

UNIVERSIDAD DE LAS CIENCIAS INFORMÁTICAS

“FACULTAD 2”



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

***Título: “Modernización de los Sistemas del Centro de Información y Mando de
la Unidad Provincial de Patrullas”.***

“SUBSISTEMA MAPIFICACIÓN”



Autores:

Alejandro Amador Potts.

Lianne Villegas Toledo.

Tutor:

Ing. José A. Pla Rodríguez.

Ciudad de La Habana, Junio del 2010.

“Año del 52 Aniversario de la Revolución”.

Declaración de Autoría

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Declaramos ser autores de la presente tesis y reconocemos a la Universidad de las Ciencias Informáticas los derechos patrimoniales de la misma, con carácter exclusivo.

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

Lianne Villegas Toledo.

Firma del Autor

Alejandro Amador Potts.

Firma del Autor

Ing. José A. Pla Rodríguez

Firma del Tutor

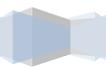


Frase



*“La Ciencia es universal y tenemos que aprender del mundo,
de la misma manera que debemos estar siempre dispuestos a mostrar el
aporte que nosotros podemos obtener para ellos.”*

A large, stylized handwritten signature in black ink, which is the signature of Fidel Castro. The signature is fluid and cursive, with a prominent horizontal line at the bottom.



Agradecimientos

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al personal de la Unidad Provincial de Patrullas de Ciudad de La Habana, al Mayor Chetty, a la Mayor Alicia, al Capitán Turro, al Capitán Ivón, al Primer Teniente Estherblay y al Teniente Denis, por su hospitalidad y buen trato en nuestra estancia en la unidad.

Al personal de la Unidad Docente de Informática Operativa (UDIO) de la CUJAE, al Teniente Coronel Bolívar, a los profesores Carlos de Armas, Yulián Díaz, Andrei Cruz, Elvis Rodríguez y Erick Hernández, por compartir sus conocimientos y su tiempo cada vez que encontrábamos un obstáculo en el camino.

Al personal de la Dirección de Tecnologías y Sistemas (DTS) del MININT, al Teniente Coronel Fernando Mesa, al Teniente Coronel Alejandro (MapInfo), al Mayor Duruti, a Mabel y a Wendy, por compartir sus conocimientos y sus observaciones.

A nuestro tutor, el ingeniero José Antonio Pla, que más que nuestro tutor, fue nuestro amigo y guía.

A todos los profesores y estudiantes del proyecto, especialmente, a los profesores Yunisel, Rosa, Susana, Rasiel y Sander, por su constante preocupación.

A Eberto, por unirse a la causa y brindarnos su apoyo incondicional en la realización de este trabajo.

En fin, a todas nuestras amistades, que tanto nos han apoyado desde el principio. Por ser ante todo, buenos amigos y enseñarnos el verdadero significado de la amistad.

Alejandro Amador Potts y Lianne Villegas Toledo



Dedicatoria

A mi abuela Minerva y a mi tía Nilda, por ser mis principales educadoras y convertirse en motivo de inspiración para seguir adelante.

A mis padres, por el apoyo y el amor incondicional que me han brindado toda la vida, en especial a mi mamá, por ser mi guía, mi ejemplo y porque sé cuánto representa para ella, el verme triunfar en mi profesión.

A Eberto, por ser parte de mi corazón y por apoyarme incondicionalmente.

A mis fieles amigas Mariela, Rita y Odaya, por estar presentes en todo momento.

A todos mis familiares y amistades que de una forma u otra, aportaron su granito de arena para realizar este sueño.

Lianne Villegas Toledo

Al Comandante en Jefe por haber creado esta universidad donde aprendí todo lo que hoy sé y realicé mi sueño de convertirme en ingeniero.

A mis padres por ser la fuente de inspiración de mi constante superación y por tanto apoyo dado cuando más lo necesitaba.

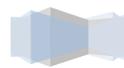
A mi hermana Mónica, por quererme tanto y por toda la energía que me transmitió siempre.

A Mariquiña, por todo el cariño que siempre me brindó y por todos los momentos de alegría que me dio.

A mi abuela Alicia y mi tío Alejandro, por siempre estar atentos a mis problemas y darme su apoyo en todo momento.

A mi abuelo Aramis (E.P.D), porque siempre me inculcó el amor por los estudios y que aunque no esté presente siempre ha sido mi guía y sé que estaría muy orgulloso de mí.

Alejandro Amador Potts



RESUMEN

El término “información geográfica” es empleado con el objetivo de hacer referencia a la información utilizada para describir lugares, objetos o eventos referenciados sobre la superficie terrestre, de tal forma, que pueden ser ubicados en un mapa. Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son empleados mundialmente en diferentes investigaciones relacionadas con el estudio de los niveles de contaminación de los ríos y mares, la degradación de los suelos, el monitoreo continuo de fenómenos atmosféricos, el control al transporte estatal por parte de los organismos y la distribución efectiva de los medios combativos para la defensa de la nación. La labor de los órganos de seguridad, entiéndase policía o cualquier otra institución de esta índole, constantemente demandan el uso de este tipo de información, para el cumplimiento de sus funciones.

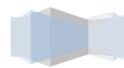
El actual sistema de la Unidad Provincial de Patrullas (UPP), es una aplicación de escritorio, cuyo funcionamiento es decisivo en el enfrentamiento al delito. Este sistema es utilizado para procesar las llamadas de emergencia de la población, que luego son registradas en fichas de radio, las cuales son asignadas a las fuerzas en servicio. Todo este proceso es apoyado por un mapa digital que muestra el estado de la criminalidad en la ciudad, el cual actualmente, no cumple con los requisitos del centro.

El Subsistema Mapificación tiene como finalidad perfeccionar la actual aplicación SIG de la UPP, permitiendo el acceso a cualquier cartografía interna o externa a la unidad, así como la creación de áreas¹ de forma manual desde la aplicación. El mismo, guardará la última configuración utilizada por el usuario y mostrará el estado de la red semafórica, los actos delictivos ocurridos en un área geográfica determinada y la información de los objetivos de interés y demás elementos georreferenciados² en el mapa, contribuyendo de esta forma, a que el Centro de Información y Mando brinde un mejor servicio y tome mejores decisiones para el bienestar y la seguridad del pueblo cubano.

PALABRAS CLAVES: SIG, Mapa, Capa, Mapas Temáticos, georreferenciación.

¹ **áreas:** Dígase áreas de patrullaje y planes operativos.

² **elementos georreferenciados:** Dígase órdenes de radio, llamadas de emergencia, posiciones de las fuerzas en servicio y cualquier otra información que se desee.

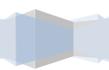


INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	6
1. INTRODUCCIÓN	6
1.1 ESTADO DEL ARTE A NIVEL INTERNACIONAL	6
1.2 ESTADO DEL ARTE A NIVEL NACIONAL	8
1.3 ESTADO DEL ARTE A NIVEL UCI	10
1.4 SISTEMA GESTOR DE BASE DE DATOS GEOESPACIALES	10
1.5 SERVIDOR DE MAPA	12
1.6 PLATAFORMA DE DESARROLLO	14
1.7 FRAMEWORK BASE DEL PROYECTO	17
1.8 LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN	17
1.9 METODOLOGÍA DE DESARROLLO DE SOFTWARE	18
1.10 LENGUAJE UNIFICADO DE MODELADO (UML)	19
1.11 HERRAMIENTAS	19
1.12 HERRAMIENTA CASE	19
1.13 CONCLUSIONES	20
CAPÍTULO 2: CARACTERÍSTICAS DEL SUBSISTEMA	21
2.1 INTRODUCCIÓN	21
2.2 DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA	21
2.3 ARQUITECTURA SIG	22
2.4 MODELO DE DOMINIO	25
2.5 ESPECIFICACIÓN DE LOS REQUISITOS DE SOFTWARE	27
2.6 DEFINICIÓN DE LOS CASOS DE USO	31
2.7 DESCRIPCIÓN DE LOS CASOS DE USO	36
2.8 CONCLUSIONES	40
CAPÍTULO 3: DISEÑO DEL SUBSISTEMA	41
3.1 INTRODUCCIÓN	41
3.2 ARQUITECTURA	41
3.3 PATRONES	45
3.4 DIAGRAMA DE CLASES DEL DISEÑO	47
3.6 MODELO DE DATOS	52
CAPÍTULO 4: IMPLEMENTACIÓN DEL SUBSISTEMA	53
4. INTRODUCCIÓN	53
4.1 MODELO DE IMPLEMENTACIÓN	53
4.2 MODELO DE DESPLIEGUE	56
4.3 CONCLUSIONES	57
CAPÍTULO 5: ESTUDIO DE FACTIBILIDAD	58
5.1 INTRODUCCIÓN	58
5.2 PLANIFICACIÓN BASADA EN EL MÉTODO DE ESTIMACIÓN POR CASO DE USO	58
5.3 BENEFICIOS TANGIBLES E INTANGIBLES	67
5.4 ANÁLISIS DE COSTOS Y BENEFICIOS	68
5.5 CONCLUSIONES	68



Índice

CONCLUSIONES	69
RECOMENDACIONES	70
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71
BIBLIOGRAFÍA	73
ANEXOS	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ANEXO: 1 DESCRIPCIÓN DE LOS CASOS DE USO	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ANEXO: 2 DIAGRAMAS DE CLASES DEL DISEÑO	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ANEXO: 3 MODELO DE DATOS. SUBSISTEMA MAPIFICACIÓN	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ANEXO: 4 DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES.	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.



INTRODUCCIÓN

Un SIG es un conjunto de métodos, herramientas y datos que están diseñados para actuar coordinada y lógicamente en orden, para capturar, almacenar, analizar, transformar y presentar toda la información geográfica. (1)

El país está dando pasos importantes para desarrollar un sistema que permita localizar distintos objetivos en determinada zona geográfica a través del Sistema de Posicionamiento Global (GPS³) y su focalización en sistemas cartográficos. La División Nacional de Patrullas, perteneciente al Ministerio del Interior (MININT), tiene implementado un sistema que permite localizar los carros patrulleros a través del uso de esta tecnología.

La presente investigación se centrará en la UPP de Ciudad de La Habana, la cual es un punto de referencia nacional y posee un marcado interés estratégico en el aseguramiento de la tranquilidad ciudadana. La unidad cuenta actualmente con una aplicación SIG, desarrollada sobre la plataforma MapInfo 6.1, que se encuentra funcionando en el Puesto de Mando, cuyo funcionamiento es decisivo en el enfrentamiento al delito, la cual no cumple con todos los requerimientos del centro.

En un estudio inicial del sistema, se identificaron varias debilidades, entre las que se pueden citar que el sistema actual para trabajar con el mapa, debe primeramente acceder a la cartografía que se encuentra alojada en los servidores locales del centro. Si se requiere utilizar otra cartografía proveniente de un servidor externo, la información debe ser copiada y duplicada en los servidores locales de la unidad.

Al inicializar la aplicación, esta carga todas las capas que conforman el mapa, ralentizando de esta forma, la carga de la configuración inicial del sistema. Esta sólo tiene implementado dentro de las herramientas que debe tener cualquier cliente SIG, el Acercar, el Alejar y el Mover, para navegar sobre el mapa.

Otra debilidad detectada al sistema, es que la parte informativa que se muestra, reduce la visibilidad sobre el mapa, es decir, las interfaces que utilizan los Locutores⁴ se ubican por encima del mapa, por lo que al

³ **GPS:** Del inglés Global Positioning System. Sistema de navegación mundial que utiliza varios satélites. Es un dispositivo de comunicación que determina la posición de un elemento.

⁴ **Locutor:** El Locutor u Oficial de Mando, es la persona encargada de recibir y procesar las órdenes de radio en el Puesto de Mando de la UPP.



Introducción

gestionar alguna información, pierden contacto visual del área de vigilancia, dificultando así el control sobre las patrullas y la situación operativa de la zona asignada.

Actualmente, el sistema no permite representar el estado de la red semafórica de la ciudad en el mapa digital. Si se pudiese observar cuáles son los semáforos rotos, se podría apoyar la actividad vial en las avenidas afectadas y el personal de Ingeniería de Tránsito sabría cuáles son los semáforos que deben reparar y la prioridad con que deben hacerlo, ganando de esta forma en eficiencia.

La aplicación, no permite definir áreas de manera dinámica sobre el mapa, es decir, los Locutores, los Jefes de Grupo y los Jefes de Turno, no pueden crear sobre el mapa áreas especiales con misiones específicas para dar solución a una situación operativa determinada. De esta forma, se limita la operatividad del Puesto de Mando, al tener que crear estas áreas en forma de capas en el servidor de mapa, dificultándole el trabajo al usuario.

Para solucionar estos problemas, la UPP decide perfeccionar su actual sistema, surgiendo de esta forma la necesidad de un Subsistema Mapificación, el cual proveerá al Centro de Información y Mando de un componente de software capaz de representar la información sobre mapas digitales.

Debido a lo antes expuesto se formula el **problema científico** de la actual investigación de la siguiente forma: ¿Cómo visualizar sobre mapas digitales la información que se gestiona dentro del nuevo sistema para el Centro de Información y Mando de la UPP?

Partiendo del problema planteado, el **objeto de estudio** es: Los SIG como herramientas para la representación de la información sobre mapas digitales en Cuba.

Siendo el **campo de acción** los SIG sobre Desktop como herramienta de apoyo en la gestión policial.

Se definió como **objetivo general**: Desarrollar un componente de software que permita representar la información sobre mapas digitales.

Los **objetivos específicos** que se derivan de este objetivo general son:

- Definir el SIG a utilizar para el desarrollo.



Introducción

- Implementar un componente genérico para mostrar información sobre mapas digitales.
- Implementar un pequeño subsistema (Subsistema Tránsito) para probar las funcionalidades del componente.

La **Idea a defender** es: El perfeccionamiento del Subsistema Mapificación proveerá al Centro de Información y Mando de una nueva herramienta, capaz de visualizar en un mapa todas las situaciones operativas que forman parte del orden público.

Las **tareas** a desarrollar para dar respuesta a las interrogantes y cumplimentar los objetivos de la investigación son las siguientes:

- Caracterización de los principales Sistemas Gestores de Base de Datos (SGBD) Geoespaciales utilizados mundialmente para la selección del sistema a utilizar.
- Caracterización de los principales servidores de mapas utilizados a nivel mundial con el objetivo de definir el servidor sobre el cual se va a trabajar.
- Análisis sobre aplicaciones similares realizadas en el mundo, en Cuba y en la UCI, para puntualizar las características de la aplicación a desarrollar.
- Análisis de las herramientas, lenguajes de programación, metodologías de desarrollo de software y plataforma de desarrollo a utilizar durante la construcción del software.
- Estudio de la Arquitectura SIG para crear la infraestructura de datos geoespaciales en el proyecto.

Los métodos de investigación utilizados fueron:

Métodos Teóricos:

Analítico - Sintético: Empleado en el análisis detallado de las plataformas, metodologías y herramientas a utilizar en el desarrollo de la aplicación y en el estudio de sistemas de información geográfica.



Introducción

Métodos Empíricos:

Entrevista: Realizada de forma individual al personal con el objetivo de recopilar la mayor información vinculada al funcionamiento del sistema.

Observación: Utilizado para observar la interacción entre el usuario y el sistema.

El presente documento está estructurado en resumen, introducción y desarrollo, el cual está compuesto por 5 capítulos.

CAPÍTULO I Fundamentación Teórica: Se hace un análisis de las tendencias y tecnologías actuales referentes a los SIG en el mundo, realizando una descripción detallada del SGBD y servidor de mapa a utilizar. Se fundamenta el uso de las herramientas, tecnologías, metodología y lenguaje de programación que se utilizan, lo que constituye el basamento teórico de la investigación.

CAPÍTULO II Características del Sistema: Se presenta la propuesta de un SIG como apoyo a los Centros de Gestión de Emergencias. Se muestra un modelo de dominio como alternativa al negocio, modelando y relacionando los principales conceptos que se identificaron. Se enumeran los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema propuesto. Se identifican los actores y Casos de Uso (CU) del sistema, obteniendo finalmente un Modelo de CU del Sistema.

CAPÍTULO III Diseño del Sistema: Se presenta el diseño del Subsistema Mapificación, describiéndose la arquitectura base del proyecto y la estructura del diagrama de paquetes que se propone de los elementos del diseño. Se exponen además, los diagramas de clases y la descripción detallada de cada uno de estos paquetes, para obtener una propuesta más robusta y eficiente del sistema a desarrollar.

CAPÍTULO IV Implementación del Subsistema: En este capítulo se representan en términos de componentes los elementos del modelo del diseño definidos. Se presentan los diagramas con los principales componentes que conforman el Subsistema Mapificación. Se define además, el modelo de despliegue, con los protocolos de comunicación entre los nodos que interactúan en el sistema.



Introducción

CAPÍTULO V Estudio de la Factibilidad: Se realiza un estudio de factibilidad para la realización del subsistema propuesto mediante una estimación de tamaño, esfuerzo y planificación necesaria para llevar a cabo el mismo.



Capítulo 1: Fundamentación Teórica

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1. Introducción

En el presente capítulo se hace un análisis de las tendencias y tecnologías actuales referentes a los SIG en el mundo. Se realiza una descripción detallada de algunos de los principales sistemas gestores de base de datos y servidores de mapas existentes a nivel mundial. Se fundamenta el uso de las herramientas, tecnologías, metodología y lenguaje de programación que se van a emplear, lo que constituye el basamento teórico de la investigación.

1.1 Estado del Arte a Nivel Internacional

En la historia de los SIG, el primer ejemplo de Sistemas de Información Geográfica que funcionó es el denominado Sistema Canadiense de Información Geográfica (CGIS). En su creación se plantearon muchos de los problemas técnicos y conceptuales que posteriormente se han resuelto, principalmente los referentes a la estructura y organización de la base de datos y a los métodos de entrada de la información.

