

**Universidad de las Ciencias Informáticas**

**Facultad 6**



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

**Tema:** Sistema de Información Geográfica para la Dirección de Servicios Generales de la Universidad de las Ciencias Informáticas.

**Autores:** Ayme Perez Peña

Alexander Ramírez Aneiro

**Tutores:** Ms C. Daniel Echevarría Gonzáles

Ing. Miguel Milán Isaac

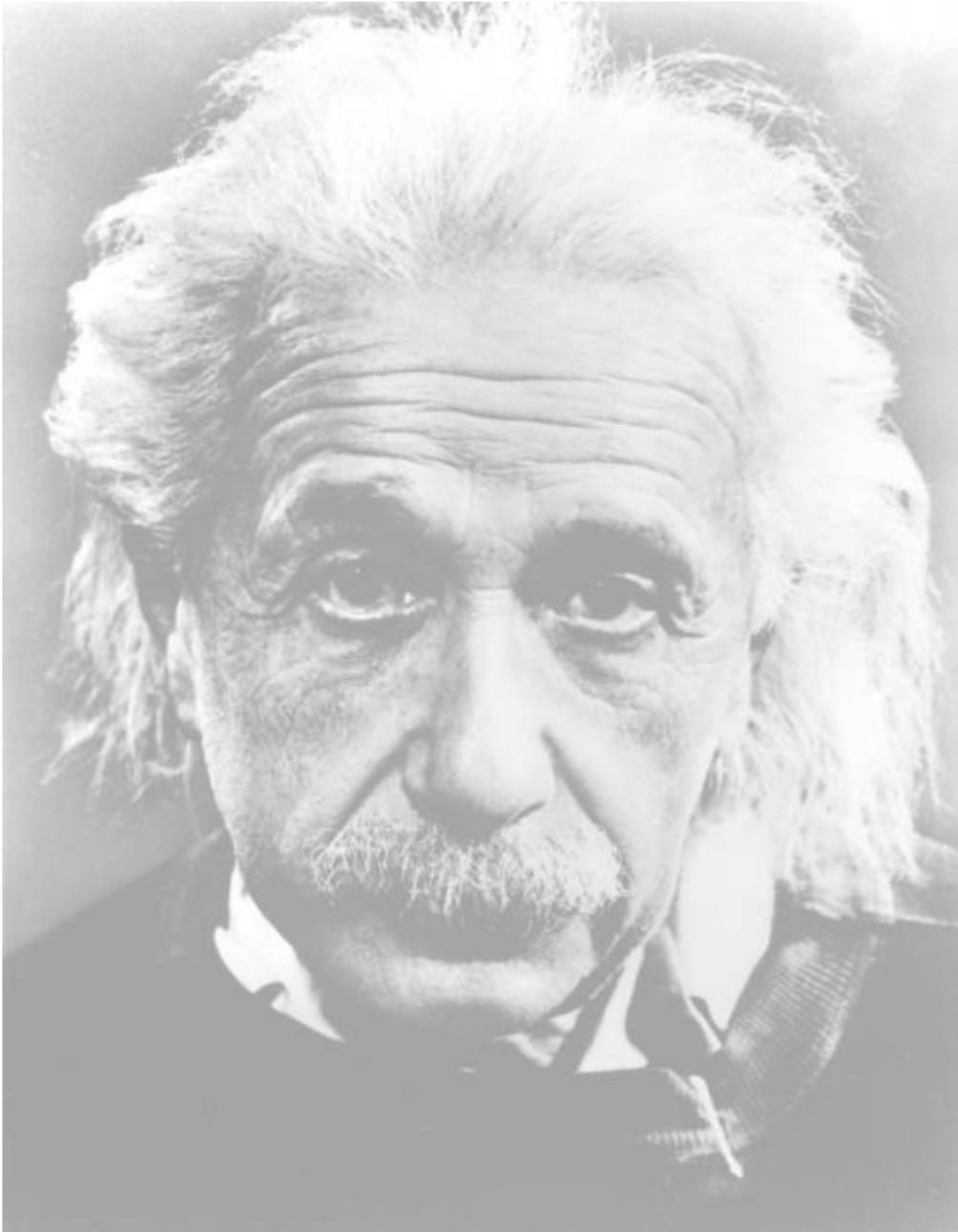
La Habana, junio de 2014.

“Año 56 de la Revolución”

## Pensamiento

*“Nunca consideres el estudio como una obligación, sino como una oportunidad para penetrar en el bello y maravilloso mundo del saber.”*

*Albert Einstein*



# Declaración de Autoría

## Declaración de Autoría

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

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

---

Ayme Perez Peña

Firma del Autor

---

Alexander Ramírez Aneiro

Firma del Autor

---

Miguel Milán Isaac

Firma del Tutor

---

Daniel Echevarría Gonzáles

Firma del Tutor

### Datos de Contacto

Tutor: Ms C. Daniel Echevarría Gonzáles.

[denielec@uci.cu](mailto:denielec@uci.cu)

Master en Geografía Militar en el año 1997 facultad de Geografía de la Universidad de La Habana.

Tutor: Ing. Miguel Milán Isaac.

[mmilan@uci.cu](mailto:mmilan@uci.cu)

Ingeniero en Ciencias Informáticas graduado en el año 2013 en la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI).

