

# Universidad de las Ciencias Informáticas

## Facultad 6



**Título:** Módulo de Gestión de Flotas para el Sistema de Control de Flotas.



Trabajo de Diploma para optar por el título de  
Ingeniero en Ciencias Informáticas

**Autor:** Odilen González Lobelles.

**Tutor(es):** M.Sc. Yuniel Eliades Proenza Arias.

**Co-tutor:** Ing. Yaquelin Cintra Almaguer.

La Habana, diciembre 2012  
“Año 53 de la revolución”

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

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

Para que así conste firmo la presente a los \_\_\_\_ días del mes de \_\_\_\_\_ del año \_\_\_\_\_.

Autor: Odilen González Lobelles

Tutor: M.Sc. Yuniel Eliades Proenza Arias

---

---

## DATOS DE CONTACTO

**Tutor:** M.Sc. Yuniel Eliades Proenza Arias.

**Centro Laboral:** Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI).

**Correo Electrónico:** [yproenza@uci.cu](mailto:yproenza@uci.cu)

**Co-tutor:** Ing. Yaquelin Cintra Almaguer.

**Centro Laboral:** Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI).

**Correo Electrónico:** [ycintra@uci.cu](mailto:ycintra@uci.cu)

## AGRADECIMIENTOS

*Para la realización de este trabajo he necesitado la ayuda de muchas personas, a las cuales quisiera agradecerles de todo corazón por su tiempo y dedicación.*

*Primeramente quiero agradecerles a mis padres y hermano por ser lo más grande que tengo, por estar a mi lado y porque sin ellos este día nunca hubiese llegado.*

*A mi familia que siempre me ha apoyado durante todos estos años.*

*A mi novia Yailema por su comprensión y apoyo incondicional.*

*A Yuniel Eliades mi tutor que estando lejos siempre confió en mí y fue mi guía para desarrollar este trabajo.*

*A mi co-tutora y jefa de proyecto Yaquelin que me exigió y ayudó muchísimo para lograr este resultado.*

*A mis compañeros del proyecto Control de Flotas que me ayudaron cuando los necesite en especial a Yudiel (figura), Maylín, Yadir, Jorge, Odriel y Carlos Luis.*

*A todas las amistades con las cuales he compartido importantes momentos durante estos cinco años.*

*Muchas gracias a todos.*

## DEDICATORIA

*A mis padres Gloria y Nérido por confiar siempre en mí, por darme todo su apoyo y porque éste también es su sueño.*

*A mi hermano Olendí por estar a mi lado en los buenos y malos momentos.*

*A mi sobrino Olendito por ser la nueva alegría de mi familia.*

## RESUMEN

Con el avance de las Tecnologías de la Informática y las Comunicaciones (TICs), la Universidad de Ciencias Informáticas (UCI), como aporte al desarrollo económico y social del pueblo cubano, se propuso realizar un Sistema de Información Geográfica (SIG) para automatizar el proceso de control de flotas y de esta manera lograr grandes ahorros por concepto de combustible y mantenimiento de los medios de transportes de las empresas donde se utilice. Esta tarea recayó en el centro GEYSED de la propia Universidad en particular en el proyecto Control de Flotas, el cual fue concebido para el desarrollo de este sistema. Este proceso automatizado ayuda en gran medida a la toma de decisiones cuando se asignan viajes a los vehículos de cualquier entidad, ya que se podrá tener un mejor control, seguimiento y estado de los medios.

En el presente trabajo se exponen los resultados de todo el proceso de investigación, y se realiza el modelado para la implementación del módulo de gestión de la información del sistema para el control de flotas. Para ello se tuvo en cuenta cuales eran los datos tanto socio-políticos como espacio-temporales que se iban a almacenar y cuál era la mejor forma de realizarlo. También se describen las herramientas seleccionadas para realizar dicho sistema, con el principio de que su uso sea totalmente gratis. Finalmente se exponen los resultados de las pruebas realizadas al sistema que abalan el buen funcionamiento del mismo.

**PALABRAS CLAVE:** Control de Flotas, Sistema de Información Geográfica.

## TABLA DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTOS.....	I
DEDICATORIA.....	II
RESUMEN .....	III
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	5
1.1 Introducción.....	5
1.2 Conceptos relacionados con el dominio del problema .....	5
Información geográfica .....	5
Sistema de Información Geográfica .....	5
Sistemas de Posicionamiento Global .....	7
Objeto móvil .....	7
Gestión de la información .....	8
Información socio-política .....	8
Información espacio-temporal .....	8
Flota .....	8
Control de Flotas .....	8
1.3 Descripción del proceso de gestión para el control de flotas .....	9
1.4 Análisis de soluciones existentes .....	10
1.5 Conclusiones parciales.....	14
CAPÍTULO 2: TECNOLOGÍAS A UTILIZAR EN EL DESARROLLO DEL MÓDULO DE GESTIÓN DEL SIG FLOTAS .....	16
2.1 Introducción.....	16
2.2 Metodología de Desarrollo de Software .....	16
Proceso Unificado de Desarrollo de Software .....	16
Lenguaje Unificado de Modelado .....	18
2.3 Herramientas .....	18
Sistema Gestor de Base de Datos .....	18
Servidor de mapas .....	19
Servidor de aplicaciones.....	20
Framework.....	20
Bibliotecas para el tratamiento de la interfaz de usuario .....	21
Herramienta CASE .....	22

Visual Paradigm 8.0.....	22
2.4 Lenguajes de programación.....	22
2.4 Entorno Integrado de Desarrollo .....	23
2.5 Conclusiones parciales.....	24
<b>CAPÍTULO 3: DISEÑO DEL MÓDULO DE GESTIÓN DE FLOTAS PARA EL SISTEMA DE CONTROL DE FLOTAS .....</b>	<b>25</b>
3.1 Introducción.....	25
3.2 Modelo de dominio.....	25
3.3 Especificación de requisitos .....	27
Requisitos funcionales .....	27
Requisitos no funcionales .....	29
3.4 Descripción del sistema.....	31
Descripción de los actores del sistema.....	31
Modelo de Casos de Usos del Sistema .....	31
Especificación de los principales casos de uso del sistema.....	32
3.5 Modelo de diseño.....	50
Modelo de clases del diseño .....	50
Modelo de datos.....	54
Modelo de despliegue.....	55
3.7 Conclusiones parciales.....	56
<b>CAPÍTULO 4: IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBA DEL MÓDULO DE GESTIÓN DE FLOTAS PARA EL SISTEMA DE CONTROL DE FLOTAS.....</b>	<b>57</b>
4.1 Introducción.....	57
4.2 Estilo arquitectónico Modelo Vista Controlador .....	57
4.3 Modelo de componentes .....	58
4.5 Pruebas al módulo propuesto.....	60
Pruebas al CUS Gestionar Viaje .....	60
SC Modificar Conductor.....	61
SC Eliminar Viaje.....	62
Pruebas al CUS Generar reporte Vehículos en Recorrido.....	62
Pruebas al CUS Generar reporte Vehículos en Recorrido.....	62
Descripción General .....	62
Descripción de las variables .....	63
4.6 Conclusiones parciales.....	63
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>64</b>

RECOMENDACIONES.....	65
BIBLIOGRAFÍA.....	66
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	69

## INTRODUCCIÓN

En Cuba, en los últimos años, gracias a la comodidad, calidad de la información y automatización de las tareas que ofrecen las tecnologías, el Estado le ha preocupado por el uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs) por ser un factor decisivo en el desarrollo de la economía del país. Uno de los aspectos que, de acuerdo a las características de la nación cubana, le pudiera traer mayores beneficios a la economía es agilizar y garantizar la eficacia en el proceso de control de flotas en diversas empresas del país.

El control de flotas es el proceso que permite, para un conjunto determinado de vehículos ya sean aviones, barcos o automóviles, analizar y tomar decisiones para que se cumpla con lo planificado en cuanto a sus recorridos en cualquier institución. *"Un sistema de localización y control de flotas permite a las empresas que gestionan una flota de vehículos conocer, en cualquier momento, la posición y estado de sus vehículos a través en un sistema cartográfico digital."* (DABNE, 2011). En los últimos años se han realizado esfuerzos para construir sistemas informáticos que ayuden con este trabajo, logrando aparecer en el mercado un conjunto de aplicaciones en distintas plataformas y formatos con estas capacidades.

Un Sistema de Información Geográfica (SIG), *"es utilizado para ingresar, almacenar, recuperar, manipular, analizar y obtener datos geo-referenciados geográficamente o datos espaciales, a fin de brindar apoyo en la toma de decisiones sobre planificación y manejo del uso del suelo, recursos naturales, medio ambiente, transporte, instalaciones urbanas y otros registros administrativos."* (Conde, 2010). Estos sistemas son una herramienta tecnológica encargada de manipular y analizar diversos datos relacionados con información geográfica, además logran ser de mucha utilidad en el control de flotas, pues entre los SIG y el proceso de control de flotas se puede llegar a tener un mejor seguimiento de los vehículos pertenecientes a una entidad y darle la atención adecuada.

La Universidad de Ciencias Informáticas (UCI), como parte de su aporte al desarrollo económico y social del país, al ahorro de combustibles y divisas, tiene la tarea de automatizar este proceso de control de flotas con un sistema informático, tarea que se le asignó al centro GEYSED de la universidad, en particular al proyecto Control de Flotas. Para la realización de este proyecto uno de los aspectos fundamentales está relacionado con la gestión de la información con la que se trabajará, tanto socio-política como espacio-temporal.

El proceso de control de flotas en los últimos tiempos se ha hecho de gran interés para las empresas de software dedicadas a la elaboración de SIG, así como para los clientes que ven en ellas una forma de tener menos pérdidas relacionadas a sus medios de transporte y a la vez lograr ahorros por conceptos de combustible, mantenimiento, tiempo de espera y seguimiento de sus flotas fundamentalmente.

El proceso de control de flotas presenta algunas deficiencias, entre las que se destacan la escasa gestión de la información con la que trabajan, pues para ello es necesario tener garantizado una buena forma de almacenamiento y de procesamiento de esa información que puede ser tanto espacio-temporal como socio-política, donde se logre la integridad total de los datos. Actualmente este proceso se hace un poco difícil porque la mayoría de la información socio-política se encuentra en formato duro y hay que revisar varios aspectos asociados a la flota. Además, debido a este problema, las empresas no pueden llevar un control estricto de los recorridos de sus vehículos, ni los gastos que estos puedan hacer, pues para ello es necesario contar con un gran número de trabajadores. También es válido señalar que debido a que todo este control depende actualmente de la vigilancia de los trabajadores, puede suceder que existan errores, deficiencias y falsificaciones por parte del personal encargado, problemas que pueden incrementarse si la empresa cuenta con un gran número de vehículos.

Otro aspecto deficiente en este sentido es que las aplicaciones existentes se centran más en el seguimiento y representación de la flota que en el análisis medio o complejo sobre los datos, necesarios para la toma de decisiones relacionadas con la entidad. Otras solo guardan y conocen el recorrido de los vehículos luego de haberse cumplido, y solo se puede analizar la información de lo que realizó en el día, por lo que no se pueden ejecutar acciones preventivas en caso de un cambio en la planificación o alteración del recorrido.

El desarrollo de este proyecto y en particular su módulo de gestión de la información, permitirá ofrecer control sobre los vehículos y, de esta manera, aumentar la seguridad en el control de las cargas que estos activos automotores transporten, se reducirán los tiempos que se demoran los vehículos para llegar a su destino y así disminuir las pérdidas de combustible; además reducirán los gastos de mantenimiento para así incrementar la eficiencia del transporte de cualquier entidad.

Se hace necesario en este caso buscar una forma de almacenar toda esta información de manera que la misma pueda ser usada y representada de la forma más exacta, rápida y eficiente posible para que el usuario final se sienta satisfecho y cómodo con el software que se le brinda.

De acuerdo a la situación problemática expuesta, en el siguiente trabajo se plantea como **problema**: ¿Cómo garantizar el almacenamiento y procesamiento de la información espacio – temporal y socio-política asociada a flotas en un SIG para el control de flotas?

Para darle solución a este problema se ha propuesto como **objetivo general**: Desarrollar el módulo de gestión de la información para el Sistema de Control de Flotas.

El problema planteado lleva al siguiente **objeto de estudio**: el proceso de gestión de la información en el control de flotas.

El objetivo trazado define el siguiente **campo de acción**: el almacenamiento y procesamiento de la información espacio-temporal y socio-política para el control de flotas.

La **idea a defender** en la presente investigación es: si se desarrolla el módulo de gestión de la información se garantiza el almacenamiento y procesamiento de la información espacio-temporal y socio-político asociada a flotas en el sistema para el control de flotas.

Con el fin de resolver el problema de la investigación y darle cumplimiento al objetivo planteado con anterioridad de forma sistemática y ascendente se exponen las siguientes **tareas de la investigación**:

1. Identificar los principales conceptos, procesos e información que debe manejarse en la gestión de flotas.
2. Caracterizar los principales sistemas existentes para el control de flotas, teniendo como base los elementos identificados como medulares en la gestión de flotas.
3. Elaborar la documentación técnica asociada al desarrollo del módulo de gestión del SIG flotas.
4. Implementar el módulo de gestión para el SIG flotas.
5. Desarrollar pruebas de software que garanticen la correcta funcionalidad del sistema.

Teniendo en cuenta lo antes planteado se esperan como **posibles resultados**:

- ✓ La documentación técnica asociada al proceso ingenieril.
- ✓ Módulo de gestión implementado para el Sistema de Información Geográfica de Control de Flotas.

Para la realización de la investigación se utilizaron los siguientes **métodos de la investigación**:

### **Métodos Teóricos**

Análítico-sintético: Se utiliza en el estudio sobre el tema de los SIG para el control de flotas, mediante diferentes bibliografías y resultados de algunas aplicaciones de este medio, para luego definir con los resultados de la investigación las características, informaciones y funcionalidades que más se adecuen a los efectos esperados.

Histórico-lógico: Se utiliza en el estudio de las soluciones existentes en la actualidad de este tipo de sistema a lo largo de la historia, y posteriormente gracias a la investigación poder escoger mejor las herramientas y procedimientos que puedan ayudar a ofrecer una solución eficiente.

En el presente documento se abordarán diversos temas que recogen la propuesta de solución. Estos temas se distribuyen a lo largo del documento en los siguientes capítulos:

En el **Capítulo 1**, se realiza un exhaustivo estudio de los principales conceptos referentes a los SIG y la gestión en el proceso de control de flotas. También se explica detalladamente en qué consiste el proceso de gestión para el control de flotas y por último se describen las principales características de sistemas que se encargan también de la gestión de flotas.

En el **Capítulo 2**, se exponen las herramientas que se utilizaron para la realización del módulo, describiendo sus principales características y funcionalidades.

En el **Capítulo 3**, se describe todo el diseño del sistema donde se representan los artefactos generados según la metodología escogida para darle solución al problema planteado. Entre estos artefactos se encuentran el modelo de dominio, los diagramas de casos de usos, clases del diseño, el modelo de datos y la descripción textual de algunos casos de usos.

El **Capítulo 4**, se refiere a la implementación de la propuesta, realizando una descripción exhaustiva de la arquitectura y el diagrama de componentes. También se describe el proceso de realización de pruebas al producto terminado, a través de las cuales se valida el sistema desarrollado.

Posteriormente se brindan las conclusiones generales de la investigación, donde se describen los principales resultados alcanzados con la misma. También se indican las recomendaciones que posibilitarán el desarrollo del módulo de gestión de la información en posteriores iteraciones.

## CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 1.1 Introducción

En este capítulo se describen algunas definiciones y conceptos relacionados con el marco del problema, las cuales permiten lograr un mayor entendimiento de los temas que se abordarán. También se describe el proceso de gestión de flotas y se analizan las principales aplicaciones existentes en el mundo con este fin.

### 1.2 Conceptos relacionados con el dominio del problema

En este epígrafe se abordan los conceptos fundamentales de la investigación, que van a contribuir en el entendimiento del presente trabajo y están estrechamente vinculados con el dominio del problema.

#### Información geográfica

Uno de los conceptos que mejor define la información geográfica es el planteado por Michael F. Goodchild, de la Universidad de California en Santa Bárbara, el cual plantea que *“es la información sobre lugares de la superficie de la Tierra que permiten conocer “dónde” queda algo o “lo que” existe en un lugar determinado”* (F. Goodchild, 1997). Este concepto indica que la información geográfica es la que está relacionada con un lugar específico en el mundo.

#### Sistema de Información Geográfica

Uno de los conceptos que identifica a un SIG es el planteado por la empresa española ESRI, fundada en 1991 y dedicada a distribuir y promocionar los Sistemas de Información Geográfica, *“un SIG integra hardware, software y datos para capturar, gestionar, analizar y mostrar todas las formas de información geográficamente referenciada”* (ESRI, 1995). Otros conceptos relacionados indican que *“un SIG es un software específico que permite a los usuarios crear consultas interactivas, integrar, analizar y representar de una forma eficiente cualquier tipo de información geográfica referenciada asociada a un territorio, conectando mapas con bases de datos.”* (CEA, 2010), *“es un sistema de información que es utilizado para ingresar, almacenar, recuperar, manipular, analizar y obtener datos geo-referenciados geográficamente o datos espaciales, a fin de brindar apoyo en la toma de decisiones sobre planificación y manejo del uso del suelo, recursos naturales, medio ambiente, transporte, instalaciones urbanas y otros registros administrativos.”* (Conde, 2010). Por tanto un SIG integra hardware, software y datos que permiten ingresar, manipular, analizar y obtener datos geográficos asociada a un territorio, conectando mapas con bases de datos.

