



Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Geografía

**Herramienta Web de edición de las geometrías
vectoriales para la actualización de la información en
los Desarrollos Industriales de FIDEPAR**

Reporte final para obtener el grado de:

Especialista en Cartografía Automatizada, Teledetección y
Sistemas de Información Geográfica

18a. Promoción

Presenta:

Lic. en G.I. Victor Manuel Tarango Guadarrama

Asesor:

M. en C.A. Leonardo Alfonso Ramos Corona

Toluca, México; Febrero de 2014.



ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	6
INTRODUCCIÓN	7
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
JUSTIFICACIÓN	10
OBJETIVOS	10
MARCO TEÓRICO	11
PARQUES INDUSTRIALES	11
CONTEXTO DE LOS PARQUES INDUSTRIALES EN EL ESTADO DE MÉXICO.....	12
SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)	14
ANTECEDENTES DE LOS SIG	14
CONCEPTO DE SIG	15
INGENIERÍA DE SOFTWARE.....	18
CONCEPTO DE SOFTWARE.....	18
CONCEPTO DE INGENIERÍA DE SOFTWARE	19
INGENIERÍA WEB	19
ATRIBUTOS DE LAS WEB APPS	20
CATEGORÍAS DE WEB APPS	21
ETAPAS DE LA INGENIERÍA WEB.....	22
Formulación y Planeación.....	22
Modelado de Análisis.....	23
Modelado de Diseño	24
Implementación.....	28
Pruebas.....	30
BASES DE DATOS	16
BASE DE DATOS GEOGRÁFICA.....	17
METODOLOGÍA	32
ALCANCE DE LA APLICACIÓN	34
DISEÑO DE LA BASE DE DATOS	35
DISEÑO Y PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA.....	36
MODELO CONCEPTUAL.....	33
REQUERIMIENTOS DE HARDWARE Y SOFTWARE	38
RESULTADOS	40
CONCLUSIONES	52
RECOMENDACIONES	52
Bibliografía	53

RESUMEN

En este proyecto se propuso facilitar la tarea de recopilar información de los parques industriales del Estado de México proporcionando a los administradores de FIDEPAR una herramienta web que permita guardar la información de los parques industriales dentro de una Base de Datos Geográfica almacenada en SQL Server 2008. En el esquema relacional extendido de la Base de Datos se incorporaron los tipos de datos geography y geometry a través de la extensión SQL Server Spatial, lo cual permitió incorporar las geometrías de los parques industriales y las empresas para representar estos rasgos en el API de Google Maps y así facilitar la tarea de manejar la información a través de transacciones SQL que permiten dar de alta, dar de baja y modificar registros en el sistema mediante una interfaz de usuario amigable y fácil de manejar. Debido a la naturaleza del sistema se utilizó la metodología de Ingeniería Web que se basa en desarrollo ágil para la construcción y publicación de sitios web. En la implementación el sistema se programó en la plataforma de Visual Studio 2010 en una arquitectura de tres capas utilizando lenguajes de programación en entorno web del lado del cliente y C# del lado del servidor, mientras tanto en la parte geográfica se programaron rutinas de edición geométrica utilizando las librerías de Google Maps. Finalmente la herramienta web se montó sobre un servidor y se publicó en el sitio web de FIDEPAR.

INTRODUCCIÓN

En el siguiente trabajo se presenta una herramienta web como propuesta de solución para actualizar la información de los parques industriales mediante una interfaz de usuario que se ajuste a los requerimientos de los administradores de FIDEPAR.

El contenido del trabajo se encuentra estructurado de tal manera que en el primer capítulo se aborda la problemática que presentan los administradores de FIDEPAR, quienes requieren de una herramienta web que les permita actualizar fácilmente la información de los parques industriales y asimismo puedan editar la geometría de los mismos, para ello se planteó como propuesta estructurar la Base de Datos en un esquema relacional extendido que permita integrar datos espaciales asociados a los parques industriales.

El siguiente capítulo conforma los objetivos donde se establecen los alcances del trabajo y se describen de forma general las principales actividades para lograr los resultados esperados.

En el capítulo posterior se profundizará acerca de las teorías y conceptos que fundamentan este trabajo, en la primera parte se describen los conceptos relacionados con los parques industriales en México y después se desagrega el contexto de los mismos al nivel del Estado de México para describir el panorama de la forma en que la actividad industrial influye en el desarrollo económico y de esta forma establecer estrategias para atraer inversión privada mediante la difusión de información relevante que se encuentre disponible para la consulta de los empresarios.

En la segunda parte del Marco Teórico se describe el contexto tecnológico que sostiene la construcción y el mantenimiento de aplicaciones web en un entorno geográfico. Aquí se mencionan los conceptos que se refieren a los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en un panorama general como base para crear proyectos que involucren el manejo de datos geográficos. El siguiente tema comienza describiendo la metodología de la Ingeniería de Software que es utilizada para la construcción de software y la Ingeniería Web que se basa en desarrollo ágil para construir sitios web. Para el caso de este proyecto la metodología se enfoca al desarrollo de aplicaciones web, por lo tanto se detallaron las etapas de desarrollo de la Ingeniería Web. Los últimos temas corresponden a los conceptos de Bases de Datos y se hace énfasis en el modelo de Base de Datos Espacial, ya que se requiere utilizar este modelo para estructurar la Base de Datos en este trabajo.

En el capítulo de la Metodología se describen los pasos llevados a cabo para construir la herramienta web planteada al principio, para ello la metodología fue basada en la Ingeniería Web y fue complementada con aspectos de la Ingeniería de Software. Primero se mencionaron los requerimientos por parte de los usuarios y estos fueron plasmados en lenguaje UML como modelo conceptual. Posteriormente el modelo conceptual fue traducido a una fase de diseño donde se estableció la arquitectura de software en tres capas y también se diseñó la estructura de la Base de Datos Espacial. Después en la implementación y las pruebas fueron definidos los lenguajes de programación para construir la herramienta web, en este caso se utilizó la plataforma de Visual Studio 2010 para programar la interfaz en web junto con el API de Google Maps y la Base de Datos Geográfica fue almacenada en SQL Server 2008, con ambas plataformas fue posible integrar varios archivos para generar una interfaz de usuario que se ajusta a los requerimientos planteados en la fase conceptual.

Finalmente, el último capítulo se reserva para mostrar los resultados obtenidos con la puesta en marcha del sistema, en cuyo contenido se presentarán las ventanas de la interfaz de usuario que reflejen la ejecución de las funcionalidades más importantes. Con la culminación de la implementación fue posible publicar la herramienta web en el sitio web de FIDEPAR.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Fideicomiso para el Desarrollo de Parques Industriales en el Estado de México (FIDEPAR) es una dependencia del Gobierno Estatal dependiente de la Secretaría de Desarrollo Económico.

Entre alguna de las atribuciones del FIDEPAR se encuentran la recopilación y actualización permanente de la información relacionada con los parques industriales de la entidad. En este sentido el FIDEPAR junto con la Facultad de Geografía se dieron a la tarea de construir el Sistema de Información Estratégico para la Inversión de Negocios en el Sector Industrial del Estado de México, que tiene como objetivo generar información de los desarrollos industriales ubicados en la entidad y la industria establecida en ellos, impulsando el desarrollo de cadenas productivas a fin de elevar la competitividad.

Con el fin de generar información confiable, segura y eficiente de los desarrollos industriales, tanto públicos como privados en el Estado de México, es necesario integrar una herramienta de actualización constante de la información cartográfica y descriptiva contenida dentro del sistema. Esta herramienta deberá contar con características de usabilidad adecuadas para usuarios que no son expertos en el uso de herramientas de edición cartográfica, además de que sin la necesidad de instalar una herramienta de SIG, sea capaz de editar los polígonos de desarrollos industriales y puntos de las empresas contenidas en la base de datos. Esto último se realizará a través de una página web con permisos restringidos.

JUSTIFICACIÓN

La permanente y constante actualización que el FIDEPAR lleva a cabo sobre la información contenida en el Sistema de Información Estratégica para la Inversión de Negocios en el Sector Industrial del Estado de México, ha hecho necesario cambiar los mecanismos de actualización que se llevan a cabo actualmente. En principio de cuentas es necesario contar con una licencia de software ArcGIS o ArcView, además de un acceso al administrador de la base de datos de SQL Server.

La incorporación de una herramienta sobre web de acceso directo a las geometrías y hacia la información descriptiva contenida en la base de datos, permitirá a los usuarios administradores del sistema, llevar a cabo sus actualizaciones de manera sencilla, confiable y segura. Para tales efectos se pretende incorporar una interfaz de usuario con Google Maps como mapa base y herramientas de edición simples con los mecanismos de almacenamiento espacial basados en los estándares del OGC (Open GIS Consortium), sobre SQL Server Spatial. Este esquema permitirá llevar a cabo la convivencia natural entre usuarios no expertos, la información cartográfica y la información descriptiva.

OBJETIVOS

Objetivo general:

Desarrollar e implementar una herramienta de edición de geometrías vectoriales para la actualización de la información en los desarrollos industriales del Estado de México.

Objetivos particulares:

- Rediseñar la base de datos que permita la incorporación de geometrías sobre el mismo esquema de la información descriptiva.
- Crear las rutinas de edición cartográfica sobre el API y los mapas base de Google Maps.
- Implementar las rutinas y el esquema de la base de datos sobre el sistema existente.

MARCO TEÓRICO

En este capítulo se abordarán aquellos conceptos y teorías que fundamentan este trabajo. Primero se mencionarán los conceptos relacionados con los parques industriales así como su contexto en el Estado de México para comprender la dinámica económica de la entidad en un panorama industrial, posteriormente se hará mención sobre las bases teóricas de los SIG y finalmente se profundizará sobre los componentes tecnológicos que formarán parte del proyecto, es decir, la Ingeniería de Software como metodología para la construcción de software y los fundamentos de las Bases de Datos Geoespaciales.

PARQUES INDUSTRIALES

Los parques industriales son un elemento muy importante para el desarrollo económico regional que permite elevar el nivel de competitividad y productividad de las empresas a través de la formación de alianzas estratégicas, la modernización y la innovación tecnológica.

Según la norma mexicana NMX-R-046-SCFI-2011, un parque industrial es definido como la superficie geográficamente delimitada y diseñada especialmente para el asentamiento de la planta industrial en condiciones adecuadas de ubicación, infraestructura, equipamiento y de servicios, con una administración permanente para su operación (AMPIP, 2013).

El establecimiento de parques industriales ofrece muchas ventajas, entre las que se mencionan las siguientes (AMPIP, 2013):

- Contribuyen al desarrollo de la infraestructura del país.
- Incrementa la competitividad de la planta industrial.
- Fomentan la modernización de las empresas mediante la inversión privada y la innovación tecnológica.
- Crean fuentes de empleos directos e indirectos.
- Contribuyen a la preservación ecológica, con el consumo racional de energía eléctrica y de agua.
- Impulsan la capacidad de investigación y desarrollo tecnológico.
- Constituyen una solución integral al problema del ordenamiento industrial.
- Incrementan la recaudación fiscal.
- Elevan el nivel de vida de la comunidad en la que se establecen.
- Promueve la descentralización de las empresas.

En este sentido los parques industriales surgieron del desarrollo regional en donde las empresas de una región se organizan para cooperar y así impulsar su propio desarrollo económico mediante la innovación tecnológica, modernización de las empresas y generación de empleos con mejores condiciones de trabajo y sueldos para los empleados. Lo anterior ocurre debido al acelerado proceso de urbanización e industrialización que ocurre en países emergentes de todo el mundo.

Cabe destacar que el rápido ritmo de crecimiento de la actividad industrial ha producido graves consecuencias medioambientales, lo que a su vez genera afectaciones negativas a la población que habita en estas regiones industrializadas. En la actualidad existe una fuerte preocupación por este tipo de problemáticas que ha llevado a muchas empresas a operar bajo un esquema sustentable que genere desarrollo económico siempre y cuando se encuentren organizadas en una estructura urbanística bien planeada (Duana Ávila, García Hernández, & Mendoza Perea, 2010).

La organización de los parques industriales pretende ordenar el territorio donde se encuentran establecidas las empresas para reubicarlas en zonas con condiciones ideales para su operación donde se puedan compartir recursos energéticos tales como el agua y la electricidad así como una eficiente infraestructura de transporte y de operación que permita reducir costos, atraer a la inversión privada y operar en condiciones óptimas para incrementar la productividad (PyME, 2013). En muchos países del mundo, incluyendo México existe una tendencia hacia la descentralización de las industrias que se encuentran concentradas en las zonas urbanas, cuya población e infraestructura es perjudicada, por ello es muy importante apostar hacia el esquema de los parques industriales como fomento para el desarrollo económico regional.

CONTEXTO DE LOS PARQUES INDUSTRIALES EN EL ESTADO DE MÉXICO

Los parques industriales son una parte muy importante para el desarrollo económico regional de México, ya que permiten formar alianzas entre empresas y así obtener muchos beneficios que impulsen el desarrollo económico de una región (Duana Ávila, García Hernández, & Mendoza Perea, 2010), en el caso de México este tipo de desarrollos se concentra en las zonas metropolitanas.

