

UNIVERSIDAD DE LAS CIENCIAS INFORMÁTICAS
Facultad 6

TRABAJO DEDIPLOMA

TÍTULO: Sistema de Información Geográfica para la
representación de objetivos petroleros.

AUTORA: Lisette Bravo León.

TUTOR: Ing. Alain Leon Companioni.

Dedicatoria

... a mi mamá y mis dos padres (Julio y Gustavo) por confiar en mí y estar siempre a mi lado cuando más lo necesité.

... a mi hermanita a la que adoro y que tan importante es en mi vida, ojalá siempre pueda ser una buena guía para ti.

... a mis abuelos Pancha, Orestes y Simón, los cuales espero estés muy orgullosos de mí.

... a mi novio Dixan, por tolerarme en mis momentos más críticos y quererme por sobre todas las cosas.

Agradecimientos

... especialmente a mis padres, quienes son mi razón de ser y me apoyaron incondicionalmente y son una gran inspiración para mí.

... a mi hermanita, chiquita de edad, pero grande de corazón, gracias por haber nacido e iluminar la casa, ojalá puedas verme siempre como tu ejemplo a seguir.

... a Julio, por tener tanta fe en mí, espero no defraudarlo y llegar a ser la persona que quiere que sea.

... a mis abuelos que siempre estuvieron ahí para aconsejarme y guiarme por buenos caminos.

... a mi novio Dixan, por estar siempre a mi lado y tener tanta paciencia, incluso cuando no la merecía, te amo.

... a mi tutor Alain por guiarme en todo momento y estar siempre dispuesto cuando lo necesité.

... a Aliuska, por ser mi amiga y mayor consuelo, gracias por estar ahí para mí desde nuestro primer curso en la UCI.

... a mi grandes amigos José Ángel (el Gato), Ivania, Yara, José Carlos, Alain, Eduardo, Leiber, Siomelis, y al resto de mi querido grupo 9108, que como ellos no he encontrado otros.

... a todos aquellos que de una forma u otra estuvieron a mi lado, no solo en el desarrollo de esta investigación, sino que me ayudaron a llegar donde estoy.

Declaración de autoría

Declaración de Autoría.

Declaro que soy el único autor de este trabajo y autorizo a la Universidad de las Ciencias Informáticas a hacer uso del mismo en su beneficio.

Para que así conste firmo la presente a los ____ días del mes de _____ del año _____.

Lisette Bravo León

Ing. Alain Leon Companioni

Resumen

El considerable aumento de la información a manejar en el día a día de la sociedad mundial y el inevitable desarrollo que han adquirido las tecnologías computacionales, han empujado a la búsqueda de mejores formas para tratar dicha información, es por esto que surgen los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Estas son herramientas realmente útiles a la hora de capturar, almacenar, manipular, analizar los datos que se requieran. Son capaces de crear una imagen de una geografía determinada para dar una mejor idea del terreno que se está analizando.

En la industria del petróleo en Cuba se hace inminente contar con un sistema de este tipo que facilite el trabajo que conlleva la ubicación de sistemas petrolíferos en el territorio nacional, para incrementar su desarrollo y que permita la obtención de los datos socioeconómicos asociados a los objetos representados sobre el mapa.

La Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) se encuentra a la vanguardia de este proceso de desarrollo de aplicaciones SIG. La UCI cuenta con una plataforma nombrada GeneSIG que permite el desarrollo de sistemas de este tipo, a través de su personalización a cualquier negocio o actividad humana, mediante la reutilización de sus componentes.

El desarrollo de esta investigación se centra en la correcta personalización de la plataforma GeneSIG para a partir de ella elaborar un SIG encaminado a representar y analizar objetivos petroleros definidos previamente por especialistas de la empresa Cuba-Petróleo (CUPET).

Abstract

The considerable increase in information to manage the day-to-day global society and the inevitable development of computational technologies have acquired have pushed the search for better ways to handle such information, which is why emerging Information Systems (GIS). These are useful tools when it comes to capture, store, manipulate and analyze the data required. They can create an image of a particular geography to give a better idea of the terrain being analyzed.

The Cuban oil industry needs to increase its development. It needs a system to provide the geographic location of petroleum systems in the country, permitting the collection of socioeconomic data associated with the objects depicted on the map.

At the University of Informatics Sciences (UCI as in Spanish) is making a strong work in the development of GIS applications. Specifically, the GeneSIG Productive Project has a platform under the same name, which allows the development of such systems. This platform allows for customizing any business or human activity, by reusing components.

The development of this research focuses on the correct platform customization GeneSIG from it to develop a GIS designed to represent and analyze oil targets previously defined by experts from Cuba-Petroleum Company (CUPET).

Índice

Dedicatoria	II
Declaración de autoría	IV
Resumen	V
Abstract	VI
Índice	VII
Introducción	IX
Capítulo 1 Fundamentación Teórica	XIII
1.1 Introducción	XIII
1.2 Conceptos asociados al dominio del problema	XIII
1.2.1 Otros conceptos	XV
1.3 Objeto de estudio	XVI
1.3.1 Descripción general	XVI
1.3.2 Descripción actual del dominio del problema	XIX
1.3.3 Problema de la investigación	XX
1.4 Otras soluciones existentes	XXI
1.5 Conclusiones parciales	XXIV
Capítulo 2 Fundamentación de la Tecnología a Utilizar	XXV
2.1 Introducción	XXV
2.2 Arquitectura de software	XXV
2.2.1 Arquitectura cliente-servidor	XXVI
2.3 Entornos de desarrollo	XXIX
2.4 Metodologías de Desarrollo de Software	XXX
2.5 Herramientas CASE	XXXIII
2.6 Lenguaje Unificado de Modelado (UML)	XXXIV
- Objetivos de UML	XXXV
- Características de UML	XXXV
2.7 Gestor de Base de Datos	XXXV
2.7.1 Sistema de Gestor de Base de Datos a utilizar: PostgreSQL	XXXVI
- Características de PostgreSQL (30)	XXXVI
2.8 Conclusiones parciales	XXXVI
Capítulo 3 Presentación de la solución propuesta	XXXVIII
3.1 Introducción	XXXVIII

3.2	Modelo de dominio.....	XXXVIII
3.2.1	Eventos principales de entorno	XXXVIII
3.2.2	Diagrama de clases del Modelo de dominio	XLII
3.3	Requisitos funcionales	XLII
3.4	Requisitos no funcionales.....	XLIV
3.5	Descripción del sistema propuesto	XLVIII
3.5.1	Descripción de los actores.....	XLVIII
3.5.2	Diagrama de casos de uso del sistema	XLVIII
3.5.3	Descripción textual de los casos de uso del sistema.....	XLIX
3.6	Conclusiones parciales	LIII
Capítulo 4 Construcción de la solución propuesta		LIV
4.1	Introducción.....	LIV
4.2	Arquitectura propuesta	LIV
4.2.1	Patrones arquitectónicos	LIV
4.3	Modelo de diseño	LV
4.3.1	Patrones de diseño	LV
4.3.2	Diagrama de clases del diseño.....	LVI
4.4	Principios de diseño.....	LVI
4.4.1	Estándares de interfaz de la aplicación.....	LVI
4.4.2	Concepción general de la ayuda	LVII
4.5	Diseño de la base de datos	LVII
4.5.1	Diagrama de clases persistentes	LVIII
4.5.2	Diagrama entidad relación	LVIII
4.6	Modelo de despliegue	LIX
4.7	Diagrama de componentes	LIX
4.8	Pruebas al sistema propuesto	LX
4.8.1	Diseño de prueba de caja negra	LX
4.9	Conclusiones parciales	LXVII
Conclusiones Generales		LXVIII
Recomendaciones.....		LXIX
Referencias Bibliográficas		LXX
Bibliografía		LXXII

Introducción

Desde los primeros tiempos de la humanidad el hombre sintió la necesidad de documentar, a su manera, los hechos que sucedían a su alrededor, al principio con rústicos dibujos en las paredes de las cuevas, pero la evolución lo llevó a buscar mejores vías y a medida que sus herramientas de trabajo y sus vestimentas mejoraban sus formas de expresarse también lo hacían.

En la actualidad se siguen encontrando manuscritos y documentos que datan de siglos pasados y que indudablemente han contribuido a fomentar o a desmentir hechos de la historia del pasado y de las raíces del ser humano, lo que demuestra la gran importancia que tiene el manejo de la información. Es por ello que surge la necesidad de crear Sistemas de Información que permitan aprovechar en su totalidad las ventajas que ofrecen en cuanto a la obtención de los datos.

Los Sistemas de Información Geográfica (en lo adelante SIG) se sitúan en este contexto como una categoría dentro de los Sistemas de Información, estos son una integración organizada de hardware, software y datos geográficos diseñada para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada con el fin de resolver problemas complejos de planificación y gestión. También puede definirse como un modelo de una parte de la realidad referido a un sistema de coordenadas terrestre y construido para satisfacer unas necesidades concretas de información.(1)

La representación y análisis de datos geográficos ha sido uno de los principales aportes del desarrollo de la informática y las comunicaciones. Con el surgimiento de esta tecnología la sociedad procuró un paso de avance en todos los sentidos, tanto económico, como político y social, el marcado incremento de la necesidad de este manejo de la información ha convertido estas prácticas en imprescindibles para el ser humano.

Cuba (a pesar de ser un país subdesarrollado y contar desde hace 50 años con un férreo bloqueo) se encuentra inmersa en un proceso de informatización en todos los campos que le es posible, salud, educación, cultura, etcétera. Pero la Industria Petrolera es sin dudas una de las primordiales teniendo en cuenta que en los últimos años se ha convertido en una de las ramas de mayor importancia para el país y debido al elevado valor económico que ha obtenido el petróleo en el mercado internacional contar con una herramienta de trabajo para la representación y análisis de objetivos petroleros en Cuba se convierte en una necesidad actual.

La vigente crisis económica por la que atraviesa el mundo afecta muy de cerca sobre todo a los países subdesarrollados y Cuba no está excepto a esto, de ahí surge la decisión del país de realizar una administración óptima de sus recursos naturales para evitar caer en inversiones que resulten costosas para la economía nacional.

Varios son los organismos e instituciones que están a la vanguardia en este proceso tecnológico donde se destaca, de forma sobresaliente, la Universidad de las Ciencias Informáticas (en lo adelante UCI). La UCI está compuesta por varias facultades que son nombradas por números del uno al diez, siendo las tres últimas facultades regionales que se encuentran fuera de la universidad. Cada una de ellas tiene adjudicados Centros de Desarrollo y Producción de Software aplicados a ciertas áreas del conocimiento y cada uno de ellos tiene a su vez varios proyectos productivos.

La Facultad 6, específicamente, tiene dentro de sus centros el de Geoinformática y Señales Digitales (GEYSED), el cual cuenta con varios proyectos, dentro de ellos se encuentra Aplicativos SIG que se encarga, particularmente, de la personalización de SIG sobre la plataforma GeneSIG, concebida para el desarrollo de SIG basada en el uso de herramientas y tecnologías libres.

La Industria Petrolera se ha convertido en los últimos años en una de las ramas de mayor importancia en el país, esta tiene como misión explorar, producir, refinar, operar y comercializar petróleo y sus derivados para satisfacer las necesidades de los clientes y el pueblo, con calidad, seguridad y competitividad, contribuyendo a la independencia económica del país y a su desarrollo sostenible.

Actualmente esta industria está regida por una variable fundamental “objetivos petroleros” que está compuesta por varios parámetros como son: dimensiones de un pozo, actividad sísmica, saber si existen yacimientos dadas las características del terreno, coordenadas de un determinado pozo, profundidad, entre otros. La visualización de estos objetivos petroleros constituye una necesidad inmediata porque serviría de gran apoyo a las personas involucradas en la toma de decisiones.

Sin embargo en las instituciones a cargo de esto en el país no existe un mecanismo efectivo para el manejo de esta variable, así como tampoco cuentan con sistemas automatizados que les facilite el trabajo y les ayude en la toma de decisiones. Existen herramientas que se usan con este fin, pero su carácter privativo dificulta el proceso y constituye una pérdida de tiempo y de dinero a las empresas involucradas. Es por esto que se hace sumamente necesaria la búsqueda de nuevos modelos para optimizar su desempeño.

Todas estas dificultades permitieron la identificación del siguiente **problema de investigación**: ¿Cómo contribuir a la mejora de los mecanismos existentes en las Empresas Petroleras, para el manejo y la toma de decisiones sobre los objetivos petroleros?

Para dar solución al problema de investigación planteado surge como **objetivo general** desarrollar un sistema de información geográfica para la representación de objetivos petroleros.

Una vez identificado el problema es imprescindible centrar la investigación en el proceso de personalización de la Plataforma GeneSIG para SIG del petróleo, lo que constituye el **objeto de**

estudio de la investigación científica, definiéndose como **campo de acción** la representación y análisis geográfico de objetivos petroleros.

El desarrollo de la investigación de manera exitosa contribuirá con el cumplimiento de la siguiente **idea a defender**: El desarrollo de un SIG para la representación de objetivos petroleros contribuirá a la mejora de los mecanismos para la evaluación de los procesos de análisis y la toma de decisiones en las Empresas Petroleras.

Para darle cumplimiento al objetivo trazado se determinó que las **tareas de la investigación científica** estarían encaminadas a:

1. Caracterizar el proceso de desarrollo de los Sistemas de Información Geográfica.
2. Seleccionar y argumentar las tendencias y tecnologías actuales a utilizar en el proceso
3. Realizar modelado del negocio.
4. Capturar los requisitos funcionales y no funcionales.
5. Confeccionar el modelo de casos de uso del sistema.
6. Elaborar el modelo de diseño.
7. Elaborar el modelo de implementación.
8. Implementar las funcionalidades.
9. Desarrollar los diseños de casos de prueba que certifiquen la veracidad de los algoritmos empleados.

Para el desarrollo de la investigación serán utilizados un conjunto de métodos científicos, dentro de los que se encuentran los métodos teóricos que permiten estudiar las características que no son observables del modelo de investigación.

El método Histórico-Lógico permitirá realizar un estudio del arte con el objetivo de conocer si existe algún SIG basado en la representación y análisis de objetivos petroleros y para indagar sobre el entorno que rodea al objeto de estudio de la investigación.

El método Analítico-Sintético se utilizará para favorecer el estudio bibliográfico posibilitando el análisis detallado y pormenorizado del proceso de desarrollo de un SIG basado en la representación de objetivos petroleros.

El método de modelación se empleará para realizar el modelamiento del negocio y del sistema del que se va a desarrollar.

La presente investigación está estructurada en cuatro capítulos:

Capítulo 1. Fundamentación Teórica: En este capítulo se expone la descripción del entorno donde se encuentra el negocio y su organización, se describe detalladamente la situación problemática y el

análisis de otras soluciones que puedan brindar respuesta al problema científico planteado en el presente trabajo.

Capítulo 2. Tecnologías y herramientas a utilizar:En este capítulo se explican las principales tecnologías, lenguajes de programación y herramientas que se utilizarán para la construcción de la solución propuesta, así como las ventajas de utilizarla.

Capítulo 3. Presentación de la solución propuesta:En este capítulo se describen los procesos actuales a través de un modelo de negocio, se seleccionan los requisitos funcionales y no funcionales y los casos de uso del sistema, todo esto unido a los correspondientes diagramas que lo modelan.

Capítulo 4. Construcción de la solución propuesta:En este capítulo se plantea la construcción propuesta en el capítulo anterior, en función de diagramas de clases y estándares del diseño, diseño de la base de datos, modelo de despliegue y modelo de implementación.

Fundamentación Teórica

1.1 Introducción

Este capítulo está dirigido a plantear todos los elementos teóricos que sustentan el objeto de estudio y el objetivo de la investigación científica. Se relacionan todos los conceptos que desde el punto de vista teórico permiten un mejor entendimiento de lo que se plantea en la situación problemática y en el marco del problema en sentido general, con el objetivo de proporcionar mayor cantidad de información al respecto y enfatizar sobre la situación problemática donde coexiste el objeto de estudio.

También se fundamenta el desarrollo de un sistema de información geográfica para la representación de objetivos petroleros como objetivo general de la investigación, aclarando las ventajas que ofrecería este procedimiento y los beneficios que aportaría la personalización de GeneSIG para el desarrollo exitoso de esta tarea.

Por último se realiza un estudio sobre las soluciones que existen y que brindan una solución parcial o total al objeto de estudio planteado. Se realiza un análisis de las mismas con el fin de facilitar la comprensión de la importancia de la investigación, su alcance y su aporte científico.

1.2 Conceptos asociados al dominio del problema

Con el objetivo de proporcionar al lector un mejor entendimiento de los temas que serán abordados en la investigación, se describen a continuación una serie de conceptos asociados al dominio del problema, entre los que se destacan: Sistema de Información, Información Geográfica (IG), Sistema de Información Geográfica (SIG) y Petróleo.

- Sistema de Información

Un sistema de información es un conjunto organizado de elementos, que pueden ser personas, datos, actividades o recursos materiales en general. Estos elementos interactúan entre sí para procesar información y distribuirla de manera adecuada en función de los objetivos de una organización.(3)

Los Sistemas de Información basados en computadoras constituyen el campo de acción de las tecnologías de la información. Poseen un conjunto de componentes relacionados entre sí que

permiten la recolección de la información con el objetivo de apoyar la toma de decisiones y el control en una organización.

