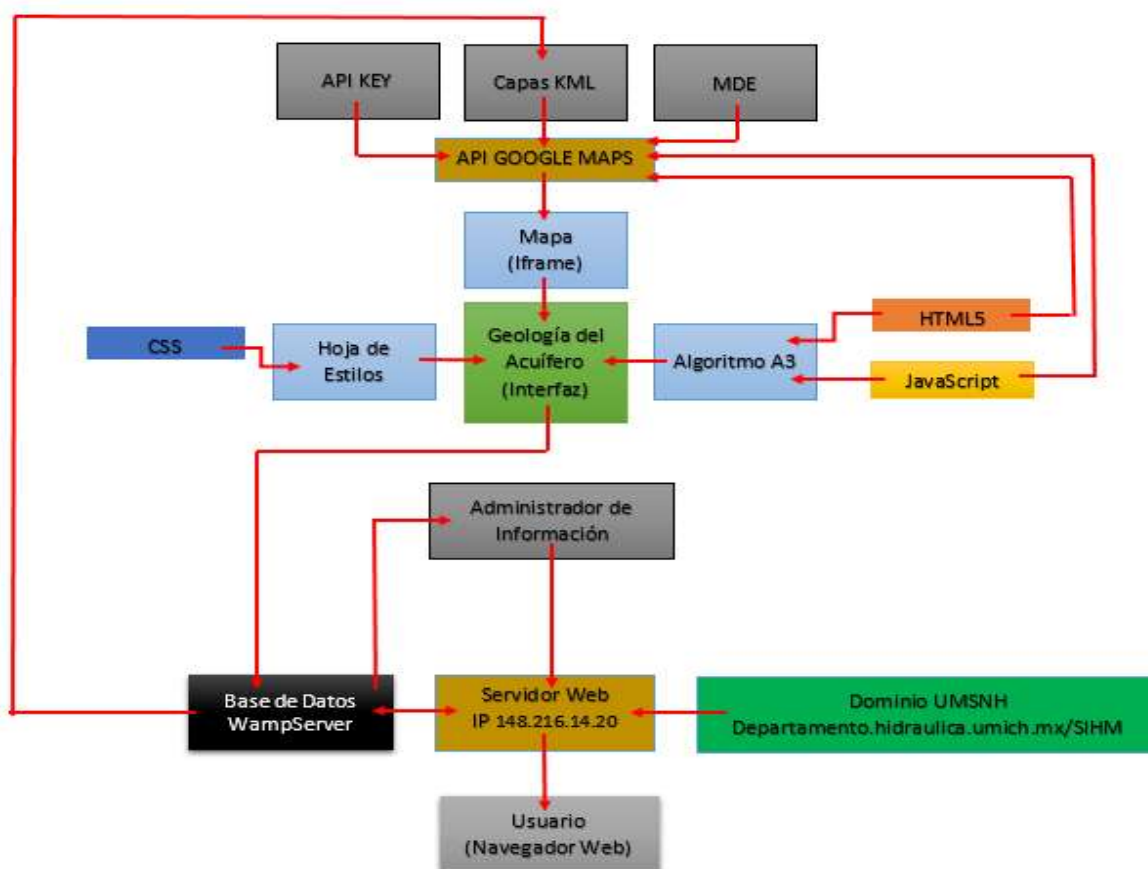


Figura 17. Enlace de elementos (materiales) de hardware y software para entrega de información al usuario: Geología del Acuífero.

4.2.14 CALIDAD DEL AGUA: CORRIENTES

Dentro de las corrientes de la cuenca del lago de Cuitzeo se han establecido puntos estratégicos para el monitoreo de calidad del agua.

La interfaz mostrará un mapa que contenga los puntos de monitoreo ubicados espacialmente, al igual que en el mapa de precipitaciones esta redireccionará al usuario a una interfaz que le presente las gráficas de los parámetros de calidad de calidad del agua (DBO5, O2, DQO, etc).

Contenido:

Algoritmo	A-1
Mapa	MDE
Capas KML	Cuenca y Corrientes
Capas API	Puntos de Calidad del Agua con redirección de Interfaz

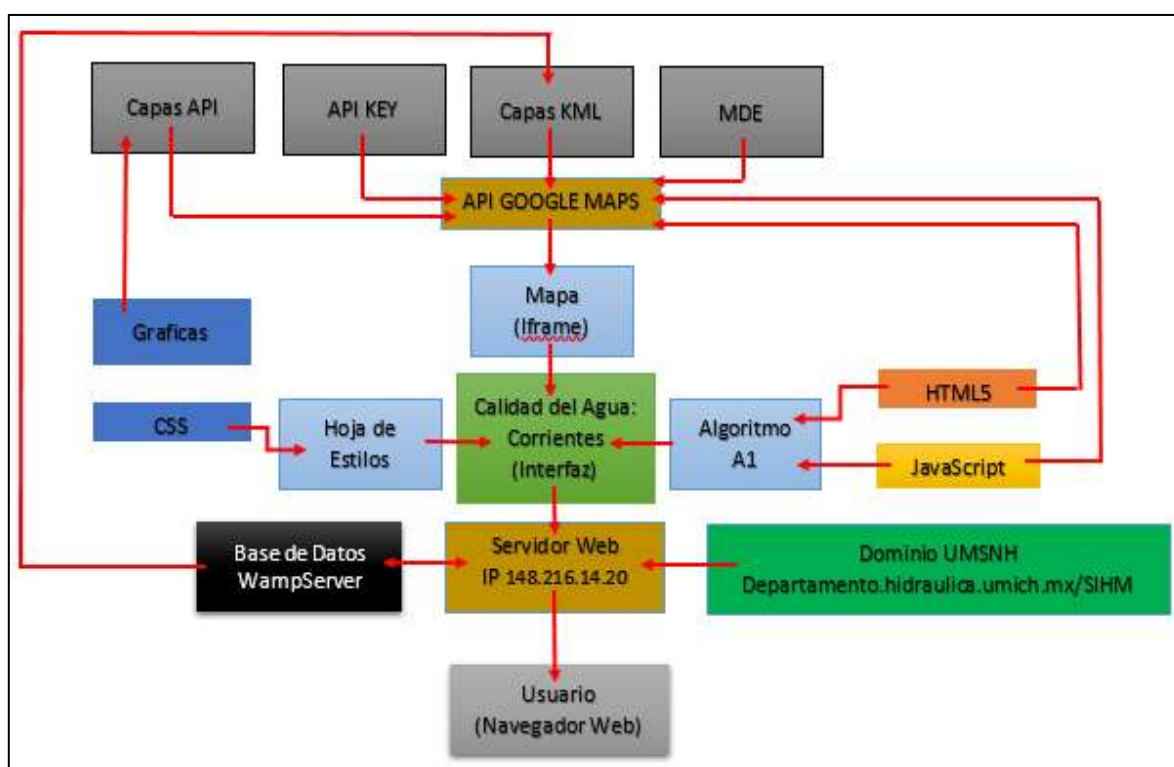


Figura 18. Enlace de elementos (materiales) de hardware y software para entrega de información al usuario: Calidad del Agua: Corrientes.