De acuerdo a la firma Alle Group Oncour en el Estado de México los parques industriales se encuentran organizados de la siguiente forma: Cuautitlán-Tultitlán-Tepetzotlán, Tlalnepantla, Naucalpan-Centro, Iztapalapa-Tláhuac, Vallejo-Atzacapozalco, Ecatepec, Toluca-Lerma y Tlalpan, de los cuales la mayoría son de

inversión privada y principalmente orientados hacia el sector manufacturero y comercial, lo cual ha contribuido mucho al desarrollo económico de la entidad (Duana Ávila, García Hernández, & Mendoza Perea, 2010).

Existen formas de medir la competitividad y sustentabilidad económica de los países, lo cual puede indicar la situación que guardan los parques industriales, una forma muy utilizada para medir estos aspectos es mediante el indicador IED, cuyo propósito es medir la captación de inversión extranjera directa.

A continuación se muestra una tabla con el indicador IED aplicado a México:

Figura 1. Comparativo IED Nacional (Millones de Dólares) Enero–Septiembre (2007-2008).

Fuente	2007	2008	Diferencias	
			Absoluta	Relativa
Nuevas inversiones notificadas	7,307.1	3,186.5	-4,120.6	-56.4
Reinversión de utilidades notificadas	3,984.7	7,317.8	-3,333.1	83.6
Cuentas entre compañías notificadas	7,105.1	5,055.8	2,049.3	-28.8
Total	18,396.9	15,560.1	-2,836.8	-15.4

Fuente: (Duana Ávila, García Hernández, & Mendoza Perea, 2010).

Según la interpretación de Duana Ávila, García Hernández, & Mendoza Perea, 2010, en esta tabla México perdió capacidad de confianza de los inversionistas extranjeros debido a diversos inconvenientes relacionados con los altos costos de producción, la inadecuada ubicación de las industrias y las leyes que impiden un correcto establecimiento para nuevas empresas.

Por lo tanto se deben estructurar de forma adecuada los incentivos en las industrias así como acondicionar los parques industriales con infraestructura adecuada, para ello es necesaria la intervención de organismos gubernamentales como FIDEPAR que permita el impulso de la inversión privada en las industrias y la modernización de las mismas. Uno de los sectores industriales más prósperos de México es el automotriz, pues es el que atrae a más inversión privada y por lo tanto es el sector al cual las industrias y autoridades deben poner especial atención para la creación de parques industriales de este giro (Méndez, 2006).

Otro elemento importante para el fomento del desarrollo económico es la información acerca de los parques industriales, en este sentido es de gran importancia conocer el contexto geográfico y económico que guardan los parques industriales para planear las estrategias necesarias para formar alianzas entre industrias y hacer el análisis adecuado de las zonas con las condiciones óptimas

para colocar nuevas industrias con el objeto de mejorar las condiciones de operación de las mismas. FIDEPAR es el organismo encargado de proporcionar información útil a través de su página web <http://www.edomex.gob.mx/fidepar>, sin embargo aún están trabajando para hacer más eficientes sus procesos de actualización de información tanto cartográfica como descriptiva, ya que es muy útil conocer el contexto territorial de las industrias así como sus características a través de un sistema de consulta.

SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son un componente fundamental para la difusión de información analizada a través de diferentes formas de representación simplificadas de la realidad, que son muy útiles para el apoyo a la toma de decisiones, en este tema se describirá del origen de los SIG, conceptos y sus componentes principales.

ANTECEDENTES DE LOS SIG

Los sistemas de información surgieron durante las décadas entre 1960 y 1970 en Canadá a partir de sistemas de inventarios que almacenaban información de caracterización del territorio, es decir, ya se comenzaba a contar con un repositorio de información cartográfica. Posteriormente con los avances tecnológicos en el campo de la computación los ordenadores adquirieron capacidades exponenciales para hacer múltiples operaciones en poco tiempo recibiendo grandes volúmenes de información como entrada, así mismo la aparición de software especializado en el dibujo cartográfico permitió transformar la información del papel al ordenador (Universidad de los Andes, 2006).

Posteriormente a mediados de los años 80's surgió la necesidad de ir más allá de tener información almacenada, pues ya se requería hacer análisis de la información cartográfica para identificar patrones de distribución espacial, hacer comparaciones en periodos de tiempo, realizar operaciones de análisis espacial, etc.

Actualmente los SIG ya se encuentran implementados en múltiples proyectos alrededor del mundo, donde se encuentran participando especialistas de diferentes disciplinas trabajando juntos además de que se le ha dado una gran importancia a las bases de datos espaciales, tanto en su calidad como en su difusión a través de plataformas web y de escritorio para representar rasgos geográficos en interfaces de usuario.

CONCEPTO DE SIG

Una definición muy acertada al contexto actual de los SIG es la siguiente: “Un SIG se define como un conjunto de métodos, herramientas y datos que están diseñados para actuar coordinada y lógicamente para capturar, almacenar, analizar, transformar y presentar toda la información geográfica y de sus atributos con el fin de satisfacer múltiples propósitos (Universidad de los Andes, 2006).”

En este sentido en el mundo existen dos tendencias, una de ellas se orienta a tratar a los SIG como un conjunto de hardware y software, mientras que la segunda tendencia apunta hacia la importancia de las bases de datos. Sin embargo, se debe entender que un SIG es un sistema integrado por hardware, software y bases de datos principalmente.

La definición anterior incluye la interrelación de todos los componentes de los SIG así como las operaciones que se tienen que llevar a cabo para la implementación del SIG y el hecho de que van a satisfacer múltiples necesidades específicas.

Tomando en cuenta los aspectos anteriores, un SIG se definiría como: Un sistema integrado por herramientas tecnológicas, bases de datos y procedimientos que permiten introducir datos georreferenciados y alfanuméricos para almacenarlos, procesarlos, analizarlos y representarlos en forma dinámica e interactiva para resolver necesidades específicas y apoyar a la toma de decisiones.

COMPONENTES DE LOS SIG

Los SIG se integran principalmente por 5 componentes: hardware, software, bases de datos, personal y procedimientos.

Cada uno de estos componentes se encuentran interrelacionados y trabajan coordinadamente, los cuales son primordiales para el correcto funcionamiento del SIG, a continuación se profundizará en cada uno de ellos:

- **Hardware:** Conformado por el equipo de cómputo que contiene software instalado para realizar operaciones específicas. Es el medio a través del cual se recibe información y se procesa para su salida.
- **Software:** Son el conjunto de programas informáticos específicos para realizar tareas de procesamiento, análisis y representación de la información.
- **Bases de Datos:** Contienen toda la información espacial y alfanumérica almacenada y relacionada entre sí acerca de rasgos cartográficos con sus atributos asociados.

- Personal: Constituye a las personas calificadas para participar en las etapas de desarrollo del SIG y su operación. Dichas personas tienen un perfil especializado que les permite realizar una tarea específica, ya que han sido capacitadas para ello.
- Procedimientos: Son el conjunto de pasos ordenados que permiten arrojar resultados a partir de recibir datos como entrada para la construcción del SIG. Estos procesos son llevados a cabo por el personal apoyándose en el software.

Figura 2. Principales componentes de un SIG.



Fuente: Elaboración propia, 2013.

BASES DE DATOS

Las Bases de Datos son “Colecciones de datos que contienen información relevante para una empresa (Silberschatz, Korth, & Sudarsham, 2002)”, cabe destacar que los datos se encuentran almacenados y organizados en tablas que contienen información importante para su disposición.

Dado que las Bases de Datos forman parte de los Sistemas de Bases de Datos (SBD), es importante conocer este concepto: “Un Sistema de Bases de Datos es una colección de archivos interrelacionados y un conjunto de programas que

permitan a los usuarios acceder y modificar estos archivos (Silberschatz, Korth, & Sudarsham, 2002).” El propósito principal de los SBD es proporcionar a los usuarios una visión abstracta de los datos, es decir que puedan ver la forma en que éstos se almacenan.

Los programas que permiten almacenar y gestionar las Bases de Datos se denominan Sistemas Gestores de Bases de Datos, en estos programas se definen las estructuras de almacenamiento de datos a través de tablas y también se utiliza un lenguaje universal para recuperar información y manipularla, este lenguaje se llama SQL (Structured Query Language) y se encuentra en todos los SGDB, como por ejemplo SQL Server.

Como se mencionó anteriormente, los datos se almacenan en estructura denominadas tablas, en las cuales los atributos de una entidad se describen a través de campos, los cuales pueden pertenecer a diferentes tipos de datos.

Existe una amplia diversidad de tipos de datos que varían de acuerdo al SGDB, en el caso de SQL Server los principales tipos de datos se agrupan en las siguientes categorías:

- Numéricos exactos.
- Numéricos aproximados.
- Fecha y hora.
- Cadenas de caracteres.
- Cadenas de caracteres Unicode.
- Cadenas binarias.
- Otros tipos de datos.

(Microsoft, 2014).

En la categoría de otros tipos de datos existen modelos de datos que se desarrollaron a partir de la necesidad de almacenar datos que no encajan en el modelo entidad – relación, así que se requiere extender este modelo, entre estos tipos se pueden encontrar los datos en estructuras xml y los tipos de datos espaciales que permiten almacenar objetos geométricos definidos por coordenadas, los cuales se describirán más adelante.

BASE DE DATOS GEOGRÁFICA

La Base de Datos Geográfica (BDG) es aquel repositorio de información que almacena datos alfanuméricos y geométricos asociados a entidades abstractas del mundo real. De acuerdo a (Candeau, 2005), “Una Base de Datos Geográfica

corresponde a una colección estructurada y organizada de elementos geométricos y sus atributos”. En este sentido la BDG puede almacenar atributos de elementos geográficos cuya ubicación y geometría se encuentran definidas por sus coordenadas, ambos tipos de datos se asocian al mismo elemento ya que se encuentran almacenados en la misma tabla.

En los SGBD la BDG se integra a través de extensiones espaciales que soportan el almacenamiento de geometrías, para ello existen dos tipos de datos que son estándar de almacenamiento de datos espaciales: geometry y geography. El tipo geometry maneja un sistema de coordenadas planas mientras que el tipo geography maneja un sistema geodésico, ambos tipos de datos son utilizados para almacenar información espacial, en el caso del software SQL Server se integran ambos tipos de datos a través de su extensión espacial SQL Server Spatial, lo cual permite almacenar datos geográficos integrados en una Base de Datos que es compatible con otros SGBD con soporte para datos espaciales.

INGENIERÍA DE SOFTWARE

La Ingeniería de Software establece las bases metodológicas para construir software con la calidad esperada de acuerdo a los requerimientos planteados por el usuario. La calidad está presente durante todo el proceso de construcción de software, esto es debido a la aplicación de buenas prácticas de gestión de proyectos de software, por lo cual es importante conocer la teoría de la Ingeniería de Software y los conceptos principales que se involucran en esta metodología.

CONCEPTO DE SOFTWARE

El software es uno de los elementos más importantes de la tecnología en el mundo moderno, básicamente se utiliza para hacer funcionar todos los artefactos electrónicos que existen y que forman parte de la vida cotidiana actual.

El mundo se encuentra rodeado de sistemas electrónicos ya sean autónomos u operados por personas con capacitación especializada, dichos sistemas controlan múltiples aspectos de nuestra realidad, desde sistemas bancarios, redes de transporte en todas sus variantes, sistemas de suministro de energía eléctrica, operaciones militares, etc. Dada la importancia del software como base fundamental de los sistemas informáticos, dicho término se definirá a continuación:

“El software se forma con 1) las instrucciones (programas de computadora) que al ejecutarse proporcionan las características, funciones y grado de desempeño

deseado; 2) las estructuras de datos que permiten que los programas manipulen información de manera adecuada; y 3) los documentos que describen la operación y el uso de los programas (Pressman, 2005)”.

Tomando en cuenta los elementos de la definición anterior, el software es un conjunto de instrucciones lógicas que son leídas por un ordenador para ejecutar operaciones determinadas con un fin específico, estas instrucciones son realizadas por ingenieros en sistemas, programadores y desarrolladores de software para ser ejecutadas por computadoras que son el medio de interacción entre humano – máquina.

CONCEPTO DE INGENIERÍA DE SOFTWARE

Según (IEE Standard 610, 1993) citado de (Pressman, 2005) la Ingeniería de Software es “La aplicación de un enfoque sistemático, disciplinado y cuantificable al desarrollo, operación y mantenimiento del software.” Retomando esta definición, para el desarrollo de software se toma en cuenta la Gestión de la Calidad, cuyo enfoque soporta la Ingeniería de Software (Pressman, 2005), ya que en la actualidad la calidad es un aspecto que se cuida en la implementación de software debido a que de su correcto funcionamiento depende la solución de problemas y la toma de decisiones. Por lo tanto la Ingeniería de Software es una metodología sistemática para crear software de alta calidad, en este contexto se involucra el desarrollo de software de escritorio y la construcción de sitios web.

INGENIERÍA WEB

Uno de los enfoques de la Ingeniería de Software está orientado hacia el desarrollo en entorno web, es decir que se refiere a la construcción de los sitios web y las Web Apps (aplicaciones basadas en web), para este caso la metodología se basa en la Ingeniería de Software adaptándose hacia el desarrollo de aplicaciones web de alta calidad, a esta metodología se le denomina Ingeniería Web (IWeb) (Pressman, 2005).