Aunque existe una gran variedad de sistemas, la mayoría de ellos pueden representarse a través de un modelo formado por cinco bloques básicos: elementos de entrada, elementos de salida, sección de transformación, mecanismos de control y objetivos. Los recursos acceden al sistema a través de los elementos de entrada para ser modificados en la sección de transformación, el resultado sale del sistema a través de los elementos de salida.(4)

- **Información Geográfica**

Se denomina Información Geográfica (IG) a aquellos datos espaciales georreferenciados requeridos como parte de las operaciones científicas, administrativas o legales. Dichos datos espaciales suelen llevar una información alfanumérica asociada. Se estima que el 80% de los datos corporativos existentes en todo el mundo poseen esta componente geográfica. (5)

- **Sistema de Información Geográfica**

Un Sistema de Información Geográfica (SIG o GIS, en su acrónimo inglés) es una integración organizada de hardware, software, datos geográficos y personal, diseñado para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada con el fin de resolver problemas complejos de planificación y gestión. También puede definirse como un modelo de una parte de la realidad referido a un sistema de coordenadas terrestre y construido para satisfacer unas necesidades concretas de información. (3)

La información que maneja un SIG puede ser almacenada de dos formas:

Modelo Raster o de Retícula: divide el espacio en celdas, donde cada una de ellas representa una información específica con un único valor. Esto sucede puesto que este sistema se centra más que en la precisión de la localización en las propiedades que posee el espacio de trabajo. Si las resoluciones de las celdas son mayores, menores serán las precisiones de representación del espacio geográfico.

Modelo Vectorial: este modelo se centra en la precisión de la localización o en los detalles de la información geográfica que se desee representar. Utilizando para la modelación de los objetos de la vida real tres representaciones diferentes: los puntos, las líneas y los polígonos.(5)

- **Petróleo**

El petróleo es una sustancia oleosa de color muy oscuro compuesta de hidrógeno y carbono conocido como hidrocarburo. Puede hallarse en estado líquido o en estado gaseoso. En estado líquido es

llamado aceite "crudo" y en estado gaseoso, gas natural. Su origen es de tipo orgánico y sedimentario.

Se formó como resultado de un complejo proceso físico-químico en el interior de la tierra, que, debido a la presión y las altas temperaturas, se van descomponiendo las materias orgánicas que estaban formadas especialmente por fitoplancton y el zooplancton marinos, así como por materia vegetal y animal, que se fueron depositando en el pasado en lechos de los grandes lagos, mares y océanos. A esto se unieron rocas y mantos de sedimentos. A través del tiempo se transformó esta sedimentación en petróleo y gas natural.(9)

1.2.1 Otros conceptos

Además de los conceptos asociados al dominio del problema les ofrecemos otros conceptos con el fin de ayudar al mejor entendimiento del tema que se trata como son: Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs), Plataforma Informática, Software Libre o Entorno Libre, Personalización y Datos Espaciales.

- Tecnología de la Información y las Comunicaciones

Se denominan Tecnologías de la Información y las Comunicaciones al conjunto de tecnologías que permiten la adquisición, producción, almacenamiento, tratamiento, comunicación, registro y presentación de informaciones, en forma de voz, imágenes y datos contenidos en señales de naturaleza acústica, óptica o electromagnética. Las TICs incluyen la electrónica como tecnología base que soporta el desarrollo de las telecomunicaciones, la informática y el audiovisual.(2)

- Plataforma Informática

Define un estándar en el cual un software puede ser desarrollado. Antes de elaborar el sistema se deben conocer las características bajo las que deberá funcionar. Este concepto no está asociado solamente a las características de hardware sobre el cual se desarrollará y ejecutará un sistema, sino que involucra también a las necesidades de software que este deberá cumplir.

- Software Libre o Entorno Libre

En el contexto de las TICs, el concepto de Software Libre o Software de Código Abierto está caracterizado por ser un software de acceso completo al código fuente del mismo con permiso para ser usado sobre cualquier ordenador y en cualquier situación, para modificarlo (aportando nuevas funcionalidades o resolviendo fallos) y para ser redistribuido, normalmente aplicándole de nuevo las características de software libre.(6)

Es importante destacar que el término software libre no significa software gratuito, el hecho de que se elabore un software bajo estas condiciones no representa que no pueda ser vendido o lanzado al mercado.

Existen licencias o patentes bajo la utilización del software libre que realzan la importancia de los mismos y guían a los usuarios sobre lo que pueden y no pueden hacer respecto a este tema, además posibilitan su proliferación y desarrollo.

- **Personalización**

La personalización de aplicaciones, entendida como la capacidad de alteración dinámica con el fin de proporcionar al usuario la impresión de estar trabajando con una aplicación específicamente diseñada para dar satisfacción a sus necesidades particulares, se puede producir en base a tres tipos principales de fuentes de información:

1. Datos preexistentes, normalmente importados de fuentes externas.
2. El perfil y las preferencias de cada usuario individual, que pueden ser proporcionadas de forma explícita por el propio usuario o recogidas por la aplicación de manera implícita, a través de la actividad del usuario en el sistema.
3. El contexto en el que se produce la interacción usuario-aplicación (localización, momento, características de la red etcétera) que se recoge (si está disponible) de forma implícita por la aplicación como parte integrante de esa interacción.(7)

- **Datos Espaciales**

Cumplen con una serie de principios básicos: tienen posición absoluta sobre un sistema de coordenadas (x, y, z), tienen una posición relativa frente a otros elementos del paisaje, tienen una figura geométrica que las representan (punto, línea, polígono), tienen atributos que lo describen.(8)

1.3 Objeto de estudio

1.3.1 Descripción general

En los últimos años las tecnologías de captura de datos espaciales han permitido contar con un volumen muy importante de información de excelente calidad y bajo costo: imágenes satelitales de alta resolución, navegadores GPS para realizar relevamientos de campo georreferenciados, herramientas de software que administran, procesan y analizan esta información en forma gráfica y alfanumérica. Todo este conjunto de tecnologías, sumado a un equipo interdisciplinario de profesionales en las temáticas a abordar, más un Diseño Conceptual de la estructura de información a implementar, se puede denominar como un SIG o GIS (por sus siglas en inglés).(10)

Existen definiciones variadas sobre: qué es un SIG, es muy importante tener presente que un SIG sólo agrega el componente espacial de los datos, que probablemente ya se tienen sistematizados en un sistema de información tradicional. Por lo expuesto queda claro que un SIG o GIS no es una herramienta de software para adquirir por Internet, es por ello que no se puede comprar un SIG, sino que hay que implementarlo; sólo se pueden comprar herramientas de software, hardware y contratar recursos humanos capacitados. (10)

El ser humano ha usado y usará todos aquellos elementos que le permitan anticipar un evento. Se utilizarán todas aquellas tecnologías que permitan disminuir la incertidumbre con respecto a una temática en particular y en tal caso tomar medidas para potenciar o disminuir su impacto. (10)

En el caso de las tecnologías involucradas en un SIG, se puede decir que sirven como un sistema para modelar la realidad en un contexto donde se puede trabajar con variables del entorno y proyectarlas en el tiempo. Se visualizan los resultados posibles de alguna acción sobre el medio, aplicando modelos de simulación con conceptos estadísticos tradicionales o geo-estadísticos. Existen dos formatos básicos para manejar información gráfica en formato digital: raster y vectorial. (10)

- Vectorial:

En este formato se guardan las coordenadas de cada vértice del objeto y sus características gráficas. De esta manera el archivo resulta ser un archivo de tipo texto que el software interpreta y representa gráficamente, ejemplo en Figura 1. (10)

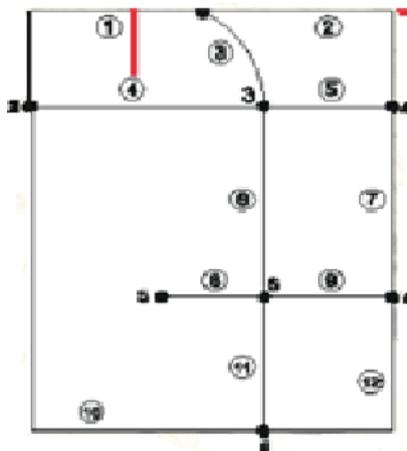


Figura1: Formato Vectorial para manejar información gráfica.

- Raster:

En este formato el archivo debe contener cada píxel y los datos relacionados al mismo. Es por ello que los archivos de imágenes son más grandes y el software solo representa los píxel y no sabe interpretar si hay líneas, puntos o polígonos contenidos en la imagen. Para poder determinar o

extraer elementos de una imagen es necesario realizar procesos sobre ella con software específico que permiten determinar áreas, puntos o líneas con características específicas, ejemplo Figura 2.(10)

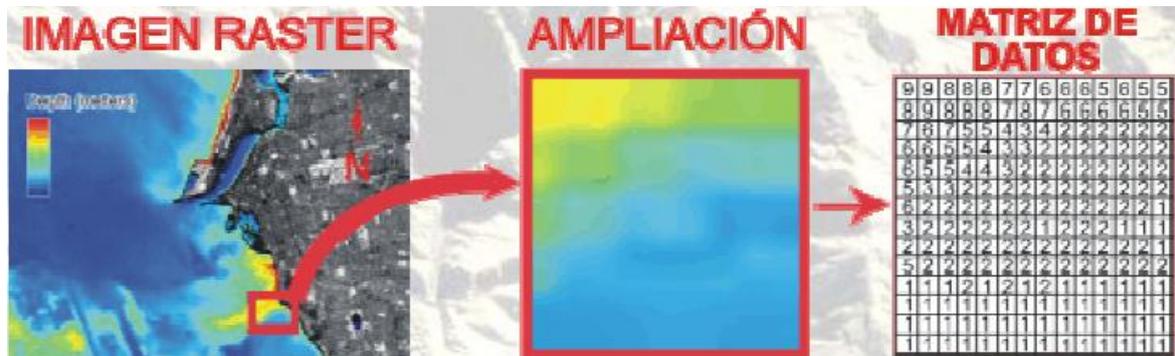


Figura2: Formato Raster para manejar información gráfica.

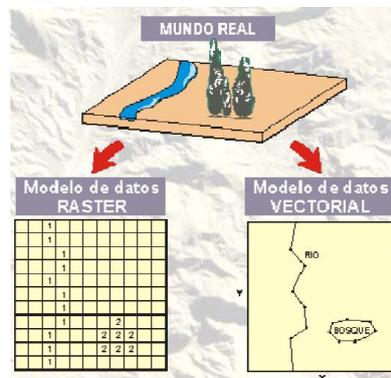


Figura3: Ejemplo de Modelo de Datos Raster y Vectorial.

El formato vectorial permitirá representar un objeto a través de:

1. Puntos
2. Líneas
3. Polígonos

El criterio para definir cómo se va a representar un elemento dependerá de:

1. Escala de trabajo definida para toda la estructura del SIG
2. Escala de los datos de entrada

Por ejemplo: una escuela podrá representarse como un punto si la escala en que se tiene la información es muy grande o como un polígono si la escala me permite ver su perímetro.(10)

El formato raster solo permitirá identificar un píxel que es la unidad mínima de información de una imagen, la cantidad de píxel por pulgada define la resolución de una imagen, no la precisión.(10)

Ahora bien, estos formatos son ordenados por niveles temáticos donde cada objeto representado en cada nivel temático es asociado al registro de una tabla donde posteriormente se cargan los atributos del elemento.(10)



Figura 4: Capas de un SIG

Cada tabla de un nivel temático se podrá relacionar con otros niveles temáticos, ya sea por un denominador común en las tablas o por su ubicación espacial, estar en el mismo lugar, cerca, tan cerca de, etcétera.

Los SIG surgen como una necesidad de proveer mayor y mejor información para facilitar la toma de decisión. Es por ello que las temáticas que puede abordar un SIG están relacionadas a una necesidad de gestión, a objetivos específicos de una empresa determinada.(10)

1.3.2 Descripción actual del dominio del problema

Unas de las empresas que tienen gran cantidad de información son las Empresas de Petróleo, que pertenecen al Ministerio de la Industria Básica (MIMBAS), específicamente la Industria del Petróleo. Tanto la exploración y producción de hidrocarburos como la logística de distribución, requieren de información espacial para una correcta gestión. Acompañando la evolución de la ciencia, la ingeniería y los aspectos económicos aplicados a la industria de hidrocarburos, las herramientas y soluciones geoespaciales han evolucionado dramáticamente durante la última década.

Cuba es uno de los países del mundo que tiene más manifestaciones superficiales de petróleo. Es en la mitad septentrional del territorio nacional, donde se ubica el primer descubrimiento en 1881 en la zona de Corralillo, provincia de Villa Clara, aunque desde los primeros pobladores indígenas se tienen reportes de existencia del oro negro. Sin embargo, la exploración petrolera tuvo poco éxito hasta 1970 cuando se descubre un importante yacimiento en las cercanías de la desembocadura del río Jaruco, en la costa norte al este de La Habana, haciendo trizas el mito de que el archipiélago cubano no tenía grandes yacimientos de petróleo.(11)

Esta creencia generalizada se sustentaba por aquel entonces en las pesquisas de avezados científicos y expertos petroleros de Holanda, Inglaterra, España, Francia y principalmente Estados

Unidos, quienes sostenían casi unánimemente que Cuba era rica en manifestaciones superficiales pero con pocas probabilidades de conservación de yacimientos en profundidad.(11)

Durante años, solo encontraron pequeños campos de petróleo y extensas áreas en superficie, tan pesado, que se explotaba como asfalto. Ese hidrocarburo sólido diseminado por el territorio y en especial en zonas de La Habana, se extrajo desde mediados del siglo XIX y se embarcaba fuera del país por el puerto del Mariel. Este material fue utilizado para asfaltar las primeras calles de New York a las que se les aplicó este proceso de impermeabilización.(11)

Las empresas petroleras participan en la extracción, producción, refinación y distribución de petróleo y sus derivados. Además, la compañía gestiona, conjuntamente con el grupo Cimex, una cadena de estaciones de servicio. Cuba-Petróleo (en lo adelante CUPET) tiene relaciones comerciales con Repsol y Sherritt, compañías petroleras internacionales y un acuerdo de cooperación con el gobierno venezolano para importar petróleo.

Cuba está trabajando por desarrollar integralmente su industria petrolera y continuar acercándose a los augurios de un considerable incremento de la producción de crudo. A pesar de estas aspiraciones, se trabaja a la par para ahorrar y optimizar la utilización de los hidrocarburos, mediante diversos programas que se llevan a cabo en el país, que al decir del propio Fidel Castro, "es como encontrar un gran yacimiento".(11)

El negocio de las empresas petroleras consiste en descubrir, producir y vender hidrocarburos, no procesar datos. Es por esta razón que los departamentos de tecnologías de la investigación se han convertido en actores principales al proveer el vínculo necesario entre la industria y la tecnología informática más avanzada. El futuro de la industria recae en la manipulación de enormes bases de datos integradas que deben ser fácilmente accesibles a través de interfaces intuitivas y fáciles de usar.(12)

1.3.3 Problema de la investigación

La época que se está viviendo, conocida como sociedad de la información, es una consecuencia de la explosión del uso de las tecnologías y la posibilidad de controlar y acceder a gran volumen de información. La información digital ha crecido exponencialmente y esto constituye, sin duda alguna, una prueba certera del desarrollo cada vez mayor que ha alcanzado la sociedad.

En las Industrias Petroleras no ocurre muy diferente, la gran cantidad de información referente a los objetivos petroleros crece constantemente y cada vez se hace más difícil su manejo e interpretación. Cada empresa tiene mecanismos diferentes para enfrentarse a ese problema, pero estos no son los más eficientes ni más precisos; y esto conlleva a mayor cantidad de trabajo para los geólogos que se encargan de su manipulación.

En el país se encuentran algunas empresas extranjeras que tienen contrato con empresas cubanas de petróleo como son: Sherritt, Schlumberger, entre otras. Específicamente Schlumberger cuenta con herramientas que permiten la facilitación del trabajo de los especialistas y algunas empresas se ven en la necesidad de llevar sus bases de datos hasta sus representantes, pero solo en calidad de renta, lo que se considera una gran pérdida de tiempo y de dinero para las empresas involucradas.

Otras simplemente no tienen forma de visualizar toda la información que contienen sus bases de datos, tienen que confiar en la experiencia o en la capacidad que tengan sus especialistas, pero da un margen más amplio de error, costándole algo más que tiempo a estas instituciones.

1.4 Otras soluciones existentes

Estos son algunos ejemplos de software petroleros, principalmente realizados en excel, que permiten evaluar modelos así como propiedades petrofísicas de un yacimiento (reservorio) como la porosidad, permeabilidad, porosidad efectiva, permeabilidad efectiva, etcétera.

1. **KWIK.** Programa petrolero (hoja de cálculo) para analizar pozos convencionales de petróleo, gas y donde se incluye datos de la arena productiva, productividad y reservas de petróleo.
2. **ESP.** Software petrolero para petróleo convencional y gas; incluye litología, arena neta, productividad y reservas.
3. **TAR.** Hoja de cálculo petrolera para analizar arena neta, productividad y reservas.
4. **CORE.** Hoja de cálculo petrolera para comparar datos de productividad.
5. **DST.** Software de petróleo para calcular la presión.
6. **CASH.** Programa petrolero para analizar el flujo de caja; incluye un estilo-exploración, predicción de la producción y flujo de caja.
7. **SCAL.** Software petrolero para analizar la presión capilar.
8. **FRF.** Hoja de cálculo petrolera para analizar las propiedades eléctricas en registros.
9. **TVD.** Programa petrolero para encontrar la Profundidad Vertical Verdadera (True Vertical Depth: TVD) mediante 7 métodos.
10. **MECH.** Software petrolero para hallar las propiedades mecánicas y las constantes elásticas incluidas el radio de Poisson, cizallamiento y módulo de Young.
11. **MODL.** Modelo petrolero de registro de respuestas sísmicas, incluye predicción de la respuesta del fluido y roca.
12. **PYRITE.** Pequeño programa petrolero que modela efectos de la pirita en la resistividad y saturación de la roca reservorio de petróleo.
13. **TOC.** Pequeño software que calcula el contenido total orgánico de registros sísmicos VS resistividad, densidad vs resistividad.