4.2.15 TRASPORTE DE CONTAMINANTES

Para representar el transporte de contaminantes (DBO y Oxígeno disuelto) a lo largo del río grande de Morelia se utiliza una interfaz con un mapa muy interactivo, este análisis se realizó dividiendo en tramos al río grande, tal cual se representarán los resultados del análisis eligiendo un tramo cualquiera, redirecciona al usuario a una interfaz flotante que presenta un par de graficas (DBO y Oxígeno disuelto).

Contenido:

Algoritmo	A-1
Mapa	MDE
Capas KML	Cuenca y Corrientes
Capas API	Tramos del Río con redirección de interfaz

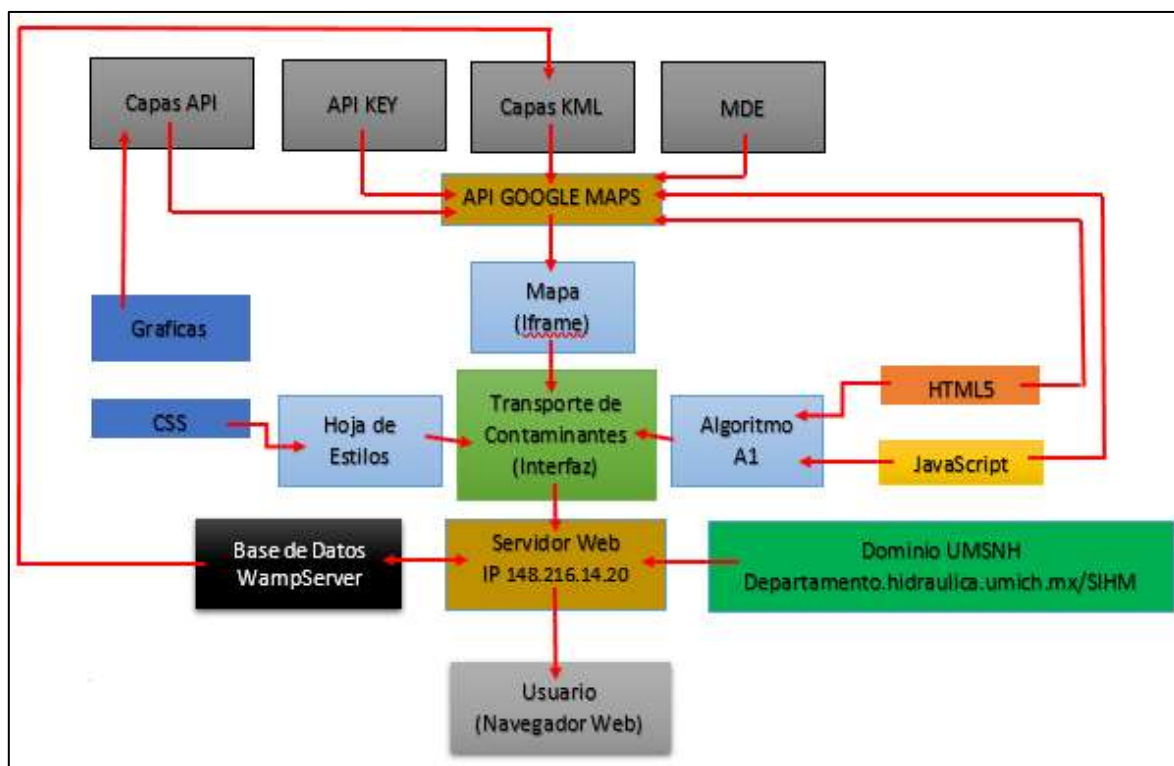


Figura 19. Enlace de elementos (materiales) de hardware y software para entrega de información al usuario: Transporte de Contaminantes.

4.2.16 INUNDACIONES

Estas se representan por medio de escalas de colores que representan que tan alto o tan bajo es el tirante en algunos cauces que se analizaron esto se plasma en una interfaz donde el mapa se capaz de sobreponer las corrientes en un MDE, el mapa es simplemente de análisis no contendrá ningún tipo de información adicional en sus capas.

Contenido:

Algoritmo	A-1
Mapa	MDE
Capas KML	Cuenca, Corrientes e Inundaciones

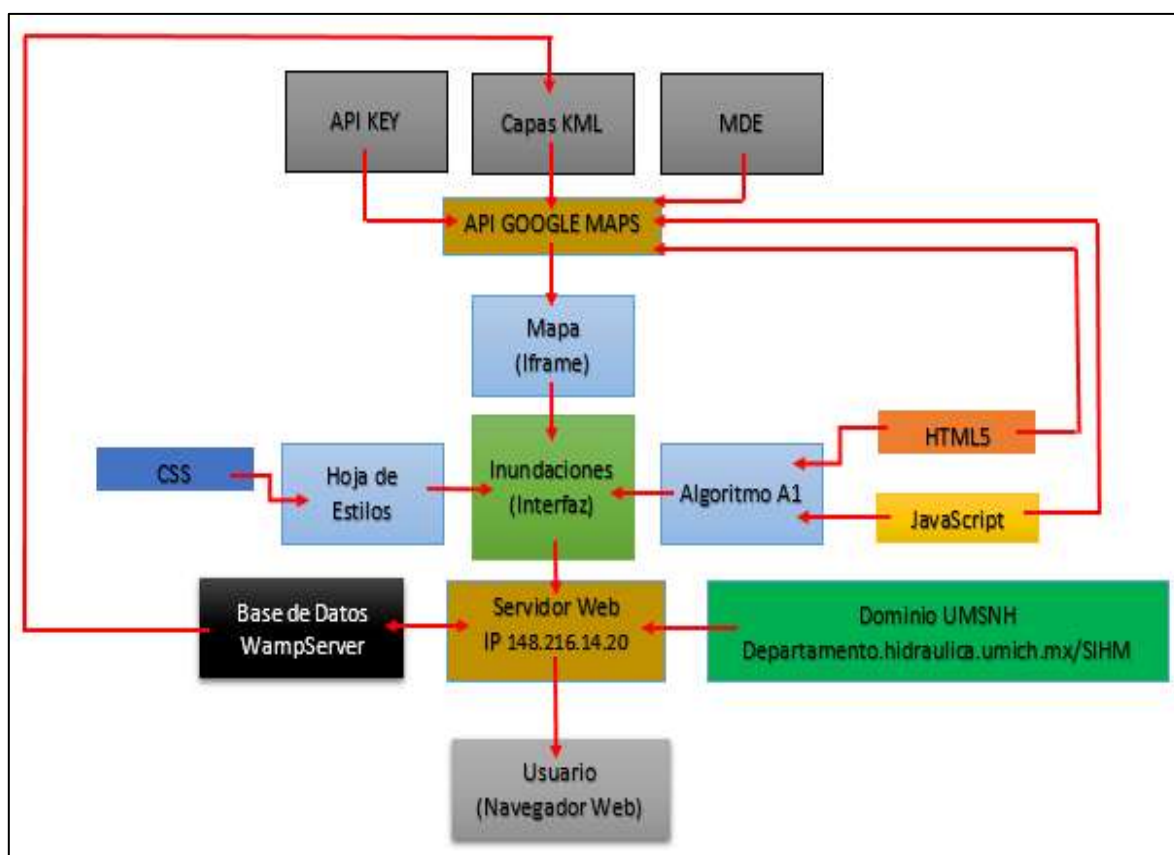


Figura 20. Enlace de elementos (materiales) de hardware y software para entrega de información al usuario: Inundaciones.