Retomando el enfoque a través de la Ingeniería de Software, una definición adecuada de IWeb es la siguiente: “La ingeniería Web aplica sólidos principios científicos, de ingeniería y de administración, y enfoques disciplinados y sistemáticos para el desarrollo, despliegue y mantenimiento exitosos de sistemas y aplicaciones basados en web de alta calidad (Murugensan, 1999).” En esta definición se involucran páginas web sencillas, complejos sitios web con conexiones a Bases de Datos distribuidas para ofrecer servicios a usuarios a

través de consultas y las Web Apps, es decir que la Web se puede aplicar a cualquier aplicación que se implemente en web.

ATRIBUTOS DE LAS WEB APPS

Existen una serie de atributos generales que se han propuesto estudiando los diferentes tipos de Web Apps que circulan en internet, en el siguiente diagrama se presenta un resumen de los atributos más importantes que se presentan en la mayoría de Web Apps existentes.

Figura 3. Atributos de las Web Apps.

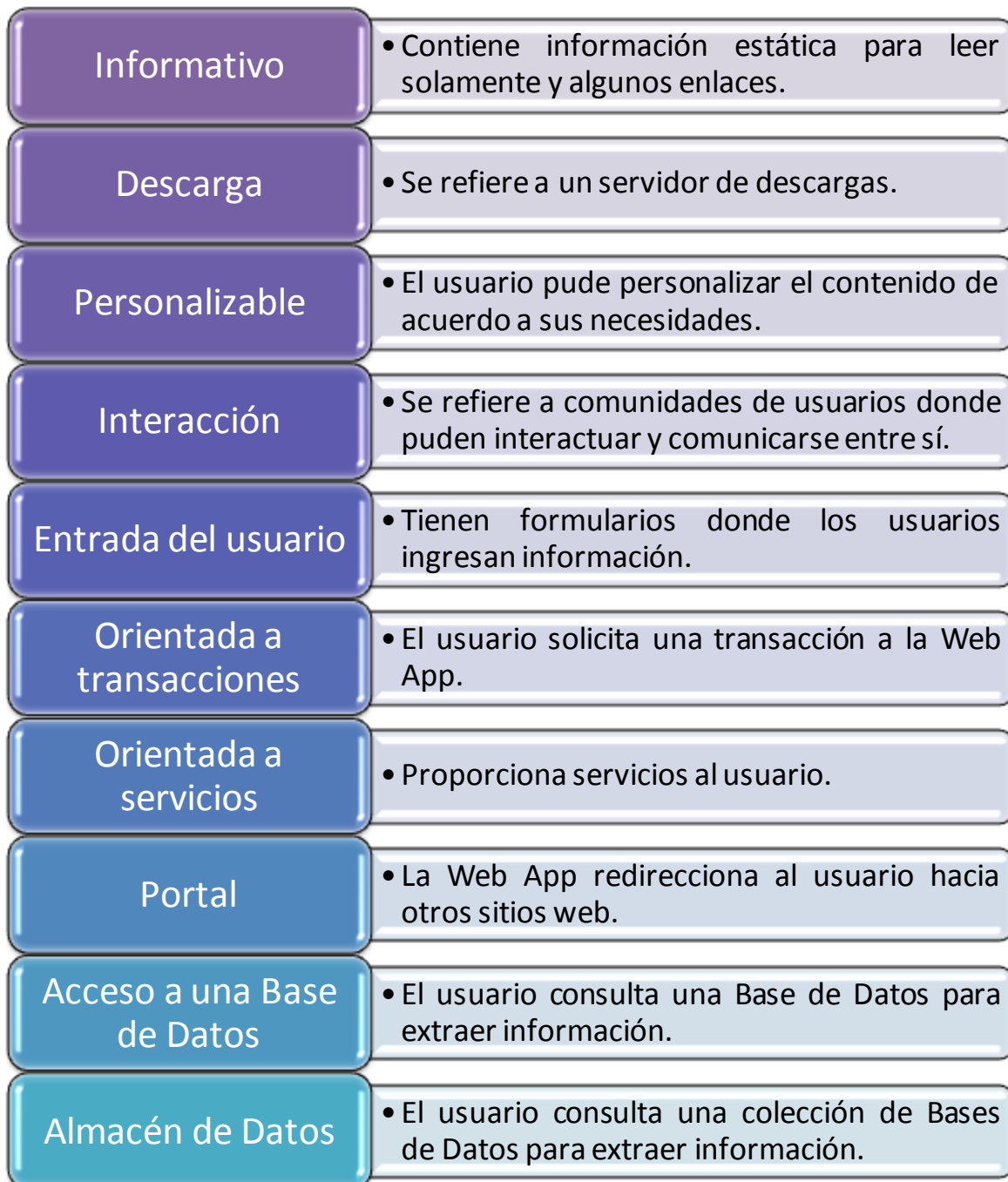


Fuente: (Pressman, 2005).

CATEGORÍAS DE WEB APPS

Existe una amplia variedad de Web Apps en la red con diferentes propósitos, a continuación se enlistarán las categorías más comunes que se han propuesto de acuerdo a (Pressman, 2005):

Figura 4. Principales categorías de Web Apps.



Fuente: (Pressman, 2005).

ETAPAS DE LA INGENIERÍA WEB

La Ingeniería Web sigue un conjunto de etapas similares a la ingeniería de software, sin embargo la IWeb se basa en un desarrollo ágil debido a que los sitios web presentan muy a menudo un comportamiento espontáneo y dinámico, por lo tanto las aplicaciones montadas sobre web se construyen siguiendo etapas de desarrollo cortas para ser publicados de inmediato, y del mismo modo las actualizaciones son rápidas y constantes.

De acuerdo a la naturaleza del sitio web que se desea construir, las fases de la IWeb se pueden complementar con elementos de la Ingeniería de Software cuando se trata de construir sitios web muy robustos cuyas fases de desarrollo conllevan un alto nivel de complejidad.

A continuación se presentarán las principales etapas de desarrollo de la IWeb y posteriormente se describirán detalladamente:

Figura 5. Etapas de la Ingeniería Web.



Fuente: (Pressman, 2005).

Formulación y Planeación

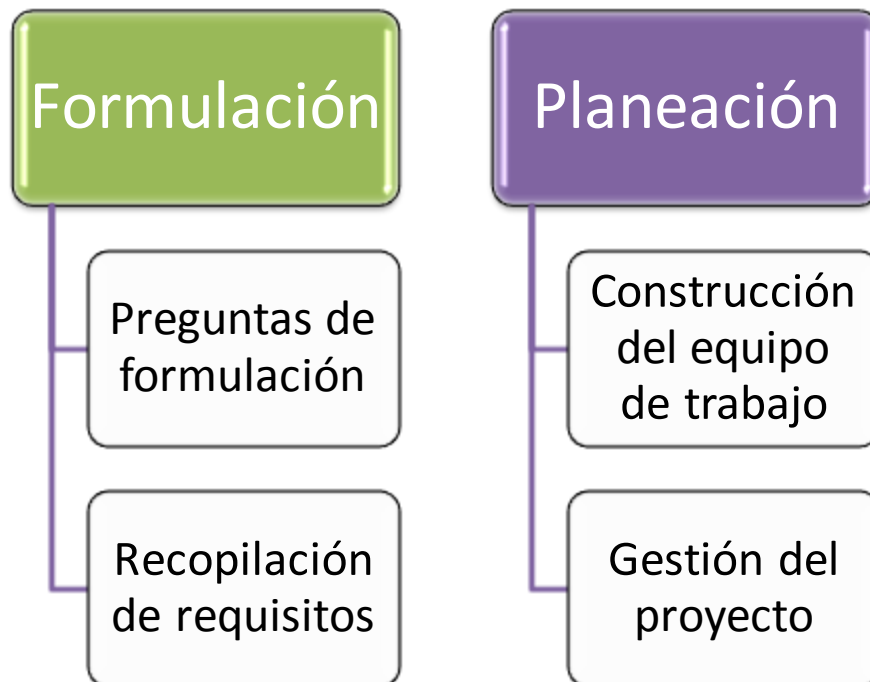
Ambas fases constituyen una gran etapa inicial y consiste en planear el trabajo antes de llevarlo a cabo, lo que significa que primero se debe entender el

problema que se pretende resolver y analizar cuál sería la mejor solución de acuerdo a las necesidades del cliente.

El primer paso es establecer comunicación con el cliente para platicar acerca del problema e interpretar sus peticiones para transformarlas en requerimientos del software, con este paso concluido se evalúa la factibilidad del desarrollo del software para generar posteriormente un plan de trabajo que refleje todas las actividades a realizar para llevar a cabo el desarrollo del software en IWeb.

En el siguiente diagrama se presenta el resumen de las actividades de la formulación y planeación:

Figura 5. Actividades de la formulación y planeación en IWeb.



Fuente: (Pressman, 2005).

Modelado de Análisis

En el modelado de análisis los requisitos recopilados en la fase de formulación y planeación se representan gráficamente utilizando lenguaje UML, es decir, mediante diagramas de casos de uso.

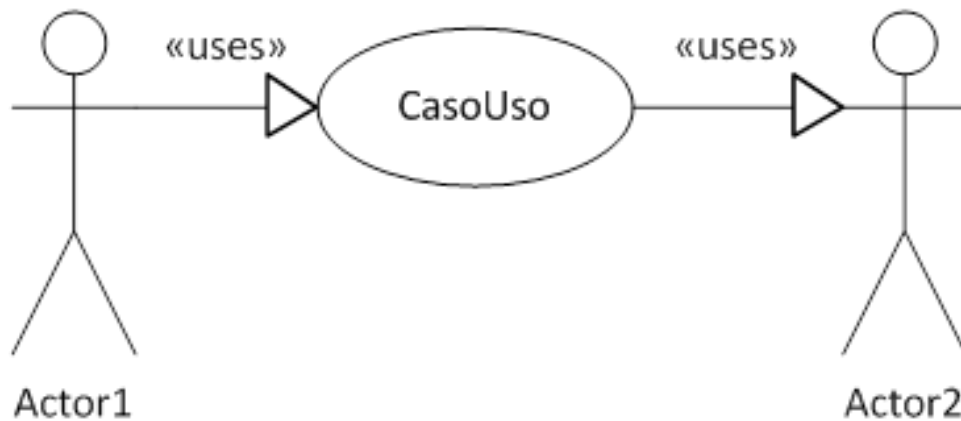
Los casos de uso describen gráficamente la interacción entre la WebApp y una categoría de usuario que se denomina actor para realizar una acción específica (Pressman, 2005). Las acciones definidas dentro de los casos de uso pueden ser

muy simples o muy complejas dependiendo del nivel de profundidad que se desee explicar, por lo tanto un caso de uso se puede desagregar en casos de uso más específicos.

Representar los requerimientos mediante casos de uso ayuda a los desarrolladores a determinar las actividades que se esperan que realice el software y así mismo ayuda a definir la interacción de éste con el usuario final. Los casos de uso también facilitan el mantenimiento del software ya que ayudan a los desarrolladores externos a entender el funcionamiento esperado del software.

Un diagrama de casos de uso se representa de la siguiente manera:

Figura 5. Actividades de la formulación y planeación en IWeb.



Fuente: Elaboración propia, 2013.

En donde el caso de uso representa una acción a realizar por la interacción de los actores, que por lo general son el usuario y el sistema.

Modelado de Diseño

El modelado de diseño se refiere a la percepción visual que tiene el usuario acerca del sitio web, es decir que el usuario interactúa a través de gráficos y controles definidos dentro de una interfaz de usuario, estos pueden ser menús, barras de herramientas, botones, cajas de texto, listas desplegables, formularios, etc., por lo tanto es importante establecer un buen diseño del sitio web para satisfacer la comodidad del usuario.

Cuando se trata de construir un sitio web robusto que se conecta a una Base de Datos entonces la fase de modelado de diseño se puede complementar con elementos de la Ingeniería de Software para proponer el diseño de la Base de

Datos que alimentará la información del sitio web. Por lo tanto esta fase se puede dividir en diseño de la interfaz y diseño de la Base de Datos.

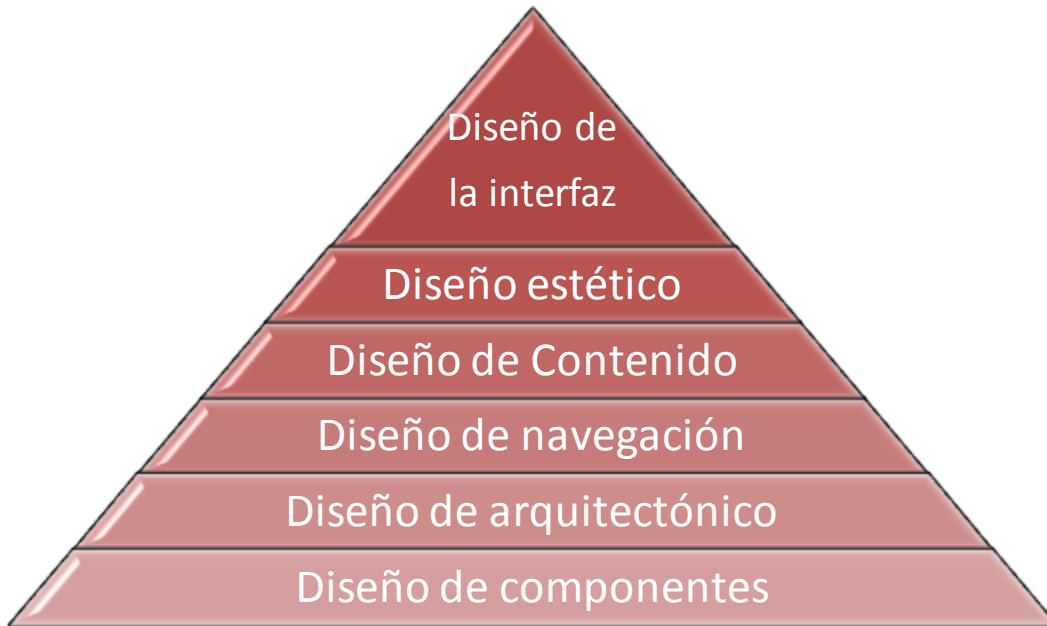
Diseño de la Interfaz.