Aeroterra

Es un software para la industria del petróleo y presenta como principales características:

- Procesamiento digital de imágenes.
- Generación de Modelos de Evaluación Digital a partir de interferometría, estereoscopia y otras técnicas digitales.
- Análisis de estereopares, visualización y restitución 3D.
- Actualización de instalaciones de superficie a partir de restitución estereoscópica. Completamiento con relevamiento GIS Móvil.
- Análisis estructurales, fisiográficos, geomorfológicos e hidrológicos.
- Perfiles topográficos.
- Estudios de impacto ambiental.
- Diseño e implementación de bases de datos y aplicaciones corporativas.

Ejemplos de plataformas que permiten a través de su personalización la creación de SIG de cualquier temática:

ArcGIS:

ArcGIS Server es una plataforma completa preparada para el despliegue, publicación y consumo de aplicaciones y servicios basados en Sistemas de Información Geográfica. Constituye la plataforma adecuada para compartir recursos GIS (mapas en 2D y 3D, herramientas de análisis, etcétera) entre usuarios locales o a través de Internet.

Existe una amplia variedad de aplicaciones integradas dentro de la arquitectura y que consumen los servicios proporcionados por ArcGIS Server. Desde aplicaciones GIS Desktop, aplicaciones Web, dispositivos móviles o aplicaciones desarrolladas a medida.

GeneSIG:

Con el desarrollo de la Plataforma GeneSIG, se persigue fortalecer la experiencia en la realización de sistemas de información geográfica y abrir un espacio sólido en el mercado de aplicaciones de esta rama, reutilizando los componentes y funcionalidades para personalizar los productos en cualquier negocio que lo requiera.(13)

Dicha plataforma aspira a poseer los siguientes beneficios funcionales:

- Representación geoespacial de la información asociada a negocios específicos.
- Servicios de acceso a la información geográfica, para su consulta, análisis y visualización, mediante una interfaz de usuario sencilla y de fácil manejo que pueda ser utilizada por usuarios no especializados en tecnología SIG.

- Actualización de las Bases de Datos a través de un mecanismo de réplica consistente.
- Acceso a Bases de Datos alfanuméricas externas para su representación geográfica y posterior análisis.
- Aislamiento de bases de datos geográficas y aplicaciones SIG mediante la adaptación de datos y aplicaciones a estándares.
- Integración con la información raster existente (imágenes de satélite, orto-fotos o mapas escaneados) con información vectorial.
- Publicar en Internet de servicios WMS (Web Map Services) de OGC (Open GIS Consortium) e integración de los mismos a geo-portales de IDEEs.

En general se puede lograr:

- Aumento de la capacidad de respuesta a la sociedad cubana por parte de estas entidades y a naciones interesadas en esta tecnología.
- Mayor satisfacción en los usuarios.
- Respuesta rápida en la toma de decisiones de otras áreas económicas, políticas y/o sociales.

Por las características obsoletas que presentan los software petroleros que están hechos en hojas de cálculo principalmente y el hecho de que los otros dos ejemplos que se presentan (Aeroterra y ArcGIS) constituyen sistemas amplios y difíciles de obtener (porque son de compañías privadas que cobran por su entrega y además por su personificación) es que se decidió utilizar GeneSIG como plataforma de desarrollo de SIG para objetivos petroleros.

El proceso de personalización de GeneSIG consiste en adaptar las funcionalidades de dicha herramienta a las condiciones necesarias para la creación de un SIG adaptado a cualquier necesidad. Por tanto, lograr la representación y análisis de objetivos petroleros mediante esta plataforma, permitirá al usuario intercambiar con un software diseñado de acuerdo a sus necesidades.

Mediante esta personalización, el usuario tendrá la oportunidad de interactuar con el sistema en dependencia de los datos específicos que desee manipular, en este caso toda la información petrolera que se encuentre referenciada, prevaleciendo la especificidad del negocio en cuestión, sin necesidad alguna de contar con un sistema generalizado que le dificulte el trabajo y facilitándole el manejo de los datos reales y específicos posibilitándole un buen desarrollo y desempeño de su quehacer laboral.

1.5 Conclusiones parciales

Durante el desarrollo del capítulo fueron abordados todos los elementos teóricos que sustentan la investigación dentro de los que se pueden citar los conceptos asociados al dominio del problema que posibilitan un mejor entendimiento de lo planteado en la situación problemática.

También se realizó un análisis de diferentes herramientas e investigaciones que existen y que mantienen una relación parcial con el objeto de estudio, realizando posteriormente una observación sobre estas con el objetivo de facilitar la comprensión de la importancia de la investigación, el alcance y aporte científico de la misma. Mediante la explicación detallada de la situación problemática abordada se logra el entendimiento del entorno donde coexiste el objeto de estudio de la investigación, pretendiendo conquistar en el lector la mayor claridad posible en los temas tratados.

Fundamentación de la Tecnología a Utilizar

2.1 Introducción

En este capítulo se explica, mediante una descripción breve y detallada el uso de las herramientas y tecnologías a utilizar para desarrollar un SIG para la representación de objetivos petroleros basado en tecnologías libres.

2.2 Arquitectura de software

La Arquitectura de Software es la organización fundamental de un sistema encarnada en sus componentes, las relaciones entre ellos y el ambiente y los principios que orientan su diseño y evolución.(14)

Se puede definir como una representación independiente de un sistema de software determinado. Representa el esqueleto de un sistema de software, haciendo hincapié en una definición clara de la estructura, la comunicación y la interrelación del cuerpo de los componentes que cumple con el propósito de un sistema de software determinado. (14)

Los componentes de la arquitectura deben exponer el protocolo de los componentes sólo a sus clientes. La arquitectura de software debe implementar una separación clara de las preocupaciones de todos los observables en el núcleo y el comportamiento no observables de un sistema de software. (14)

La arquitectura de la interoperabilidad de todos los comportamientos básicos para satisfacer las necesidades de los usuarios finales del sistema. La misma debe apoyar las configuraciones, tanto estáticas como dinámicas, de componentes a través de un conjunto de interfaces bien documentados o contratos conociendo a los clientes de los de un sistema de software determinado. (14)

Debe ser descrita en un conjunto de patrones para servir de claridad y como un simple medio de comunicación a las partes interesadas del sistema. La arquitectura de software debe apoyar variabilidad, la portabilidad, escalabilidad, reutilización para mencionar algunos.(14)

Se puede decir entonces que la arquitectura de software es una vista estructural de alto nivel, ocurre muy tempranamente en el ciclo de vida y define los estilos o grupos de estilos adecuados para cumplir con los requisitos no funcionales.

2.2.1 Arquitectura cliente-servidor

Esta arquitectura se divide en dos partes claramente diferenciadas, la primera es la parte del servidor y la segunda la de un conjunto de clientes. Normalmente el servidor es una máquina bastante potente que actúa como depósito de datos y funciona como un sistema gestor de base de datos (SGBD). Por otro lado los clientes suelen ser estaciones de trabajo que solicitan varios servicios al servidor. Ambas partes deben estar conectadas entre sí mediante una red. Una representación gráfica de este tipo de arquitectura sería la siguiente. (15)

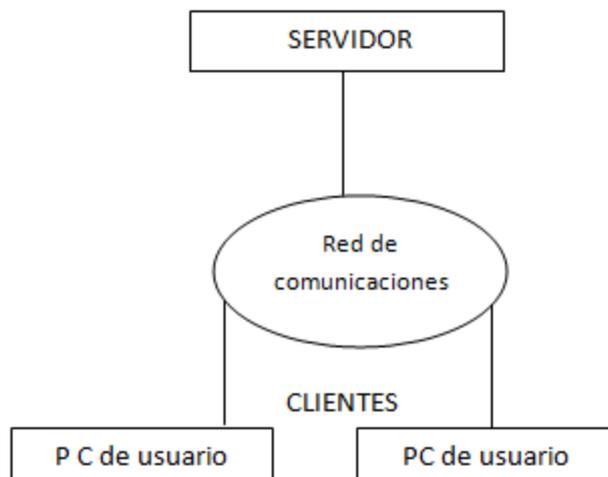


Figura 5: Arquitectura Cliente-Servidor

Este tipo de arquitectura es la más utilizada en la actualidad, debido a que es la más avanzada y la que mejor ha evolucionado en estos últimos años.

2.2.1.1 Lenguajes del lado del servidor

➤ PHP

PHP (acrónimo de PHP: Hypertext Preprocessor), es un lenguaje de programación interpretado de alto nivel, embebido en páginas HTML y ejecutado en el servidor, diseñado originalmente para la creación de páginas Web dinámicas. (16)

- Características de PHP (16)

- Es un lenguaje multiplataforma
- Es libre, lo que representa una buena alternativa ya que todos pueden acceder.
- El código se actualiza continuamente para ampliar las capacidades de PHP.
- Permite conexión con una gran cantidad de bases de datos.
- Permite aplicar técnicas de programación orientada a objetos.

- Permite la integración con varias bibliotecas externas, generar documentos en PDF y analizar código XML.

- **Fundamentación de PHP**

Es orientado al desarrollo web y de gran velocidad lo que permite que no requiera de muchos recursos del sistema, se integra con varios servidores web. Es multiplataforma, por lo que no tendrá ningún problema al usarlo en cualquier computadora de la universidad. Es libre y disponible bajo la licencia: The PHP License, versión 3.01. Tiene como característica la simplicidad de su código y por la amplia documentación que brinda.

➤ **CartoWeb**

- **Características de CartoWeb**

Su característica más diferenciadora respecto a otros proyectos de clientes Web ligeros sobre MapServer, es que ofrece un framework que ha sido diseñado con una arquitectura bastante modular y escalable, permitiendo separar la lógica de un servidor (cartoserver) encargado del diálogo con el servidor de mapas y la provisión de servicios a un cliente (cartoclient), cuya misión es acceder mediante SOAP a los servicios proporcionados por servidores cartoWeb y renderizar de la manera apropiada la información hacia el cliente final.(17)

- **Fundamentación de CartoWeb**

El framework CartoWeb al estar implementado sobre plugins permite la creación de algunos específicos para la plataforma y que exista una buena organización del código al tener en cada uno de ellos una función específica, esto hace que se haga mucho más fácil la reutilización de estas funciones en otros proyectos. Es compatible con el Gestor de Base de Datos PostgreSQL y su módulo PostGis.

Presenta una estrecha interacción con el MapServer lo que posibilita al equipo establecer una conexión más segura entre este y los servidores de aplicaciones y Base de Datos. Además se pueden brindar servicios web a través de SOAP, lo cual permite que solamente un servidor pueda tener varios clientes consumiendo los servicios de mapas brindados por el framework.(17)

2.2.1.2 Lenguajes del lado del cliente

➤ **HTML**

HTML, siglas de HyperText Markup Language (Lenguaje de Marcas de Hipertexto), es el lenguaje de marcado diseñado para estructurar textos para generar páginas Web. Es usado para describir la estructura y el contenido en forma de texto, así como completar el texto con objetos tales como imágenes. La mayoría de las etiquetas del lenguaje HTML son semánticas. Este es extensible por lo

que se pueden añadir características, etiquetas y funciones adicionales para el diseño de páginas Web, generando así un producto rápido y sencillo.(18)

- **Características de HTML**(18)

- Es el lenguaje utilizado para la creación de páginas Web.
- Los documentos HTML no son documentos de texto normal, sino documentos de hipertexto ya que en el propio documento aparecen enlaces a otros documentos.
- Es un estándar reconocido en todo el mundo.
- Posibilita que una misma página HTML se visualice de forma muy similar en cualquier navegador de cualquier sistema operativo.
- Es un lenguaje reconocido universalmente por lo que permite publicar información de forma global.
- Puede ser utilizado en muchas aplicaciones electrónicas como buscadores, tiendas online y bancos electrónicos.
- Utilizado únicamente para dar estructura a una página Web.

➤ **JavaScript**

JavaScript es un lenguaje de scripts desarrollado por Netscape para incrementar las funcionalidades del lenguaje HTML, el cual permite a los desarrolladores crear acciones en sus páginas Web.(19)

- **Características de JavaScript**(19)

- Al ser un lenguaje interpretado, no requiere compilación. El navegador del usuario se encarga de interpretar las sentencias JavaScript contenidas en una página HTML y ejecutarlas adecuadamente.
- Es dinámico por lo que se puede cambiar totalmente el aspecto de la página a gusto del usuario.
- Es un lenguaje orientado a eventos. Cuando un usuario pincha sobre un enlace o mueve el puntero sobre una imagen se produce un evento. Mediante JavaScript se pueden desarrollar scripts que ejecuten acciones en respuesta a estos eventos.
- Es un lenguaje de script basado en objetos, que se apoya en el modelo de prototipos.

- Es soportado por la gran mayoría de los navegadores como Internet Explorer, Netscape, Opera, Mozilla Firefox, entre otros.
- Soporta cuatro tipos de datos, pero no es necesario declarar el tipo de las variables, argumentos de funciones ni valores de retorno de las funciones.

➤ **ExtJS**

ExtJS es una biblioteca implementada en JavaScript que permite crear aplicaciones de gran complejidad, haciendo uso de componentes predefinidos. La principal ventaja que presenta es que permite recrear un entorno similar al de una aplicación de escritorio, con la diferencia de que ésta se ejecutará sobre la web.(20)

Entre sus principales ventajas están:(20)

- Permite crear aplicaciones complejas haciendo uso de componentes predefinidos.
- Posibilita una serie de componentes con un alto grado de personalización para ser usados en la interfaz de usuario.
- Disminuye la carga de procesamiento en el servidor, permitiéndole que se encargue de atender peticiones de otros usuarios.
- La comunicación entre el cliente y el servidor puede hacerse de forma asíncrona.
- Brinda una API (Interfaz de Programación de Aplicaciones) muy completa y fácil de usar.
- Implementado bajo licencias MIT (Massachusetts Institute of Technology) y comerciales.

2.3 Entornos de desarrollo

Un entorno de desarrollo integrado (IDE por sus siglas en inglés, Integrated Development Environment), es un programa informático compuesto por un conjunto de herramientas de programación. Puede dedicarse en exclusiva a un sólo lenguaje de programación o bien, poder utilizarse para varios.(21)

Un IDE es un entorno de programación que ha sido empaquetado como un programa de aplicación, es decir, consiste en un editor de código, un compilador, un depurador y un constructor de interfaz gráfica. Los IDEs pueden ser aplicaciones por sí solas o pueden ser parte de aplicaciones existentes.(21)

Los IDE proveen un marco de trabajo amigable para la mayoría de los lenguajes de programación tales como C++, Python, Java, C#, PHP, JavaScripts, etcétera. En algunos lenguajes, un IDE puede funcionar como un sistema en tiempo de ejecución, en donde se permite utilizar el lenguaje de programación en forma interactiva, sin necesidad de trabajo orientado a archivos de texto.(21)

➤ **NetBeans**

Net Beans IDE es un entorno de desarrollo visual para aplicaciones programadas a partir del uso del lenguaje de programación Java, de modo que puede ejecutarse en cualquier ambiente que ejecute Java, es uno de los lenguajes de programación más poderosos del momento.

Es un producto de código abierto, con todos los beneficios del software disponible en forma gratuita, el cual ha sido examinado por una comunidad de desarrolladores. Es una herramienta para que los programadores puedan escribir, compilar, depurar y ejecutar programas.(22)

Aparte de la filosofía de distribución y desarrollo que respalda a NetBeans, el IDE ofrece a los desarrolladores numerosas ventajas, en la creación de nuevas aplicaciones multiplataforma. En una era en la cual la arquitectura orientada al servicio (SOA) requiere servicios con cierta relación que manejen procesos específicos del negocio, NetBeans satisface los requisitos con un conjunto de herramientas independientes de la plataforma, modulares y orientadas al objeto.(23)

La automatización de los requisitos de diseño demuestra ser particularmente importante en el diseño de aplicaciones para de Arquitectura Orientada a Servicios (SOA) donde los desarrolladores trabajan generalmente con múltiples tecnologías y protocolos. Este IDE de Java es de mucha confianza para los desarrolladores y sumamente útil por su manual de instrucciones.(23)

2.4 Metodologías de Desarrollo de Software

Las metodologías de desarrollo de software surgen para guiar a las personas implicadas en el desarrollo de software, brindando un conjunto de procedimientos, técnicas y herramientas, de forma que sepan qué hacer en cada momento y cómo alcanzar un producto de alta calidad.

Un proceso de software detallado y completo suele denominarse “Metodología”. Las metodologías se basan en una combinación de los modelos de proceso genéricos (cascada, evolutivo, incremental, entre otros.). Adicionalmente una metodología debería definir con precisión los artefactos, roles y actividades involucrados, junto con prácticas y técnicas recomendadas, guías de adaptación de la metodología al proyecto, guías para uso de herramientas de apoyo, entre otros.(25)

2.4.1 Metodologías tradicionales (no ágiles)

Las metodologías no ágiles son aquellas que están guiadas por una fuerte planificación durante todo el proceso de desarrollo; llamadas también metodologías tradicionales o clásicas, donde se realiza una intensa etapa de análisis y diseño antes de la construcción del sistema.