(2)

Diariamente, miles de empresas, industrias y gobiernos alrededor del mundo, utilizan la tecnología de estos para ayudar a resolver complicados problemas y mejorar nuestra calidad de vida. De todas las aplicaciones que hoy poseen, el presente trabajo se centrará en las que son utilizadas para combatir el crimen, apoyando el trabajo de la policía a nivel internacional. Entre las herramientas que se analizan se encuentran: El Mapa del Delito para la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, el Sistema Territorial de Emergencias y Gestión Policial (STEGPOL) y Accidentes de Tránsito en Rutas - Provincia de Entre Ríos.

1.1.1 El Mapa del Delito para la Ciudad Autónoma de Buenos Aires

El Ministerio Público Fiscal de la Nación (MPF) y el Centro de Información Metropolitana (CIM) de Buenos Aires, llevaron a cabo este proyecto, con el propósito de elaborar el Mapa del Delito. Se tuvo como meta identificar las zonas calientes⁵ con el fin de visualizar la situación actual de la distribución del delito,

⁵ **zonas calientes**: Representa un área localizada que contiene una gran porción del volumen total de incidentes delictivos de toda esa región. (3)



Capítulo 1: Fundamentación Teórica

detectar y analizar tendencias de concentración y evolución, a partir de contar con datos oficiales, para orientar políticas de seguridad. Dándole seguimiento a las zonas críticas para evitar situaciones de oportunidad a través de una distribución de recursos que mejore la eficacia del quehacer policial. Esta aplicación fue desarrollada en Visual Basic y utiliza el servidor de mapas ArcView3.2 de la compañía americana ESRI⁶. (4)

1.1.2 STEGPOL (Sistema Territorial de Emergencias y Gestión Policial)

El principal objetivo de este proyecto es actuar como un SIG con tecnología de punta sobre una Plataforma Nacional Común de Información aplicada al "Sistema de Emergencias Nacionales" y al "Sistema Territorial de Gestión Policial" que actualmente operan en Chile. En relación al Sistema Territorial de Gestión Policial, tiene como propósito desarrollar un sistema aplicado al "control territorial de la gestión policial", el cual identifique en forma verás y efectiva dónde geográficamente se están cometiendo o se han cometido actos delictuales a nivel territorial. Todo esto, apoyado con sistemas de información en-línea desde el lugar de los hechos, que permitan la acción rápida y coordinada entre los diferentes actores encargados de la seguridad ciudadana a nivel nacional. (5)

1.1.3 SIG Accidentes de Tránsito en Rutas - Provincia de Entre Ríos

Este sistema tiene como objetivo identificar las causas de los accidentes de tránsito en la provincia de Entre Ríos en Argentina. El servidor de mapas con el que cuentan presenta un módulo de análisis de red, que facilita cualquier análisis que se pretenda realizar sobre determinada zona geográfica. (6) El sistema presenta varias funcionalidades entre las que se encuentran:

- Muestra un mapa digital compuesto por diferentes capas entre las que se encuentran la capa de las calles o rutas de la provincia, la capa del relieve, la capa de las temperaturas promedios.
- Presenta una interfaz para realizar una búsqueda especializada sobre los accidentes de tránsito ocurridos en la zona para luego representarlos en el mapa digital.

⁶ **ESRI:** Del inglés 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 y es una de las compañías líderes en el sector a nivel mundial.



Capítulo 1: Fundamentación Teórica

- Puede realizar un análisis de red y llegar a conclusiones acerca de las posibles causas de los accidentes de tránsito, a través de los datos representados en el mapa digital.

1.2 Estado del Arte a Nivel Nacional

En el ámbito nacional, son varias las instituciones que han dedicado recursos, tiempo y esfuerzo a los SIG. Como el cliente del subsistema es una institución dedicada a la mantención del orden público y la tranquilidad ciudadana se tomará al MININT como centro de referencia para realizar un estudio sobre aplicaciones similares, relacionadas con la actividad que efectúa la institución antes citada.

El MININT cuenta en su quehacer con una lista importante de sistemas informáticos desarrollados con el fin de apoyar la actividad de las fuerzas operativas. Entre estos se encuentran dos importantes sistemas de información geográfica: el Mapa del Delito o Mapa de la Criminalidad y el Sistema Automatizado del Centro de Información y Mando de la Unidad Provincial de Patrullas (CIMUPP) de Ciudad de La Habana. A continuación se expondrán los detalles de cada aplicación.

1.2.1 Mapa del Delito o Mapa de la Criminalidad

Esta aplicación es un SIG desarrollado en Visual Basic 6.0, utiliza como servidor de mapas el MapInfo 6.1 y como SGBD el Oracle 9i, empleando a MapBasic como componente para visualizar el mapa. Es utilizado por la Jefatura y las instancias del MININT para conocer la ubicación de las fuerzas en servicio y el estado de la criminalidad en Ciudad de La Habana.

Funcionalidades del Sistema Analizado:

- El subsistema muestra un mapa compuesto por diferentes capas, entre las que se puede destacar, la capa de las calles de Ciudad de La Habana, la capa de los municipios, la capa de las áreas de patrullaje.
- Se puede representar en el mapa la ubicación de las fuerzas en servicio, a través del servicio que brinda el servidor de AVL-GPS.⁷
- Se puede buscar, a través de su número, un móvil en servicio y resaltarlo en el mapa.

⁷ **AVL-GPS:** Es una de las aplicaciones de la tecnología GPS, determina la posición geográfica de un vehículo y transmite esta información a un punto donde pueda ser utilizada y explotada. (7)



Capítulo 1: Fundamentación Teórica

- Se puede observar el historial de posiciones de una patrulla específica.
- Se pueden filtrar órdenes de radio a través de criterios de búsqueda especializada y los resultados pueden ser representados en el mapa.
- Se puede escoger una Orden de Radio de las representadas en el mapa y acceder a su Ficha de Datos con sólo un clic.

1.2.2 Sistema Automatizado del Centro de Información y Mando de la Unidad Provincial de Patrullas de Ciudad de La Habana

Este sistema automatizado cuenta con un subsistema que trabaja con mapas. Fue desarrollado con Visual Basic 6.0. El servidor de mapas que utiliza es MapInfo 6.1 y el SGBD con el que trabaja es Oracle 9i. El componente de software que se utilizó para el desarrollo de esta aplicación fue MapBasic. Cuenta con diferentes funcionalidades, a continuación se detallarán algunas de estas:

- El subsistema muestra un mapa compuesto por diferentes capas como por ejemplo la capa de las calles de Ciudad de La Habana, la capa de los municipios, la capa de las áreas de patrullaje.
- Se puede representar en el mapa la ubicación de las fuerzas en servicio a través de la ubicación que brinda el servidor de AVL-GPS.
- Se puede representar en el mapa la ubicación de objetivos que son de interés para la Administración del Estado como por ejemplo las CADECA, los bancos, las tiendas, las escuelas.
- Se pueden representar en el mapa las misiones especiales y los planes operativos de esta unidad.
- Se pueden definir vistas de diferentes zonas geográficas que sean de interés para el usuario.
- Tiene implementadas algunas herramientas básicas de navegación como por ejemplo el acercar mapa, el alejar mapa, el mover mapa.

Este subsistema es una herramienta que tienen la Jefatura y las instancias del MININT para conocer cómo se encuentran desplegadas las fuerzas en servicio y cómo se encuentra la situación criminal y operativa en Ciudad de La Habana.



Capítulo 1: Fundamentación Teórica

1.3 Estado del Arte a Nivel UCI

Actualmente en la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), existen varios proyectos productivos con experiencia en el desarrollo de los SIG, entre los que se destacan: el proyecto SIG de las FAR, el proyecto SIG-UCI de la Facultad 4 y el proyecto 171 de la Facultad 2.

Proyecto 171: Este proyecto desarrolló una aplicación que se centraba principalmente en el negocio que se estaba modelando y cumplía las necesidades particulares del cliente, las funcionalidades implementadas no se ajustan al sistema a desarrollar.

Proyecto SIG de las FAR y Proyecto SIG-UCI: Estos proyectos sólo brindan las funcionalidades básicas de cualquier SIG, por lo que no aportan ninguna novedad a la concepción de la aplicación. Están implementados en entornos web con lenguaje PHP, servidor de mapas MapServer y librería de IU ExtJS⁸, los componentes web que lo componen son totalmente distintos de los componentes desktop, debido a esto, no se pueden reutilizar en la nueva aplicación.

1.4 Sistema Gestor de Base de Datos Geoespaciales

Una base de datos espacial es un arreglo de datos georreferenciados relacionados entre sí, clasificados y agrupados según sus características; bajo control de redundancias e integrados para el desarrollo de aplicaciones y análisis sobre la información. (8)

Tradicionalmente las operaciones de análisis espacial tanto raster⁹ como vectorial¹⁰ se efectuaban de forma local utilizando un software SIG de escritorio. Actualmente los SGBD más importantes del mercado

⁸ **ExtJS**: Biblioteca de JavaScript utilizada para el desarrollo de aplicaciones web interactivas usando tecnologías como AJAX, DHTML y DOM.

⁹ **raster**: Los SIG raster se basan en la relación de vecindad entre los objetos. Para ello divide el espacio en celdas regulares y atribuye un valor numérico a cada una de ellas, lo cual representa su valor temático. Por lo tanto, contra más grandes sean las celdas, se obtendrá una menor precisión.

¹⁰ **vectorial**: Los SIG son aquellos que para la descripción de los objetos geográficos utilizan vectores definidos por pares de coordenadas relativas a algún sistema cartográfico.



Capítulo 1: Fundamentación Teórica

han incorporado extensiones espaciales, sobre todo con el impulso del Consorcio OpenGIS (OGC¹¹) apoyándose en la especificación SFS¹². Entre las aplicaciones que permiten trabajar con una base de datos geoespaciales podemos destacar Oracle Espacial, en el cual se centra la investigación.

1.4.1 Oracle 11g Espacial

Oracle 11g Espacial, brinda capacidades espaciales avanzadas para respaldar aplicaciones geoespaciales, servicios basados en localización y sistemas de información espacial. (9) Su avanzada manipulación de datos y análisis espacial incluyen la generación de buffers, agregados espaciales, cálculos de área, longitud, y referencias lineales.

Incluye un tipo de dato GeoRaster para almacenar y administrar:

- Metadatos e imágenes rasterizadas¹³.
- Modelos de datos de red y topología.
- Motores de ruteo y geocodificación.

Además de incluir APIs¹⁴ para una rápida y fácil implementación de:

- Mapeos.
- Servicios de ruteo y codificación.
- Funciones de exploración y análisis espacial.

El tipo de dato de geometría espacial ha sido mejorado para respaldar datos de tres dimensiones (3D). Los nuevos tipos de dato respaldan el almacenamiento, la administración de puntos tridimensionales y modelos de terreno.

¹¹ **OGC:** Del inglés Open Geospatial Consortium. Tiene como propósito la definición de estándares abiertos e interoperables dentro de los SIG y de la World Wide Web.

¹² **SFS:** Del inglés Simple Features Specification. Es un estándar de OpenGIS que especifica el almacenamiento digital de datos geográficos con atributos espaciales.

¹³ **Imagen rasterizada:** Es un fichero de datos representado por puntos de color o píxeles que se puede visualizar en un monitor de ordenador, papel o cualquier otro dispositivo de representación. (10)

¹⁴ **APIs:** Del inglés Application Programming Interface. Es el conjunto de funciones y procedimientos residentes en bibliotecas, que permiten que una aplicación corra bajo un determinado sistema operativo.



Capítulo 1: Fundamentación Teórica

Oracle Espacial ahora respalda estándares de servicios web geoespaciales, para ofrecer una plataforma segura y escalable para la arquitectura orientada a servicios. El tipo de dato GeoRaster y el modelo de datos de red, han sido mejorados para manejar conjuntos mucho más grandes de datos con alto desempeño y utilidad.

Actualmente el sistema ofrece almacenamiento nativo, consultas y recuperación de datos en 3D, incluidos los puntos, líneas, superficies, redes irregulares y puntos tridimensionales.

La indexación espacial de árbol R ¹⁵soporta datos en 3D, operaciones SQL y funciones de análisis para datos 3D.

Oracle Espacial implementa los siguientes estándares de servicios web geoespaciales basados en XML:

- Consorcio OpenGIS – OpenLS 1.1 (OGC- OpenLS 1.1).
- Servicio Web de Detalles 1.0 (Web Feature Service 1.0).
- Servicio Web de Detalles-Transaccional 1.0 (Web Feature Service – Transactional 1.0).
- Servicio Catálogo 2.0 (Catalogue Service 2.0).

1.5 Servidor de Mapa

El servidor de mapas le brinda al usuario la posibilidad de interactuar con la información gráfica constituida por distintas capas de información. (11)

Con el objetivo de proporcionar información geoespacial, las organizaciones están optando por un servidor de soluciones innovadoras basadas en los SIG, que proporcionan contenidos y capacidades a través de servicios Web. ESRI brinda un servidor basado en plataforma donde el conocimiento geográfico es publicado y difundido en las organizaciones, además de un conjunto completo de soluciones fundamentadas que permiten a las organizaciones publicar y compartir mapas geográficos, datos y modelos.

¹⁵ **árbol R**: Estructura jerárquica basada en los árboles B*, son usados para la indexación de datos de tipo convencional.



Capítulo 1: Fundamentación Teórica

1.5.1 ArcGIS Server 9.3

ArcGIS constituye una familia de productos de software para construir un SIG completo en su organización. Es integrable con otras tecnologías (no necesariamente de índole geográfica: bases de datos, aplicaciones empresariales) ya que se construye en su totalidad siguiendo estándares. (12)

Provee aplicaciones y servicios para el usuario final, las que incluyen administración, visualización y análisis espacial de datos.

ArcGIS Server le proporciona al usuario un conjunto de ventajas entre las que se encuentran:

- Menor costo de propiedad a través del manejo centralizado, enfocado en aplicaciones SIG, que pueden escalar para apoyar a muchos usuarios.
- Acceso al SIG en base a un navegador.
- Provee la base geoespacial para una arquitectura orientada a servicio (SOA¹⁶).
- Apoya los estándares de interoperabilidad tanto en el ámbito SIG (OGC) como el ámbito más amplio de las tecnologías de información (W3C¹⁷).
- Capacidad de crear aplicaciones personalizadas usando .NET o Java.

ArcGIS Server se complementa con ArcGIS Desktop permitiendo a los analistas SIG crear mapas, globos y tareas de geoprocésamiento en su escritorio y publicarlo en el servidor, usando las herramientas integradas, con una relación costo-beneficio muy atractivo.

Principales Características

- **Administración de Datos Espaciales:** Incluye la administración de datos espaciales y está basada en el modelo de la base de datos espacial de ArcGIS. Los servicios de datos espaciales permiten que los

¹⁶ **SOA:** Del inglés Service Oriented Architecture. Es un concepto de arquitectura de software que define la utilización de servicios para dar soporte a los requisitos del negocio.

¹⁷ **W3C:** Del inglés World Wide Web Consortium. Consorcio internacional que produce recomendaciones para la World Wide Web (WWW). Está dirigida por Tim Berners-Lee, el creador original de URL, HTTP y HTML, que son las principales tecnologías sobre las que se basa la Web.



Capítulo 1: Fundamentación Teórica

administradores publiquen los datos geográficos para el trabajo con estos. Está disponible en las ediciones de ArcGIS Server: Básica, Estándar y Avanzada.

- **Visualización (Mapeo):** Ofrece servicios de mapeo web que soportan mapas dinámicos en dos dimensiones (2D) y mapas almacenados en la memoria caché; así como globos en 3D. Los analistas SIG pueden configurar complejas aplicaciones de mapeo web en base a un navegador, que consumen estos servicios, de una forma simple. Además, ArcGIS Desktop y ArcGIS Explorer se pueden utilizar como clientes de ArcGIS Server para visualizar mapas en 2D y globos en 3D. El mapeo web está disponible con el ArcGIS Server en las ediciones: Estándar y Avanzado.
- **Análisis Espacial:** Ofrece análisis y geoprocésamiento basado en servidor. Esto incluye análisis vectorial, raster, 3D y de redes; modelos, “scripts” y herramientas; creación en desktop; y procesamiento síncrono. El análisis espacial está disponible en la edición de ArcGIS Server: Avanzado.

ArcGIS Server apoya una serie de APIs abiertas y estándares que permiten virtualmente a cualquier otro cliente (ejemplo: CAD, SIG, procesamiento de imágenes y aplicaciones basadas en SQL), interactuar y utilizar los servicios de mapeo, análisis espacial y administración de datos de ArcGIS Server. Estos servicios pueden ser solicitados e integrados por otros servicios web usando protocolos estándares como SOAP¹⁸ y XML¹⁹.

1.6 Plataforma de Desarrollo

1.6.1 Plataforma Microsoft .NET

La plataforma .NET proporciona un modelo de programación coherente e independiente del lenguaje para todas las capas o niveles de una aplicación. Permite una interoperabilidad transparente entre las distintas

¹⁸ **SOAP:** Del inglés Simple Object Access Protocol. Es un protocolo ligero para el intercambio de información en un entorno distribuido y descentralizado.

¹⁹ **XML:** Del inglés Extensible Markup Language. Es el formato universal para documentos estructurados y datos en la Web. Tiene un papel muy importante en la actualidad ya que permite la compatibilidad entre sistemas para compartir la información de una manera segura, fiable y fácil.



Capítulo 1: Fundamentación Teórica

tecnologías y brinda un completo soporte de tecnologías de Internet, independientes de la plataforma y basadas en estándares, incluyendo HTTP²⁰, XML y SOAP. (13)

1.6.1.1 Microsoft Visual Studio Team System 2008

Visual Studio Team System 2008 es una solución integrada con la Gestión del Ciclo de Vida de las Aplicaciones, que comprende herramientas, procesos y guías, para ayudar a los miembros de un equipo a mejorar sus conocimientos y trabajar juntos de forma más efectiva. (14)

Está diseñado para permitirle a un grupo de desarrollo las siguientes características:

- Colaborar y comunicarse más efectivamente con otros miembros del equipo y patrocinadores de negocio.
- Asegurar la calidad del software usando avanzadas herramientas de calidad en el ciclo de vida de la aplicación.
- Ganar visibilidad dentro de la actividad y prioridades del proyecto para hacer que las decisiones se basen en información con datos en tiempo real.