De acuerdo a (Kaiser, 2013), existen diferentes metas de diseño que se recomiendan aplicar en el diseño de cualquier sitio web:

- **Simplicidad.** Siempre procurar moderar el contenido que se va a mostrar al usuario dentro de una página web, por lo tanto es mejor proporcionar contenido simple.
- **Consistencia.** Se refiere a la consistencia que debe guardar cada elemento de la interfaz, procurar utilizar los mismos estilos de texto en los contenidos de texto, seguir un esquema de colores acorde a los elementos gráficos y en general guardar consistencia en otros aspectos como elementos de multimedia, interacción y navegación.
- **Identidad.** La identidad estará definida por el diseño, lo cual implicará que cada sitio web tenga contenidos y diseños diferentes dependiendo de los objetivos.
- **Robustez.** Se refiere al contenido y funciones robustas que espera el usuario del sitio web, las cuales deben satisfacer las necesidades del usuario.
- **Navegabilidad.** Debe procurarse que la navegación del sitio web sea simple y consistente, además el usuario debe entender cómo navegar entre las páginas y los contenidos sin necesidad de leer instrucciones.
- **Apariencia visual.** Este aspecto debe ser especialmente cuidadoso, ya que la mayoría del contenido de los sitios web es visual y dinámico, en esta parte se debe procurar guardar una apariencia estética de diseño.
- **Compatibilidad.** El sitio web debe ser diseñado para operar correctamente en diferentes sistemas operativos, navegadores, y configuraciones de diferentes tipos de computadoras.

El diseño en el contexto de la Web consiste en mezclar tres elementos principales: estética, contenido y tecnología, dependiendo de la naturaleza de la Web App la mezcla puede variar, como consecuencia también varían las actividades de diseño, las cuales se presentan en diferentes niveles en una pirámide de diseño para Web:

Figura 6. Pirámide de diseño para IWeb.



Fuente: (Pressman, 2005).

En esta fase el diseño de la interfaz se encuentra en el nivel más alto de la pirámide de diseño, dado que en este nivel se involucran el diseño estético, el diseño de contenido, el diseño de navegación, el diseño arquitectónico y el diseño de componentes. Se recomienda que en el diseño de la interfaz de usuario se consideren las siguientes características: sea fácil de usar, fácil de aprender, fácil de navegar, intuitiva, consistente, eficiente, libre de errores y funcional (Pressman, 2005), estas características se modelan en esta fase ya que previamente se analizaron los requerimientos del usuario en la fase anterior. La consideración más importante en el diseño de la interfaz es plantear que el usuario no requiera de capacitación para utilizar adecuadamente la interfaz sino que este sea capaz de ejecutar todas las operaciones que requiera con tan sólo visualizar los controles e intuir el funcionamiento del sistema para que le permitan llevar a cabo dichas operaciones.

Diseño de la Base de Datos.

En el diseño de la base de datos se establece un modelo detallado de la Base de Datos, donde se describen las características de las tablas y las relaciones existentes entre ellas.

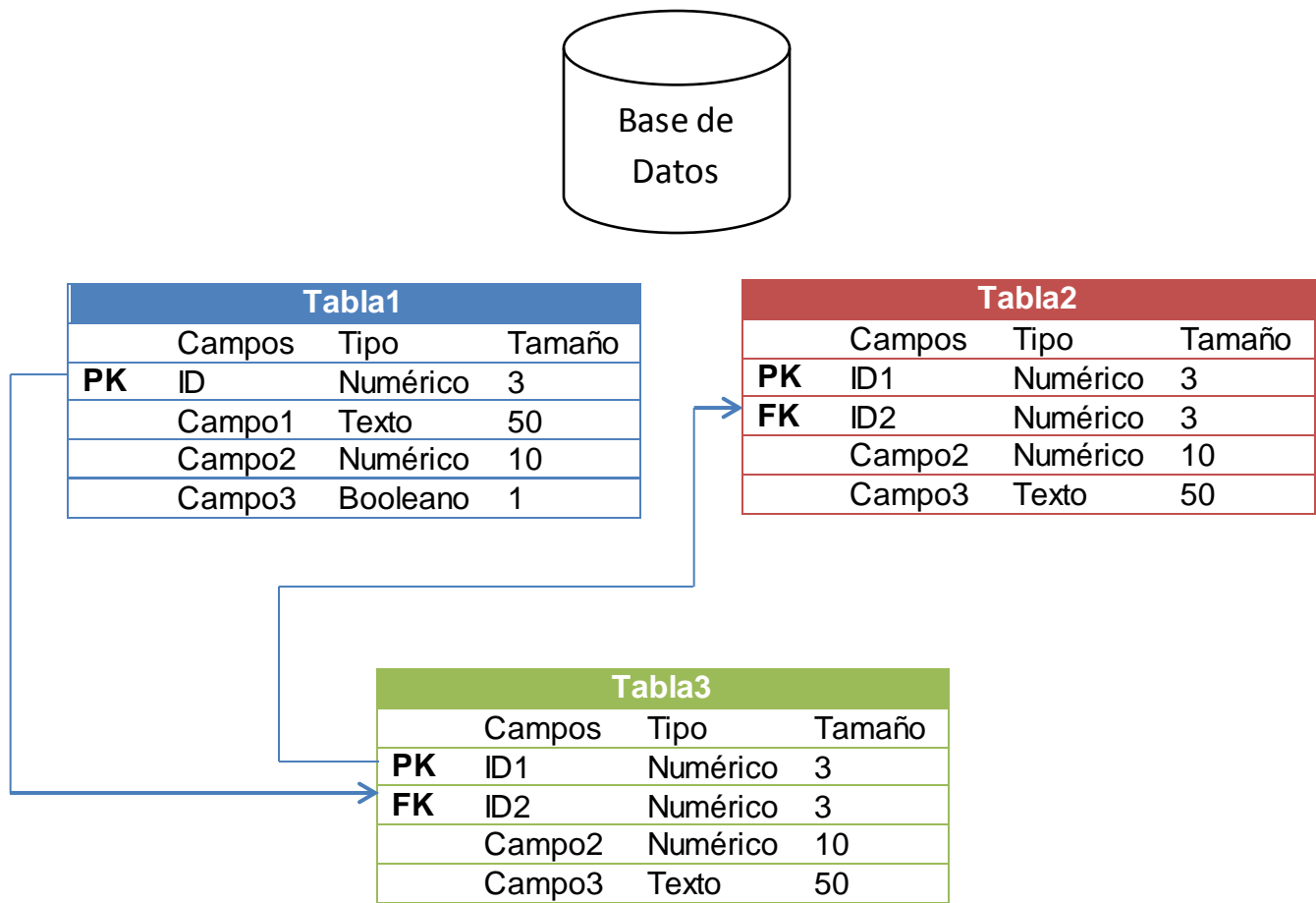
En este diseño se definen los alcances de la Base de Datos tales como el almacenamiento y el tipo de información que se va a almacenar, ya que se puede determinar si la Base de Datos se basará en un modelo entidad – relación o si será necesario incluir otro tipo de datos fuera del contexto relacional como por ejemplo un tipo de dato espacial.

Después se deben definir las tablas que contendrá la Base de Datos, también se deben definir las características técnicas de los atributos de cada tabla, es decir, los campos. Dentro de los campos se debe detallar el nombre, esta característica generalmente se escribe en forma abreviada y sin utilizar caracteres especiales, después se define el tipo de dato que va a almacenar el campo, ya sea alfanumérico, numérico, booleano o espacial, y finalmente se define el tamaño de cada campo, que equivale al número de caracteres que se almacenarán en cada registro.

Posteriormente se definirán los campos que tendrán identificadores únicos y serán las llaves primarias que servirán para relacionar las tablas, en estas relaciones también pueden existir llaves foráneas que se componen por dos o más campos.

A continuación se presenta un esquema que resume el diseño de la Base de Datos:

Figura 7. Ejemplo del diseño de una Base de Datos.



Fuente: Elaboración propia (2013).

Implementación

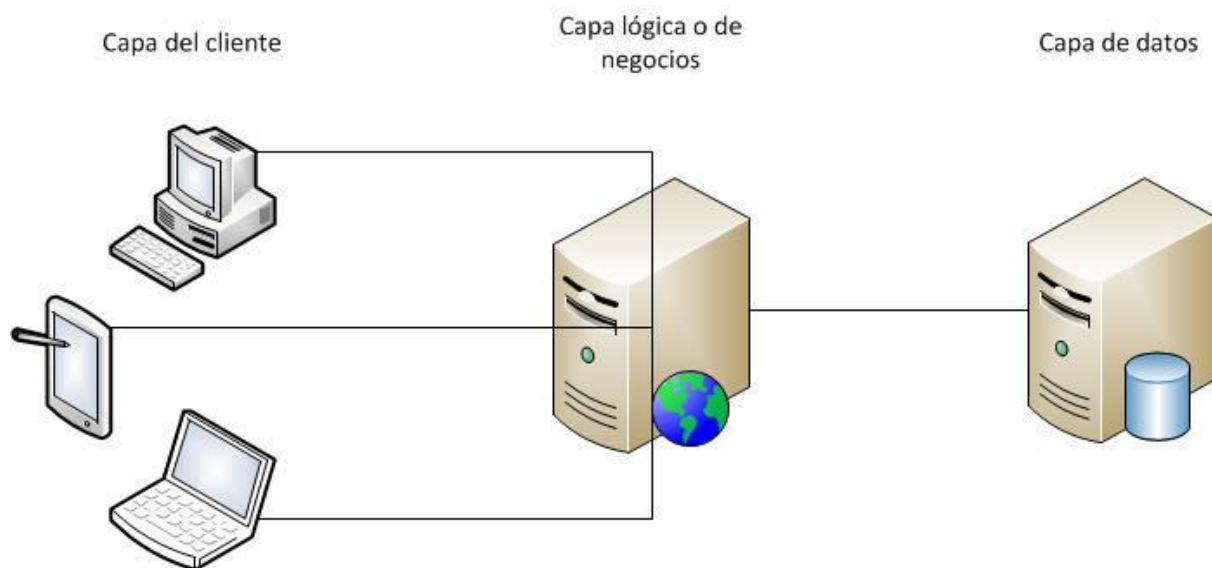
En esta fase se definirán las plataformas y lenguajes de programación en los cuales se programará el sistema planteado de acuerdo al diseño establecido anteriormente.

En la parte que corresponde a la implementación de la Base de Datos es recomendable elegir un SGBD adecuado de acuerdo a los requerimientos de la información que se desea almacenar para migrar la estructura de la Base de Datos a este software. La elección adecuada del SGBD también será determinado

en función de el volumen estimado de información que se va a manejar dado que este aspecto ayuda a determinar si es necesario utilizar un software muy robusto como SQL Server u Oracle que además soportan otros tipos de datos externos al modelo relacional o si es suficiente almacenar la información en un software con capacidades muy limitadas como Access.

En la parte que corresponde a la implementación del sistema el modelado de diseño se traduce a un lenguaje entendido por la computadora, es decir que las interfaces de usuario se programan físicamente utilizando lenguajes de programación. Es importante definir la arquitectura del software para determinar el funcionamiento e interacción de los componentes del sistema, generalmente las Web Apps siguen una arquitectura de cliente-servidor (arquitectura de dos capas), en la que la interfaz de usuario corresponde a la capa del cliente y las funciones y procedimientos que se ejecutan del lado del servidor corresponden a la capa de negocios. A la arquitectura de software se puede añadir un tercer componente que corresponde a la capa de datos, en la cual se establece la estructura de la Base de Datos y su conexión con el servidor para recuperar la información y desplegarla del lado del cliente:

Figura 8. Arquitectura de tres capas.



Fuente: Elaboración propia (2014).

En el caso de que el sistema necesite alimentarse de Bases de Datos es necesario definir la conexión de ambos en el lenguaje en el que se va a programar el sistema para establecer los protocolos de conexión de la Base de Datos y configurar el SGBD adecuadamente.

Pruebas

En el contexto de las Web Apps las pruebas se realizan durante todo el proceso de la IWeb, éstas se llevan a cabo estableciendo estrategias para dar revisiones técnicas constantes y pruebas ejecutables. El propósito de realizar pruebas es para asegurar la calidad de las Web Apps identificando errores para corregirlos a tiempo, enfocándose en aquellos aspectos que son visibles para el usuario y posteriormente se hacen las pruebas en la parte lógica del sistema (Pressman, 2005).

Los principales aspectos a evaluar en las pruebas se siguen a través de siete etapas:

Figura 8. Etapas de pruebas en IWeb.



Fuente: (Pressman, 2005).