Entre las principales metodologías tradicionales se encuentran RUP y MSF (Microsoft Solutions Framework) entre otros, su principal objetivo está centrado en la creación detallada y exhaustiva de

la documentación y en el cumplimiento de un plan de proyecto, donde todo esto fue definido en la fase inicial del desarrollo del mismo.(25)

➤ **El Proceso Unificado de Desarrollo de Software (RUP)**

Un proceso define quién está haciendo qué, cuándo y cómo para alcanzar un determinado objetivo. Un proceso de desarrollo de software es un conjunto de actividades que guían los esfuerzos de las personas implicadas en el proyecto, a modo de plantilla que explica los pasos necesarios para terminar el proyecto. Este conjunto de actividades, tiene la misión de transformar los requisitos del usuario en un producto software. Como RUP es un proceso, en su modelación define como sus principales elementos:(26)

- **Trabajadores (Quién):** Define el comportamiento y responsabilidades de un individuo, grupo de individuos, sistema automatizado o máquina, los cuales se encargan de realizar las actividades y son los responsables de una serie de artefactos.
- **Actividades (Cómo):** Es una tarea que tiene un propósito claro, es realizada por un trabajador y manipula elementos.
- **Artefactos (Qué):** Productos tangibles del proyecto que son producidos, modificados y usados por las actividades.
- **Flujo de actividades (Cuándo):** Secuencia de actividades realizadas por trabajadores y que produce un resultado de valor observable.

RUP divide su ciclo de vida en cuatro fases dentro de las cuales se llevan a cabo un grupo de iteraciones.

- **Conceptualización (Concepción o Inicio):** Se describe el negocio y se delimita el proyecto describiendo sus alcances con la identificación de los casos de uso del sistema.
- **Elaboración:** Se define la arquitectura del sistema y se obtiene una aplicación ejecutable que responde a los casos de uso que la comprometen.
- **Construcción:** Se obtiene un producto listo para su utilización que está documentado y tiene un manual de usuario.
- **Transición:** El release ya está listo para su instalación en las condiciones reales. Puede implicar reparación de errores.

Flujos de Trabajo

- Modelamiento del negocio: Describe los procesos de negocio, identificando quiénes participan y las actividades que requieren automatización.
- Requisitos: Define qué es lo que el sistema debe hacer, para lo cual se identifican las funcionalidades requeridas y las restricciones que se imponen.
- Análisis y diseño: Describe cómo el sistema será realizado a partir de las funcionalidades previstas y las restricciones impuestas, por lo que indica con precisión lo que se debe programar.
- Implementación: Define cómo se organizan las clases y objetos en componentes, cuáles nodos se utilizarán y la ubicación en ellos de los componentes y la estructura de capas de la aplicación.
- Prueba (Testeo): Busca identificar los defectos y corregirlos antes de la instalación final del sistema, se verifica la integración apropiada de los componentes y que se satisfacen los requisitos de los clientes.
- Instalación (Despliegue): Produce release del producto y realiza actividades (empaquete, instalación, asistencia a usuarios, entre otras) para entregar el software a los usuarios finales.
- Administración del proyecto: Involucra actividades con las que se busca producir un producto que satisfaga las necesidades de los clientes.
- Administración de configuración y cambios: Describe cómo controlar los elementos producidos por todos los integrantes del equipo de proyecto.
- Ambiente: Contiene actividades que describen los procesos y herramientas que soportarán el equipo de trabajo del proyecto; así como el procedimiento para implementar el proceso en una organización.

- Características de RUP

El ciclo de vida de RUP se caracteriza por ser: dirigido por casos de uso, centrado en la arquitectura y además por ser iterativo e incremental. (26)

Los casos de uso reflejan lo que los usuarios futuros necesitan y desean, lo cual se capta cuando se modela el negocio y se representa a través de los requisitos. A partir de aquí los casos de uso guían

el proceso de desarrollo, obteniéndose un producto final que cuenta con la calidad requerida por el cliente. (26)

La arquitectura muestra la visión común del sistema completo, que describe los elementos del modelo que son importantes para la construcción del software, creándose de esta manera los cimientos del sistema que son necesarios como base para comprenderlo, desarrollarlo y producirlo. RUP propone que se desarrolle el software mediante iteraciones, comenzando por los casos de uso relevantes desde el punto de vista para la arquitectura y además que cada fase se desarrolle en iteraciones, donde en cada iteración se involucran actividades de todos los flujos de trabajo, aunque se desarrollan fundamentalmente algunos flujos más que otros.(26)

2.5 Herramientas CASE

Las herramientas de Ingeniería de Software Asistida por Ordenador (CASE, por sus siglas en Inglés, Computer Aided Software Engineering) son diversas aplicaciones informáticas destinadas a aumentar la productividad en el desarrollo de software reduciendo el coste de las mismas en términos de tiempo y de dinero. Estas herramientas pueden ayudar en todos los aspectos del ciclo de vida de desarrollo del software en tareas como el proceso de realizar un diseño del proyecto, cálculo de costes, implementación de parte del código automáticamente con el diseño dado, compilación automática, documentación o detección de errores entre otras.(27)

2.5.1 Visual Paradigm

Es una potente plataforma para el lenguaje unificado de modelado UML, está diseñada para una amplia gama de usuarios, incluidos los analistas de sistemas, ingenieros de software, etcétera. Esta herramienta facilita la interoperabilidad con otras herramientas de modelado de UML además de permitir la transición del análisis hacia diseño.” (27)

Es la herramienta por excelencia para ser utilizada en un ambiente de software libre. Permite crear tipos diferentes de diagramas en un ambiente totalmente visual. Es muy sencillo de usar, fácil de instalar y actualizar. Soporta el ciclo de vida completo del desarrollo de software: análisis y diseño orientados a objetos, construcción, pruebas y despliegue. (27)

Visual Paradigm ofrece:

- Un entorno de creación de diagramas para UML 2.0.
- Diseño centrado en casos de uso y enfocado al negocio que genera un software de mayor calidad.
- Uso de un lenguaje estándar común a todo el equipo de desarrollo que facilita la comunicación.

- Capacidades de ingeniería directa e inversa.
- Modelo y código que permanece sincronizado en todo el ciclo de desarrollo.
- Disponibilidad de múltiples versiones, para cada necesidad.
- Disponibilidad de integrarse en los principales IDEs.
- Disponibilidad en múltiples plataformas.

Las principales características del Visual Paradigm son:

- Licencia gratuita y comercial.
- Producto de calidad.
- Soporta aplicaciones web.
- Varios idiomas.
- Generación de código para Java y exportación como HTML.
- Fácil de instalar y actualizar.
- Compatibilidad entre ediciones.

2.6 Lenguaje Unificado de Modelado (UML)

Lenguaje Unificado de Modelado (UML, por sus siglas en inglés, Unified Modeling Language) es el lenguaje de modelado de sistemas de software más conocido y utilizado en la actualidad. Es un lenguaje gráfico para visualizar, especificar, construir y documentar los artefactos que se crean durante el proceso de un desarrollo de software.

Se utiliza para definir un sistema de software, para detallar los artefactos en el sistema y para documentar y construir. Se puede aplicar en una gran variedad de formas para dar soporte a una metodología de desarrollo de software (como el Proceso Unificado Racional), pero no especifica en sí mismo qué metodología o proceso usar. (28)

Intenta solucionar el problema de propiedad de código que se da con los desarrolladores, al implementar un lenguaje de modelado y se crea una documentación también común, que cualquier desarrollador con conocimientos de UML será capaz de entender, independientemente del lenguaje utilizado para el desarrollo. (28)

Permite la modificación de todos sus miembros mediante estereotipos y restricciones. Su utilización es independiente del lenguaje de programación y de las características de los proyectos, ya que ha sido diseñado para modelar cualquier tipo de proyectos, tanto informáticos como de arquitectura, o

de cualquier otra rama. Está consolidado como el lenguaje estándar en el análisis y diseño de sistemas de cómputo. (28)

- **Objetivos de UML**

- Visualizar: UML permite expresar de una forma gráfica un sistema de forma que otro lo puede entender.
- Especificar: UML permite especificar cuáles son las características de un sistema antes de su construcción.
- Construir: A partir de los modelos especificados se pueden construir los sistemas diseñados.
- Documentar: los propios elementos gráficos sirven como documentación del sistema desarrollado que pueden servir para su futura revisión.
- Un modelo UML está compuesto por tres clases de bloques de construcción:
- Elementos: los elementos son abstracciones de cosas reales o ficticias (objetos, acciones, entre otros).
- Relaciones: relacionan los elementos entre sí.
- Diagramas: son colecciones de elementos con sus relaciones.

- **Características de UML**

- Es un lenguaje de representación visual.
- Permite combinar diversos elementos gráficos y crear diagramas.
- Se usa solo para modelar sistemas que usan tecnología orientada a objetos.

2.7 Gestor de Base de Datos

Los Sistemas Gestores de Base de Datos (SGBD) son software muy específico, encargados de servir de interfaz entre la base de datos, el usuario y las aplicaciones que la utilizan. Estos sistemas están compuestos por un lenguaje de definición de datos, un lenguaje de manipulación de datos y un lenguaje de consultas.

Los sistemas gestores de base de datos tienen como finalidad, manejar de una forma clara, sencilla y ordenada un grupo de datos que consecutivamente se convertirán en información, para una buena manipulación de datos. Entre los sistemas gestores de base de datos más conocidos por los desarrolladores de sistemas se encuentran el PostgreSQL, MySQL, Microsoft SQL Server, Oracle, entre otros.

Todos estos sistemas deben cumplir con una variedad de objetivos tales como: abstracción de información, independencia, redundancia mínima, consistencia, seguridad, integridad, respaldo y recuperación, control de concurrencia y tiempo de respuesta.(29)

2.7.1 Sistema de Gestor de Base de Datos a utilizar: PostgreSQL

PostgreSQL es un sistema de gestión de bases de datos objeto-relacional (ORDBMS) basado en el proyecto POSTGRES.

PostgreSQL es una derivación libre (OpenSource) de este proyecto y utiliza el lenguaje SQL92/SQL99.

Fue el pionero en muchos de los conceptos existentes en el sistema objeto-relacional actual, incluido, más tarde en otros sistemas de gestión comerciales. PostgreSQL es un sistema objeto-relacional, ya que incluye características de la orientación a objetos, como puede ser la herencia, tipos de datos, funciones, restricciones, disparadores, reglas e integridad transaccional. A pesar de esto, PostgreSQL no es un sistema de gestión de bases de datos puramente orientado a objetos.(30)

- Características de PostgreSQL(30)

- Atomicidad (Indivisible) es la propiedad que asegura que la operación se ha realizado o no, por lo tanto ante un fallo del sistema no puede quedar a medias.
- Consistencia es la propiedad que asegura que sólo se empieza aquello que se puede acabar. Por lo tanto se ejecutan aquellas operaciones que no van a romper la reglas y directrices de integridad de la base de datos.
- Aislamiento es la propiedad que asegura que una operación no puede afectar a otras. Esto asegura que dos transacciones sobre la misma información nunca generará ningún tipo de error.
- Durabilidad es la propiedad que asegura que una vez realizada la operación, ésta persistirá y no se podrá deshacer aunque falle el sistema.

2.7.1.1 Postgis como un módulo para el manejo de información geográfica de Postgres

PostGIS: Es una extensión al sistema de base de datos objeto relacional PostgreSQL. Permite el uso de objetos GIS. PostGIS incluye soporte para índices GiST basados en RTree y funciones básicas para el análisis de objetos GIS.

2.8 Conclusiones parciales

Luego de haber visto las tendencias y tecnologías actuales y a partir de la decisión tomada por parte de los arquitectos del proyecto, se puede concluir diciendo que para darle solución al problema, se hace necesario que el sistema de información geográfico sea desarrollado sobre un ambiente WEB,

haciendo uso de tecnologías que permitan una correcta comunicación entre el cliente y el servidor. Se usará PHP5 como lenguaje del lado del servidor junto con el framework CartoWEB para facilitar el trabajo con mapas, mientras que del lado del cliente se logrará un ambiente enriquecido haciendo uso de ExtJS y AJAX para lograr una correcta comunicación con el servidor. El sistema en su conjunto estará ejecutándose a través del servidor de mapas MapServer. Como sistema gestor de base de datos se usará PostgreSQL en su versión 8.4 con el módulo PostGIS para la gestión de los datos espaciales. Como metodología que regirá todo el proceso de desarrollo se escogió RUP y como lenguaje que permita el modelado se eligió UML.

Presentación de la solución propuesta

3.1 Introducción

En este capítulo se verá todo lo referente al modelo de dominio, sus entidades y conceptos. Se describen los requisitos funcionales y no funcionales que cumple el sistema, además de todos los actores y los casos de uso del sistema.

3.2 Modelo de dominio

Debido a que el Sistema de Información Geográfica para la representación de objetivos petroleros puede ser personalizado y comercializado por cualquier empresa petrolera, resultó difícil encontrar procesos de negocio bien estructurados que permitieran realizar un modelo completo de dicho negocio; por consiguiente se tomó la decisión de realizar un modelo de dominio y un glosario de términos para describir los términos empleados en el modelo.

Un modelo de dominio captura los tipos más importantes de objetos que existen o los eventos que suceden en el entorno donde estará el sistema, teniendo como ventaja el permitir ayudar a los usuarios, clientes y desarrolladores a utilizar un vocabulario común para poder entender el contexto en que se emplaza el sistema.

3.2.1 Eventos principales de entorno

GeoCubaes una entidad encargada de crear o construir los mapas. Los mapas están compuestos por varias escalas representativas, leyendas que permiten un mejor entendimiento de los mismos y un sistema de coordenadas que permite localizar y medir elementos geográficos. También estos mapas proporcionan información, dicha información puede ser económica, social o científica refiriéndose a todo tipo de datos referente a la economía, a la sociedad y al sector científico.

Glosario de términos del dominio

- Cartógrafo

Persona que se dedica profesionalmente a la realización de cartas geográficas, al estudio y elaboración de mapas. Especialista que provee toda la cartografía y datos geográficos utilizados por el SIG.

- **GeoCuba**

GEOCUBA es un grupo empresarial que se dedica a la elaboración, producción y venta de planos, mapas y cartas náuticas con diversos fines, así como a la realización de Estudios Geográficos, de Impacto Ambiental, e investigaciones científicas en ramas del campo de las geociencias, entregando a sus clientes, productos informativos terminados con una alta calidad y fiabilidad.

- **Usuario del CUPET**

Persona que habita las instalaciones de CUPET y que necesite trabajar o consultar algún tipo de información incluida en un mapa. Usuario con los permisos que otorga CUPET para ser beneficiado con sus servicios, cuyos datos se encuentran en una Base de Datos que contiene toda su información socioeconómica.

- **CUPET**

CUPET es el encargado de solicitar un servicio determinado utilizando un mapa y que proporcione la información socioeconómica referente a la misma. Organización que rige todos los procesos productivos, dirige su desarrollo orientado a un fin determinado.

- **Mapa**

Es una representación gráfica y métrica de una porción de territorio sobre una superficie bidimensional, generalmente plana, pero que puede ser también esférica como ocurre en los globos terráqueos. El que el mapa tenga propiedades métricas significa que ha de ser posible tomar medidas de distancia, ángulos o superficies sobre él y obtener un resultado aproximadamente exacto. Base mediante la cual se obtiene todo el flujo de datos necesario para realizar las funcionalidades del SIG-Petróleo.

- **Escala**

Relación entre la distancia que separa dos puntos en un mapa y la distancia real de esos dos puntos en la superficie terrestre. En los mapas, la escala puede expresarse de tres modos distintos: en forma de proporción o fracción, con una escala gráfica o con una expresión en palabras y cifras. Cuanto mayor es la escala, más se aproxima al tamaño real de los elementos de la superficie terrestre. Los mapas a pequeña escala generalmente representan grandes porciones de la Tierra y por tanto, son menos detallados que los mapas realizados con escalas más grandes. Es la relación matemática entre las dimensiones en el mapa, carta o plano y la superficie terrestre que representa.

- **Leyenda**

Explicación de los símbolos, los colores, las tramas y los sombreados empleados en un mapa; suele encontrarse a pie de página o en un recuadro, situado en sus márgenes o bien en su dorso. Los

símbolos empleados en los mapas pueden llegar a contener un gran volumen de información, que por su facilidad de lectura permiten una rápida interpretación.

- **Objetivo Petrolero**

Estos objetivos fueron identificados en el Departamento de Investigaciones Científicas de Exploración de la empresa CUPET. Los mismos se refieren a la etapa de exploración, la primera etapa por la que atraviesa el petróleo antes de llegar a convertirse en un instrumento útil para el ser humano. Esta etapa es una de las más importantes pues consiste en buscar las llamadas trampas de petróleo, o lo que es lo mismo, los posibles lugares donde por las condiciones geográficas favorables se cree que puedan existir yacimientos de este líquido oleoso y bituminoso.

- **Bloque de licitación**

Consiste en la división del territorio nacional en pequeños bloques, con el objetivo de conocer las características gasopetrolíferas que existen en cada región, como por ejemplo, la cantidad de pozos que existen, la cantidad de yacimientos, entre otras.

- **Punto de interés geológico**

Son puntos o lugares específicos que por las características geográficas que poseen, pueden propiciar a la formación de yacimientos. Dentro de los atributos que los definen se encuentran las coordenadas (x, y) de su ubicación, las formas por las que se puede acceder al mismo, la provincia a la que pertenece.