Características:

- Proyectos y Soluciones: Ofrece soporte a Windows Presentation Foundation (WPF) de manera nativa, permitiendo al iniciar un proyecto, seleccionar el lenguaje y el tipo de proyecto WPF a utilizar.
- Capacidad de especificar el Framework sobre el cual se desea compilar: Este aspecto constituye una de las mejores características que se agregaron a Visual Studio 2008.
- Versión actualizada de la biblioteca MSDN para Visual Studio 2008: Contiene la resolución de dudas y problemas que le puedan surgir al desarrollador. Proporciona acceso a información de programación fundamental, por ejemplo: documentación técnica de referencia, notas del producto, kits de desarrollo de software y ejemplos de código necesarios para desarrollar aplicaciones y servicios web.

²⁰ **HTTP**: Del inglés HyperText Transfer Protocol. Es un protocolo que permite la transferencia de archivos (principalmente, en formato HTML) entre un navegador y un servidor web, localizado mediante una cadena de caracteres denominada dirección URL.



Capítulo 1: Fundamentación Teórica

1.6.2 .NET Framework 3.5

.NET Framework 3.5 adiciona de forma incremental nuevas particularidades de .NET Framework 3.0, una de estas particularidades lo constituye WPF. Además, contiene una serie de características nuevas en distintas áreas tecnológicas que se han agregado como nuevos ensamblados para evitar cambios destacados, tal es el caso del Language Integrated Query (LINQ) y Entity Framework (EF).

- **WPF:** Tecnología que permite obtener aplicaciones mucho más atractivas visualmente. Establece una clara separación entre el diseño de una interfaz y su comportamiento, para que diseñadores y programadores puedan trabajar de manera independiente y así obtener un producto con la calidad requerida por el cliente. Constituye la última tecnología de Microsoft para la presentación de aplicaciones de escritorio y web (Silverlight²¹), además de incluir nuevos conceptos de forma simple y declarativa como los comandos y el binding de datos, los cuales permiten un desarrollo mucho más ágil.
- **LINQ:** Lenguaje integrado de consultas, que constituye la última tecnología de Microsoft para la realización de consultas estilo SQL a colecciones de objetos. Proporciona un desarrollo mucho más ágil, pues no es necesario realizar algoritmos complejos y propensos a errores para el tratamiento de colecciones de objetos, sino que con solo realizar una consulta al estilo SQL sobre la misma, obtendremos el resultado deseado, todo esto apoyado del chequeo de tipos y el IntelliSense²² del Visual Studio.
- **EF:** Es la evolución del ADO.NET²³ para efectuar mapeos objeto-relacional (en lo adelante ORM). No sólo es un ORM sino que proporciona herramientas mucho más potentes, por ejemplo: el entity composition. Esta herramienta permite la creación de una entidad lógica (capa a nivel de objetos) partiendo de varias entidades físicas entre otras muchas posibilidades.

²¹ **Silverlight:** Estructura para aplicaciones web, la cual conserva un modo de gráficos de sistema, similar al del WPF e integra en un sob complementos multimedia, gráficos de computador, animaciones e interactividad.

²² **IntelliSense:** Es el motor de autocompletamiento de código de Visual Studio.

²³ **ADO.NET:** Es un conjunto de componentes del software que pueden ser usados por los programadores para acceder a datos y a servicios de datos.



Capítulo 1: Fundamentación Teórica

Por todas las características anteriormente expuestas, se proponen estas tecnologías para el desarrollo del sistema de Patrulla, con la misión de proporcionarle al cliente, un producto más atractivo visualmente y que presenta una arquitectura más robusta y escalable en el tiempo.

1.7 Framework Base del Proyecto

Guía de Aplicación Compuesta para WPF y Silverlight

Framework conocido como Prism pero que en la actualidad lleva por nombre Guía de Aplicación Compuesta para WPF y Silverlight, está diseñado para hacer más fácil la construcción modular de los clientes de aplicación WPF y Silverlight. (15) Estos tipos de aplicaciones tienen agregadas características o especificidades de pantalla múltiple, la interacción con el usuario es flexible, visualiza los datos que se deseen y se determina el comportamiento de un rol determinado. Este framework permite la creación de sistemas de forma separada, para luego ser integrados posteriormente. Fue diseñado para durar y para sufrir cambios, lo que significa que las expectativas de vida de las aplicaciones, están medidas en años y pueden cambiar en el futuro con la aparición de requisitos imprevistos.

1.8 Lenguaje de Programación

C# 3.0

Según Microsoft, C# es “un lenguaje de programación con la potencia de C, la productividad de Visual Basic y la elegancia de Java”. (16)

Su versión 3.0 aprovecha a mayor profundidad, las ventajas de la programación orientada a objeto e incluye nuevos recursos que le dan la posibilidad a los desarrolladores de implementar con mayor productividad, simpleza y menos propensos a errores.

Introduce varias extensiones del lenguaje que permiten la construcción de APIs de composición, las cuales tienen un poder expresivo similar a los lenguajes de consulta en ámbitos tales como bases de datos relacionales y ficheros XML. Las extensiones incluyen: métodos extensores, expresiones lambda,



Capítulo 1: Fundamentación Teórica

variables locales de tipo implícito, inicializadores de objetos y colecciones, matrices de tipo implícito, árboles de expresiones, además de dar soporte al lenguaje declarativo de LINQ.

1.9 Metodología de Desarrollo de Software

La comunidad de desarrolladores necesita la presencia de un proceso de desarrollo bien definido y bien gestionado, estos son los principales aspectos que marcan la diferencia entre proyectos hiperproductivos y otros que fracasan. Con un proceso que integre las múltiples fases del desarrollo del mismo, se puede definir posteriormente la metodología de desarrollo del software que guiará el proceso de automatización.

1.9.1 Proceso Unificado del desarrollo del Software (RUP)

El Proceso Unificado es un marco genérico que se especializa en una gran variedad de sistemas de software, para diferentes áreas de aplicación, tipos de organización, niveles de aptitud y tamaños de proyectos. (17)

Los verdaderos aspectos definitorios del Proceso Unificado se resumen en 3 frases claves: Dirigido por Casos de Uso, Centrado en la Arquitectura, Iterativo e Incremental. Esto es lo que hace único al Proceso Unificado.

Luego de un análisis del sistema y teniendo en cuenta las características del proyecto, se adopta a RUP como metodología de desarrollo de software, por especializarse en proyectos grandes en cuanto a tamaño y duración, al igual que el sistema que se propone. Además, cuenta con un equipo de desarrollo grande e inestable, pues en su mayoría son estudiantes y profesores que pueden pasar a cumplir otras funciones en cualquier momento, por lo que se requiere una buena organización y abundante documentación para que el avance del proyecto no se vea afectado y se asegure la continuidad del mismo. Conjuntamente, el cliente interactúa con el equipo de desarrollo a través de reuniones planificadas, con el fin de detallar aspectos específicos del sistema.

RUP proporciona lineamientos para un desarrollo eficiente de software de calidad y guías sobre cómo utilizar herramientas. Además, exige en cada ciclo de iteración, la utilización de artefactos, convirtiéndose en una de las metodologías más importantes para alcanzar un grado de certificación en el desarrollo del



Capítulo 1: Fundamentación Teórica

software. Todas las características mencionadas anteriormente, coinciden con las que propone RUP para que su uso sea realmente eficiente.

1.10 Lenguaje Unificado de Modelado (UML)

Es un lenguaje estándar para especificar, visualizar, construir y documentar los artefactos de sistemas informáticos, así como para el modelado de negocios y otros sistemas. (18)

Está compuesto por diversos elementos gráficos que se combinan para conformar diagramas. Debido a que el UML es un lenguaje, cuenta con reglas para combinar tales elementos, permite la modelación de sistemas con tecnología orientada a objetos. Los diagramas son entes importantes de UML, cuya finalidad es presentar diversas perspectivas de un sistema, a las cuales se les conoce como modelo. Un modelo UML describe lo que supuestamente hará un sistema, pero no dice cómo implementarlo. El modelo gráfico de UML tiene un vocabulario en el que se identifican: elementos, relaciones y diagramas.

1.11 Herramientas

1.11.1 Subversión

Subversión (SVN) es una herramienta utilizada por los desarrolladores de software para gestionar los cambios dentro de su árbol de código fuente. (19)

Esta herramienta proporciona los medios para almacenar no sólo la versión actual de un pedazo de código fuente, sino que también permite el registro de todos los cambios que se han producido en el mismo. El uso de SVN es particularmente común en proyectos conformados por varios desarrolladores, ya que asegura los cambios realizados por un desarrollador.

1.12 Herramienta CASE

Las herramientas CASE son un conjunto de programas y ayudas que dan asistencia a los analistas, ingenieros de software y desarrolladores, durante todos los pasos del ciclo de vida de desarrollo de un software. (20)



Capítulo 1: Fundamentación Teórica

Estas herramientas permiten poner en práctica las metodologías existentes, facilitando de esta forma la obtención de prototipos y el desarrollo conjunto de aplicaciones.

1.12.1 Visual Paradigm

Visual Paradigm para UML es una herramienta CASE profesional, fácil de utilizar y que soporta el ciclo de vida completo del desarrollo de software. Es una herramienta sencilla que permite la construcción rápida de aplicaciones con una mayor calidad y un menor coste, permitiendo la construcción de todo tipo de diagramas, generando documentación y código de los diagramas de clases. Posibilita la integración con distintos entornos de desarrollo como el Visual Studio el cual será usado en la construcción del software.

Entre las principales características y facilidades que presenta esta herramienta, se destacan:

- Brinda la posibilidad de crear un conjunto amplio de artefactos utilizados con mucha frecuencia durante la confección de algún diagrama en el desarrollo del software. Todos estos, cumpliendo con el Estándar UML 2.0.
- Generación de código e ingeniería inversa: brinda la posibilidad de generar código a partir de los diagramas, para plataformas como .Net, así como obtener diagramas a partir del código, lo que facilita en gran medida el entendimiento entre analistas y desarrolladores.
- Generación de documentación: brinda la posibilidad de documentar todo el trabajo sin necesidad de utilizar herramientas externas.

1.13 Conclusiones

En el presente capítulo se realizó una exposición de los aspectos teóricos más fundamentales para la investigación, a partir de las características a cumplir por el SIG a desarrollar, para ser utilizado como herramienta de apoyo en la UPP. Se abordaron además, aspectos relacionados con el SGBD y con el servidor de mapa a utilizar para implementar el subsistema, así como las herramientas y tecnologías usadas para la modelación y desarrollo de un Sistema de Información Geográfica.



Capítulo 2: Características del Subsistema

CAPÍTULO 2: CARACTERÍSTICAS DEL SUBSISTEMA

2.1 Introducción

En este capítulo se presenta la propuesta de un Sistema de Información Geográfica como apoyo a los Centros de Gestión Policial. Se muestra un modelo de dominio como alternativa al negocio, modelando y relacionando los principales conceptos que se identificaron. Se enumeran los requerimientos funcionales y requerimientos no funcionales del sistema propuesto, identificando además los actores y Casos de Uso del Sistema (CUS), obteniendo finalmente un Modelo de CUS, utilizando como metodología de desarrollo a RUP y como lenguaje de modelado a UML.

2.2 Descripción de la Solución Propuesta

El Subsistema Mapificación es una aplicación de escritorio, que proveerá al Centro de Información y Mando, de una nueva herramienta capaz de visualizar en un mapa digital toda la información de interés de Ciudad de La Habana. Con el objetivo de lograr tal propósito, se definieron un conjunto de funcionalidades que le permiten al usuario poder interactuar con el sistema.

La aplicación será capaz de acceder a cualquier cartografía que cumpla con los estándares internacionales de la OGC por más remota que esta se encuentre, siempre que tenga permiso para hacerlo, facilitando de esta manera la integración entre todas las instancias del MININT. Se podrán combinar imágenes satelitales con la información recopilada por la empresa GeoCUBA y la existente en los servidores de la UPP, brindando así un mapa actualizado con imágenes reales de la ciudad, que ubicarán rápidamente al usuario final en qué punto de la ciudad se encuentra navegando.

Además, cada mapa no se cargará entero, se dará la posibilidad al usuario que escoja las capas con las que trabajará, permitiendo de esta forma la creación de mapas temáticos de una manera rápida y sencilla. Con tal propósito, se logra que la aplicación cargue más rápido su configuración inicial. El subsistema guardará la última configuración utilizada por el usuario, de forma que cuando este acceda nuevamente a la



Capítulo 2: Características del Subsistema

aplicación, tendrá activas las capas con las que trabajó en su última sesión y tendrá ubicado el mapa en las coordenadas que había escogido y a la escala deseada.

El subsistema contará con un mapa de referencia que guiará al usuario en todo momento, mostrándole su posición en el mapa y servirá de acceso directo hacia el lugar donde este desee desplazar el área visible.

Para trabajar con el mapa se contarán con herramientas básicas de navegación. Se mejoraron las funcionalidades Acercar Mapa, Alejar Mapa y Mover Mapa; se adicionaron las funcionalidades Centrar Mapa, Descentrar Mapa y Restaurar Vista; estas herramientas serán accedidas mediante una barra de herramientas visible en la parte superior de la aplicación, mediante un menú emergente a través del clic derecho del ratón y se accederá a las funcionalidades Acercar y Alejar Mapa con el scroll del ratón.

Este subsistema será capaz de representar sobre el mapa toda la información puntual²⁴ que se gestione en cualquiera de los subsistemas que conforman el sistema del CIMUPP. Además, se podrán crear áreas²⁵ de forma manual sobre el mapa desde la aplicación. Se podrán visualizar los recorridos de las patrullas, las vías que las patrullas deberán tomar hacia la ubicación de una emergencia y de forma general, cualquier trayectoria que se desee visualizar.

Para probar las funcionalidades en el mapa se implementará un subsistema para Tránsito que permitirá gestionar la información de la red semafórica de la capital. De esta forma se mantendrá actualizada esta información y se podrá representar en el mapa el estado de los semáforos de Ciudad de La Habana.

2.3 Arquitectura SIG

Una de las tareas principales radica en la definición de la plataforma tecnológica que sirve de base al desarrollo de la infraestructura de datos espaciales del proyecto.

²⁴ **información puntual:** Dígase órdenes de radio, llamadas de emergencia, posiciones de las fuerzas en servicio, puntos de interés de la ciudad y cualquier otra información que se desee.

²⁵ **áreas:** Dígase áreas de patrullaje y planes operativos.



Capítulo 2: Características del Subsistema

La arquitectura de esta plataforma tecnológica se basa en los siguientes elementos:

1. La infraestructura de datos espaciales está conformada por tres tipos de capas de datos:

- Capas básicas correspondientes a los rasgos geográficos generales.
- Capas correspondientes a imágenes satelitales y fotografías aéreas.
- Capas correspondientes a la información específica de la institución.

2. Para la infraestructura de datos espaciales se propone una arquitectura conformada por los siguientes componentes:

- Repositorio de datos para la base de datos geoespaciales, implementado sobre un servidor Oracle 11g utilizando la extensión spatial para el almacenamiento de la geometría de los objetos.
- Servidor GIS implementado utilizando ArcGIS Server 9.3 para la publicación de un amplio conjunto de servicios básicos soportados en estándares internacionales para garantizar la interoperabilidad entre estos y los datos, además de servicios avanzados personalizados a las necesidades de los usuarios de la institución.
- Servidor Web se hará uso del Internet Information Server (IIS).
- Servidor de catálogo para la organización de los recursos disponibles en la institución. Para la implementación de este catálogo de servicios se ha considerado la utilización del BDC²⁶ de SharePoint.

Este despliegue también se implementa sobre la base de un grupo de servidores virtuales con los que se garantiza el uso más eficiente de los recursos y su eventual escalamiento, a partir del creciente aumento de las demandas debido a la paulatina introducción de este tipo de servicios en la actividad de la institución.

²⁶ **BDC:** Del inglés Business Data Catalog. Este Catálogo de Negocios, permite consultar e interactuar con información que reside físicamente en bases de datos empresariales a través de un sitio de SharePoint.



Capítulo 2: Características del Subsistema

3. Desde el punto de vista en que puede ser consumida la información dentro de la institución, la arquitectura adoptada sigue rigurosamente el enfoque de servicios que se ha venido imponiendo como paradigma de la informática en la actualidad.

Esto significa que todo lo que se implementará en la infraestructura serán servicios y estos serán estándares, tanto desde el punto de vista de la especificación WSDL²⁷, como desde el punto de vista de los estándares de la OGC para servicios geoespaciales. Por tanto, las formas en que podrá ser consumida la información son las siguientes:

- Desde el geoportal del MININT a través de un navegador.
- Con el uso de clientes (ligeros o pesados) como los que aporta el propio ArcGIS Desktop o MapInfo, u otros de tipo open source, siempre que se adhieran a los estándares universalmente aceptados.
- A través de aplicaciones desarrolladas por usuarios avanzados para implementar opciones de trabajo con mapas y análisis espacial dentro de sistemas operacionales específicos de la institución.

La siguiente figura muestra una concepción general de la arquitectura SIG utilizada.

²⁷ **WSDL**: Web Services Description Language. Lenguaje común utilizado para la descripción de los servicios Web, basado en XML y describe totalmente la forma en la cual los clientes externos pueden interactuar con los servicios Web existentes en un computador.