### Agradecimientos

#### *De Ayme*

*Quiero comenzar agradeciéndole a las dos personas que más quiero en el mundo, a las dos personas más importante de mi vida, mis padres. A ustedes mamá y papá le debo lo que soy, les agradezco por todo el esfuerzo que hicieron para ayudarme a cumplir todos mis sueños, por ser mi modelo a seguir en la vida, porque creyeron en mí y me lo hicieron saber, por escucharme y aconsejarme cuando lo necesitaba, por su apoyo incondicional y por cuidar tanto de mí. A mi abuela por ser mi ángel de la guarda, a mis hermanos porque son de todas las cosas buenas que me han dado mis padres, lo mejor, por estar siempre al tanto de mí, por darme su apoyo, por formar parte de mi vida. A todos mis tíos, primos, sobrinos, en general a toda mi familia.*

*A Arlettys (mi pote) por ser más que mi amiga, mi hermana, por estar en los momentos más felices y más difíciles de mi vida. Por quedarse hasta las 5 de la madrugada repasándome en los primeros años de la carrera cuando Física y P2 casi me vencen, por darme esos consejos que me hicieron mejor personas y me prepararon para la vida. A mis amigas Mavis, Yadira y Ana, por ser las mejores amigas del mundo, por ser mi familia durante estos 5 años de la carrera y hacer que estos años se convirtieran en los mejores de mi vida, por estar siempre a mi lado cuando más las necesite. Un agradecimiento especial para Franko (mi novio) por cuidarme, por valorarme, por apoyarme, por darme fuerzas, por su comprensión, por su paciencia, por soportar mis malos ratos, por ser más que mi novio mi amigo y tutor, por las malas noche que paso a mi lado, porque ha sido de las mejores cosas que me ha pasado en estos últimos meses. A la cooperativa de la que soy miembro por todos los momentos que pasamos juntos, las fiestas y comidas tan ricas que organizamos. Al Yova por revisarme el documento cada vez que se lo enviaba, por darme esos consejos que me ayudaron y prepararon para la realización de este trabajo.*

## Agradecimientos

*A mi compañero de tesis por soportar mis malcriadeces, mis llamadas por teléfono a cualquier hora de la madrugada, por siempre aliviarme en los excesos de preocupación y nerviosismo, porque juntos hicimos que este sueño se hiciera realidad. A mis tutores Miguel y Daniel por brindarme todos sus conocimientos y apoyo para la realización de este trabajo. A los profes del proyecto SIG-DESKTOP, David Silva y Sandor por darme la posibilidad de convertirme en una profesional. A todos mis compañeros de aula, por los momentos que pasamos juntos durante todos estos años que nunca olvidaré. Agradezco a todos mis profes en especial a Yaima y a Pacheco, por apoyarme siempre en todo lo que necesité y hacerme sentir que siempre podía contar con ellos. También quiero agradecerles a mis vecinos, por apoyar a mis padres durante estos 5 años, a Dianela por ser la niña más preciosa del mundo. Agradezco al personal de la dirección de servicios Generales en especial a Javier, Frank y Marveris, por su apoyo incondicional, por prestarnos su atención cada vez que la necesitamos, por ayudarme a lograr este sueño. Finalmente agradezco a todos aquellos que de una forma u otra hicieron posible mi llegada al final de este largo y complicado camino, a todos ustedes muchas gracias.*

### ***De Alexander***

*Concluida esta investigación quiero agradecer a todos aquellos que de una forma u otra estuvieron implicados, brindando un incondicional apoyo durante el desarrollo de la misma. Principalmente a mis padres que durante todo el transcurso de la carrera estuvieron presentes ante las distintas situaciones a las que me enfrente, tanto en la vida universitaria, así como la personal, brindándome consejos que en momentos difíciles fueron de gran ayuda. Agradecer a mi hermana, que en estos últimos cinco años, estuvo presente en la mayoría de las decisiones que tuve que tomar, comportándose como una segunda madre para mí, gracias a ti por saberme escuchar sobre todo en este último año. A mi abuela Esther y a mi tía Adis, agradecerles ese cariño impetuoso que me han dedicado y espero que sigan haciéndolo, a mi primo*

## Agradecimientos

*Danielito que siempre ha estado al tanto de todas las cosas que he logrado alcanzar, aportando como se dice su granito de arena. A mis amigos de mi lejano Camagüey, que siempre me han brindado una mano cuando la he necesitado ya sea en buenos o malos momentos, y agradecer especialmente a una persona que le tengo mucho cariño Madelen y que he aprendido mucho de ella.*

*Quiero dar gracias a mi sobrino, un hombrecito de 9 años, que no pasaba un solo día en el que me preguntara que como me iban las cosas, y esos detalles, se deben agradecer y especial de una personita tan pequeña. Agradecer a todas las personas de mi proyecto, a mis tutores Miguel y Daniel, que paciencia no les faltó, cada vez que necesite de su ayuda, la cual fue un factor importante para el desarrollo de este trabajo; agradecer a todos a mis amigos de grupo y recordar de mis antiguos grupos, personas que hoy estuvieran contentos con la labor que desempeñe, como son mis hermanos el duma y Carlitos, que a pesar de no tener la misma sangre, pasábamos muy buenos momentos de noche de café, junto a Alberto y Mariño, donde intentábamos arreglar el mundo.*