4.2.17 SEQUIAS

Según los resultados del análisis de sequias dentro de la cuenca del lago de Cuitzeo, deberá presentarse cada análisis mensual en una interfaz, que contenga el mapa de sequias a lo largo del año (mes a mes), la interfaz deberá ser de administración de información para redireccionar al usuario a cada uno de los mapas y a las descargas de estos.

Contenido:

Algoritmo	A-3
Elemento Multimedia	Iframe de administración de información
Mapa	MDE
Capas KML	Sequias y Cuenca

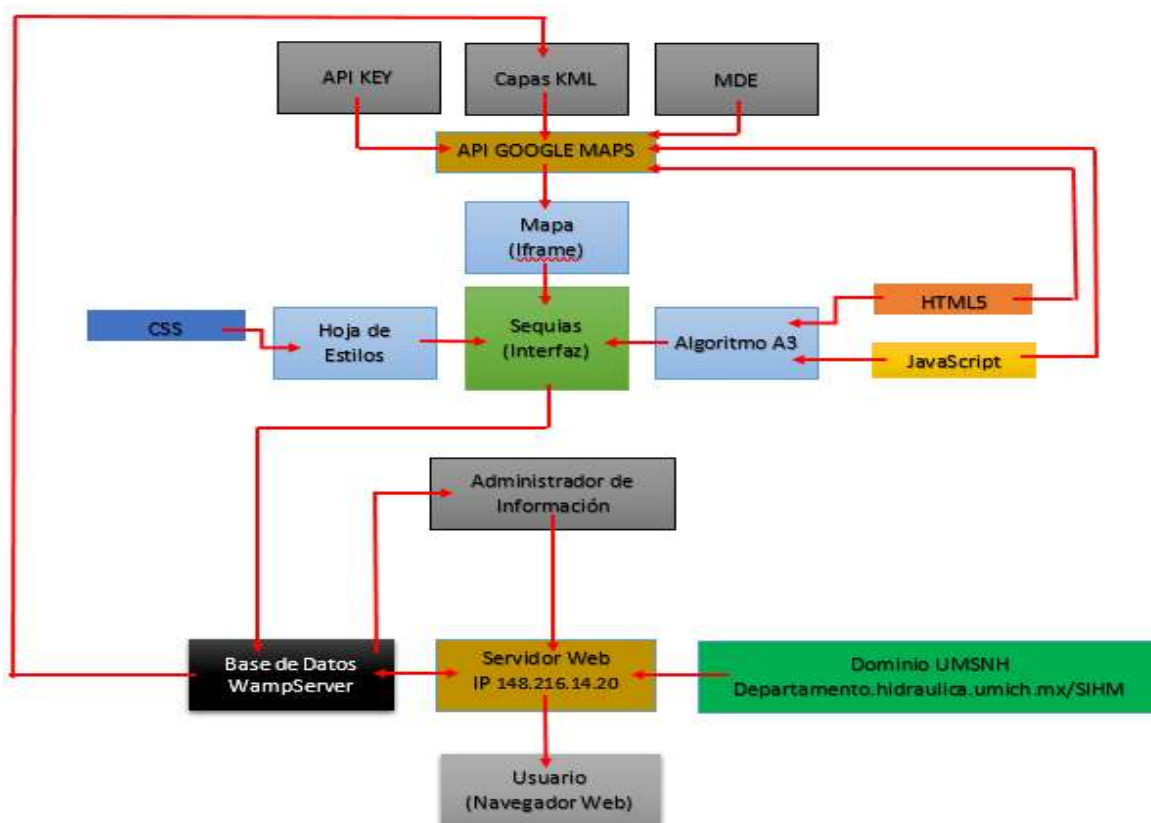


Figura 21. Enlace de elementos (materiales) de hardware y software para entrega de información al usuario: Sequias.

4.2.18 CAMBIO CLIMÁTICO: TRASPORTE DE CONTAMINANTES

Para presentar el transporte de contaminantes con cambio climático (DBO y Oxígeno disuelto) a lo largo del río grande se utiliza el mismo método para el transporte de contaminantes en este caso se divide en dos elementos del menú principal, que involucren los periodos modelados 2015 – 2039 y 2075 – 2099, para la presentación de los datos se generarán las mismas graficas con las mismas variables, pero ahora se presentan en tres escenarios diferentes (RCP 8.5, RCP 6.5 y RCP 4.5).

Contenido:

Algoritmo	A-1
Mapa	MDE
Capas KML	Cuenca y Corrientes
Capas API	Tramos del Río con redirección de interfaz