Los SIG han ganado en utilidad a nivel mundial en los últimos años, debido a que pueden representar extensos volúmenes de territorio, realizar diferentes tipos de análisis y almacenar un gran contenido de información que puede ser consultado por cualquier institución a la hora de tomar decisiones con la gestión de sus recursos.

Para entender mejor el funcionamiento de un SIG, se parte de que la información que se presenta es organizada por capas, de esta manera hace más sencillo la visualización, ya que cada capa tendría una información específica y de querer un contenido o varios solo tendría que seleccionarse las capas que cuenten con dicha información. La figura 1 muestra la organización de las capas, que se ha venido explicando.

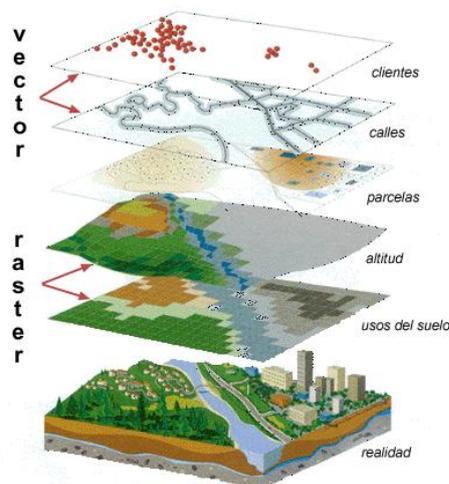


Figura 1. Concepto de capa, tomado de (Escobar, y otros, 2000)

En la figura también se indica que los datos o las capas pueden ser tanto vectoriales como ráster, los cuales se describen a continuación:

- ✓ Ráster: hace referencia a cualquier dato representado como imagen, los formatos pueden ser BMP, GIF, TIF, TIFF, JPG, JPEG, PNG.
- ✓ Vectorial: este formato nos es más que una imagen digital formada por unidades independientes las cuales son puntos, líneas y polígonos, los mismos son definidos por distintos atributos como pueden ser color, posición o forma.

## Sistemas de Posicionamiento Global

Los Sistemas de Posicionamiento Global (GPS), tuvieron su origen en 1967, cuando era usado por la Marina de los Estados Unidos para posicionar submarinos y otras embarcaciones. Muchos años después fue puesto a disposición del sector civil, siendo otro ejemplo de tecnología desarrollada para el sector civil que luego formó parte y beneficia a la comunidad.

El GPS es un “Sistema que permite conocer la posición de un objeto móvil gracias a la recepción de señales emitidas por una red de satélites.” (RAE, 2012). Además “es un Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS) el cual permite determinar en todo el mundo la posición de un objeto con una precisión hasta de centímetros.” (Martínez, 2009).

El GPS permite determinar la posición de un objeto con una precisión de centímetros en cualquier parte del mundo, para ello utiliza el principio de triangulación a partir de la posición de cada uno de los satélites destinados a ello. Estos satélites en total son 24 a parte de los que puedan estar de respaldo, que se encuentran alrededor de la tierra con trayectorias sincronizadas que los hacen estar presentes en cualquier lugar y momento. Para saber la posición exacta de un objeto el receptor en la tierra debe recibir la señal de al menos 3 satélites y a partir de cálculos con datos como son la hora de cada satélite y el tiempo que demora para enviárselos al receptor, además del método de triangulación usado, se brinda la posición exacta de cualquier objeto. La siguiente figura muestra cómo algunos satélites identifican un objeto sobre la tierra que gracias al método de triangulación pueden identificar su posición exacta.

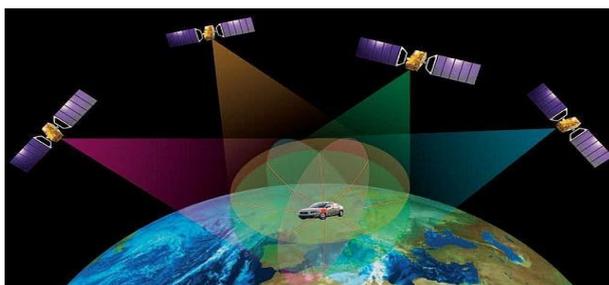


Figura 2. Sistema de navegación, tomado de (Nieves, 2011).

## Objeto móvil

Según Tossebro y Güting un objeto móvil es un “objeto espacial que se mueve o cambia su forma con el tiempo” (Tossebro, y otros, 2001). Este planteamiento define claramente lo que representa un objeto

móvil para este proyecto, aunque es válido aclarar que en el trabajo un objeto móvil hace referencia a algún objeto equipado con un GPS, ya sea un vehículo aéreo, terrestre marítimo, etc.

### **Gestión de la información**

La gestión de la información es el proceso encargado de brindar los recursos y datos necesarios que ayudan a la toma de decisiones. Curto plantea que es el “... *proceso que incluye operaciones como extracción, manipulación, tratamiento, depuración, conservación, acceso y/o colaboración de la información adquirida por una organización a través de diferentes fuentes y que gestiona el acceso y los derechos de los usuarios sobre la misma.*” (Curto, 2006)

### **Información socio-política**

La Información Socio-Política es el conjunto de datos procesados que nos brindan conocimientos seguidos de un significado, una importancia, una vigencia, validez y valor para quien lo recibe, sobre aspectos que no varían, en este caso son Social-Políticos los cuales describen en si características de alguna persona u objeto que sirven y brindan información adicional a quien las analiza, en el caso de una persona puede ser el nombre, el carnet, el color de la piel, etc.

### **Información espacio-temporal**

La Información Espacio-Temporal es el conjunto de datos que varía en el espacio a medida que transcurre el tiempo, la cual pudiera representar la posición de un objeto en cualquier momento o alguna otra característica que se transforme con el transcurso del tiempo.

### **Flota**

La Flota se puede entender como un conjunto de vehículos que pueden ser tanto terrestres, marítimos como aéreos que tengan alguna relación común entre ellos, ya sea que son de la misma empresa o sean del mismo tipo, estos son algunos aspectos que los hacen similares y a la vez pueden verse como una flota, existen cientos de aspectos que los pueden hacer comunes.

### **Control de Flotas**

El Control de Flotas es el proceso que permite analizar y tomar decisiones para que se cumpla con lo planificado en cualquier institución relacionado con sus vehículos. En el mundo de la informática también pueden conocerse las posiciones exactas en las cuales se encuentran los vehículos de la flota en cualquier momento y así poder tomar decisiones en cuanto a su recorrido.

Según un informe detallado de la Unión de Cooperativas Madrileñas de Trabajo Asociado (UCMTA), *“Con un sistema de control de flotas es posible conocer cualquier evento que se produzca en el vehículo y responder al mismo, gestionando todo tipo de avisos y alarmas. El control de flotas es más que un GPS para localizar vehículos”* (Dabne , 2006). Este concepto explica la importancia de poseer un eficiente sistema para control de la flota en cualquier entidad.

Estos son los principales conceptos que tienen que ver con el negocio donde se desenvuelve la presente investigación, necesarios para comprender y darle solución al problema presentado. A continuación se describirá el objeto de estudio que acompañado a estos conceptos el lector podrá tener una mejor comprensión de este trabajo.

### **1.3 Descripción del proceso de gestión para el control de flotas**

El proceso de control de flotas en la actualidad está relacionado con el gran número de empresas existentes en el mundo, las cuales en la mayoría de los casos presentan una gran cantidad de vehículos que necesitan controlar. Para ello sería necesario poseer una buena gestión de estos activos y así el ahorro de tiempo y dinero en estas entidades estarían incrementados.

Las empresas realizan el control de su flota, pero la manera en que gestionan la información no siempre es la más correcta ni la más rápida. Hoy día lo que sucede con este aspecto es que este proceso se realiza de forma manual y la información generada depende simplemente de lo que aprecie la persona encargada de llevar este control.

Por lo antes descrito se hace necesario tener un sistema informático que permita realizar estas operaciones de forma exacta, brindando comodidad y ahorros a las empresas que lo puedan usar. Dicho sistema sería el encargado de informatizar este proceso que en la actualidad se lleva a cabo en la mayoría de las empresas. Para ello es necesario tener bien identificado todos los factores que intervienen en el asunto mencionado, una buena forma de realizarlo sería teniendo los siguientes datos de la entidad:

- ✓ Una lista de todos los vehículos de la empresa, la cual además puede comprender características del mismo, como son: capacidad de combustible, capacidad de carga del mismo, estado del activo, su chapa y otras características.
- ✓ Tener la relación de todos los conductores pertenecientes a la entidad, que entre sus características pudiésemos encontrar: su nombre, carnet de identidad, tipo de vehículo que

maneja (auto, motos, camión, avión, etc.), entre otras particularidades necesarias en el proceso.

- ✓ También sería imprescindible tener la relación de viajes que debe realizar la entidad en el momento adecuado, para ellos sería necesario conocer: origen y destino del viaje, la ruta por la que se debería guiar el vehículo, la cantidad de combustible asignado, el total de carga que debe a cargarse, entre otros aspectos necesarios para ello.

Con estas y otras particularidades válidas se pudiera garantizar la información necesaria para el proceso de control de flotas, debido principalmente a que con estos datos se pudiera asignar a cada viaje un vehículo, un conductor y otras condiciones que realizarían el recorrido en el menor tiempo posible y con el mayor ahorro deseado de combustible y de recursos, para así beneficiar a la empresa.

Este proceso de gestión de información para el control de flotas se haría más eficiente de estar acompañado de un potente SIG, ya que de esta manera se tendría un fácil acceso a toda la información relacionada, además de brindar la posibilidad de visualizar el proceso. Lo anterior sería un factor decisivo para lograr altos índices de ahorro de combustibles y recursos, así como de tiempo de trabajo para cualquier entidad. Además de esta manera se lograría que la toma de decisiones sea más sencilla y siempre la mejor en cualquier momento.

El proceso de gestión de la información para el control de flotas a grandes rasgos se ha expuesto en este epígrafe que es la idea principal de lo que se debe desarrollar con esta investigación, pero para ello se tiene que hacer un análisis de los principales sistemas desarrollados en Cuba y en el mundo con este fin. A continuación se hará un estudio de algunos SIG existentes, haciendo gran énfasis en la forma en que gestionan su información.

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

Debido a la importancia del proceso de control de flotas, en el mundo se han desarrollado una gran cantidad de sistemas para automatizar esta tarea, los cuales presentan diferentes características que pueden servir de base para el desarrollo de este sistema.

Uno de los Sistemas para el Control de Flotas con un fuerte manejo de la gestión de su información fue realizado en Cuba con el nombre de **MovilWeb**. Desarrollado por la agencia de software GeoMIX de la empresa GEOCUBA en el 2006, dicha aplicación está basada en la Web y está destinada a rastrear dispositivos móviles y mostrarlos tanto sobre mapas vectoriales o rasters.

MovilWeb presenta una arquitectura Cliente-Servidor y su funcionamiento está basado en servicios. Además incorpora los servicios geospaciales disponibles en la Infraestructura de Datos Espaciales de la República de Cuba (IDERC). Esta aplicación está desarrollada con Java como lenguaje de programación, NetBeans como IDE, PostgreSQL con las extensiones: PostGIS y PgRouting como Sistema Gestor de Base de Datos (SGBD), OpenLayers es el visor de mapas y de servidor de mapas GeoServer.

El sistema presenta un servicio de trayectorias que almacena en la base de datos un registro de las mismas con características en las que resaltan distancia recorrida, el combustible consumido, chofer que realizó el recorrido, entre otras características. También define destinos autorizados y no autorizados e identifica algunos usuarios con distintos niveles de privilegio a los cuales se les da acceso a distintas informaciones relacionadas con el sistema.

### Visualización de los Mapas

Para la visualización de los mapas se utilizan dos bibliotecas JavaScript que logran una abstracción para hacer el trabajo de diseño y eficiencia en la visualización más efectiva y rápida, estas bibliotecas son Ext y OpenLayers. En la siguiente figura se muestra un ejemplo de cómo se aprecia la interfaz de MovilWeb con el uso de estas tecnologías.



Figura 3. Interfaz de MovilWeb, tomado de (González Suárez, y otros, 2010)

Esta aplicación Web fue desarrollada en *Active Server Pages (ASP)*<sup>1</sup> y se ejecuta sobre *Internet Information Services (IIS)*<sup>2</sup>. También utiliza como plataforma de base de datos SQL Server 2000 y consume los servicios Web geoespaciales disponibles en la IDERC.

Entre las principales deficiencias de este sistema sobresalen que algunas de las herramientas usadas en su elaboración son privativas y que no gestiona toda la información que se le puede brindar a la empresa, como son datos del conductor, de los vehículos y de los viajes. Además incorpora los servicios geoespaciales disponibles en la Infraestructura de Datos Espaciales de la República de Cuba (IDERC), dependiendo así de los servicios de otra entidad. Otra insuficiencia del sistema y una de la más importante es que solo representa y da la posibilidad de analizar el recorrido de los vehículos luego de que este haya realizado el viaje, porque su funcionamiento está diseñado para tomar la información del recorrido que trae consigo el vehículo, al final del día y representa la misma, por lo que no se pueden tomar y no ayudan a la toma de decisiones durante el recorrido del vehículo.

Otro SIG para el control de Flotas que se destaca es **MYMSOFTERP**, el cual está desarrollado por la empresa española M.SOFT la cual *“se dedica desde hace más de veinte años (desde 1.989) al desarrollo y consultoría de software específico para proveedores de servicios logísticos (operador logístico, carga completa, grupaje, paquetería, courier, almacenaje, transitarios, multimodal, container, aduanas, nacional, internacional) como única actividad.”* (MYMSOFTERP, 2012).

MYMSOFTERP es un SIG que está diseñado para gestionar el tráfico, analizar costos exhaustivos, aplicar las últimas tecnologías en dispositivos móviles y de localización, entre otras características. Este SIG para el Control de Flotas presenta diferentes soluciones para el transporte, a continuación se presentan las más relevantes y que tienen alta relación con lo que se pretende en este trabajo.

Entre las principales funcionalidades de este sistema se encuentran que permite a un supervisor de tráfico localizar en segundos los vehículos más cercanos a un punto determinado y que tenga la suficiente capacidad de carga para una determinada tarea. También permite conocer información en tiempo real sobre el estado de sus vehículos y la posición actual para minimizar los tiempos de reacción ante cualquier incidente. Permite conocer fecha y hora de entrega en tiempo real ya que se puede conocer la situación y estado de la entrega. Cada vehículo presenta varios sensores, lo que le da la posibilidad a la aplicación de conocer el estado exhaustivo de toda la flota, permitiendo evaluarla

---

<sup>1</sup> Active Server Pages es una tecnología de Microsoft del lado del servidor para páginas web generadas dinámicamente.

<sup>2</sup> Internet Information Services es un servidor web y un conjunto de servicios para el sistema operativo Microsoft Windows.

tanto colectiva como individualmente cada vehículo. Otra posibilidad que brinda es que permite la localización gráfica de la disponibilidad de vehículos.

En este sistema sobresalen sin lugar a dudas, las funcionalidades que son verdaderamente útiles para cualquier SIG y nos sirven como ideas para la elaboración de una nueva aplicación, pero, sus propias condiciones de propiedad lo hacen un poco difícil de acceder para un país con las condiciones del estado cubano, pues es MYMSOFTERP es totalmente propietario y no se puede hacer uso de él sin pagar los precios de sus licencias, además de no poderse analizar su código ni distribuirlo entre otras entidades nacionales, por lo cual se hace impensable su uso en Cuba.

Otro SIG dedicado al Control de Flotas con un fuerte módulo de gestión es el realizado por la empresa española **Micronav** en el año 2004 y que ya cuenta con más de 800 clientes en diversos sectores. Esta empresa cuenta con una solución dedicada a la localización por GPS de vehículos, la cual brinda supervisión en tiempo real de su flota y el acceso a informes con toda la información relevante relativa a cada uno de sus vehículos.

Las principales ventajas que se tendría al utilizar este sistema son las siguientes:

- ✓ Controlar y visualizar la flota en tiempo real, así como darle el seguimiento adecuado.
- ✓ Creación de paradas y puntos por donde deben pasar los vehículos.
- ✓ Descargar informes de la actividad de toda la flota o por vehículo.
- ✓ Visualizar toda la información vía web en tablas y cartografía GOOGLE MAPS y exportarla a informes en Excel o Pdf.

Entre las principales desventajas que presenta este sistema es que es completamente privativo lo que trae consigo altos costos de licencia y no poder modificar su código fuente para añadirle otras funcionalidades necesarias. No caben dudas de que sus ventajas son muy necesarias para desarrollar un SIG con un alto valor para cualquier entidad, por lo que sirven de base para el desarrollo de cualquier sistema.

Otro SIG reconocido mundialmente por su aplicación para el control de flotas es **ArcLogistics** desarrollado por el Environmental Systems Research Institute (ESRI), la cual actualmente desarrolla y comercializa Sistemas de Información Geográfica y es una de las compañías líderes en el sector a nivel mundial.

Entre sus principales aplicaciones y beneficios vinculadas a esta investigación son que permite la gestión de rutas de manera inteligente, para ello tiene en cuenta las características del vehículo y la información de calles, el tráfico y los horarios. Además posibilita la asignación de transporte a usuarios según su localización, minimizando la distancia a recorrer y por tanto los costos. Brinda la posibilidad de seguimiento y control de flotas además de servicio de localización.