Llevar a cabo las pruebas en la IWeb supone un reto debido a que las Web Apps se ejecutan en diferentes plataformas, sistemas operativos y dispositivos electrónicos, lo cual dificulta la tarea de corregir todos los errores. Sin embargo (Pressman, 2005) ha propuesto cinco características únicas que se consideran en las pruebas exitosas de Web Apps:

- A. Los primeros errores se detectan del lado del cliente, es decir, en la interfaz de usuario.
- B. Es difícil reproducir el escenario que originó un error debido a que las Web Apps se implementan en distintas configuraciones y en diferentes plataformas.
- C. Muchos problemas pueden tener su origen en errores de programación, pero también se presentan en la configuración de las Web Apps.
- D. El rastreo de errores es difícil debido a la arquitectura del software en las Web Apps, que generalmente es de dos o tres capas.
- E. Algunos errores se deben al ambiente operativo estático, que es el ambiente específico donde se realizan las pruebas, y otros errores se deben al ambiente operativo dinámico, es decir a los tiempos de respuesta y a la carga de recursos en la Web App.

Cabe mencionar que las pruebas no siempre corrigen el 100 % de los errores, ya que algunos errores inesperados surgen una vez que la Web App ha sido publicada en la red y entonces los usuarios reportan los problemas en el funcionamiento de la interfaz, en estos casos los desarrolladores deben ser capaces de corregir estos errores en el menor tiempo posible.

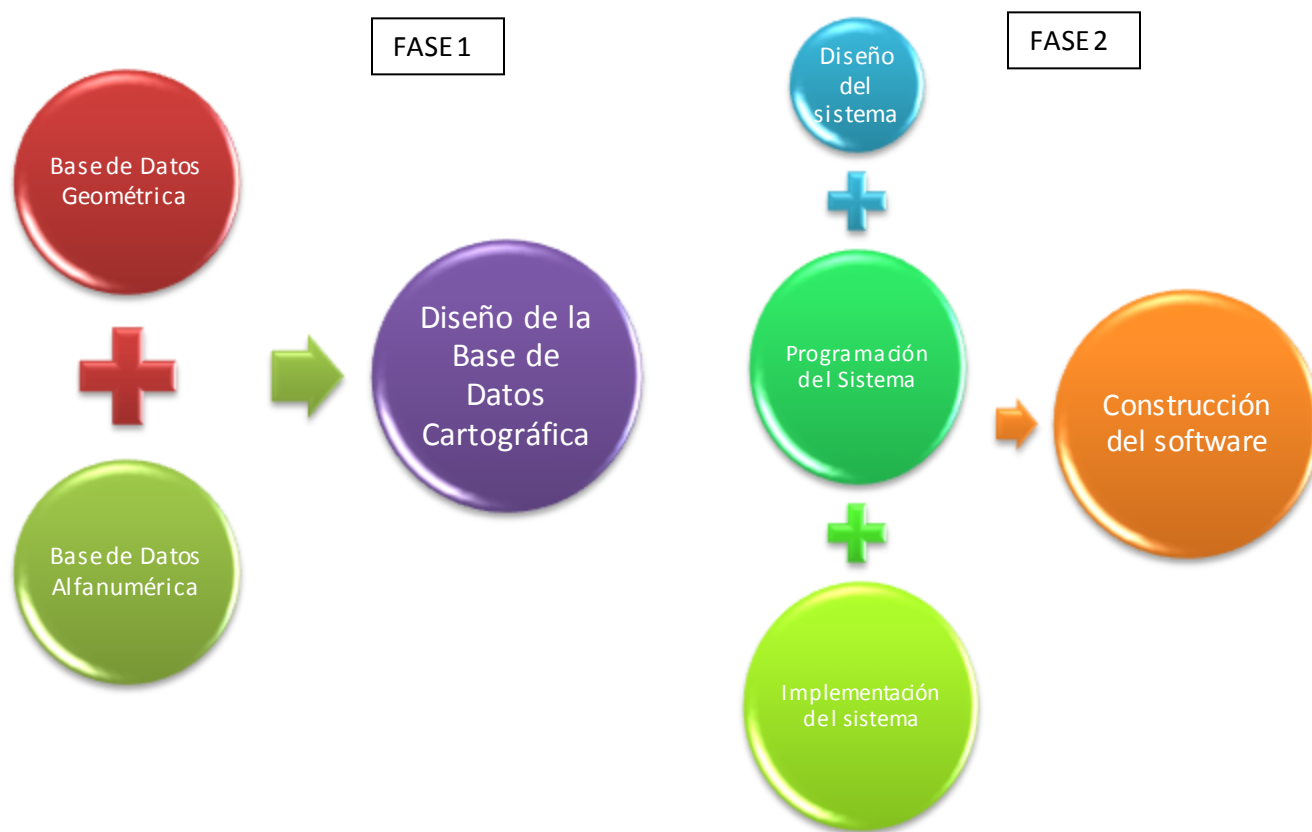
Una vez concluidas las pruebas es necesario establecer los requerimientos mínimos de sistema donde se indiquen los requerimientos de hardware y de software para garantizar el óptimo funcionamiento del sistema y recomendar dichos requerimientos a los usuarios.

METODOLOGÍA

La metodología del presente trabajo se basa en la ingeniería Web complementada con aspectos de la Ingeniería de Software siguiendo las etapas principales, cada una de las etapas será modificada de acuerdo a las necesidades de este trabajo sin perder la estructura básica, ya que se trabajará sobre el ámbito web y el ámbito geográfico.

La estructura metodológica se formará por dos fases principales: la estructura de la base de datos cartográfica y la construcción del software

Figura 9. Esquema metodológico general.

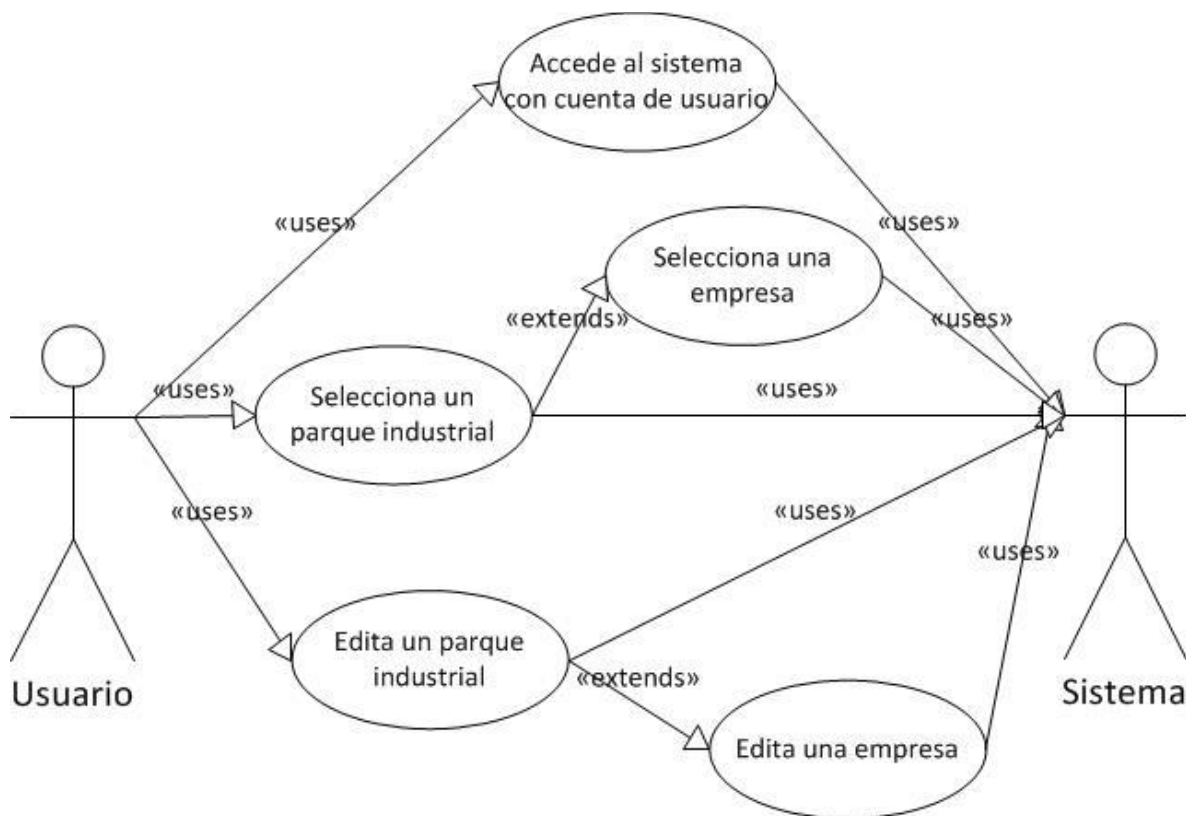


Fuente: Elaboración propia (2013).

MODELO CONCEPTUAL

En este modelo se conceptualiza de forma general lo que se pretende lograr mediante el planteamiento de objetivos, es decir, se visualizará la forma en que se lograrán los resultados esperados. En este caso se representará gráficamente el funcionamiento general del sistema utilizando lenguaje UML a través de casos de uso:

Figura 10. Diagrama de casos de uso del sistema.



Fuente: Elaboración propia (2013).

ALCANCE DE LA APLICACIÓN

La principal funcionalidad de la herramienta web será actualizar la información de los parques industriales realizando cambios en la base de datos cartográfica y alfanumérica mediante una interfaz de usuario, por lo tanto se plantean los siguientes alcances:

- I. Se construirá una interfaz de usuario en Web.
- II. La interfaz de usuario tendrá la cartografía base de Google Maps.
- III. La interfaz de usuario será interactiva, es decir, contará con herramientas de navegación que permitan al usuario interactuar con el mapa.
- IV. El sistema estará dirigido a personal de FIPEPAR, por lo tanto el acceso estará limitado hacia las personas que manipularán el sistema, esto quiere decir que el público en general tendrá el acceso restringido.
- V. El usuario accederá a través de una cuenta personal para cuidar la seguridad del sistema.
- VI. El usuario podrá consultar un parque industrial desde una lista.
 - a. El usuario podrá consultar una empresa desde una lista perteneciente a un parque industrial.
- VII. El usuario podrá visualizar un parque industrial a través de un mapa en forma de polígono con su correspondiente ficha que describa cada uno de sus atributos.
 - a. El usuario podrá visualizar una empresa perteneciente a un parque industrial a través de un mapa en forma de punto con su correspondiente ficha que describa cada uno de sus atributos.
- VIII. El usuario podrá realizar cambios en la base de datos cartográfica.
 - a. El usuario podrá editar el polígono de un parque industrial moviendo o eliminando sus vértices.
 - i. El usuario podrá editar el punto de una empresa moviendo su posición.
 - b. El usuario podrá dar de alta un nuevo parque industrial insertando nuevos vértices para crear un polígono.
 - i. El usuario podrá dar de alta una nueva empresa insertando un punto.
- IX. El usuario podrá realizar cambios en la base de datos alfanumérica.
 - a. El usuario podrá editar la ficha de un parque industrial.
 - i. El usuario podrá editar la ficha de una empresa.
 - b. El usuario podrá dar de alta un nuevo parque industrial insertando nuevos registros en la ficha.
 - i. El usuario podrá dar de alta una nueva empresa insertando nuevos registros en la ficha.

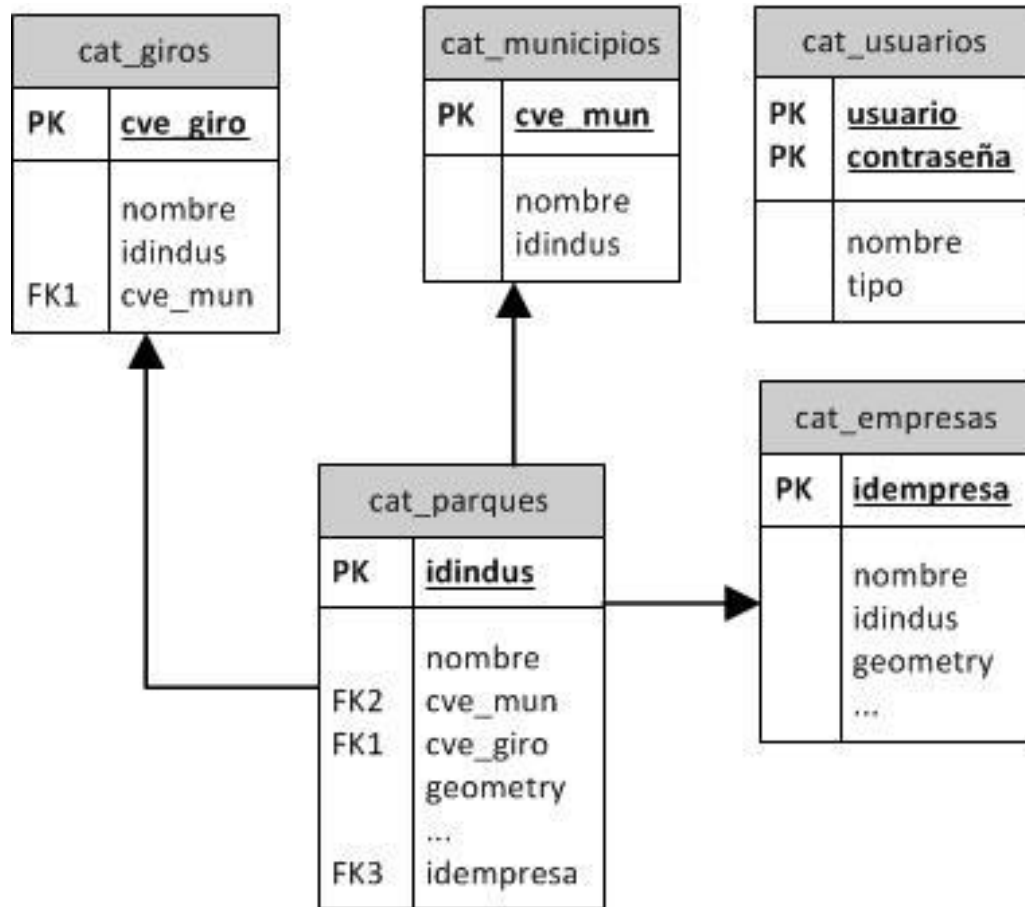
- X. El usuario podrá dar de baja un parque industrial con la opción eliminar.
 - a. El usuario podrá dar de baja una empresa con la opción eliminar.
- XI. La Base de Datos se estructurará por cuatro catálogos con sus correspondientes atributos:
 - a. Catálogo de parques industriales.
 - b. Catálogo de empresas.
 - c. Catálogos de giros.
 - d. Catálogo de municipios.
- XII. Los catálogos de parques industriales y de empresas deberán contener un campo de ubicación geográfica además de sus atributos.