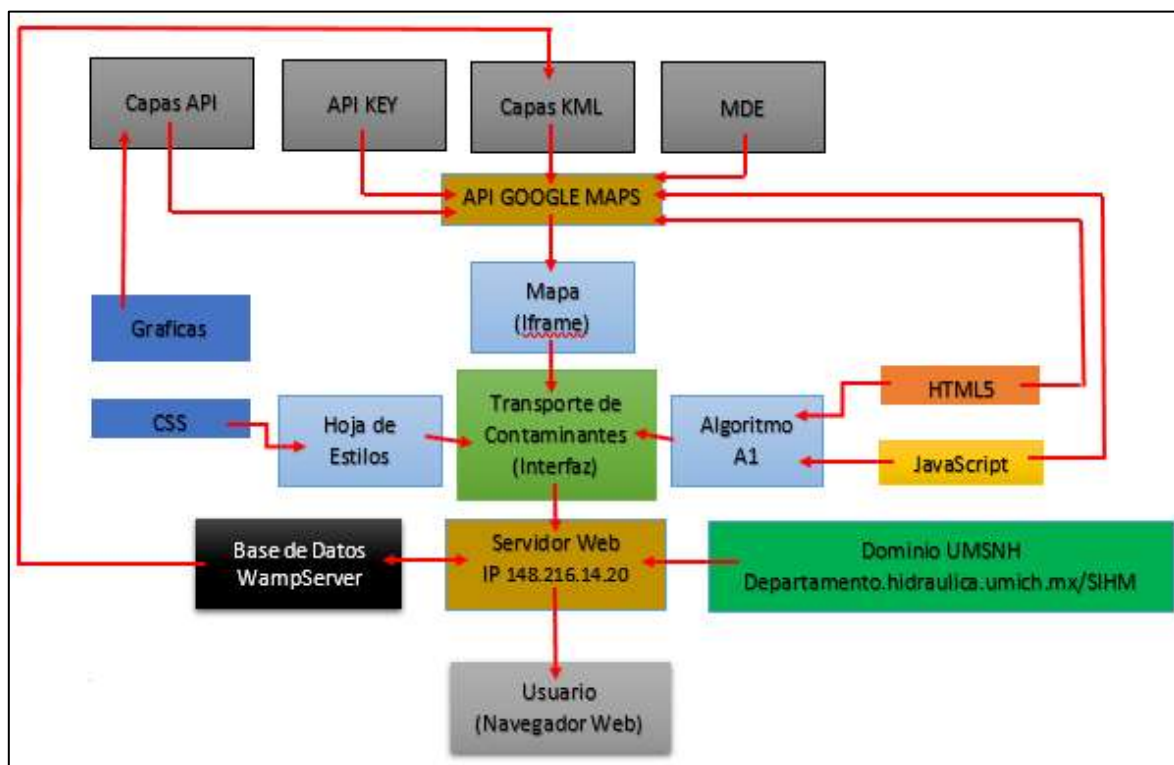


Figura 22. Enlace de elementos (materiales) de hardware y software para entrega de información al usuario: Cambio Climático: Transporte de Contaminantes.

4.2.19 CAMBIO CLIMÁTICO: TEMPERATURA

Tal cual se presenta la temperatura histórica se presentará la temperatura con cambio climático la diferencia se encuentra en que se dividirá este tema en el menú principal respecto a los periodos 2015 – 2039 y 2075 – 2099, además de que las variables de las gráficas estarán afectadas por tres escenarios diferentes (RCP 8.5, RCP 6.5 y RCP 4.5).

Contenido:

Algoritmo A-2

Elemento Multimedia Lista Desplegable con acciones de descarga de información de temperatura histórica diaria.

Mapa MDE

Capas KML Isotermas ($T^{\circ}\text{C}$ Media), Cuenca y Estaciones

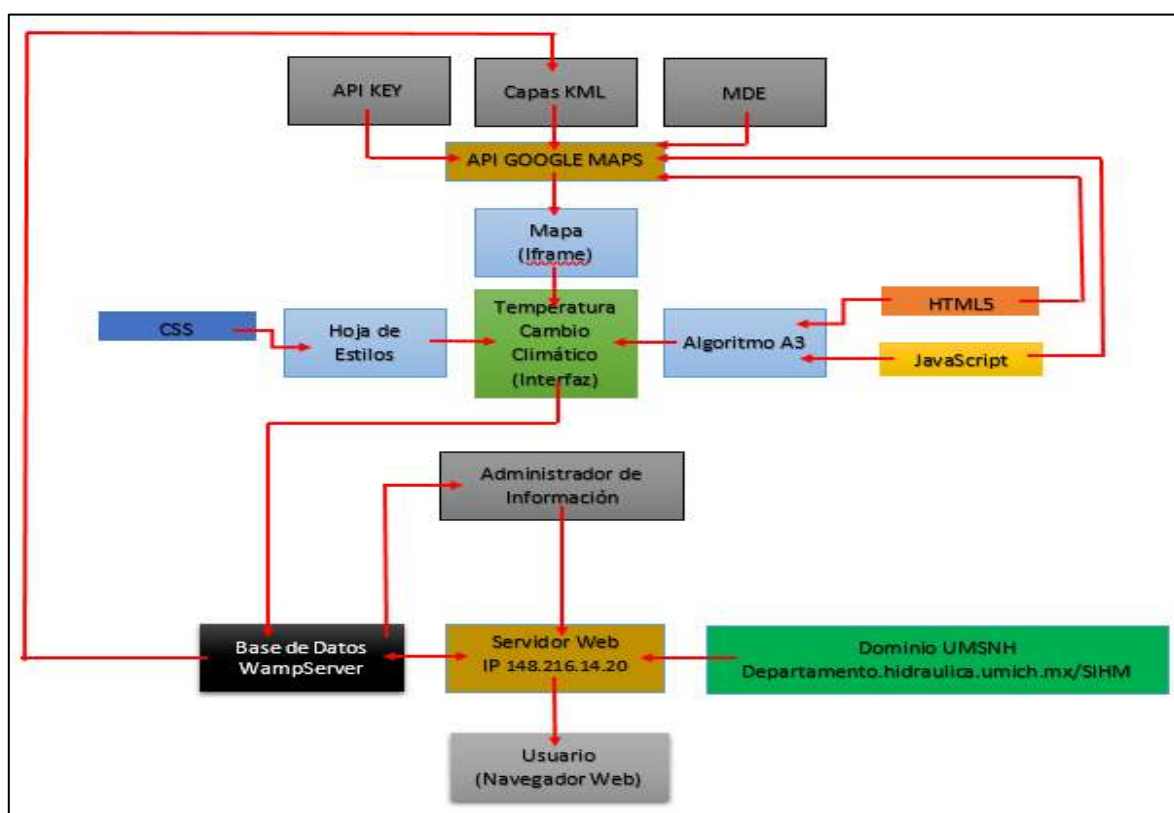


Figura 23. Enlace de elementos (materiales) de hardware y software para entrega de información al usuario: Cambio Climático: Temperatura.

4.2.20 CAMBIO CLIMATICO: ISOTERMAS (MENSUALES)

En esta interfaz se creará un mando administrativo de información donde será posible el acceso a una sub-interfaz para cada uno de los meses del año que muestran los mapas de isotermas mensuales, que involucren los dos periodos de cambio climático (2015-2039 y 2075-2099) presentados en los tres escenarios (RCP 8.5, RCP 6.5 Y RCP 4.5).

Contenido:

Algoritmo A-3

Elemento Multimedia	Iframe de administración de información
---------------------	---