Entre las principales desventajas de esta aplicación se encuentran sus propios requisitos del sistema, entre los cuales destacan:

- ✓ Solo se puede ejecutar sobre los sistemas operativos: Windows 2000 Professional con Service Pack 3 o superior, Windows Server 2003, XP Home Edition con Service Pack 1 o superior, XP Professional Edition con Service Pack 1 o superior, Windows Vista y Windows 7.
- ✓ Procesador Intel Core Duo, Pentium o Xeon.
- ✓ RAM: Mínimo 1 GB; se recomiendan 2 GB o más.
- ✓ Almacenamiento de disco: Al menos 10 MB de espacio libre en disco para la aplicación ArcLogistics; 1-2 GB de espacio libre en disco para las bases de datos del proyecto.
- ✓ Velocidad de CPU: Se recomienda 1,6 GHz o superior.
- ✓ Conexión a Internet: Mínimo 380 Kbps; se recomiendan 1500 Kbps.
- ✓ Se requieren los siguientes componentes de software: Microsoft Windows Installer 3.1, Microsoft SQL Server Compact 3.5 SP1 y Microsoft .NET Framework 3.5 SP1.

Este sistema a pesar de ser muy potente sus limitantes son varias, como es el caso de los recursos que consume que son verdaderamente extremos, además de que es un software completamente propietario que no cumple con la soberanía tecnológica que el estado cubano espera, además de los altos costos de licencia.

## **1.5 Conclusiones parciales**

El presente capítulo brinda las bases para conceptualizar y tener claro el proceso de gestión para el control de flotas y a partir de ahí lograr una mejor visión del sistema que se quiere realizar. También se exponen las características de diversos SIG desarrollados en Cuba y en el mundo, que son la base para cualquier sistema con este fin. Con las ventajas y deficiencias expuestas se puede hacer un balance de los factores imprescindibles para lograr un producto con calidad, tan necesario para la

sociedad. Además se conocieron algunas herramientas tecnológicas con la que fueron desarrollados estos sistemas para lograr realizar un reconocimiento de cuáles serían las más adecuadas. Se llega a la conclusión que es necesario un sistema que:

- ✓ Utilice herramientas libres, cumpliendo así con los principios de soberanía tecnológica de la nación cubana.
- ✓ Brinde la ubicación y visualización más exacta posible de cualquier objeto móvil que se requiera.
- ✓ Posea requerimientos de hardware mínimos, posibilitando su implantación en cualquier institución que requiera la gestión de flotas.

## CAPÍTULO 2: TECNOLOGÍAS A UTILIZAR EN EL DESARROLLO DEL MÓDULO DE GESTIÓN DEL SIG FLOTAS

### 2.1 Introducción

En este capítulo se describen las principales características de las tecnologías a utilizar en el desarrollo del Módulo de Gestión de la Información, en el Sistema de Control de Flotas; como pueden ser el Sistema Gestor de Base Datos y su extensión para este tipo de aplicaciones, el servidor de mapas, el framework de desarrollo y la biblioteca gráfica y de interfaz de usuario seleccionadas. Además se especifica la metodología de desarrollo de software a seguir.

### 2.2 Metodología de Desarrollo de Software

Para definir en qué consiste la metodología de desarrollo de software y en qué puede ayudar al desarrollo de este trabajo, se parte del concepto de metodología que brinda la Real Academia Española (RAE), la cual la define como “*Conjunto de métodos que se siguen en una investigación científica o en una exposición doctrinal*” (RAE, 2012). Por lo tanto, la metodología de desarrollo de software es un conjunto de pasos que guían el proceso de construcción de un sistema informático, para que el mismo logre tener la calidad requerida.

En los últimos tiempos la industria del software ha evolucionado de tal manera, que ha sido necesario desarrollar metodologías para sostener la demanda de producción de sistemas cada vez mayores en complejidad y tamaño, logrando su construcción de forma óptima y eficiente. Para el desarrollo de este trabajo se utiliza la metodología del Proceso Unificado de Desarrollo de Software (RUP, sigla en inglés de Rational Unified Process), la cual se describe a continuación.

#### Proceso Unificado de Desarrollo de Software

La metodología del Proceso de Unificado de Desarrollo de Software o RUP junto al Lenguaje Unificado de Modelado (UML) forma la metodología estándar más utilizada para el análisis, implementación y documentación de sistemas orientados a objetos. Esta metodología dirige las actividades que se realizan por rol, especifica qué artefactos deberían ser desarrollados y monitorea y mide las actividades y productos de un proyecto. RUP define cuatro fases por las cuales debería pasar cualquier software en su construcción, estas fases son: Inicio o Conceptualización, Elaboración, Construcción y Transición.

RUP también cuenta con nueve flujos de trabajo, seis principales y tres de soporte los cuales son: Modelamiento del negocio, Captura de requerimientos del sistema, Análisis y Diseño, Implementación, Prueba, Despliegue, Gestión de Configuración y Cambios, Gestión de Proyectos y Entorno, donde los tres últimos constituyen los flujos de soporte. Estos flujos de trabajos comienzan y terminan en distintas fases del ciclo de desarrollo del software, lo cual queda demostrado en la siguiente figura:

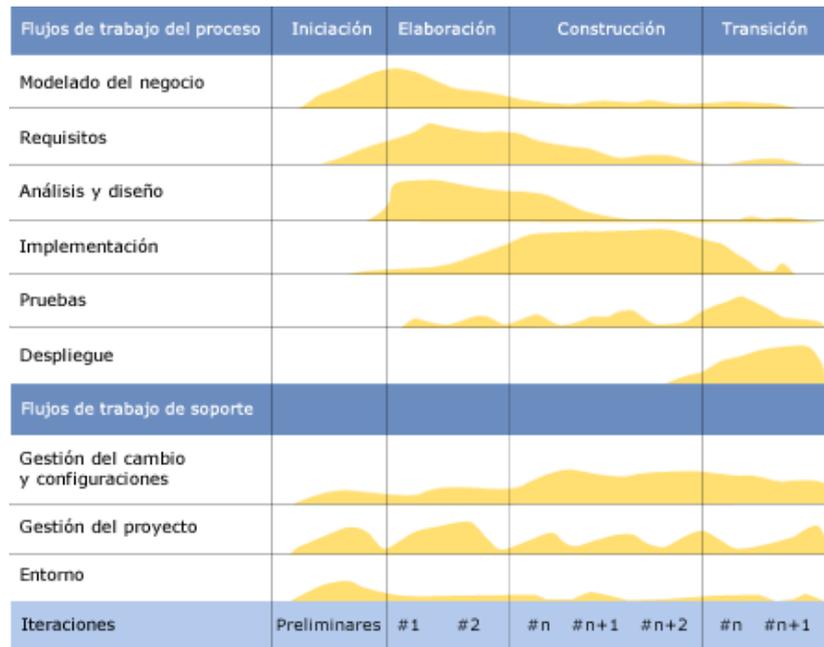


Figura 4. RUP, tomado de (Carrillo Pérez, y otros, 2008)

Las tres principales características del Proceso de Unificado de Desarrollo de Software, son:

- ✓ Dirigido por casos de usos: cada caso de uso representa una funcionalidad del sistema, a partir de la captura de requisitos y la modelación del negocio.
- ✓ Centrado en arquitectura: permite al equipo de desarrollo tener una mayor visibilidad del sistema, ya que la arquitectura muestra una visión común del sistema completo.
- ✓ Iterativo e Incremental: divide el proceso de desarrollo en ciclos, teniendo un producto final al terminar cada uno de estos ciclos, los cuales involucran actividades de todos los flujos de trabajo.

Se decidió utilizar RUP como metodología de desarrollo de software por las características antes mencionadas y además porque se recomienda utilizar esta metodología cuando no existe un cliente que trabaje junto al equipo de desarrollo, como sucede en este caso. Por tal motivo no deben variar los

requisitos funcionales establecidos por el equipo de desarrollo. El uso de esta metodología permite guiar todo el proceso de desarrollo, planteando tareas organizadas con un orden jerárquico y lógico, también establece un conjunto de artefactos que mejoran el proceso de desarrollo, de forma tal que cada artefacto tributa a uno siguiente. RUP permite conocer en todo momento posibles insatisfacciones del cliente a medida que se va avanzando en el trabajo, posibilitando realizar modificaciones sin que repercuta negativamente o se tenga que comenzar el desarrollo desde cero.

### Lenguaje Unificado de Modelado

El lenguaje unificado de modelado (UML), “*es un lenguaje de modelado visual que se usa para especificar, visualizar, construir y documentar artefactos de un sistema de software.*” (Dugarte, y otros, 2009). Estas características se refieren a:

- ✓ Especificar: permite especificar las características de un sistema antes de su construcción.
- ✓ Visualizar: expresa de forma gráfica el sistema de modo que el equipo de desarrollo lo pueda entender.
- ✓ Construir: a partir de los modelos especificados se pueden construir los sistemas diseñados.
- ✓ Documentar: los elementos gráficos generados sirven como documentación del sistema, facilitando cualquier cambio que sea necesario realizar.

La utilización de UML en este trabajo se hace necesaria para la construcción de los artefactos que se generan a lo largo de los flujos de trabajo que especifica RUP como metodología; entre los cuales destacan, los diagramas de casos de usos del sistema, de clases del diseño, de secuencia, de componentes y de despliegue. Este es un lenguaje fácil de entender por cualquier persona del equipo de desarrollo y facilita la obtención de toda la documentación del ciclo de desarrollo del sistema, con vista a facilitar el desarrollo de futuras versiones o mejoras.

## **2.3 Herramientas**

### **Sistema Gestor de Base de Datos**

Un Sistema Gestor de Base de Datos (SGBD), es una interfaz para que la aplicación se pueda comunicar dinámicamente con la base de datos. Estos sistemas manejan de forma clara la información de modo que su uso es bastante transparente, disminuyendo el tiempo de desarrollo y aumentando la calidad del sistema. Entre los principales SGBD que existen en la actualidad a nivel mundial se

encuentra el privativo Oracle y los libres MySQL y PostgreSQL, tales gestores brindan similares prestaciones las cuales son necesarias en un SIG.

### PostgreSQL 9.1

PostgreSQL es un SGBD distribuido bajo la licencia Berkeley Software Distribution (BSD3) permitiendo el uso libre de su código fuente. Entre los SGBD ya sean de código abierto o totalmente propietarios que se encuentran en la actualidad, es uno de los más potentes. Esta aplicación utiliza multiprocesos para garantizar la estabilidad del sistema, garantizando que un fallo en uno de los procesos, no afectará el resto y el sistema continuará su funcionamiento. También permite que mientras un proceso almacena datos en una tabla, otros accedan a la misma tabla sin necesidad de bloqueos. Además, es válido aclarar que posee una gran comunidad de seguidores los cuales pueden servir de referencia ante cualquier duda que pueda surgir durante su utilización.

### PostGIS 1.5

Partiendo de que PostgreSQL no soporta datos espaciales, es necesario incorporarle una extensión que se lo permita, en este caso PostGIS es la extensión usada para este fin. De esta manera se pueden realizar consultas SQL para el trabajo con objetos geográficos. Entre sus principales ventajas se encuentran, que soporta datos raster, tiene funciones para análisis geométricos, y presenta una administración simplificada lo que facilita el trabajo con las tablas y vistas.

Se identificó a PostgreSQL como el SGBD más adecuado junto a su extensión PostGIS, ya que de este tipo de sistemas de software libre, PostgreSQL es el de mayor aceptación y potencialidades a nivel mundial. Además la extensión PostGIS cuenta con servicios necesarios e imprescindibles en cualquier SIG, como es el caso de las consultas SQL que permite realizar sobre datos geográficos. La utilización de PostgreSQL y PostGIS permiten una buena relación con el servidor de mapas MapServer que es el seleccionado para el desarrollo de esta aplicación.

## **Servidor de mapas**

Para describir el funcionamiento de un servidor de mapas se parte de lo planteado por Álvaro Penroz *“Un servidor de mapas funciona enviando, a petición del cliente, desde su navegador, una serie de páginas HTML con una cartografía asociada en un formato de imagen (por ejemplo, una imagen GIF o JPEG). Un servidor de mapas es un SIG a través de Internet.”* (PENROZ, 2005) Esta idea pretende

---

<sup>3</sup> BSD es una licencia de software libre permisiva, con pocas restricciones que permite el uso del código fuente en software propietario.

demostrar que un servidor de mapas es esencial en cualquier SIG pues es el encargado de representar toda la información de los mapas en las páginas Web.

### MapServer 5.6

Es un servidor de mapas que está compuesto por un conjunto de ficheros, que permiten generar de forma dinámica mapas de cartografía digital en la Web, mostrando imágenes estáticas, debido a que solo las visualiza. Este servidor está basado en la Web, presenta un acceso a datos rápido, soporta gran variedad de formatos raster y vectoriales y utiliza un fichero de texto .map que organiza los datos en capas.

En la aplicación que se desarrolla es necesario tener un potente servidor de mapas con el cual se pueda mostrar gran variedad de formatos de mapas, que pueda funcionar en cualquier sistema operativo, que sea totalmente libre para su uso en una institución como la UCI y sus Centros de Desarrollo, y que permita la relación con el SGBD seleccionado, por estas razones se utiliza MapServer.

### **Servidor de aplicaciones**

#### Apache 2.2

El servidor de aplicaciones Apache es un servidor Web de código abierto y multiplataforma, que proporciona una red segura, eficiente y extensible. Independientemente del sistema operativo suministra servicios, que están basados en el envío de mensajes y establece el conjunto de normas mediante las cuales se envían las peticiones de acceso a una Web y la respuesta de la misma. Su arquitectura es cliente/servidor y presenta una cómoda interacción con el servidor de mapas MapServer y con el SGBD PostgreSQL. Es el encargado de gestionar la totalidad de las funciones de lógica de negocio y acceso a datos de la aplicación con la que esté trabajando, es fácil de configurar y de adaptar a las necesidades del proyecto.

### **Framework**

Un framework es un entorno o marco de trabajo que simplifica el desarrollo de una aplicación mediante la automatización de algunos patrones y de esta manera resolver tareas comunes. También proporciona estructura al código fuente para que el implementador lo pueda crear mejor estructurado y fácil de entender. Otro aspecto importante es que algunas operaciones complejas ya las tiene implementadas para su uso en cualquier aplicación.

### Symfony 1.4.16

Es un potente framework destinado a las aplicaciones Web. La arquitectura que presenta es Modelo Vista Controlador (MVC) por lo que separa la lógica de negocio, el acceso a datos y la presentación de la aplicación web. Entre las principales características de este framework podemos encontrar que automatiza tareas comunes, de esta manera reduce el tiempo de desarrollo de la aplicación, está desarrollado completamente con PHP 5. Ha sido probado en disímiles proyectos reales y su aceptación ha sido bastante amplia. Es compatible con la mayoría de los SGBD, como son MySQL, PostgreSQL, Oracle y SQL Server de Microsoft, y es totalmente independiente del sistema operativo en el cual se ejecute.

El uso de Symfony en el proyecto Control Flotas y en especial en el módulo de gestión de la información, parte inicialmente de las características de este framework que posibilita la generación de tareas comunes en proyectos de este tipo, que este destinado a la Web como se desea llevar a cabo el producto, además que sea una herramienta ya probada y con buenos resultados a nivel mundial. También a su interrelación con el gestor de bases de datos escogidos en este caso PostgreSQL y a la amplia comunidad que lo sigue dentro y fuera de la Universidad de las Ciencias Informáticas, los cuales pueden servir de apoyo para la implementación del producto.

### **Bibliotecas para el tratamiento de la interfaz de usuario**

#### OpenLayers 2.2

Es una biblioteca JavaScript que permite la visualización de mapas dinámicos en un navegador Web. Es totalmente libre y esta liberado bajo la licencia de tipo BSD. Esta biblioteca construye mapas en aplicaciones Web, se ejecuta solamente en el cliente lo que aumentaría el rendimiento de la aplicación ya que habría menor procesamiento del lado del servidor. Permite incorporar mapas dinámicos en las páginas Web y posee funciones implementadas que son imprescindibles en un SIG, como es el caso de zoom y medida de distancias.

#### ExtJS 4.0.7

Es una librería JavaScript para el desarrollo de aplicaciones Web interactivas, la cual permite crear componentes con un atractivo diseño, reduciendo en gran medida el tiempo dedicado al esbozo de la interfaz del sistema. Además trae componentes Web predeterminados con acciones comunes implementadas, lo cual ayuda en la reducción de tiempo destinados al desarrollo de la aplicación, algunos de estos componentes son cuadros y áreas de texto, campo para fechas, campos numéricos,

combos, radiobuttons y checkboxes, árboles de datos, pestañas, entre otros. Algunos de estos elementos antes mencionados tienen la posibilidad de relacionarse con el servidor y brindan funcionalidades para añadir interactividad a las páginas HTML.

## **Herramienta CASE**

Las herramientas CASE (CASE, sigla en inglés de *Computer Aided Software Engineering*), “*son diversas aplicaciones informáticas destinadas a aumentar la productividad en el desarrollo de software reduciendo el coste de las mismas en términos de tiempo y de dinero*” (ECURED, 2012). Estas aplicaciones ayudan al proceso de desarrollo de software permitiendo realizar el diseño del sistema y automatizada algunas actividades, entre las cuales destacan: implementación de parte del código fuente y detección de errores. De este tipo de herramientas una de las más destacadas y con la cual se desarrolla esta trabajo es Visual Paradigm en su versión 8.0.

