



***UNIVERSIDAD DE LAS CIENCIAS INFORMÁTICAS***

***Facultad 9***

***TÍTULO: Desarrollo de un Sistema de Información Geográfica  
sobre tecnología libre en la Web.***

***TRABAJO DE DIPLOMA PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE  
INGENIERO EN CIENCIAS INFORMÁTICAS***

***AUTORES: Yannia Dalida Calzado Toledano.***

***Luis Carlos Arias Diéguez.***

***TUTOR: Ing. Carlos Enrique Hernández Reyes.***

***Ciudad de La Habana, julio 1 de 2010.***

***“Año 52 de la Revolución”***

**DEDICATORIA**

*De Yannia Dalida:*

*Dedico este trabajo de diploma a mis dos abuelitas Juana y Elia, cuyos sueños eran verme ingeniera. Abuelitas hoy cumplo sus sueños. Las quiero mucho.*

*De Luis Carlos:*

*Dedico este trabajo de diploma a mis padres Luis Enrique y Susana, a mis abuelos Carlos y Susana, a mi novia Marlen, a mi tía Xiomara, a mi familia en general. Por todo el cariño y toda una vida de constante dedicación y sacrificios, por darme todo lo que necesitaba.*

**AGRADECIMIENTOS**

*A mis padres Níuvís y Orestes por darme la vida y llenarme de amor, por ser mi luz y enseñarme el buen camino para triunfar en la vida y no dejarme caer. Mami te agradezco por ser única, comprensiva y darme lo mejor de ti. Papi gracias por ser el mejor padre del mundo y por estar siempre para mí. Los quiero.*

*A mis hermanas Yailé y Oniurkís por ser las súper hermanas. Onié te quiero mucho. Yailé gracias por ser como eres, te quiero mi hermanita linda.*

*A mi novio Alexander por ser mi fuerza y mi media naranja. Por ayudarme y aguantar mis malacrianzas todos estos años, por hacerme feliz y estar conmigo en las buenas y en las malas, por darme todo su amor y su corazón. Bebé mi corazón también es tuyo. Te amo.*

*A mis abuelas, abuelos, tías, tíos, primos, primas, sobrinas, cuñados, en fin a toda mi familia y vecinos por creer en mí.*

*A mis suegros Carmen y Alfredo por hacerme sentir parte de su familia.*

*A mis amigos Sonía, Alejandro, Sonny y Zuleira por estar siempre a mi lado.*

*A mis amigos de la Universidad y a todos mis compañeros de aula y de cuarto por darme fuerzas en esta batalla.*

*A mi compañero de tesis por recorrer conmigo este largo camino.*

*A nuestro tutor por darnos ánimo y apoyo.*

*A nuestro tribunal por sus reconstructivas críticas.*

*A todas las personas que de una forma u otra hicieron posible este sueño.*

*Yannía Dalída*

*A mis padres Susana y Luis Enrique por darme tanto amor y cariño, por estar en cada momento sosteniendo mi vida, a los que lograron hacer de mí una persona de bien y una profesional, por estar siempre a mi lado guiándome incondicionalmente por el camino de la verdad y el amor, a los que ni dedicándoles mi vida entera recompensaré jamás.*

*A mis queridos abuelos por quererme tanto, por demostrarme siempre su cariño y por dejarme ocupar un lugar en sus corazones.*

*A mi novia Marlen por haberme dado esos momentos de felicidad que son únicos, por su amor, comprensión y apoyo incondicional.*

*A mi tía Xiomara por amarme, educarme y confiar siempre en mis pasos.*

*A mi prima Anabel, mi otra hermana, por su comprensión y su cariño.*

*A toda mi familia, que en todo momento han estado a mi lado y me han apoyado siempre.*

*A mis amistades de la UCI, sin mencionar nombres, ustedes siempre estarán en mi corazón.*

*A todos mis hermanos no de sangre pero sí de corazón, ustedes saben quiénes son, nunca los olvidaré, a todos mis compañeros del fútbol por compartir estos 5 años de mi vida gracias.*

*A mi compañera de tesis por recorrer conmigo este largo camino.*

*A nuestro tutor por darnos ánimo y apoyo.*

*A nuestro tribunal por sus reestructivas críticas.*

*A todas las personas que de una forma u otra hicieron posible este sueño.*

*Luis Carlos*

***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 \_\_\_\_\_.

Yannia Dalida Calzado Toledano

Luis Carlos Arias Diéguez

\_\_\_\_\_  
Firma del autor

\_\_\_\_\_  
Firma del autor

Carlos Enrique Hernández Reyes

\_\_\_\_\_  
Firma del tutor

## **RESUMEN**

Los Sistemas de Información Geográfica son sistemas que se han ido perfeccionando con el transcurrir del tiempo y con los avances tecnológicos. Estos son de gran ayuda, ya que brindan al usuario la posibilidad de realizar una navegación por la cartografía y además ayudan en la toma de decisiones.

La Universidad de las Ciencias Informáticas, quiere contar con varios SIG desarrollados en software libre, ya que se ha demostrado que es una alternativa real al software propietario. Por tal motivo, en la Universidad se está desarrollando módulos para administrar al SIG de la UCI de otras funcionalidades, utilizando CartoWeb. Esta herramienta brinda numerosas funcionalidades, pero sin embargo ha sido difícil implementar la funcionalidad que permita a los usuarios conectarse a servicios de cartografías digitales publicadas en la Web.

Por tanto el objetivo de este trabajo de diploma, es desarrollar un Sistema de Información Geográfica sobre tecnología libre en la Web, el cual cumpla con esta funcionalidad. La herramienta utilizada para este SIG es MapGuide Open Source, la misma permite implementar esta funcionalidad fácilmente y es una tecnología libre.

## **PALABRAS CLAVES**

Sistema de Información Geográfica (SIG), Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), cartografía, software libre, MapGuide.

## **ÍNDICE**

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....</b>	<b>5</b>
1.1 INTRODUCCIÓN. ....	5
1.2 CONCEPTOS ASOCIADOS AL DOMINIO DEL PROBLEMA. ....	5
1.3 PROCESO DE DESARROLLO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA. ....	6
1.3.1 ANTECEDENTES. ....	6
1.3.2 FUNCIONALIDAD DE LOS SIG. ....	6
1.3.3 COMPONENTES DE UN SIG. ....	7
1.3.4 COMO FUNCIONA UN SIG. ....	8
1.3.5 SITUACIÓN PROBLEMÁTICA. ....	9
1.4 ANÁLISIS DE SOLUCIONES EXISTENTES. ....	11
1.4.1 ACOTACIONES IMPORTANTES.....	15
1.5 CONCLUSIONES. ....	16
<b>CAPÍTULO 2: FUNDAMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA A UTILIZAR. ....</b>	<b>17</b>
2.1 INTRODUCCIÓN. ....	17
2.2 LENGUAJES DEL LADO DEL SERVIDOR.....	17
2.2.1 PHP.....	17
2.2.2 CARACTERÍSTICAS DE PHP.....	17
2.2.3 FUNDAMENTACIÓN DE PHP. ....	17
2.3 XML.....	18
2.3.1 CARACTERÍSTICAS DE XML. ....	18
2.4 LENGUAJES DEL LADO DEL CLIENTE. ....	18
2.4.1 HTML. ....	18
2.4.1.1 Características del lenguaje HTML.....	18
2.4.2 JAVASCRIPT.....	18
2.4.2.1 Características de JavaScript. ....	18

2.4.3	AJAX.....	19
2.4.3.1	Ventajas .....	19
2.5	EL PROCESO UNIFICADO DE DESARROLLO DE SOFTWARE (RUP).....	19
2.5.1	CARACTERÍSTICAS DE RUP.....	19
2.6	EL LENGUAJE UNIFICADO DE MODELADO (UML).....	19
2.6.1	CARACTERÍSTICAS DE UML.....	19
2.7	VISUAL PARADIGM.....	19
2.7.1	CARACTERÍSTICAS DE VISUAL PARADIGM.....	19
2.8	APACHE.....	20
2.8.1	CARACTERÍSTICAS DE APACHE.....	20
2.9	PLATAFORMA WEB DE MAPAS: MAPGUIDE OPEN SOURCE.....	20
2.9.1	ARQUITECTURA DE MAPGUIDE OPEN SOURCE.....	22
2.9.2	FUNCIONALIDADES.....	24
2.9.3	VENTAJAS DE MAPGUIDE.....	25
2.10	CONCLUSIONES.....	26
<b>CAPÍTULO 3: PRESENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA.....</b>		<b>27</b>
3.1	INTRODUCCIÓN.....	27
3.2	MODELO DE DOMINIO.....	27
3.2.2	EVENTOS PRINCIPALES DE ENTORNO.....	27
3.2.3	GLOSARIO DE TÉRMINOS DEL DOMINIO.....	28
3.2.4	DIAGRAMA DE CLASES DEL MODELO DE DOMINIO.....	30
3.3	LEVANTAMIENTO DE REQUISITOS.....	30
3.3.1	REQUISITOS FUNCIONALES DEL SISTEMA.....	30
3.3.2	REQUISITOS NO FUNCIONALES DEL SISTEMA.....	31
3.4	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA PROPUESTO.....	33
3.4.1	DESCRIPCIÓN DE LOS ACTORES.....	33
3.5	DIAGRAMA DE CASOS DE USO DEL SISTEMA.....	33
3.6	DESCRIPCIÓN DE LOS CASOS DE USO DEL SISTEMA.....	34
3.6.1	DESCRIPCIÓN TEXTUAL DEL CASO DE USO REALIZAR SELECCIÓN.....	34



3.6.2	DESCRIPCIÓN TEXTUAL DEL CASO DE USO REDIMENSIONAR MAPA.....	35
3.6.3	DESCRIPCIÓN TEXTUAL DEL CASO DE USO CAMINO MÍNIMO.....	38
3.6.4	DESCRIPCIÓN TEXTUAL DEL CASO DE USO VISUALIZAR COORDENADAS.....	40
3.6.5	DESCRIPCIÓN TEXTUAL DEL CASO DE USO MEDIR DISTANCIA.....	40
3.6.6	DESCRIPCIÓN TEXTUAL DEL CASO DE USO VISUALIZAR ESCALA GRÁFICA.....	42
3.6.7	DESCRIPCIÓN TEXTUAL DEL CASO DE USO IMPRIMIR MAPA.....	42
3.6.8	DESCRIPCIÓN TEXTUAL DEL CASO DE USO WMS.....	43
3.7	CONCLUSIONES.....	45
<b>CAPÍTULO 4: CONSTRUCCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA.....</b>		<b>46</b>
4.1	INTRODUCCIÓN.....	46
4.2	PATRONES DE DISEÑO.....	46
4.2.1	PATRONES PARA ASIGNAR RESPONSABILIDADES (GRASP).....	46
4.3	DIAGRAMAS DE CLASES.....	48
4.3.1	DIAGRAMA DE CLASE DEL DISEÑO DEL CASO DE USO REDIMENSIONAR MAPA.....	49
4.4	MODELO DE DESPLIEGUE.....	50
4.5	MODELO DE IMPLEMENTACIÓN.....	51
4.5.1	DIAGRAMA DE COMPONENTES.....	51
4.6	VALIDACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA.....	52
4.6.1	DISEÑO DE PRUEBA DEL CASO DE USO CAMINO MÍNIMO.....	53
4.6.2	DISEÑO DE PRUEBA DEL CASO DE USO WMS.....	53
4.7	CONCLUSIONES.....	54
<b>CONCLUSIONES.....</b>		<b>55</b>
<b>REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....</b>		<b>57</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>		<b>58</b>
<b>ANEXOS.....</b>		<b>62</b>
ANEXO 1.....		62
<b>GLOSARIO.....</b>		<b>69</b>

**ÍNDICE DE FIGURAS.**

FIGURA 1 EJEMPLO DE ESTRUCTURA EN CAPAS.....	8
FIGURA 2 EJEMPLO DE FORMATO VECTORIAL.....	9
FIGURA 3 EJEMPLO DE FORMATO RÁSTER.....	9
FIGURA 4 ARQUITECTURA DE GVSIG.....	12
FIGURA 5 ARQUITECTURA DE SUPERMAP.....	13
FIGURA 6 ARQUITECTURA DE ESRI.....	15
FIGURA 7 ARQUITECTURA GENERAL DE MAPGUIDE.....	22
FIGURA 8 DIAGRAMA DE MODELO DE DOMINIO.....	30
FIGURA 9 DIAGRAMA DE CASOS DE USO DEL SISTEMA.....	33
FIGURA 10 DIAGRAMA DE CLASE DEL DISEÑO DEL CASO DE USO REDIMENSIONAR MAPA.....	49
FIGURA 11 CLASES DEL FRAMEWORK MAPGUIDE.....	50
FIGURA 12 DIAGRAMA DE DESPLIEGUE.....	51
FIGURA 13 VISTA GENERAL DEL DIAGRAMA DE COMPONENTES.....	51
FIGURA 14 VISTA DETALLADA DEL PAQUETE PRESENTACIÓN.....	52
FIGURA 15 VISTA DETALLADA DEL PAQUETE MÓDULO.....	52
FIGURA 16 DIAGRAMA DE CLASE DEL DISEÑO DEL CASO DE USO CAMINO MÍNIMO.....	62
FIGURA 17 DIAGRAMA DE CLASE DEL DISEÑO DEL CASO DE USO IMPRIMIR MAPA.....	63
FIGURA 18 DIAGRAMA DE CLASE DEL DISEÑO DEL CASO DE USO MEDIR DISTANCIA.....	64
FIGURA 19 DIAGRAMA DE CLASE DEL DISEÑO DEL CASO DE USO REALIZAR SELECCIÓN.....	65
FIGURA 20 DIAGRAMA DE CLASE DEL DISEÑO DEL CASO DE USO VISUALIZAR COORDENADAS.....	66
FIGURA 21 DIAGRAMA DE CLASE DEL DISEÑO DEL CASO DE USO VISUALIZAR ESCALA GRÁFICA.....	67
FIGURA 22 DIAGRAMA DE CLASE DEL DISEÑO DEL CASO DE USO WMS.....	68

**ÍNDICE DE TABLAS.**

TABLA 1 DESCRIPCIÓN DEL ACTOR DEL SISTEMA.....	33
TABLA 2 DESCRIPCIÓN TEXTUAL DEL CASO DE USO REALIZAR SELECCIÓN. ....	34
TABLA 3 DESCRIPCIÓN TEXTUAL DEL CASO DE USO REDIMENSIONAR MAPA. ....	38
TABLA 4 DESCRIPCIÓN TEXTUAL DEL CASO DE USO CAMINO MÍNIMO.....	39
TABLA 5 DESCRIPCIÓN TEXTUAL DEL CASO DE USO VISUALIZAR COORDENADAS.....	40
TABLA 6 DESCRIPCIÓN TEXTUAL DEL CASO DE USO MEDIR DISTANCIA. ....	41
TABLA 7 DESCRIPCIÓN TEXTUAL DEL CASO DE USO VISUALIZAR ESCALA GRÁFICA.....	42
TABLA 8 DESCRIPCIÓN TEXTUAL DEL CASO DE USO IMPRIMIR MAPA.....	43
TABLA 9 DESCRIPCIÓN TEXTUAL DEL CASO DE USO WMS.....	45
TABLA 10 LEYENDA DE LOS DIAGRAMAS DE CLASE DEL DISEÑO.....	48
TABLA 11 DISEÑO DE PRUEBA DEL CASO DE USO CAMINO MÍNIMO. ....	53
TABLA 12 DISEÑO DE PRUEBA DEL CASO DE USO WMS.....	54

## **INTRODUCCIÓN**

Los mapas representan gráficamente objetos, eventos, condiciones, conceptos y procesos del planeta, lo cual proporciona un mejor entendimiento espacial. Los primeros mapas se confeccionaron hace miles de años por los egipcios, los cuales generaban Mapas Catastrales con el objetivo de mostrar los límites parcelarios de forma de poder ser restablecidos luego de las inundaciones del Nilo.

Gracias a las antiguas teorías de los filósofos griegos en cuanto a la forma de la Tierra y del sistema de coordenadas para su representación, la cartografía ha evolucionado sistemáticamente. En estas últimas décadas ha experimentado profundos cambios como resultado de los avances tecnológicos y del advenimiento de los Sistemas de Información Geográfica (en lo adelante SIG). El primer SIG formalmente desarrollado aparece en Canadá y es denominado Sistema de Información Geográfica Canadiense, con el objetivo de gestionar los bosques y las superficies marginales de Canadá.

Debido al desarrollo de los SIG, gestionar la información geográfica y hacer un uso óptimo de la misma ha cobrado un auge vertiginoso a nivel mundial, cada día con mayores posibilidades de aplicación. La aparición de estos nuevos programas no solamente implicaba la creación de nuevas herramientas, sino también el desarrollo de nuevas técnicas que hasta ese momento no habían sido necesarias. Con el paso del tiempo, este sistema ha ido evolucionando y su uso ha aumentado en la actualidad.

En Cuba hace ya algunos años se está haciendo uso de los SIG, aunque la mayoría de sus usuarios son geólogos, cartógrafos, geógrafos e ingenieros. En aras de ampliar su uso por otros usuarios, la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), que se quiere convertir en prototipo de ciudad universitaria digital y de sociedad de información en Cuba, también ha reconocido la importancia de los SIG. La facultad 9 específicamente, está llevando a cabo soluciones informáticas entorno a los mismos, desempeñando un gran papel a nivel nacional e internacional en lo que se refiere a esta esfera. Es por ello que el objetivo de este trabajo consiste en “Desarrollar un Sistema de Información Geográfica sobre tecnología libre en la Web”.

Actualmente en la Universidad se desarrolla un módulo para administrar al SIG de la UCI de una mayor funcionalidad, que permita a sus usuarios utilizarlo como ayuda en la toma de decisiones. El objetivo específico de este módulo, es brindar al usuario la posibilidad de realizar una navegación básica por la cartografía de la Universidad, utilizando CartoWeb<sup>1</sup>. Este framework brinda muchas facilidades en cuanto a georreferenciación se refiere. Consta con una arquitectura sólida compuesta por plugins, la cual permite escalabilidad y personalización del software. Una de las principales deficiencias de este framework es la conexión a la cartografía digital publicadas en la Web, ya que no cuenta con toda la facilidad y flexibilidad para satisfacer esta funcionalidad tan importante en la actualidad, ya que los usuarios necesitan obtener mediante la Web varias de estas cartografías.

El software libre es una alternativa real al software propietario, por lo que se pretende recopilar y canalizar los esfuerzos para contar con SIG libres. Todo ello trae como consecuencia que se origine como **situación problemática** la inexistencia de un Sistema de Información Geográfica en software libre, que permita la conexión a servicios de cartografías digitales publicadas en la Web, en la Universidad de las Ciencias Informáticas.

Dada la situación problemática anterior, el **problema a resolver** consiste en ¿cómo brindar una solución informática para SIG sobre tecnología libre que permita la conexión a servicios de cartografías digitales publicadas en la Web?, donde el **objeto de estudio** sería el proceso de desarrollo de los Sistemas de Información Geográfica, y el **campo de acción** el proceso de desarrollo de los Sistemas de Información Geográfica utilizando la herramienta MapGuide.

Para darle solución a la situación problemática antes expuesta se plantea como **objetivo general** desarrollar un SIG utilizando la plataforma MapGuide.

Para dar cumplimiento a los objetivos se trazó el siguiente plan de **tareas de la investigación**:

- Elaborar el marco metodológico y teórico en el que está enmarcado el sistema.

---

<sup>1</sup> CartoWeb es una de varias alternativas de uso libre disponibles para generar cartografía en la Web.

- Identificar los principales aspectos a automatizar en el proceso obtención de información geográfica utilizando mapas.
- Diseñar las actividades que tributen a la implementación del producto.
- Implementar un producto que cumpla con las especificaciones identificadas y de acuerdo al diseño elaborado.