DISEÑO DE LA BASE DE DATOS

El diseño de la base de datos se encuentra estructurado bajo un esquema relacional extendido, es decir que incorpora datos espaciales. Dado que la Base de Datos ya se encuentra normalizada y estructurada, sólo fue necesario migrarla al esquema de Base de Datos Geográfica, por lo tanto se planteó integrar los tipos de datos geography y geometry.

El nombre de la base de datos es “fidepar”, este repositorio contiene un catálogo de municipios, un catálogo de giros, un catálogo de parques industriales, un catálogo de empresas y un catálogo de usuarios, cada uno de ellos tiene sus atributos correspondientes y su geometría asociada.

Figura 11. Diseño de la base de datos relacional extendida.



Fuente: Elaboración propia (2014).

DISEÑO Y PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA

Como se planteó en uno de los objetivos, se pretenden crear rutinas de programación que permitan al usuario editar las geometrías y los atributos de los parques industriales y sus empresas, todo ello a través de una interfaz de usuario interactiva en web.

Los lenguajes de programación se determinaron en base a la arquitectura del software, donde se definieron las interacciones entre los distintos componentes del sistema.

En el diseño se planteó la arquitectura de la aplicación en un modelo de tres capas:

Capa del cliente: Es la interfaz de usuario en web que está construida con lenguajes de entorno web y es el medio por el cual el usuario interactúa con el sistema. Para programar del lado del cliente se utilizó la plataforma de Microsoft Visual Studio 2010 en complemento con otros lenguajes:

- ASP.NET: Este es un lenguaje que permite construir sitios web dinámicos.
- HTML: Es un lenguaje que permite construir sitios web con contenedores para controles básicos y controles de ASP.NET.
- Javascript: Es un lenguaje orientado a objetos que permite programar funciones y procedimientos del lado del cliente.
- El API de Google Maps permite integrar la interfaz y cartografía base del mismo en aplicaciones personalizadas, además el código se programa en lenguaje Javascript, lo que permite crear las funciones de edición geométrica aprovechando las funciones de interacción de Google Maps.

Capa lógica o de negocios: También llamada de lógica, en esta capa se ejecutan todas las transacciones entre la capa de presentación y la capa de datos, esta capa procesa los datos del lado del servidor. Para programar en esta capa también se utilizó la plataforma de Microsoft Visual Studio 2010 con el lenguaje de programación C#, que es un lenguaje .NET orientado a objetos que está basado en C y C++ y permite programar funciones y procedimientos del lado del servidor.

Capa de datos: Es la capa donde se encuentra almacenado el SGBD con todos sus componentes. Esta es la capa responsable del almacenamiento y recuperación de datos a través de consultas SQL. La plataforma sobre la cual se va a gestionar la Base de Datos Geográfica es Microsoft SQL Server 2008 con su extensión SQL Server Spatial que soporta los tipos de datos geography y geometry, a través de esta plataforma se van a enviar consultas SQL mediante el lenguaje C# para llevar a cabo las transacciones requeridas.

En la implementación la información cartográfica se presentó al usuario utilizando el API de Google Maps con la cartografía base del servidor de Google Maps y la sobreposición de los polígonos de los parques industriales y los puntos de las empresas, debido a que este API permite incorporar sus opciones de navegación interactiva en el mapa, además de que ofrece de forma gratuita una gran diversidad de herramientas que se pueden integrar al sistema gracias a que existe mucha documentación y ejemplos de código fuente acerca de cómo implementar cada herramienta.

La comunicación entre la base de datos y el servidor de la aplicación se integró utilizando Visual Studio 2010 con los lenguajes de programación .NET y Javascript. Dichos lenguajes permiten dibujar los datos de SQL Server en el API de Google Maps y también permite guardar los cambios directamente en la base de datos a través de consultas SQL de INSERT y UPDATE.

Finalmente se creó una interfaz de usuario en web utilizando los lenguajes HTML y ASP.NET para ofrecer al usuario una gran experiencia de uso e interactividad.

Una vez definidos los lenguajes de programación se procedió a organizar los pasos que se llevaron a cabo para programar el sistema:

1. La Base de Datos que contiene los catálogos se cargó en Microsoft SQL Server 2008.
2. Se construyó un nuevo proyecto de sitio web en Microsoft Visual Studio 2010, donde se guardaron las imágenes, plug-ins y scripts.
3. Se construyeron los formularios que contienen los datos descriptivos de los parques industriales y empresas utilizando C#, HTML y ASP.NET.
4. Se programaron las transacciones SQL que se ejecutarán en los formularios en C#.
5. Se programaron las funciones de edición y consulta de geometría vectorial utilizando el API de Google Maps a través del lenguaje Javascript, además estas funciones fueron vinculadas a los formularios a través de una interfaz de Google Maps.
6. El sitio web se montó sobre un servidor para realizar las pruebas necesarias.

REQUERIMIENTOS DE HARDWARE Y SOFTWARE

El sistema está diseñado para trabajar en ambiente web, por lo tanto el usuario no requiere instalar ningún software para poder acceder al sistema, tan sólo es suficiente contar con una computadora que tenga acceso a Internet. Para ello se especificaron los requerimientos de hardware y software donde se implementó el sistema para garantizar su adecuado funcionamiento. En este caso el sistema se implementó sobre un servidor web que cuenta con las siguientes características:

- CPU de doble procesador a 2.93 GHz cada uno.
- Memoria RAM de 64 GB.
- Disco duro de 500 GB.
- Conexión a Internet con una velocidad de 100 MB o superior.

- Sistema Operativo Windows Server Enterprise con Service Pack 2 operando a 64 bits.
- Tener instalada la plataforma de Microsoft Visual Studio 2010 Enterprise con .NET Framework 3.5 o superior.
- Tener instalado Microsoft SQL Server 2008.

Para el usuario que va a utilizar el sistema deberá contar con un equipo de cómputo personal con las siguientes características:

- CPU con procesador a 1.80 GHz.
- Memoria RAM de 2GB.
- Conexión a Internet con una velocidad de 3 MB o superior.
- Sistema Operativo Windows XP o superior de 32 y 64 bits.
- De preferencia tener instalado el navegador Google Chrome, ya que el sistema funciona óptimamente en este navegador.

El sitio web también se puede manipular desde otros sistemas operativos como MacOS y desde dispositivos móviles con Android y iOS debido a que utilizan un protocolo universal para visualizar sitios web, sin embargo, el sitio web está diseñado para operar en computadoras con los requerimientos antes mencionados y por lo funcionará en óptimas condiciones en el ambiente que se ha propuesto.

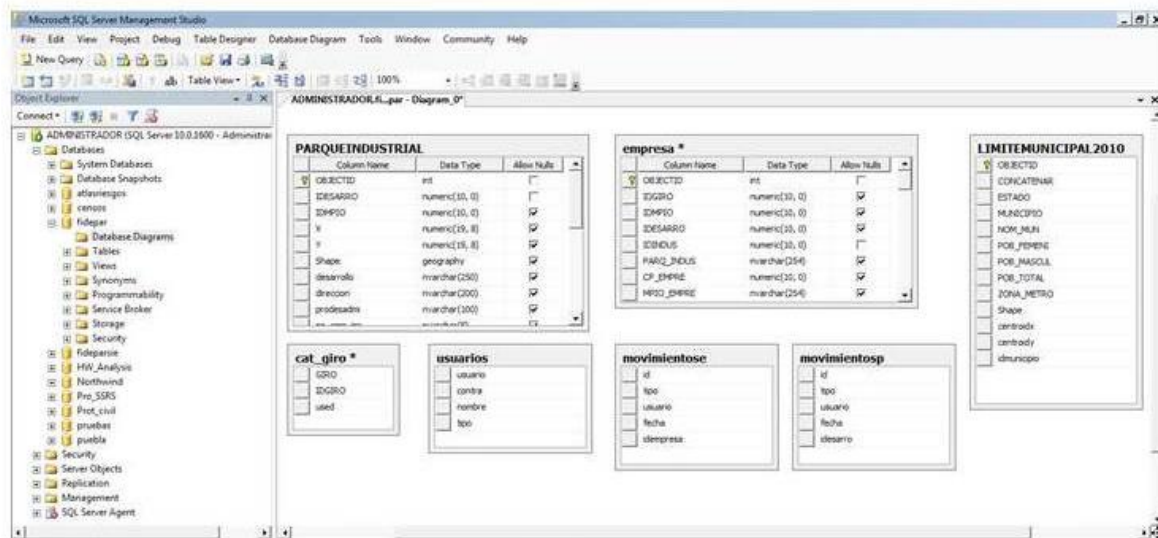
Con respecto al funcionamiento del servidor, éste deberá ser instalado en un lugar adecuado para operar las 24 horas del día los 7 días de la semana durante los 365 días del año para satisfacer la demanda de los usuarios.

RESULTADOS

Como resultado se generó una herramienta web que facilita la manipulación de la información acerca de los parques industriales y empresas de FIDEPAR, estas tareas se agilizan al permitir al usuario a través de internet realizar transacciones tales como dar de alta, modificar o dar de baja. Dado que la información vectorial y la información tabular se encuentra vinculada, los cambios se guardarán en ambos casos en una misma transacción, con esto el usuario utilizará una sola plataforma para realizar todas las operaciones que requiera.

Se generó una Base de Datos Geográfica en Microsoft SQL Server 2008 llamada fidepar, la cual contiene cinco catálogos en un esquema relacional extendido, ya que se utilizaron los tipos de datos geography y geometry. Se agregaron dos tablas adicionales para registrar los movimientos de los usuarios, en estas tablas se registrarán las operaciones de dar de alta, modificar y dar de baja.

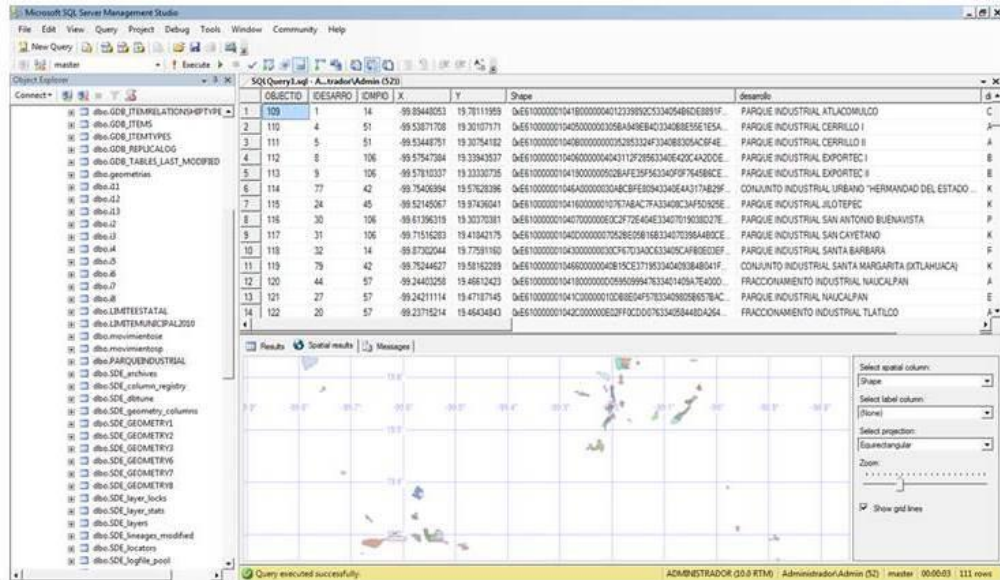
Figura 12. Esquema de la Base de Datos Geográfica en Microsoft SQL Server 2008.



Fuente: Elaboración propia (2014).

Los atributos y las geometrías se almacenaron de los parques industriales se almacenaron en la misma tabla, en la cual se codificaron las geometrías:

Figura 13. Codificación de las geometrías de los Parques Industriales en Microsoft SQL Server 2008.



Fuente: Elaboración propia (2014).