### Visual Paradigm 8.0

Visual Paradigm es una herramienta CASE que soporta UML como lenguaje de modelado y la cual soporta el ciclo de vida completo de desarrollo de software indicado por las metodologías y en particular por RUP, a través de la representación de los diagramas necesarios. Esta herramienta está destinada a aumentar la calidad del software, mejorando la productividad y mantenimiento del software, además de permitir la reutilización, portabilidad y estandarización de la documentación.

## **2.4 Lenguajes de programación.**

### PHP 5.3

El uso de PHP se debe a que es un lenguaje principalmente del lado del servidor utilizado para crear sitios Web Dinámicos. También es válido destacar que es interpretado por casi todos los Servidores Web entre los que resalta Apache. Además PHP es totalmente libre para su empleo y comercialización, presenta una gran comunidad de desarrolladores en todo el mundo. También implementa funciones para la comunicación con los sistemas gestores de bases de datos, incluyendo PostgreSQL. En el sistema control de flotas permite el intercambio de objetos e información con el lenguaje JavaScript, utilizado en la implementación de la interfaz de comunicación con el usuario, además de ser el lenguaje base de la implementación del framework Symfony.

## JavaScript

Es un lenguaje de programación interpretado del lado del cliente, por lo que no se hace necesario compilar los programas para ejecutarlos, simplemente se pueden apreciar en cualquier navegador. Sobre el mismo el Dr. Ricardo Amezua Martínez plantea: *“JavaScript es una de las múltiples aplicaciones que han surgido para extender las capacidades del Lenguaje HTML. JavaScript es un lenguaje script orientado a documento. Nunca podrá hacer un programa, tan sólo podrá mejorar sus páginas Web.”* (Amesua Martinez, 2001) Con la llegada de JavaScript, las páginas Web han evolucionado grandemente su aspecto dado que les da una forma más dinámica y agradable a la vista de cualquier persona.

El uso de este lenguaje de programación en la Web es imprescindible especialmente en esta aplicación, debido a que las bibliotecas para el tratamiento de la interfaz de usuarios OpenLayers y ExtJS, expuestas con anterioridad basan su funcionamiento en el mismo.

## **2.4 Entorno Integrado de Desarrollo**

### NetBeans 7.0

El Entorno de Desarrollo Integrado (IDE, sigla en inglés de *Integrated Development Environment*) NetBeans es *“una herramienta para que los programadores puedan escribir, compilar, depurar y ejecutar programas. Está escrito en Java - pero puede servir para cualquier otro lenguaje de programación. Existe además un número importante de módulos para extender el NetBeans IDE. NetBeans IDE es un producto libre y gratuito sin restricciones de uso.”* (Parra, 2011).

La idea de seleccionar NetBeans 7.0 como IDE parte de su relación con Symfony, el framework de desarrollo escogido, ya que NetBeans en esta versión le da soporte, facilitando el trabajo del programador con el framework. De esta manera se tiene completamiento de código no solo de la sintaxis de PHP sino de las clases creadas que se tengan dentro de un proyecto determinado.

### Sencha Designer 2.0

El IDE Sencha Designer *“es un IDE de JavaScript para el desarrollo de aplicaciones web interactivas que además de flexibilizar el manejo de componentes de la página como el DOM, Peticiones AJAX, DHTML, tiene la gran funcionalidad de crear interfaces de usuario bastante funcionales.* (ECURED, 2012).

Otras características de este IDE, seleccionado por su relación en la versión 2.0 con la biblioteca ExtJS 4.0.7 encargada de la interfaz de usuario de la aplicación que se desarrolla, es que permite trabajar con todos los componentes de la biblioteca de forma visual, dándole la forma y el tamaño que se necesiten de manera sencilla, entre estos componentes se pueden destacar: cuadros y áreas de texto, campos de fechas, combos, radiobuttons, pestañas, árboles de datos, entre otros.

## **2.5 Conclusiones parciales.**

En este capítulo se describen las herramientas y lenguajes de programación con los que se trabaja en la implementación de este módulo, posibilitando conocer las potencialidades que estas herramientas ofrecen a un sistema como el que se pretende desarrollar. Se describe la metodología de desarrollo de software: RUP, que resulta la más adecuada de acuerdo con las características de este proyecto, el cual basa su desarrollo sobre una arquitectura cliente-servidor, haciendo uso de PHP como lenguaje de programación, Symfony como framework de desarrollo y PostgreSQL como SGBD.

## CAPÍTULO 3: DISEÑO DEL MÓDULO DE GESTIÓN DE FLOTAS PARA EL SISTEMA DE CONTROL DE FLOTAS

### 3.1 Introducción

Este capítulo trata los temas relacionados con el diseño de la solución para el módulo de gestión del sistema para el control de flotas. Se presenta el modelo de dominio, los requisitos tanto funcionales como no funcionales, se describen los principales Casos de Usos del Sistema (CUS), así como las clases del diseño, el modelo de despliegue y el diagrama entidad-relación.

### 3.2 Modelo de dominio

Siguiendo la metodología RUP, un proceso de vital importancia al inicio del proyecto es la modelación del negocio, pero en este caso al no identificarse procesos visibles el único artefacto asociado a este flujo de trabajo que se puede realizar es el modelo de dominio. El modelo de dominio es una representación que se realiza para entender el proyecto donde se está trabajando, cuando no se tiene una visión clara de los procesos que se realizan en el mismo, es un análisis previo al diseño del sistema.

A continuación se describen los principales conceptos que se tratarán en el modelo de dominio y la figura 5 muestra el diagrama correspondiente a este modelo:

Empresa: Es la entidad donde se está trabajando con el sistema Control de Flotas.

Ruta: Es la unión de diferentes puntos que identifican un camino en un mapa, teniendo un punto de origen y otro de destino.

Flotas: Conjunto de vehículos que pertenecen a una entidad.

Vehículo: Medio de locomoción o transporte.

GPS: Sistema de Posicionamiento Global, que brinda la posición exacta del vehículo en cada momento.

Cliente: Es el encargado de manejar los Datos Socio-Políticos del sistema.

Datos Socio Políticos: Son datos relacionados suministrados por el cliente que brindan de interés para la empresa, como puede ser quien conduce en un momento determinado un vehículo.

Mapa: Representa el lugar que se está analizando, con la ubicación de los vehículos.

Comunicador: Es el encargado de recibir las tramas del GPS del vehículo, analizarlas, traducirlas y convertirlas al modelo de datos de la base de datos, para guardarlo en la base de datos. Además tiene la función de enviar en texto plano dicha información de la trama a dispositivos móviles.

Base de Datos: Sistema encargado de gestionar toda la información entrada ya sea por el usuario o el análisis del GPS, darle un sentido a este gran cumulo de información y tenerla disponible para que el sistema le realice peticiones y pueda modificarlas de ser necesario.

Analizador: Es el encargado de recibir tanto los datos introducidos por el cliente como los que le iría pidiendo a la base de datos relacionados con las características del vehículo, su ubicación y otros que a la vez iría analizando y enviándoselos al mapa para que sea representado.

Trama GPS: Conjunto de datos recogidos por el GPS que Guardan información referente a la flota (longitud, latitud, velocidad, amplitud, altura, rumbo).

Móvil: Teléfono celular que puede visualizar y controlar también la flota, y que recibe la información necesaria del GPS a través del Comunicador, en forma de texto plano.

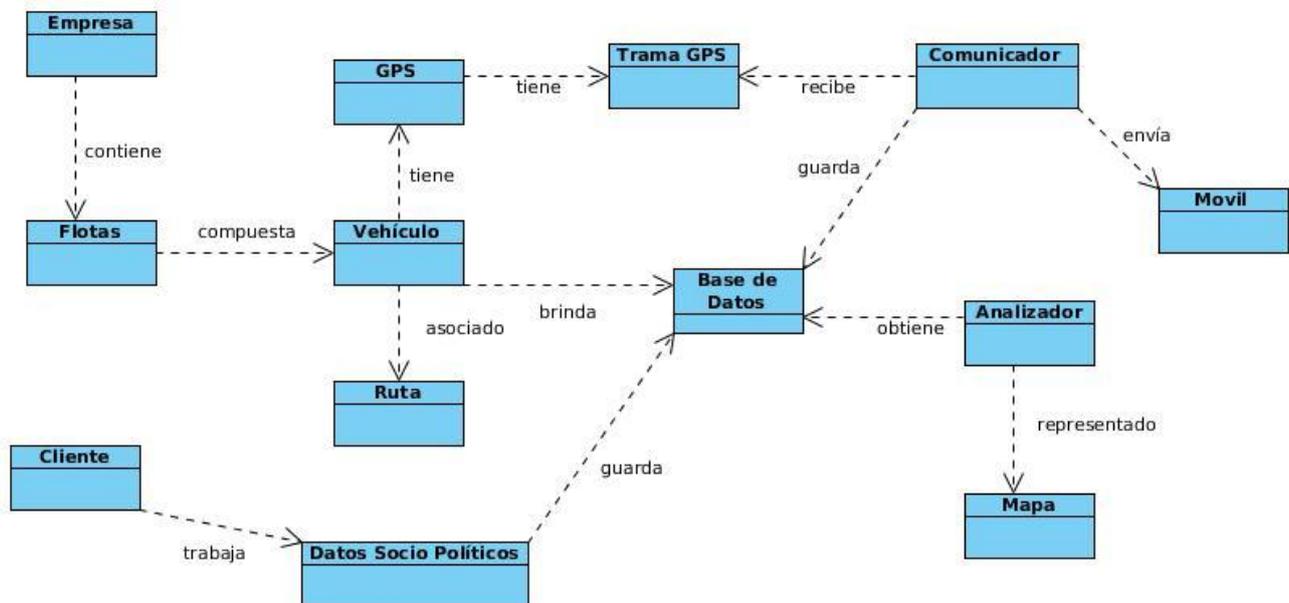


Figura 5. Modelo de dominio.

### 3.3 Especificación de requisitos

Los requisitos de un sistema representan los servicios que ha de ofrecer la aplicación y las limitaciones asociadas a su funcionamiento. Los requisitos se pueden clasificar en dos grupos: los funcionales y los no funcionales, donde los primeros indican qué debe hacer el sistema y los segundos cómo debe ser el sistema. Para la obtención de estos requerimientos se pueden utilizar algunas técnicas como son las entrevistas con los clientes y los talleres donde pueden participar varios factores del entorno donde se desarrolla el sistema, para aclarar y abordar las principales necesidades que se identifiquen.

#### Requisitos funcionales

En la fase de identificación de requisitos que se llevó a cabo para este módulo se identificaron dos grupos fundamentales, el de gestión de la información, encargado de la entrada, eliminación, actualización y búsqueda de los datos con los que se trabajarán y el grupo de reportes, que brindará al usuario conocimientos necesarios para la buena administración y toma de decisiones de una institución.

#### Gestión de la Información

**RF1.** El sistema debe permitir gestionar los datos relacionados con el Objeto Móvil.

1.1 Permitir adicionar los datos relacionados a un Objeto Móvil.

1.2 Permitir eliminar los datos de un Objeto Móvil ya existente en el sistema.

1.3 Permitir editar los valores de los datos de un Objeto Móvil determinado.

**RF2.** El sistema debe permitir buscar un Objeto Móvil en el sistema.

**RF3.** El sistema debe permitir gestionar los datos relacionados con un Conductor.

3.1 Permitir adicionar los datos relacionados a un Conductor.

3.2 Permitir eliminar los datos de un Conductor ya existente en el sistema.

3.3 Permitir editar los valores de los datos de un Conductor determinado.

**RF4.** El sistema debe permitir buscar un Conductor en el sistema.

**RF5.** El sistema debe permitir gestionar los datos relacionados con una Entidad.

5.1 Permitir adicionar los datos relacionados a una Entidad.

5.2 Permitir eliminar los datos de una Entidad ya existente en el sistema.

5.3 Permitir editar los valores de los datos de una Entidad determinada.

**RF6.** El sistema debe permitir buscar una Entidad en el sistema.

**RF7.** El sistema debe permitir gestionar los datos relacionados con una Ruta.

7.1 Permitir adicionar los datos relacionados a una Ruta.

7.2 Permitir eliminar los datos de una Ruta ya existente en el sistema.

7.3 Permitir editar los valores de los datos de una Ruta determinada.

**RF8.** El sistema debe permitir buscar una Ruta en el sistema.

**RF9.** El sistema debe permitir gestionar los datos relacionados con una Parada.

9.1 Permitir adicionar los datos relacionados a una Parada.

9.2 Permitir eliminar los datos de una Parada ya existente en el sistema.

9.3 Permitir editar los valores de los datos de una Parada determinada.

**RF10.** El sistema debe permitir buscar una Parada en el sistema.

**RF11.** El sistema debe permitir gestionar los datos relacionados con un Viaje.

11.1 Permitir adicionar los datos relacionados a un Viaje.

11.2 Permitir eliminar los datos de un Viaje ya existente en el sistema.

11.3 Permitir editar los valores de los datos de un Viaje determinado.

**RF12.** El sistema debe permitir buscar un Viaje en el sistema.

**RF13.** El sistema debe permitir gestionar los datos relacionados con un Dispositivo GPS.

13.1 Permitir adicionar los datos relacionados a un Dispositivo GPS.

13.2 Permitir eliminar los datos de un Dispositivo GPS ya existente en el sistema.

13.3 Permitir editar los valores de los datos de un Dispositivo GPS determinado.

**RF14.** El sistema debe permitir buscar un Dispositivo GPS en el sistema.

### Reportes

**RF15.** El sistema debe permitir listar vehículos que todavía están en su recorrido.

15.1 Permitir generar el reporte en formato de Word.

15.2 Permitir generar el reporte en formato de PDF.

**RF16.** El sistema debe permitir listar los vehículos que más distancia han recorrido.

16.1 Permitir generar el reporte en formato de Word.

16.2 Permitir generar el reporte en formato de PDF.

**RF17.** El sistema debe permitir listar vehículos disponibles.

17.1 Permitir generar el reporte en formato de Word.

17.2 Permitir generar el reporte en formato de PDF.

### **Requisitos no funcionales**

#### Usabilidad

**RnF1.** El sistema debe poder ser usado por cualquier persona que tenga conocimientos básicos de computación.

**RnF2.** La aplicación es una solución web, accesible desde una computadora o desde un dispositivo móvil, a través de una conexión WAP.

**RnF3.** La aplicación tiene como objetivo llevar a cabo todo el proceso que implica la gestión y control de las flotas de cualquier institución; almacenando y graficando toda la información referente a su ubicación geográfica, para lo cual se precisa de la conexión y recepción de la información enviada por GPS. Esta información podrá ser consultada en tiempo real y de modo diferido, ya sea desde una computadora o desde un dispositivo móvil.

### Confiabilidad

- RnF4.** Los datos de las tramas GPS leídos, traducidos e insertados en la BD deben de ser exactos y válidos, evitando los errores.

### Eficiencia

- RnF5.** El tiempo de lectura y la velocidad de traducción total de las tramas GPS diaria, estará dado por la cantidad de tramas que se reciban, entre mayor cantidad de datos, mayor será el tiempo de procesamiento de los mismos.
- RnF6.** La lectura de las tramas GPS será cada 4 segundos, evitando la saturación del servidor por la gran cantidad de datos recibidos en las tramas GPS.

### Restricciones de diseño

- RnF7.** Se debe garantizar una arquitectura Cliente/Servidor.
- RnF8.** Utilizar lenguaje PHP para el Módulo de Comunicación del Sistema de Control de Flotas.

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

- RnF9.** Se le deberá entregar al usuario final, un manual de ayuda para el manejo y utilización de la aplicación
- RnF10.** Las herramientas de desarrollo son todas de software libre.
- RnF11.** Como producto, el Módulo de Comunicación del Sistema Control de Flotas se distribuye amparado bajo las normativas legales establecidas en el registro comercial emitido por las entidades jurídicas de la Universidad de las Ciencias Informáticas.

### Requerimientos de hardware:

- RnF12.** 2GB de memoria RAM y 20GB de disco duro disponible para el servidor de BD.
- RnF13.** Procesador a 2GHz con 2GB de memoria RAM en el servidor web.

### Requerimientos de software:

- RnF14.** Utilizar móvil con Sistema de Comunicación GSM o G3.
- RnF15.** Utilizar Sistema Operativo GNU/Linux, Windows o MacOS.

**RnF16.** PostgreSQL como Sistema Gestor de Base de Datos.

**RnF17.** PostGIS como extensión de PostgreSQL y soporte de datos espaciales.

#### Disponibilidad

**RnF18.** La disponibilidad de lectura y manejo de las tramas GPS será garantizada en todo momento, mientras no haya un fallo con el generador de tramas GPS.

#### Portabilidad

**RnF19.** El Módulo de Comunicación del Sistema de Control de Flotas debe ser implementado para ejecutarse en cualquier ambiente de sistema operativo que se esté usando.

#### Estándares Aplicables

**RnF20.** Utilizar el estándar de formato NMEA para las tramas GPS.

### **3.4 Descripción del sistema**

#### **Descripción de los actores del sistema**

<b>Actor</b>	<b>Objetivo</b>
<b>Administrador</b>	Este actor se refiere a la persona con privilegios administrativos, que puede ejecutar acciones de inserción, eliminación o actualización de los diferentes objetos o entidades que intervienen en el negocio en cuestión.

Tabla 1. Descripción de los actores del sistema.