A partir del objetivo general de este trabajo, se obtiene la siguiente **idea a defender**: Desarrollar un Sistema de Información Geográfica utilizando la herramienta MapGuide con su correspondiente documentación técnica del proceso, permitirá a los usuarios interesados en los SIG poder conectarse a servicios de cartografías digitales en la Web.

Como **posibles resultados** se espera un SIG sobre tecnología libre basada en Web, desarrollado con la herramienta MapGuide y la documentación técnica del proceso de desarrollo.

#### **Métodos Científicos de Investigación utilizados:**

- ✚ Histórico-Lógico: Para llevar a cabo la realización de este trabajo de diploma, primeramente se analizó la historia de los Sistemas de Información Geográfica, los principales conceptos que giran alrededor de los mismos, los sistemas existentes en Cuba y el mundo, así como las diversas aplicaciones y funciones de los SIG.
- ✚ Analítico-Sintético: Se analizó toda la información acerca de las tecnologías, metodologías y herramientas posibles a ser utilizadas en el desarrollo del sistema, de esta manera se pudo definir con mayor seguridad las mismas, sintetizando sus características y analizando la viabilidad de cada una.
- ✚ Modelación: Una vez realizada la investigación y analizada la información, se realizaron los modelos correspondientes al ciclo de vida del sistema, esto permitió facilidades a la hora de cumplir con las tareas de análisis y diseño de los procesos que intervinieron en la aplicación, así como para la implementación del sistema.

- ✚ Inductivo-Deductivo: Son formas de razonamiento que permiten llegar a un grupo de conocimientos generalizadores, tanto desde el análisis de lo particular a lo general, como desde el análisis de elementos generalizadores a uno de menor nivel de generalización. Se hizo uso de deducciones para llegar a tener una visión clara de lo que se quiso hacer y adquirir así nuevos conocimientos. Este método se aplicó en inducción y deducción de los lenguajes de programación que se escogieron.

El presente trabajo de diploma consta de 4 capítulos:

**Capítulo 1. Fundamentación Teórica:** En este capítulo se describen brevemente los conceptos fundamentales relacionados con el dominio del problema. Se realiza un estudio acerca de los SIG, además de hacer un análisis de otras soluciones existentes, ya sea nacional e internacionalmente.

**Capítulo 2. Tecnologías y herramientas a utilizar:** Se explica el uso de las tecnologías y las herramientas que se utilizan para desarrollar un SIG de la UCI en software libre.

**Capítulo 3. Presentación de la solución propuesta:** En este capítulo se presenta el modelo de dominio, los requerimientos tanto funcionales como no funcionales, así como la descripción de los casos de usos y los actores del sistema.

**Capítulo 4. Construcción de la solución propuesta:** Se exponen los diagramas de clases del diseño para cada caso de uso del sistema, los diagramas de interacción, el diagrama de despliegue, el modelo de implementación y se realiza el diseño de caso de prueba.

## ***CAPÍTULO 1: Fundamentación Teórica.***

### **1.1 Introducción.**

En el presente capítulo se reflejan distintos puntos que permiten justificar la fundamentación teórica de este trabajo. Se explican mediante una breve descripción los conceptos de mayor importancia, como ¿qué es un mapa?, ¿qué son los SIG?, y otros; que desde el punto de vista teórico, permiten una mayor comprensión de la situación problemática planteada. Se hace alusión al estudio acerca de las soluciones existentes anteriormente, ya sea nacional o internacional. Se describe detalladamente la situación problemática que dio origen a este trabajo y el objeto de estudio.

### **1.2 Conceptos asociados al dominio del problema.**

**Sistema de Información Geográfica (SIG)** el profesor David Rhind (1989) lo ha definido como un sistema de hardware, software y procedimientos, diseñados para soportar la captura, el manejo, la manipulación, el análisis, el modelado y el despliegue de datos espacialmente referenciados (georreferenciados), para la solución de los problemas complejos del manejo y planeamiento territorial. **(Díaz Cisneros, et al., 1994)**

Los **mapas** son documentos en los que se han representado mediante signos, símbolos gráficos y colores, una serie de datos de una porción de un territorio determinado que previamente se han analizado.

El **formato ráster** es una forma de representar la información digital por medio de cuadros llamados “píxeles”, que es la unidad mínima de medida.

El **formato vectorial** es una forma de representar la información digital por medio de puntos, líneas y polígonos o áreas.

La **cartografía digital** es el procedimiento que transforma la información geográfica de los mapas de papel a coordenadas digitales.



**Capa o cobertura (layer)** es una unidad básica de agrupación de varios mapas que comparten algunas características comunes en forma de temas relacionados con los objetos contenidos en un mapa.

### **1.3 Proceso de desarrollo de Sistemas de Información Geográfica.**

#### **1.3.1 Antecedentes.**

Los cimientos para la aparición de los SIG se encuentran muchos años antes de la década de los 60, donde se desarrollan nuevos enfoques de la cartografía. La primera experiencia relevante en esta dirección se encontró en el año 1959, cuando Waldo Tobler define los principios de un sistema denominado MIMO (Map In - Map Out), con el único fin de aplicar los ordenadores al campo de la cartografía. Este sistema permitía establecer los principios básicos para la creación de datos geográficos, su codificación, análisis y representación dentro de un sistema informatizado. **(Olaya, y otros, 2007)**

De ahí que el primer SIG desarrollado, Sistema de Información Geográfica Canadiense, apareciera en Canadá por Roger Tomlinson<sup>2</sup>, ya mencionado anteriormente. El desarrollo de Tomlinson es pionero en este campo, y se considera oficialmente como el nacimiento del SIG.

En 1964 se desarrolló el sistema SYMAP, este era una aplicación que permitía la entrada de información en forma de puntos, líneas y áreas, lo cual se corresponde con el enfoque vectorial que se conoce hoy en día. Utilizando el SYMAP surge una nueva versión en 1969 llamada GRID en el cual la información es almacenada en forma de cuadrículas y corresponde al enfoque ráster que se conoce hoy en día. Desde entonces los Sistemas de Información Geográfica recorren sucesivas etapas hasta estos días, evolucionando rápidamente ante la influencia de numerosos factores externos. **(Olaya, y otros, 2007)**

#### **1.3.2 Funcionalidad de los SIG.**

Con los SIG se pueden asociar y combinar elementos cartográficos para revelar relaciones, modelos y tendencias, proveyendo así las herramientas necesarias que permitan analizar modelos, localizar eventos,

---

<sup>2</sup>Popularmente conocido como el "padre del SIG".

medir la distancia entre dichos eventos y además encontrar la mejor manera de llegar a un destino. Manejan información relacionada con coordenadas de longitud y latitud, lo que permite representar o simular una realidad. Ayudan a la formación de elementos para la toma de decisiones luego de que se hayan aprovechado sus funciones de captura, almacenamiento, refinamiento, análisis y visualización de la información.

Por estos motivos se puede afirmar que los SIG son una herramienta imprescindible para todas aquellas personas que utilizan información geográfica. El uso de los mismos ayuda a encontrar soluciones a los problemas que se encuentran en el día a día. Facilitan el control de la red eléctrica, permiten conocer detalladamente las construcciones de un determinado lugar, así como las características del mismo como son dimensión y ubicación.

### **1.3.3 Componentes de un SIG.**

Los principales componentes de los SIG son:

- Hardware.

Corren en todo tipo de computadoras desde equipos centralizados hasta individuales o de red. Permiten la entrada y salida de la información geográfica en diversos medios y forma.

- Software.

Proveen las herramientas y las funcionalidades específicas para almacenar, analizar y poder mostrar información geográfica.

- Información.

Este es el componente más importante, debido a que se requiere de adecuados datos de soporte para que el SIG pueda resolver los problemas y contestar las preguntas de la forma más acertada.

- Personal.

Especialistas que manejan el sistema y desarrollan planes para su mejora e implementación y para actualizar la información.

- Métodos.

Para que un SIG tenga una buena implementación debe basarse en un buen diseño y reglas de actividades anteriormente definidas, que son los modelos y prácticas operativas.

### 1.3.4 Como funciona un SIG.

La información geográfica de los SIG se estructura en capas o coberturas (layers), donde cada capa ofrece un tipo de información. En la figura 1 se muestra un ejemplo de la estructura en capas.

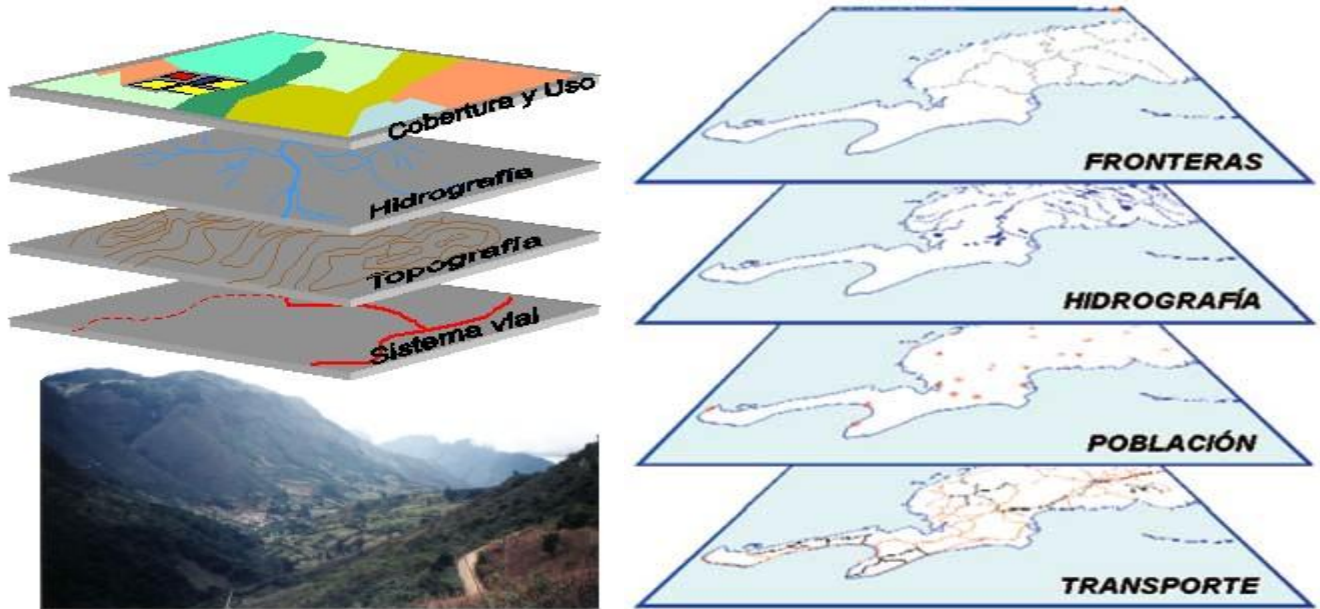


Figura 1 Ejemplo de estructura en capas.

Los objetos geográficos se muestran como puntos, líneas y polígonos (formatos vectoriales) o píxeles (formatos ráster). En el formato vectorial, como se muestra en la figura 2, cada entidad geográfica se representa a partir de tres elementos básicos: puntos, líneas y polígonos. Un punto se localiza con dos coordenadas (x, y) y una línea y un polígono con varios pares de coordenadas.

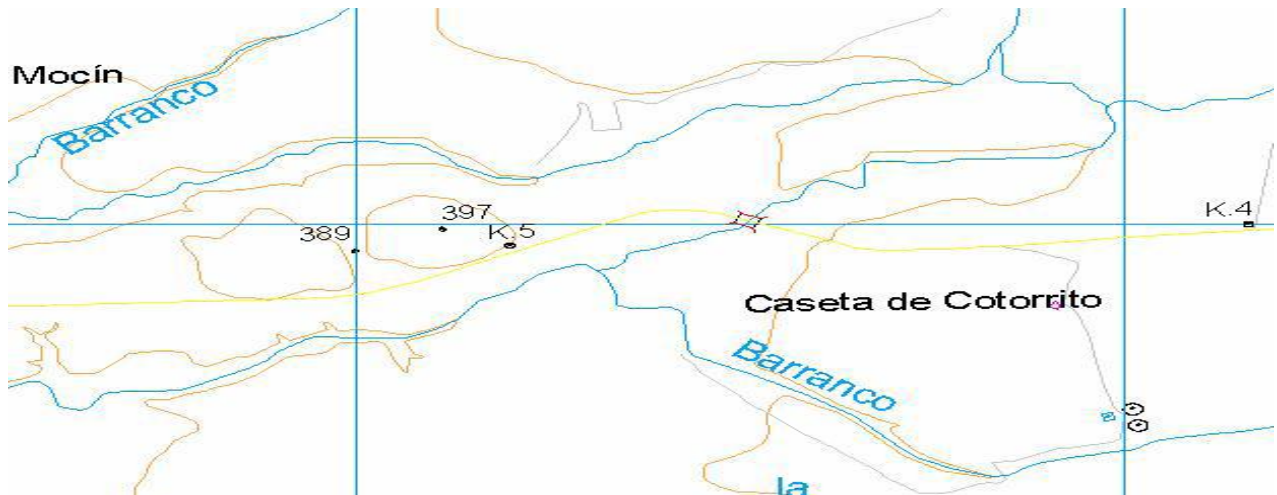


Figura 2 Ejemplo de formato vectorial.

El formato ráster como se muestra en la figura 3, está formado por una trama de celdas o píxeles cuadrados o rectangulares, donde la resolución del píxel determina la precisión de los objetos geográficos.

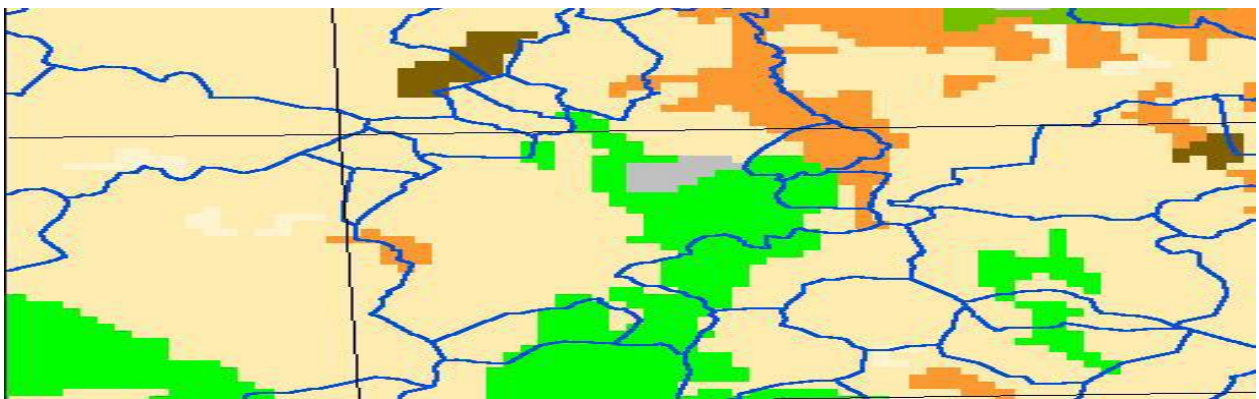


Figura 3 Ejemplo de formato ráster.

### 1.3.5 Situación Problemática.

Como se explicó anteriormente, existen hoy en el mundo muchos sectores que hacen uso de los Sistemas de Información Geográfica, incluyendo a Cuba, país que se ha visto en la necesidad de adentrarse en el

campo de los SIG debido principalmente a la creciente demanda de estos sistemas por numerosos clientes.

Estos sistemas, encargados de gestionar y analizar información espacial tiene gran aplicación en muchos sectores de la sociedad tales como en la Medicina, Educación y demás. Lamentablemente muchos de estos SIG están basados en software propietarios y en políticas de licencias tienen claras desventajas frente al software libre:

- Son productos caros, de los que se suele utilizar solo un porcentaje bajo de la funcionalidad que ofrecen.
- La personalización es limitada; siempre se llega a un punto en el que no se tiene acceso al código fuente y no puede ser cambiado.
- No se puede redistribuir el producto, siendo necesario pagar para que más usuarios puedan acceder al sistema.

Frente a esto, el software libre proporciona una serie de ventajas:

- Libertad de distribución: es posible redistribuir el software y copiarlo tantas veces como se desee.
- Libertad de modificación: al tener acceso al código fuente, es posible modificarlo y adaptarlo a las necesidades de cada uno.
- Reaprovechamiento de desarrollos: cuando alguien mejora un producto, si libera su código, es posible re-aprovechar ese código por otros usuarios. **(Torres Rodríguez, 2008)**

La Universidad de las Ciencias Informáticas está inmersa en el desarrollo de un módulo para administrar el SIG de la misma de una mayor funcionalidad, utilizando CartoWeb<sup>3</sup>. Éste está basado en software libre y además brinda muchas facilidades referentes a la georreferenciación. Sin embargo una de su principal deficiencia, es que no permite la conexión a servicios de cartografías digitales publicadas en la Web.

---

<sup>3</sup> CartoWeb es una de varias alternativas de uso libre disponibles para generar cartografía en la Web.

Debido a que la Universidad y todo el país están emigrando a software libre, ya que es una alternativa real al software propietario, es que se pretende desarrollar SIG sobre tecnología libre en la Web. Por lo que el objetivo específico de este trabajo de diploma, es desarrollar un Sistema de Información Geográfica para la Universidad de las Ciencias Informáticas, utilizando la herramienta MapGuide; la cual está basada en software libre, permite la conexión a servicios de cartografías digitales publicadas en la Web y además ayuda a tomar mejores decisiones en menos tiempo: desde el desarrollo y el diseño de aplicaciones de SIG basadas en Web hasta el acceso a datos geoespaciales y de ingeniería.

#### **1.4 Análisis de soluciones existentes.**

##### ➤ **GvSIG.**

GvSIG es el proyecto SIG de código abierto financiado por la Generalitat Valenciana. Es una herramienta que se caracteriza por una interfaz amigable, siendo capaz de acceder a los formatos más usuales de forma ágil tanto ráster como vectoriales. Integra en una vista datos tanto locales como remotos a través de un origen WMS, WCS o WFS. **(Flores Lanuza, 2003)**

La arquitectura de GvSIG, como se muestra en la figura 4 consta de:

- 1- ADAMI:** Aplicación base extensible mediante plugins. Se encarga de crear las ventanas, cargar y gestionar las extensiones, habilitar el inicio de la aplicación mediante "Java Web Start", inicializar el idioma de la aplicación entre otras funcionalidades. **(Flores Lanuza, 2003)**
- 2- FMAP:** Librería de clases que permite crear aplicaciones SIG a medida. Incluye un núcleo interno ("core") con los objetos de bajo nivel necesarios para su funcionamiento (entidades JTS (Java Topology Suite) y entidades Java2D modificadas) más los conversores adecuados y un conjunto de objetos para trabajar con esas entidades. **(Flores Lanuza, 2003)**
- 3- GUI:** Extensiones a la aplicación base que contienen además todo lo necesario para interactuar con el usuario. En esta librería de clases se encuentra la mayor parte de cuadros de diálogo que utiliza la aplicación final, así como las clases de soporte a esos cuadros de diálogo. **(Flores Lanuza, 2003)**

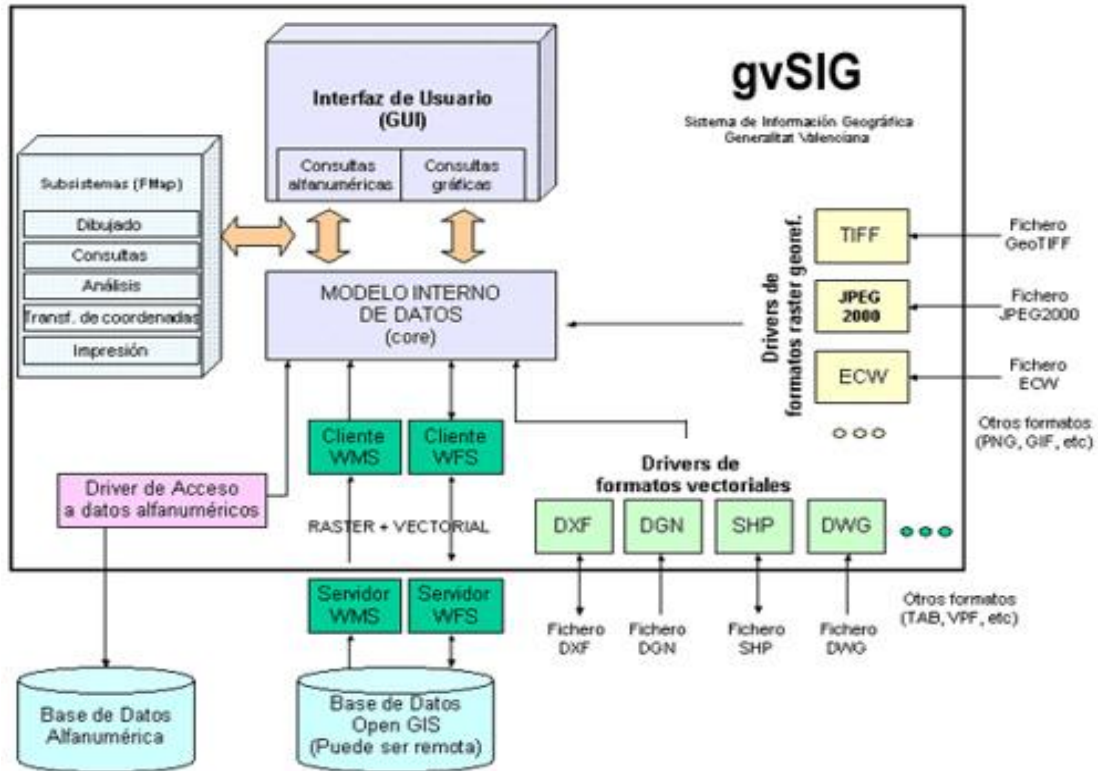


Figura 4 Arquitectura de GvSIG.