Mapa MDE

Capas KML Isotermas (T °C Media), Cuenca

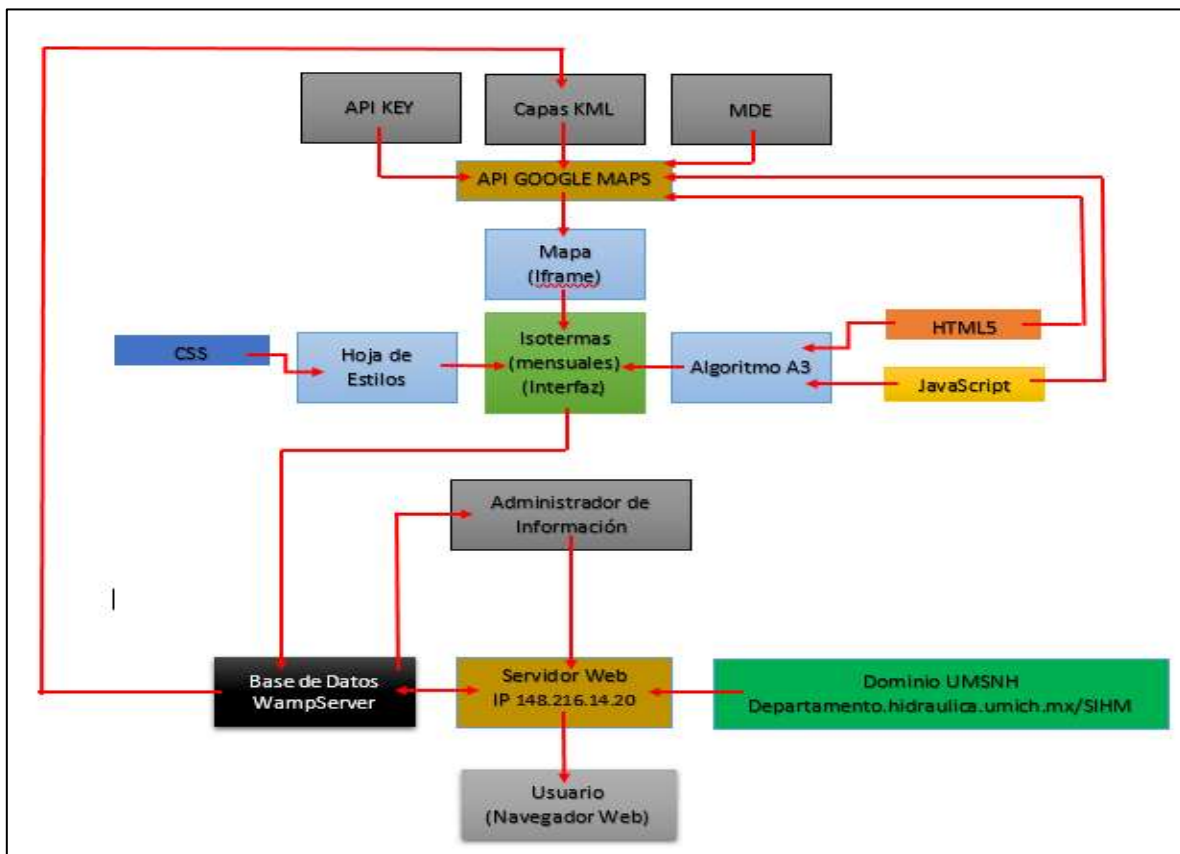


Figura 24. Enlace de elementos (materiales) de hardware y software para entrega de información al usuario: Cambio Climático: Isotermas (Mensuales).

4.2.21 CAMBIO CLIMÁTICO: PRECIPITACIÓN

La precipitación con cambio climático se presentará tal cual se presenta la información de precipitación histórica, a diferencia de esta se dividirá el tema respecto al periodo de cambio climático (2015-2039 y 2075-2099) y en las gráficas se presentarán los tres escenarios de RCP: 8.5, 6.5 y 4.5 para cada variable.

Contenido:

Algoritmo	A-1
Mapa	MDE
Capas KML	Cuenca
Capas API	Estaciones con redirección de Interfaz

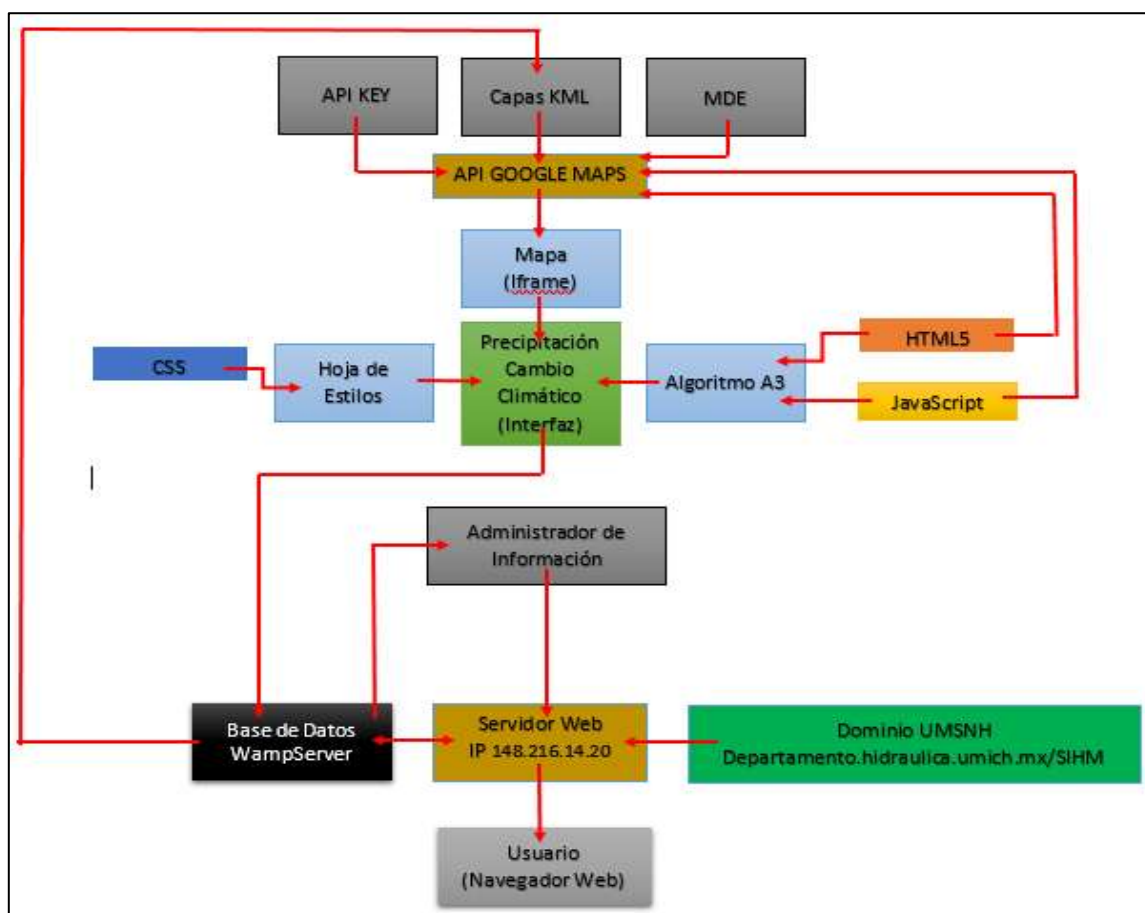


Figura 25. Enlace de elementos (materiales) de hardware y software para entrega de información al usuario: Cambio Climático: Precipitación.

4.2.22 CAMBIO CLIMÁTICO: ISOYETAS (MESUALES)

En esta interfaz se creará un mando administrativo de información donde será posible el acceso a una sub-interfaz para cada uno de los meses del año que muestran los mapas de isoyetas mensuales, que involucran los dos periodos de cambio climático (2015-2039 y 2075-2099) presentados en los tres escenarios (RCP 8.5, RCP 6.5 Y RCP 4.5).