Capítulo 2: Características del Subsistema

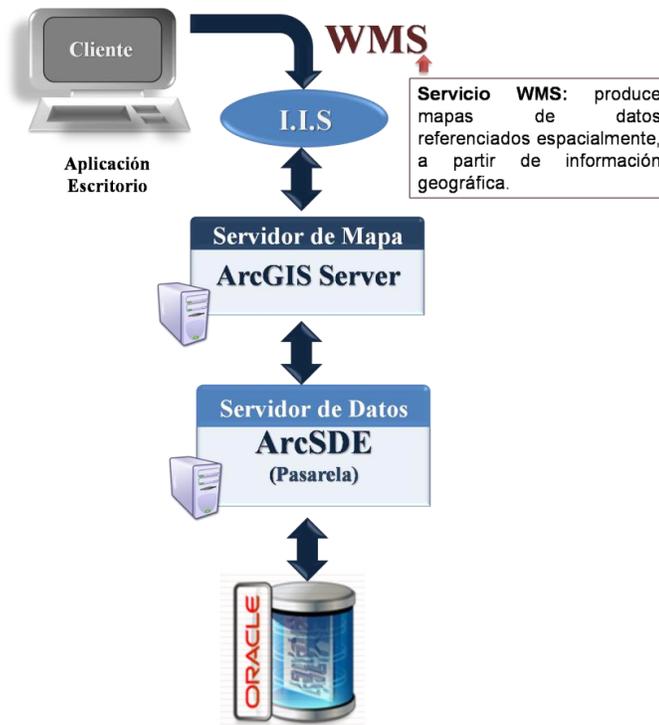


Figura 2.1 Concepción general de la arquitectura SIG.

2.4 Modelo de Dominio

Se propone realizar un Modelo de Dominio, teniendo en cuenta que los procesos en el área que se automatiza no están bien definidos. En este modelo se relacionan los principales conceptos identificados que se utilizarán en el desarrollo del SIG a desarrollar, contribuyendo de esta forma a que los usuarios, desarrolladores e interesados en la aplicación, puedan manejar un vocabulario común, con el objetivo de lograr una mejor comprensión del problema, permitiendo una correcta captura de requisitos y un desarrollo exitoso del sistema.

Servicio WMS: Del inglés Web Map Service. Servicio que ofrece una imagen como resultado final de la petición de un mapa.



Capítulo 2: Características del Subsistema

2.4.1 Conceptos del Modelo de Dominio

Usuario: Es el actor que interactúa con el sistema. Según el rol que éste tenga asignado, tendrá acceso para realizar determinada acción en el mapa digital.

SIG: Sistema computacional para la captación, almacenamiento, análisis y representación de información geográfica.

Mapa: Conjunto de capas que se intercalan unas con otras para formar un mapa.

Capa: Es un conjunto de elementos de un mismo tipo y con los mismos atributos referenciados geográficamente.

Elemento: Unidad de información espacial que se representa en una capa. Estos pueden ser puntos, líneas y polígonos.

Línea: Serie de posiciones ubicadas de formas consecutivas y unidas a través de segmentos rectos. Permite modelar calles y ríos.

Punto: Coordenada (x, y) donde se mostrará el elemento o imagen que representa una solicitud, un evento o una patrulla.

Polígono: Son un conjunto de líneas cerradas que delimitan una superficie. Son usados para representar parroquias, municipios, cuadras, etc.

Evento: Suceso que se va a realizar en una fecha, hora y lugar determinado. El mismo es solicitado por una entidad o una persona para recibir el apoyo de las patrullas.

Solicitud: Situación manifestada por la población al Centro de Gestión de Emergencias 106 y que necesita respuesta inmediata de las patrullas.

Recurso: Los recursos que se representan en el mapa son:

- Recurso Fijo: Incluye las edificaciones (escuelas, hospitales, museos, cadecas, hoteles) y las áreas abiertas donde se incluyen los parques, plazas y bulevares.



Capítulo 2: Características del Subsistema

- Unidad: Incluye los vehículos que se emplean al atender una emergencia determinada. Estos son motos, carros de bombero, patrullas, entre otros.

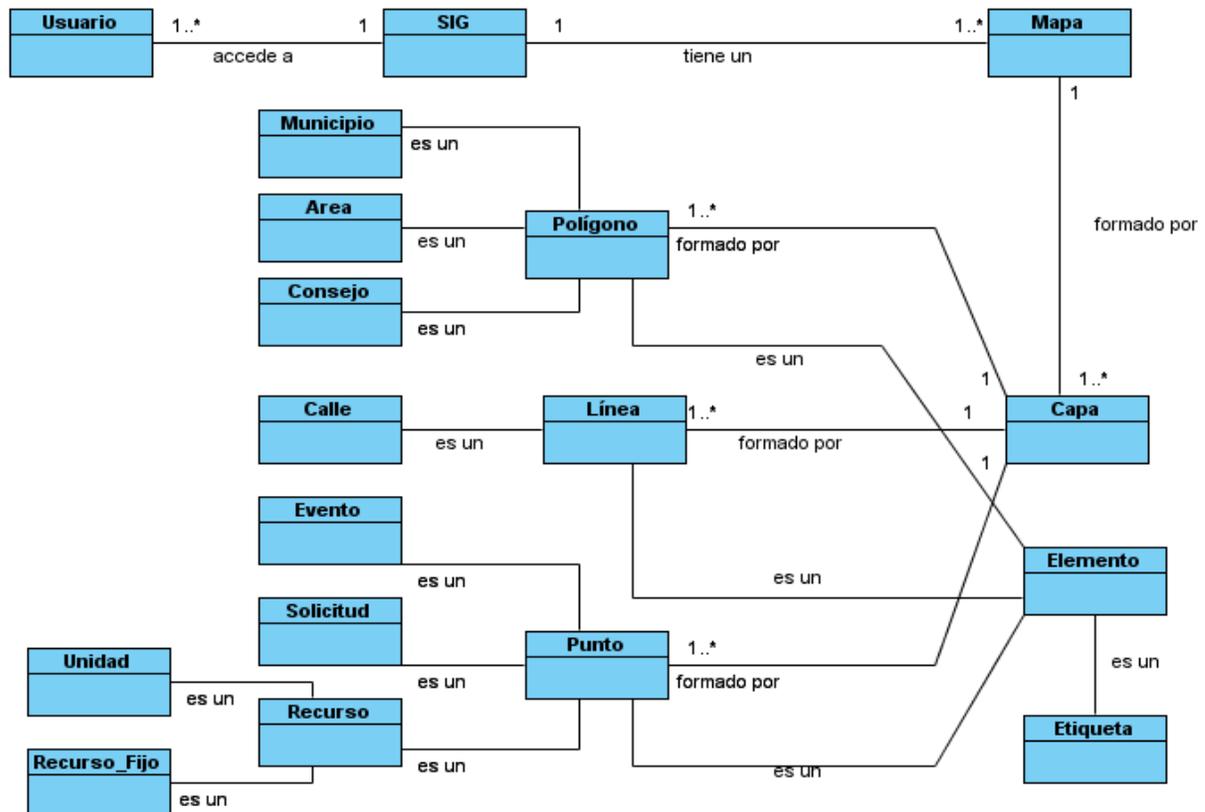


Figura 2.2 Modelo de Dominio: Subsistema Mapificación.

2.5 Especificación de los requisitos de software

Los requerimientos que poseen descripción son los que satisfacen la propuesta de solución de esta investigación, los restantes quedan reflejados, para versiones posteriores del subsistema a desarrollar.



Capítulo 2: Características del Subsistema

2.5.1 Requisitos Funcionales

RF1. Cargar Configuración

Se cargarán en la aplicación los permisos y las capas cartográficas a las que tendrá acceso el rol autenticado.

RF2. Alejar la Vista del Área Visible

Visualiza el área visible del mapa a menor detalle.

RF3 Acercar la Vista del Área Visible

Visualiza el área visible del mapa a mayor detalle.

RF4. Centrar la Vista del Mapa

Visualiza el centro del mapa a mayor detalle.

RF5. Mover Mapa

Permite desplazarse por el mapa en cualquier dirección.

RF6. Activar Capa

Permite seleccionar la capa que se desea visualizar.

RF7. Desactivar Capa

Permite ocultar el contenido de una capa visualizada.

RF8. Visualizar Detalles de un Elemento

Permite mostrar al usuario un resumen de la información referente a un elemento seleccionado.

RF9. Visualizar un Elemento en el Mapa

Permite mostrar un elemento en el mapa dado un criterio de búsqueda seleccionado por el usuario.



Capítulo 2: Características del Subsistema

RF10. Actualizar Estado de un Elemento

Consiste en actualizar el estado de un elemento dado un criterio determinado.

RF11. Definir un Área en el Mapa

Permite al usuario definir un área, a través de la ubicación de varios puntos sobre el mapa.

RF12. Mostrar un área en el mapa

Permite visualizar el área de una misión después de haber definido los puntos de cierre de forma automática.

RF14. Insertar Semáforo

Permite adicionar un nuevo semáforo a la base de datos.

RF15. Modificar Semáforo

Permite cambiar los datos de un semáforo a partir de la selección de uno de estos.

RF16. Eliminar Semáforo

Permite eliminar un semáforo seleccionado.

RF17. Buscar Semáforo

Realiza una búsqueda de los semáforos, según el parámetro de búsqueda seleccionado.

RF18. Visualizar Camino en el Mapa

Permite mostrar al usuario un recorrido desde una posición hacia otra, de un elemento en el mapa.

RF19. Abrir Vista

RF20. Insertar Vista

RF21. Eliminar Vista

RF22. Buscar Vista



Capítulo 2: Características del Subsistema

RF23. Obtener el Camino Mínimo entre dos puntos dados

RF24. Acceder a sistemas automatizados vía web

RF25. Recuperar orden de radio

2.5.2 Requerimientos No Funcionales

2.5.2.1 Usabilidad

- Agrupar botones y vínculos por grupos funcionales

El subsistema tendrá las siguientes características:

- Presentar grupos de botones y vínculos, organizados por la funcionalidad, con el objetivo de que le permita al usuario, una interacción consistente con el mismo.
- Ser de uso intuitivo, de tal forma que se reduzcan los tiempos de entrenamiento, soporte y prueba por parte del usuario.
- Tener una agrupación de botones y vínculos por funcionalidad, además determinará, la capacidad de componer la interfaz de acuerdo con las funciones requeridas para un rol determinado.
- Mensajes y Textos en la Interfaz
 - La interfaz, los mensajes para interactuar con los usuarios y los mensajes de error, deberán ser en idioma español y tener una apariencia estándar.
 - Los mensajes de error deberán ser lo suficientemente informativos para informar la severidad del error. Estos mensajes no deben revelar información interna. Ej.: Tabla de Base de datos (BD), Usuario de la BD.
 - Los colores utilizados deben ajustarse a los estándares aprobados por la Dirección de Informática y Comunicaciones (DIC) del MININT.



Capítulo 2: Características del Subsistema

2.5.2.2 Fiabilidad

- Tiempo de disponibilidad del subsistema: El subsistema debe estar disponible a tiempo completo durante su vida útil.

2.5.2.3 Seguridad

- El subsistema debe proteger la integridad de la información y los contenidos

En el subsistema, para realizar cualquier operación, el usuario debe estar registrado. Todas las acciones que lo requieran deben tener seguridad a nivel de permisos.

2.5.2.4 Confiabilidad

El subsistema debe ser capaz de recuperarse ante la ocurrencia de un fallo, de no ser posible, emitir alertas al personal encargado de la administración del mismo, así como proteger la información y contenidos.

2.5.2.5 Requerimientos del Hardware para el Despliegue de la Solución

- Un servidor dedicado con un microprocesador a más de 2.5GHz, 4Gb de memoria RAM y 5Gb de capacidad libre en disco duro. Este será empleado para el manejo de la base de datos y el servidor de mapas. El sistema operativo utilizado debe ser de la familia Windows (de XP en adelante).
- Las estaciones de trabajo deben tener microprocesadores a más de 1GHz, 512 Mb de memoria RAM.
- Todos estos componentes deben estar interconectados dentro de una misma red de manera que se puedan comunicar.

2.6 Definición de los Casos de Uso

2.6.1 Definición de los Actores del Subsistema

Para realizar el modelo de CU es necesario determinar los actores, los casos de usos y las relaciones entre estos. En este subsistema solo interactúa un actor, el cual se define a continuación:



Capítulo 2: Características del Subsistema

Actor	Descripción
Usuario	Persona autorizada que interactúa con el subsistema, para consultar información de recursos, eventos y solicitudes. Podrá activar Capas, definir Vistas, y efectuar todas las operaciones básicas que se definan en el SIG.

Tabla 1 Actores del Subsistema

2.6.2 Diagramas de Casos de Uso del Subsistema

Para lograr una mejor organización y comprensión del subsistema que se propone, se agruparon los CU en paquetes teniendo en cuenta las funcionalidades de los mismos. A continuación se muestra el Diagrama de Paquetes del Subsistema:

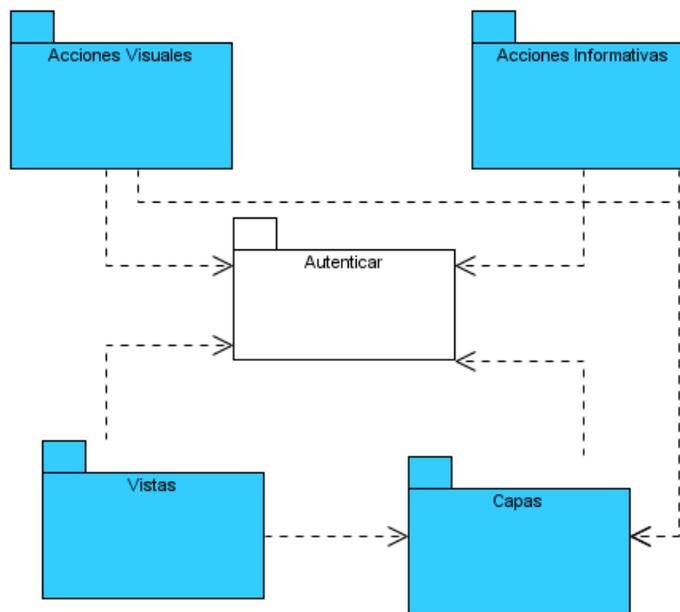
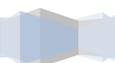
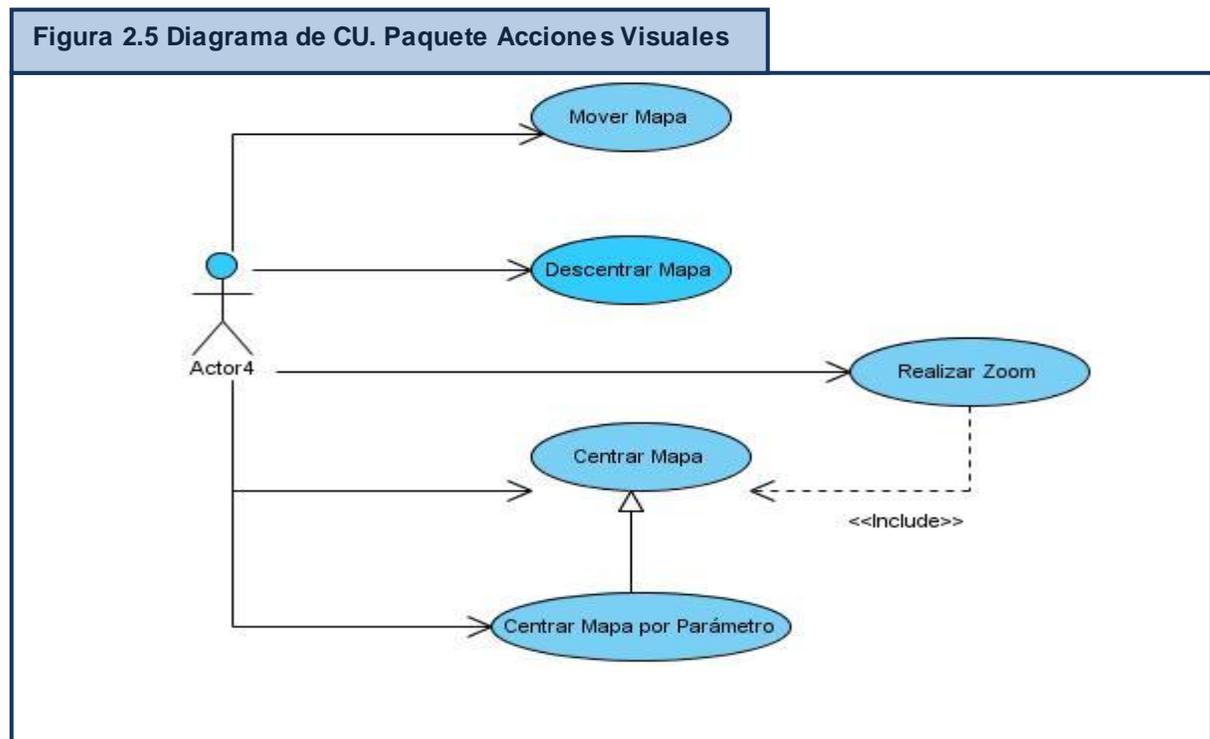
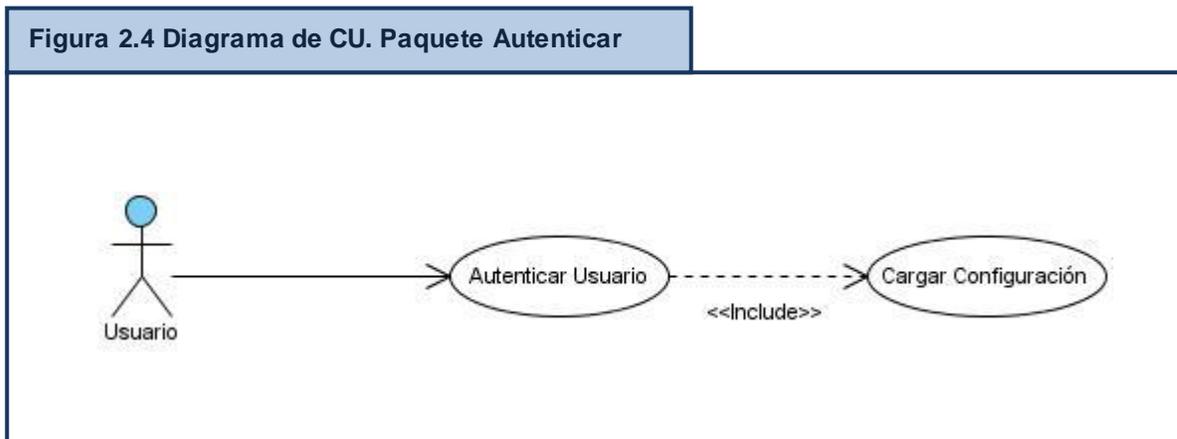


Figura 2.3 Diagrama de Paquetes: Subsistema Mapificación.