### ❖ SuperMap SIG.

SuperMap SIG es un gran paquete de SIG desarrollado por SuperMap Software Co., Ltd., que cubre una amplia gama de productos, incluidos los SIG de escritorio, componentes de SIG, servicio de SIG, SIG móvil, plataforma de desarrollo de aplicaciones de navegación, así como relaciones con datos espaciales de generación, procesamiento y herramienta de gestión. **(SuperMap Technologies Inc., 2000)**

La arquitectura de SuperMap, como se muestra en la figura 5, es orientada a servicios (SOA), incluyendo los estándares de Open Geospatial Consortium (OGC) para el acceso de los componentes. Consta de:

- 1- **Aplicaciones Clientes:** soporta las aplicaciones más populares de lado del cliente como Internet Explorer, Firefox, Netscape, Mozilla. Además, apoya aplicaciones que se ejecutan en el escritorio, dispositivos móviles y los servidores Web.



- 2- **Servidor Web:** proporciona controles Web y plantillas de aplicaciones Web para personalizar las aplicaciones rápidamente.
- 3- **Servidor de Aplicaciones:** múltiples motores de diversos tipos se pueden ejecutar al mismo tiempo. El sistema proporciona a muchos SIG predefinidos motores en servicio, así como permite a los usuarios un motor personalizado para la aplicación.
- 4- **Servidor de Datos:** utiliza SuperMap Spatial Database eXtension (SuperMap SDX), el cual soporta muchas de las plataformas de base de datos más importantes como Oracle, SQL Server, Sybase, DB2, entre otras. Este gestor de Base de Datos puede ejecutar múltiples operaciones en el sistema.

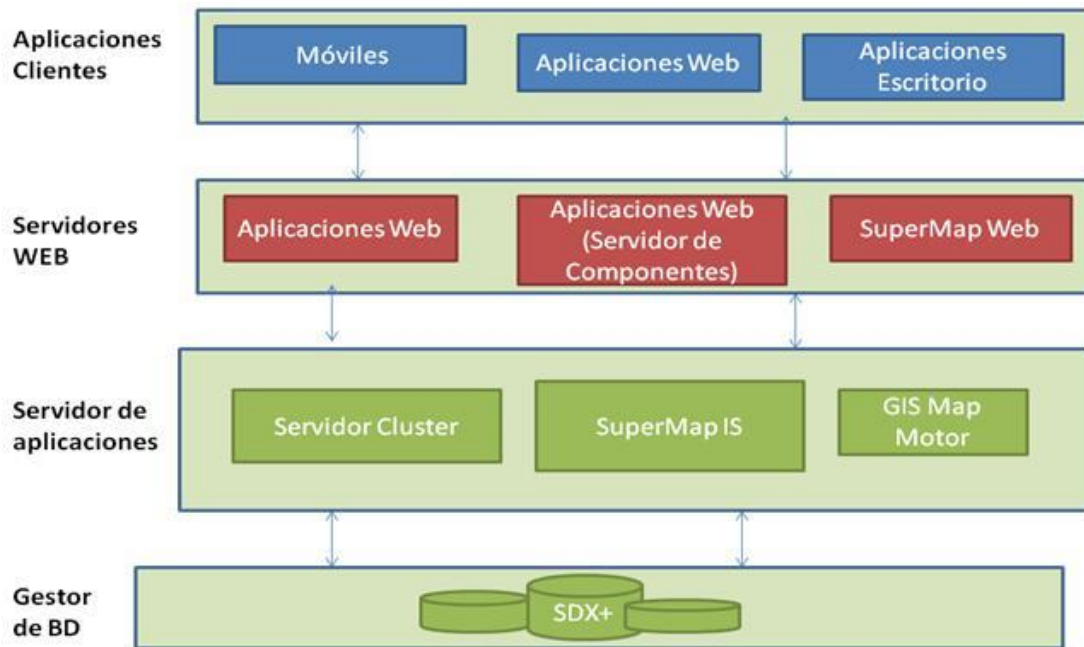


Figura 5 Arquitectura de SuperMap

❖ **ESRI.**

ESRI (Environmental Systems Research Institute) es una empresa fundada en 1969 que en sus inicios se dedicaba a trabajos de consultoría del territorio. Actualmente desarrolla y comercializa software para Sistemas de Información Geográfica. La popularidad de sus productos ha supuesto la generalización de



sus formatos de almacenamiento de datos espaciales en el campo de los SIG vectoriales. Entre los productos más conocidos se destacan:

➤ **ArcGIS.**

ArcGIS es una familia de productos de software para construir un SIG completo en su organización, los cuales posibilitan el análisis espacial, la administración de datos y mapeo. Este fue producido y comercializado por ESRI, el mismo se agrupa en varias aplicaciones para la captura, edición, manejo, análisis, tratamiento, diseño, publicación e impresión de información geográfica. Se engloba en familias temáticas como ArcGIS Server, para la publicación y gestión Web, o ArcGIS Móvil para la captura y gestión de información en campo, por lo que soporta su trabajo en escritorio, servidor, Web y móvil. **(ESRI España Geosistemas, S.A., 1991)**

➤ **ArcView.**

ArcView es el software más usado de los SIG porque posibilita de una forma fácil el trabajo en datos geográficos. Tiene una interfaz gráfica amigable, la cual permite desplegar de manera rápida la información geográfica. Es una herramienta con la que se puede visualizar, analizar, crear y gestionar información geográfica. La mayoría de la información posee un componente que puede relacionarse con un lugar geográfico: direcciones, códigos postales, posiciones de GPS, ciudades, regiones, países u otro tipo de localizaciones en terrenos determinados. Permite visualizar, explorar y analizar estos datos revelando patrones, relaciones y tendencias que no se aprecian bien en base de datos, hojas de cálculo o conjuntos estadísticos. **(ESRI España Geosistemas, S.A., 1991)**

➤ **ArcInfo.**

Es el SIG más completo que existe. Con ArcInfo es posible construir modelos de geoprocetamiento con los que descubrir relaciones o analizar e integrar datos, automatizar complejos flujos de trabajo y modelos de análisis, realizar análisis vectoriales como solapamientos, proximidad y análisis estadísticos, generar eventos a lo largo de entidades lineales así como solapar eventos con otras entidades, automatizar la

conversión de datos y producir mapas personalizados, precisos y con calidad para ser publicados. (ESRI España Geosistemas, S.A., 1991)

Como se muestra en la figura 6, la arquitectura que presenta ESRI en sus productos es abierta y estándar, se personaliza con los lenguajes de programación como son los casos de Java, .Net, Visual C++ y otros. Utiliza gestores de base de datos potentes y estables como son Oracle y MySQL y hace uso de los beneficios de los Servicios Web.

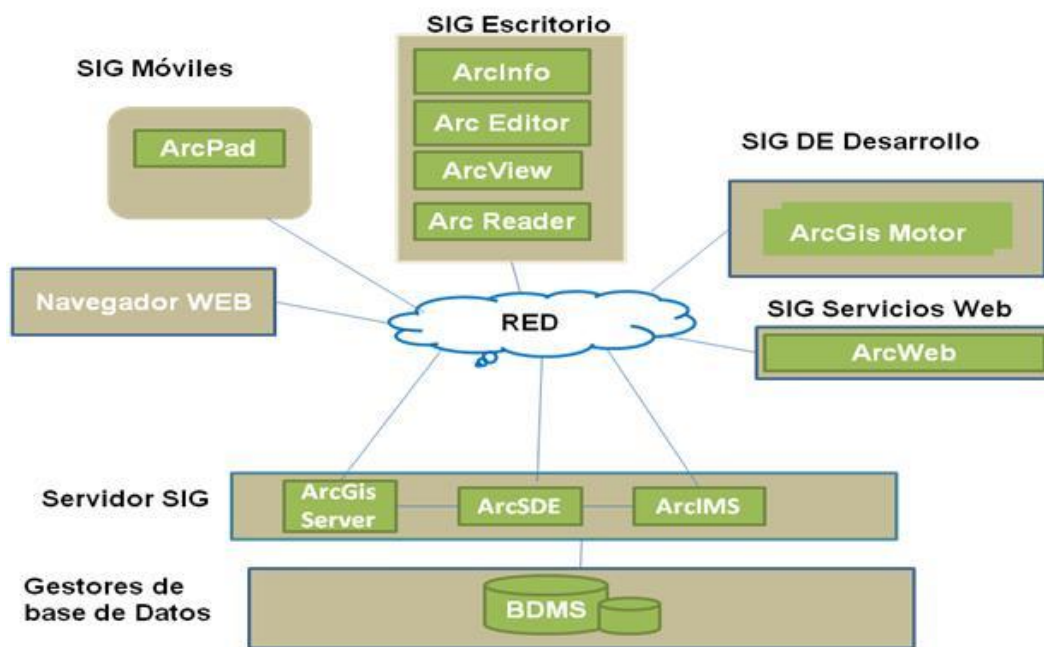


Figura 6 Arquitectura de ESRI

#### 1.4.1 Acotaciones importantes.

ArcGIS presenta modelo de datos que soporta objetos con relaciones y comportamientos, de gran interoperabilidad puesto que permite interactuar con otras fuentes de datos, dichas fuentes de datos pueden ser formatos SIG, formatos CAD, bases de datos y estándares OGC. Sus servidores de mapas son de gran potencia favoreciendo a un mayor análisis espacial de la información geográfica. Uno de estos servidores es ArcIMS que publica mapas, datos y metadatos en la Web. A pesar de tener el 35% del

mercado SIG mundial presenta desventajas ya que al contener una gran gama de objetos, clases, métodos y propiedades hace bastante costoso comprender todo el sistema de objetos. Al ser un software propietario, la mayoría o todas de sus herramientas son propietarias, por lo que se hace difícil obtener estos productos y trabajar con ellos debido a que sus licencias no son accesibles a nuestro país debido al bloqueo que tiene impuesto Estados Unidos a Cuba.

Por otra parte GvSIG presentan arquitectura bastante estable con drivers que se encargan de facilitar el acceso a las posibles fuentes de datos aunque su librería JTS produce errores causados por su incapacidad para trabajar con ciertas topologías. En GvSIG, se encuentra una herramienta de composición de mapas de fácil manejo y a la vez intuitiva desde el primer momento, menos cuando se mueve la barra de escala de un mapa, ya que se pierden las propiedades de visualización; por otro lado se compensa con la generación directa del mapa a PDF. Además es complicado personalizar aplicaciones con este SIG debido a los vacíos existentes en la documentación.

SuperMap tiene una arquitectura muy similar a la de ArcGIS en lo que a estructura se refiere pero utiliza como extensión de base de datos SuperMap SDX el cual puede acceder a RDBMS más populares al mismo tiempo sin ningún gasto complementario. SuperMap presenta varias funcionalidades pero el análisis de la red es una de sus mayores potencialidades. Es un software no libre por lo que su utilización se ve limitada.

### **1.5 Conclusiones.**

En la elaboración de este capítulo se abordaron conceptos generales que sirvieron de guía para lograr un mejor entendimiento de esta investigación. Realizar una caracterización de los Sistemas de Información Geográfica, permitió demostrar la importancia de los SIG para lograr una mejor visión del análisis de la información geográfica, ya que los mismos son usados como fuente principal para la gestión y manipulación de datos geográficos. Estudiar y comparar soluciones existentes de SIG y analizar detalladamente la situación problemática antes planteada, ayudó en la selección de la herramienta a utilizar para el desarrollo de este trabajo de diploma.

## ***CAPÍTULO 2: 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 el SIG de la UCI basado en software libre.

### **2.2 Lenguajes del lado del Servidor.**

#### **2.2.1 PHP**

#### **2.2.2 Características de PHP**

- Es libre, por lo que se presenta como una alternativa de fácil acceso para todos.
- Permite aplicar técnicas de programación orientada a objetos.
- Permite la integración con varias bibliotecas externas, generar documentos en PDF y analizar código XML.

#### **2.2.3 Fundamentación de PHP.**

PHP está orientado al desarrollo Web, es de gran velocidad por lo que no requiere de muchos recursos del sistema y además se integra perfectamente con muchos servidores y principalmente Apache, el cual fue seleccionado como servidor a utilizar. Es libre y está disponible bajo la licencia GPL, es multiplataforma por lo que no tendrá ningún inconveniente al usarlo en cualquier computadora de la Universidad. Se caracteriza por la simplicidad de su código y por la amplia documentación que brinda.

En cambio Java es más general y es adecuado para grandes aplicaciones, el cual no es el caso de la aplicación a desarrollar; posee pérdida de velocidad que conlleva el proceso de interpretación del código ya que tiene que hacer una parada en el traductor para comunicarse con el Sistema Operativo (utilización de la máquina virtual). Con Java el tiempo en que se accede a las páginas Web es lento y para solucionar este problema las computadoras clientes deben tener grandes prestaciones de memoria RAM, y las

computadoras a utilizar no cuentan con una RAM de grandes prestaciones. Por lo antes planteado es que se ha decidido utilizar como lenguaje de programación del lado del servidor a PHP.

## **2.3 XML.**

### **2.3.1 Características de XML.**

- Garantiza la gestión y manipulación de los datos desde el cliente Web.
- Facilita la exportación a otros formatos de publicación.
- La codificación del contenido Web en XML posibilita que la estructura de la información resulte más accesible, por lo que los motores de búsqueda devolverán respuestas más precisas y adecuadas.

## **2.4 Lenguajes del lado del cliente.**

### **2.4.1 HTML.**

#### **2.4.1.1 Características del lenguaje HTML**

- Es el lenguaje utilizado para la creación de páginas Web.
- 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.

### **2.4.2 JavaScript**

#### **2.4.2.1 Características de JavaScript.**

- Es dinámico por lo que se puede cambiar totalmente el aspecto de la página a gusto del usuario.
- Es un lenguaje orientado a eventos.
- Permite la programación orientado a objetos.
- Es soportado por la gran mayoría de los navegadores como Internet Explorer, Netscape, Opera, Mozilla Firefox, entre otros.

### **2.4.3 AJAX.**

#### **2.4.3.1 Ventajas**

- Posee gran rapidez en las operaciones que realiza.
- Se ahorra tiempo de procesamiento en el servidor Web ya que una gran parte del procesamiento se realiza en el lado del cliente.
- Las aplicaciones son más interactivas, responden a las interacciones del usuario más rápidamente, al estilo aplicaciones de escritorio.

### **2.5 El Proceso Unificado de Desarrollo de Software (RUP).**

#### **2.5.1 Características de RUP.**

- Creado por Jacobson, Rumbaugh y Booch.
- Unifica los mejores elementos de metodologías anteriores.
- Preparado para desarrollar grandes y complejos proyectos.
- Orientado a objetos.
- Utiliza UML como lenguaje de representación visual.

### **2.6 El Lenguaje Unificado de Modelado (UML).**

#### **2.6.1 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 Visual Paradigm.**

#### **2.7.1 Características de Visual Paradigm.**

- Generación de código.
- Es disponible en múltiples plataformas.

- Diseño centrado en casos de usos y enfocado al negocio que generan un software de mayor calidad.
- Capacidad de ingería directa e inversa.
- Soporta aplicaciones Web.

## **2.8 Apache.**

### **2.8.1 Características de Apache.**

- Puede ser adaptado a diferentes entornos y necesidades, con los diferentes módulos de apoyo y con la API de programación de módulos.
- Permite personalizar la respuesta ante los posibles errores que se puedan dar en el servidor. Es posible configurar Apache para que ejecute un determinado script cuando ocurra un error en concreto.
- Es multiplataforma: corre en una multitud de Sistemas Operativos, lo que lo hace prácticamente universal.

## **2.9 Plataforma Web de mapas: MapGuide Open Source**

MapGuide Open Source es una plataforma basada en tecnología Web que permite a los usuarios desarrollar y desplegar rápidamente aplicaciones de mapeo Web geoespaciales y servicios Web. Ofrece un visualizador interactivo que incluye el apoyo a la función de selección, de propiedad de inspección, mapa de consejos, y las operaciones como almacenamiento, selección en el interior y la medida. Incluye una base de datos en XML para la gestión del contenido, y soporte para formatos de archivos geoespaciales más populares, bases de datos y normas. Se puede correr sobre Linux o Windows, permite soporte para los servidores Web IIS y Apache, y ofrece extensiones PHP, .NET, Java, JavaScript y API para el desarrollo de aplicaciones.

Desarrollado inicialmente como Autodesk MapGuide por Autodesk, y puesto a disposición de la comunidad de código abierto en 2006. Posee una interfaz de consulta que tiene un desarrollo importante del lado del cliente. Dicho cliente puede estar basado en AJAX, lo que nos permite mostrar información

geográfica sin necesidad de que el usuario tenga que descargarse e instalar un plug-in (es completamente DHTML), o puede estar basado en el formato DWF. Proporciona un medio rápido y económico para desarrollar e implantar aplicaciones cartográficas. Dispone de un sistema de permisos para gestionar usuarios y roles de acceso a la cartografía. MapGuide Open Source tienen 4 versiones comerciales principales pero la que más se destaca es Autodesk MapGuide Enterprise la cual somete el software a pruebas de control de calidad de nivel comercial y ofrece soporte oficial dedicado. Autodesk MapGuide Enterprise se beneficia de la innovación del código abierto e incorpora la seguridad y solidez de la reputación de Autodesk en software estable y de alta calidad. MapGuide Open Source es software gratuito licenciado bajo la GNU Lesser General Public License (LGPL). Además cuenta con un Viewer API que no es más que una serie de funciones en JavaScript que facilita no solo la manipulación de las capas o layer sino del análisis de datos espaciales.