En la programación del sistema se generaron seis archivos principales, los cuales tienen el diseño de la página maestra denominada “fidepar.master”:

- editadesarrollo.aspx: En este archivo se creó la interfaz de usuario que contiene los controles necesarios para actualizar la información de un parque industrial.
- editadesarrollo.aspx.cs: En este archivo se encuentra el código en lenguaje C# que permitió programar las consultas SQL para enviarlas al servidor y asimismo recuperar la geometría de los parques industriales.

Figura 14. Código fuente del archivo editadesarrollo.aspx.cs.

```
SqlCommand cmd = new SqlCommand(comando, cn);
SqlDataReader rdr = cmd.ExecuteReader();
rdr.Close();

//Valida la geometría
geometry = "INSERT INTO geometrias(IDESARRO, geom) VALUES (";
geometry = geometry + clavesesarrollo + ",";
geometry = geometry + "" + contentString + "";
//geometry = "UPDATE parqueindustrial SET geom = geom.STUnion(geom.STStartPoint())";
SqlCommand cmdgeom = new SqlCommand(geometry, cn);
SqlDataReader rdrgeom = cmdgeom.ExecuteReader();
rdrgeom.Close();

valida = "UPDATE geometrias SET geom = geom.STUnion(geom.STStartPoint())";
SqlCommand cmdvalida = new SqlCommand(valida, cn);
SqlDataReader rdrvalida = cmdvalida.ExecuteReader();
rdrvalida.Close();

//Importa el polígono a un tipo geography y lo guarda
geography = "SELECT idesarro, GEOGRAPHY::STGeomFromText(geom.STAsText(),4326) AS polygon FROM geometrias WHERE idesarro = " + clavesesarrollo;
SqlCommand cmdgeog = new SqlCommand(geography, cn);
SqlDataReader rdrgeog = cmdgeog.ExecuteReader();
rdrgeog.Read();
polygon = rdrgeog["polygon"].ToString();
rdrgeog.Close();

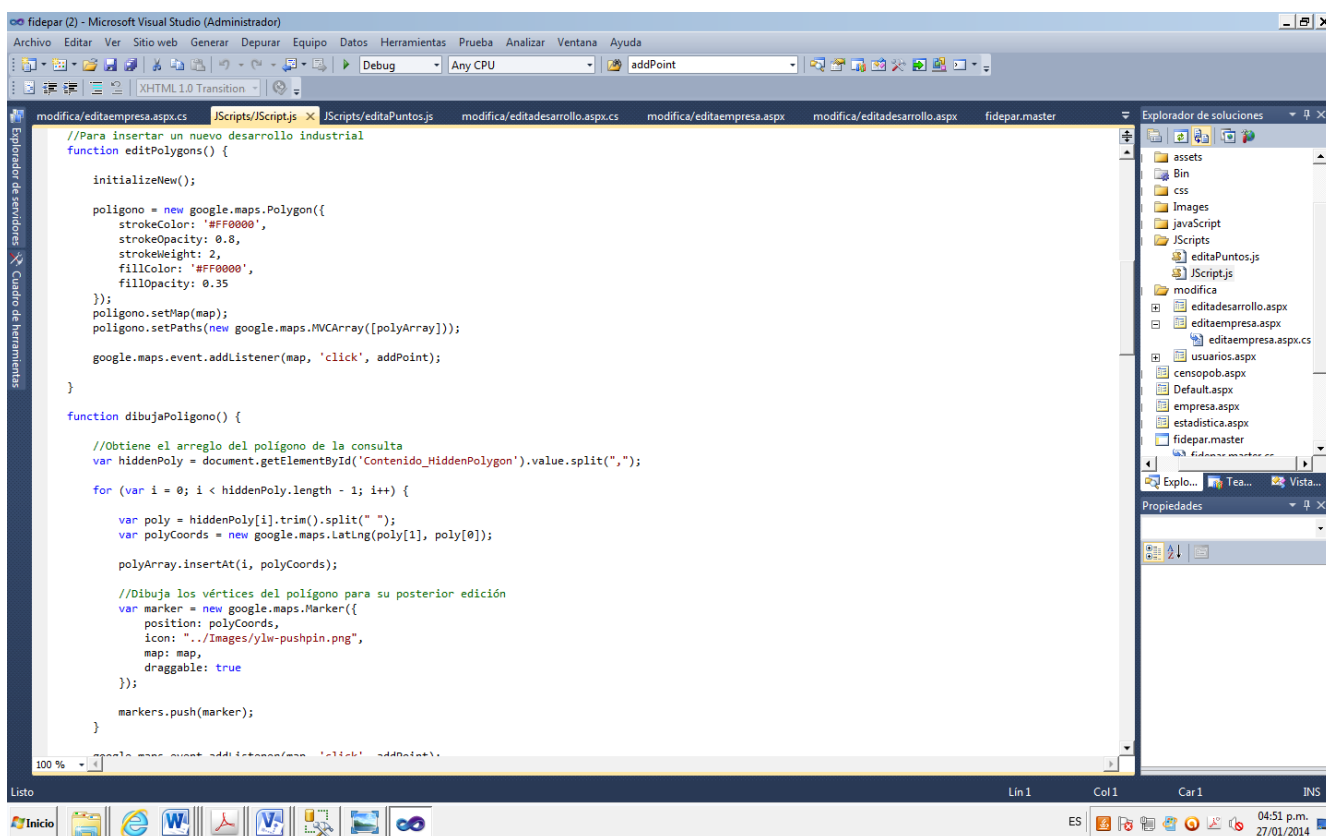
//Inserta el polígono de tipo geography
geoginsert = "UPDATE parqueindustrial SET Shape = " + "" + polygon + "";
geoginsert = geoginsert + " WHERE idesarro = " + clavesesarrollo;
SqlCommand cmdgeoi = new SqlCommand(geoginsert, cn);
SqlDataReader rdrgeoi = cmdgeoi.ExecuteReader();
rdrgeoi.Close();

tipomov = "ALTA EN SISTEMA";
Label1.Text = "Registro insertado correctamente";
}
int idmov = RecuperaSigMov();
string usuario = variables.usuario;
DateTime fechamov = Convert.ToDateTime(DateTime.Now.ToString());
```

Fuente: Elaboración propia (2014).

- JScript.js: En este archivo se programaron las rutinas de edición geométrica y además los polígonos se traducen de lenguaje SQL a un lenguaje entendido por el API de Google Maps para ser dibujados en la interfaz.

Figura 15. Código fuente del archivo JScript.js.



```
function editPolygons() {
    initializeNew();

    poligono = new google.maps.Polygon({
        strokeColor: '#FF0000',
        strokeOpacity: 0.8,
        strokeWeight: 2,
        fillColor: '#FF0000',
        fillOpacity: 0.35
    });
    poligono.setMap(map);
    poligono.setPaths(new google.maps.MVCArray([polyArray]));
    google.maps.event.addListener(map, 'click', addPoint);
}

function dibujaPoligono() {
    //Obtiene el arreglo del polígono de la consulta
    var hiddenPoly = document.getElementById('Contenido_HiddenPolygon').value.split(",");

    for (var i = 0; i < hiddenPoly.length - 1; i++) {
        var poly = hiddenPoly[i].trim().split(" ");
        var polyCoords = new google.maps.LatLng(poly[1], poly[0]);

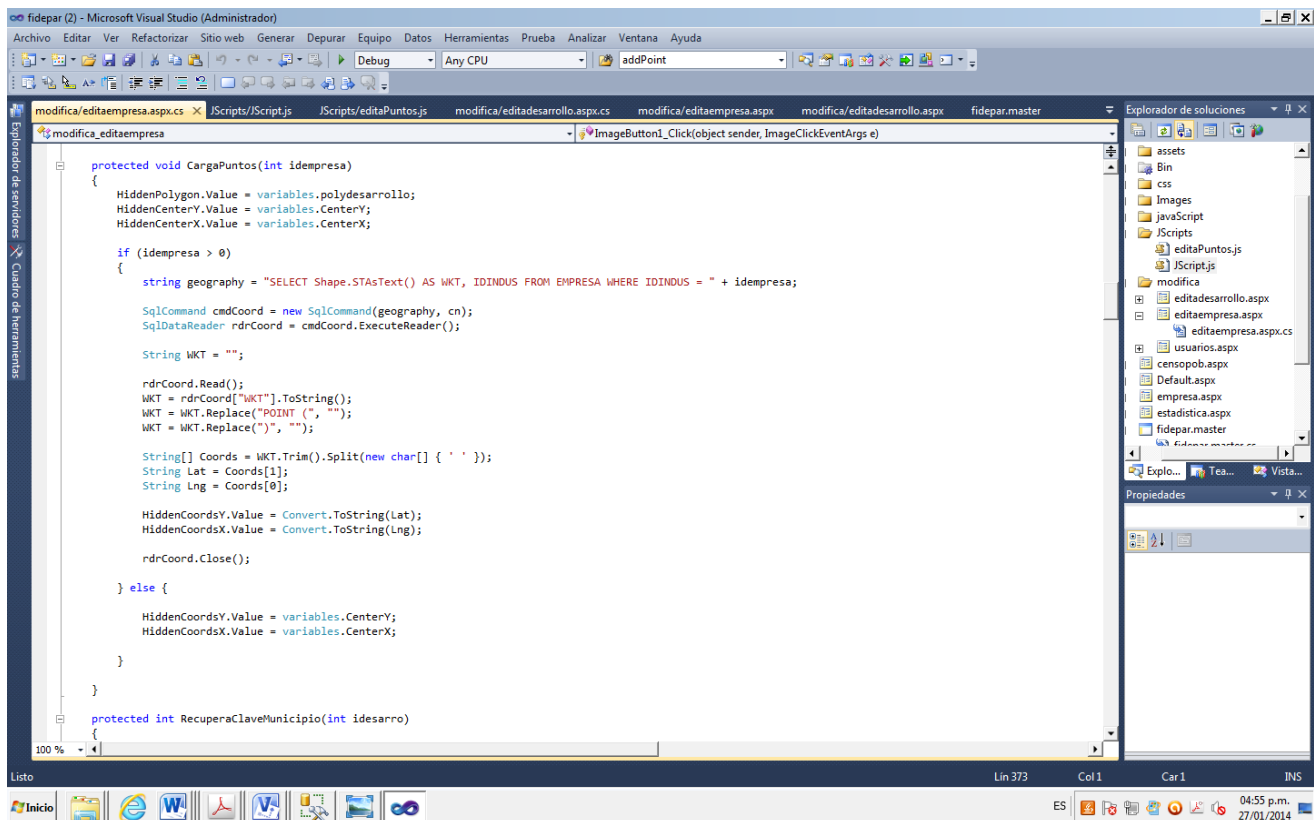
        polyArray.insertAt(i, polyCoords);

        //Dibuja los vértices del polígono para su posterior edición
        var marker = new google.maps.Marker({
            position: polyCoords,
            icon: "../Images/ylw-pushpin.png",
            map: map,
            draggable: true
        });
        markers.push(marker);
    }
}
```

Fuente: Elaboración propia (2014).

- editaempresa.aspx: En este archivo se creó la interfaz de usuario que contiene los controles necesarios para actualizar la información de una empresa perteneciente a un parque industrial.
- editaempresa.aspx.cs: En este archivo se encuentra el código en lenguaje C# que permitió programar las consultas SQL para enviarlas al servidor y asimismo recuperar la geometría de las empresas.