*En sí quiero agradecer a todos, quizás no puede expresarme con las palabras adecuadas, pero cada persona que he conocido en mi vida, al final del día, me ha aportado una enseñanza nueva, que sabré aprovechar durante toda la vida. Por último, quise dejar a mi compañera de tesis Ayme y no porque sea menos importante, sino que no sé cómo agradecerle lo suficiente, por estos últimos meses trabajando juntos, y por todas esas situaciones que pudimos apreciar y las polémicas a las que nos enfrentamos el día a día, que poco a poco fuimos dejando atrás hasta alcanzar nuestra meta y sobre todo porque a través del desarrollo de esta investigación, conocí un poquita más de ella, y la persona tan especial que es, pero que no se deja ver tan fácilmente, gracias a ti pote.*

### Dedicatoria

#### *De Ayme*

*Dedico este trabajo a mis padres. A tí mamá por ser la luz que ilumina mis pasos, la razón de mí existir y la cima de este camino que estoy transitando. A tí papí por ser mi brújula personal, que siempre me guía hacia adelante por los mejores caminos, por hacerme ver el orgullo que sientes por mí, de lo que he logrado y por la confianza depositada en mí.*

#### *De Alexander*

*Quiero dedicar este trabajo a una persona que ya no está conmigo, pero se, que desde donde este, siempre me estará cuidando y que está muy orgullosa de mí, a ella no solo le debo este trabajo, sino parte de mi vida.*

*A mí tía Nena.*

## Resumen

La Dirección de Servicios Generales de la Universidad de las Ciencias Informáticas es la encargada de controlar los servicios que se brindan a la comunidad universitaria, para ello utiliza mapas analógicos y representaciones simbólicas. Estas simbologías tienen utilidad limitada, una vez representadas en el mapa su remplazo ocasiona deterioro y pérdida de la información, lo que provoca resultados de análisis incorrectos. La presente investigación tiene como objetivo, implementar un sistema de información geográfica que permita gestionar y analizar la información espacial referente a los servicios que controla la Dirección de Servicios Generales. Este sistema permite ubicar en el mapa los depósitos de residuos sólidos, las áreas tercerizadas que radican en el campus, los salones y/o teatros que entran en el sistema de reservación y las zonas de mayores riesgos epidemiológicos. También muestra la ruta que debe seguir el camión de comunales para la recogida de desechos sólidos y registra la reservación de salones y/o teatros.

**Palabras Claves:** Dirección de Servicios Generales, servicios, simbologías, sistemas de información geográfica.

## Abstract

The Department of General Services of the University of Informatics Sciences is responsible for controlling services provided to the university community; it is used analogue maps and symbolic representations. These symbologies have limited usefulness when represented in the map their replacement causes the deterioration and loss of information, leading to incorrect analysis results. This research aims to implement a geographic information system for handling and analyzing relating to spatial information services that controls the General Services. This system allows locating on the map deposits of solid waste, the outsourced areas that are located on campus, lounges and / or theaters that enter the reservation system and the areas of greatest epidemiological risks. It also shows the route to be followed by communal truck for solid waste collection and reservation registers of lounges and / or theaters.

**Keywords:** Department of General Services, services, symbologies, geographic information system.

## Índice

<b>Introducción</b> .....	<b>1</b>
<b>Capítulo1: Fundamentación teórica</b> .....	<b>5</b>
1.1 Conceptos asociados al dominio del problema .....	5
1.2 Los sistemas de información geográfica .....	7
1.2.1 Componentes de los SIG .....	7
1.2.3 Ventajas de los SIG .....	8
1.2.4 Desventajas de los SIG .....	8
1.3 Análisis de soluciones existentes .....	8
1.3.1 gvSIG Desktop .....	8
1.3.2 ArcGis Desktop .....	9
1.3.3 SIGUCI .....	10
1.4 Tendencias y tecnologías actuales a utilizar .....	11
1.4.1 Metodologías de desarrollo de software .....	11
1.4.2 Lenguaje de modelado .....	12
1.4.3 Herramienta CASE .....	12
1.4.4 Lenguaje de programación .....	12
1.4.5 Entorno de desarrollo integrado (IDE) .....	13
1.4.6 Servidor de base de datos .....	13
1.4.7 Herramienta para el almacenamiento de datos espaciales .....	13
1.4.8 Herramienta de administración .....	14
1.4.9 Plataforma para desarrollo SIG .....	14
1.5 Conclusiones .....	14
<b>Capítulo 2: Presentación de la solución propuesta</b> .....	<b>16</b>
2.1 Modelo del negocio .....	16
2.1.1 Actores del negocio .....	16
2.1.2 Trabajadores del negocio .....	17
2.1.3 Modelo de objetos .....	18
2.1.4 Diagrama de casos de uso del negocio .....	18
2.1.5 Diagrama de actividades .....	19
2.1.6 Descripción de los casos de uso del negocio .....	20
2.2 Requisitos del software .....	21