Está basado en un formato de datos propio (SDF) y para poder utilizar datos espaciales en otros formatos como shape o coverage, es necesario obtener extensiones para la conversión automática a formato SDF. Utiliza una biblioteca de acceso a datos llamada FDO que permite publicar gran variedad de fuentes de información. Presenta un visor llamado MapGuide Viewer el cual ofrece dos tecnologías:

- DWF Viewer exporta el downloadable Autodesk DWF, el visor que es basado en un Microsoft ActiveX con el apoyo pleno de Autodesk el formato de DWF. Sólo trabaja en Microsoft Internet Explorer. Proporciona a los usuarios una visualización potente y a la vez ligera de mapas, diseños y datos relacionados. Soporta desde Windows 98, Windows 2000 (SP2), profesional de Windows XP y edición doméstica, e Internet Explorer 5.01 y más.
- AJAX Viewer (Visualizador de AJAX) es un puro visualizador de DHTML basado en la tecnología de AJAX que no requiera ningún downloadable plugins. Este trabaja en Microsoft Internet Explorer, Mozilla Firefox, y Safari Construido principalmente en JavaScript. Ayuda a asegurar que cualquier usuario de cualquier plataforma puede acceder a los diseños y mapas sin necesidad de usar el mismo navegador.



### 2.9.1 Arquitectura de MapGuide Open Source.

La arquitectura general de MapGuide a grandes rasgos, está formado por 3 componentes, como se muestra en la figura 7: Visor Web de cartografía, la capa Web y el servicio de mapas.

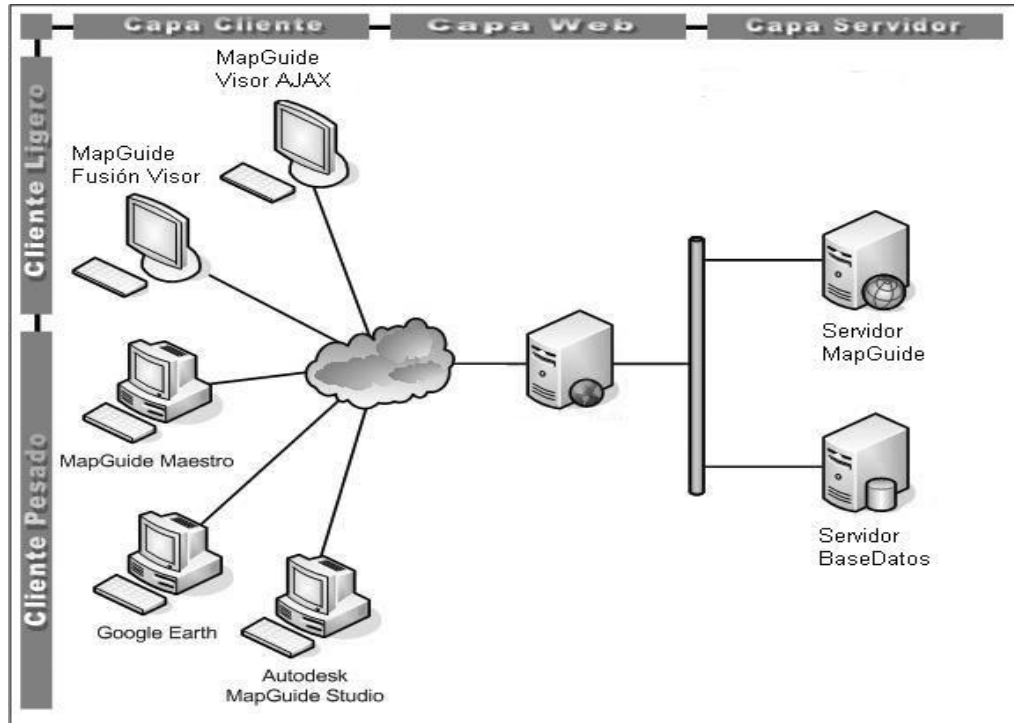


Figura 7 Arquitectura general de MapGuide.

#### ➤ Visor Web.

Existen dos visores implementados, el primero es un visor AJAX, con el cual el navegador del usuario (cliente) realiza gran parte del trabajo y sólo se intercambia información con el servidor Web cuando es necesario. Para los usuarios, esto se traduce en una notable mejora de la sensación que tiene el usuario cuando está ejecutando el visor en este caso o cualquier Web implementada con esta técnica. La otra implicación importante, es que al estar íntegramente programado en HTML y JavaScript, no es necesario el uso de plugins adicionales como ActiveX, applets, y otros ya que todos los navegadores incorporan un motor JavaScript y son capaces de interpretarlo. Es por esto que el visor Ajax funciona en prácticamente todos los navegadores actuales: IE6 y 7, Firefox, Chrome y Safari.

Existe un segundo visor basado en el formato de Autodesk DWF (Design Web Format). Es un formato vectorial ligero creado con el fin de compartir los diseños CAD para revisión a través de la Web. Es un formato liberado por Autodesk y que puede visualizarse en Internet Explorer a través de un ActiveX gratuito o mediante aplicaciones de escritorio gratuitas como Autodesk Design Review. El hecho de requerir un control ActiveX y por tanto estar limitado únicamente a Internet Explorer es uno de los motivos por los que no goza de muchos admiradores. En cambio si esto no supone un problema, se trata de un visor más rápido que el basado en AJAX.

### ➤ **Web Server Extensions.**

Esta es la capa que hace de enlace entre el visor y el núcleo del servidor de mapas. Esta capa es realmente flexible y ello se refleja en las posibilidades que tiene el usuario a la hora de escoger como quiere servir sus mapas en internet. Se pueden servir los mapas desde Windows o Linux, y las páginas Web desde Apache o IIS, e implementar la aplicación en PHP, Java o .Net. Sus principales componentes son:

- *Servidor Web:* En caso de escoger Apache, el usuario podrá desplegar su geoportal en PHP o JAVA. En caso de escoger IIS, podrá desplegarlo en ASP.NET o en PHP. Desde aquí se servirán todas las páginas Web, no sólo el visor de cartografía, sino también los informes y formularios Web.
- *Agente:* Se encarga de pasar las peticiones de la capa Web al servicio de mapas. En definitiva, enlaza el visor con el servidor de mapas en todo lo referente a operaciones con la cartografía: zoom, pan, selección, entre muchas otras.
- Finalmente y muy importante para los programadores, están los *API* de programación para poder desarrollar aplicaciones sobre MapGuide. Se puede programar en PHP, JAVA y ASP.NET.

### ➤ **Servicio de mapas.**

Es la tercera capa y la de más bajo nivel. Esta capa es la que se encarga de acceder a la cartografía en última instancia a través de las librerías FDO. Estas librerías son las que permiten conectar a múltiples orígenes de datos de forma transparente para el usuario y es la misma tecnología de acceso a datos que

usa AutoCAD Map desde su versión 2007. La librería FDO es una capa de acceso a datos que permite acceder a múltiples orígenes de datos espaciales. Se implementa a base de proveedores y es un proyecto Open Source independiente de MapGuide. La lista de formatos a los que se puede acceder es muy importante:

- BD: MySQL, SQL Server, Oracle Spatial, Oracle XE, Informix, ODBC, SQL Server 2008 Spatial, PostGIS, ArcSDE.
- Fichero: Ráster (todos los formatos habituales y algunos más), SHP, SDF, DGN, DEM.
- Servicios Web: WMS y WFS.

El servicio de mapas está implementado a base de servicios, así pues hay un servicio encargado de generar los tiles, otro para generar una imagen del mapa, otro para generar un KML de la cartografía y exportar a Google Maps. El servicio de mapas gestiona toda la información a través de una base de datos en XML libre (dbxml), así se almacenan las capas que tienen un mapa y los estilos de las capas. Todo se almacena en XML.

### **2.9.2 Funcionalidades.**

Dentro de sus funcionalidades básicas se pueden describir la captura de la información, esto se logra mediante el proceso de digitalización y el procesamiento de imágenes. Entre otras de las funcionalidades básicas se encuentran la seguridad de los datos y restricción de acceso, análisis espacial que se puede realizar con los datos gráficos y no gráficos.

Dentro la funcionalidades específicas se encuentran la exportación de mapas en varios formatos, configuración de mapas, agregación de capas, ampliación de mapas que puede ser del mapa completo o por secciones específicas, establecer estilo, creación de nuevos mapas a partir de mapas existentes, trabajo directo con múltiples tipos de datos. Ejemplo de esto es la tecnología FDO de acceso a los datos que aumenta la productividad, porque ayuda a los desarrolladores a trabajar con diferentes bases de datos y archivos espaciales y no espaciales sin conversión ni pérdida de información. Los profesionales pueden acceder, gestionar, editar y compartir fácilmente los datos almacenados en su sistema SIG y

preparar todo el trabajo cartográfico y de diseño para publicarlo en la Web en cuanto se haya creado, facilita el acceso eficaz a todos los tipos de datos gracias al soporte normalizado de API para orígenes de datos.

### **2.9.3 Ventajas de MapGuide.**

- Navegación y visualización dinámica e interactivo, selección de elementos, control de visualización según detalle, consultas gráficas y lógicas, operaciones geométricas básicas (corredor, distancia), generación de reportes sobre consultas, generación e impresión automatizada de mapas, desarrollo en idioma español.
- Los desarrolladores usan MapGuide para crear ricas aplicaciones personalizadas con rapidez y bajos costes, lo que les permite ofrecer soluciones económicas a sus clientes.
- Selección inteligente de los objetos: selecciona los objetos por lista, radio, polígono, búfer e intersección para aumentar la flexibilidad y la facilidad de uso.
- Administración remota: administra los servidores remotamente desde cualquier navegador. Puede agregar y eliminar servidores, configurar servidores y servicios, iniciar y detener servidores, configurar la generación de registros, ver archivos de registro, y definir usuarios y grupos.
- Personalización para el usuario: los desarrolladores pueden adaptar los mapas y las aplicaciones de visualización a las necesidades específicas de los clientes.
- Reutilización de estilos de mapa: el administrador de visualización de Autodesk Map 3D y los archivos DWF permiten aplicar capas de mapas para acelerar la creación de mapas con mapas y dibujos existentes.
- Incorporación de datos ráster: aumentar el valor y mejorar el aspecto de sus datos cartográficos incorporando datos BMP, CAL, ECW, JPG, PNG, SID, TGA y TIF.
- Distribución segura de la información: gestionar el acceso a la información espacial con un modelo de seguridad integrado, para garantizar que sus datos o aplicación lleguen sólo a los usuarios autorizados.
- Fácil configuración: crear y configurar aplicaciones seguras y no seguras fácilmente con el servicio MapAgent. Acepta solicitudes de clientes mediante protocolos HTTP o HTTPS estándar, y se ejecuta como CGI/Fast CGI para simplificar la configuración de servidor de Web.

## **2.10 Conclusiones.**

A partir de las comparaciones de las distintas plataformas para el desarrollo de los Sistemas de Información Geográfica, se lograron identificar las diferentes herramientas, metodologías y lenguajes, todas ellas propuesta por la plataforma seleccionada, MapGuide Open Source. Esta decisión esta basada por la facilidad de desarrollo que brinda al equipo de trabajo, debido a la flexibilidad de su arquitectura, por la independencia de servidor de mapa, ya que posee su propio servidor de mapas, MGServer, y por su capacidad de acceder a servicios en la Web, tales como WFS y WMS, esta última propuesta para su implementación.

A continuación se mencionan las herramientas, metodologías y lenguajes utilizados: en la capa de acceso a datos se utiliza como servidor de mapa el MGServer, el cual es un servidor propio de MapGuide, en la capa de negocio se utilizan PHP como lenguaje de programación y como herramienta que permite las funcionalidades básicas de un Sistema de Información Geográfica , MapGuide; y en la capa de presentación se utilizan varias herramientas que facilitan una mejor visualización del sistema ante el usuario como Ajax, XML, HTML y JavaScript. La metodología utilizada para guiar el proceso de desarrollo es RUP, se emplea como lenguaje de modelado UML, como herramienta CASE para visualizar los modelos, Visual Paradigm y como servidor Web el Apache.

## ***CAPÍTULO 3: Presentación de la solución propuesta.***

### **3.1 Introducción.**

En el presente capítulo se aborda todo lo referente al modelo de dominio en el cual se analizan todas las entidades y conceptos presentes en el entorno donde se aplica el sistema. Se especifica detalladamente los requisitos funcionales y los no funcionales que cumple dicho sistema y se describen los actores y los casos de usos del sistema.

### **3.2 Modelo de dominio.**

Debido a que el Sistema de Información Geográfica para la Universidad de las Ciencias Informáticas puede ser personalizado y comercializado por cualquier cliente o empresa interesada, 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.

#### **3.2.2 Eventos principales de entorno**

GeoCuba es una entidad 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, a la que pertenecen varios cartógrafos que son asignados por dicha entidad. Estos son los encargados 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. 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.

### **3.2.3 Glosario de Términos del Dominio.**

❖ **Cliente.**

Persona que trabaja en una entidad, organismo u organización que necesite trabajar o consultar algún tipo de información incluida en un mapa.

❖ **Empresa.**

Entidad, organismo u organización que solicita un servicio determinado utilizando un mapa y que proporciona la información socioeconómica referente al mismo.

❖ **Cartógrafo.**

Persona que se asigna para la realización de cartas geográficas, al estudio y elaboración de mapas dentro de 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.

❖ **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.

❖ **Sistema de Coordenadas.**

Es un sistema de referencia usado para localizar y medir elementos geográficos.

❖ **Escala.**

Relación entre la distancia que separa dos puntos en un mapa y la distancia real de esos dos puntos en la superficie terrestre. Cuanto mayor es la escala, más se aproxima al tamaño real de los elementos de la superficie terrestre.

❖ **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.

❖ **Información.**

Conjunto de datos que están organizados y que tienen un significado. En este caso pueden ser de origen científico, social o económico.

❖ **Científica.**

Se refiere al conjunto de métodos y técnicas que organizan la información adquirida mediante la experiencia o la introspección.

❖ **Económica.**

Es un tipo de información que proporcionan los elementos necesarios para medir y evaluar las repercusiones de las políticas de ingreso, gasto y endeudamiento públicos en el contexto económico y social del país.

❖ **Social.**

Es aquello perteneciente o relativo a la sociedad.



### 3.2.4 Diagrama de clases del Modelo de Dominio.

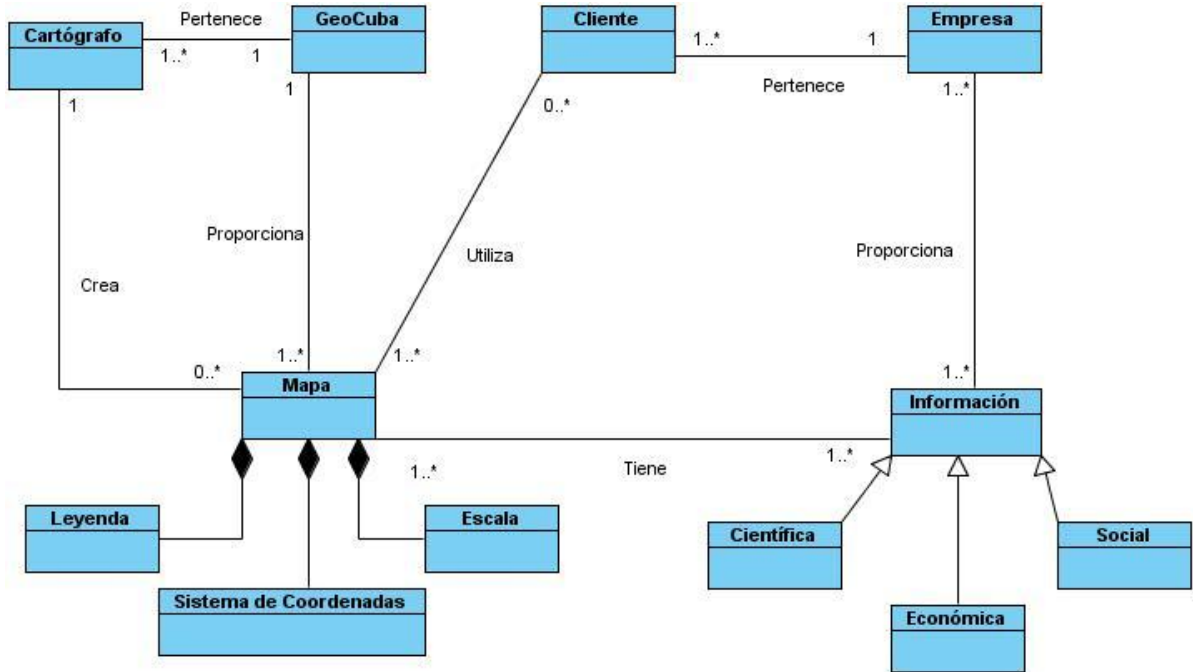


Figura 8 Diagrama de modelo de dominio.

### 3.3 Levantamiento de requisitos.

#### 3.3.1 Requisitos funcionales del sistema.

**RF 1 Seleccionar Capas:** El sistema debe permitir que el usuario pueda seleccionar cualquier capa del mapa para ser visualizado en el mismo.

**RF 2 Deseleccionar Capas:** El sistema debe permitir que el usuario pueda desmarcar cualquier capa del mapa que tenga seleccionada.

**RF 3 Realizar Zoom:** El sistema debe permitir que el usuario pueda realizar las diferentes funciones de zoom sobre el mapa.

**RF 3.1 Realizar Zoom +.**

**RF 3.2 Realizar Zoom -.**

**RF 3.3 Realizar Zoom Previo.**

**RF 3.4 Realizar Zoom Siguiente.**

**RF 3.5 Realizar Zoom Rectangular.**

**RF 4 Realizar Paneo:** El sistema debe permitir que el usuario pueda recentrar el mapa variando con el puntero del mouse la posición de la vista que se presenta.

**RF 5 Vista Inicial del Mapa:** El sistema debe permitir que el usuario pueda visualizar el mapa inicial.

**RF 6 Utilizar Navegador Virtual:** El sistema permite que el usuario pueda mover el mapa en las ocho direcciones principales: Norte, Sur, Este, Oeste, Noreste, Sureste, Noroeste, Suroeste.

**RF 7 Calcular ruta mínima:** El sistema debe permitir que el usuario pueda realizar el cálculo de distancias entre dos puntos y determinar la ruta mínima entre ellos.

**RF 8 Visualizar Coordenadas:** El sistema debe permitir que el usuario pueda visualizar según la posición puntual en la que se encuentra el mapa, las coordenadas “X” e “Y” correspondientes a ese punto.

**RF 9 Medir Distancia:** El sistema debe permitir que el usuario pueda realizar trazos por el mapa y visualizar la distancia total acumulada, así como la existente entre los dos últimos vértices trazados.

**RF 10 Visualizar Escala Gráfica:** El sistema debe permitir que el usuario pueda visualizar la escala gráfica del mapa.

**RF 11 Imprimir Mapa:** El sistema debe permitir que el usuario pueda imprimir el mapa visualizado en la pantalla.

**RF 12 Servidor WMS:** El sistema debe permitir que el usuario pueda obtener un mapa publicado en la red y visualizarlo en la pantalla.

**3.3.2 Requisitos no funcionales del sistema.**

➤ **Usabilidad**

El sistema podrá ser usado por personas con conocimientos básicos en el manejo de computadoras.

➤ **Confiabilidad**

La herramienta de implementación a utilizar debe tener soporte para recuperación ante fallos y errores.

➤ **Apariencia o interfaz externa**

Debe brindar una interfaz amigable, interactiva, intuitiva y de fácil comprensión para el usuario, facilitando en todo momento la interacción de este con el sistema.

➤ **Rendimiento**

El tiempo de respuesta para visualizar el mapa en la pantalla será de 1 segundo, y para procesar, actualizar y recuperar información de 2 a 3 segundos, en dependencia de la cantidad de información.

➤ **Restricciones de diseño**

El diseño debe ser sencillo, con pocas entradas, donde no es necesario mucho entrenamiento para utilizar el sistema. Se logrará un producto altamente configurable y extensible, teniendo en cuenta que se desarrolla sobre el framework MapGuide y que constituye una plataforma de desarrollo para ser personalizada como aplicaciones a la medida, pudiéndose incorporar a ésta nuevas funcionalidades.