Figura 16. Código fuente del archivo editaempresa.aspx.cs.



```
protected void CargaPuntos(int idempresa)
{
    HiddenPolygon.Value = variables.polydesarrollo;
    HiddenCenterY.Value = variables.CenterY;
    HiddenCenterX.Value = variables.CenterX;

    if (idempresa > 0)
    {
        string geography = "SELECT Shape.STAsText() AS WKT, IDINDUS FROM EMPRESA WHERE IDINDUS = " + idempresa;

        SqlCommand cmdCoord = new SqlCommand(geography, cn);
        SqlDataReader rdrCoord = cmdCoord.ExecuteReader();

        String WKT = "";

        rdrCoord.Read();
        WKT = rdrCoord["WKT"].ToString();
        WKT = WKT.Replace("POINT (", "");
        WKT = WKT.Replace(")", "");

        String[] Coords = WKT.Trim().Split(new char[] { ' ' });
        String Lat = Coords[1];
        String Lng = Coords[0];

        HiddenCoordsY.Value = Convert.ToString(Lat);
        HiddenCoordsX.Value = Convert.ToString(Lng);

        rdrCoord.Close();
    }
    else {
        HiddenCoordsY.Value = variables.CenterY;
        HiddenCoordsX.Value = variables.CenterX;
    }
}

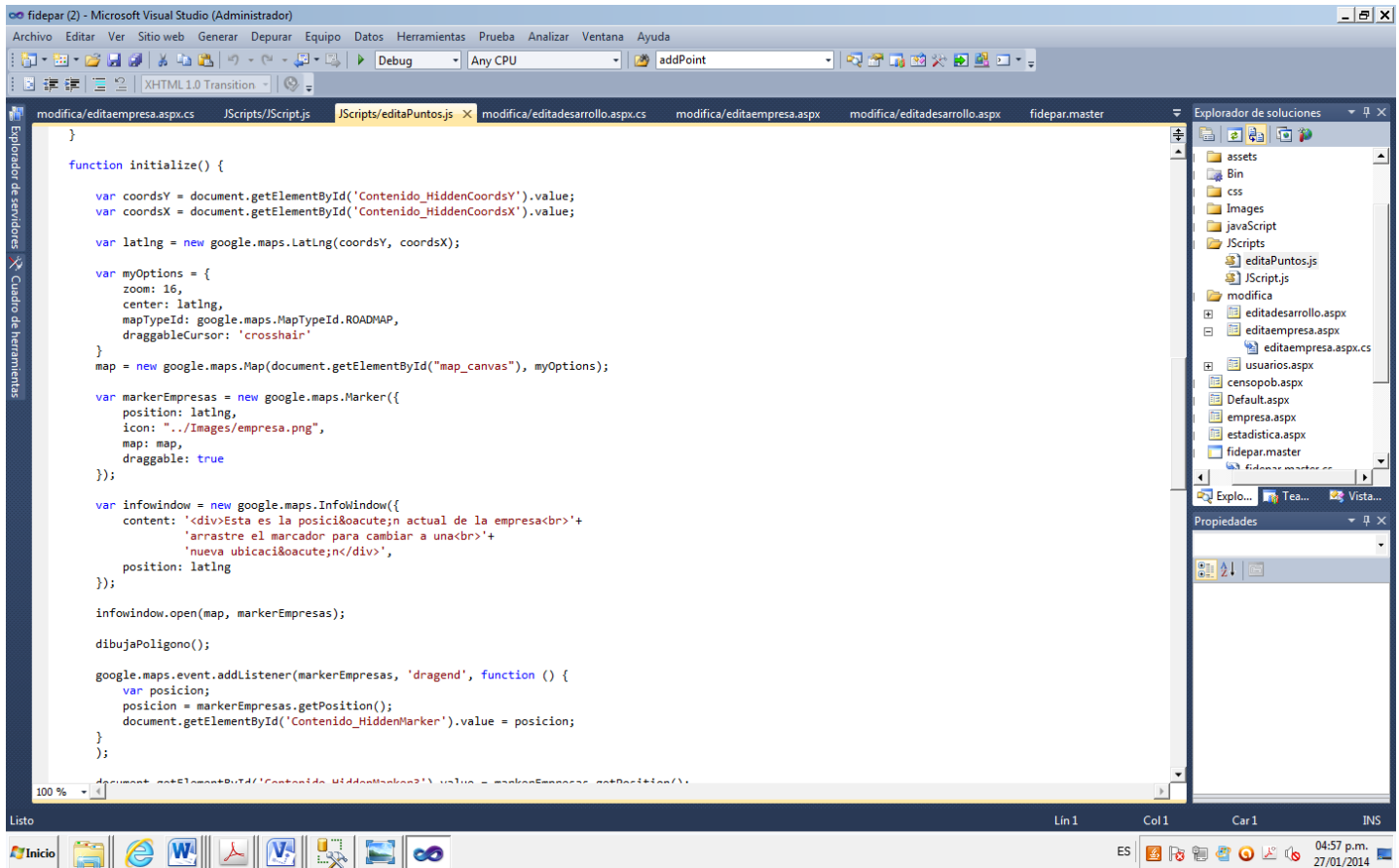
protected int RecuperaClaveMunicipio(int idesarro)
{

```

Fuente: Elaboración propia (2014).

- editaPuntos.js: En este archivo se programaron las rutinas de edición geométrica y además los puntos se traducen de lenguaje SQL a un lenguaje entendido por el API de Google Maps para ser dibujados en la interfaz.

Figura 17. Código fuente del archivo editaPuntos.js.



Fuente: Elaboración propia (2014).

Con la integración de los archivos mostrados anteriormente se generó una herramienta web que facilita la manipulación de la información acerca de los parques industriales y empresas de FIDEPAR, estas tareas se agilizan al permitir al usuario a través de internet realizar transacciones tales como dar de alta, modificar o dar de baja. Dado que la información vectorial y la información tabular se encuentra vinculada, los cambios se guardarán en ambos casos en una misma transacción, con esto el usuario utilizará una sola plataforma para realizar todas las operaciones que requiera.

La interfaz de usuario que se generó se divide en ventanas, la primera de ellas contiene una pantalla de bienvenida donde se valida el acceso de los usuarios mediante cuentas de usuario:

Figura 18. Pantalla de bienvenida.



Una vez que el acceso del usuario ha sido validado, el sistema se redirecciona a la ventana que contiene el mapa y el formulario de captura de parques industriales, donde el usuario puede consultar y manipular la información de un parque industrial previamente seleccionado. Las operaciones que puede realizar el usuario incluyen modificar la información existente, crear un nuevo parque industrial o eliminar un parque industrial.

Figura 19. Ventana de parques industriales.

Módulo de Administración de Desarrollos Industriales

Agregar un nuevo desarrollo

Consultar el Desarrollo Industrial seleccionado

Desarrollo Industrial: CENTRO INDUSTRIAL TLALNEPANTLA

Nombre: _____
Dirección: _____
Teléfono: _____
Contacto: _____
Correo electrónico: _____
Número de empresas: 0
Superficie (Has.): 0
Alumbrado:
Vigilancia:
Municipio: ACAMBAY
Administrador: _____

EMPRESAS

Carga datos de la empresa seleccionada

Lista de empresas

Guardar cambios

Seleccionar un Desarrollo Industrial

Datos del Desarrollo Industrial

Government of Mexico, Secretaría de Desarrollo Económico, Fideicomiso para el Desarrollo de Parques y Zonas Industriales en el Estado de México. Contact information and footer text are also visible.

Fuente: Elaboración propia (2014).

A continuación se muestra el funcionamiento de la ventana de parques industriales, donde se observa que el polígono correspondiente tiene habilitados sus vértices para su edición:

Figura 20. Funcionamiento de la ventana de parques industriales.

MÓDULO DE ADMINISTRACIÓN DE DESARROLLOS INDUSTRIALES

Agregar un nuevo desarrollo

Desarrollo Industrial:

Nombre:

Dirección:

Teléfono:

Contacto:

Correo electrónico:

Número de empresas:

Superficie (Has):

Alumbrado:

Vigilancia:

Municipio:

Administrador:

EMPRESAS

Carga datos de la empresa seleccionada

ÁLVEG DISTRIBUCIÓN QUÍMICA S.A. DE C.V.
 AUTO LINEAS JUAN MAÑÓN, S.A. DE C.V.
 CEMEX AGREGADOS, S.A. DE C.V.
 DEVILBISS RANSBURG DE MEXICO, S.A. DE C.V.
 DISTRIBUIDORA PAPELERA SAN ANDRES, S.A. DE C.V.
 DRANMAK, S.A. DE C.V.
 DUPONT, S.A. DE C.V.
 EXCELLENCE FREIGHTS DE MEXICO, S.A. DE C.V.
 HUAWET TECHNOLOGIES DE MEXICO, S.A. DE C.V.
 INDUSTRIAS IEM, S.A. DE C.V.
 LALA OPERACIONES, S.A. DE C.V.
 TRANSCOMB, S.A. DE C.V.

Fuente: Elaboración propia (2014).

La siguiente ventana muestra una pantalla muy similar a la de los parques industriales, para acceder a esta ventana el usuario debe elegir una empresa del parque industrial seleccionado. Las operaciones que puede realizar el usuario incluyen modificar la información existente, crear una nueva empresa o eliminar una empresa.

Figura 21. Ventana de empresas.

**MÓDULO DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS
FRACCIONAMIENTO INDUSTRIAL BARRIENTOS**

Agregar una nueva empresa Guardar cambios

Consultar otra empresa

Esta es la posición actual de la empresa
Ubicación de la empresa

Delimitación del Desarrollo Industrial

Empresa: ALVEG DISTRIBUCIÓN QUÍMICA S.A DE C.V.
1000

Nombre: AUTO LINEAS JUAN MAÑÓN, S.A. DE C.V.

Giro: TRANSPORTE

Dirección: MEXICO 68 No. 60, SAN PEDRO TLALNEPANTLA DE BAZ

Teléfono: (55) 53 10 25 09

Fax: (55) 53 10 25 09

Contacto: SR. JUAN MAÑÓN

Correo electrónico: autolineasjm@prodigy.net.mx

Producto final: TRANSPORTE DE CARGA FEDERAL

Grupo corporativo: S/D

Exporta producto: S/D

Superficie (m2): 0

Certificaciones: S/D

Empleo directo: 98

Empleo indirecto: 0

Estado de operación: OPERANDO

Fuente: Elaboración propia (2014).

A continuación se muestra el funcionamiento de la ventana de empresas, donde se observa que aparece un punto correspondiente a una empresa, el cual está habilitado para edición:

Figura 22. Funcionamiento de la ventana de empresas.

The image shows a web browser window displaying a map of an industrial area. A red circle on the map highlights a specific location. Below the map is a form titled "MÓDULO DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS" and "FRACCIONAMIENTO INDUSTRIAL BARRIENTOS". The form contains the following fields:

- Agregar una nueva empresa** (button)
- Empresa:** ALVEG DISTRIBUCIÓN QUIMICA S.A DE C.V. (dropdown menu)
- Código:** 1004 (text field)
- Nombre:** EXCELLENCE FREIGHTS DE MEXICO, S.A. DE C.V. (text field)
- Giro:** TRANSPORTE (dropdown menu)
- Dirección:** N/D (text field)
- Teléfono:** (55) 58 84 36 64 (text field)
- Fax:** (55) 58 84 36 64 (text field)
- Contacto:** LIC. LORENZO BLANCAS (text field)
- Correo electrónico:** lblancas@alveg.com.mx (text field)
- Producto final:** TRANSPORTE DE CARGA FEDERAL (text field)
- Grupo corporativo:** S/D (text field)
- Exporta producto:** S/D (text field)
- Superficie (m2):** 0 (text field)
- Certificaciones:** S/D (text field)
- Empleo directo:** 15 (text field)
- Empleo indirecto:** 0 (text field)
- Estado de operación:** OPERANDO (text field)

Fuente: Elaboración propia (2014).

Finalmente el sitio web fue montado sobre un servidor web donde se encuentra publicado el sitio web de FIDEPAR en la siguiente dirección de Internet:
<http://201.131.40.59/fidepar/modifica/usuarios.aspx>

CONCLUSIONES

Los objetivos planteados fueron alcanzados y los requerimientos hacia los usuarios fueron satisfechos, hechos que se reflejaron en los resultados.

Se creó una herramienta web que permite consultar Parques Industriales y sus empresas correspondientes, asimismo se pueden modificar los atributos geométricos y alfanuméricos de forma amigable a través de Internet.

La validación de usuarios específicos permite controlar el acceso al sistema y las transacciones que realicen los usuarios.

La integración de geometrías en el esquema de la Base de Datos facilitó la tarea de representar los Parques Industriales y empresas a través de Google Maps además de que permitió realizar transacciones tanto en la geometría como en los atributos alfanuméricos asociados en la misma tabla.

La herramienta web fue implementada utilizando la plataforma de Visual Studio 2010 junto con el lenguaje javascript y el API de Google Maps para ofrecer la experiencia de usabilidad de la plataforma de Google.

La metodología basada en Ingeniería Web es adaptable para realizar proyectos similares, además las funciones y procedimientos programados son reutilizables.

RECOMENDACIONES

Es importante que los usuarios que operan el sistema realicen sus tareas desde una computadora que tenga por lo menos los requerimientos mínimos del sistema que fueron planteados en la implementación.

El sistema se puede complementar con generadores de reportes para enriquecer las salidas de información que solicite el usuario.

Se propone que para realizar proyectos similares la información que alimente a la Base de Datos se encuentre en esquema de tipo espacial ya que así se pueden optimizar muchos procesos de manejo y representación de la información.

Bibliografía

- Asociación Mexicana de Parques Industriales (AMPIP). (3 de Julio de 2013). *Que es un parque industrial*. Obtenido de Ventajas de instalarse en un parque industrial: <http://www.ampip.org.mx/ventajas.php>
- Candean, R. (2005). Tesis de Maestría UAEM. *Regionalización socioeconómica del Parque Nacional Nevado de Toluca y su relación con el deterioro ambiental*. Toluca, México.
- Duana Ávila, D., García Hernández, B. J., & Mendoza Perea, C. Y. (2010). *Los parques industriales y su impacto económico en el Estado de México*. Pachuca, Hidalgo, México: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- IEE Standard 610. (1993). *IEE Standards Collection: Software Engineering*. IEE.
- Kaiser, J. (2013). *Elements of Effective Web Design*. Obtenido de <http://web-design.about.com/library/weekly/aa091998.htm>
- Méndez, A. (2006). Parques industriales y competitividad. *Clusters Automotrices*(328).
- Microsoft. (2014). *Microsoft Developer Network*. Obtenido de <http://msdn.microsoft.com/es-es/library/ms187752.aspx>
- Murugensan, S. (Julio de 1999). <http://fistserv.macarthur.uws.edu.au/san/WebEHome>.
- Olaya, V. (2011). *Sistemas de Información Geográfica*. OSGeo.
- Pressman, R. S. (2005). *Ingeniería del Software un enfoque práctico*. España: Mc Graw Hill.
- PyME. (3 de Julio de 2013). *Contacto PyME*. Obtenido de <http://www.pyme.gob.mx/parques/que.html>
- Silberschatz, A., Korth, H. F., & Sudarsham, S. (2002). *Fundamentos de Bases de Datos*. Madrid, España: Mc Graw Hill.
- Universidad de los Andes. (2006). Los Sistemas de Información Geográfica. *Geoenseñanza*, 107-116.