2.2.1 Requisitos funcionales .....	22
2.2.2 Requisitos no funcionales .....	24
2.3 Descripción del sistema propuesto .....	25
2.3.1 Descripción de los actores del sistema .....	25
2.3.2 Diagrama de caso de uso del sistema.....	26
2.3.3 Descripción de los casos de uso del sistema .....	27
2.4 Diseño .....	32
<b>2.4.1 Arquitectura de software</b> .....	33
2.4.2 Patrones .....	33
2.4.3 Diagrama de clases del diseño .....	37
2.5 Diseño de la base de datos.....	38
2.5.1 Diagrama de clases persistentes .....	38
2.5.2 Modelo de datos .....	39
2.6 Conclusiones.....	40
<b>Capítulo 3: Implementación y Prueba</b> .....	<b>41</b>
3.1 Modelo de implementación.....	41
3.1.1 Estilo de codificación.....	41
3.1.2 Modelo de despliegue .....	42
3.1.3 Diagrama de componentes .....	42
3.2 Pruebas de calidad.....	43
3.2.1 Pruebas de caja negra .....	43
3.2.3 Pruebas de usabilidad.....	57
3.3 Conclusiones.....	59
<b>Conclusiones Generales</b> .....	<b>60</b>
<b>Recomendaciones</b> .....	<b>61</b>
<b>Referencias Bibliográficas</b> .....	<b>62</b>

## Índice de figuras

Fig. 1: Modelo de objetos.....	18
Fig. 2: Diagrama de casos de uso del negocio.....	19
Fig. 3: Diagrama de actividades.....	20
Fig. 4: Diagrama de casos de uso del sistema.....	26
Fig. 5: Instancia de geoqapp (punto de acceso a la clase).....	35
Fig. 6: Evidencia del patrón Observer en la clase geoqreservacion .....	35
Fig. 7: Diagrama de clases del diseño caso de uso “Gestionar reservación” .....	37
Fig. 8: Diagrama de clases persistentes .....	39
Fig. 9: Modelo de datos.....	40
Fig. 10: Modelo de despliegue .....	42
Fig. 11: Diagrama de componente CU “Gestionar reservación” .....	43
Fig. 12: Resultado de las pruebas de caja negra .....	57
Fig. 13: Resultado de la prueba de usabilidad 1 .....	58
Fig. 14: Resultado de las prueba de usabilidad 2.....	58
Fig. 15: Resultado de las prueba de usabilidad 3.....	58
Fig. 16: Resultado de las prueba de usabilidad 4.....	59
Fig. 17: Resultado de las prueba de usabilidad 5.....	59
Fig. 18: Resultado de la prueba de usabilidad 6 .....	59

## Índice de tablas

Tabla 1: Descripción de los actores del negocio .....	16
Tabla 2: Descripción de los trabajadores del negocio .....	17
Tabla 3: Descripción del caso de uso del negocio “Reservar un local” .....	20
Tabla 4: Descripción de los actores del sistema .....	25
Tabla 5: Descripción de los casos de uso del sistema “Gestionar reservación” .....	27
Tabla 6: Caso de prueba “Gestionar reservación” .....	44
Tabla 7: Descripción de las variables del caso de prueba “Gestionar reservación” .....	50
Tabla 8: Matriz de datos para la sección “Registrar reservación de un local” .....	51
Tabla 9: Matriz de datos para la sección “Editar información de una reservación” .....	53
Tabla 10: Matriz de datos para la sección “Eliminar una reservación” .....	56

## Introducción

Los sistemas de gestión de la información facilitan los procesos internos de las organizaciones, entidades o proyectos en los que son utilizados. Su impacto en las instituciones permite elevar la calidad en los servicios brindados. Son sistemas computarizados y diseñados con el objetivo de mejorar la calidad del trabajo en las organizaciones; y son los encargados de almacenar, procesar, recopilar, recuperar y comunicar los datos obtenidos (Garrett, 2004).

Con el amplio desarrollo que han alcanzado las tecnologías de la información y las comunicaciones (TICs) surgen nuevas herramientas para gestionar la información. Ejemplo de estas soluciones, son los sistemas de información geográfica (SIG) (Chang, 2006). De manera general los SIG se encargan de automatizar el manejo y la representación de la información de forma espacial, territorial y geográfica. Ayudan a gestionar los procesos que se llevan a cabo en las empresas actuales garantizando una aceptable toma de decisiones

Es difícil establecer el origen de los SIG, sin embargo se pueden mencionar algunas referencias importantes asociadas a las primeras formas de representación gráfica en la historia de la civilización. En 1854 el pionero de la epidemiología el Dr. John Snow, proporciona un clásico ejemplo muy cercano a los conceptos que introducen el uso de los SIG, cuando cartografió la incidencia de los casos de cólera en un mapa del distrito de SoHo en Londres. Esto permitió a Snow localizar con precisión un pozo de agua contaminado como fuente causante del brote.

El primer ejemplo de sistemas de información geográfica que funcionó es el denominado Canadian Geographical Information System (CGIS) (Sendra, 2000). Su creación fue iniciada en 1964, desde 1967 ha servido para el inventario y planeamiento de la ocupación del suelo en grandes zonas del país norteamericano. Durante su ejecución se plantearon muchos de los problemas técnicos y conceptuales que después se han ido resolviendo, en especial los referentes a la estructura y organización de la base de datos y a los métodos de entrada de la información.