➤ **Portabilidad**

El sistema será multiplataforma.

➤ **Hardware**

**Para las PCs clientes:**

- Se requiere tengan tarjeta de red.
- Al menos 64 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.
- Procesador 3 GHz como mínimo.

➤ **Software.**

- Navegador Web :Mozilla FireFox,Internet Explorer ó Safari.
- PHP Script language 5.2.5.
- Apache Server 2.2.4.
- Herramienta SIG a utilizar Mapguide Open Source 2.0.2.3011.

### 3.4 Descripción del Sistema Propuesto.

#### 3.4.1 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.

Tabla 1 Descripción del actor del sistema.

### 3.5 Diagrama de Casos de Uso del Sistema.

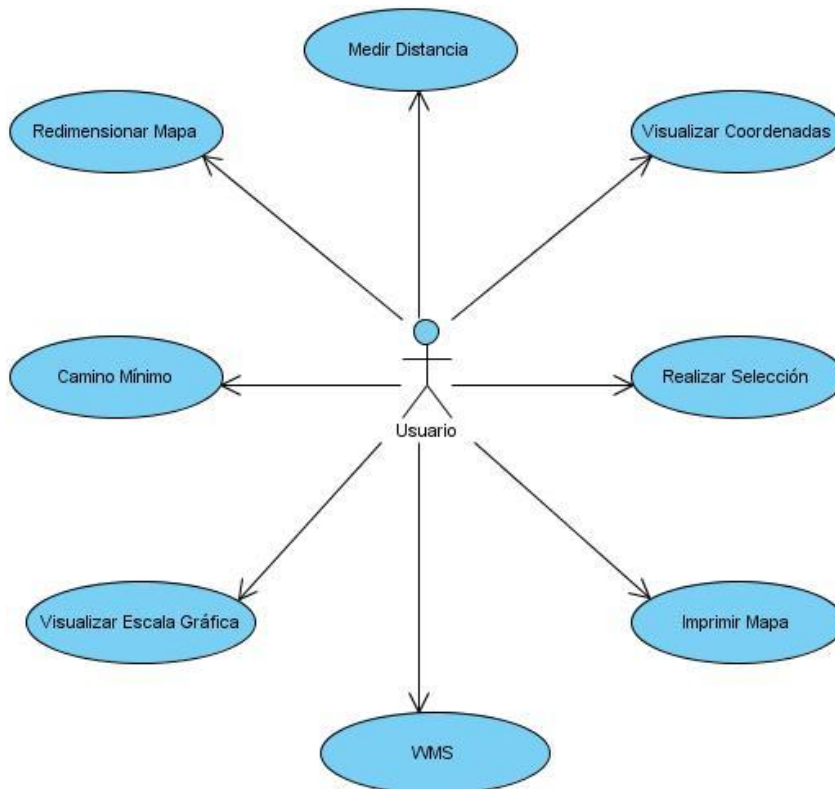


Figura 9 Diagrama de Casos de Uso del Sistema.

3.6 Descripción de los Casos de Uso del Sistema.


3.6.1 Descripción Textual del Caso de Uso Realizar Selección.

Caso de Uso:	<b>Realizar Selección</b>	
Actores:	Usuario	
Propósito	Este caso de uso se lleva a cabo con el objetivo de cambiar las capas seleccionables y visibles de un mapa.	
Resumen:	El caso de uso se inicia cuando el usuario desea seleccionar o deseleccionar alguna capa y termina cuando el sistema muestra las capas seleccionadas por el usuario.	
Referencias	<b>RF 1 , RF2</b>	
Flujo Normal de Eventos		
Acción del Actor	Respuesta del Sistema	
1- El actor selecciona las capas que serán visibles y seleccionables como se muestra en la interfaz 1 del SIG UCI MapGuide.	2-El sistema habilitará o desactivará las opciones de visualización o de selección de las capas.	
Prototipo de Interfaz		
Interfaz 1.		

Tabla 2 Descripción Textual del Caso de Uso Realizar Selección.

**3.6.2 Descripción Textual del Caso de Uso Redimensionar Mapa.**

Caso de Uso:	<b>Redimensionar Mapa.</b>	
Actores:	Usuario	
Propósito	Este caso de uso se lleva a cabo con el objetivo de cambiar la forma de visualizarse el mapa.	
Resumen:	El caso de uso se inicia cuando el usuario desea mover, ampliar o recentar el mapa y termina cuando el sistema muestra el mapa en el monitor como el usuario desea.	
Referencias	<b>RF3, RF3.1, RF3.2, RF3.3, RF3.4, RF3.5, RF3.6, RF4, RF5, RF6</b>	
Flujo Normal de Eventos		
Acción del Actor	Respuesta del Sistema	
<p>1- El actor selecciona la opción de redimensionar el mapa como se muestra en la interfaz 2 del SIG UCI MapGuide.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zoom +.</li> <li>• Zoom -.</li> <li>• Zoom Previo.</li> <li>• Zoom Siguiente.</li> <li>• Zoom Rectangular.</li> <li>• Paneo.</li> <li>• Vista Inicial Del Mapa.</li> <li>• Navegador Virtual.</li> </ul>	<p>2- El sistema realiza la operación según la opción seleccionada por el actor.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Si seleccionó “Zoom +”, ver sección “Zoom +”.</li> <li>• Si seleccionó “Zoom -”, ver sección “Zoom -”.</li> <li>• Si seleccionó “Zoom Previo”, ver sección “Zoom Previo”.</li> <li>• Si seleccionó “Zoom Siguiente”, ver sección “Zoom Siguiente”.</li> <li>• Si seleccionó “Zoom Rectangular”, ver sección “Zoom Rectangular”.</li> <li>• Si seleccionó “Paneo”, ver sección “Paneo”.</li> <li>• Si seleccionó “Vista Inicial del Mapa”, ver sección “Vista Inicial del Mapa”.</li> <li>• Si seleccionó “Navegador Virtual”,</li> </ul>	

	ver sección “Navegador Virtual”.
	3-El sistema procesa la opción y devuelve la visualización del resultado.
Prototipo de Interfaz	
Interfaz 2.	
	
Sección Zoom +.	
Acción del Actor.	Respuesta del Sistema.
1- El actor selecciona la opción zoom + y marca en el mapa lo que quiere aumentar: Un punto, cuando hace clic en un punto del mapa.	2-El sistema aumenta el zoom y disminuye la escala puntualmente (captura las coordenadas (x, y) y se mueve al centro del mapa el punto donde se dio clic disminuyendo al doble la escala.
Sección Zoom -.	
Acción del Actor.	Respuesta del Sistema
1-El actor selecciona el zoom – y marca un punto en el mapa.	2-El sistema aumenta la escala y disminuye el zoom del mapa en un punto determinado del mismo.
Sección Zoom Previo.	
Acción del Actor.	Respuesta del Sistema
1-El actor selecciona el zoom previo.	2- El sistema realiza un arreglo donde guarda dos variables (escala y centro de pantalla) de la visualización del mapa, y le pide al servidor los valores de estas variables, comprueba que tenga

	almacenado al menos un zoom anterior, cuando llega al primer zoom cargado esta opción se deshabilita de la barra de herramientas.
Sección Zoom Siguiente.	
Acción del Actor.	Respuesta del Sistema
1-El actor selecciona el zoom siguiente.	2- El sistema realiza un arreglo donde guarda la relación (escala, centro de pantalla) de la visualización del mapa, y le pide al servidor los valores de centro y escala del zoom siguiente, si no ha ido antes a un zoom anterior no se le habilita la opción del zoom siguiente hasta llegar al último zoom.
Sección Zoom Rectangular.	
Acción del Actor.	Respuesta del Sistema
1- El actor selecciona la opción Zoom Rectangular y marca en el mapa lo que quiere aumentar: Un rectángulo, cuando hace clic en un punto del mapa y arrastra el mouse hasta formar el rectángulo que desea.	2- El sistema aumentará el zoom y disminuye la escala del mapa rectangularmente (captura las coordenadas (x, y) de un punto seleccionado en la pantalla y la posición final del arrastre del mouse). Y mueve al centro de la pantalla todos los objetos que fueron marcados por el rectángulo.
Sección Paneo.	
Acción del Actor.	Respuesta del Sistema
1- El actor selecciona la opción Paneo y da clic en un punto determinado y arrastra el mouse.	2- El sistema calcula un $\Delta X$ y un $\Delta Y$ a partir del centro de pantalla y se obtiene un nuevo centro de pantalla hacia donde se



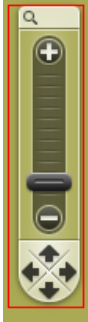
	movería el mapa. No varía la escala de representación del mapa.
Sección Vista Inicial del Mapa.	
Acción del Actor.	Respuesta del Sistema
1- El actor selecciona la opción Vista Inicial del Mapa.	2- El sistema muestra el mapa como se encontraba inicialmente.
Sección Navegador Virtual.	
Acción del Actor.	Respuesta del Sistema
1- El actor da clic en la dirección que desea mover el mapa como se muestra en la interfaz 3 del SIG UCI MapGuide.	2- El sistema le permite al actor mover el mapa en las ocho direcciones principales, permite realizar una simulación de una navegación que parte del conocimiento del centro de la pantalla y a partir de ahí posibilita que se le defina una cantidad 'X' de distancia y recentar el mapa. Permite navegar por una dirección determinada.
Prototipo de Interfaz	
Interfaz 3.	
	

Tabla 3 Descripción Textual del Caso de Uso Redimensionar Mapa.

### 3.6.3 Descripción Textual del Caso de Uso Camino Mínimo.

Caso de Uso:	<b>Camino Mínimo.</b>
Actores:	Usuario


Propósito	Este caso de uso se lleva a cabo con el objetivo de realizar el cálculo de distancia entre dos puntos para determinar el camino mínimo.	
Resumen:	El caso de uso se inicia cuando el usuario desea conocer el camino mínimo entre dos puntos y termina cuando el sistema muestra dicho camino.	
Referencias	<b>RF7</b>	
Flujo Normal de Eventos		
Acción del Actor	Respuesta del Sistema	
1- El actor selecciona la opción Calcular Ruta Mínima como se muestra en la interfaz 4 del SIG UCI MapGuide y selecciona en el mapa dando clic sobre los puntos a los que les quiere hallar la ruta mínima.	2-El sistema muestra el camino mínimo entre los dos puntos seleccionados dibujando una línea roja y muestra la distancia del camino mínimo como se muestra en la interfaz 5 del SIG UCI MapGuide.	
3-Si el actor desea eliminar el camino mínimo dibujado debe dar clic en el botón limpiar como se muestra en la interfaz 5 del SIG UCI MapGuide.	4-El sistema borra la línea dibujada.	
Prototipo de Interfaz		
Interfaz 4.		
		
Interfaz 5.		
<p><b>Camino Mínimo</b></p> <p>Obtener el camino mínimo entre dos puntos del mapa.</p> <p>Distancia <b>375.18</b> (Metros)</p> <p><input type="button" value="Limpiar"/></p>		

Tabla 4 Descripción Textual del Caso de Uso Camino Mínimo.

3.6.4 Descripción Textual del Caso de Uso Visualizar Coordenadas.

Caso de Uso:	<b>Visualizar Coordenadas.</b>	
Actores:	Usuario	
Propósito	Este caso de uso se lleva a cabo con el objetivo de visualizar las coordenadas "X" e "Y".	
Resumen:	El caso de uso se inicia cuando el actor realiza movimientos del cursor sobre el mapa y termina cuando el sistema muestra los valores de las coordenadas " X " e " Y " correspondientes al punto donde se encuentra ubicado el cursor.	
Referencias	<b>RF8</b>	
Flujo Normal de Eventos		
	Acción del Actor	Respuesta del Sistema
	1- El actor realiza movimientos del cursor sobre el mapa.	2-El sistema visualiza las coordenadas X e Y correspondientes al punto donde se encuentra ubicado el cursor como se muestra en la interfaz 6 del SIG UCI MapGuide.
Prototipo de Interfaz		
Interfaz 6.		
X: -82.465726, Y: 22.986421 (degree)		

Tabla 5 Descripción Textual del Caso de Uso Visualizar Coordenadas.

3.6.5 Descripción Textual del Caso de Uso Medir Distancia.

Caso de Uso:	<b>Medir Distancia</b>
Actores:	Usuario
Propósito	Este caso de uso se lleva a cabo con el objetivo de medir la distancia entre puntos en el mapa.
Resumen:	El caso de uso se inicia cuando el actor desea medir la distancia existente entre 2 ó más puntos en un mapa, y termina cuando el


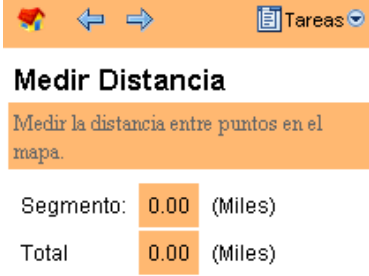
	sistema muestra los valores correspondientes.
Referencias	<b>RF 9</b>
Flujo Normal de Eventos	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1-El actor selecciona la opción Medir Distancia como se muestra en la interfaz 7 del SIG UCI MapGuide.	2-El sistema muestra la interfaz 8 del SIG UCI MapGuide.
3-El actor da clic izquierdo donde quiere que empiece y termine la distancia a medir.	4-El sistema dibuja una línea azul marcada por el actor y muestra la distancia del segmento y la distancia total.
5-Si el actor no desea seguir midiendo distancia le da clic en el botón Parar.	6-El sistema deja de dibujar la línea y muestra la distancia acumulada hasta ese momento.
7-Si el actor desea empezar nuevamente a medir distancias le da clic al botón Limpiar.	8-El sistema pone en 0 el valor del segmento y de la distancia total y borra la línea dibujada por el actor.
Prototipo de Interfaz	
Interfaz 7.	
	
Interfaz 8.	
	

Tabla 6 Descripción Textual del Caso de Uso Medir Distancia.

3.6.6 Descripción Textual del Caso de Uso Visualizar Escala Gráfica.

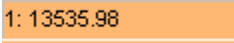
Caso de Uso:	<b>Visualizar Escala Gráfica.</b>	
Actores:	Usuario	
Propósito	Este caso de uso se lleva a cabo con el objetivo de visualizar la escala gráfica del mapa.	
Resumen:	El caso de uso se inicia cuando el actor realiza funciones de zoom sobre el mapa y termina cuando el sistema muestra la escala gráfica correspondiente al mapa visualizado.	
Referencias	<b>RF10</b>	
Flujo Normal de Eventos		
Acción del Actor	Respuesta del Sistema	
1- El actor realiza funciones de zoom sobre el mapa.	2-El sistema visualiza la escala gráfica del mapa como muestra en la interfaz 9 del SIG UCI MapGuide.	
Prototipo de Interfaz		
Interfaz 9.		
		

Tabla 7 Descripción Textual del Caso de Uso Visualizar Escala Gráfica.

3.6.7 Descripción Textual del Caso de Uso Imprimir Mapa.

Caso de Uso:	<b>Imprimir Mapa.</b>	
Actores:	Usuario	
Propósito	El caso de uso se lleva a cabo con el objetivo de imprimir el mapa.	
Resumen:	El caso de uso se inicia cuando el actor desea imprimir el mapa visualizado en la pantalla y termina cuando el sistema muestra una imagen de cómo quedará el mapa impreso.	
Referencias	<b>RF11</b>	
Flujo Normal de Eventos		



Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1-El actor selecciona la opción Imprimir Mapa como se muestra en la interfaz 10 del SIG UCI MapGuide.	2-El sistema muestra la interfaz 11 del SIG UCI MapGuide para que el actor seleccione si desea mostrar título, leyenda y norte del mapa a imprimir
3-El actor selecciona lo que desea imprimir conjunto al mapa.	3-El sistema muestra una imagen de cómo quedará el mapa impreso.
Prototipo de Interfaz	
Interfaz 10.	
	
Interfaz 11.	
<p><b>Imprimir Página</b></p> <p>Seleccione los elementos a imprimir.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Título  <input type="text" value="Uci"/></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Imprimir Leyenda  <input checked="" type="checkbox"/> Imprimir Fecha de Norte</p> <p><input type="button" value="Mostrar"/> <input type="button" value="Cancelar"/></p>	

Tabla 8 Descripción Textual del Caso de Uso Imprimir Mapa.

### 3.6.8 Descripción Textual del Caso de Uso WMS.

Caso de Uso:	<b>WMS</b>
Actores:	Usuario
Propósito	El caso de uso se lleva a cabo con el objetivo de obtener un mapa publicado en la red a través de un Servidor WMS.
Resumen:	El caso de uso se inicia cuando el actor desea obtener un mapa que se encuentra en un Servidor WMS dado y termina cuando el sistema muestra dicho mapa en la interfaz.
Referencias	<b>RF 12</b>

Flujo Normal de Eventos	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1-El actor selecciona la opción WMS como se muestra en la interfaz 12 del SIG UCI MapGuide.	2-El sistema muestra la interfaz 13 del SIG UCI MapGuide.
3-El actor selecciona el modo de la conexión a la cartografía.	4-El sistema muestra la interfaz 14 del SIG UCI MapGuide si el actor selecciona el modo automatizado, si es el modo manual muestra la interfaz 15 del SIG UCI MapGuide para que el usuario llene los campos requeridos en cada interfaz.
5-El usuario llena los campos necesarios y da clic en el botón Aceptar.	6-El sistema se conecta al servidor WMS y muestra como una imagen la cartografía descargada.
7-Si el usuario desea visualizar nuevamente la cartografía de la UCI da clic en el botón Cancelar.	8-El sistema muestra la cartografía de la UCI.
Prototipo de Interfaz	
Interfaz 12.	
	
Interfaz 13.	
<p><b>Conexión a Cartografía</b></p> <p>Automatizado: <input checked="" type="radio"/></p> <p>Manual: <input type="radio"/></p> <p>Aceptar Cancelar</p>	
Interfaz 14.	

**Conexión a Cartografía**

Servidores WMS:

-Select-

Aceptar Cancelar

---

**Interfaz 15.**

**Conexión a Cartografía**

Url:

Capas:

Estilo:

Versión: -Select-

SC:

Minx:

Miny:

Maxx:

Maxy:

Formato: -Select-

WIDTH:  HEIGHT:

Tabla 9 Descripción Textual del Caso de Uso WMS.

### 3.7 Conclusiones.

Como no se pudo identificar fácilmente procesos de negocios bien estructurados, se tomó la decisión de realizar el modelo de dominio, el cual permitió conocer con mayor profundidad los conceptos presentes en el entorno donde coexiste el problema. Se determinaron los requisitos funcionales que el sistema debe cumplir y los no funcionales que debe tener. Luego de establecidos los requisitos funcionales, se pudo identificar fácilmente el actor del sistema y los casos de usos referentes a los requisitos, los cuales fueron plasmados en el diagrama de casos de uso del sistema. La realización de la descripción textual de los casos de uso, permitió un mejor entendimiento de cómo funciona el sistema.



## ***CAPÍTULO 4: Construcción de la solución propuesta.***

### **4.1 Introducción.**

En este capítulo se presentan los principales artefactos para lograr la construcción del sistema como los diagramas de clases del diseño, el modelo de despliegue y el modelo de componente. Para un mejor entendimiento se explican además los patrones de diseño que se emplean. Se realiza el diseño de caso de prueba de cada caso de uso.

### **4.2 Patrones de diseño.**

#### **4.2.1 Patrones para asignar Responsabilidades (GRASP).**

##### **➤ Patrón Experto**

**Problema:** ¿Cuál es el principio fundamental en virtud del cual se asignan las responsabilidades en el diseño orientado a objetos? **(UCI, 2010)**

**Solución:** Asignar una responsabilidad al experto en información: la clase que cuenta con la información necesaria para cumplir la responsabilidad. **(UCI, 2010)**

**Aplicación:** Este patrón es muy utilizado por MapGuide, ya que el mismo define clases como MgMap, la cual posibilita la obtención de numerosas propiedades del mapa a consultar.