#### **Modelo de Casos de Usos del Sistema**

Los diagramas de Casos de Uso del Sistema (CUS), son los encargados de recoger el comportamiento de un sistema desde el punto de vista de los usuarios, de esta manera luego de tener especificados los requisitos funcionales e identificado los actores del sistema, se puede dar paso a la realización del diagrama, el cual muestra la relación que existe entre el usuario final y las funcionalidades. La siguiente figura muestra el diagrama de CUS, el cual representa la relación que existe entre el actor en este caso el administrador y las diferentes funcionalidades que debe cumplir el módulo.

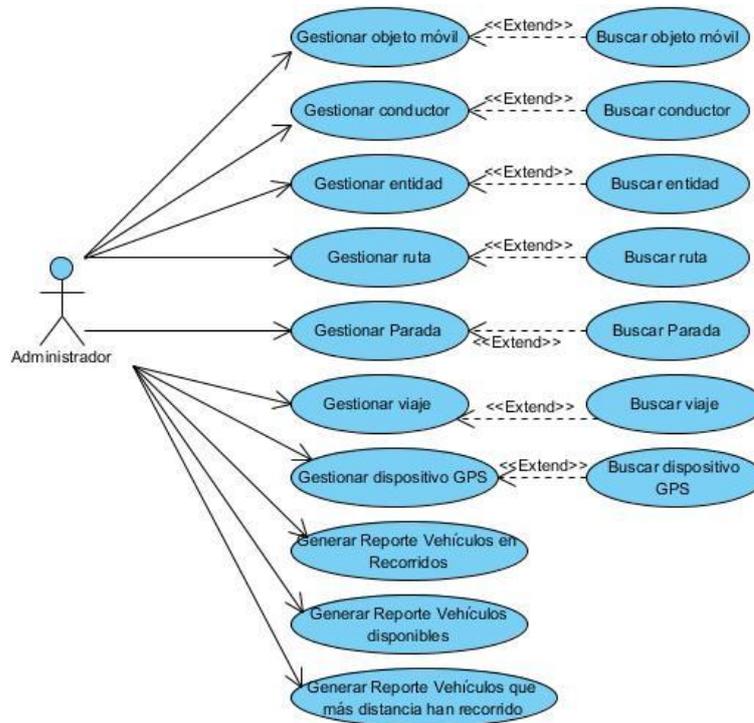


Figura 6. Diagrama de casos de usos del sistema del módulo de gestión.

### Especificación de los principales casos de uso del sistema

A continuación se muestran las descripciones de los casos de uso Gestionar Viaje, Gestionar Objeto Móvil, Gestionar Conductor y Reporte Vehículos en Recorridos respectivamente, donde se describe la interacción entre el actor y el sistema en estas funcionalidades. El resto de las descripciones se encuentran entre los anexos.

#### CU 1. Gestionar Viaje

<b>Objetivo</b>	Este CU tratará todo lo relacionado con la gestión de la información de los Viajes.
<b>Actores</b>	Usuario: (Inicia) Adiciona, modifica, visualiza y valida los datos de un Viaje en el sistema.
<b>Resumen</b>	El usuario con este CU puede adicionar, modificar o eliminar un Viaje.
<b>Complejidad</b>	Alta

<b>Prioridad</b>	Crítico	
<b>Precondiciones</b>	El usuario debe estar registrado como administrador.	
<b>Postcondiciones</b>	El Viaje debe insertarse, modificarse o eliminarse en la base de datos.	
<b>Flujo de eventos</b>		
<b>Flujo básico Gestionar Viaje</b>		
	<b>Actor</b>	<b>Sistema</b>
1	Escoge del menú principal la opción de gestionar Viaje.	
2		Redirecciona a la página gestionar Viaje.
3		Permite realizar varias acciones con un Viaje:  Adicionar un nuevo Viaje. Ver Sección 1: "Adicionar Viaje".  Eliminar un Viaje. Ver Sección 2: "Eliminar Viaje".  Modificar un Viaje. Ver Sección 3: "modificar Viaje".
4	Escoge una de las 3 opciones.	.
5		Redirecciona a la página de la opción escogida.
<b>Sección 1: "Adicionar Viaje".</b>		
<b>Flujo básico: Adicionar Viaje.</b>		
	<b>Actor</b>	<b>Sistema</b>

1		<p>Muestra los campos necesarios para adicionar un nuevo Viaje.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Campo de fecha. Fecha (obligatorio)</li> <li>✓ Lista Choferes. (obligatorio)</li> <li>✓ Lista Objetos Móviles. (obligatorio)</li> <li>✓ Lista de rutas (obligatorio)</li> </ul>
2	Entra todos los datos y da clic en el botón adicionar.	
3		Guarda los datos en la base de datos y muestra el mensaje “los datos han sido insertados correctamente”.
<b>Flujos alternos</b>		
<b>Nº Evento No lleno todos los campos obligatorios</b>		
	<b>Actor</b>	<b>Sistema</b>
1		Resalta los campos que no han sido llenados, y da la posibilidad de llenarlos.
<b>Nº Evento Limpiar</b>		
1	Escoge la opción de limpiar.	
2		Se limpian todos los campos.
<b>Relaciones</b>	<b>CU Incluidos</b>	
	<b>CU Extendidos</b>	Buscar Viaje. Ver CU <u>Buscar Viaje</u> .

Prototipo de interfaz de la Sección: “Adicionar Viaje”.

## Sección 2: “Eliminar Viaje.”

### Flujo básico: Eliminar Viaje

	Actor	Sistema
1		Muestra los campos necesarios para eliminar un Viaje.  ✓ Lista: viajes de la BD.
2	Escoge un Viaje de la lista y da clic en el botón eliminar	
3		Elimina los datos en la base de datos y direcciona a la página principal.

#### Relaciones

#### CU Incluidos

#### CU Extendidos

Buscar Viaje. Ver CU Buscar Viaje.

## Sección 3: “Modificar Viaje.”

### Flujo básico: Modificar Viaje.

	Actor	Sistema
--	-------	---------

1		Muestra los campos necesarios para modificar un Viaje.  ✓ Lista: viajes de la BD.
2	Escoge un viaje de la lista y da clic en el botón modificar.	
3		Muestra los datos relacionados con el Viaje y da la posibilidad de cambiarlos.  ✓ Campo de fecha. Fecha (obligatorio)  ✓ Lista Choferes. (obligatorio)  ✓ Lista Objetos Móviles. (obligatorio)  ✓ Lista de rutas (obligatorio)
4	Actualiza los datos y da clic en guardar.	
5		Guarda los datos en la base de datos y muestra el mensaje “los datos han sido insertados correctamente”.
<b>Flujos alternos</b>		
<b>Nº Evento No lleno todos los campos obligatorios</b>		
	<b>Actor</b>	<b>Sistema</b>
1.		Resalta los campos que no han sido llenados, y da la posibilidad de llenarlos.
<b>Nº Evento Limpiar</b>		

1	Escoge la opción de limpiar.	
2		Se limpian todos los campos.
<b>Relaciones</b>	<b>CU Incluidos</b>	
	<b>CU Extendidos</b>	Buscar Viajes. Ver CU <u>Buscar Viajes</u> .
Prototipo de interfaz de la Sección: "Modificar Viaje".		
		

Tabla 2. Descripción del CUS Gestionar Viaje.

## CU 2. Gestionar Objeto Móvil

<b>Objetivo</b>	Este CU tratará todo lo relacionado con la gestión de la información del Objeto Móvil.
<b>Actores</b>	Usuario: (Inicia) Adiciona, modifica, visualiza y valida los datos del Objeto Móvil en el sistema.
<b>Resumen</b>	El usuario con este CU puede adicionar, modificar o eliminar un Objeto Móvil.
<b>Complejidad</b>	Alta
<b>Prioridad</b>	Crítico
<b>Precondiciones</b>	El usuario debe estar registrado como administrador.
<b>Postcondiciones</b>	El Objeto Móvil debe insertarse, modificarse o eliminarse en la base de

	datos.	
<b>Flujo de eventos</b>		
<b>Flujo básico Gestionar Objeto Móvil</b>		
	<b>Actor</b>	<b>Sistema</b>
1	Escoge del menú principal la opción de gestionar Objeto Móvil.	
2		Redirecciona a la página gestionar Objeto Móvil.
3		Permite realizar varias acciones con un Objeto Móvil:  Adicionar un nuevo Objeto Móvil. Ver Sección 1: "Adicionar Objeto Móvil".  Eliminar un Objeto Móvil. Ver Sección 2: "Eliminar Objeto Móvil".  Modificar un Objeto Móvil. Ver Sección 3: "Modificar Objeto Móvil".
4	Escoge una de las 3 opciones.	.
5		Redirecciona a la página de la opción escogida.
<b>Sección 1: "Adicionar Objeto Móvil".</b>		
<b>Flujo básico: Adicionar Objeto Móvil.</b>		
	<b>Actor</b>	<b>Sistema</b>

1		<p>Muestra los campos necesarios para adicionar un nuevo Objeto Móvil.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Campo de texto. Descripción (obligatorio)</li> <li>✓ Campo de texto. Velocidad (obligatorio)</li> <li>✓ Campo de texto. Fabricante</li> <li>✓ Campo de texto. Capacidad de carga (obligatorio)</li> <li>✓ Menú desplegable. Tipo de objeto (obligatorio)</li> <li>✓ Menú desplegable. Entidad (obligatorio)</li> <li>✓ Menú desplegable. Marca (obligatorio)</li> <li>✓ Menú desplegable. Dispositivo GPS (obligatorio)</li> </ul>
2	Entra todos los datos y da clic en el botón adicionar.	
3		Guarda los datos en la base de datos y muestra el mensaje “los datos han sido insertados correctamente”.
<b>Flujos alternos</b>		
<b>Nº Evento No lleno todos los campos obligatorios</b>		
	<b>Actor</b>	<b>Sistema</b>

1		Resalta los campos que no han sido llenados, y da la posibilidad de llenarlos.
<b>Nº Evento Limpiar</b>		
1	Escoge la opción de limpiar.	
2		Se limpian todos los campos.
<b>Relaciones</b>	<b>CU Incluidos</b>	
	<b>CU Extendidos</b>	Buscar Viaje. Ver CU <u>Buscar Objeto Móvil</u> .
Prototipo de interfaz de la Sección: “Adicionar Objeto Móvil”.		
		
<b>Sección 2: “Eliminar Objeto Móvil.”</b>		
<b>Flujo básico: Eliminar Objeto Móvil</b>		
	<b>Actor</b>	<b>Sistema</b>
1		Muestra los campos necesarios para

		eliminar un Objeto Móvil.  ✓ Lista: Objeto Móvil de la BD.
2	Escoge un Objeto Móvil de la lista y da clic en el botón eliminar	
3		Elimina los datos en la base de datos y direcciona a la página principal.
<b>Relaciones</b>	<b>CU Incluidos</b>	
	<b>CU Extendidos</b>	Buscar Viaje. Ver CU <u>Buscar Objeto Móvil.</u>
<b>Sección 3: “Modificar Objeto Móvil.”</b>		
<b>Flujo básico: Modificar Objeto Móvil.</b>		
	<b>Actor</b>	<b>Sistema</b>
1		Muestra los campos necesarios para modificar un Objeto Móvil.  ✓ Lista: Objeto Móvil de la BD.
2	Escoge una Objeto Móvil de la lista y da clic en el botón modificar.	
3		Muestra los datos relacionados con el Objeto Móvil y da la posibilidad de cambiarlos.  ✓ Campo de texto. Descripción (obligatorio)  ✓ Campo de texto. Velocidad (obligatorio)  ✓ Campo de texto. Fabricante

		<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Campo de texto. Capacidad de carga (obligatorio)</li> <li>✓ Menú desplegable. Tipo de objeto (obligatorio)</li> <li>✓ Menú desplegable. Entidad (obligatorio)</li> <li>✓ Menú desplegable. Marca (obligatorio)</li> <li>✓ Menú desplegable. Dispositivo GPS (obligatorio)</li> </ul>
4	Actualiza los datos y da clic en guardar.	
5		Guarda los datos en la base de datos y muestra el mensaje “los datos han sido insertados correctamente”.
<b>Flujos alternos</b>		
<b>Nº Evento No lleno todos los campos obligatorios</b>		
	<b>Actor</b>	<b>Sistema</b>
1.		Resalta los campos que no han sido llenados, y da la posibilidad de llenarlos.
<b>Nº Evento Limpiar</b>		
1	Escoge la opción de limpiar.	
2		Se limpian todos los campos.
<b>Relaciones</b>	<b>CU Incluidos</b>	

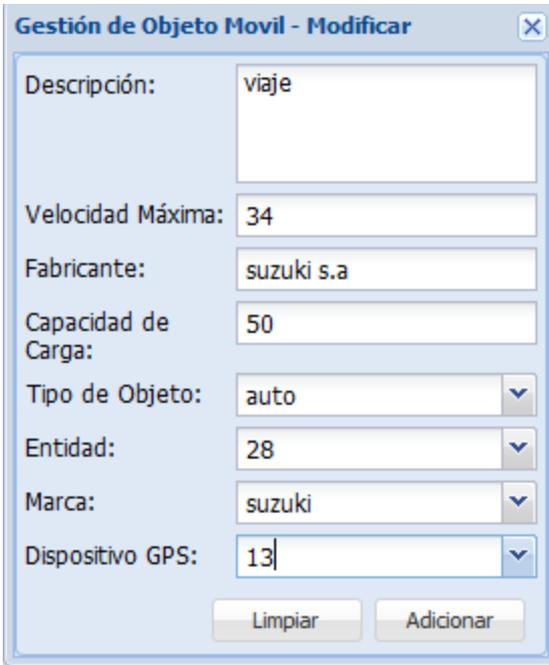
	<b>CU Extendidos</b>	Buscar Viajes. Ver CU <a href="#">Buscar Objeto Móvil</a> .
Prototipo de interfaz de la Sección: “Modificar Objeto Móvil”.		
		

Tabla 3. Descripción del CUS Gestionar Objeto Móvil.

### **CU 3. Gestionar conductor**

<b>Objetivo</b>	Este CU tratará todo lo relacionado con la gestión de la información de los conductores.
<b>Actores</b>	Usuario: (Inicia) Adiciona, modifica, visualiza y valida los datos de un conductor en el sistema.
<b>Resumen</b>	El usuario con este CU puede adicionar, modificar o eliminar un conductor.
<b>Complejidad</b>	Alta
<b>Prioridad</b>	Crítico
<b>Precondiciones</b>	El usuario debe estar registrado como administrador.

<b>Postcondiciones</b>	El conductor debe insertarse, modificar o eliminarse en la base de datos.	
<b>Flujo de eventos</b>		
<b>Flujo básico Gestionar Conductor</b>		
	<b>Actor</b>	<b>Sistema</b>
1	Escoge del menú principal la opción de gestionar Conductor.	
2		Redirecciona a la página gestionar Conductor.
3		Permite realizar varias acciones con un conductor:  Adicionar un nuevo conductor. Ver Sección 1:"Adicionar Conductor".  Eliminar un conductor. Ver Sección 2:"Eliminar Conductor".  Modificar un conductor. Ver Sección 3:"modificar Conductor".
4	Escoge una de las 3 opciones.	.
5		Redirecciona a la página de la opción escogida.
<b>Sección 1: "Adicionar Conductor".</b>		
<b>Flujo básico: Adicionar Conductor.</b>		
	<b>Actor</b>	<b>Sistema</b>

1		Muestra los campos necesarios para adicionar un nuevo conductor.  ✓ CI. (obligatorio)  ✓ Nombre. (obligatorio)  ✓ Descripción. (obligatorio)
2	Entra todos los datos y da clic en el botón adicionar.	
3		Guarda los datos en la base de datos y muestra el mensaje “los datos han sido insertados correctamente”.
<b>Flujos alternos</b>		
<b>Nº Evento No lleno todos los campos obligatorios</b>		
	<b>Actor</b>	<b>Sistema</b>
1		Resalta los campos que no han sido llenados, y da la posibilidad de llenarlos.
<b>Nº Evento Limpiar</b>		
1	Escoge la opción de limpiar.	
2		Se limpian todos los campos.
<b>Relaciones</b>	<b>CU Incluidos</b>	
	<b>CU Extendidos</b>	Buscar Viaje. Ver CU <u>Buscar Conductor</u> .

Prototipo de interfaz de la Sección: “Adicionar Conductor”.

**Sección 2: “Eliminar Conductor.”**

**Flujo básico: Eliminar Conductor**

	Actor	Sistema
1		Muestra los campos necesarios para eliminar un conductor.  ✓ Lista: conductores de la BD.
2	Escoge un conductor de la lista y da clic en el botón eliminar	
3		Elimina los datos en la base de datos y direcciona a la página principal.

Relaciones	CU Incluidos	
	CU Extendidos	Buscar Viaje. Ver CU <u>Buscar Conductor</u> .