- **Lineamiento tectónico**

Define las características tectónicas que posee el terreno, que describen la forma en que se estructura su superficie. Permitiendo conocer los desplazamientos que existen entre las características de esta superficie, sus direcciones e interacciones, lo que brinda una idea de los posibles yacimientos que puedan existir en estas zonas. Se pueden citar algunas de sus características como son la edad, la formación y la descripción del tipo de rocas que poseen.

- **Yacimiento**

Son las acumulaciones subterráneas de petróleo que pueden estar constituidas por uno o varios depósitos localizados dentro de los límites de una zona del mismo origen y con características similares. Poseen características como nombre, perímetro que abarca, año en que se descubrió, entre otras.

- **Pozo petrolero**

Consiste en una perforación del suelo que se realiza con el objetivo de obtener petróleo o hidrocarburos gaseosos, dentro de estos últimos se puede encontrar el gas del petróleo, muy conocido y utilizado por el ser humano.

- **Pozo empresa**

Referencia la Empresa (Empresa de Occidente, de Centro) que está, o estuvo, atendiendo la perforación del pozo.

- **Pozo compañía**

Relaciona la compañía extranjera que está involucrada con el proceso de perforación y/o extracción del pozo.

- **Tipo de Mapa**

Clasificación que se le da a los mapas de acuerdo con su especificación y el tipo de información que brinda. Mapas que serán utilizados como capas para la formación del mapa topográfico a utilizar por el SIG-Petróleo.

- **Información socioeconómica**

Es un conjunto organizado de datos procesados referentes al aspecto social y económico de cualquier lugar de interés del país.

Los mapas son utilizados, además, por los diferentes clientes pertenecientes a una empresa específica, la misma proporciona toda la información que se le agregará posteriormente a los mapas en dependencia de las necesidades de los clientes.

3.2.2 Diagrama de clases del Modelo de dominio

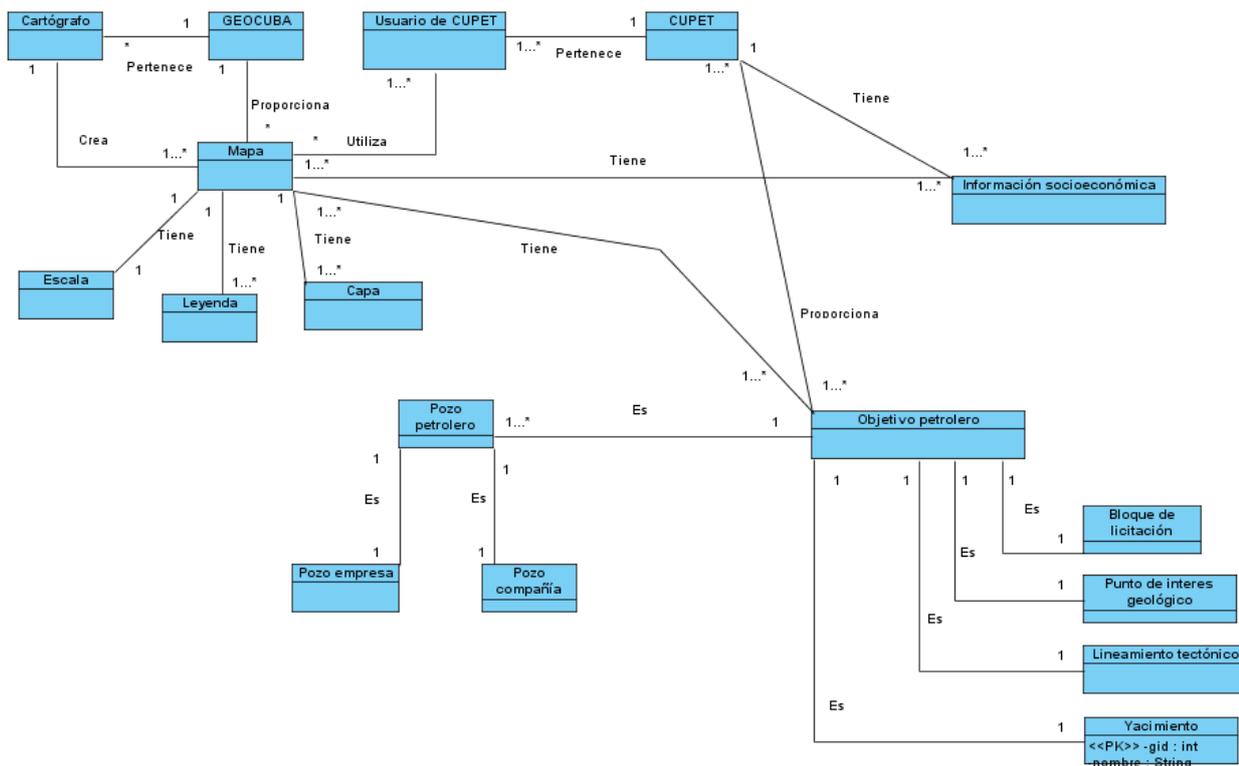


Figura 6: Modelo de Dominio

3.3 Requisitos funcionales

RF 1. Editar los datos de un objetivo petrolero

- RF 1.1 Insertar datos de un objetivo petrolero.
- RF 1.2 Eliminar datos de un objetivo petrolero.
- RF 1.3 Modificar datos de un objetivo petrolero.

RF 2. Autenticar usuario

El usuario debe autenticarse para saber que permisos tiene.

RF 3. Acercar mapa

El sistema debe permitir aumentar el zoom y disminuye la escala, ubicando en el centro del mapa el punto en el que el usuario realizó el zoom in.

RF 4. Alejar mapa

El sistema debe permitir disminuir el zoom y aumenta la escala.

RF 5. Ver todo el mapa

El sistema debe permitir visualizar el mapa según la escala inicial de la aplicación.

RF 6. Realizar acción anterior

El sistema debe permitir visualizar el mapa anterior al que se visualiza en la aplicación.

RF 7. Realizar acción siguiente

El sistema debe permitir que una vez que haya seleccionado la opción "Anterior" vuelva al estado en el que se encontraba.

RF 8. Recentrar mapa

Con este requisito se quiere que el usuario pueda recentrar una región previamente seleccionada al dar clic en el mapa, sin modificar su escala.

RF 9. Mover el mapa

Con este requisito se quiere que el usuario pueda mover el mapa variando con el puntero del ratón la posición de la vista que se presenta.

RF 10. Personalizar objetivo petrolero

Con este requisito se quiere que el usuario pueda configurar cada uno de los parámetros de un objetivo petrolero como el grosor de línea, color para una mejor observación en el mapa.

RF 11. Medir distancia

Debe permitir al usuario medir la distancia entre puntos realizando trazos por el mapa y visualizando la distancia total acumulada así como la existente entre los dos últimos vértices trazados.

RF 12. Calcular superficies

Debe permitir realizar trazados formando una región determinada para poder visualizar el cálculo del área y perímetro de la misma.

RF 13. Localizar objetivo petrolero

El sistema debe permitir la localización de objetivos petroleros. Para ello el usuario debe ingresar el objetivo petrolero que desea localizar, en dependencia del tipo de objetivo. Esta funcionalidad requiere del siguiente criterio de entrada:

- Recorridos (Formato: Alfanumérico, Obligatorio: Sí).

RF 14. Exportar mapa

Con este requisito se quiere que el usuario pueda exportar un mapa o vista de éste a un fichero en formato pdf para su posterior impresión. Para darle formato a la selección por defecto se podrán modificar los valores correspondientes a las coordenadas, escala, formato, rótulo de la región del mapa a imprimir. Además el usuario puede definir la región que desea imprimir al seleccionar la opción Seleccionar área libre y dibujar en el mapa la misma. Esta funcionalidad requiere los siguientes criterios de entrada:

- Coordenadas (Formato: Numérico, Obligatorio: Sí).
- Rotación (Formato: Numérico, Obligatorio: Sí).
- Escala (Formato: Numérico, Obligatorio: Sí).
- Formato
 - Tamaño (Formato: Alfanumérico, Obligatorio: Sí).
 - Resolución (Formato: Numérico, Obligatorio: Sí).
 - Orientación (Formato: Alfabético Vertical/Horizontal, Obligatorio: Sí).
- Rótulo
 - Título (Formato: Alfanumérico, Obligatorio: No).
 - Nota (Formato: Alfanumérico, Obligatorio: No).
- Incluir
 - Escala (Formato: Numérico, Obligatorio: No).
 - Mapa de referencia (Formato: Imagen, Obligatorio: No).

3.4 Requisitos no funcionales

- Usabilidad

- El sistema podrá ser usado por personas con conocimientos básicos en el manejo de computadoras. Se emplearán componentes que indiquen al usuario el estado de los procesos que por su complejidad requieran de un tiempo de procesamiento apreciable.

- El software tendrá siempre visible la opción de Ayuda, lo que posibilitará un mejor aprovechamiento por parte de los usuarios de sus funcionalidades.
- El Sistema tendrá una correcta Arquitectura de la Información, a partir de un estudio de usuarios para su etiquetado e indexado.
- Las funcionalidades principales del sistema estarán orientadas a iconos para un mayor reconocimiento por parte del usuario.

- **Fiabilidad**

- La herramienta de implementación a utilizar debe tener soporte para recuperación ante fallos y errores. La información manejada por el sistema estará protegida de acceso no autorizado y divulgación.
- Debido a la arquitectura que presenta el sistema, siendo más robusto al no tratarse de un sistema de gestión que requiera mantenimiento y optimización en el almacenamiento, se estima un tiempo promedio de 6 meses entre posibles fallas.
- El tiempo medio de reparación, en caso de un fallo es de 7 días.

- **Eficiencia**

- El tiempo de respuesta estará dado por la cantidad de información a procesar, entre mayor cantidad de información mayor será el tiempo de procesamiento.
- Al igual que el tiempo de respuesta, la velocidad de procesamiento de la información, la actualización y la recuperación dependerán de la cantidad de información que tenga que procesar la aplicación.

- **Soporte**

La aplicación recibirá mantenimiento en el período de tiempo determinado por el equipo de desarrollo y los clientes.

- **Restricciones de diseño**

- Diseño sencillo, con pocas entradas, donde no sea necesario mucho entrenamiento para utilizar el sistema.
- El producto de software final debe diseñarse sobre una arquitectura cliente-servidor.
- Se deben emplear los estándares establecidos (diseño de interfaces, base de datos y codificación).
- Se debe lograr un producto altamente configurable y extensible, teniendo en cuenta que se desarrollará sobre la Plataforma GeneSIG y que constituye una plataforma de

desarrollo para ser personalizada como aplicaciones a la medida, pudiéndose incorporar a ésta nuevas funcionalidades.

- **Requisitos para la documentación de usuarios en línea y ayuda del sistema.**

El software tendrá siempre la posibilidad de ayuda disponible para cualquier tipo de usuario, lo que le permitirá un avance considerable en la explotación de la aplicación en todas sus funcionalidades.

- **Componentes Comprados**

No se han comprado componentes para el desarrollo del software.

- **Interfaz**

Interfaces de usuario

El sistema debe:

- Tener una apariencia profesional y un diseño gráfico sencillo.
- Posibilitarle al usuario la configuración del entorno de trabajo.
- Ser intuitivo.

Requerimientos de hardware

Para las PCs clientes:

- Se requiere tengan tarjeta de red.
- Al menos 128 MB de memoria RAM.
- Se requiere al menos 100 MB de disco duro.
- Procesador 512 MHz como mínimo.

Para los servidores:

- Se requiere tarjeta de red.
- El Servidor de Mapas tenga como mínimo 2GB de RAM y 2GB de disco duro.
- El Servidor de BD tenga como mínimo 2GB de RAM y 10GB de disco duro.
- Procesador 3 GHz como mínimo.

Requerimientos de software

La construcción de la aplicación funcionará bajo los conceptos de arquitectura cliente/servidor. Por tanto, el servidor del usuario final debe tener como requisitos mínimos de software:

Para las PCs clientes:

- Un Navegador como Mozilla Firefox, Safari u otro navegador que cumpla con los estándares W3C.
- Sistema operativo: GNU/Linux, Windows y Mac OS.

Para los Servidores:

- Sistemas operativos GNU/Linux o Windows Server 2000 o superior.
- Servidor Web Apache 2.0 o superior, con módulo PHP 5 configurado con la extensión pgsql incluida.
- PostgreSQL como Sistema Gestor de Base de Datos.
- PostGis como extensión de PostgreSQL como soporte de datos espaciales.
- PgRouting como extensión de PostgreSQL para análisis de objetivos petroleros.
- MapServer 5.2.2 o superior, con extensión PHP mapscript.

Interfaces de comunicación

El sistema garantizará mediante su interfaz la configuración del entorno de trabajo mediante funcionalidades propias como ocultar y mostrar paneles, así como elementos para cambiar las vistas, las escalas y las capas que serán visibles en la interacción.

- Requisitos de Licencia

De acuerdo a los tipos de licencias de los componentes y herramientas que se proponen a utilizar para el desarrollo del producto SIG-Petróleo se puede catalogar legalmente esta arquitectura de modelo libre, permitiendo la utilización, modificación y distribución de las mismas por terceros sin necesidad de obtener la autorización de sus respectivos titulares.

Requisitos Legales, de Derecho de Autor y otros

- El sistema debe ajustarse y regirse por la ley, decretos leyes, decretos, resoluciones y manuales (órdenes) establecidos, que norman los procesos que serán automatizados.
- La mayoría de las herramientas de desarrollo son libres y del resto, las licencias están avaladas.
- Como producto, SIG-Petróleo se distribuye amparado bajo las normativas legales establecidas en el registro comercial emitido por las entidades jurídicas de la Universidad de las Ciencias Informáticas.

Estándares Aplicables

El sistema será desarrollado bajo estándares OpenGIS como aseguramiento de la parte científica y en el desarrollo se codificará y modelará siguiendo los patrones de las normativas ISO, tanto de codificación como de diseño de bases de datos.

3.5 Descripción del sistema propuesto

3.5.1 Descripción de los actores

Un actor del sistema no es parte del sistema en desarrollo, es un agente externo que intercambia información con el mismo en pos de obtener un resultado esperado. Este sistema cuenta con el siguiente actor:

Actor	Descripción
Usuario	Es la persona que utiliza y manipula las funcionalidades del sistema.
Administrador	Gestiona las georreferencias de los objetivos petroleros.

Tabla 1 Actores del Sistema 1

3.5.2 Diagrama de casos de uso del sistema

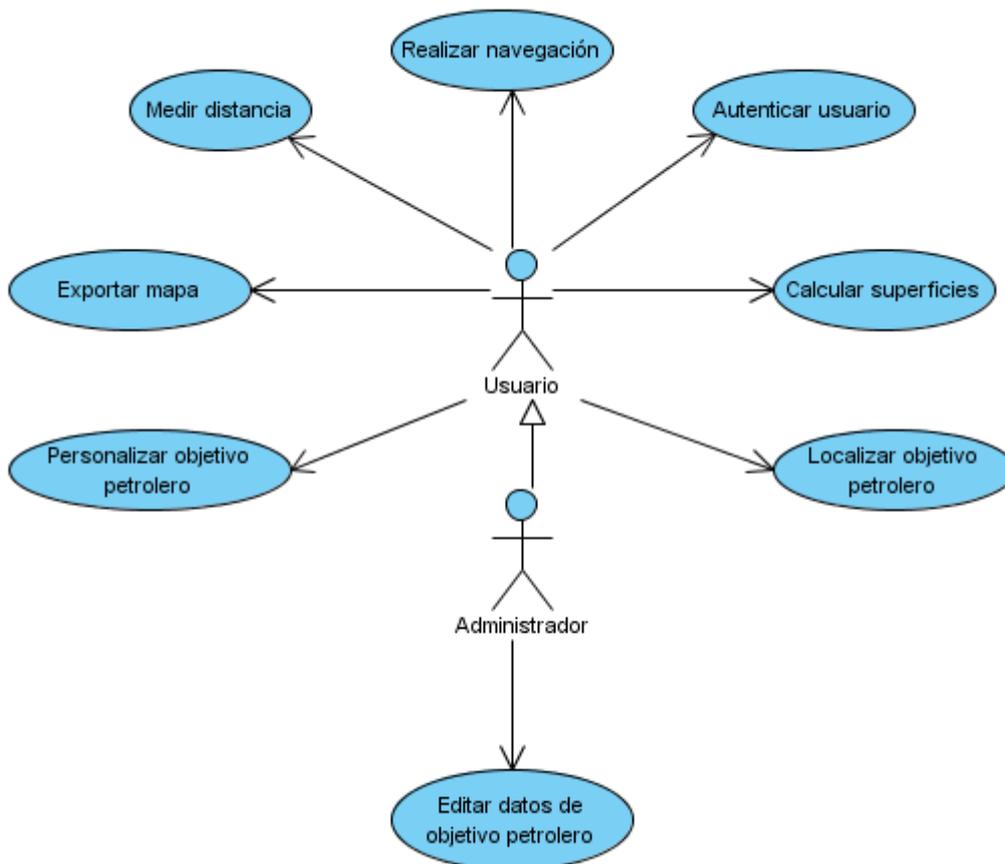


Figura 7: Diagrama de Casos de Uso

3.5.3 Descripción textual de los casos de uso del sistema

3.5.3.1 Realizar descripción textual del caso de uso: Realizar navegación

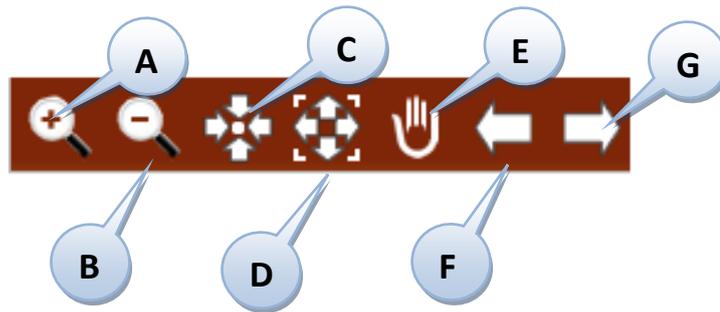
Caso de Uso:	Realizar Navegación.
Actores:	Usuario
Propósito	Este caso de uso se lleva a cabo con el objetivo de modificar la visualización inicial del mapa en la pantalla.
Resumen:	El caso de uso se inicia cuando el usuario desea mover, ampliar o recentrar el mapa y termina cuando el sistema muestra el mapa resultante en la pantalla.
Precondiciones:	El usuario debe estar autenticado.
Referencias	RF2, RF3, RF4, RF5, RF6, RF7, RF8.
Prioridad	Crítico