##### **➤ Patrón Creador.**

**Problema:** ¿Quién debería ser responsable de crear una nueva instancia de alguna clase? **(UCI, 2010)**

**Solución:** Asignarle a la clase B la responsabilidad de crear una instancia de clase A en uno de los siguientes casos:

- B agrega los objetos A.

- B contiene los objetos A.
- B registra las instancias de los objetos A o
- B utiliza especialmente los objetos A.
- B tiene los datos de inicialización que serán transmitidos a A cuando este objeto sea creado (así que B es un Experto respecto a la creación de A). B es un creador de los objetos A. **(UCI, 2010)**

**Aplicación:** En la clase Grafo se definen y ejecutan acciones, donde se crean los objetos de las clases que representa la clase Nodo, evidenciando que la clase Grafo es creadora de dicha entidad.

➤ **Patrón Alta Cohesión.**

**Problema:** ¿Cómo mantener la complejidad dentro de límites manejables? **(UCI, 2010)**

**Solución:** Asignar una responsabilidad de modo que la cohesión siga siendo alta. **(UCI, 2010)**

**Aplicación:** MapGuide permite asignar responsabilidades con una alta cohesión, ejemplo de ello es la clase MgMap que tiene la responsabilidad de definir acciones sobre una definición de mapas específica, así como instanciar otros objetos y acceder a las propiedades.

➤ **Patrón Controlador.**

**Problema:** ¿Quién debería encargarse de atender un evento del sistema? **(UCI, 2010)**

**Solución:** Asignar la responsabilidad del manejo de un mensaje de los eventos de un sistema a una clase que represente una de las siguientes opciones:

- el “sistema” global (controlador de fachada).
- la empresa u organización global (controlador de fachada).
- algo en el mundo real que es activo (por ejemplo, el papel de una persona) y que pueda participar en la tarea (controlador de tareas).

- un manejador artificial de todos los eventos del sistema de un caso de uso, generalmente denominados “Manejador<NombreCasodeUso>” (controlador de casos de uso).

**Aplicación:** Todas las peticiones Web son manejadas por la clase controladora Mainframe, la cual se encarga de manejar todas las acciones a realizar.

### 4.3 Diagramas de Clases.

Un diagrama de clases del diseño Web permite describir gráficamente un conjunto de clases, así como las relaciones entre ellas, logrando de esta forma una muestra del sistema importante para la implementación. Para un mayor entendimiento de los diagramas referentes a cada caso de uso, se muestra la tabla 10 con la terminología utilizada en los diagramas. A continuación en la figura 12 se muestra el diagrama de clases del diseño del Caso de Uso Redimensionar Mapa. Los diagramas de diseño correspondientes a los demás Casos de Uso pueden ser consultados en el [Anexo 1](#).

Clases	Descripción
<b>SP</b>	Representa una página servidora utilizada para el acceso a datos.
<b>CP</b>	Representa una página HTML.

Tabla 10 Leyenda de los diagramas de clase del diseño.

4.3.1 Diagrama de clase del diseño del Caso de Uso Redimensionar Mapa.

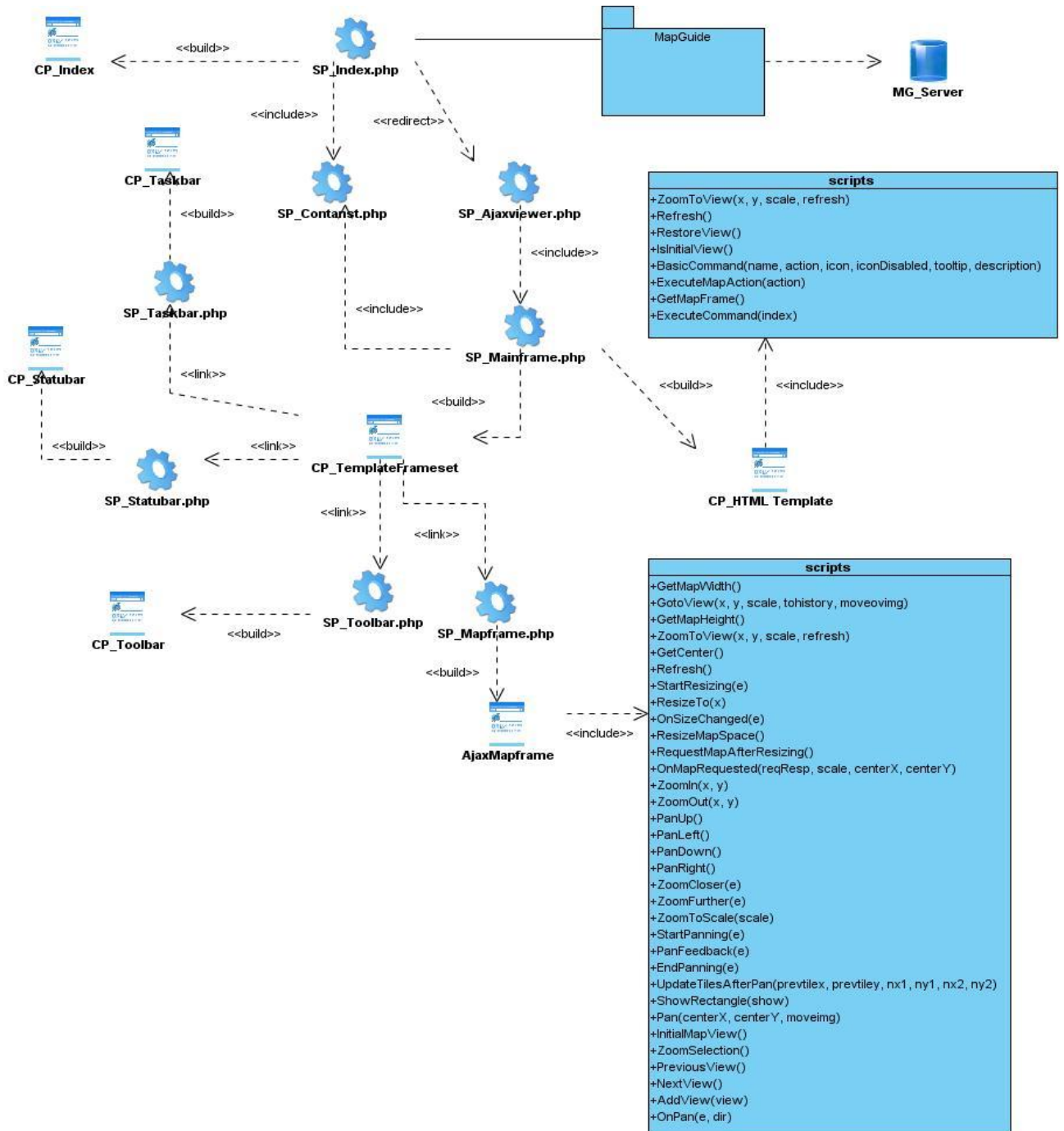


Figura 10 Diagrama de clase del diseño del Caso de Uso Redimensionar Mapa.

A continuación se muestran en la figura 11, las clases que están contenidas dentro del framework MapGuide, las cuales son utilizadas en el diseño de todos los Casos de Uso.

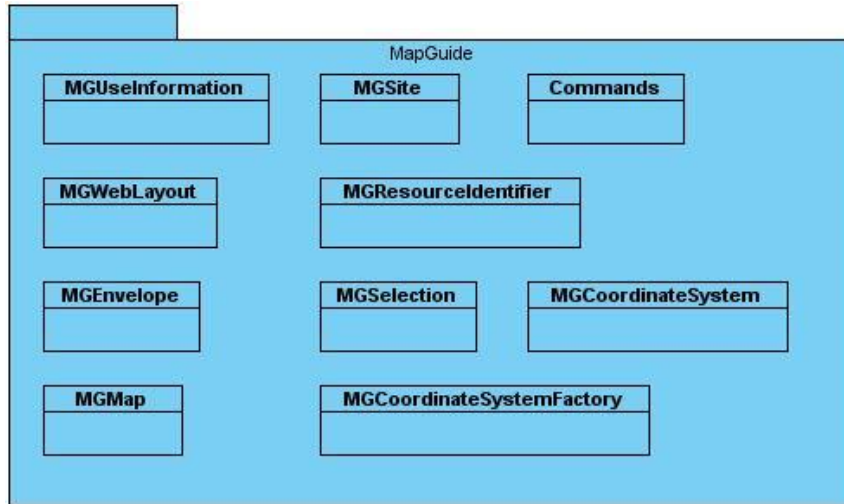


Figura 11 Clases del framework MapGuide.

#### **4.4 Modelo de Despliegue.**

El diagrama de despliegue correspondiente al SIG desarrollado, como se muestra en la figura 12, consta de una computadora cliente, en la cual los usuarios pueden visualizar e interactuar con la aplicación que se encuentra en el servidor Web. Este servidor es el encargado de responder las peticiones de las computadoras clientes y a su vez está conectado al servidor de mapas, el cual es el encargado de administrar los mapas necesarios para el funcionamiento correcto de la aplicación SIG UCI MapGuide. La computadora cliente a su vez estará conectada a una impresora, que posibilitará la impresión de los mapas.

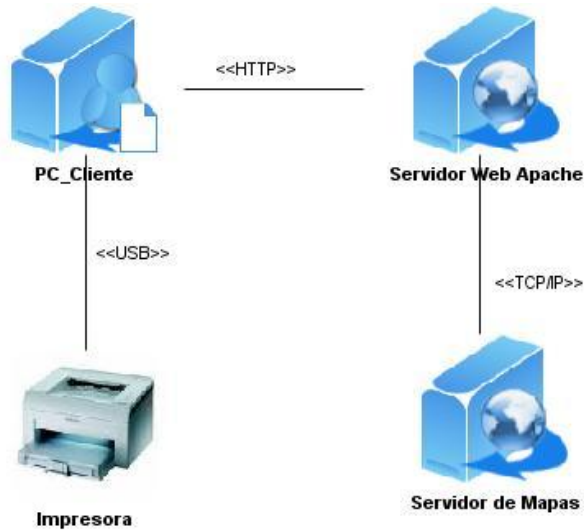


Figura 12 Diagrama de Despliegue.

## 4.5 Modelo de Implementación.

### 4.5.1 Diagrama de componentes.

A continuación se muestra en la figura 13 la vista general del diagrama de componentes correspondiente al sistema desarrollado. Para un mejor entendimiento de dicho diagrama se expone además, en las figuras 14 y 15 una vista detalla de los paquetes Presentación y Módulos, así como los componentes que contiene cada paquete en específico.

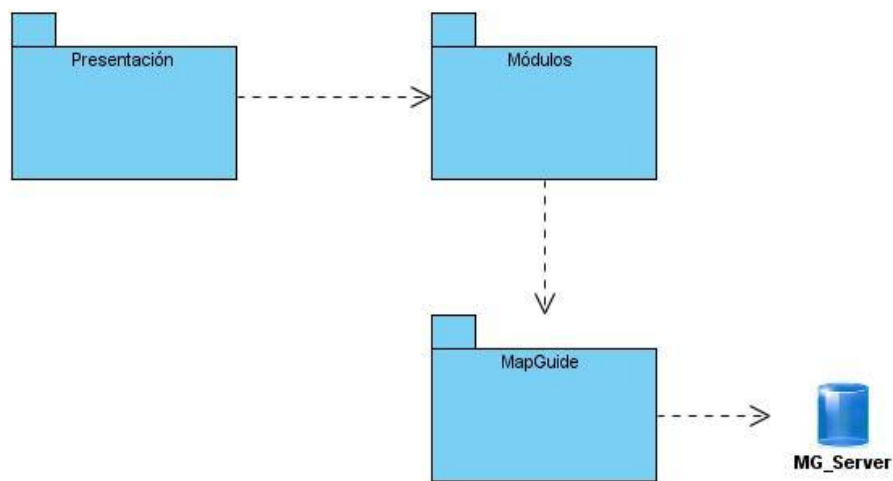


Figura 13 Vista General Del Diagrama de Componentes.

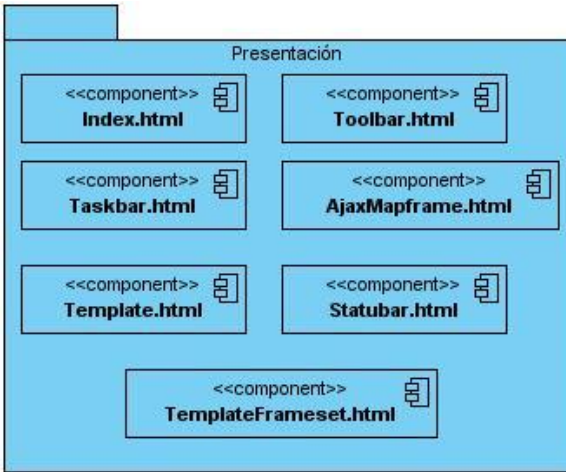


Figura 14 Vista Detallada Del Paquete Presentación.

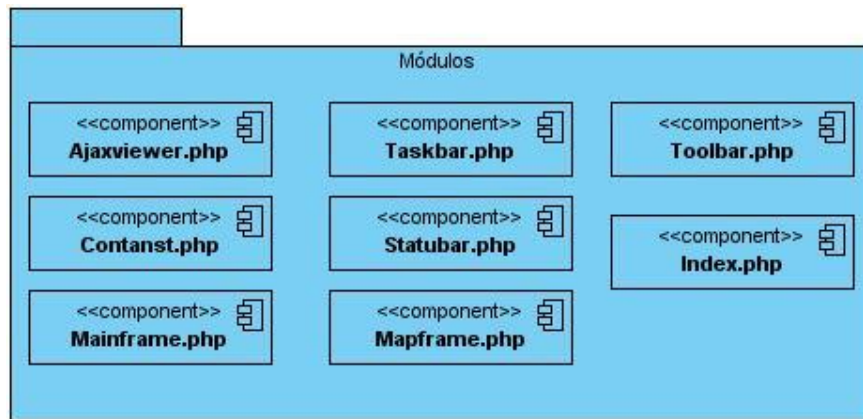


Figura 15 Vista Detallada Del Paquete Módulo.

#### 4.6 Validación de la solución propuesta.

A continuación en las tablas 11 y 12 se muestra el diseño de casos de prueba de caja negra de los Casos de Usos Camino Mínimo y WMS. Para ello solo es necesario conocer la interfaz y tratar de probar cada uno de los elementos que componen a la misma.

**4.6.1 Diseño de prueba del Caso de Uso Camino Mínimo.**

Nombre de la sección	Escenarios de la sección	Descripción de la funcionalidad.	Flujo Central
SC1: Camino Mínimo	EC 1.1: El usuario selecciona con un clic la opción “Calcular Ruta Mínima” de la barra de herramientas, realiza dos clic en el mapa sobre los lugares que desea conocer la ruta mínima entre ellas.	El sistema traza una línea entre los lugares especificados por el usuario. El cálculo de la ruta mínima se expresa en metros	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Barra de herramientas.</li> <li>- Calcular Ruta Mínima.</li> </ul>

Tabla 11 Diseño de prueba del Caso de Uso Camino Mínimo.

**4.6.2 Diseño de prueba del Caso de Uso WMS.**

Nombre de la sección	Escenarios de la sección	Descripción de la funcionalidad.	Flujo Central
SC1: Conexión Digital.	EC 1.1: El usuario selecciona con un clic la opción “Conexión Digital” de la barra de herramientas.	El sistema muestra las opciones “Automatizado” y “Manual” para conectarse a la cartografía	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Barra de herramientas.</li> <li>- Conexión Digital.</li> </ul>
SC2: Modo automatizado.	EC 2.1: Selección de la opción “Automatizado”.	El sistema muestra los servidores WMS a conectarse.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Barra de herramientas.</li> <li>- Conexión Digital.</li> <li>- Automatizado.</li> </ul>
	EC2.2: Seleccionar el servidor WMS a conectarse.	El sistema muestra la imagen de la cartografía obtenida del servidor WMS seleccionado.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Barra de herramientas.</li> <li>- Conexión Digital.</li> <li>- Automatizado.</li> </ul>



	EC2.3: Cancelar servicio.	El sistema muestra la vista inicial del mapa.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Barra de herramientas.</li> <li>- Conexión Digital.</li> <li>- Automatizado.</li> <li>- Cancelar</li> </ul>
SC3: Modo manual.	EC3.1: Selección de la opción "Manual".	El sistema muestra el formulario con los campos a llenar correspondiente a esta opción: URL, Capas, Estilo, Versión, SC, Minx, Miny, Maxx, Maxy, Formato, Width, Height.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Barra de herramientas.</li> <li>- Conexión Digital.</li> <li>- Manual.</li> </ul>
	EC3.2: Dejar campos en blanco.	El sistema muestra un mensaje informando al usuario de los campos en blanco "No puede dejar campos vacíos".	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Barra de herramientas.</li> <li>- Conexión Digital.</li> <li>- Manual.</li> </ul>
	EC2.3: Cancelar servicio.	El sistema muestra la vista inicial del mapa.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Barra de herramientas.</li> <li>- Conexión Digital.</li> <li>- Manual.</li> <li>- Cancelar</li> </ul>

Tabla 12 Diseño de prueba del Caso de Uso WMS.

#### 4.7 Conclusiones.

En este capítulo se desarrollaron los principales artefactos para llevar a cabo el proceso de diseño e implementación, necesarios para la construcción del sistema. Mediante la realización del Modelo de Despliegue, se describe como está distribuida física y lógicamente la arquitectura del sistema y sus conexiones. La realización del Modelo de Implementación, permitió detallar los componentes creados para el desarrollo de la aplicación y la relación entre ellos. Se llevó a cabo la elaboración de los diseños de pruebas de Caja Negra, con el que se pretende probar cada uno de los elementos que componen la interfaz, permitiendo así validar la solución propuesta.

## **CONCLUSIONES**

Luego de haber realizado un estudio de los Sistemas de Información Geográfica y de las soluciones existentes, se pudo reconocer la importancia que brinda la herramienta MapGuide para el desarrollo de Sistemas de Información Geográfica. La misma permite soluciones rápidas y eficientes, debido a que su arquitectura es flexible en cuanto a diferentes plantillas, permite la personalización, ya que se puede adaptar a cualquier negocio con mucha facilidad, ayuda a tomar mejores decisiones en menos tiempo y además permite implementar fácilmente la conexión a servicios de cartografías digitales publicadas en la Web.

Debido a que los componentes de la herramienta MapGuide, están sencillamente estructurados y el lenguaje de programación es sencillo, se pudo implementar fácilmente el Camino Mínimo. Esta funcionalidad permite conocer la ruta mínima entre dos puntos cualesquiera y además conocer la distancia de dicha ruta.

El hecho de que el Sistema de Información Geográfica desarrollado, sea totalmente libre, posibilita que pueda ser distribuido a cualquier empresa interesada, modificado a sus necesidades y contar con un grupo de desarrollo cubano, encargado de manejar el sistema y desarrollar planes para su mejora e implementación y para actualizar la información.

Con la utilización de la herramienta MapGuide, se obtuvo un Sistema de Información Geográfica, que no solo permite realizar una navegación básica sobre los objetos georreferenciados en la cartografía, sino que además permite calcular la ruta mínima, imprimir dicho mapa, y el más importante es que mediante la conexión a servicios de cartografías digitales publicadas en la Web, se pueden visualizar las imágenes de los mapas obtenidos. Además se puede contar con la documentación técnica del proceso de desarrollo, la cual permite un mejor entendimiento del SIG desarrollado, y puede ser utilizada como guía para futuras actualizaciones o para continuar el desarrollo del sistema, llevando a cabo la implementación de nuevas funcionalidades.