**Sección 3: “Modificar Conductor.”**

**Flujo básico: Modificar Conductor.**

	Actor	Sistema
1		Muestra los campos necesarios para

		<p>modificar un conductor.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Lista: conductores de la BD.</li> </ul>
2	Escoge un conductor de la lista y da clic en el botón modificar.	
3		<p>Muestra los datos relacionados con el conductor y da la posibilidad de cambiarlos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ CI. (obligatorio)</li> <li>✓ Nombre. (obligatorio)</li> <li>✓ Descripción. (obligatorio)</li> </ul>
4	Actualiza los datos y da clic en guardar.	
5		Guarda los datos en la base de datos y muestra el mensaje “los datos han sido insertados correctamente”.
<b>Flujos alternos</b>		
<b>Nº Evento No lleno todos los campos obligatorios</b>		
	<b>Actor</b>	<b>Sistema</b>
1.		Resalta los campos que no han sido llenados, y da la posibilidad de llenarlos.
<b>Nº Evento Limpiar</b>		
1	Escoge la opción de limpiar.	
2		Se limpian todos los campos.
<b>Relaciones</b>	<b>CU Incluidos</b>	

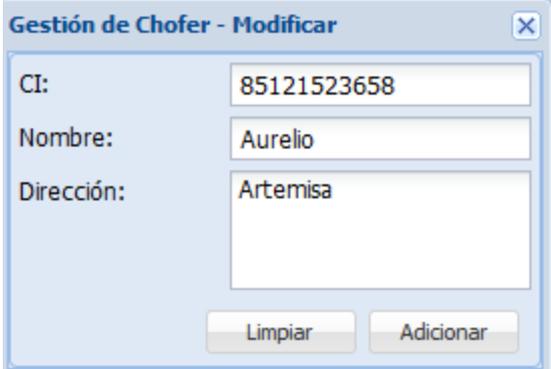
	<b>CU Extendidos</b>	Buscar Viajes. Ver CU <u>Buscar Conductor</u> .
<p>Prototipo de interfaz de la Sección: "Modificar Viaje".</p> 		

Tabla 4. Descripción del CUS Gestionar Conductor.

#### **CU 4. Generar Reporte Vehículos en recorrido**

<b>Objetivo</b>	Este CU es el encargado de mostrar todos los vehículos que siguen en recorrido.
<b>Actores</b>	Usuario: (Inicia) Lista todos los vehículos que se encuentran en su recorrido.
<b>Resumen</b>	El usuario con este CU puede conocer todos los vehículos que todavía se encuentran en su recorrido.
<b>Complejidad</b>	Alta
<b>Prioridad</b>	Media
<b>Precondiciones</b>	El usuario ha sido registrado como administrador.
<b>Postcondiciones</b>	Se mostró una lista con todos los vehículos que permanecen en su recorrido.
<b>Flujo de eventos</b>	
<b>Flujo básico Listar Vehículos que siguen en su recorrido</b>	

	Actor	Sistema
1	Escoge del menú principal la opción de Listar Vehículos que permanecen en su recorrido.	
2		Redirecciona a la página Listar Vehículos en recorrido.
3		El sistema muestra los campos relacionados con el reporte y le brinda la opción de llenarlos.  <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Campo fecha de inicio. (obligatorio)</li> <li>✓ Campo fecha de fin. (obligatorio)</li> </ul>
4	El usuario introduce los datos requeridos y da clic en el botón generar reporte.	
5		El sistema muestra una lista con todos los vehículos que permanecen en su recorrido.

### Sección 1: “Generar reporte en formato Word”.

#### Flujo básico: Formato Word.

	Actor	Sistema
1	Da clic en el botón generar reporte en Word.	
2		Genera el reporte en el formato seleccionado.

### Sección 2: “Generar reporte en formato PDF”.

<b>Flujo básico: Formato PDF.</b>		
	<b>Actor</b>	<b>Sistema</b>
1	Da clic en el botón generar reporte en PDF.	
2		Genera el reporte en el formato seleccionado.

Tabla 5. Descripción del CUS Reporte Vehículos en Recorrido.

### 3.5 Modelo de diseño

En la fase de diseño se modela el sistema de manera que soporte todos los requisitos, tanto funcionales como no funcionales. Durante este flujo de trabajo se elaboran diagramas que muestran gráficamente cómo los objetos se comunican entre ellos a fin de cumplir con los requerimientos. Entre estos diagramas se pueden encontrar los diagramas de clases del diseño, los cuales resumen la definición de las clases que se deben implementar en el software.

#### Modelo de clases del diseño

Una clase de diseño es una abstracción en un diagrama, de la construcción del sistema similar a la verdadera implementación. Los diagramas de clases del diseño de este módulo tienen como peculiaridad que se está utilizando como framework de desarrollo Symfony 1.4.16, por lo que hay que tener en cuenta la estructura organizativa y la arquitectura Modelo Vista Controlador (MVC) que el mismo presenta. Se realizó para cada caso de uso del sistema un diagrama de clases lo que facilita la comprensión de cómo se relacionan los distintos componentes en la realización de cada uno de ellos. A continuación se presenta el diagrama de diseño de los CUS Gestionar Viaje, Gestionar Conductor y Reporte de Vehículos en Recorrido, el resto de los diagramas de clases se encuentran en los Anexos.

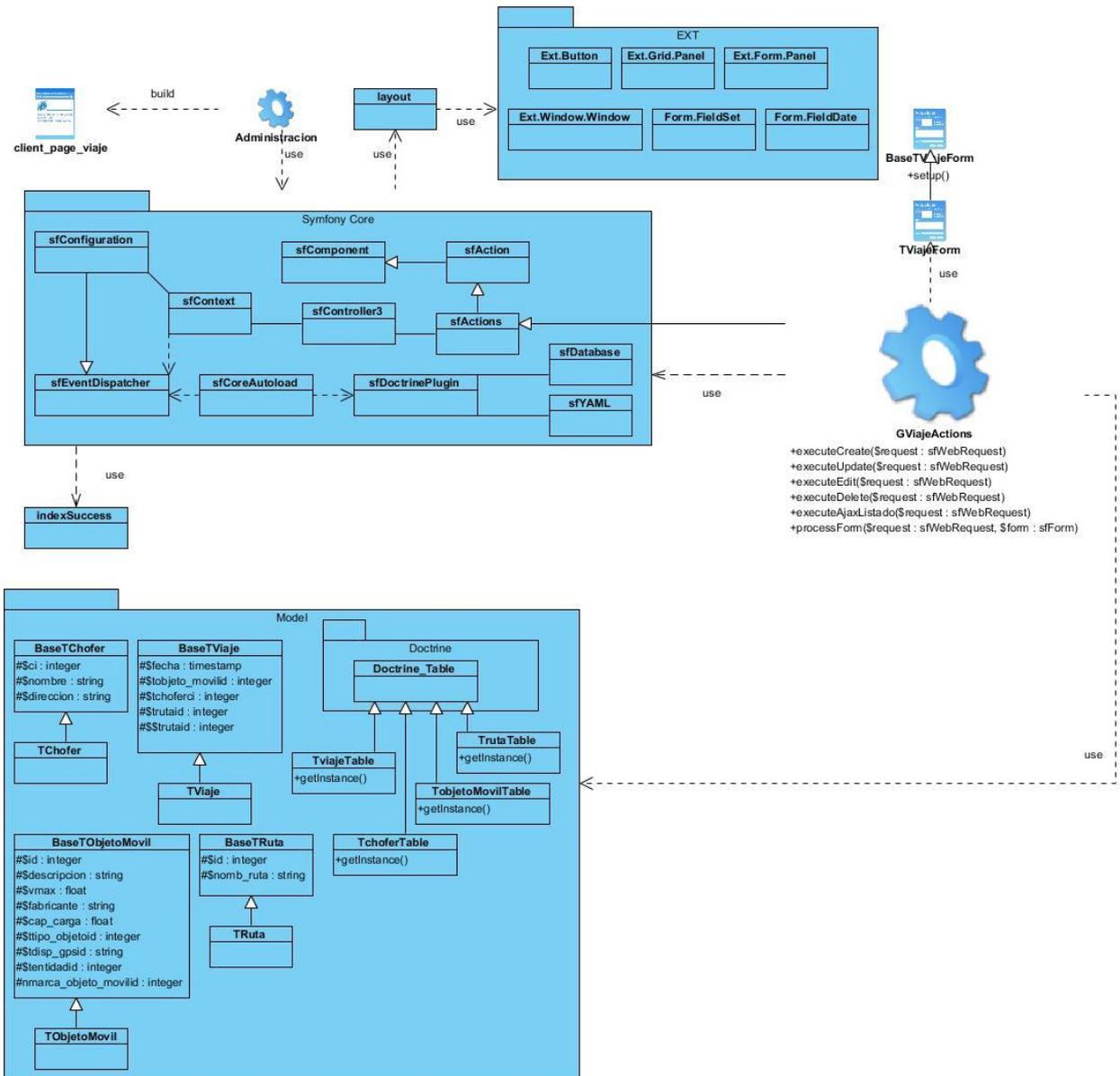


Figura 7. Diagrama de Clases del Diseño Gestionar Viaje.

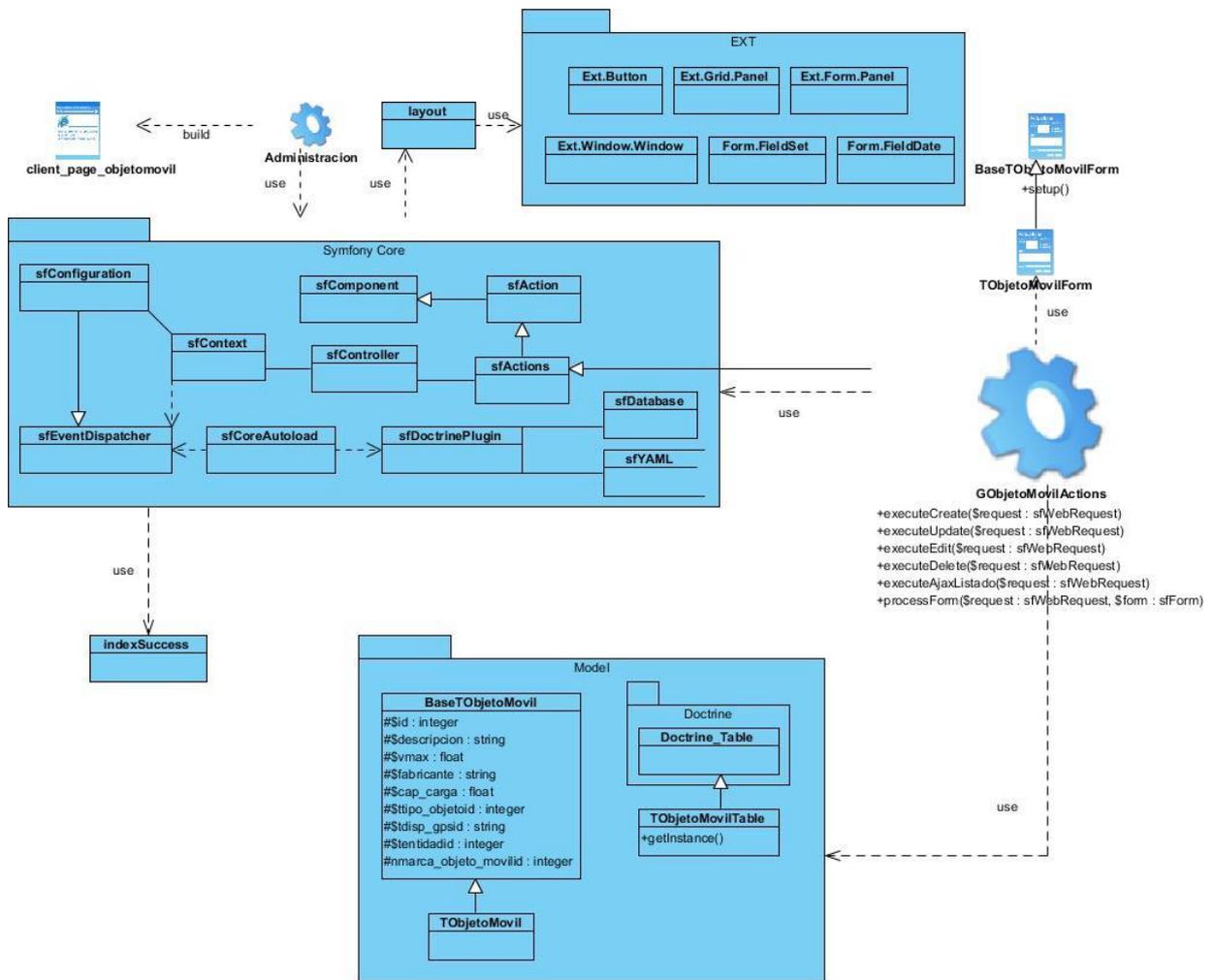


Figura 8. Diagrama de Clases del Diseño Gestionar Objeto Móvil.

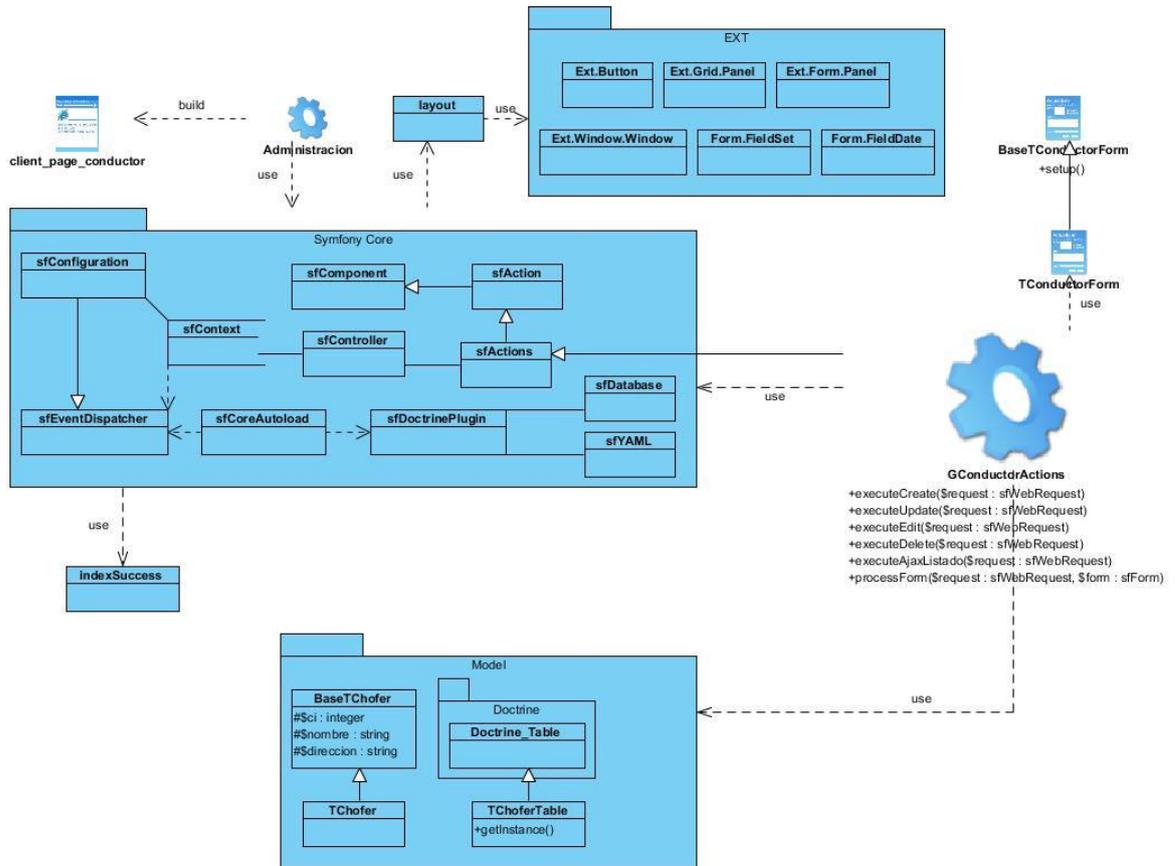


Figura 9. Diagrama de Clases del Diseño Gestionar Conductor.

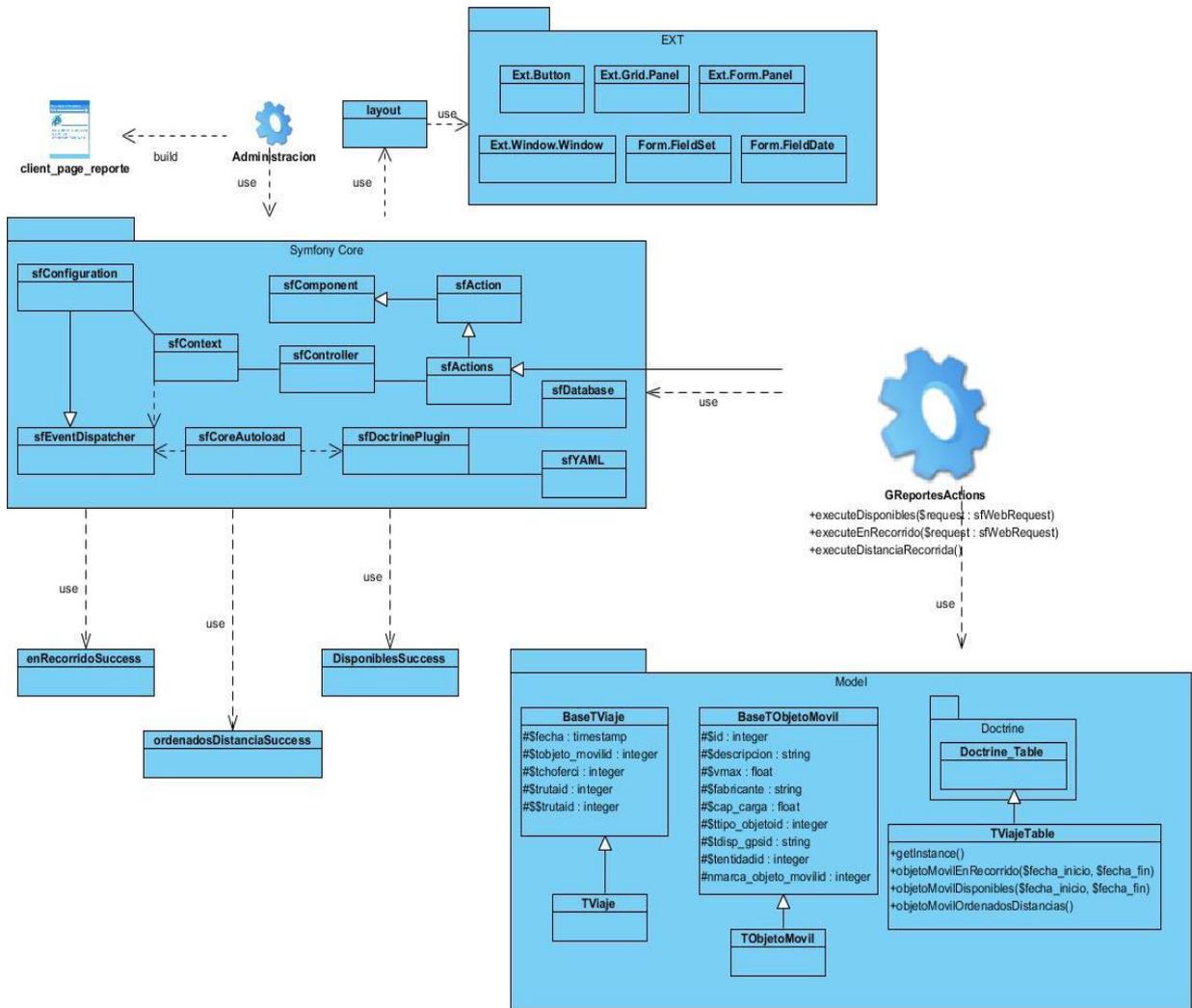


Figura 10. Diagrama de Clases del Diseño Generar Reporte Vehículos en Recorrido.