Capítulo 2: Características del Subsistema

A continuación se muestran los diagramas de CU por paquetes. Los CU que se representan por el color blanco significan que pertenecen a otro subsistema y que se reutilizan aquí, con el objetivo de obtener una mayor claridad del subsistema.



Capítulo 2: Características del Subsistema

Figura 2.6 Diagrama de CU. Paquete Acciones Informativas

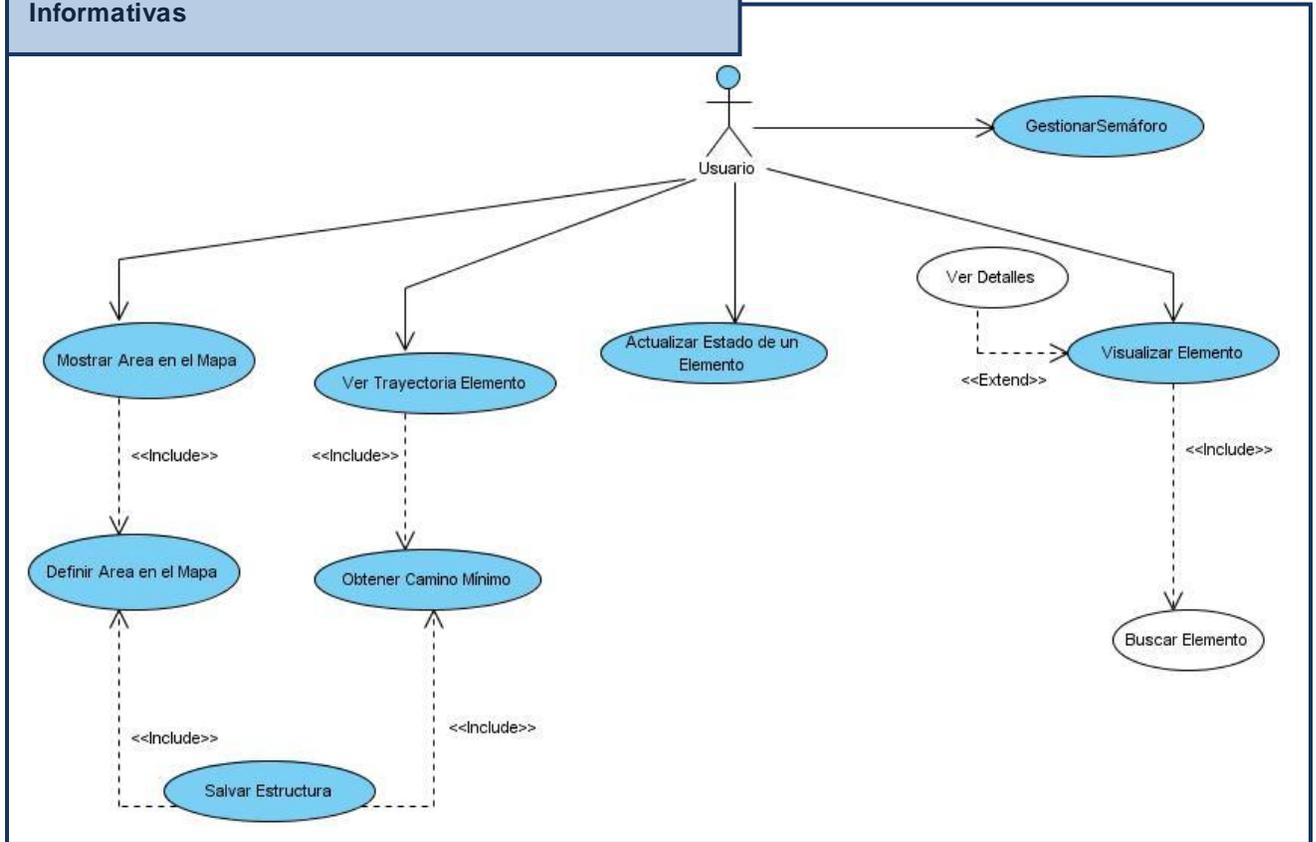
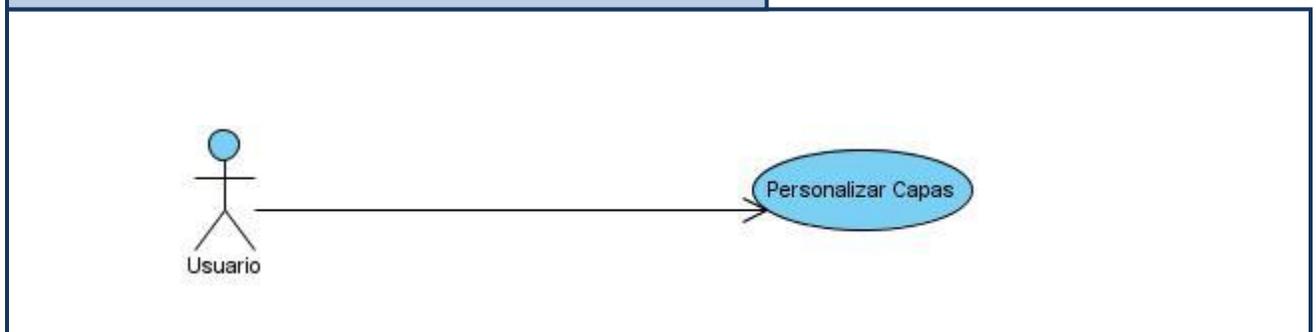


Figura 2.7 Diagrama de CU. Paquete Capas



Capítulo 2: Características del Subsistema

Figura 2.8 Diagrama de CU. Paquete Acciones Informativas. CU: Gestionar Semáforo.

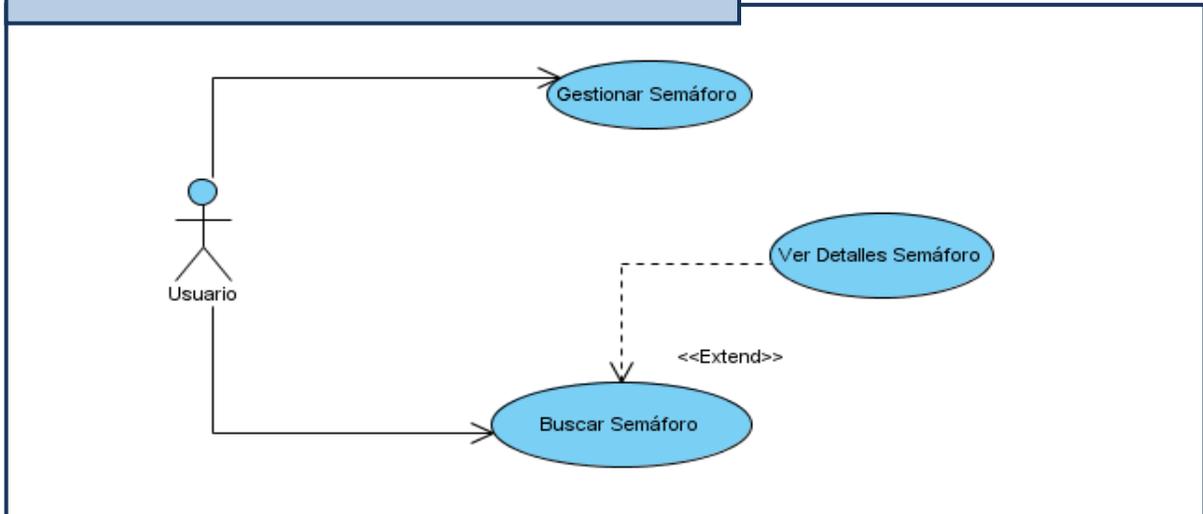
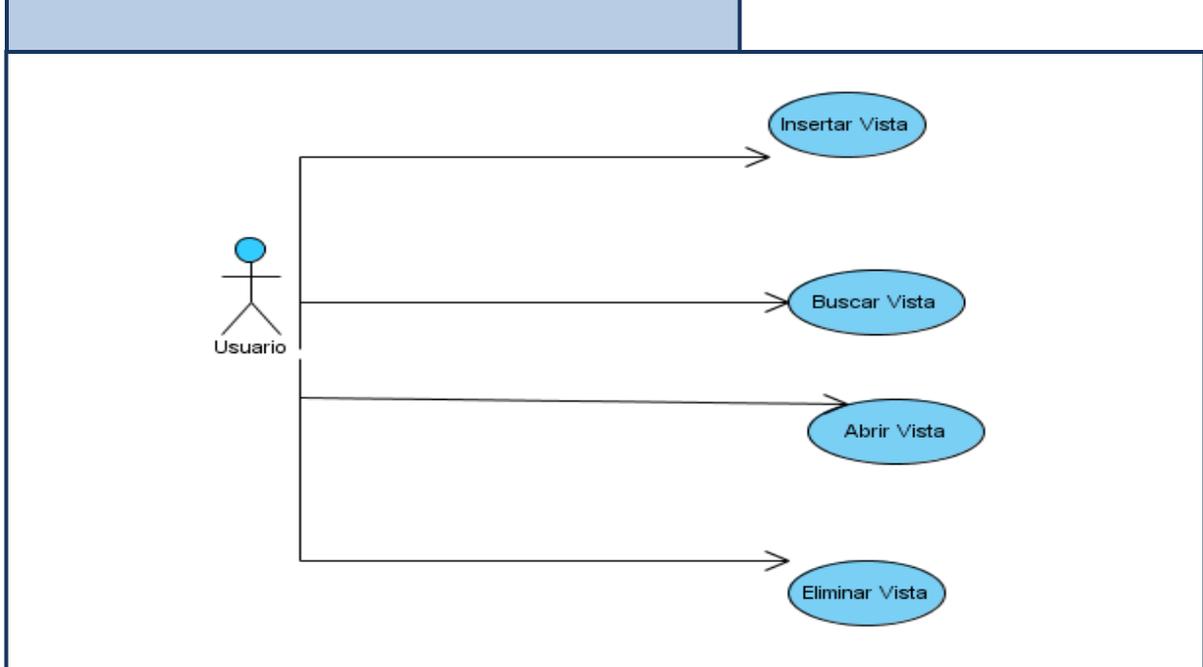


Figura 2.9 Diagrama de CU. Paquete Vistas



Capítulo 2: Características del Subsistema

2.7 Descripción de los Casos de Uso

En esta sección solo se muestra una pequeña descripción de los CU más críticos que se desarrollan en esta versión del subsistema. En los anexos se muestran estas descripciones más detalladamente y la de los otros CU no críticos, presentes en esta versión.

Para un mejor análisis, consultar el Anexo: 1 Descripción de los Casos de Uso.

2.7.1 CU Personalizar Capa

2.7.1.1 Descripción del Caso de Uso

Caso de Uso:	Personalizar Capa
Actores:	Usuario
Resumen:	Se muestra un listado con el nombre de las capas, donde el usuario podrá activar y desactivar la capa que estime conveniente. El subsistema posteriormente mostrará, la configuración establecida por el usuario.
Precondiciones:	El menú debe mostrarse en el lado izquierdo del mapa.
Referencias	RF7, RF6

2.7.2 CU Ver Detalles

2.7.2.1 Descripción del Caso de Uso

Caso de Uso:	Ver Detalles
Actores:	Usuario
Resumen:	Permite mostrarle al usuario los detalles de un elemento seleccionado.
Precondiciones:	Tener seleccionado un elemento en el mapa.



Capítulo 2: Características del Subsistema

Referencias	RF8
--------------------	------------

2.7.3 CU Visualizar un Elemento

2.7.3.1 Descripción del Caso de Uso

Caso de Uso:	Visualizar un Elemento
Actores:	Usuario
Resumen:	Permite mostrar un elemento en el mapa, dado un criterio de búsqueda seleccionado por el usuario.
Precondiciones:	No aplica.
Referencias	RF9

2.7.4 CU Actualizar Estado de un Elemento

2.7.4.1 Descripción del Caso de Uso

Caso de Uso:	Actualizar Estado de un Elemento
Actores:	Usuario
Resumen:	Consiste en actualizar el estado de un elemento, con el icono del nuevo estado, obtenido de la Base de Datos.
Precondiciones:	El elemento debe mostrarse en el mapa.
Referencias	RF10

2.7.5 CU Definir un Área en el Mapa

2.7.5.1 Descripción del Caso de Uso

Caso de Uso:	Definir un Área en el Mapa
---------------------	-----------------------------------



Capítulo 2: Características del Subsistema

Actores:	Usuario
Resumen:	Permite al usuario definir un área, a través de la ubicación de varios puntos que se sitúan, al hacer clic sobre el mapa.
Precondiciones:	Debe existir un mapa abierto.
Referencias	RF11

2.7.6 CU Mostrar Área en el Mapa

2.7.6.1 Descripción del Caso de Uso

Caso de Uso:	Mostrar Área en el Mapa
Actores:	Usuario
Resumen:	Permite visualizar un área, después de haber definido varios puntos sobre el mapa.
Precondiciones:	Debe existir un mapa abierto.
Referencias	RF12

2.7.7 Ver Trayectoria Elemento

2.7.7.1 Descripción de Casos de Uso

Caso de Uso:	Visualizar Camino.
Actores:	Usuario
Resumen:	Permite mostrar al usuario un recorrido, des una posición hacia otra de un elemento en el mapa.
Precondiciones:	Debe existir un mapa abierto.
Referencias	RF18



Capítulo 2: Características del Subsistema

Prioridad	
------------------	--

2.7.8 Gestionar Semáforo

2.7.8.1 Descripción de Casos de Uso

Caso de Uso:	Gestionar Semáforo
Actores:	Usuario
Resumen:	Permite registrar los datos de un nuevo semáforo en la Base de Datos, además, posibilita modificar o eliminar los datos de un semáforo existente en el subsistema.
Precondiciones:	No aplica.
Referencias	RF14,RF15, RF16

2.7.9 Buscar Semáforo

2.7.9.1 Descripción de Casos de Uso

Caso de Uso:	Buscar Semáforo
Actores:	Usuario
Resumen:	El Usuario selecciona el criterio por el cual desea realizar la búsqueda, mostrándose posteriormente un listado de semáforos que cumplen con los criterios de búsqueda especificados. A partir de la lista mostrada se puede modificar y eliminar un semáforo existente en el subsistema.
Precondiciones:	Semáforo registrado.
Referencias	RF17



Capítulo 2: Características del Subsistema

2.7.10 Ver Detalles Semáforo

2.7.10.1 Descripción de Casos de Uso

Caso de Uso:	Ver Detalles de un Semáforo
Actores:	Usuario
Resumen:	Se obtiene de la Base de Datos y se muestra los detalles del semáforo seleccionado.
Precondiciones:	Semáforo registrado.
Referencias	RF17

2.8 Conclusiones

Con el desarrollo de este capítulo se llegó a una mejor comprensión del subsistema a automatizar y de las características que debe presentar para cumplir con los requerimientos del cliente. Se realizó un Modelo del Dominio y se definieron los requisitos funcionales y no funcionales que debe cumplir el mismo. Conjuntamente se identificaron los actores y casos de uso, los cuales pueden observarse a través de los diagramas de casos de uso del subsistema, donde se muestran las relaciones establecidas entre ellos y una descripción detallada de los CU que se implementarán en esta versión.



Capítulo 3: Diseño del Subsistema

CAPÍTULO 3: DISEÑO DEL SUBSISTEMA

3.1 Introducción

En este capítulo se presenta el diseño del Subsistema Mapificación, se describe la arquitectura base del proyecto y se expone la estructura del diagrama de paquetes del diseño. Se exponen además, los diagramas de clases y la descripción detallada de cada uno de estos paquetes, para obtener una propuesta más robusta y eficiente del subsistema a desarrollar.

3.2 Arquitectura

“La Arquitectura Software, también denominada Arquitectura lógica, consiste en un conjunto de patrones y abstracciones coherentes que proporcionan el marco de referencia necesario para guiar la construcción del Software.” (21)

La arquitectura constituye la base de cualquier aplicación, en ésta se definen los artefactos más significativos, con el objetivo de crear un patrón de cómo deben ser los artefactos que se generen posteriormente en la aplicación. Su propósito está orientado a asegurar que el sistema cumpla con los objetivos del cliente respecto a cualidades de calidad del software a desarrollar.



Figura 3.1 Atributos de Calidad de la Arquitectura.



Capítulo 3: Diseño del Subsistema

3.2.1 Arquitectura base del Centro de Información y Mando de la UPP

Luego de un análisis detallado del subsistema, se propone el desarrollo en paralelo de varias partes, fomentando la separación de conceptos y permitiendo la modificación de uno de ellos, sin afectar o afectando parcialmente a los demás.

La aplicación a desarrollar presenta un diseño modular, está formada por varios subsistemas y estos a su vez, están formados por módulos, facilitando tanto el desarrollo como las futuras modificaciones o agregaciones que se hagan al subsistema. Estos módulos son cinco: Presentación, Acciones, Negocio, Acceso a Datos y Dominio.

El estilo arquitectónico seleccionado para la implementación, es un estilo en capas donde cada una de estas sólo accede a la inmediata inferior, mediante interfaces, de forma que el nivel de acoplamiento entre una y otra, sea el menor posible. Todos estos, dispuestos sobre el Framework Base del Centro de Mando, desarrollado por el equipo de arquitectura del proyecto, el cual está basado en la Guía de Aplicación Compuesta para WPF y Silverlight del equipo Patrones y Prácticas de Microsoft.

La figura 3.2 muestra una vista vertical de la arquitectura base del proyecto, teniendo en cuenta el Subsistema Mapificación dentro del sistema y todos los componentes que colaboran para su funcionamiento.