El uso de los SIG es cada vez más común para las empresas en Cuba; por ello la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) ha creado una línea de investigación y desarrollo con vista a solucionar problemas cotidianos con la ayuda de los SIG. El Centro de Desarrollo de Geoinformática y Señales Digitales (GEySED) cuenta con el proyecto SIG-Desktop, cuyo objetivo es solucionar problemas que requieran del acceso a varios tipos de información y sólo pueden ser relacionados geográficamente o mediante una distribución espacial.

# Introducción

La Dirección de Servicios Generales de la UCI es la encargada de controlar los servicios que se brindan a la comunidad universitaria. Esta área registra la reservación de teatros y/o salones, lleva el control del consumo del gas licuado, ubica los depósitos de residuos sólidos, las nuevas áreas tercerizadas, las zonas de mayores riesgos epidemiológicos y asigna el recorrido que debe seguir el camión de comunales para la recogida de desechos sólidos. Para el control de estos servicios se gestionan datos que se interceptan espacialmente, por lo que la Dirección de Servicios Generales utiliza mapas analógicos y representaciones simbólicas para la toma de decisiones. El uso de estas herramientas para el manejo de la información acarrea una serie de problemas:

- Las simbologías utilizadas tienen utilidad limitada, una vez que son representadas en el mapa su remplazo ocasiona deterioro y pérdida de claridad de la información.
- La reservación de los teatros y/o salones se almacena de forma desordenada y sin catalogar. Existe duplicidad en las actividades a realizar en un mismo salón y/o teatro.
- No existe la notificación al personal de la Dirección de Servicios Generales cuando el consumo del gas licuado esté cerca del nivel cero, poniendo en riesgo el funcionamiento de los complejos comedores de la universidad; el nivel cero es la cantidad de gas que no puede ser consumida por la postura del tanque de gas licuado.
- El grupo de higienización de la Dirección de Servicios Generales, tiene la necesidad de asignarle un recorrido con la ruta más cercana al personal de comunales para la recogida de desechos sólidos.

Después de analizar el planteamiento anterior, se tiene como **problema científico** de la presente investigación: ¿Cómo apoyar a la gestión y análisis de la información geográfica referente a los servicios que brinda la Dirección de Servicios Generales de la Universidad de las Ciencias Informáticas?

Tomando como **objeto de estudio**, los procesos de gestión y análisis de la información geográfica; enfocando el **campo de acción** en la gestión y análisis de la información geográfica de los servicios que brinda la Dirección de Servicios Generales de la Universidad de las Ciencias Informáticas.

Se define como **objetivo general**: Implementar un sistema de información geográfica para la Dirección de Servicios Generales de la Universidad de las Ciencias Informáticas, de manera que apoye los procesos de toma de decisiones de esa área.

Con el propósito de dar cumplimiento al objetivo general se proponen las siguientes **tareas de la investigación**:

1. Identificación de los principales sistemas existentes relacionados con los sistemas de información geográfica.
2. Valoración de las tecnologías y herramientas que se utilizarán en el proceso de desarrollo de software.
3. Identificación de los requisitos funcionales y no funcionales del sistema.
4. Diseño del sistema de información geográfica.
5. Confección del modelo de implementación.
6. Implementación de los casos de uso definidos a partir de los requisitos funcionales.
7. Realización de pruebas de calidad al sistema de información geográfica para verificar el cumplimiento de las funcionalidades de dicha aplicación.

Para dar cumplimiento a las tareas propuestas se estarán utilizando los **métodos teóricos**.

El método **histórico-lógico** se utilizó para investigar acerca de la historia de los SIG, todo lo referente a su evolución y desarrollo, así como las aplicaciones informáticas que implementan esta tecnología a nivel mundial, nacional y en la UCI.

Se emplea el método teórico **analítico-sintético** para encontrar la relación entre los conceptos involucrados en los SIG, así como para realizar una propuesta de solución basada en el estudio de herramientas que se proponen, para la realización del sistema acorde a las necesidades de la Dirección de Servicios Generales. Analizar lo estudiado y sintetizar lo que se llevara a la práctica.

La **modelación** se emplea para la realización de los diagramas asociados a la metodología de desarrollo empleada. Se aplica el enfoque sistémico donde se estudian los SIG a través de sus componentes, determinando cierta estructura y jerarquía en el trabajo.

La investigación se presenta en un documento que se estructura de la siguiente forma:

Capítulo 1 “Fundamentación teórica”: Describe brevemente los componentes, ventajas y desventajas de los sistemas de información geográfica. Se analizan soluciones existentes que utilizan la representación

espacial para apoyar en la toma de decisiones. Se describen las herramientas que se emplearan para lograr la solución al problema descrito anteriormente.

Capítulo 2 “Análisis y Diseño”: Describe los procesos del negocio que se llevan a cabo en la Dirección de Servicios Generales. Se mencionan los requisitos funcionales y no funcionales que son fundamentales para implementar el sistema. Se argumenta la selección de los patrones arquitectónicos, de diseño y la arquitectura que se utilizará durante el desarrollo del software.

Capítulo 3 “Implementación y Prueba”: Se describe el flujo de implementación donde se representa gráficamente los diagramas de despliegue y de componente. Se aplican pruebas de caja negra y de usabilidad al sistema, con el objetivo de verificar la calidad de los resultados obtenidos y para garantizar que se han cumplido los requisitos funcionales.