Contenido:

Algoritmo A-3

Elemento Multimedia	Iframe de administración de información
---------------------	---

Mapa MDE

Capas KML Isoyetas (T °C Media), Cuenca

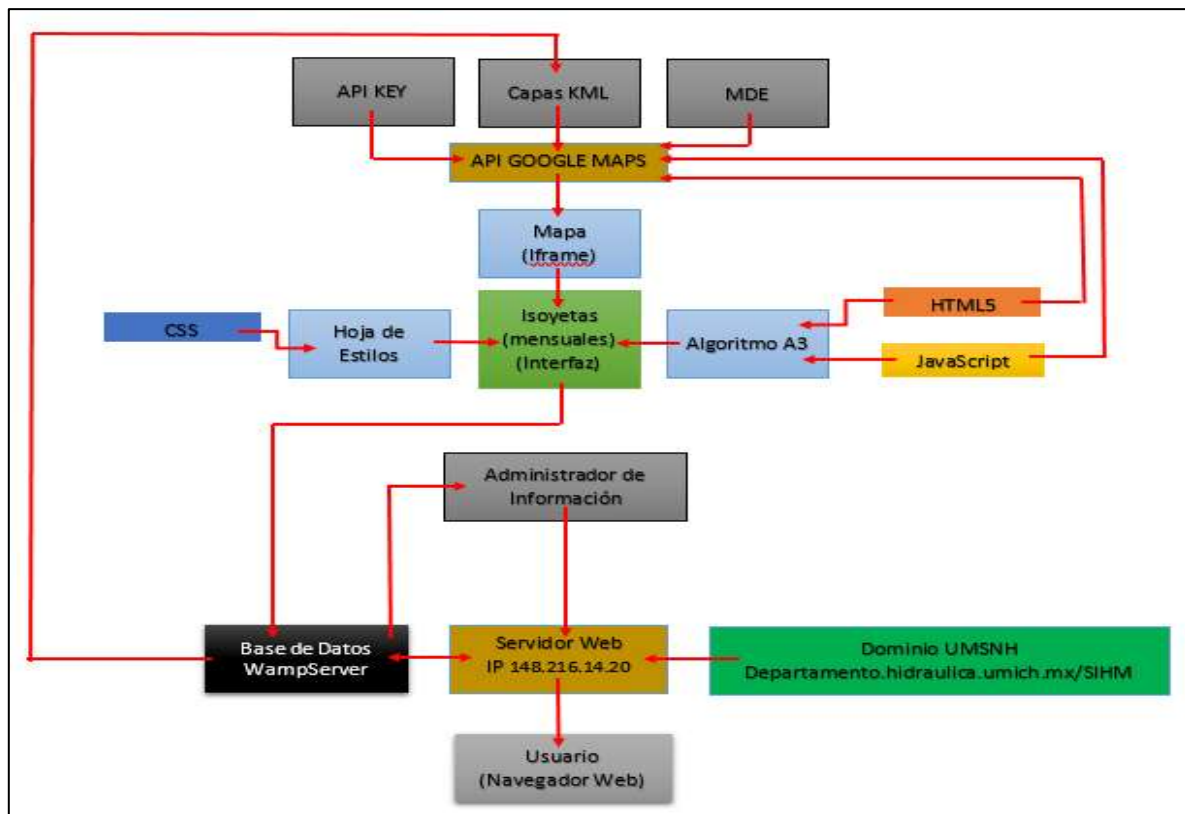


Figura 27. Enlace de elementos (materiales) de hardware y software para entrega de información al usuario: Cambio Climático: Isoyetas (Mensuales).

4.2.23 CAMBIO CLIMÁTICO: SEQUIAS

Las sequias con cambio climático se presentará tal cual se presenta la información de sequias históricas, a diferencia de esta se dividirá el tema respecto al periodo de cambio climático (2015-2039 y 2075-2099) y se presentarán los tres escenarios de RCP: 8.5, 6.5 y 4.5.

Contenido:

Algoritmo	A-3
Elemento Multimedia	Iframe de administración de información
Mapa	MDE
Capas KML	Sequias y Cuenca

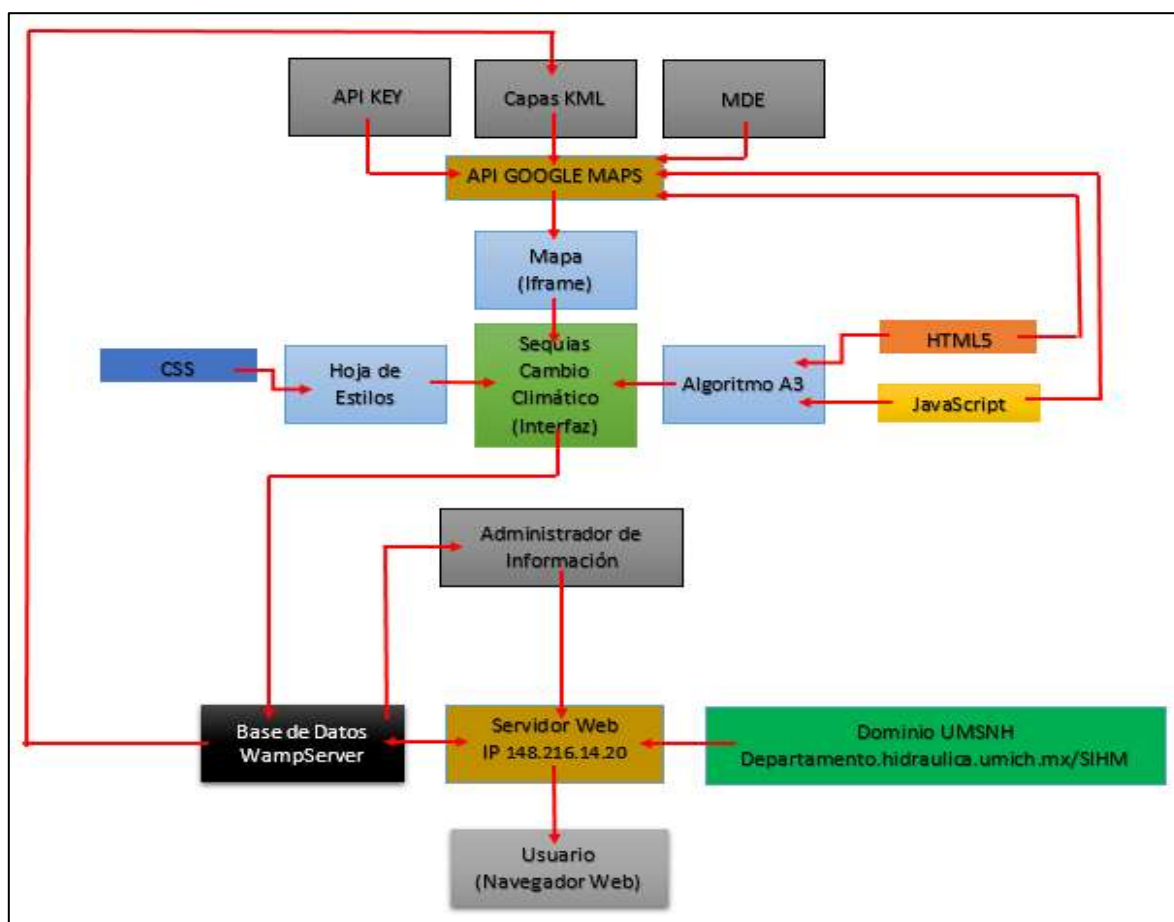


Figura 28. Enlace de elementos (materiales) de hardware y software para entrega de información al usuario: Cambio Climático: Sequias.