Flujo Normal de Eventos

Acción del Actor	Respuesta del Sistema
<p>1. El caso de uso inicia cuando el usuario selecciona una de las opciones de navegación como se muestra en la Interfaz 1:</p> <ul style="list-style-type: none">- Acercar.- Alejar.- Mover el Mapa. <p>- Recentrar Mapa.</p> <ul style="list-style-type: none">-Ver Todo.- Anterior.- Siguiente.	<p>2. El sistema realiza la operación según la opción seleccionada por el usuario.</p> <ul style="list-style-type: none">- Si selecciona "Acercar", ver sección "Acercar".- Si selecciona "Alejar", ver sección "Alejar".- Si selecciona "Mover el Mapa", ver sección "Mover el Mapa".- Si selecciona "RecentrarMapa", ver sección "Recentrar mapa".- Si selecciona "Ver Todo", ver sección "Ver Todo".- Si selecciona "Anterior", ver sección "Anterior".- Si selecciona "Siguiente", ver sección "Siguiente".
	<p>3. El caso de uso termina cuando el sistema procesa la información según la acción realizada por el usuario y actualiza la visualización del mapa.</p>

Prototipo de Interfaz

Interfaz 1



Sección "Acercar"

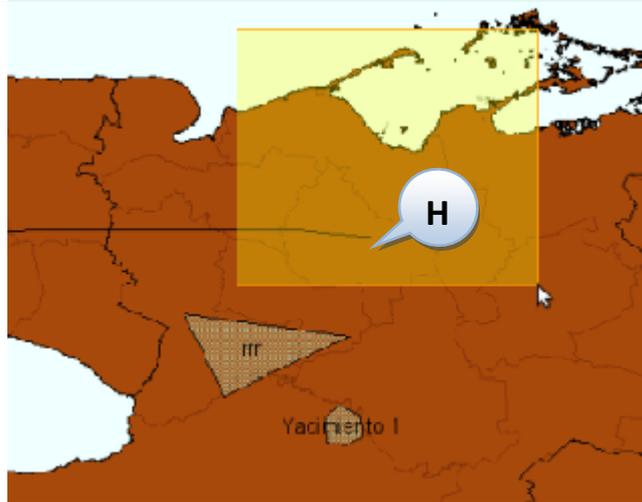
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1. El usuario selecciona la opción Acercar (A) y dibuja un punto con un clic en la región específica del mapa que desea visualizar.	2. El sistema realiza la operación de Acercar seleccionada por el usuario aumentando el tamaño del área marcada y disminuyendo la escala puntualmente, es decir, toma las coordenadas (x, y) y mueve al centro del mapa el punto donde se dio clic disminuyendo al doble la escala.
	3. El sistema procesa la información a partir de la acción realizada por el usuario y actualiza la visualización del mapa.

Flujos Alternos

Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1.1. El usuario selecciona la opción Acercar y dibuja un rectángulo (H), cuando hace clic en un punto del mapa y arrastra el ratón hasta formar el rectángulo que ocupa la región que desea visualizar. Ver interfaz 2.	2.1. El sistema comprueba que el rectángulo sea menor que el extend (dimensión de representación de un mapa en la pantalla) del mapa. Captura las coordenadas y envía al servidor del mapa una petición de una nueva imagen del área seleccionada y se redimensiona el extend del mapa moviendo al centro de la pantalla todos los objetos que quedaron dentro del rectángulo dibujado.

Prototipo de Interfaz

Interfaz 2



Sección "Alejar"

Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1. El usuario selecciona la opción Alejar (B) y marca un punto en el mapa.	2. El sistema realiza la operación de Alejar seleccionada por el usuario disminuyendo el tamaño y aumenta la escala puntualmente, es decir, coge las coordenadas (x, y) y mueve al centro del mapa el punto donde dio clic aumentando al doble la escala.
	3. El sistema procesa la información a partir de la acción realizada por el usuario y actualiza la visualización del mapa.

Sección "Mover el Mapa"

Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1. El usuario selecciona la opción Mover el Mapa (E) y da clic en un punto determinado y arrastra el mouse.	2. El sistema calcula un ΔX y un ΔY a partir del centro de pantalla y se obtiene un nuevo centro de pantalla a donde se movería el mapa. No varía la escala de representación del mapa.

Sección "Recentrar Mapa"

Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1. El usuario selecciona la opción Recentrar Mapa (D) y marca un punto en el mapa de la región que desea recentrar.	2. El sistema obtiene las coordenadas (x, y) del punto donde el usuario hizo clic y lo traslada al centro de la pantalla sin cambiar la escala del mapa.

	3. El sistema procesa la información a partir de la acción realizada por el usuario y actualiza la visualización del mapa.
Sección “Ver Todo”	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1. El usuario selecciona la opción Ver Todo (C).	2. El sistema visualiza el mapa según el extend inicial de la aplicación.
	3. El sistema procesa la información a partir de la acción realizada por el usuario y actualiza la visualización del mapa.
Sección “Anterior”	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1. El usuario selecciona la opción Anterior (F) para visualizar el mapa anterior al que se visualiza en la aplicación.	2. El sistema comprueba que tenga almacenado al menos una visualización anterior. En caso de no tener ninguna o de llegar a la última esta funcionalidad se encontrará desactivada.
	3. El sistema procesa la información a partir de la acción realizada por el usuario y actualiza la visualización del mapa.
Sección “Siguiente”	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1. El usuario selecciona la opción Siguiente (G) para que una vez que haya seleccionado la opción Anterior vuelva al estado en el que se encontraba.	2. El sistema comprueba que tenga almacenado al menos una visualización siguiente. En caso de no tener ninguna o de llegar a la última esta funcionalidad se encontrará desactivada.
	3. El sistema procesa la información a partir de la acción realizada por el usuario y actualiza la visualización del mapa.
Pos condiciones	El sistema visualiza el mapa a partir de la acción realizada por el usuario.

- El resto de las descripciones se encuentran en los artefactos generados.

3.6 Conclusiones parciales

Se presentó en el recién culminado capítulo una descripción del modelo de dominio, detallando el entorno que lo conforma. Se describieron además los requisitos funcionales y no funcionales, lo cual conforma la meta principal de lo que el sistema deberá ser capaz una vez implementado. Se mostró el modelo de Casos de Uso del Sistema y una descripción textual de cada uno de los casos de uso, haciendo evidente la forma en que será estructurado el sistema a implementar.

Construcción de la solución propuesta

4.1 Introducción

En el presente capítulo se verá todo lo referente al diseño del sistema, una descripción de los patrones que se usarán en el proceso de implementación, patrones de diseño y patrones arquitectónicos. Se hará una descripción del proceso de implementación del sistema, mostrando los diagramas del diseño y dando una idea cercana a lo que será la implementación. Se presentará el modelo de despliegue del sistema que será a través de nodos, la forma en que estarán distribuidos los recursos que interactúan con el sistema y además se especificarán las técnicas que se utilizarán para la realización de las pruebas al sistema.

4.2 Arquitectura propuesta

En la última década cambió la visión que los desarrolladores tienen de los sistemas de software. Esta nueva visión se llamó arquitectura. Desde los pequeños programas hasta los sistemas más grandes poseen una estructura y un comportamiento que los hace clasificables según su "arquitectura". (31)

Este nuevo aspecto hace posible el estudio de sistemas ya implementados así como el desarrollo de nuevos, según la categoría del problema que resuelven y el tipo de arquitectura. Los distintos niveles de abstracción de la funcionalidad de los sistemas, están asociados con diferentes aspectos y componentes de su arquitectura. Esta asociación se manifiesta en forma clara en las distintas etapas del proceso de desarrollo de software.(31)

4.2.1 Patrones arquitectónicos

- **Patrón de arquitectura orientada a objetos**

Resumiendo las características de las arquitecturas Orientadas a Objetos (OO), se podría decir que los componentes del estilo se basan en principios OO: encapsulamiento, herencia y polimorfismo. Son las unidades de modelado, diseño e implementación, los objetos y sus interacciones son el centro de las incumbencias en el diseño de la arquitectura y en la estructura de la aplicación. En cuanto a las restricciones, puede admitirse o no que una interfaz pueda ser implementada por múltiples clases.

El sistema será modelado haciendo uso de este patrón arquitectónico, ya que el framework CartoWeb, que será utilizado para su desarrollo, posee una arquitectura orientada a objetos.

- **Patrón de arquitectura basada en componentes.**

Las características principales de este patrón son la modularidad, la reusabilidad y compatibilidad. En la arquitectura basada en componentes también se requiere robustez ya que los componentes han de operar en entornos mucho más heterogéneos y diversos. Su premisa es que los componentes cumplan con alta cohesión y bajo acoplamiento.

El sistema será diseñado sobre la arquitectura basada en componentes, pues el framework CartoWeb también cumple con dicho patrón arquitectónico. La estructura del framework CartoWeb está compuesta por plugins, los cuales se dividen en dos grupos, los core-plugins y los plugins, los primeros son de obligatoria presencia ya que son los utilizados por el sistema y los segundos serán creados por los desarrolladores. Esta posibilidad que brinda el framework permite que la arquitectura del sistema sea flexible y fácil de personalizar.

4.3 Modelo de diseño

4.3.1 Patrones de diseño

- **Observer (Observador):**

Se aplica a las salas situacionales, la filosofía de estas salas situacionales es que aparezcan en tiempo real los cambios efectuados en el mapa por un individuo X, estos cambios son observados por el alto mando, que son los encargados de la toma de decisiones. ¿Cómo trabaja este fenómeno internamente en la aplicación sin el uso del patrón?

El sistema pide continuamente al cliente donde se está editando la cartografía digital los cambios para mostrarlos, este mecanismo es muy ineficiente debido a que tiene que refrescar continuamente en busca de cambios, esto trae consigo una sobrecarga en el sistema.

Para enmendar este problema presentándose aplicó la solución brindada por el patrón seleccionado, la cual sería utilizar un Observador, que no es más que una clase con un atributo "actualizar" el cual es el encargado de notificar al sistema que ha ocurrido algún cambio y este lo representará al puesto de mando según el cambio notificado.

- **Singleton (Solitario):**

En el diseño de clases es necesario aplicar la solución del patrón "Singleton" que no es más que garantizar el acceso único a una clase mediante una única instancia. De esta forma se controla el acceso a las clases. Se utiliza para modificar el framework CartoWeb, el objetivo del mismo es crear el objeto "mapa" para que no se cree cada vez que se hace un envío en la aplicación.

- Command (Acción):

Se utiliza en el proceso de petición mediante la Interfaz Gráfica de Usuario (GUI, por sus siglas en inglés) al sistema, de una información cualquiera por un cliente. Uno de los aspectos más importantes en el sistema son las GUI, ya que el usuario interactúa constantemente con ellas y por eso se aplica la solución propuesta por este patrón de diseño.

4.3.2 Diagrama de clases del diseño

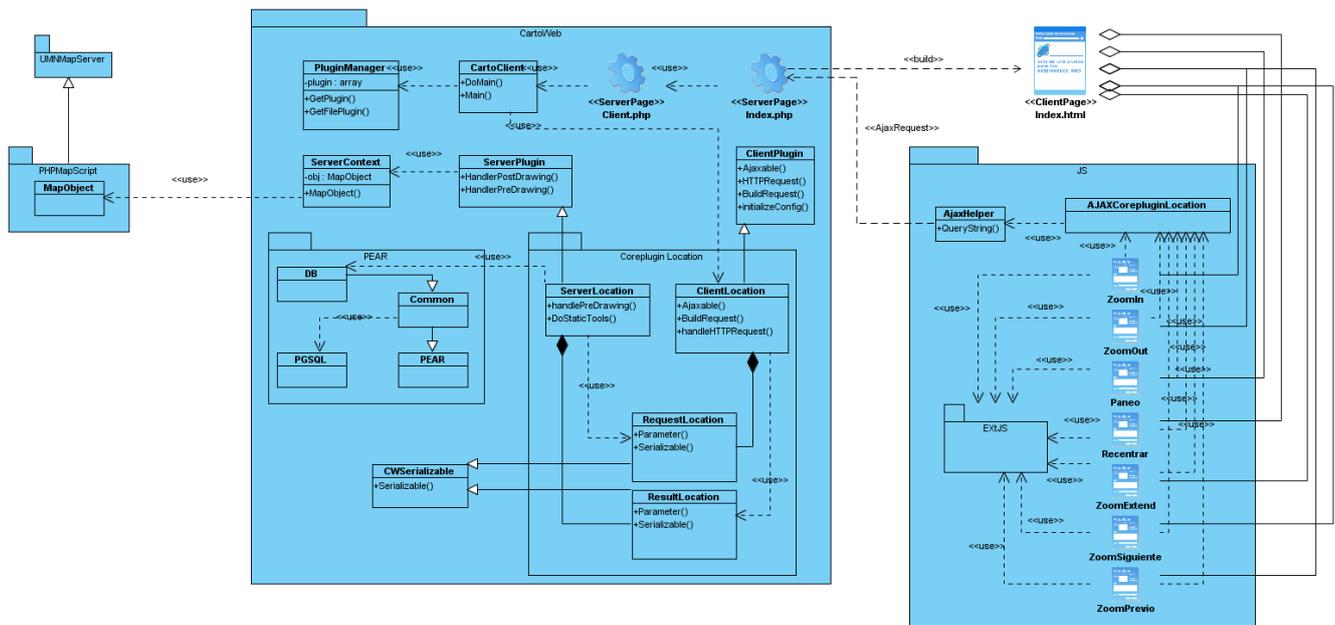


Figura 8: CU Realizar navegación

- El resto de los diagramas se encuentran en los artefactos generados.

4.4 Principios de diseño

4.4.1 Estándares de interfaz de la aplicación

Para lograr una interfaz de usuario amigable, atractivo y funcional para el usuario final, es necesario definir principios de diseño de interfaz de usuario, pues esta es una actividad de gran importancia dentro del diseño de un software. Se debe tener en cuenta que a partir de la aceptación que tengan los usuarios depende, en gran medida el éxito de nuestro sistema.

A continuación se definen los principios a tener en cuenta en el desarrollo de la interfaz de usuario de la aplicación:

Mostrar al usuario toda la información y herramientas necesarias para cada etapa en su trabajo.

- Brindar una interfaz sencilla, de manera tal que cualquier persona con un mínimo dominio de la computación pueda trabajar con la aplicación.
- Garantizar la legibilidad de manera que exista contraste de los colores de los textos con el fondo y el tamaño de la fuente sea lo suficientemente adecuado a la vista del usuario.
- Mostrar al usuario, siempre que vaya a realizar una acción relevante sobre el sistema, un mensaje de confirmación que le permita asegurarse que es correcta la opción seleccionada.
- Los mensajes mostrados al usuario deben ser concisos y de fácil comprensión.
- Menús y etiquetas de botones deben comenzar con la palabra más importante.
- Los eventos más importantes del sistema deben ser mostrados en una barra de estado.

4.4.2 Concepción general de la ayuda

La herramienta a desarrollar contará con un manual de usuario para lograr un mejor entendimiento de los usuarios finales. Este contará con una descripción breve pero clara de cada una de las funcionalidades y como deben usarse para que de esta forma la persona encargada de interactuar con la aplicación no tenga ninguna duda al respecto.

4.5 Diseño de la base de datos

Mediante la persistencia se puede lograr que de los objetos se mantenga su valor en el tiempo y el espacio. Durante el diseño se identifican todas las clases persistentes, específicamente en el diagrama de clases persistentes; este diagrama muestra la estructura lógica de la base de datos mediante clases, traduciendo sus atributos a columnas de las tablas. A continuación se muestra en la figura 6 el diagrama de clases persistentes referentes a la aplicación a desarrollar y posteriormente se representa en la figura 7 el diagrama entidad relación de la base de datos que se genera del diagrama anterior.