## Capítulo 1: Fundamentación teórica

En el presente capítulo se realiza un breve estudio de los SIG resaltando sus componentes, ventajas y desventajas. Se exponen los principales conceptos asociados al dominio del problema con el fin de lograr un mejor entendimiento de la situación. Se analizan algunas soluciones existentes en el mundo que contengan características similares al sistema que se desea desarrollar, con el objetivo de investigar si alguna de estas soluciones servirá de apoyo para la solución final. Se mencionan las herramientas que serán utilizadas en el desarrollo de la aplicación.

### 1.1 Conceptos asociados al dominio del problema

#### Información geográfica

La información geográfica define los datos espaciales georreferenciados que poseen una posición implícita (la población de una sección censal) o explícita (coordenadas obtenidas a partir de datos capturados mediante GPS<sup>1</sup>) (Gianfelici, 2008).

#### Sistema de información geográfica

Según Joaquín Bosque un SIG es: “un conjunto de herramientas para reunir, introducir (en el ordenador), almacenar, recuperar, transformar y cartografiar datos espaciales sobre el mundo real para un conjunto particular de objetivos” (Bosque, 1992).

Según Ki Chen Chang un SIG técnicamente se puede definir como: “una tecnología de manejo de información geográfica formada por equipos electrónicos (hardware), programados adecuadamente (software), que permiten manejar una serie de datos espaciales (información geográfica) y realizar análisis complejos con éstos datos siguiendo los criterios impuestos por el equipo científico (personal)” (Chang, 2006). Son por tanto cuatro los elementos significativos de un SIG, hardware, software, datos geográficos y equipo humano”

Un SIG es la unión de diferentes componentes: hardware, software, datos, personas e información geográfica, que posibilitan realizar análisis y manipulación de la información con el fin de resolver un problema específico. Es un sistema creado a partir de un conjunto de datos que poseen una componente

---

<sup>1</sup> Sistemas de posicionamiento global

geográfica, almacenados en una base de datos espacial logrando la visualización a través de un mapa, ayudando así a realizar la toma de decisiones.

## **Cartografía**

La cartografía es definida por La Asociación Cartográfica Internacional en 1966 como: “el conjunto de operaciones científicas, artísticas y técnicas que intervienen a partir de resultados de observaciones directas o de la explotación de una documentación para formar mapas, planos y otros modos de expresión” (Gutiérrez, 2006).

## **Dato espacial**

Un dato espacial “es una variable asociada a una localización del espacio, las formas de un objeto geográfico y las relaciones entre ellos, comúnmente con coordenadas y topología” (Guillaumet, 2000).

Los datos espaciales refieren a entidades o fenómenos que cumplen los principios básicos:

- Tienen posición absoluta sobre un sistema de coordenadas (x, y, z).
- Tienen una posición relativa frente a otros elementos del paisaje (topología).
- Tienen una figura geométrica que se representan mediante puntos, líneas y polígonos.
- Tienen atributos que lo describen (características del elemento o fenómeno).

## **Mapas geográficos**

Los mapas geográficos son representaciones reducidas, generalizadas y matemáticamente determinadas de la superficie terrestre sobre un plano, en las cuales se interpreta la distribución, el estado y los vínculos de los distintos fenómenos naturales y sociales seleccionados y caracterizados de acuerdo con la asignación concreta del mapa (Konstantin, 1981).

## **Modelo Ráster**

Modelo que emplea una matriz regular de celdas que cubren un área. Cada celda contiene un único valor numérico para la representación de ese espacio. En este modelo las relaciones topológicas entre las entidades geográficas están implícitamente definidas por la disposición de las celdas en la matriz (Comas, y otros, 1993).

## **Modelo Vectorial**

Es una estructura de datos utilizada para almacenar datos geográficos definidos por vectores (puntos, líneas y polígonos). Las entidades quedan definidas por sus límites. El almacenamiento de los vectores implica el almacenamiento explícito de la topología, sin embargo solo almacena aquellos puntos que definen las unidades y todo el espacio fuera de estas no está considerado (Rio, 2010).

## **1.2 Los sistemas de información geográfica**

### **1.2.1 Componentes de los SIG**

La composición de los SIG está dividida en cinco elementos conceptuales: el hardware, el software, los datos, el procedimiento y las personas (Grabiel Ortiz, 2002). A continuación se describen los componentes puestos en práctica durante la realización del sistema.

**Software:** Provee las funciones y herramientas necesarias para almacenar, analizar y mostrar información geográfica. Los componentes del software son: un sistema de manejo de base de datos, herramientas para el ingreso y manipulación de información geográfica, análisis y visualización geográfica, herramientas de soporte para consultas y una interfaz gráfica del usuario.

**Datos:** Los datos que representan un SIG están determinados por un conjunto de capas de información que al combinarse entre sí crean situaciones espaciales. Estas capas se construyen de acuerdo a la proyección gráfica obtenida de forma vectorial o ráster.

**Procedimientos:** Para el buen aprovechamiento del SIG es necesario combinar distintos procedimientos para realizar la entrada, gestión, mantenimiento y análisis de los datos según las características del software y equipamientos disponibles, los circuitos administrativos de cada organización y las reglas de arte propias de cada disciplina. Estos procedimientos pueden ser integrados en una aplicación SIG que acelere la obtención de resultados ya sean productos o decisiones.