Capítulo 3: Diseño del Subsistema

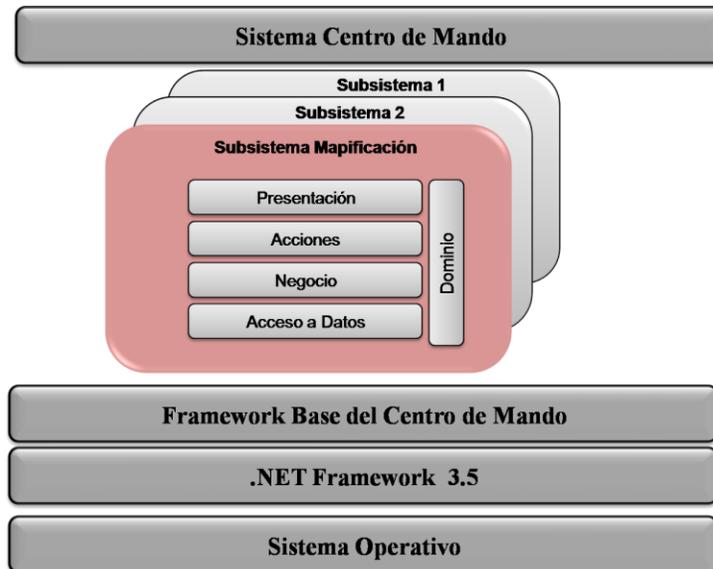


Figura 3.2 Vista vertical arquitectónica del subsistema dentro del sistema.

Por su parte, la figura 3.3 representa el estilo en capas. Las flechas con dirección hacia abajo indican cómo las capas acceden a la inmediata inferior, mientras que el flujo de información en sentido contrario, representa cómo la información llega al usuario, luego de éste haberla solicitado. Esto no implica que las capas de niveles inferiores puedan acceder a las inmediatas superiores.

Cada una de estas capas tiene una función específica.

1. La **capa de presentación** es la encargada de interactuar con el usuario y de definir las interfaces gráficas del subsistema, así como controlar toda la interacción con los usuarios del subsistema.
2. Dentro de la **capa de negocio** se encuentra toda la lógica funcional referente al negocio del módulo.
3. La **capa de acceso a datos** es la encargada de recuperar y almacenar información en el servidor de bases de datos. Además de definir la interacción con servicios provistos por sistemas externos a la aplicación.



Capítulo 3: Diseño del Subsistema

4. El **Dominio** contiene las clases mapeadas en la base de datos y las relaciones entre esas clases, las cuales pueden ser utilizadas desde cualquier capa del subsistema.
5. La **Base de Datos Relacional** es la base de datos con la que trabaja el subsistema.
6. Los **Servicios Externos** son los servicios web que consume el subsistema entre los que se pueden citar los servicios web de mapas y los servicios de geocodificación.

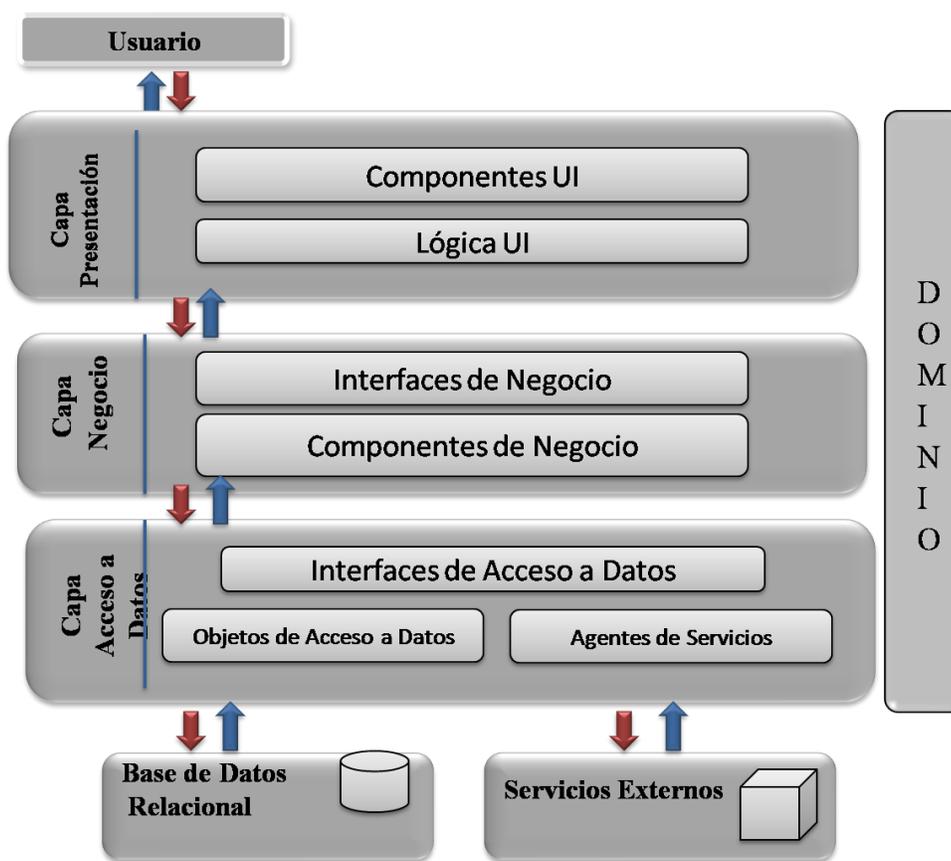
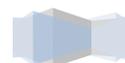


Figura 3.3 Vista arquitectónica del subsistema.



Capítulo 3: Diseño del Subsistema

3.3 Patrones

Los patrones proponen soluciones específicas con el objetivo de ayudar a identificar los errores y obstáculos comunes que ocurren al crear sistemas. Se utilizan para diseñar sistemas independientes del lenguaje en el que se vayan a implementar, establecer un vocabulario de diseño común entre los desarrolladores y proveer la reutilización del diseño para su uso en sistemas posteriores.

3.3.1 Patrones Arquitectónicos

Los patrones de arquitectura constituyen un intento de formalizar la comunicación, son una forma de documentar la arquitectura del software, facilitando la construcción de software con propiedades definidas y ayudando a construir arquitecturas heterogéneas y complejas.

El proyecto aplicó una serie de patrones arquitectónicos debido al papel que desempeñan para resolver un problema determinado. A continuación se expone una explicación detallada del patrón MVP por ser uno de los más importantes en el trabajo con la capa de presentación y se hará mención de otros patrones de arquitectura utilizados.

3.3.1.1 Modelo Vista Presentador (MVP)

El patrón Modelo Vista Presentador (MVP) es un patrón arquitectónico derivado del patrón Modelo Vista Controlador (MVC) que nos proporciona una clara separación entre la vista, el modelo y el controlador. La clave del patrón MVP es una estricta regulación de la interacción entre la vista y el presentador. El patrón MVP es un perfeccionamiento del patrón MVC basado en dos características fundamentales:

- La vista no conoce el modelo.
- El Presentador se encarga de actualizar los datos en la Vista.

El MVP separa el modelo, la presentación y las acciones basadas en la interacción con el usuario en tres clases separadas. La vista le encomienda a su presentador toda la responsabilidad del manejo de los



Capítulo 3: Diseño del Subsistema

eventos del usuario. El presentador es el componente encargado de “presentar” las acciones del usuario al sistema y obtener la respuesta del mismo, además se responsabiliza de la actualización del modelo cuando se origina un evento en la vista y de actualizar a la vista cuando el modelo le informa el cambio. Las acciones del usuario que requieran navegación a otra vista, deberán ser delegadas en el presentador, el cual será responsable de aplicar la redirección a la vista correspondiente. El modelo no conoce la existencia del presentador, por lo tanto, si el modelo cambia por acción de algún otro componente que no sea el presentador, debe disparar un evento para que el presentador se entere.

3.3.2 Patrones de Diseño

El diseño propuesto para el subsistema a desarrollar, utiliza una serie de patrones de diseño que están encomendados a ayudar a identificar los errores y obstáculos comunes que pueden tener el subsistema. En la implementación del mismo, se evidencian varios patrones, destacándose unos más que otros. A continuación se mencionan los más relevantes.

El patrón Singleton es clasificado como un patrón de creación, su objetivo es garantizar que una clase sólo tenga una instancia, proporcionándole a ésta, un único punto de acceso global. Este patrón se utiliza para tener sólo una instancia del contenedor de inyección de dependencias en el subsistema. Puede ser empleado, por ejemplo cuando se crea una acción, permitiendo especificar que ésta sea un singleton, para que cada vez que se invoque a la misma, no se cree una instancia diferente, sino que se almacene en el contenedor de inyección de dependencias, para que pueda ser tomada cada vez que sea necesario utilizarla.

Entre los patrones estructurales utilizados, se cuenta con el patrón Proxy, el cual proporciona un sustituto o representante de otro objeto, para controlar el acceso de éste. Es aplicado por ejemplo, al establecer una conexión a un servicio web de mapa.

El patrón Command pertenece al grupo de patrones de comportamiento. Se encarga de encapsular una petición en un objeto, permitiendo parametrizar a los clientes con distintas peticiones, encolando o llevando un registro de las peticiones y posibilitando deshacer las operaciones. Este patrón tiene gran utilidad en las



Capítulo 3: Diseño del Subsistema

interfaces de usuario, pues es utilizado en el subsistema, a través de los comportamientos (behaviors) de WPF que se agregan a los diferentes componentes, como pueden ser los botones.

3.4 Diagrama de Clases del Diseño

El Diagrama de Clase es un tipo de diagrama estático que describe la estructura de un subsistema mostrando sus clases, atributos y las relaciones entre ellos. Aquí se muestra un diseño conceptual de la información que se manejará en el subsistema, y la relación entre los distintos componentes que lo conforman.

Los diagramas de clases del diseño que se exponen a continuación, muestran la interacción entre los distintos componentes, por las que está conformado el Subsistema Mapificación. Se ha utilizado como elemento característico el color definido en la figura 3.6 para identificar las clases pertenecientes a cada capa.

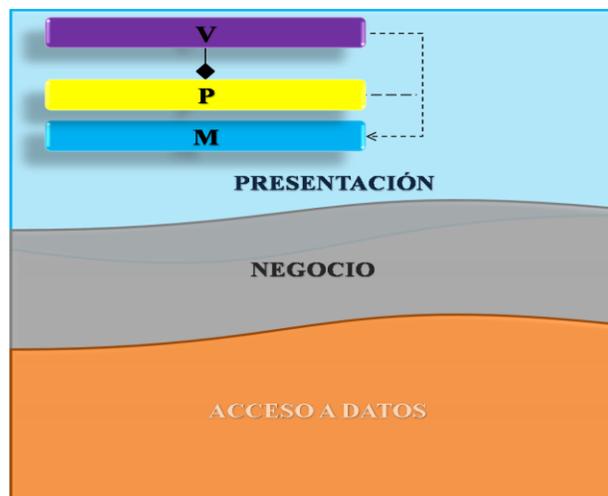


Figura 3.4 Representación de la Arquitectura en Capas con el patrón MVP.

En la figura no se representaron las clases de los frameworks que fueron utilizados (color verde), pero serán mostradas en los diagramas para una mayor comprensión de los mismos.



Capítulo 3: Diseño del Subsistema

3.4.1 Diagrama de Paquete del Diseño

Los diagramas de paquetes son usados con el objetivo de obtener una mejor organización de los elementos. Estos muestran cómo un sistema está dividido en particiones lógicas, mostrando las dependencias existentes entre éstas.

Un paquete de diseño es una colección de clases, relaciones, realizaciones de casos de usos, diagramas y otros paquetes, usado para estructurar el modelo de diseño, particionado en partes más pequeñas. Este agrupa elementos relacionados a dicho modelo, con propósitos organizacionales, para poder manipular la complejidad de modelos más grandes.

El diagrama de paquetes mostrado a continuación es un diagrama que responde a la alta cohesión de las estructuras y componentes que lo conforman. Para elaborarlo, el criterio escogido fue agrupar las clases atendiendo a su funcionalidad, con el objetivo de obtener un entendimiento más detallado de la organización de las clases y de la arquitectura propuesta.

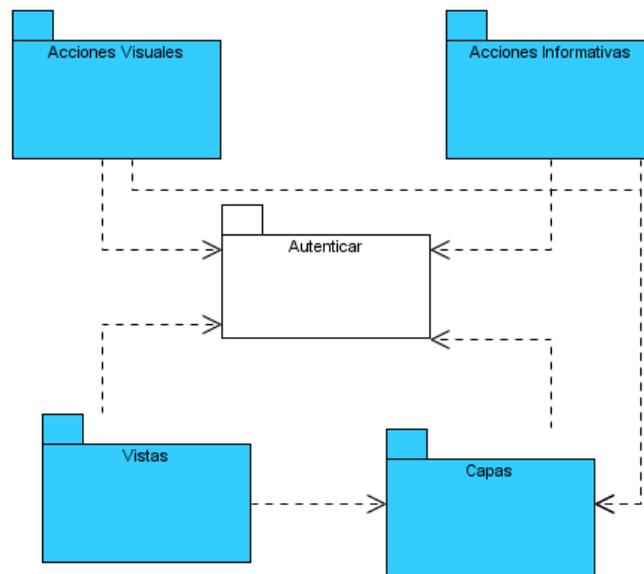


Figura 3.5 Diagrama de Paquetes. Subsistema Mapificación.



Capítulo 3: Diseño del Subsistema

3.4.1.1 Paquete Capa

Este paquete agrupa las clases del subsistema que permiten al usuario, realizar determinada operación sobre una capa, como por ejemplo: activar y ocultar capa. Aquí la clase GestorCapasControlador es la encargada de implementar los métodos definidos en la interfaz IGestorCapasControlador, para activar o desactivar la visualización de las diferentes capas del mapa.

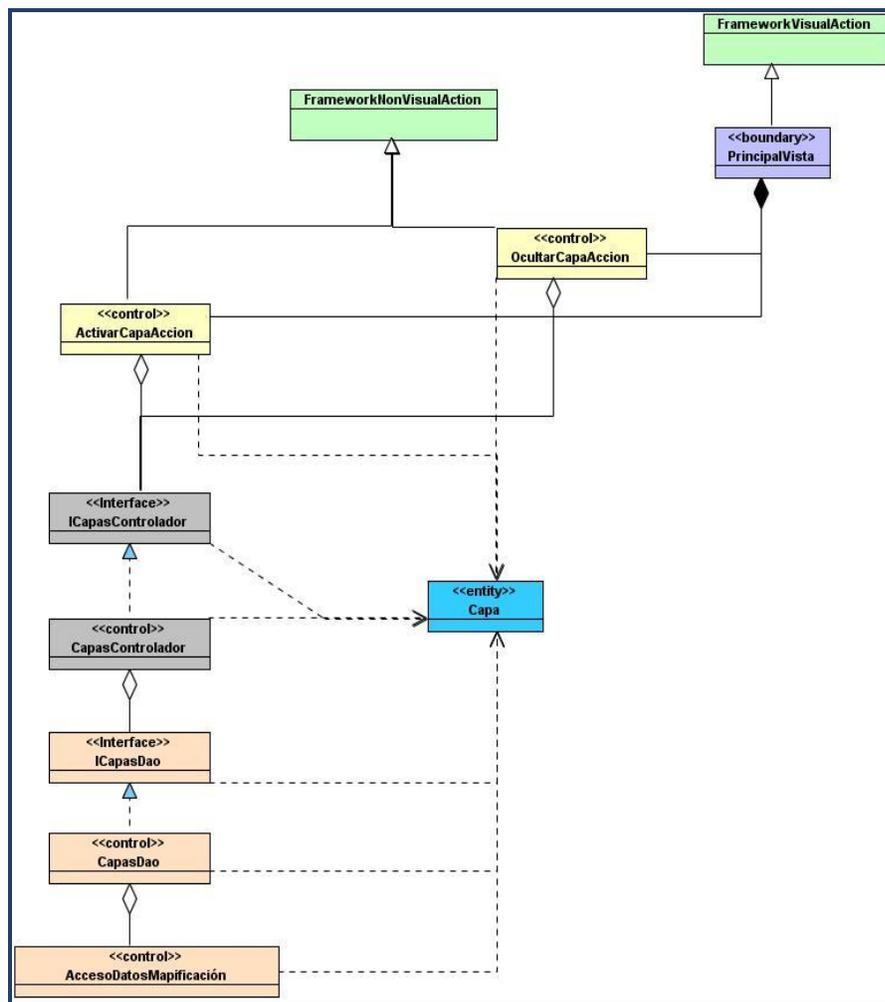


Figura 3.6 Paquete Capas.



Capítulo 3: Diseño del Subsistema

3.4.1.2 Paquete Acciones Informativas

Este paquete agrupa las clases del subsistema que permiten obtener información de los elementos que se encuentran posicionados en el mapa y que se muestran al usuario. El mismo contiene determinadas clases con funcionalidades específicas para el trabajo sobre el mapa, `GestorSemaforoControlador`, `GestorElementosControlador` y `ServicioSubscripcionControlador`.

La clase `GestorSemaforoControlador` tiene la misión de implementar los métodos contenidos en la clase interfaz `IGestorSemaforoControlador`, encargada de mantener actualizado el estado de la red semafórica y de gestionar toda la información de los semáforos georreferenciados en el mapa.

La clase `GestorElementosControlador` tiene la misión de implementar los métodos contenidos en la clase interfaz `IGestorElementosControlador`, encargados de visualizar en el mapa los puntos, líneas y polígonos necesarios, para representar toda la información contenida en la base de datos.

Por su lado, la clase `ServicioSubscripcionControlador` implementa los métodos que propone la clase interfaz `IServicioSubscripcionControlador`, permitiéndole al usuario suscribirse al mapa, para realizar operaciones específicas a partir de datos proporcionados por éste o por otro subsistema.

Los diagramas de clases de este paquete pueden consultarse en el Anexo 2: Diagrama de Clases. Paquete Acciones Informativas, figuras 2.1, 2.2 y 2.3.

3.4.1.3 Paquete Acciones Visuales

Este paquete agrupa las clases del subsistema, que permiten al usuario trabajar con las herramientas básicas de navegación. El diagrama de clases de este paquete pueden consultarse en el Anexo 2: Diagrama de Clases. Paquete Acciones Visuales, figura 2.4.