Todas las interfaces presentan algunas particularidades, en todos los casos es posible descargar los mapas, consultar la fuente de quien ha generado dicha información e interactuar con los mapas en el sentido de dar click sobre los elementos de las capas temáticas y revisar la información que emerge de las etiquetas.

5 RESULTADOS

Una vez creado el Sistema de Información Hidrológica de la Cuenca del Lago de Cuitzeo (SIH), se obtienen los resultados accediendo como usuario a la información desde un computador ordinario (con conexión a internet), abrimos cualquier navegador e ingresamos al SIH, directamente con la dirección web departamento.hidraulica.umich.mx/SIHM.

A continuación, se muestran los resultados de cada uno de los elementos del menú.

5.1 INTERFAZ PRINCIPAL O INDEX

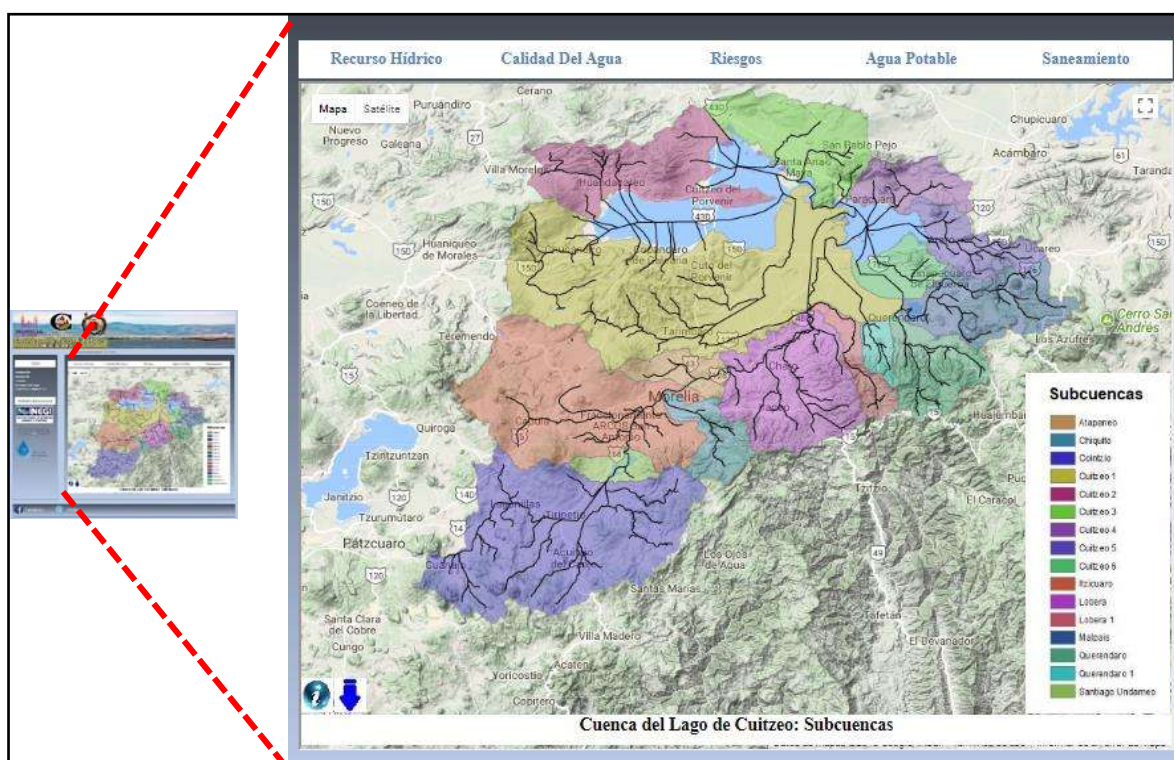


Figura 29. Interfaz Principal o Index del Sistema de Información Hidrológica de la Cuenca del Lago de Cuitzeo.

Fuente: <https://www.departamento.hidraulica.umich.mx/SIHM>

5.2 TEMPERATURA HISTÓRICA

Figura 30. Interfaz de Temperatura Histórica del Sistema de Información Hidrológica de la Cuenca del Lago de Cuitzeo.

Fuente: <https://www.departamento.hidraulica.umich.mx/SIHM>

5.3 ISOTERMAS (MENSUALES)

Figura 31. Interfaz de Isotermas (mensuales) del Sistema de Información Hidrológica de la Cuenca del Lago de Cuitzeo.

Fuente: <https://www.departamento.hidraulica.umich.mx/SIHM>

5.4 PRECIPITACIÓN HISTÓRICA

Figura 32. Interfaz de precipitación histórica del Sistema de Información Hidrológica de la Cuenca del Lago de Cuitzeo.

Fuente: <https://www.departamento.hidraulica.umich.mx/SIHM>

5.5 ISOYETAS (MESUALES)

Figura 33. Interfaz de isoyetas (mensuales) del Sistema de Información Hidrológica de la Cuenca del Lago de Cuitzeo.

Fuente: <https://www.departamento.hidraulica.umich.mx/SIHM>

5.6 AFOROS

Figura 34. Interfaz de aforos del Sistema de Información Hidrológica de la Cuenca del Lago de Cuitzeo.

Fuente: <https://www.departamento.hidraulica.umich.mx/SIHM>

5.7 ESCURRIMIENTOS CALCULADOS

Figura 35. Interfaz de escurrimientos calculados del Sistema de Información Hidrológica de la Cuenca del Lago de Cuitzeo.

Fuente: <https://www.departamento.hidraulica.umich.mx/SIHM>

5.8 TIPO DE SUELO

Figura 36. Interfaz de tipo de suelo del Sistema de Información Hidrológica de la Cuenca del Lago de Cuitzeo.

Fuente: <https://www.departamento.hidraulica.umich.mx/SIHM>

5.9 USO DE SUELO

Figura 36. Interfaz de uso de suelo del Sistema de Información Hidrológica de la Cuenca del Lago de Cuitzeo.

Fuente: <https://www.departamento.hidraulica.umich.mx/SIHM>

5.10 NIVEL FREÁTICO (POZOS)

Figura 37. Interfaz de nivel freático del Sistema de Información Hidrológica de la Cuenca del Lago de Cuitzeo.

Fuente: <https://www.departamento.hidraulica.umich.mx/SIHM>

5.11 MANANTIALES

Figura 38. Interfaz de manantiales del Sistema de Información Hidrológica de la Cuenca del Lago de Cuitzeo.