## **RECOMENDACIONES**

Luego de haber concluido el SIG propuesto y cumplido los objetivos trazados, se plantean las siguientes recomendaciones:

- Continuar desarrollando funcionalidades para adicionárselas al SIG desarrollado.
- Trabajar en mejoras en cuanto al diseño del sistema, teniendo en cuenta la opinión de los usuarios.
- Desarrollar aplicativos con la herramienta propuesta, ya que existe la documentación necesaria para el mismo.

## **REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA**

- Díaz Cisneros, Luís R. y Candeaux Duffatt, Rafael. 1994. s.l. : Revista Internacional de Ciencias de la Tierra, Julio de 1994, Revista Internacional de Ciencias de la Tierra. ISSN: 1.131-9.100.
- ESRI España Geosistemas, S.A. 1991. *ESRI España*. [En línea] 1991. <http://www.esri.es/index.asp?pagina=267>.
- Flores Lanuza, Mario. 2003. *gvSIG- Conselleria de Infraestructura y Transporte*. [En línea] 2003. <http://www.gvsig.gva.es>.
- Olaya, Victor y Luaces, Miguel R. 2007. *Sistemas de Información Geográfica*. Primera edición. 2007.
- SuperMap Technologies Inc. 2000. *SuperMap*. [En línea] 2000. <http://www.supermap.com/>.
- Torres Rodríguez, Alexander. 2008. Ciudad de la Habana. Cuba : s.n., Septiembre de 2008, Revista Internacional de Ciencias de la Tierra. ISSN: 1.131-9.100.
- UCI. 2010. *Entorno Virtual de Aprendizaje*. [En línea] 2010. <http://eva.uci.cu/mod/resource/view.php?id=14075>.
- Van Der Henst, Christian. 2001. maestros del web. [En línea] 23 de Mayo de 2001. <http://www.maestrosdelweb.com/editorial/phpintro/>.

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. 2009. Aeroterra. Soluciones Geográficas. [En línea] Septiembre de 2009. <http://www.aeroterra.com>.
2. Aja, Lic. Lourdes Quiroga. 2002. *Gestión de información, gestión del conocimiento y gestión de la calidad en las organizaciones*. 2002.
3. Allegue, Facundo G. y Bugaletto, Lic. Guillermo. 2001. UML Lenguaje Unificado de Modelamiento. [En línea] 1.4, Septiembre de 2001. [http://www.neuronsrl.com.ar/training/uml/uml\\_despliegue.html](http://www.neuronsrl.com.ar/training/uml/uml_despliegue.html).
4. *Aplicación de Sistemas de Información Geográfica en Cuba*. Dr. Batista Silva, José Luis. 2005. Noviembre de 2005, Revista Internacional de Ciencias de la Tierra. ISSN: 1.131-9.100.
5. *Asynchronous JavaScript and XML (AJAX)*. Morán Retana, Juan.
6. Bello del Pino, Daily y Fernández Fernández, Susana Alicia. 2009. *Desarrollo del Sistema para la Reservación de Tiempos de Máquina de los Laboratorios en la Universidad de las Ciencias Informática*. Ciudad de La Habana : s.n., 2009.
7. Carrera, Dna Sara Carrera. 2007. *Adquisición semi-automática del conocimiento: una arquitectura preliminar*. 2007.
8. Ciberaula. *Una Introducción a APACHE*. [En línea] [http://linux.ciberaula.com/articulo/linux\\_apache\\_intro/](http://linux.ciberaula.com/articulo/linux_apache_intro/).
9. Curbelo Carmona, Marcel. 2009. *Desarrollo de un sistema para la gestión del proceso de transferencia de archivos del sistema SAREN*. Ciudad de La Habana : s.n., 2009.
10. CHACÓN, JULIO CÉSAR RUEDA. marzo de 2006. *APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA RUP PARA EL ESTÁNDAR J2EE*. Guatemala : s.n., marzo de 2006.
11. Dartle, Phil. 2009. *INFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN*. 2009.
12. Díaz Cisneros, Luís R. y Candeaux Duffatt, Rafael. 1994. s.l. : Revista Internacional de Ciencias de la Tierra, Julio de 1994, Revista Internacional de Ciencias de la Tierra. ISSN: 1.131-9.100.
13. 2001. *Diccionario de la Real Academia Española*. 2001.
14. Domínguez Bravo, Javier. 2000. *Breve Introducción a la Cartografía y a los Sistemas de Información Geográfica (SIG)*. s.l. : Editorial CIEMAT, 2000. ISSN: 1135-9420.
15. Duque, Raúl González. *Python para todos*.

16. *El diseño metodológico de la investigación científica*. Martinto, MSc. Pedro Carlos Pérez. 2009. 2009.
17. *El Lenguaje Unificado de Modelado (UML)*. Hernández Orallo, Enrique.
18. ESRI España Geosistemas, S.A. 1991. *ESRI España*. [En línea] 1991. <http://www.esri.es/index.asp?pagina=267>.
19. Faga, Roberto. 2000. *Como profundizar en el análisis de sus costos para tomar mejores decisiones empresariales*. Buenos Aires : s.n., 2000.
20. Flores Lanuza, Mario. 2003. *gvSIG- Conselleria de Infraestructura y Transporte*. [En línea] 2003. <http://www.gvsig.gva.es>.
21. FRANCO, JAIRO ALFONSO SILVA y RIVERO OLARTE, RAÚL FERNANDO. 2009. *SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA APOYAR EL CONTROL PRENATAL*. 2009.
22. Fundación Gabriel Piedrahita Uribe. 2005. Eduteka. [En línea] 11 de Junio de 2005. <http://www.eduteka.org/SIG3.php>.
23. Garcia, Fernando. 2009. *Arquitectura 3 capas*. 2009.
24. Gracia, Joaquin. 2005. *IngenieroSoftware*. [En línea] 27 de Mayo de 2005. <http://www.ingenierosoftware.com/analisisydiseno/patrones-diseno.php>.
25. Grupo Soluciones Innova. *Soluciones y propuestas Rational*. [En línea] <http://www.rational.com.ar/herramientas/rup.html>.
26. HOOPING PUBLICIDAD S.L. 2008. Diseño de paginas web. *Hooping.net*. [En línea] 2008. <http://www.hooping.net/faq-html.aspx>.
27. 2004. Instituto de Estudios Altoaragoneses. [En línea] 2004. [www.iea.es/\\_docum/SIG1.PDF?IEA](http://www.iea.es/_docum/SIG1.PDF?IEA).
28. jacobson, booch y rumbaugh. 2000. *El proceso unificado de desarrollo de software*. 2000.
29. *La gestión de información como herramienta fundamental en el desarrollo de los centros toxicológicos*. Capote Marrero, Lic. Belina, González Machín, Dr. Diego y Rodríguez Durán, Lic. Emma. 2003. 2003.
30. *La Observación*. Martinto, MSc. Pedro Carlos Pérez. 2009. 2009.
31. Maldonado, Daniel Martin. 2008. *SQLite, el motor de base de datos ágil y robusto*. 2008.
32. 1998. *Manual de fluidos*. MI Drilling Fluid.USA : s.n., 1998.
33. Nieto Pérez, Iván. 2009. Herramientas para desarrolladores. *El Código*. [En línea] 26 de Abril de 2009. <http://www.elcodigo.net/tutoriales/javascript/javascript1.html>.

34. Olaya, Victor y Luaces, Miguel R. 2007. *Sistemas de Información Geográfica*. Primera edición. 2007.
35. Orallo, Enrique Hernández. *El Lenguaje Unificado de Modelado (UML)*.
36. Pere, Martra. 2009. Introducción a UML. *Programacion en castellano*. [En línea] 2009. <http://www.programacion.com/tutorial/uml>.
37. Prado Ajona, Guillermo. Página Web sobre HTML y CSS. [En línea] <https://belenus.unirioja.es/~guprado/pagweb/carachtml.html>.
38. Pressman, Roger. 2004. *Ingeniería de Software. Un enfoque práctico. Vol I, vol II*. La Habana, Cuba : Editorial Félix Varela, 2004.
39. Prof. Bosque Sendra, Joaquín. 1995. Noviembre de 1995, Revista Internacional de Ciencias de la Tierra. ISSN: 1.131-9.100.
40. Ramos Molina, Jorge Leslie. 2008. *Portal Web para la gestión de los servicios brindados por el Policlínico-Hospital-UCI*. Ciudad de La Habana : s.n., 2008.
41. Rivera, Prof. Dr. José Rodríguez de. *Complejidad*. Univ. Politécnica de Madrid, Univ. Alcalá de Henares : s.n.
42. Rodas Hinostraza, Raul. 2007. LinuxCentro.net. [En línea] 22 de Febreo de 2007. <http://www.linuxcentro.net/linux/staticpages/index.php?page=CaracteristicasPHP>.
43. Sande, Martín. 2004. *Programación en C++ con Qt bajo Entorno GNU/Linux*. 2004.
44. Sanz, Laura Bermejo y Gómez Monreal, Enrique. *Eclipse como IDE*.
45. Soluciones Gráficas S.A. 2005. SolGraf. [En línea] Noviembre de 2005. [http://www.solgrafperu.com/productos/geomedia\\_web/geomedia\\_webmap.htm](http://www.solgrafperu.com/productos/geomedia_web/geomedia_webmap.htm).
46. Suárez, Elizabeth Sánchez y García Fernández, Angel. 2009. *Sistema para la Gestion de Informacion de Pérdida de Circulacion durante la perforacion de Pozos Petroleros*. Habana : s.n., 2009.
47. SuperMap Technologies Inc. 2000. *SuperMap*. [En línea] 2000. <http://www.supermap.com/>.
48. Thompson, Ivan. 2008. PromonegocioS.net. [En línea] Octubre de 2008. <http://www.promonegocios.net/mercadotecnia/definicion-informacion.html>.
49. Torres Rodríguez, Alexander. 2008. Ciudad de la Habana. Cuba : s.n., Septiembre de 2008, Revista Internacional de Ciencias de la Tierra. ISSN: 1.131-9.100.

50. Torres, Andres Estevéz. El Petróleo. *El Petróleo*. [En línea] [Citado el: 15 de 11 de 2009.] [http://www.portalplanetasedna.com.ar/el\\_petroleo.htm..](http://www.portalplanetasedna.com.ar/el_petroleo.htm..)
51. UCI. 2010. *Entorno Virtual de Aprendizaje*. [En línea] 2010. [Citado el: 2 de Mayo de 2010.] <http://eva.uci.cu/mod/resource/view.php?id=14095>.
52. —. 2010. *Entorno Virtual de Aprendizaje*. [En línea] 2010. <http://eva.uci.cu/mod/resource/view.php?id=14075>.
53. —. Entorno Virtual de Aprendizaje. [En línea] [Citado el: 2 de Mayo de 2010.] <http://eva.uci.cu/mod/resource/view.php?id=14095>.
54. Unzurrunzaga, Carolina, Genoves, Patricia y Petruccelli, Mabel. 2007. FaHCE. [En línea] Mayo de 2007. <http://www.fahce.unlp.edu.ar/academica/Areas/geografa/Catedras/tcnicasdeanlisisespacial/>.
55. Van Der Henst, Christian. 2001. maestros del web. [En línea] 23 de Mayo de 2001. <http://www.maestrosdelweb.com/editorial/phpintro/>.



# ANEXOS

## Anexo 1

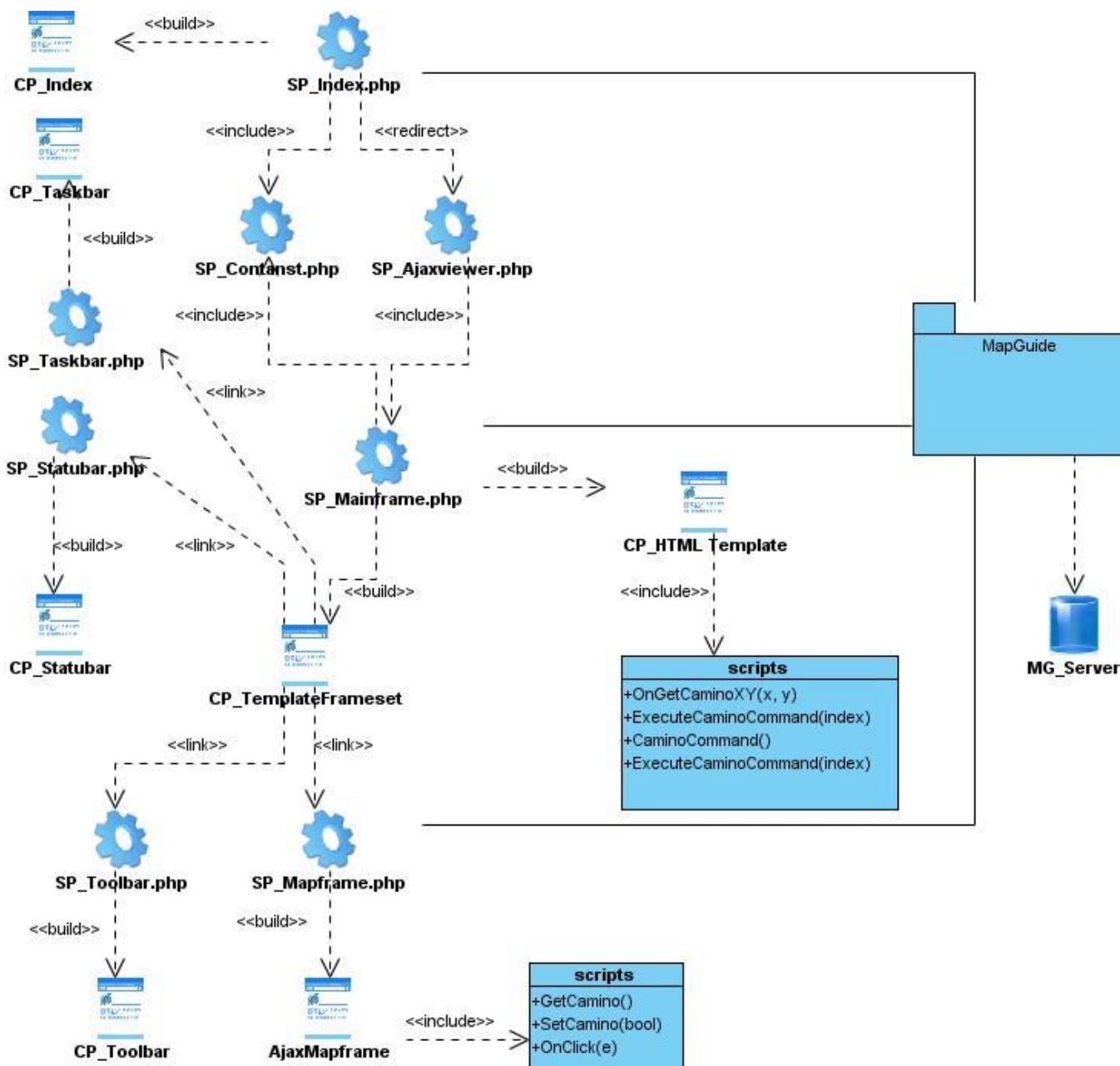


Figura 16 Diagrama de clase del diseño del Caso de Uso Camino Mínimo.

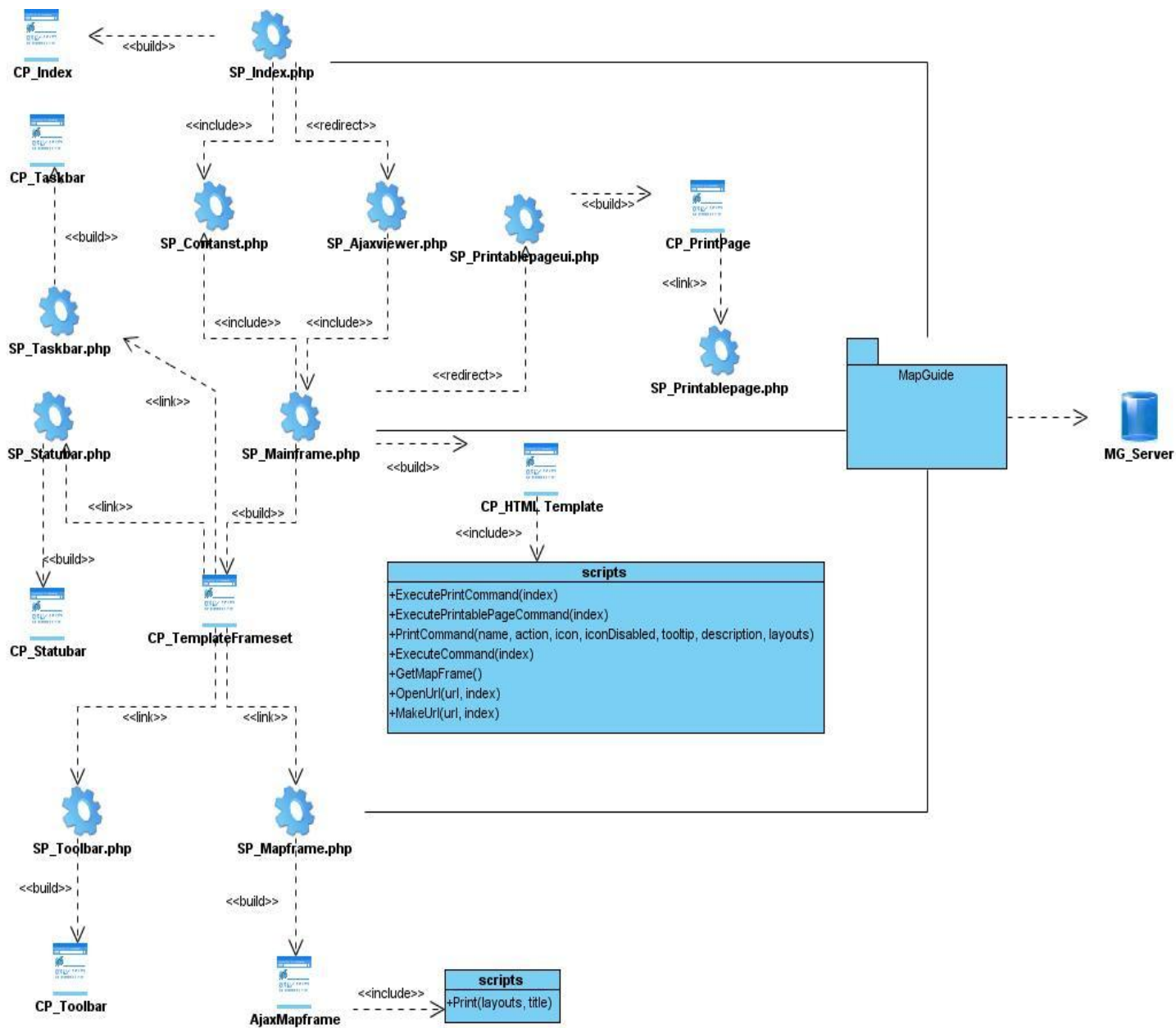


Figura 17 Diagrama de clase del diseño del Caso de Uso Imprimir Mapa.