3.5 Clases Persistentes

La persistencia de un objeto viene dada por la capacidad que tiene éste de trascender en tiempo/espacio, a través de su almacenamiento en memoria, ya sea en una BD o un fichero externo, y su recuperación posterior ante algún cambio.



Capítulo 3: Diseño del Subsistema

3.5.1 Diagrama de Clases Persistentes

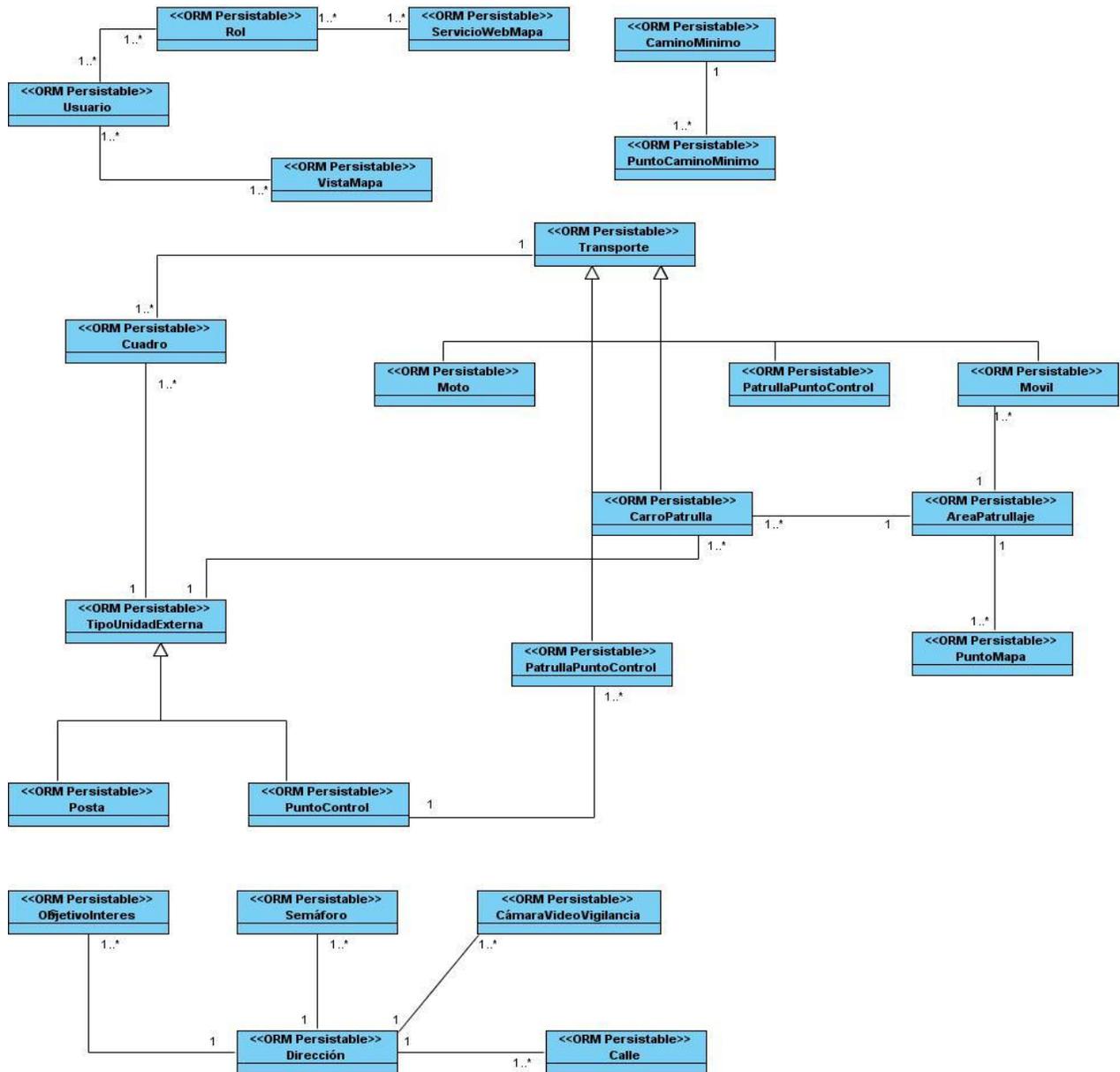


Figura 3.7 Diagrama de Clases Persistentes.



Capítulo 3: Diseño del Subsistema

3.6 Modelo de Datos

A través de un modelo de datos se obtiene una descripción abstracta sobre la representación de los datos en un SGBD. Los componentes que lo conforman, son entidades existentes en el subsistema a modelar y que se pueden manipular. Estos modelos contienen a su vez, características propias de estos objetos y la forma en que se relacionan entre sí.

Para el análisis del modelo de datos del sistema, dirigirse al Anexo 3: Modelo de Datos. Subsistema Mapificación, ver figura 3.1.

3.7 Conclusiones

En este capítulo se describió la arquitectura base del proyecto y la vista arquitectónica del subsistema respecto al sistema general. Conjuntamente se realizó una breve descripción de los patrones arquitectónicos y de diseño utilizados. Se expuso el diagrama de paquetes para el diseño propuesto, así como los diagramas de clases, correspondiente a cada uno de estos paquetes. Además, se mostró el modelo de datos y el diagrama de clases persistentes correspondiente al subsistema.



Capítulo 4: Implementación del Subsistema

CAPÍTULO 4: IMPLEMENTACIÓN DEL SUBSISTEMA

4. Introducción

En este capítulo se representan en términos de componentes los elementos del modelo del diseño definidos en el capítulo anterior. Se presentan los diagramas con los principales componentes que conforman el Subsistema Mapificación. Se define además el modelo de despliegue, con los protocolos de comunicación entre los nodos que interactúan en el subsistema.

4.1 Modelo de Implementación

Un Modelo de Implementación describe como los elementos del modelo de diseño se implementan en términos de componentes. Este especifica, cómo se organizan los componentes de acuerdo con los mecanismos de estructuración y modularización disponibles en el entorno de implementación.

4.1.1 Diagrama de Componentes

Los diagramas de componentes se utilizan para modelar la vista estática de un sistema. Muestran la organización y las dependencias lógicas entre un conjunto de componentes de software, sean éstos: código fuente, librerías, binarios, ejecutables. El uso más importante de estos diagramas es mostrar la estructura de alto nivel del modelo de implementación.

A continuación se muestra el diagrama de componentes correspondiente al Subsistema Mapificación.



Capítulo 4: Implementación del Subsistema

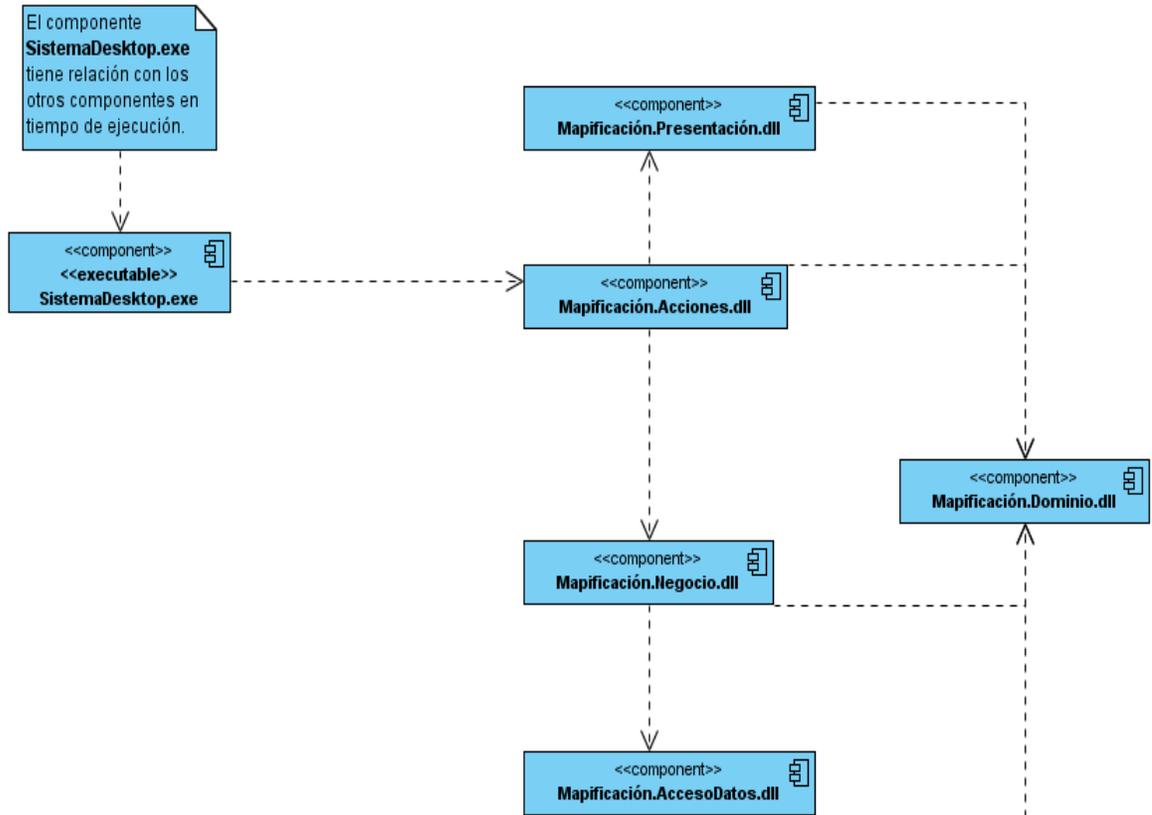


Figura 4.1 Diagrama de Componentes. Subsistema Mapificación.

4.1.2 Descripción de los Componentes

4.1.2.1 Componente SistemaDesktop.exe

Propósito

Desencadena la llamada a la acción que da inicio a la ejecución de la aplicación. Contiene los ficheros donde se definen todas las configuraciones generales de la aplicación.



Capítulo 4: Implementación del Subsistema

Recursos

- **Sistema.AccesoDatos.dll:** Encargado de almacenar los DaoGenericos y los proveedores que permiten crear la cadena de conexión a la base de datos.
- **Sistema.Acciones.dll:** Contiene las acciones a nivel de sistema.
- **Sistema.Negocio.dll:** Contiene clases que se utilizan en las capas de negocio de los demás subsistemas.
- **Sistema.Dominio.dll:** Contiene las clases entidades del sistema.
- **Sistema.Menu.dll:** Almacena la configuración de menú del sistema, incluyendo las acciones a ejecutar para iniciar los subsistemas.
- **Sistema.Presentacion.dll:** Contiene los componentes de las interfaces de usuario a nivel de sistema.
- **Sistema.Shell.dll:** Contiene la ventana principal del sistema.

4.1.2.2 Componente Mapificacion.Presentacion.dll

Propósito

Contenedor físico de las interfaces de usuario y las clases que definen el comportamiento de los objetos de la capa Presentación.

4.1.2.3 Componente Mapificacion.Acciones.dll

Propósito: Contenedor físico de las clases que realizan un flujo de acción para llevar a cabo una operación determinada. Estas clases están suscritas a los eventos que se puedan desatar en la interfaz gráfica e invocan a los métodos correspondientes de las clases de negocio para llevar a cabo la acción solicitada. Dichas clases juegan un rol de controladoras de presentación.



Capítulo 4: Implementación del Subsistema

4.1.2.4 Componente Mapificacion.Negocio.dll

Propósito

Contenedor físico de las clases que definen el comportamiento de los objetos de la capa de Negocio y las clases que controlan el negocio de la aplicación.

4.1.2.5 Componente Mapificacion.AccesoDatos.dll

Propósito

Contenedor físico de las clases que definen el comportamiento de los objetos de la capa de Acceso a Datos y de las clases encargadas de gestionar las consultas y modificaciones que se realicen a la base de datos.

4.1.2.6 Componente Mapificacion.Dominio.dll

Propósito

Contenedor físico de las clases entidades del módulo. Estas clases representan a los objetos persistentes y pueden ser usadas verticalmente en todas las capas de la aplicación.

Para obtener una descripción más detalladas de los componentes, dirigirse al Anexo: 4 Descripción de los Componentes.

4.2 Modelo de Despliegue

El Modelo de despliegue contiene los nodos (procesador o dispositivo) que forman la topología hardware sobre la que se ejecuta el subsistema. El Subsistema Mapificación reside en una máquina cliente, la cual envía o recibe información de dos servidores: el Servidor de Mapa y el Servidor de Base de Datos, representados por ArcGIS Server y Oracle 11g, respectivamente.

A continuación se muestra el modelo de despliegue correspondiente al Subsistema Mapificación.



Capítulo 4: Implementación del Subsistema

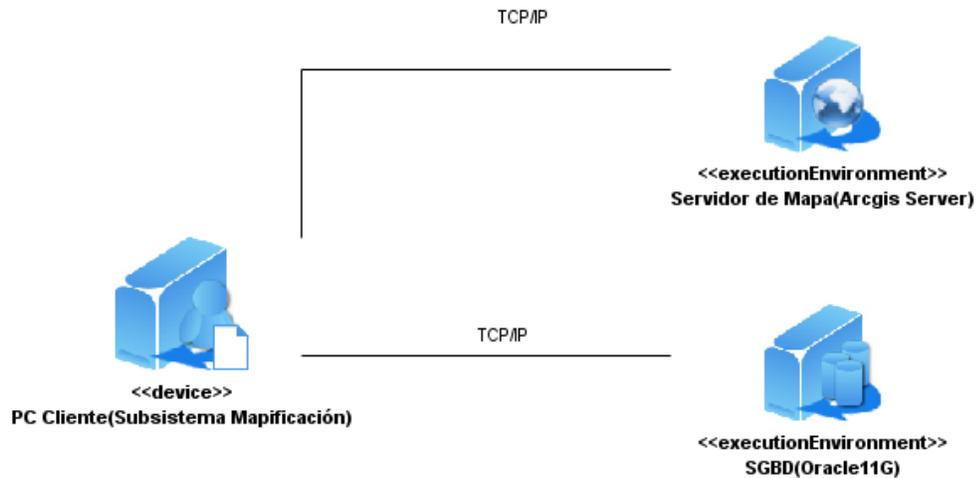
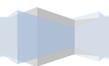


Figura 4.2 Modelo de Despliegue del Subsistema Mapificación.

4.3 Conclusiones

En este capítulo se representó en términos de componentes y subsistemas de implementación, los elementos del modelo de diseño obtenidos en el capítulo anterior, a través del diagrama de componentes propuesto. También se presentó, el modelo de despliegue que ofrece una visión de los protocolos de comunicaciones utilizados entre el cliente y los servidores.



Capítulo 5: Estudio y Factibilidad

CAPÍTULO 5: ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

5.1 Introducción

El estudio de factibilidad es un paso importante que no se debe obviar en la realización de un proyecto, este se debe realizar al inicio del proyecto y durante el análisis. Lo más común es realizarlo una vez que se tiene un conocimiento medio de los requisitos del problema. Tiene como objetivo estimar con cierto grado de certeza los recursos necesarios para el desarrollo del proyecto, ya sean recursos de hardware, software, esfuerzo, tiempo y costo de los resultados y en base a esto tomar la mejor decisión, de si se decide continuar con el desarrollo del software o no. En el presente documento se realizará un estudio de factibilidad para la realización del subsistema propuesto mediante una estimación de tamaño, esfuerzo y planificación necesaria para llevar a cabo el mismo.

5.2 Planificación basada en el Método de Estimación por Caso de Uso

Método de estimación del esfuerzo de desarrollo de un producto de software teniendo en cuenta los casos de uso, se realiza mediante la asignación de pesos a un cierto número de factores que lo afectan de complejidad técnica y ambiente.

5.2.1 Cálculo de Puntos de Caso de Usos sin ajustar

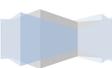
Para calcular los puntos de casos de uso sin ajustar se aplica la siguiente ecuación:

$$\mathbf{UUCP^{29} = UAWW^{30} + UUCW^{31}}$$

²⁹ **UUCP**: Puntos de Casos de Uso sin ajustar.

³⁰ **UAWW**: Factor de Peso de los Actores sin ajustar.

³¹ **UUCW**: Factor de Peso de los Casos de Uso sin ajustar.



Capítulo 5: Estudio y Factibilidad

Para calcular UAW

Tipo	Peso	Valor	Peso*Valor
Simple	1	0	0
Medio	2	3	6
Complejo	3	9	27
Total			33

Fig 5.1 Factor de Peso de los Actores sin Ajustar.

Total UAW = 33

Para calcular UUCW

No.CU	Nombre de Caso de Uso	No. transacciones	Tipo
1	Realizar Zoom.	2	Simple
2	Centrar Mapa.	1	Simple
3	Descentrar Mapa.	1	Simple
4	Mover Mapa.	1	Simple
5	Personalizar Capas.	2	Simple
6	Ver Detalles.	16	Complejo
7	Visualizar Elemento.	1	Simple
8	Actualizar Estado de un Elemento.	1	Simple



Capítulo 5: Estudio y Factibilidad

9	Definir un Área en el Mapa.	2	Simple
10	Mostrar Área en el Mapa.	1	Simple
11	Ver Trayectoria Elemento.	2	Simple
12	Gestionar Semáforo.	11	Complejo
13	Buscar Semáforo.	3	Simple
14	Ver Detalles del Semáforo.	3	Simple

Fig 5.2 Casos de Usos analizados.

Tipo	Peso	Valor	Peso*Valor
Simple	5	11	60
Medio	10	0	0
Complejo	15	2	30
Total			90

Fig 5.3 Factor de Peso de los Casos de Uso sin Ajustar.

Total UUCW = 90

Luego:

UUCP = UAWW + UUCW

UUCP = 33 + 90

UUCP = 123



Capítulo 5: Estudio y Factibilidad

5.2.2 Ajustar los Puntos de Caso de Uso

Una vez que se tienen los puntos de casos de uso sin ajustar, se debe ajustar este valor mediante la fórmula:

$$\text{UCP}^{32} = \text{UUCP} * \text{TCF}^{33} * \text{EF}^{34}$$

Para calcular TCF

Este coeficiente se calcula mediante la cuantificación de un conjunto de factores que determinan la complejidad técnica del software. A cada uno de los factores se le asigna un valor de 0 a 5 de acuerdo con la relevancia.