Fuente: <https://www.departamento.hidraulica.umich.mx/SIHM>

5.12 FALLAS GEOLÓGICAS DEL ACUÍFERO

Figura 39. Interfaz de fallas geológicas del acuífero del Sistema de Información Hidrológica de la Cuenca del Lago de Cuitzeo.

Fuente: <https://www.departamento.hidraulica.umich.mx/SIHM>

5.13 GEOLOGÍA DEL ACUÍFERO

Figura 40. Interfaz de geología del acuífero del Sistema de Información Hidrológica de la Cuenca del Lago de Cuitzeo.

Fuente: <https://www.departamento.hidraulica.umich.mx/SIHM>

5.14 CALIDAD DEL AGUA: CORRIENTES

Figura 41. Interfaz de calidad del agua en corrientes del Sistema de Información Hidrológica de la Cuenca del Lago de Cuitzeo.

Fuente: <https://www.departamento.hidraulica.umich.mx/SIHM>

5.15 TRASPORTE DE CONTAMINANTES

Figura 42. Interfaz de transportes de contaminantes del Sistema de Información Hidrológica de la Cuenca del Lago de Cuitzeo.

Fuente: <https://www.departamento.hidraulica.umich.mx/SIHM>

5.16 INUNDACIONES

Figura 43. Interfaz de inundaciones del Sistema de Información Hidrológica de la Cuenca del Lago de Cuitzeo.

Fuente: <https://www.departamento.hidraulica.umich.mx/SIHM>

5.17 SEQUIAS

Figura 44. Interfaz de sequias del Sistema de Información Hidrológica de la Cuenca del Lago de Cuitzeo.

Fuente: <https://www.departamento.hidraulica.umich.mx/SIHM>

5.18 CAMBIO CLIMÁTICO: TRASPORTE DE CONTAMINANTES

Figura 45. Interfaz de transportes de contaminantes con cambio climático del Sistema de Información Hidrológica de la Cuenca del Lago de Cuitzeo.

Fuente: <https://www.departamento.hidraulica.umich.mx/SIHM>

5.19 CAMBIO CLIMÁTICO: TEMPERATURA

Figura 46. Interfaz de temperatura con cambio climático del Sistema de Información Hidrológica de la Cuenca del Lago de Cuitzeo.

Fuente: <https://www.departamento.hidraulica.umich.mx/SIHM>

5.20 CAMBIO CLIMÁTICO: ISOTERMAS (MENSUALES)

Figura 47. Interfaz de isotermas (mensuales) con cambio climático del Sistema de Información Hidrológica de la Cuenca del Lago de Cuitzeo.

Fuente: <https://www.departamento.hidraulica.umich.mx/SIHM>

5.21 CAMBIO CLIMÁTICO: PRECIPITACIÓN

Figura 48. Interfaz de precipitación con cambio climático del Sistema de Información Hidrológica de la Cuenca del Lago de Cuitzeo.

Fuente: <https://www.departamento.hidraulica.umich.mx/SIHM>

5.22 CAMBIO CLIMÁTICO: ISOYETAS (MESUALES)

Figura 49. Interfaz de isoyetas (mensuales) con cambio climático del Sistema de Información Hidrológica de la Cuenca del Lago de Cuitzeo.

Fuente: <https://www.departamento.hidraulica.umich.mx/SIHM>

5.23 CAMBIO CLIMÁTICO: SEQUIAS

Figura 50. Interfaz de sequias con cambio climatico del Sistema de Información Hidrológica de la Cuenca del Lago de Cuitzeo.

Fuente: <https://www.departamento.hidraulica.umich.mx/SIHM>

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La creación de un sistema de información hidrológica se basó objetivamente en la rápida mitigación y facilidad del control de problemas, que el ingeniero actual tenga herramientas de inmediata consulta para la gestión de proyectos y poder llegar a obtener el conocimiento y diagnóstico básico de las condiciones que tiene el recurso hídrico, el medio ambiente y el impacto del cambio climático, de tal manera que proporcionen los elementos para poder determinar acciones que incidan en la planeación integral y sustentable de proyectos que lleguen a desarrollarse en nuestra zona de estudio o alrededores.

Quien deberá operar este sistema requiere estar capacitado en los temas de aplicación y en el manejo de las herramientas de SIH. Llevando la organización de la mano para lograr una estructura funcional para la ejecución de las actividades.

Es crítica la decisión sobre el tipo de información a ser usada para describir las variables incluidas en la base de datos, bien a escala real, bien en dimensiones simbólicas. Los datos a escala real deben prevalecer sobre la información simbólica, especialmente en este punto de la planificación, cuando se requiere de información precisa para evaluar el riesgo a que están sometidos ciertos proyectos específicos de inversión.

La finalidad de los sistemas de información, como las de cualquier otro sistema dentro de una organización, son procesar entradas, mantener archivos de datos relacionados con la organización y producir información, reportes y otras salidas.

El mundo es infinitamente complejo, el contenido de una base de datos espacial representa una vista limitada de la realidad el usuario ve la realidad a través de la base de datos y de su formación.

Los beneficios de un SIG pueden ser tan atractivos que la decisión para adquirir un sistema puede tomarse sin mucho titubeo. En la mayoría de los casos, sin embargo, sólo se puede llegar a una decisión después de un análisis detallado.

7 REFERENCIAS

CEAC-CONAGUA. 2009. **Programa de gestión Integral de los Recursos Naturales de la Cuenca del Lago de Cuitzeo**. CCLC, Silva M., Morelia, Michoacán, México.

Hipertextual. **Tecnología, Ciencia y Cultura Digital**. <https://hipertextual.com>. Fecha de consulta: Enero 2018.

García, J. C. (2009). **Algoritmos y Programación - Guía para Docentes** (2ª Edición). Colombia: Motorola Foundation.

Pardo, J. (2016). **Gestión Integrada de Recursos Hídricos en la Cuenca del Lago De Cuitzeo, Ante El Efecto Del Cambio Climático**. Tesis de Maestría en Ciencias en Ingeniería Ambiental, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán.

Mitchell, W. J. (2007). **Ciudades Inteligentes**. Universidad Abierta de Cataluña, Barcelona, España.

Google Developers. **Google Maps API**. <https://developers.google.com/maps/web-services/overview?hl=es-419>. Fecha de consulta: Junio 2017.

Kendall, K. E. y Kendall, J. E. (2011). **Análisis y diseño de sistemas (8ª Edición)**. México: Editorial PEARSON.

Gayo, D. (2000). **Diseño Gráfico de Páginas Web**. Universidad de Oviedo, España.

Ramió, J. (2004). **Libro Electrónico de Seguridad Informática y Criptografía (6ª Edición)**. Ed. Universidad Politécnica de Madrid, España.

Aparicio, F. J. (1992). **Fundamentos de Hidrología de Superficie**. México: Editorial LIMUSA