**Recurso Humano:** “Las personas son las responsables de la conceptualización, el diseño, la aplicación y el uso de los SIG” (J Barlow, 1996). Sin personal experto en el desarrollo de estas aplicaciones se corre el riesgo de procedimientos y análisis erróneos, que afectarían en gran medida a las actividades de toma de decisiones.

## **1.2.3 Ventajas de los SIG**

- Datos físicamente almacenados en forma completa.
- El mantenimiento y recuperación de datos pueden ser realizados a costos más bajos.
- Posibilita una gran variedad de modelos cartográficos con una mínima inversión de tiempo y dinero.
- Datos espaciales y no espaciales pueden ser analizados simultáneamente en una forma racional.
- Los modelos conceptuales pueden ser probados de forma rápida y repetidamente, facilitando su evaluación.
- Los análisis de cambios temporales pueden ser efectuados eficientemente.
- La adquisición de datos, análisis espacial y procesos de toma de decisiones son integrados en un contexto común de flujo de información.

## **1.2.4 Desventajas de los SIG**

- Costos y problemas técnicos para convertir datos analógicos en formato digital.
- Necesita de especialistas para mantener datos en forma digital en computadoras.
- Alto costo de adquisición de equipos y programas necesarios.

## **1.3 Análisis de soluciones existentes**

Debido al alto beneficio que brindan los SIG en la actualidad para investigar y recopilar información con el fin de solucionar problemas existentes en la sociedad, son numerosas las áreas donde estos se aplican, por lo que la investigación se centrará en analizar las funcionalidades y características de soluciones existentes que pudieran tenerse en cuenta en el desarrollo de la aplicación.

### **1.3.1 gvSIG Desktop**

Es un sistema de información geográfica de escritorio libre, diseñado para dar solución a necesidades relacionadas con el manejo de información geográfica (Manuel Torres Picazo, 2013). Se caracteriza por ser una solución completa, fácil de usar y que se adapta a las necesidades de cualquier usuario de SIG. Es capaz de acceder a los formatos más comunes, tanto vectoriales como ráster, tanto locales como remotos, integra estándares Open Geospatial Consortium (OGC), y cuenta con un amplio número de herramientas para trabajar con información de naturaleza geográfica (consulta, creación de mapas, geoprocésamiento, redes). Algunas de sus características más destacadas son:

- **Portable:** funciona en distintas plataformas hardware / software, Linux, Windows y Mac OS. El lenguaje de programación es Java.
- **Modular:** es ampliable con nuevas funcionalidades mediante el desarrollo de extensiones, permitiendo una mejora continua de la aplicación, así como el desarrollo de soluciones a medida.
- **De código abierto:** licencia GNU/GPL<sup>2</sup>, lo que permite su libre uso, distribución, estudio y mejora.
- **Internacionalizable:** está disponible en más de una veintena de idiomas (castellano, inglés, alemán, italiano) y permite la incorporación de nuevos idiomas con facilidad.
- **Sujeto a estándares:** sigue las directrices marcadas por el OGC<sup>3</sup>.

## 1.3.2 ArcGis Desktop

Es el nombre que recibe una colección de productos de software en la esfera de los sistemas de información geográfica (Vázquez, 2008). Está compuesto por varias aplicaciones para la captura, edición, análisis, tratamiento, diseño, publicación e impresión de información geográfica. Dichas aplicaciones se encierran en grupos temáticos como ArcGis Server para la publicación y gestión Web, ArcGis Móvil para la captura y gestión de información en el campo y ArcGis Desktop para procesar, consultar y crear información en las computadoras normales. ArcGis Desktop se encarga de crear, importar, revisar, preguntar, trazar, analizar, y publicar datos geográficos. Para acceder al ArcGis Desktop se utilizan cuatro productos de software y cada uno de ellos suministra un nivel superior de funcionalidad.

- ArcReader es un visor libre autorizado para visualizar mapas creados por los productos ArcGis Desktop. Este visor permite visualizar e imprimir mapas de varios formatos. También cuenta con algunas herramientas simples para explorar y consultar mapas.
- ArcView proporciona mapeo extensivo, uso de datos, y análisis junto con la corrección simple y capacidades de geoprocésamiento.
- ArcEditor incluye la corrección avanzada para ficheros de mapa y bases de datos geográficos, además de la completa funcionalidad del ArcView.

---

<sup>2</sup> Licencia Pública General de GNU

<sup>3</sup> Open Geospatial Consortium

- ArcInfo es la solución completa del SIG desktop. Extiende la funcionalidad de ArcView y ArcEditor con el geoprocesamiento avanzado. También incluye las aplicaciones para estaciones de trabajo de ArcInfo.