### Modelo de datos

El modelo de datos se utiliza para describir los componentes que actúan en el ámbito de un problema, la estructura de los datos y la relación que existe entre ellos. También puede incluir funcionalidades y restricciones referentes a la integridad de los datos. La siguiente figura muestra el diagrama entidad-relación perteneciente a este sistema.

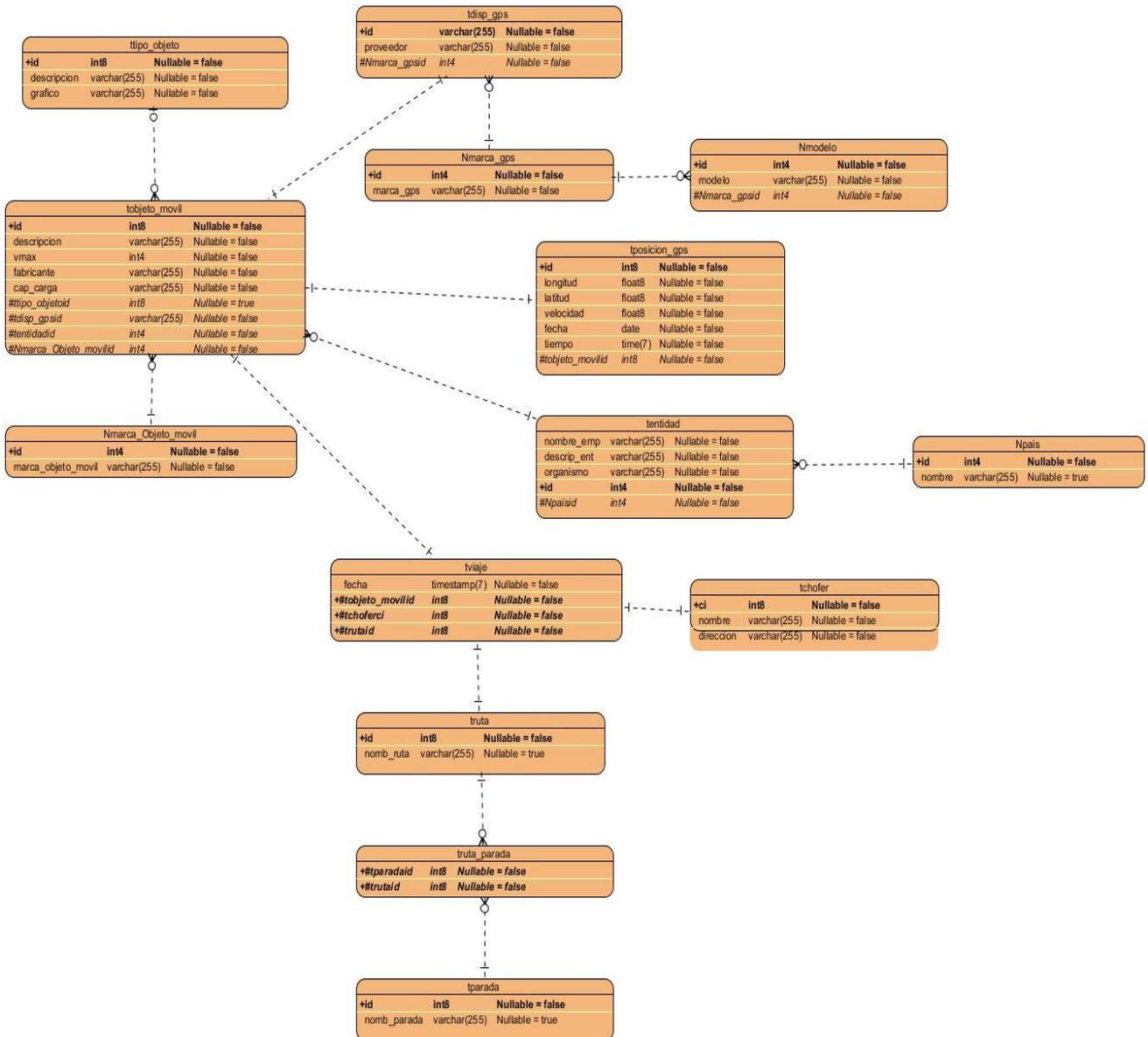


Figura 11. Diagrama Entidad Relación.

## Modelo de despliegue

El modelo de despliegue es un modelo de objeto que describe la distribución física del sistema en términos de cómo se distribuye la funcionalidad entre nodos de la aplicación. La siguiente figura representa el modelo de despliegue del Sistema de Control de Flotas, donde se representa los nodos físicos de la aplicación así como su ubicación y relación.

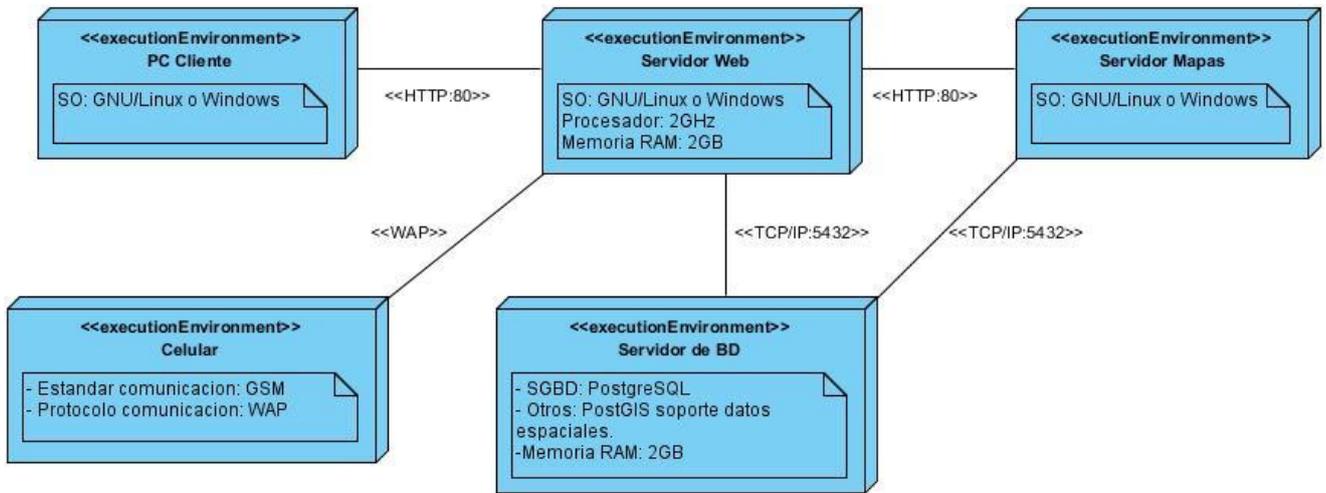


Figura 12. Diagrama de despliegue.

### 3.7 Conclusiones parciales

Este capítulo aborda todos los elementos, que unidos al resto de los aspectos descritos en los capítulos anteriores, posibilitarán la posterior implementación del sistema. Se especificaron los requisitos funcionales que permitieron la definición de las funcionalidades que debe cubrir el módulo a través de los CUS, así como los requisitos no funcionales. Finalmente quedaron representados los diagramas de clases de diseño, el modelo de datos, y el diagrama de despliegue.

## CAPÍTULO 4: IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBA DEL MÓDULO DE GESTIÓN DE FLOTAS PARA EL SISTEMA DE CONTROL DE FLOTAS

### 4.1 Introducción

Este capítulo aborda el proceso de implementación y pruebas realizadas al módulo de gestión de flotas del sistema de control de flotas. Primeramente se justifica el estilo arquitectónico seleccionado para desarrollar la aplicación, posteriormente se presenta el diagrama de componente acorde con el sistema, para terminar con un conjunto de pruebas que validarán la eficiencia y eficacia del módulo desarrollado.

### 4.2 Estilo arquitectónico Modelo Vista Controlador

El estilo arquitectónico MVC, pertenece al grupo de estilos arquitectónicos conocidos por Llamada y Retorno, los cuales se caracterizan por su énfasis en la modificabilidad y la escalabilidad. Este estilo es uno de los más utilizados en sistemas de gran escala.

Este patrón separa la arquitectura del sistema en tres grupos conocidos como: el modelo, la vista y el controlador. Estos tres componentes se caracterizan por:

- ✓ Vista: Maneja todo lo relacionado con la visualización de la información. Depende del modelo para mostrar su información.
- ✓ Controlador: Interpreta las acciones del usuario informando al modelo o a la vista para que cambien según resulte apropiado. Depende del modelo para realizar su análisis.
- ✓ Modelo: Administra el comportamiento y los datos del dominio de aplicación. No depende de los otros dos grupos.

Las principales ventajas de este estilo son:

- ✓ Soporte de vistas múltiples: Esta ventaja se ve condicionada ya que no existe una relación directa entre la vista y el modelo, por lo cual se pueden mostrar varias vistas con los mismos datos simultáneamente.
- ✓ Adaptación al cambio: Este patrón permite realizar cambios en sus grupos sin afectar directamente a los otros, ejemplo: se pueden realizar nuevas opciones de presentación sin afectar al modelo.

La utilización de este patrón arquitectónico en el sistema de Control de Flotas, depende principalmente de Symfony el framework de desarrollo escogido el cual utiliza el MVC por ser un patrón clásico en las aplicaciones Web. Además las características expuestas describen que es bastante aconsejable utilizarlo en una aplicación compleja como esta, la cual puede sufrir algunos cambios y con una arquitectura como MVC las afectaciones serían mínimas.

### **4.3 Modelo de componentes**

El modelo de componentes representa cómo se implementan las clases en términos de componentes, los cuales pueden ser ficheros, librerías, ejecutables, entre otros. También describe cómo se organizan estos dentro de la aplicación de acuerdo al framework utilizado y muestra la dependencia entre los mismos. A continuación se muestra el diagrama de componente correspondiente a este módulo.

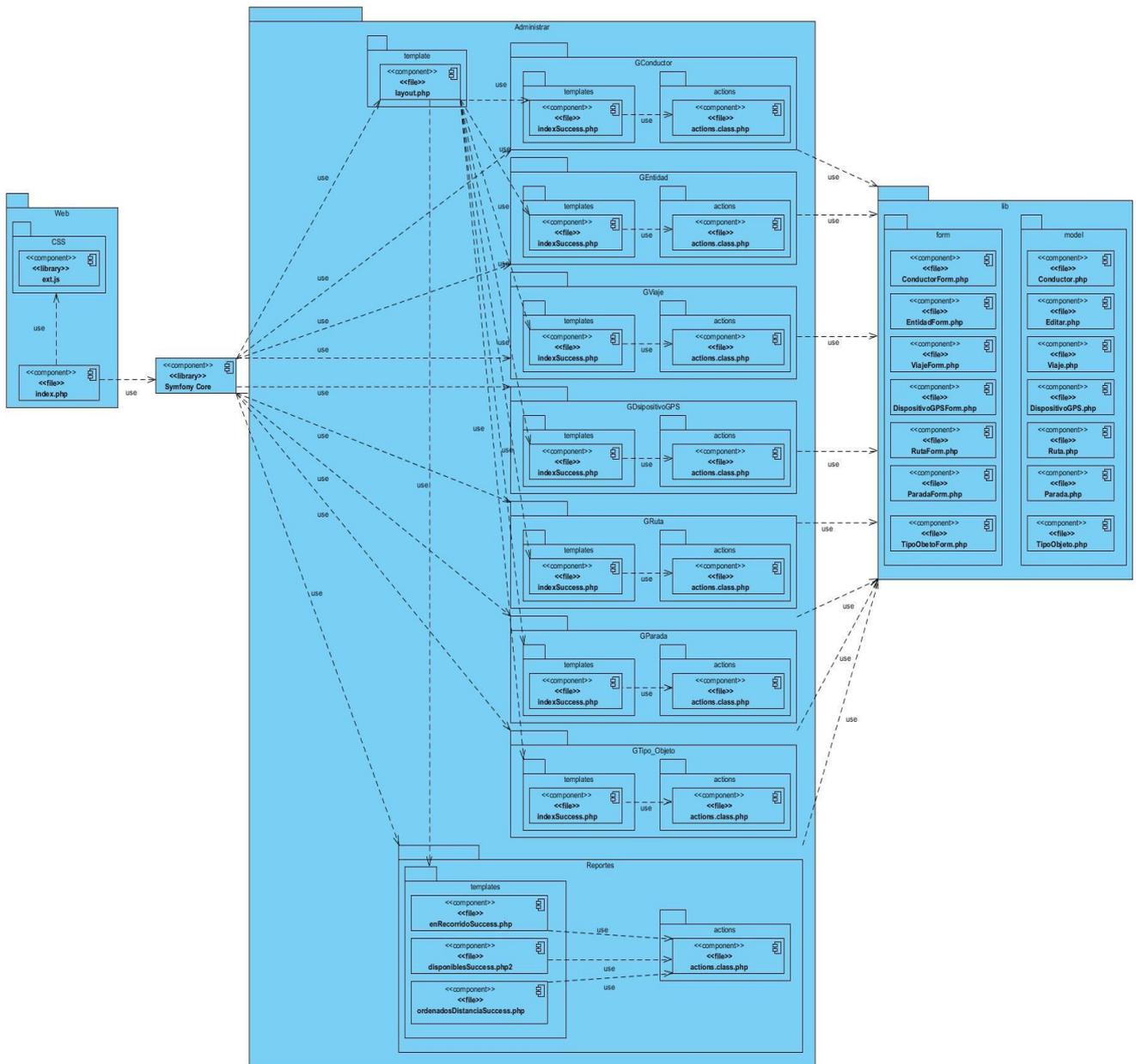


Figura 13. Diagrama de componentes.

Este diagrama de componentes indica la distribución física de los elementos del sistema. En este caso el diagrama muestra los tres paquetes fundamentales: el paquete Web, donde están ubicados los componentes del lado del cliente, el Administrar con todo lo relacionado a las acciones y las vistas de los módulos que se implementan. El otro paquete llamado Lib presenta todo lo referente a los formularios necesarios para la entrada de datos y el modelo con los componentes que forman el acceso a los datos. También se representa el núcleo del framework que es el encargado de llevar a cabo todas las acciones referentes al funcionamiento del sistema.

## **4.5 Pruebas al módulo propuesto**

El objetivo de realizar pruebas al sistema es para revelar el incorrecto o incompleto funcionamiento del mismo. Las pruebas se pueden ejecutar durante toda la construcción del sistema, pero mayormente son realizadas cuando termina la implementación para probar lo que se ha realizado. Entre los casos de prueba se puede distinguir dos tipos comúnmente utilizados:

Pruebas de caja negra: verifican el resultado de la interacción entre los usuarios y el sistema, comprobando que se cumplan las precondiciones y poscondiciones especificadas para cada caso de uso siguiendo la secuencia de acciones previstas para el mismo.

Pruebas de caja blanca: son las encargadas de comprobar el comportamiento de las interacciones de los componentes internos del sistema.

En el caso del módulo que se entrega como culminación de esta investigación, se propone que se le realice pruebas de caja negra a cada caso de uso para que se pueda apreciar que cumplen con las precondiciones y poscondiciones especificadas para cada uno.

A continuación se muestran casos de prueba para el CUS Gestionar Viaje y Generar Reporte Vehículos en Recorrido:

### **Pruebas al CUS Gestionar Viaje**

#### **Descripción General**

Gestionar Viaje: El usuario con este CUS puede adicionar, modificar o eliminar un viaje.

#### **Condiciones de ejecución**

El usuario ha sido registrado como administrador.