La fórmula utilizada es la siguiente:

$$\text{TCF} = 0.6 + 0.01 * \Sigma (\text{Pesoi} * \text{Valori}) \text{ (Donde Valori es un número del 0 al 5)}$$

Significado de los valores

- 0: No presente o sin influencia.
- 1: Influencia incidental o presencia incidental.
- 2: Influencia moderada o presencia moderada.
- 3: Influencia media o presencia media.
- 4: Influencia significativa o presencia significativa.
- 5: Fuerte influencia o fuerte presencia.

³² **UCP**: Puntos de Casos de Uso ajustados.

³³ **TCF**: Factor de complejidad técnica.

³⁴ **EF**: Factor de ambiente.



Capítulo 5: Estudio y Factibilidad

Factor	Peso	Valor	Peso*Valor
T1	2	5	10
T2	1	4	4
T3	1	4	4
T4	1	3	3
T5	1	4	4
T6	0.5	4	2
T7	0.5	4	2
T8	2	1	2
T9	1	3	3
T10	1	3	3
T11	1	5	5
T12	1	2	2
T13	1	3	3
Total			47

Fig 5.4 Factor de Complejidad Técnica (TCF).

$TCF = 0.6 + 0.01 * \Sigma (\text{Peso}_i * \text{Valor}_i)$ (Donde Valor_i es un número del 0 al 5)

$TCF = 0.6 + 0.01 * 47$



Capítulo 5: Estudio y Factibilidad

TCF = 1.07

Para Calcular EF

Se consideran las habilidades, entrenamientos y experiencias del grupo de desarrollo, donde éstas tienen un gran impacto en las estimaciones de tiempo. El cálculo del mismo es similar al cálculo del Factor de Complejidad Técnica.

La fórmula utilizada es la siguiente:

EF = 1.4 - 0.03 * Σ (Pesoi * Valori) (Donde Valori es un número del 0 al 5)

Factor	Peso	Valor	Peso*Valor
E1	1.5	3	4.5
E2	0.5	2	1
E3	1	4	4
E4	0.5	4	2
E5	1	4	4
E6	2	3	6
E7	-1	3	-3
E8	-1	1	-1
Total			17.5

Fig 5.5 Factor de Ambiente (EF).

EF = 1.4 - 0.03 * 17.5



Capítulo 5: Estudio y Factibilidad

$$EF = 0.875$$

Luego:

$$UCP = UUCP * TCF * EF$$

$$UCP = 123 * 1.07 * 0.875$$

$$UCP = 115.15875$$

5.2.3 Cálculo del Esfuerzo

El esfuerzo en Horas-Hombre se calcula mediante la fórmula:

$$E^{35} = UCP * CF^{36}$$

Para calcular CF

CF = 20 horas-hombre (si Total EF \leq 2)

CF = 28 horas-hombre (si Total EF = 3 o Total EF = 4)

CF = abandonar o cambiar proyecto (si Total EF \geq 5)

Total EF = Cant EF < 3 (entre E1–E6) + Cant EF > 3 (entre E7, E8)

Como:

Total EF = Cant EF < 3 (entre E1–E6) + Cant EF > 3 (entre E7, E8)

$$EF = 2 + 0 = 2$$

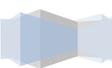
CF = 20 horas-hombre (Total EF \leq 2)

Luego:

$$E = UCP * CF$$

³⁵ E: Esfuerzo estimado en horas-hombre.

³⁶ CF: Factor de conversión.



Capítulo 5: Estudio y Factibilidad

$E = 115.15875 * 20$ horas-hombre

$E = 2303.175$ horas-hombre

5.2.4 Distribución del Esfuerzo entre las actividades de un Proyecto

Actividad	%Esfuerzo	Valor Esfuerzo
Requerimiento	10%	575.79375
Diseño	20%	1151.5875
Implementación	40%	2303.175
Prueba	15%	863.690625
Sobrecarga	15%	863.690625
Total	100%	5757.9775

Fig 5.6 Estimación del Esfuerzo Total del Proyecto.

El Esfuerzo Total sería 5757.9775 horas-hombre, si se estima teniendo en cuenta que son 2 los desarrolladores de este software, que un mes tiene 176 horas laborables, pues se trabajan 8, entonces el Esfuerzo Total en mes-hombre sería 32.71555 mes-hombre.

5.2.5 Cálculo del Costo del Subsistema Mapificación

Para obtener el costo total de todo el Proyecto se trabajará con la siguiente fórmula:



Capítulo 5: Estudio y Factibilidad

$$\text{Costo} = \text{CHM}^{37} * \text{ET}^{38} / \text{CH}^{39}$$

Si la Cantidad de hombres es 2 y se tiene un Salario Promedio mensual igual a \$100.00.

Entonces:

$$\text{CHM} = \text{CH} * \text{Salario Promedio}$$

$$\text{CHM} = 2 * 100$$

$$\text{CHM} = \mathbf{200.00}$$

Luego:

$$\text{Costo} = \text{CHM} * \text{ET} / \text{CH}$$

$$\text{Costo} = 200.00 * 32.71555 / 2$$

$$\text{Costo} = \mathbf{3271.555}$$

5.2.6 Cálculo del tiempo de desarrollo del Subsistema Mapificación

$$\text{Tiempo} = \text{ET} / \text{CH}$$

$$\text{Tiempo} = 32.71555 / 2$$

$$\text{Tiempo} = 16.35777 \approx \mathbf{16 \text{ meses}}$$

³⁷ **CHM**: Costo Hombre–Mes.

³⁸ **ET**: Esfuerzo Total.

³⁹ **CH**: Cantidad de hombres.



Capítulo 5: Estudio y Factibilidad

5.3 Beneficios Tangibles e Intangibles

El subsistema Mapificación se está realizando con el fin de ser un subsistema esencial en el Sistema Automatizado del Centro de Información y Mando de la UPP de Ciudad de La Habana. Además, el diseño propuesto permite su utilización en cualquier otro sistema que necesite mostrar información sobre un mapa digital, que utilice la plataforma .net y haga uso del lenguaje de programación C#.

El mismo no presenta fines comerciales; será utilizado por la UPP como parte indisoluble de su proceso diario de mantención del orden público y la tranquilidad ciudadana. Tiene como objetivos elevar los niveles de control, supervisión y eficiencia del trabajo de los Oficiales de Mando sobre las fuerzas en servicio. El Subsistema Mapificación permite la visualización de la situación delictiva en Ciudad de La Habana y llevar un control de las labores de enfrentamiento al delito. Este ofrece los siguientes beneficios:

- El subsistema cuenta con una interfaz gráfica agradable, sencilla e intuitiva. Un usuario sin experiencia será capaz de trabajar en esta aplicación sin muchos contratiempos y se sentirá cómodo haciéndolo.
- La interfaz de este subsistema es muy similar a la que está en explotación en estos momentos, para que la transición tecnológica sea lo menos traumático posible y la nueva aplicación tenga un porcentaje elevado de aceptación entre los usuarios finales.
- Se mantuvo las mismas funcionalidades que presenta la actual aplicación y se le agregaron nuevos requerimientos según las necesidades actuales de la institución.
- El subsistema está diseñado para consumir imágenes satelitales y fotografías aéreas, de esta forma se brinda más información visual sobre una zona geográfica determinada.
- El subsistema está orientado hacia una arquitectura basada en servicios, potenciando así su escalabilidad y seguridad.



Capítulo 5: Estudio y Factibilidad

5.4 Análisis de Costos y Beneficios

Para el desarrollo de este subsistema fue necesario adquirir una licencia Enterprise Edition de Oracle11gR1 y una licencia Advanced para el servidor de mapas ArcGIS Server de la compañía ESRI. Es importante aclarar, que las mismas fueron proporcionadas por el MININT para la creación del subsistema.

Aunque este subsistema no tiene un fin comercial y por ende el presupuesto destinado al desarrollo de esta aplicación no será recuperado, la utilización de este software traerá grandes beneficios a la institución que lo utilizará.

Este proveerá al centro de un servicio continuo e ininterrumpido basado en el manejo seguro de los datos. Además de la seguridad, este servicio estará optimizado con el fin de responder en el menor tiempo posible a las necesidades operativas del centro y la visualización de la información tendrá un alto grado de certeza. Contará con respaldo ante fallos y pérdida de la información y asegurará la escalabilidad del subsistema ante el posible aumento de la demanda.

Se debe resaltar que de forma indirecta el cliente para el cual se desarrolló este subsistema se ahorró una considerable suma de dinero al no tener que comprar a otra empresa el producto ya desarrollado y los gastos fueron minimizados a lo necesario e imprescindible.

5.5 Conclusiones

En este capítulo se realizó un estudio de la factibilidad del Subsistema Mapificación, mediante el método de Puntos de Caso de Uso, teniendo en cuenta el estudio realizado, los beneficios aportados y el costo del mismo se pudo llegar a la conclusión de que el subsistema es completamente factible.



Conclusiones

CONCLUSIONES

Con la culminación del trabajo de diploma Modernización de los Sistemas del Centro de Información y Mando de la Unidad Provincial de Patrullas “Subsistema Mapificación”, se dio cumplimiento al objetivo general propuesto de desarrollar un componente de software que permita representar la información sobre mapas digitales.

Se definió el SIG a utilizar para el desarrollo del subsistema, se implementó un componente genérico para mostrar información sobre mapas digitales y a su vez un pequeño subsistema (Subsistema Tránsito) para probar las funcionalidades del mismo. Se efectuó un estudio de las herramientas y tecnologías de desarrollo que se utilizaron en la confección de la solución. Se realizó una caracterización de los principales SGBD Geoespaciales y principales servidores de mapas utilizados mundialmente, para definir el servidor a utilizar. Se hizo un análisis sobre aplicaciones similares realizadas en el mundo, en Cuba y en la UCI, para puntualizar las características del subsistema a desarrollar. Unido a esto, se efectuó un estudio detallado de la arquitectura para crear la infraestructura de datos geoespaciales en el proyecto. Quedando construida finalmente, una aplicación capaz de visualizar en un mapa digital, la información geográfica que se gestiona en el Centro de Información y Mando de la UPP.



Recomendaciones

RECOMENDACIONES

Se recomienda utilizar la API de WPF de la compañía ESRI para posteriores versiones del subsistema. En esta versión no se pudo utilizar debido a que la versión 1.1, que era la disponible cuando se empezó la implementación, era inestable pero ya existe la versión 1.2 del producto que soluciona muchos de los problemas detectados en la versión anterior.

Aunque el subsistema desarrollado es un componente de software que representará la información recibida desde los otros subsistemas, se recomienda el desacoplamiento de este componente en varios subcomponentes, con el objetivo de agrupar funciones comunes que permitirán al usuario cargar solamente lo necesario y no todo el componente en su totalidad.



Referencias Bibliográficas

1. Inglis, G.D y López Catalán. Análisis Espacial de Datos Mediante Sistema de Información Geográfica : Propuesta Metodológica. [Disponible en: <http://www.ugr.es/~cmetodo/pdf/comunicaciones/inglis.pdf>]
2. Luís R. Díaz Cisneros y Rafael Candeaux. Mapping Interactivo, 1994. [Disponible en: http://www.mappinginteractivo.com/plantilla-ante.asp?id_articulo=1184]
3. Seguridad Ciudadana basada en GIS. [Disponible en: <http://www.aeroterra.com/so-delito.htm>]
4. El mapa del Delito para la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. [Disponible en: <http://www.cexeci.org/IX%20CONFIBSIG/Comunicaciones/turismo,%20estudios%20sociales%20y%20geo%20marketing/lgarzabal%20de%20Nistal,%20A.pdf>]
5. Seguridad Ciudadana y Gestión Policial (STEGPOL) En Busca de un mejor Bienestar Social. [Disponible en: URL: http://www.dmapas.com/productos_stegpol.htm]
6. SIG Accidentes de Tránsito en Rutas - Provincia de Entre Ríos, 2006. [Disponible en: <http://www.renat.gov.ar/Provincias/EntreRios/gisentrerios.pdf>]
7. Localización Automática de Vehículos. [Disponible en: <http://www.grupodeca.com.mx/productos-servicios/localizacion-automatizada-vehiculos-gps/>]
8. Bases de Datos Espaciales. [Disponible en: [SPACIALEShhttp://www.udistrital.edu.co/comunidad/profesores/rfranco/bd.htm](http://www.udistrital.edu.co/comunidad/profesores/rfranco/bd.htm)]
9. Oracle Spatial 11g:Administración Avanzada de Datos Espaciales para Aplicaciones Empresariales. [Disponible en: http://www.oracle.com/technology/global/lades/documentation/collaterals/advanced_spatial_data_management_cast.pdf]
10. Imagen Rasterizada. [Disponible en: <http://www.hooping.net/glossary/imagen-rasterizada-173.aspx>]
11. Servidor de Mapas. [Disponible en: <http://www.onrm.minbas.cu/?q=es/node/46>]
12. ArcGIS_Sistema GIS Completo. [Disponible en: <http://www.esri.es/index.asp?pagina=2>]
13. Introducción a la plataforma .NET. [Disponible en: <http://www.slideshare.net/jnarchie/introduccion-a-la-plataforma-net>]



Referencias Bibliográficas

14. Nuevo Visual Studio Team System 2008. [Disponible en: <http://www.danysoft.com/bol/visualstudio2008.htm>]
15. Guía de aplicación para WPF y Silverlight. [Disponible en: <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ff648611.aspx>]
16. Borja Sotomayor Basilio. La plataforma .NET: el futuro de la Web? [Disponible en: <http://people.cs.uchicago.edu/~borja/pubs/revistaeside2002.pdf>]
17. Ivar Jacobson, James Runbaugh, Grady Booch. El Proceso Unificado del desarrollo de software. Madrid,2000. 464
18. ¿Qué es UML?. [Disponible en: http://atlas.kennesaw.edu/~dbraun/csis4650/A&D/UML_tutorial/what_is_uml.htm]
19. ¿Qué es Subversion?. [Disponible en: <http://zendframework.com/wiki/display/ZFDEV/Subversion+Standards>]
20. Herramientas Case. Instituto Nacional de Estadísticas e Informática, 1999. 52
21. Definiciones de la Comunidad de Arquitectura de Software. [Disponible en: <http://www.sei.cmu.edu/architecture/start/community.cfm>]



Bibliografía

1. Technology Trends in Server GIS. Technology Trends. ESRI. [Disponible en: <http://www.esri.com/technology-trends/server.html>]
2. Introducción al desarrollo en Visual Studio 2008, 2007. Tecnologías Microsoft. [Disponible en: <http://mredison.wordpress.com/2007/12/02/caractersticas-de-visual-studio-2008>]
3. Developing Applications with ArcGIS Server Using the Microsoft .NET Framework. ESRI. [Disponible en: <http://www.esri.es/productos.html>]
4. Francisco Recio y David Provencio. Desarrolloweb.com. Ventajas de .NET. [Disponible en: <http://www.desarrolloweb.com/articulos/1329.php>]
5. ESRI. ArcGIS. What is ArcGIS 9.3?. New York Street, 2008.
6. .NET FRAMEWORK, 2010. [Disponible en: <http://msdn.microsoft.com/es-es/netframework/default.aspx>]
7. Un adelanto de lo nuevo en C# 3.0. [Disponible en: <http://www.developer.com/net/csharp/article.php/3561756/A-Preview-of-Whats-New-in-C-30.htm>]
8. Artículos Interesantes. 2009 [Disponible en: <http://www.icasoft.org/main/7967-microsoft-visual-studio-2008-team-system-ingles.html>]
9. El Patrón MVP. [Disponible en: <http://kartones.net/blogs/coco/>]
10. Mariano Converti's Blog, 2007. [Disponible en: <http://blogs.southworks.net/mconverti/2007/09/10/introduccion-a-composite-ui-application-block-cab-iv/>]
11. Instalación de Oracle 11g en Window XP,2007. [Disponible en: [http://www.jorgelig.com/2007/12/03/instalacin-de-oracle-11g-en-windows-xp/.](http://www.jorgelig.com/2007/12/03/instalacin-de-oracle-11g-en-windows-xp/)]
12. ArcGIS Image Server y ArcGIS Image Server Servicios. ESRI Canada. [Disponible en: http://www.esricanada.com/EN_supportfaq/1260_8349.asp?QCount=14.]
13. Oracle Spatial 11g: Administración Avanzada de Datos Espaciales para Aplicaciones Empresariales,2007. [Disponible en: http://www.oracle.com/technology/global/lads/documentation/collaterals/advanced_spatial_data_management_cast.pdf]



Bibliografía

14. Nuevo Visual Studio 2008, 2008. [Disponible en: <http://www.danysoft.com/bol/visualstudio2008.htm>]
15. Ing. Yunisel Viera Vargas. Proyecto Técnico. Habana, 2009.
16. ExtJS, 2010. [Disponible en: <http://www.extjs.com/>]
17. SIGRaster, 2010. [Disponible en: http://www.geogra.uah.es/gisweb/1modulosespanyol/IntroduccionSIG/GISModule/GIST_Raster.htm]
18. Antonin Guttman. A. R-Trees: A Dynamic Index Structure for Spatial Searching, Proc. ACM SIGMOD International Conference on Management of Data.
19. Sistemas de Información Medioambiental, 2010. [Disponible en: http://books.google.com.cu/books?id=FEBhY2xmmT8C&pg=PA53&lpg=PA53&dq=indexaci%C3%B3n+espacial+de+%C3%A1rbol+R&source=bl&ots=iGAEQnclgR&sig=h89UfDDmidsQCgXNrx4FhGT8zWoU&hl=es&ei=vrYGTPS7L4GCIAf0rqS7Cg&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=1&ved=0CBQQ6AEwAA#v]
20. Microsoft .NET Framework 3.5, 2010. [Disponible en: <http://www.microsoft.com/downloads/details.aspx?displaylang=es&FamilyID=333325fd-ae52-4e35-b531-508d977d32a6>]