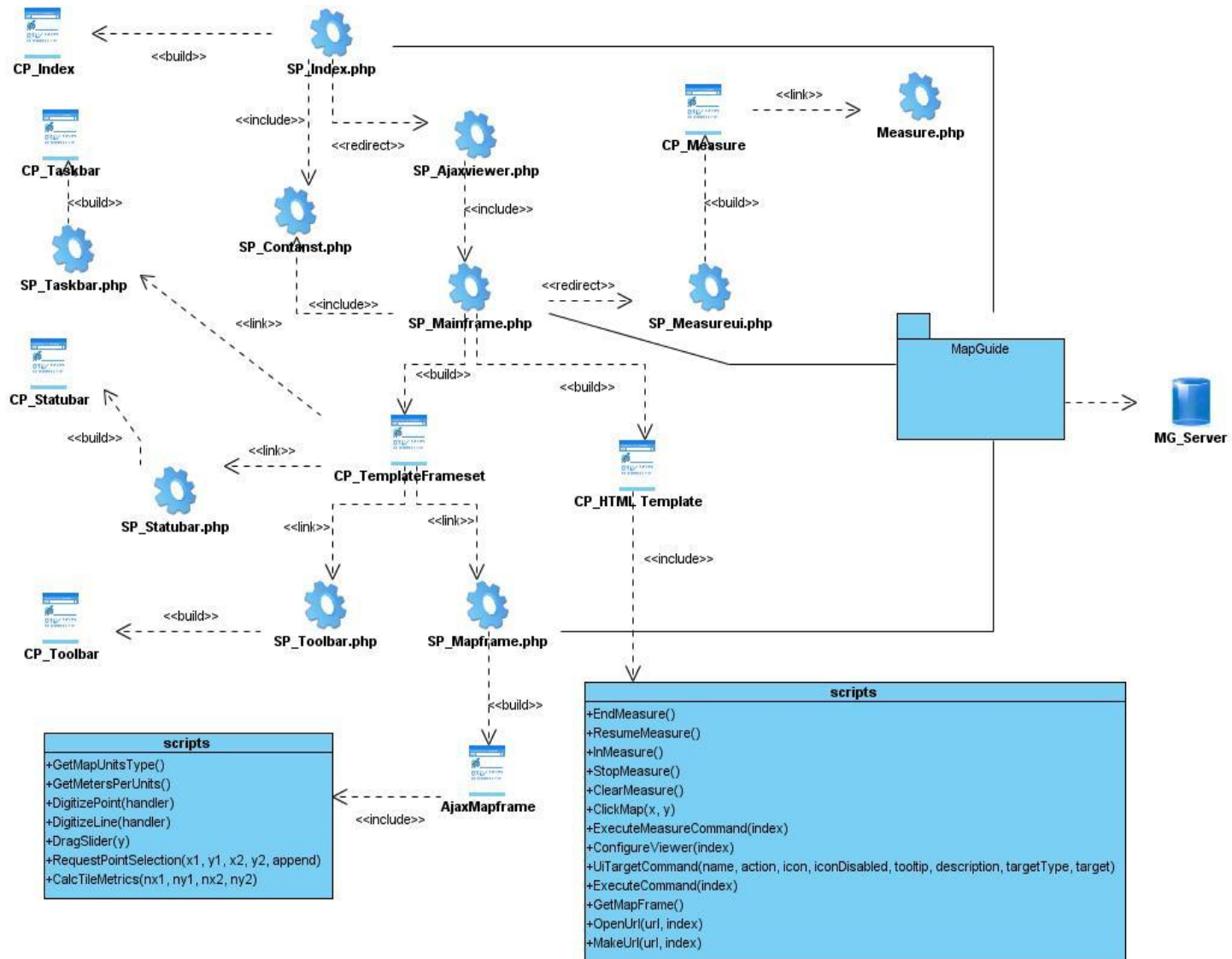


Figura 18 Diagrama de clase del diseño del Caso de Uso Medir Distancia.

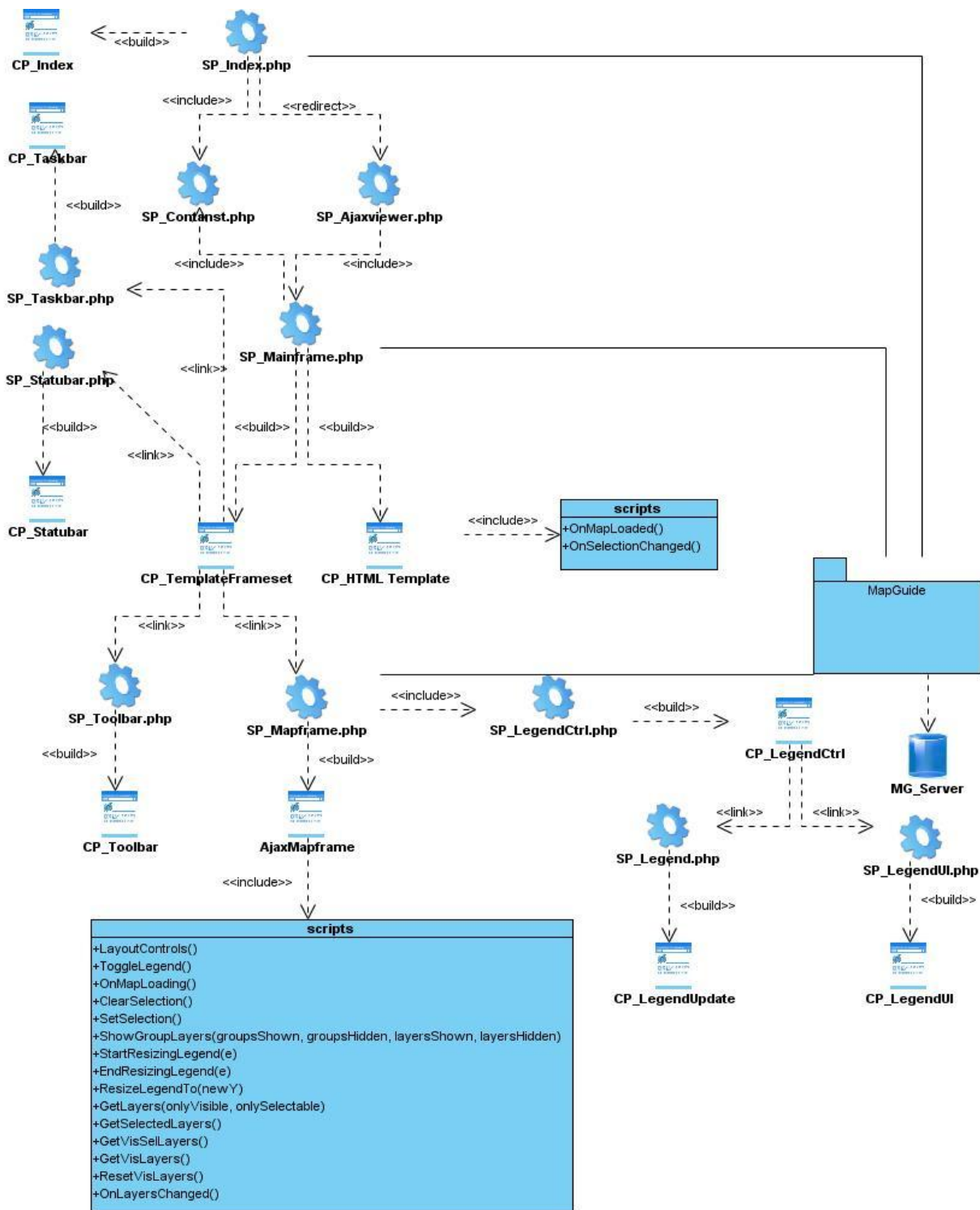


Figura 19 Diagrama de clase del diseño del Caso de Uso Realizar Selección.

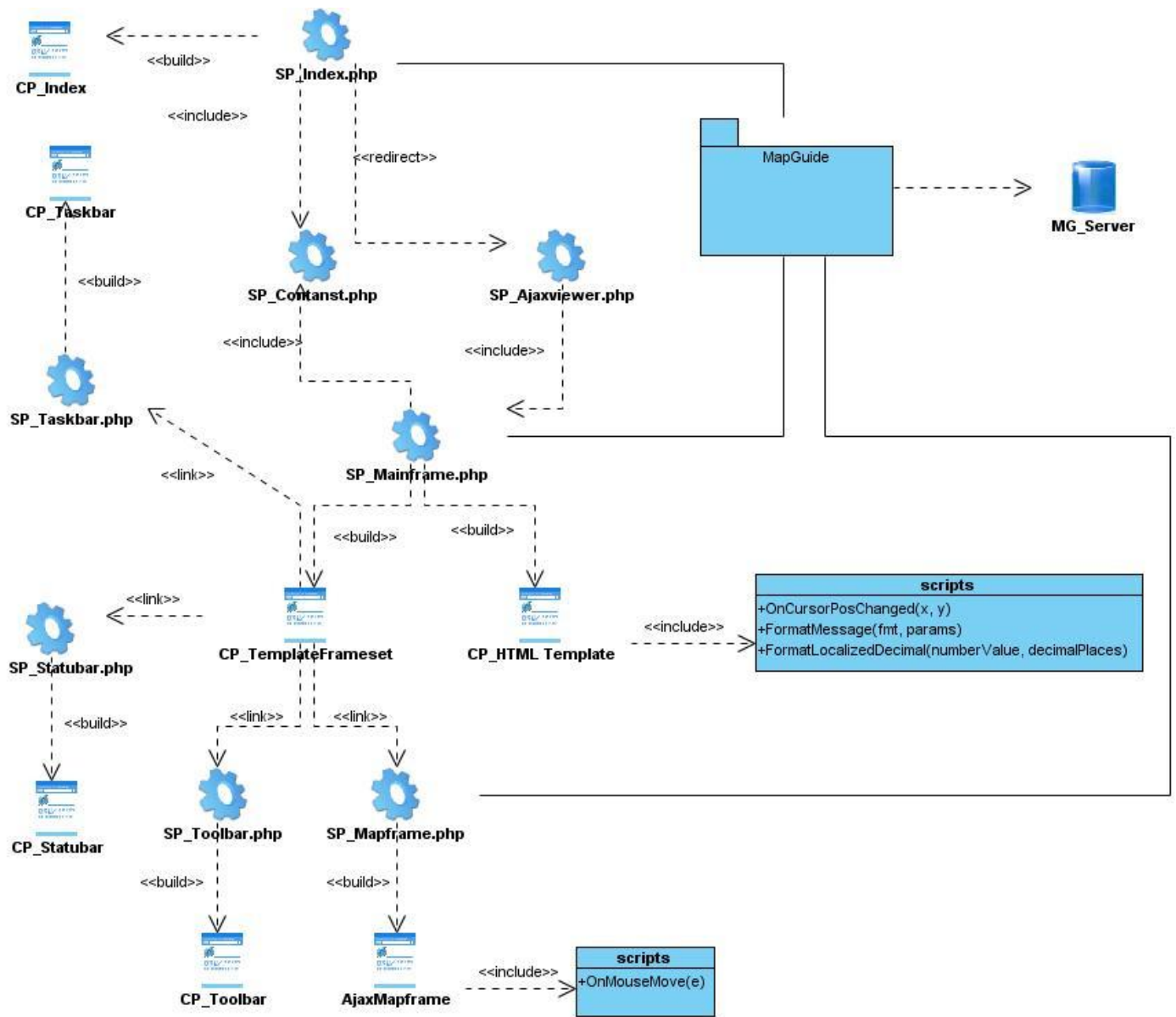


Figura 20 Diagrama de clase del diseño del Caso de Uso Visualizar Coordenadas.

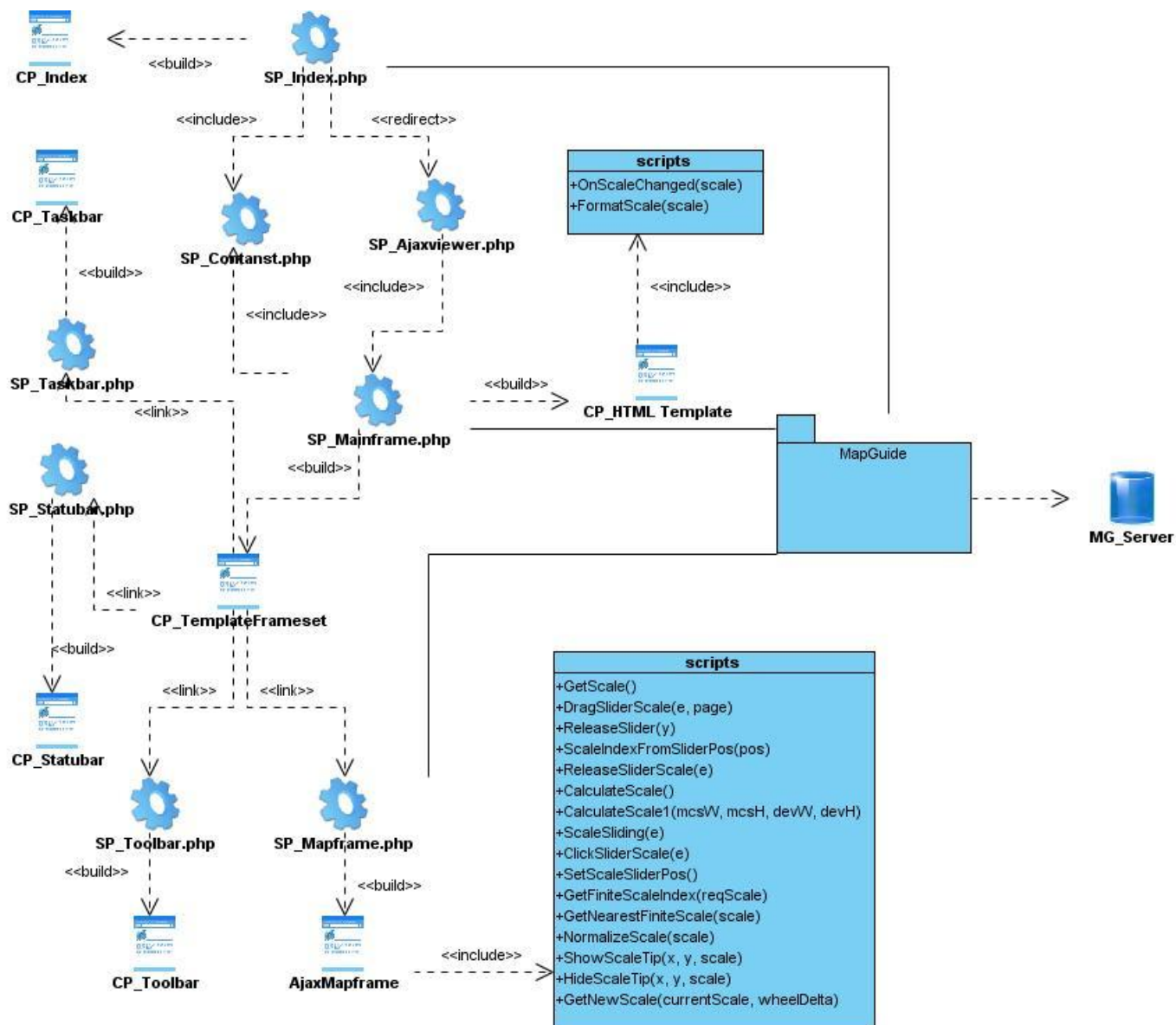


Figura 21 Diagrama de clase del diseño del Caso de Uso Visualizar Escala Gráfica.



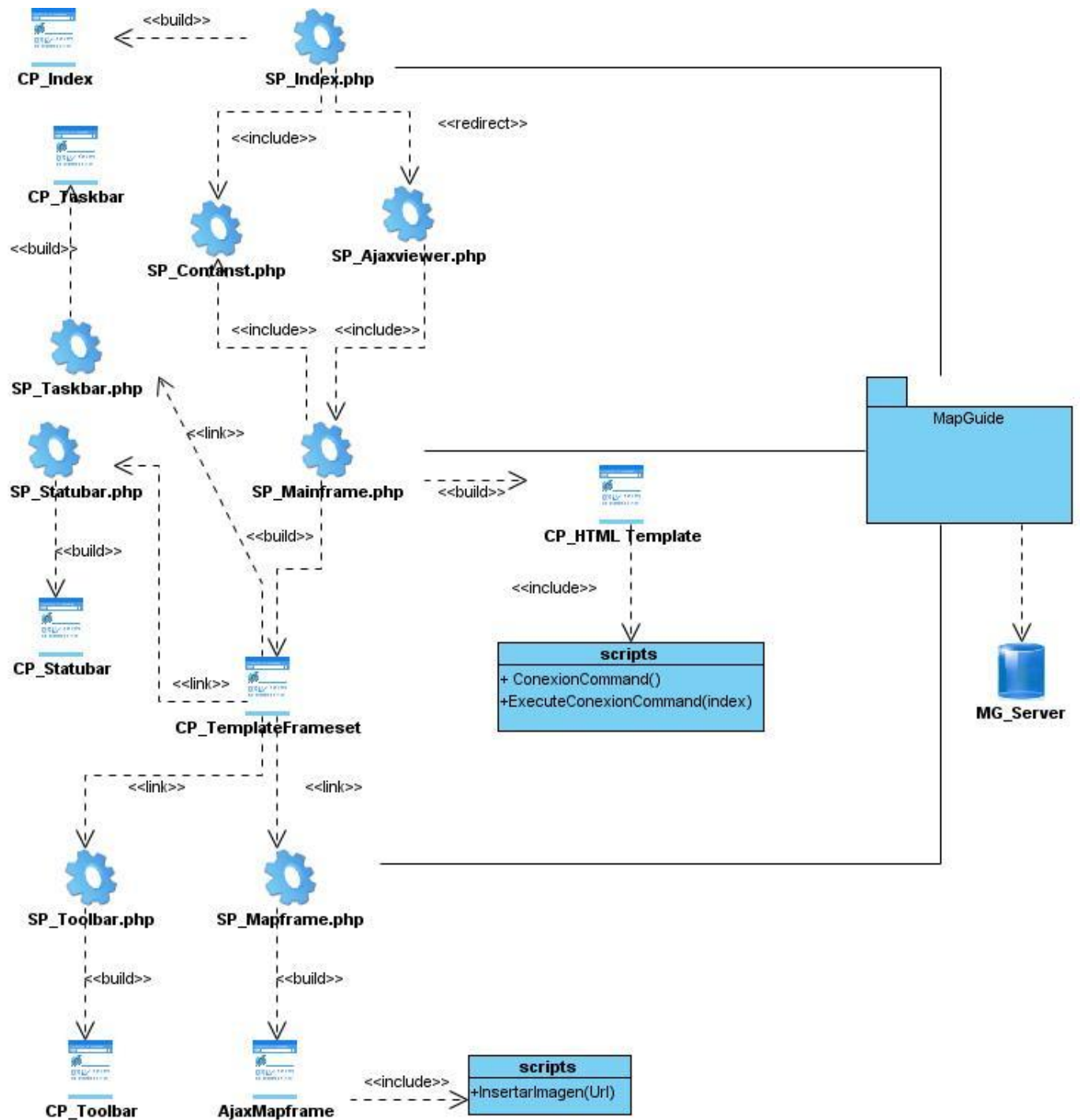


Figura 22 Diagrama de clase del diseño del Caso de Uso WMS.

## **GLOSARIO**

**CAD:** Diseño Asistido por Computadora. Consiste en usar las computadoras para diseñar productos, permitiendo a los usuarios elaborar modelos tridimensionales con características físicas como peso, volumen y centro de gravedad.

**CP:** Páginas clientes que representan una página HTML.

**Framework:** Estructura conceptual y tecnológica de soporte definida, con artefactos o módulos de software concretos, en la cual otro proyecto de software puede ser organizado y desarrollado.

**Hardware:** Conjuntos de componentes que integran la parte material de una computadora. Componentes físicos de una tecnología.

**MDE:** Modelos Digitales de Elevaciones.

**MGServer:** Servidor de Mapas que posee la herramienta MapGuide.

**Plugins:** Pequeños programas desarrollados por terceros fabricantes, estrechamente unidos al navegador, permitiéndole ver documentos o hacer cosas que de otro modo no podría hacer.

**Requisitos:** Condición o cualidad que debe cumplir algo o alguien.

**SIG:** Sistema de Información Geográfica.

**Software:** Conjunto de programas, instrucciones y reglas informáticas para ejecutar ciertas tareas en una computadora.

**SP:** Páginas servidoras que se utilizan para el acceso a los datos.

**UCI:** Universidad de las Ciencias Informáticas.

**WMS:** Servidor Web de Mapas.