### SC Adicionar Viaje.

Escenario	Descripción	Variable 1: Fecha	Variable 2: Objeto Móvil	Variable 3: Chofer	Variable 4: Ruta	Respuesta del sistema	Flujo central
EC 1.1 El usuario introduce los datos necesarios correctamente.	El sistema crea un nuevo viaje y muestra un mensaje notificándolo.	V	V	V	V	El sistema adiciona correctamente el nuevo viaje. Muestra un mensaje avisando que se han insertado correctamente los datos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Principal</li> <li>✓ Administrar</li> <li>✓ Viajes</li> <li>✓ Adicionar</li> </ul>
		23/06/2012	4	Odilen	23		
EC 1.2 El usuario no introduce todos los datos.	El sistema resalta los campos que no han sido llenados.					El sistema resalta los campos que no tienen datos para que los corrija.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Principal</li> <li>✓ Administrar</li> <li>✓ Viajes</li> <li>✓ Adicionar</li> </ul>

### SC Modificar Conductor.

Escenario	Descripción	Variable 1: Fecha	Variable 2: Objeto Móvil	Variable 3: Chofer	Variable 4: Ruta	Respuesta del sistema	Flujo central
EC 1.1 El usuario introduce los datos necesarios correctamente.	El sistema modifica un viaje y muestra un mensaje notificándolo.	V	V	V	V	El sistema adiciona correctamente el nuevo viaje. Muestra un mensaje avisando que se han insertado correctamente los datos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Principal</li> <li>✓ Administrar</li> <li>✓ Viajes</li> <li>✓ Modificar</li> </ul>
		23/06/2012	4	Odilen	23		
EC 1.2 El usuario no introduce todos los datos.	El sistema resalta los campos que no han sido llenados.					El sistema resalta los campos que no tienen datos para	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Principal</li> <li>✓ Administrar</li> <li>✓ Viajes</li> <li>✓ Modificar</li> </ul>

						que los corrija.	
--	--	--	--	--	--	------------------	--

### SC Eliminar Viaje.

Escenario	Descripción	Acción	Respuesta del sistema	Flujo central
EC 1.1 El usuario selecciona un viaje de la lista de viajes y da clic en el botón eliminar.	El usuario escoge un viaje de la lista y se activa el botón eliminar, luego da clic en este y el viaje es eliminado.	Selecciona un viaje de la lista de viajes y da clic en el botón eliminar.	El sistema elimina el viaje del sistema y muestra un mensaje notificándolo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Principal</li> <li>✓ Administrar</li> <li>✓ Viajes</li> <li>✓ Eliminar</li> </ul>

### Pruebas al CUS Generar reporte Vehículos en Recorrido.

No	Nombre de campo	Clasificación	Valor Nulo	Descripción
1	Fecha	campo de fecha	No	Debe insertarse obligatoriamente una fecha
2	Objeto Móvil	lista desplegable de objetos móviles	No	Debe seleccionarse obligatoriamente un objeto móvil.
3	Chofer	lista desplegable de choferes	No	Debe seleccionarse obligatoriamente un chofer.
4	Ruta	lista desplegable de rutas	No	Debe seleccionarse obligatoriamente una ruta.

### Pruebas al CUS Generar reporte Vehículos en Recorrido.

#### Descripción General

Generar Reporte Vehículos disponibles: El usuario con este CUS puede conocer dada una fecha los vehículos en recorrido.

#### Condiciones de ejecución

El usuario ha sido registrado como administrador.

## SC Reporte Vehículos en recorrido

Escenario	Descripción	Variable 1: Fecha de Inicio	Variable 2: Fecha de Fin	Respuesta del sistema	Flujo central
EC 1.1 El usuario introduce los datos necesarios correctamente.	El sistema busca los vehículos en recorrido en la fecha seleccionada.	√	√	El sistema muestra una lista con todos los vehículos que estuvieron o estarán en recorrido en la fecha seleccionada.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Principal</li> <li>✓ Administrar</li> <li>✓ Reportes</li> <li>✓ Vehículos en Recorrido</li> </ul>
		21/05/2012	02/03/2012		

### Descripción de las variables

No	Nombre de campo	Clasificación	Valor Nulo	Descripción
1	fecha de inicio	campo de fecha	No	debe insertarse obligatoriamente una fecha
2	fecha de fin	campo de fecha	No	deben insertarse obligatoriamente una fecha

### 4.6 Conclusiones parciales

Como resultado de este capítulo se han modelado los artefactos relacionados con los flujos de trabajo implementación y pruebas, quedando definido el diagrama de componentes del sistema y realizándose las pruebas para validar las entradas y salidas de los datos sobre la interfaz del sistema, denominadas pruebas de caja negra, demostrándose que cumple con la calidad y las restricciones de diseño especificadas para este sistema. También se describió el estilo arquitectónico presente en el framework de desarrollo escogido para desarrollar el sistema, lo que ayuda a entender cómo se lleva a cabo el proceso gestión utilizando el framework de desarrollo Symfony 1.4.16.

## CONCLUSIONES

La presente investigación permitió identificar un conjunto de insatisfacciones asociadas a la gestión de la información en algunas de las principales aplicaciones de gestión de flotas existentes y comercializadas a nivel mundial. Unido a esto, se identificaron factores que impiden la utilización de dichos sistemas en Cuba por las políticas propias de las compañías comercializadoras, debido a los altos precios de las licencias y a las políticas de venta, en algunos casos fuera del alcance de nuestro país por el embargo al que está sometido. Las dificultades planteadas llevan a tomar la decisión de desarrollar un sistema para la gestión de flotas de corte nacional, con un módulo de gestión de información adaptado a las necesidades y condiciones tecnológicas propias del país, el cual se obtiene como resultado del presente trabajo. Dicho módulo integra elementos esenciales de los sistemas existentes y mejora los problemas identificados, permitiendo a su vez una mejora en el proceso de gestión de la información. Además de ello, ha sido desarrollado utilizando software libre, bajo una arquitectura basada en componentes que permiten la presentación y manipulación eficiente y con calidad de la información y bajo un seguimiento constante del proceso de desarrollo, guiado por la metodología RUP. Constituye una herramienta útil para incrementar la eficiencia de la gestión de flota en cualquier entidad, pues permite el manejo de la información espacio-temporal y socio-política del transporte mediante un Sistema de Información Geográfica. Los reportes incorporados ayudan en la toma de decisiones para la asignación de vehículos a sus viajes, el análisis del cumplimiento de la ruta establecida y en el control del consumo de combustible. Su puesta en práctica permitirá la disminución del personal que trabaja para supervisar la flota de las entidades, mayor control sobre los medios y el desplazamiento de la flota, lo que se traduce en ahorros por concepto de salarios, combustible y mantenimiento.

## RECOMENDACIONES

Con el objetivo de mejorar y concluir una versión más completa del prototipo propuesto en este documento, se recomienda:

- ✓ De acuerdo a las necesidades del cliente y las características de la entidad donde se esté usando el sistema, se recomienda incrementar los reportes generados por el módulo de acuerdo a las necesidades que existan.
- ✓ Utilizar este sistema en cualquier empresa del país, donde se requiera una mayor gestión y control de flotas, para evitar el robo, la malversación y contribuir en el ahorro y aprovechamiento de los recursos.
- ✓ La gestión de la ruta hacerla de forma totalmente visual guiada por un mapa donde se señale simplemente las paradas necesarias y estas se registren en la base de datos del sistema.

## BIBLIOGRAFÍA

- Amezua Martínez, Ricardo. 2001.** Softdownload Argentina. *CURSO DE JAVASCRIPT*. [En línea] 2001. [www.softdownload.com.ar](http://www.softdownload.com.ar).
- Cáceres Tello, Jesús. 2011.** Universidad de Alcalá. [En línea] 2011. [Citado el: 28 de 2 de 2012.] <http://www2.uah.es/jcaceres/capsulas/DiagramaCasosDeUso.pdf>.
- Carrillo Pérez, Isaías, Pérez González, Rodrigo y Rodríguez Martín, Aureliano David. 2008.** Metodología de desarrollo de software. [En línea] 2008. [Citado el: 3 de 4 de 2012.] [http://www.google.com/cu/url?sa=t&rct=j&q=Mart%C3%ADn%2C+Metodolog%C3%ADa+de+desarrollo+del+software.+2008.&source=web&cd=1&ved=0CCUQFjAA&url=http%3A%2F%2Fsolusoft-g11.googlecode.com%2Ffiles%2FMetodologias%2520de%2520desarrollo.pdf&ei=xIN7T\\_30JYL0ggfS98mH](http://www.google.com/cu/url?sa=t&rct=j&q=Mart%C3%ADn%2C+Metodolog%C3%ADa+de+desarrollo+del+software.+2008.&source=web&cd=1&ved=0CCUQFjAA&url=http%3A%2F%2Fsolusoft-g11.googlecode.com%2Ffiles%2FMetodologias%2520de%2520desarrollo.pdf&ei=xIN7T_30JYL0ggfS98mH).
- CEA. 2010.** Sistema de Información Geográfica, tipos y aplicaciones empresariales. [En línea] 2010. [Citado el: 6 de 3 de 2012.] <http://sig.cea.es/SIG>.
- Conde, Marisa Elena. 2010.** Sig, Sistemas de Información Geográfica. [En línea] 12 de 2 de 2010. [Citado el: 6 de 3 de 2012.] <http://www.slideshare.net/sacra07/sig-sistemas-de-informacin-geografica>.
- Curto, Josep. 2006.** Information Management. *Gestión de la información, Información, Teoría*. [En línea] 28 de 11 de 2006. [Citado el: 12 de 11 de 2011.] <http://informationmanagement.wordpress.com/category/gestion/gestion-de-la-informacion/>.
- Dabne . 2006.** Dabne Tecnologías de la Información. *Sistema de Posicionamiento Global aplicado a PY-ME y empresas de economía social*. [En línea] 2006. <http://www.dabne.net/IMG/pdf/informe-gps-dabne-sin-imagenes.pdf>.
- DABNE. 2011.** dabne. *Aplicación de la tecnología GPS en la empresa*. [En línea] 2011. [Citado el: 21 de 3 de 2012.] <http://www.dabne.net/IMG/pdf/gps-caso-uso.pdf>.
- DEFINICIÓN.DE. 2008-2010.** Definición. [En línea] 2008-2010. [Citado el: 11 de 11 de 2010.] <http://definicion.de/datos>.
- Díaz, Maria Isabel, Mota, Jonaidi y Tovar, Johana. 2009.** johanatov. *Gestión y Tecnologías*. [En línea] 16 de 5 de 2009. <http://johanatov.blogspot.es/>.
- Dugarte, Ana, y otros. 2009.** Lenguaje Unificado de Modelado. [En línea] 2009. <http://www.oocities.org/es/annadugarte/ads1/PRINCIPAL.htm>.
- Ecured. 2010.** Ecured. *Symfony*. [En línea] 2010. [Citado el: 23 de 1 de 2012.] <http://www.ecured.cu/index.php/Symfony>.
- EcuRed. 2010.** EcuRed. *Sistema de posicionamiento global*. [En línea] 2010. [Citado el: 25 de 11 de 2011.] <http://www.ecured.cu/index.php/GPS>.

- ECURED. 2010.** EcuRed. *Sistema de Información Geográfica*. [En línea] 2010. [Citado el: 2011 de 11 de 21.] [http://www.ecured.cu/index.php/Sistema\\_de\\_Informaci%C3%B3n\\_Geogr%C3%A1fica](http://www.ecured.cu/index.php/Sistema_de_Informaci%C3%B3n_Geogr%C3%A1fica).
- ECURED. 2012.** ECURED. [En línea] 5 de 3 de 2012. [Citado el: 12 de 3 de 2012.] [http://www.ecured.cu/index.php/Sencha\\_Ext\\_JS](http://www.ecured.cu/index.php/Sencha_Ext_JS).
- ECURED. 2012.** Herramientas CASE. [En línea] 2012. [Citado el: 3 de 4 de 2012.] [http://www.ecured.cu/index.php/Herramienta\\_CASE](http://www.ecured.cu/index.php/Herramienta_CASE).
- Escobar, Hunter, Bishop, I y Zerger, A. 2000.** El concepto de capas (ESRI). [En línea] 2000. [Citado el: 30 de 1 de 2012.] El concepto de capas (ESRI).
- ESRI. 2010.** ArcLogistics™: The Routing and Scheduling Solution for Fleet Management. [En línea] 2010. <http://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/arclogistics-for-fleet.pdf..>
- ESRI. 1995.** ESRI, Understanding our world. *¿Qué es el SIG?* [En línea] 1995. [Citado el: 5 de 12 de 2011.] <http://www.esri.com/what-is-gis/index.html>.
- F. Goodchild, Michael . 1997.** Qué es la Ciencia de Información Geográfica. [En línea] 1997. [Citado el: 5 de 12 de 2011.] <http://www.ncgia.ucsb.edu/giscc/units/u002/u002.html>.
- Fallas, Jorge. 2002.** *Sistema de Posicionamiento Global*. Costa Rica : s.n., 2002.
- González Suárez, Guillermo, y otros. 2010.** *MOVILWEB, Aplicación para el control de flotas utilizando software libre*. La Habana : s.n., 2010.
- Martínez, Cesar. 2009.** Oocities. [En línea] 2009. [Citado el: 6 de 3 de 2012.] <http://www.oocities.org/es/dreiko19/e3/ll.htm>.
- Martínez, Rafael . 2010.** PostgreSQL-es. *Sobre PostgreSQL*. [En línea] 2 de 10 de 2010. [Citado el: 23 de 1 de 2012.] [http://www.postgresql.org.es/sobre\\_postgresql](http://www.postgresql.org.es/sobre_postgresql).
- Méndez , Roldan. 2009.** Mapping Interactivo. *El servidor de mapas MapServer, una solución recomendada para la representación de Información Geoespacial*. [En línea] julio de 2009. [http://www.mappinginteractivo.com/plantilla-ante.asp?id\\_articulo=1600](http://www.mappinginteractivo.com/plantilla-ante.asp?id_articulo=1600).
- Méndez Roldán, Isuel. 2009.** Mapping Interactivo. *El servidor de mapas MapServer, una solución recomendada para la representación de Información Geoespacial*. [En línea] Julio de 2009. [Citado el: 26 de Enero de 2011.] [http://www.mappinginteractivo.com/plantilla-ante.asp?id\\_articulo=1600](http://www.mappinginteractivo.com/plantilla-ante.asp?id_articulo=1600).
- MYMSOFTERP. 2012.** <http://www.mymsofterp.com/default.htm>. <http://www.mymsofterp.com/default.htm>. [En línea] 2012. [Citado el: 21 de 3 de 2012.] <http://www.mymsofterp.com/default.htm>.
- MYMSOFTER. 2009.** *MYMSOFTERP, M Flota*. Barcelona : s.n., 2009.
- NCGIA. 1990.** Sistemas de Información Geográfica. [En línea] 1990. [Citado el: 12 de 3 de 2012.] <http://geoinformatica.wordpress.com/1-definiciones-de-sig/>.

**Nieves, J.M. 2011.** ABC.es. *Bautismo espacial de Galileo, el GPS de Europa*. [En línea] 2011. [Citado el: 21 de 3 de 2012.] <http://www.abc.es/20111019/tecnologia/abci-galileo-europa-201110191757.html>.

**Parra, Eduardo. 2011.** Portal Ubuntu. [En línea] 23 de 4 de 2011. [Citado el: 12 de 3 de 2012.] <http://www.portalubuntu.com/2011/04/instalar-netbeans-70-en-espanol-en.html>.

**PENROZ, Álvaro A. 2005.** “*Graphical User Interface (GUI) para el programa servidor de mapas MapSever 4.6.1*”. Chile : s.n., 2005.

**RAE. 2012.** RAE. [En línea] 2012. [Citado el: 27 de 3 de 2012.] [http://buscon.rae.es/draeI/SrvltConsulta?TIPO\\_BUS=3&LEMA=metodolog%C3%ADa](http://buscon.rae.es/draeI/SrvltConsulta?TIPO_BUS=3&LEMA=metodolog%C3%ADa).

**RAE. 2012.** Real Academia Española. [En línea] 2012. [Citado el: 6 de 3 de 2012.] [http://buscon.rae.es/draeI/SrvltConsulta?TIPO\\_BUS=3&LEMA=GPS](http://buscon.rae.es/draeI/SrvltConsulta?TIPO_BUS=3&LEMA=GPS).

**Rodas Hinostraza, Raul . 2007.** LinuxCentro.net. *Características de PHP*. [En línea] 22 de febrero de 2007. [Citado el: 2012 de 1 de 23.] <http://www.linuxcentro.net/linux/>.

**Serrá, Yordán. 2005.** eureka. *GPS: ¿Dónde estoy?* [En línea] 2005. [Citado el: 21 de 3 de 2012.] <http://www.portaleureka.com/accesible/tecnologia/41-gps-donde-estoy>.

**Tossebro, E y Guting, R. 2001.** *Creating representations for continuously moving regions from observations. Advances in Spatial and Temporal Databases*. 2001.

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

- ✓ **Flota:** Conjunto de vehículo que presentan alguna característica en común.
- ✓ **Framework:** Se definen como un diseño reutilizable de todo o parte de un sistema, representado por un conjunto de componentes abstractos, y la forma en la que dichos componentes interactúan.
- ✓ **GPS:** Sistema que permite conocer la posición casi exacta de un objeto mediante una red de satélites.
- ✓ **Objeto Móvil:** objeto espacial puede variar su forma o posición con respecto al tiempo.
- ✓ **SIG:** Sistemas de Información Geográfica (GIS por sus siglas en inglés).