4.5.1 Diagrama de clases persistentes

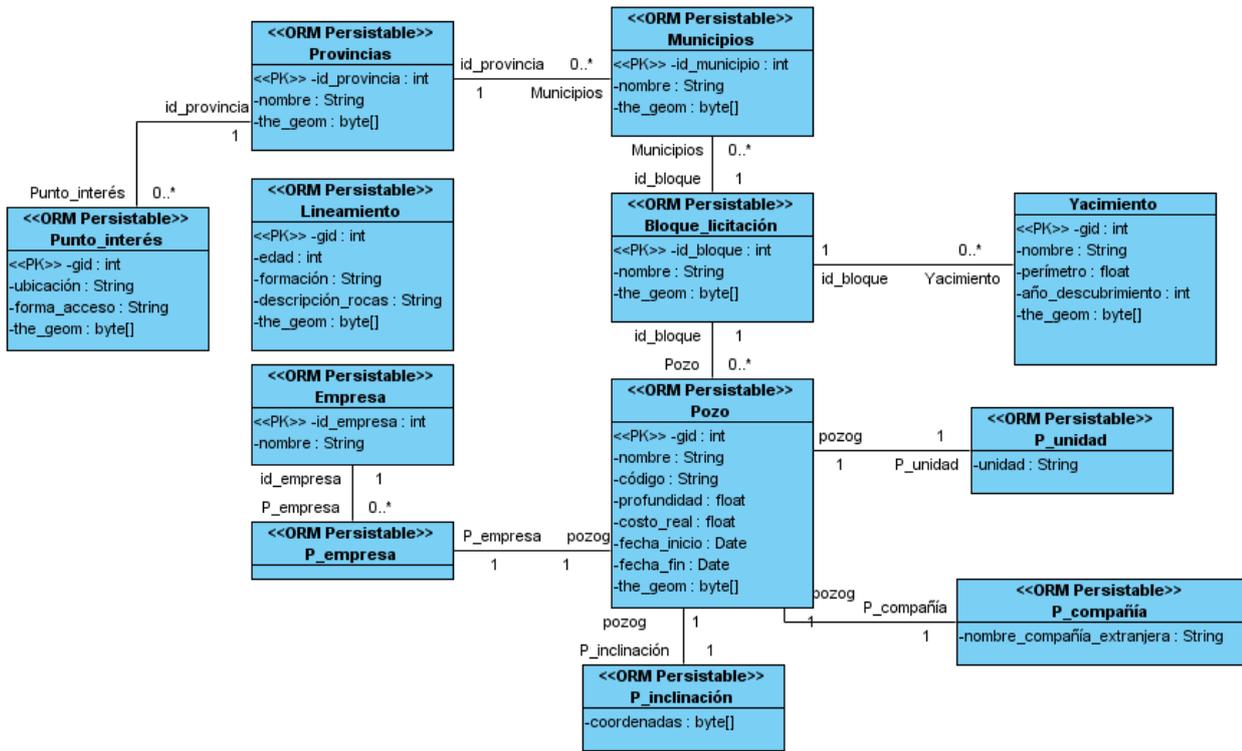


Figura 9: Diagrama Clases Persistentes

4.5.2 Diagrama entidad relación

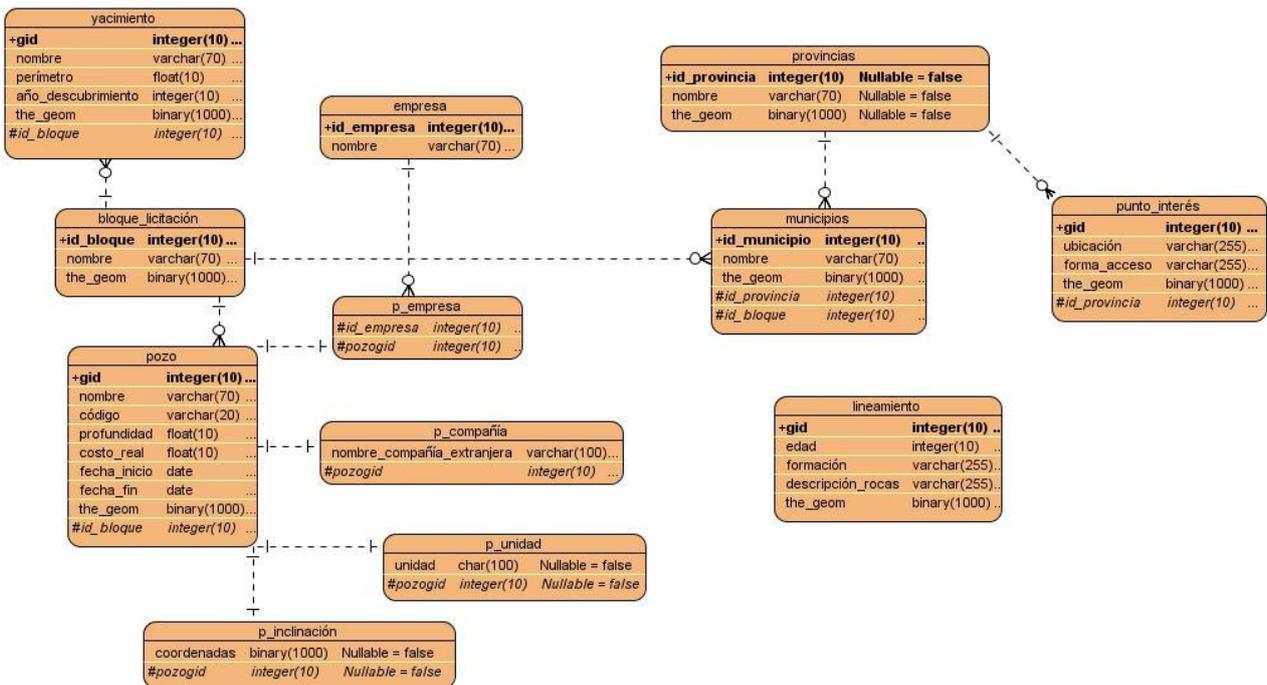


Figura 10: Diagrama Entidad-Relación

4.6 Modelo de despliegue

Es un modelo de objetos que describe la distribución física del sistema en términos de cómo se distribuye la funcionalidad entre los nodos de cómputo. Puede describir diferentes configuraciones de red.

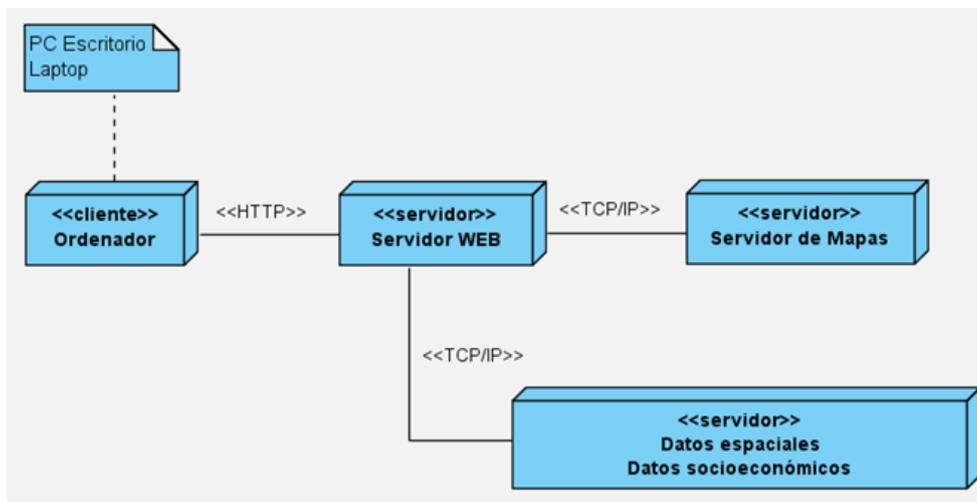


Figura 11: Diagrama de despliegue.

4.7 Diagrama de componentes

Los diagramas de componentes describen los elementos físicos del sistema y sus relaciones, muestran las opciones de realización incluyendo código fuente, binario y ejecutable.

Los componentes representan todos los tipos de elementos software que entran en la fabricación de aplicaciones informáticas. A continuación se muestra el diagrama de componentes del caso de uso “Realizar navegación”.

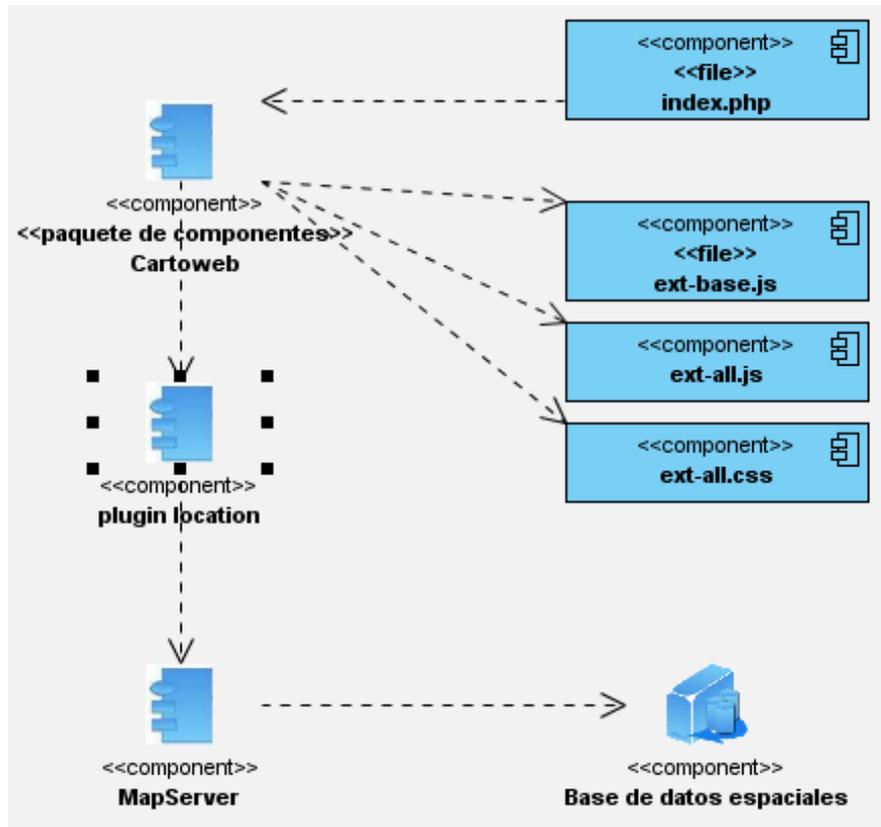


Figura 12: CU Realizar navegación.

- El resto de los diagramas de componentes se encuentran en los artefactos generados.

4.8 Pruebas al sistema propuesto

Las pruebas son una actividad en la cual un sistema o componente es ejecutado bajo unas condiciones o unos requisitos especificados, los resultados son observados, registrados y se hace una evaluación de algún aspecto del sistema o componente.

La prueba de software es un elemento crítico para la garantía de la calidad del software y representa una revisión final de las especificaciones del diseño y de la codificación.

4.8.1 Diseño de prueba de caja negra

Las pruebas de caja negra son aquellas que se llevan a cabo sobre la interfaz del software, por lo que los casos de prueba tienen como objetivo demostrar que las funcionalidades de la aplicación son operativas, que los datos de entrada se acepten correctamente y que se produce una salida adecuada que garantiza la integridad de la información que se almacena y procesa.

Las pruebas de caja negra permiten identificar las posibles fallas en el funcionamiento del sistema. Estas pruebas se centran principalmente en las características del producto independiente del

código. Con la ejecución de estas pruebas es posible encontrar errores de interfaz, errores de inicialización y terminación así como funciones incorrectas o ausentes.

4.8.1.1 Diseño para CU: Realizar navegación

4.8.1.1.1 Descripción general

El caso de uso Realizar Navegación se inicia cuando el usuario desea mover, ampliar o recentrar el mapa en dependencia de su selección, este es el CU trabaja directamente sobre el mapa mostrando lo que el actor desea y termina cuando el sistema muestra el mapa resultante en la pantalla.

4.8.1.1.2 Condiciones de ejecución

El usuario debe estar autenticado.

4.8.1.1.3 Secciones a probar en el caso de uso

Nombre de la sección	Escenarios de la sección	Descripción de la funcionalidad
SC 1: Acercar.	EC 1.1: Acercar mediante un punto.	El sistema visualiza el mapa con más detalle, colocando como centro el punto seleccionado.
	EC 1.2: Acercar mediante un rectángulo.	El sistema visualiza el mapa con más detalle, visualizando la región del mapa comprendida en el rectángulo
SC 2: Alejar.	EC 2.1: Alejar mediante un punto.	El sistema visualiza el mapa con menos detalle, colocando como centro el punto seleccionado.
SC 3: Recentrar Mapa.	EC 3.1: Recentrar Mapa.	El sistema visualiza el mapa, colocando como centro el punto seleccionado, sin cambiar la escala del mismo.
SC 4: Ver Todo el mapa.	EC 4.1: Visualizar todo el mapa.	El sistema visualiza todo el mapa, para ello se muestra el mapa que inicialmente se carga en la aplicación.
SC 5: Ver mapa anterior.	EC 5.1: Ver el mapa anterior.	El sistema visualiza el mapa que se visualizó con anterioridad.
SC 6: Ver mapa siguiente.	EC 6.1: Ver el mapa siguiente.	El sistema visualiza el mapa siguiente al que se está visualizando.

SC 7: Mover el Mapa.	EC 7.1: Mover el mapa.	El sistema visualiza el según las coordenadas del rectángulo formado al desplazarse un punto del mapa.
----------------------	------------------------	--

4.8.1.1.4 Descripción de variables

No	Nombre de campo	Clasificación	Valor Nulo	Descripción
1	Coordenada X1	Campo de selección	No	Debe seleccionarse en el mapa.
2	Coordenada Y1	Campo de selección	No	Debe seleccionarse en el mapa.
3	Coordenada X2	Campo de selección	No	Debe seleccionarse en el mapa.
4	Coordenada Y2	Campo de selección	No	Debe seleccionarse en el mapa.

4.8.1.1.5 Matriz de datos

- SC1 Acercar

Escenario	Var. 1 Coor. X1	Var. 2 Coor. Y1	Var. 3 Coor. X2	Var. 4 Coor. Y2	Respuesta del Sistema	Flujo Central
EC 1.1: Acercar mediante un punto.	V (342244.01)	V (335529.72)	NA	NA	El sistema visualiza el mapa con más detalle, colocando como centro el punto seleccionado, de esta	1. Seleccionar la opción Acercar. 2. Dar clic en el mapa en la región que se desea visualizar.

Escenario	Var. 1 Coor. X1	Var. 2 Coor. Y1	Var. 3 Coor. X2	Var. 4 Coor. Y2	Respuesta del Sistema	Flujo Central
EC 1.2: Acercar mediante un rectángulo.	V (326656.74)	V (347531.82)	V (327786.16)	V (346916.53)	El sistema visualiza el mapa con más detalle, visualizando la región del mapa comprendida en el rectángulo seleccionado, disminuyendo	1. Seleccionar la opción Acercar. 2. Dar clic y arrastrar formando un rectángulo que recoge la región del mapa a visualizar.

- SC2 Alejar

Escenario	Var. 1 Coor. X1	Var. 2 Coor. Y1	Respuesta del Sistema	Flujo Central
EC 2.1: Alejar mediante un punto.	V (342244.01)	V (335529.72)	El sistema visualiza el mapa con menos detalle, colocando como centro el punto seleccionado, aumentando por ende la escala.	1. Seleccionar la opción Alejar. 2. Dar clic en el mapa en la región que se desea visualizar.

- SC3 Recentrar mapa

Escenario	Var. 1 Coor. X1	Var. 2 Coor. Y1	Respuesta del Sistema	Flujo Central
-----------	--------------------	--------------------	-----------------------	---------------

Escenario	Var. 1 Coord. X1	Var. 2 Coord. Y1	Respuesta del Sistema	Flujo Central
EC 3.1: Recentrar Mapa.	V (342244.01)	V (335529.72)	El sistema visualiza el mapa, colocando como centro el punto seleccionado, sin cambiar la escala del mismo.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Seleccionar la opción Recentrar Mapa. 2. Dar clic en el mapa en la región que se desea recentrar.

- **SC4 Ver todo el mapa**

Escenario	Respuesta del Sistema	Flujo Central
EC 4.1: Visualizar todo el mapa.	El sistema visualiza todo el mapa, para ello visualiza todas las capas que están cargadas, es decir, muestra la mayor escala que tengan las capas que el usuario está utilizando en ese momento.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Seleccionar la opción Ver Todo.

- **SC5 Ver mapa anterior**

Escenario	Respuesta del Sistema	Flujo Central
EC 5.1: Ver el mapa anterior.	El sistema procesa la información a partir de la acción realizada con anterioridad por el usuario y actualiza la visualización del mapa.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Seleccionar la opción Anterior.

- **SC6 Ver mapa siguiente**

Escenario	Respuesta del Sistema	Flujo Central
EC 6.1: Ver el mapa siguiente.	El sistema visualiza el mapa siguiente al que se está visualizando.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Seleccionar la opción Siguiente.

- SC7 Mover mapa

Escenario	Var. 1 Coord. X1	Var. 2 Coord. Y1	Var. 3 Coord. X2	Var. 4 Coord. Y2	Respuesta del Sistema	Flujo Central
EC 7.1: Mover el Mapa.	V 326656.74	V 347531.82	V 327786.16	V 346916.53	El sistema visualiza según las coordenadas del rectángulo formado al desplazarse un punto del mapa, para ello el sistema hace un cálculo de un ΔX y un ΔY a partir del centro de pantalla y se obtiene un nuevo centro de pantalla a donde se movería el mapa. No varía la escala de representación del	1. Seleccionar la opción Mover Mapa. 2. Dar clic y arrastrar hasta obtener la región del mapa que se desea visualizar.

Elemento	No	NC	Aspecto Corresp.	Etapas de Detección	Significativa	Estado NC	Respuesta del ED.
Acercar mediante un punto.	1	Acerca solo si se selecciona un área.	La funcionalidad debería acercarse a partir de dar clic en un punto del mapa.	Etapas de pruebas de caja negra a la funcionalidad.	Es significativa de aplicación de tipo: Funcionalidad.	PD: Pendiente (15-05-2011) RA: Resuelta (25-05-2011)	—
Recentrar mapa.	2	Recentra solo la primera vez.	La funcionalidad debería recentrar cada vez que se dé clic en el botón recentrar, en vez de eso recentra la primera vez y a partir de ahí solo acerca.	Etapas de pruebas de caja negra a la funcionalidad.	Es significativa de aplicación de tipo: Funcionalidad.	PD: Pendiente (15-05-2011) RA: Resuelta (25-05-2011)	—

- El resto de los Diseños de casos de prueba de caja negra para los CU se encuentran en los artefactos generados.

4.9 Conclusiones parciales

En el presente capítulo se muestran el diseño detallado de la aplicación, en el cual se hicieron uso de patrones de diseño y el diseño de la base de datos. Se presenta como queda el sistema expresado en componentes de implementación. Además se desarrollan las pruebas de caja negra al sistema para validar y verificar que el sistema propuesto cumple con todas las funcionalidades requeridas.

Conclusiones Generales

En este punto se consideran cumplidos los objetivos trazados al tener desarrollado un SIG para la representación de objetivos petroleros para la empresa CUPET. El mismo cumple todos los requisitos planteados para su desarrollo por lo que se convierte en una herramienta cuyas funcionalidades básicas muestran los resultados esperados.

Se creó además una documentación técnica relacionado con el SIG, en la misma se detallan todos los artefactos generados a partir de la aplicación de la Metodología de Desarrollo de Software Proceso Unificado de Desarrollo.

Este trabajo representa un aporte importante a la empresa CUPET, ya que ayuda y facilita el proceso de toma de decisiones por parte del personal de la empresa, mostrando toda la información referente a los objetivos petroleros para un mejor análisis y comprensión de los mismos.

Recomendaciones

Una vez concluida la investigación y basándose en las experiencias acumuladas a lo largo del desarrollo de la misma, se proponen las siguientes recomendaciones:

- Presentar los resultados de la investigación en eventos de carácter científico, principalmente con tema de petróleo.
- Hacer un estudio ampliación de la funcionalidad Personalizar Objetivo Petrolero, a partir de las necesidades específicas del cliente.

Referencias Bibliográficas

1. Bosque Sendra, J. Sistemas de Información Geográfica. Madrid : Rialp, 1992.
2. Definición de Sistema de Información. Definición.de. [En línea] [Citado el: 5 de 12 de 2010.] <http://definicion.de/sistema-de-informacion/>.
3. Los Autores. [En línea] 2006. [Citado el: 5 de 12 de 2010.] <http://www.edicionsupc.es/ftppublic/pdfmostra/OE04301M.pdf>.
4. Domingo Yagüez, Julio C y Langhi, Ruben. Sistema de Información Geográfica (S.I.G.). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria . [En línea] 2002. [Citado el: 5 de 12 de 2010.] http://www.inta.gov.ar/barrow/info/documentos/SIG/que_es_sig.htm.
5. El Petroleo. Educar.org. [En línea] [Citado el: 5 de 12 de 2010.] <http://www.educar.org/inventos/petroleo.asp>.
6. Rosario, Jimmy.Observatorio para la Cibersociedad. [En línea] 2005. [Citado el: 5 de 12 de 2010.] <http://www.cibersociedad.net/archivo/articulo.php?art=218>.
7. [En línea] [Citado el: 5 de 12 de 2010.] <http://www.um.es/softla/documentoinicialsoftla.pdf>.
8. Cachero, Cristina, Garrigós, Irene y Gómez, Jaime.Personalización de Aplicaciones en OO-H*. Madrid : s.n.
9. Cromptvoets, Joep, Delgado, Tatiana y Rajabifard, Abbas.Introducción a las Infraestructuras. La Habana, Cuba : s.n., 2006.
10. Femenía, Miguel C.Division GIS.
11. veloz, Marta. En Cuba si hay petroleo. Vamos a Cambiar el Mundo. [En línea] 29 de 08 de 2007. [Citado el: 06 de 12 de 2010.] <http://www.vamosacambiarelmundo.org/2007/08/en-cuba-si-hay-petrleo.html>.
12. Soluciones Geoespaciales: el camino hacia un mundo sustentable. Aeroterra. [En línea] [Citado el: 6 de 12 de 2010.] <http://www.aeroterra.com/so-petroleo.htm>.
13. Plataforma GeneSIG. Pantoja Zaldivar, Yoenis. La Habana : Revista GeoNews, 2009, Vol. I.
14. Reynoso, Carlos Billy. Arquitectura de Software. Carlos Reynoso. [En línea] [Citado el: 09 de 01 de 2011.] <http://carlosreynoso.com.ar/arquitectura-de-software/>.
15. Arquitectura cliente-servidor. desarrolloweb.com. [En línea] [Citado el: 09 de 01 de 2011.] <http://www.desarrolloweb.com/articulos/arquitectura-cliente-servidor.html>.
16. PHP. [En línea] [Citado el: 09 de 01 de 2011.] <http://www.php.net/>.
17. Montesinos, Miguel y G., Sanz Jorge. I Jornadas de SIG libre. [En línea] [Citado el: 20 de 01 de 2011.] <http://www.sigte.udg.es/jornadassiglibre2007/comun/1pdf/12.pdf>.

18. Lenguaje de Programación para Páginas Web. s.l. : Editorial Sol 90 Barcelona, Vol. I.
19. Codigos Java Script GAMAROD. Wikipedia. [En línea] Neolo.com.ar, 2001. [Citado el: 09 de 01 de 2011.] <http://www.gamarod.com.ar/>.
20. Ecu. [En línea]
21. desarrolloweb.com. [En línea] [Citado el: 09 de 01 de 2011.] http://www.desarrolloweb.com/de_interes/coleccion-entornos-desarrollo-integrado-1991.html.
22. InfoWorld. [En línea] 2007. [Citado el: 09 de 01 de 2010.] http://www.iworld.com.mx/iw_TestCenter_read.asp?iwid=134.
23. Cerda, Felipe. Sum Microsystem. [En línea] [Citado el: 09 de 01 de 2011.] http://www.techbloog.com/talks/netbeans65es_cl.pdf.
24. Metodologias de Desarrollo de Software. [En línea] [Citado el: 10 de 01 de 2011.] <http://alarcos.inf-cr.uclm.es/doc/ISOFTWARE/Tema04.pdf>.
25. Rational Unified Process. GSInnova. [En línea] [Citado el: 01 de 02 de 2011.] <http://www.rational.com.ar/herramientas/rup.html>.
26. Herramientas CASE. Scribd. [En línea] [Citado el: 01 de 02 de 2011.] <http://www.scribd.com/doc/3062020/Capitulo-I-HERRAMIENTAS-CASE>.
27. Modelado de Sistemas como UML. [En línea] [Citado el: 01 de 02 de 2011.] <http://es.tldp.org/Tutoriales/doc-modelado-sistemas-UML/doc-modelado-sistemas-uml.pdf>.
28. Castillo, Carlos. Sistemas Gestores de Bases de Datos. [En línea] 2008. [Citado el: 01 de 02 de 2011.] http://www.tejedoresdelweb.com/wiki/images/7/71/Basesdatos_teo2_sistemas_db.pdf.
29. Quiñones, Ernesto. Introduccion a PostgreSQL. APESOL. [En línea] [Citado el: 01 de 02 de 2011.] http://www.postgresql.org.pe/articles/introduccion_a_postgresql.pdf.
30. Rugilo, Guillermo. Arquitectura de Software. Buenos Aires : s.n.

Bibliografía

1. Bosque Sendra, J. Sistemas de Información Geográfica. Madrid : Rialp, 1992.
2. Definición de Sistema de Información. Definición.de. [Citado el: 5 de 12 de 2010.] <http://definicion.de/sistema-de-informacion/>.
3. Los Autores. 2006. [Citado el: 5 de 12 de 2010.] <http://www.edicionsupc.es/ftppublic/pdfmostra/OE04301M.pdf>.
4. Domingo Yagüez, Julio C y Langhi, Ruben. Sistema de Información Geográfica (S.I.G.). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria . [En línea] 2002. [Citado el: 5 de 12 de 2010.] http://www.inta.gov.ar/barrow/info/documentos/SIG/que_es_sig.htm.
5. El Petroleo. Educar.org. [Citado el: 5 de 12 de 2010.] <http://www.educar.org/inventos/petroleo.asp>.
6. Rosario, Jimmy. Observatorio para la Cibersociedad. 2005. [Citado el: 5 de 12 de 2010.] <http://www.cibersociedad.net/archivo/articulo.php?art=218>.
7. [Citado el: 5 de 12 de 2010.] <http://www.um.es/softla/documentoinicialsoftla.pdf>.
8. Cachero, Cristina, Garrigós, Irene y Gómez, Jaime. Personalización de Aplicaciones en OO-H*. Madrid : s.n.
9. Crompvoets, Joep, Delgado, Tatiana y Rajabifard, Abbas. Introducción a las Infraestructuras. La Habana, Cuba : s.n., 2006.
10. Femenía, Miguel C. Division GIS.
11. veloz, Marta. En Cuba si hay petroleo. Vamos a Cambiar el Mundo. [En línea] 29 de 08 de 2007. [Citado el: 06 de 12 de 2010.] <http://www.vamosacambiarelmundo.org/2007/08/en-cuba-si-hay-petrleo.html>.
12. Soluciones Geoespaciales: el camino hacia un mundo sustentable. Aeroterra. [Citado el: 6 de 12 de 2010.] <http://www.aeroterra.com/so-petroleo.htm>.
13. Plataforma GeneSIG. Pantoja Zaldivar, Yoenis. La Habana : Revista GeoNews, 2009, Vol. I.
14. Reynoso, Carlos Billy. Arquitectura de Software. Carlos Reynoso. [Citado el: 09 de 01 de 2011.] <http://carlosreynoso.com.ar/arquitectura-de-software/>.
15. Arquitectura cliente-servidor. desarrolloweb.com. [Citado el: 09 de 01 de 2011.] <http://www.desarrolloweb.com/articulos/arquitectura-cliente-servidor.html>.
16. PHP. [Citado el: 09 de 01 de 2011.] <http://www.php.net/>.
17. Montesinos, Miguel y G., Sanz Jorge. I Jornadas de SIG libre. [Citado el: 20 de 01 de 2011.] <http://www.sigte.udg.es/jornadassiglibre2007/comun/1pdf/12.pdf>.
18. Lenguaje de Programación para Páginas Web. s.l. : Editorial Sol 90 Barcelona, Vol. I.
19. Codigos Java Script GAMAROD. Wikipedia. Neolo.com.ar, 2001. [Citado el: 09 de 01 de 2011.] <http://www.gamarod.com.ar/>.

21. desarrolloweb.com. [Citado el: 09 de 01 de 2011.]
http://www.desarrolloweb.com/de_interes/coleccion-entornos-desarrollo-integrado-1991.html.
22. InfoWorld. 2007. [Citado el: 09 de 01 de 2010.]
http://www.iworld.com.mx/iw_TestCenter_read.asp?iwid=134.
23. Cerda, Felipe. Sum Microsystem. [Citado el: 09 de 01 de 2011.]
http://www.techblog.com/talks/netbeans65es_cl.pdf.
24. Metodologías de Desarrollo de Software.[Citado el: 10 de 01 de 2011.] <http://alarcos.inf-cr.uclm.es/doc/ISOFTWAREI/Tema04.pdf>.
25. Rational Unified Process. GSInnova. [Citado el: 01 de 02 de 2011.]
<http://www.rational.com.ar/herramientas/rup.html>.
26. Herramientas CASE. Scribd. [Citado el: 01 de 02 de 2011.]
<http://www.scribd.com/doc/3062020/Capitulo-I-HERRAMIENTAS-CASE>.
27. Modelado de Sistemas como UML. [Citado el: 01 de 02 de 2011.] <http://es.tldp.org/Tutoriales/doc-modelado-sistemas-UML/doc-modelado-sistemas-uml.pdf>.
28. Castillo, Carlos. Sistemas Gestores de Bases de Datos.2008. [Citado el: 01 de 02 de 2011.]
http://www.tejedoresdelweb.com/wiki/images/7/71/Basesdatos_teo2_sistemas_db.pdf.
29. Quiñones, Ernesto. Introduccion a PostgreSQL. APESOL. [Citado el: 01 de 02 de 2011.]
http://www.postgresql.org.pe/articles/introduccion_a_postgresql.pdf.
30. Rugilo, Guillermo.Arquitectura de Software. Buenos Aires : s.n.
31. Zaldívar, Yoenis Pantoja.Documento Visión. La Habana: Dirección de Calidad de la Infraestructura Productiva, 2008.
32. Manual JavaScript. La Webera. [Citado el: 09 de 01 de 2011.]
<http://www.lawebera.es/manuales/javascript/caracteristicas.php>.
33. Junta de Andalucía. [Citado el: 09 de 01 de 2011.]
<http://www.juntadeandalucia.es/xwiki/bin/export/MADEJA/AJAX?format=pdf&>.
34. Entornos de Desarrollo Integrados. [Citado 8 de febrero de 2010.]
<http://petra.euitio.uniovi.es/~i1667065/HD/documentos/Entornos%20de%20Desarrollo%20Integrado.pdf>.
35. Bienvenido a NetBeans. [Citado 20 de febrero de 2010.] http://netbeans.org/index_es.html.
36. Aptana Studio. GENBETA Web+Software. [Citado el: 09 de 01 de 2011.]
<http://www.genbeta.com/web-20/aptana-studio-10-el-mejor-ide-libre-para-programacion-web-se-hace-mayor>.
37. Stella. 2005.
38. Sencha ExtJS. EcuRed. [Citado el: 20 de 01 de 2011.]
http://www.ecured.cu/index.php/Sencha_Ext_JS.

39. Silva, Dr. José Luis Batista. Aplicación de sistemas de información geográfica en Cuba. 11 de 2005. [Citado el: 12 de 11 de 2010.] http://www.mappinginteractivo.com/plantilla-ante.asp?id_articulo=1051.
40. Pores, Martín de. Informática de Hoy. 2010. [Citado el: 12 de 11 de 2010.] <http://www.informatica-hoy.com.ar/aprender-informatica/Que-es-un-sistema-informatico.php>.
41. Martín, Manuel Martín. Manual PostGIS.
42. Lorenzo, Dra. Carmen Mosquera. LA INFORMACIÓN EN UN SIG.
43. José H. Canós, Patricio Letelier y M^a Carmen Penadés. Metodologías Ágiles en el Desarrollo de Software. pág. 8.
44. Cano, José Ignacio Barredo. Sistemas de Información Geográfica y evolución multicriterio en la ordenación del territorio. 1996.
45. Portal - Ministerio del Poder Popular para la Salud - Venezuela. 17 de 06 de 2004. [Citado el: 12 de 11 de 2010.] <http://www.mpps.gob.ve/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=1>.
46. Lenguajes del lado del cliente o servidor. 2006. [Citado el: 12 de 11 de 2010.] http://www.adelat.org/media/docum/nuke_publico/lenguajes_del_lado_servidor_o_cliente.html.
47. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2010. [Citado el: 12 de 11 de 2010.] <http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/prodyserv/marcoteo/mundo/mundo.cfm?c=234>.
48. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt . 2010. [Citado el: 12 de 11 de 2010.] <http://www.humboldt.org.co/humboldt/mostrarpagina.php?codpage=70001>.
49. ExtJS Framework. [Citado el: 12 de 11 de 2010.] <http://groupbit.com/curso-extjs-framework>.
50. El Proceso Unificado de Desarrollo de Software.
51. Definición de mapa - Qué es, Significado y Conceptos. 2008. [Citado el: 12 de 11 de 2010.] <http://definicion.de/mapa/>.
52. Definición de cartografía - Qué es, Significado y Concepto. 2008. [Citado el: 12 de 11 de 2010.] <http://definicion.de/cartografia/>.
53. DAEDALUS. [Citado el: 12 de 11 de 2010.] <http://www.daedalus.es/inteligencia-de-negocio/sistemas-complejos/ciencia-de-sistemas/que-es-un-sistema/>.
55. José Luis Almazán Gárate, M. Carmen Palomino Monzón, Hilda Araceli Márquez Caba. Sistemas de Información Geográfica en la Gestion Integral del litoral. Universidad Politécnica de Madrid : s.n., 2009.
56. Scheltón Lima, Annabell, Ramírez Leal, Ramdy y López Cardoso, Osmani. Tecnologías y herramientas libres para el desarrollo de SIG en la WEB.
57. Vaswani, Vikram. PHP and MySQL.
58. Jacobson, Ivar, Booch, Grady y Rumbaugh, James. El proceso unificado de desarrollo de software. Madrid : s.n., 1999.

59. Portal - Ministerio del Poder Popular para la Salud - Venezuela. 17 de 06 de 2010. [Citado el: 12 de 11 de 2010.] <http://www.mpps.gob.ve/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=510>.
60. Ing. Ramón Martínez, Lic. Manuel Vidaurre, Geog. Patricia Nájera, Dr. Enrique Loyola, Dr. Carlos Castillo-Salgado. SIGEpi: Sistema de Información Geográfica. 03 de 09 de 2001. [Citado el: 12 de 11 de 2010.] http://www.paho.org/spanish/sha/be_v22n3-SIGEpi1.htm.
61. Aplicaciones Web. de Pereda, Jose M. 08 de 11 de 2007, Vol. I.
62. Universidad de Minnesota. MapServer open source web mapping. Universidad de Minnesota. [Citado el: 12 de 11 de 2010.] <http://mapserver.org/>.
63. XML Database Products. Bourret, R. California : s.n., Vol. I.