### **1.3.3 SIGUCI**

Es el sistema de información geográfica de la Universidad de las Ciencias Informáticas. Tiene como objetivos brindarle a la comunidad universitaria un sistema capaz de ofrecer información geográfica de la escuela detallada y actualizada. Además permite realizar análisis sobre dicha información. La plataforma GeneSIG sobre la cual está implementado el SIGUCI está desarrollada con herramientas y tecnologías libres. Cumple técnicamente con las especificaciones Open GIS que establece el OGC que garantizan la interoperabilidad global entre los SIG y con la política de migración a software libre que se impulsa en Cuba con el objetivo de lograr soberanía tecnológica. El SIGUCI está constituido por varias funcionalidades; algunas de estas son:

- Navegación: se encarga de controlar toda la interacción del usuario con la interfaz visual donde se encuentra el mapa y garantiza que este pueda realizar las operaciones de movimiento, acercamiento (Zoom in), alejamiento (Zoom out).
- Buscar persona: ofrece la posibilidad de localizar geográficamente a personas, usando como criterio de búsqueda el usuario, el número del solapín o el número del carné de identidad.
- Búsqueda temática: ofrece la posibilidad de localizar geográficamente los lugares, usando como criterio de búsqueda las estructuras.
- Búsqueda de edificios: ofrece la posibilidad de localizar geográficamente los edificios, usando como criterio de búsqueda el número de estos.

### **Valoración general**

Luego de analizar las soluciones anteriormente propuestas, los autores de la presente investigación consideran que las mismas poseen características similares a lo que se desea implementar, pero ninguna de estas se adecua a las características de los procesos que se desarrollan en la Dirección de Servicios Generales de la universidad.

ArcGis Desktop presenta una tediosa interoperabilidad tanto ante conexiones a servicios WFS<sup>4</sup> y WMS<sup>5</sup>, como conexiones a bases de datos libres de costo. Es una solución propietaria que requiere de la adquisición de licencias para su uso y/o la autorización de sus propietarios. Su adquisición no implica la obtención de su código fuente, por lo que no es posible incorporar nuevas funcionalidades al sistema sin contar con la empresa que la confecciona.

gvSIG tiene una cantidad limitada de memoria Java que cuando la carga máxima se llena, gvSIG no carga ningún conjunto de datos adicional y pide al usuario que reinicie la aplicación. Esto limita la capacidad del usuario para realizar consultas espaciales de grandes conjuntos de datos WFS desde gvSIG, ya que puede ser incapaz de cargar todos los elementos necesarios para una consulta de una sola vez.

SIGUCI solo permite que el usuario navegue por el sistema consultando la información que existe de personas y lugares de la universidad. No presenta un módulo de gestión que es imprescindible para la gestión de los datos referente a los servicios que se controlan en la Dirección de Servicios Generales de la UCI.

## 1.4 Tendencias y tecnologías actuales a utilizar

Para la realización de una aplicación de software siempre se debe definir las tecnologías, herramientas y metodologías a utilizar que serán de mayor utilidad para su implementación. Las tecnologías que serán empleadas en la implementación y documentación de la aplicación se desarrollará siguiendo los estándares que se emplean en el proyecto SIG-DESKTOP.

### 1.4.1 Metodologías de desarrollo de software

Los desarrolladores para realizar una aplicación de software tienen la necesidad de saber cómo organizar las actividades para cada desarrollador por separado y para el equipo. Definir qué artefactos deben ser creados y contar con una serie de criterios que permitan controlar y medir los productos que se obtienen. Por esas razones se necesita de una metodología capaz de dirigir estas actividades y así convertir los requisitos de los usuarios en un producto software.

---

<sup>4</sup> *Web Feature Service*

<sup>5</sup> *Web Map Service*

Se empleará Proceso Unificado Racional (RUP) (Kruchten, 2000) como metodología de desarrollo de software para realizar la investigación. Posee alto soporte y herramientas integrables que guían al equipo de desarrollo. Facilita aplicar con mayor efectividad esta metodología permitiendo aprovecharla al máximo. Provee al equipo de desarrollo la documentación detallada de todo el proceso de desarrollo permitiendo desarrollar aplicaciones, mejorando la calidad, el rendimiento, la reutilización, la seguridad y el mantenimiento del software. Es una metodología guiada por casos de uso, centrada en la arquitectura e iterativa incremental (Álvarez, 2012), lo cual permite una mejor organización y agregar nuevas funcionalidades a la solución que se desea desarrollar.

## **1.4.2 Lenguaje de modelado**

Se utilizará Lenguaje Unificado del Modelado (UML) (Cornejo, 2008) en su versión 2.1 para visualizar, especificar, construir y documentar los artefactos pertenecientes al proceso de desarrollo de software. UML permite adaptarse fácilmente a los usuarios, modelar los procesos en el proyecto que se desarrolla y provee una expresividad e integridad holística mejorada, respecto a otros lenguajes de moldeamiento visual.

## **1.4.3 Herramienta CASE<sup>6</sup>**

Durante el proceso de desarrollo de software se utilizará como herramienta para la representación de diagramas Visual Paradigm (Free Download Manager, 2007) en su versión 8.0. Es una herramienta CASE que utiliza UML como lenguaje de modelado. Es una alternativa libre y gratuita que ha sido concebida para soportar el ciclo de vida completo del proceso de desarrollo del software a través de la representación de todo tipo de diagramas. Brinda todo el apoyo básico en cuanto a artefactos generados en las etapas de definición de requisitos y de especificación de componentes. Visual Paradigm presenta una alta disponibilidad en múltiples plataformas como: *Windows (98, 2000, XP, o Vista)*, *Linux*, *OS X*, *Solaris*.

## **1.4.4 Lenguaje de programación**

Se selecciona C++ como lenguaje de programación debido a su gran uso en el desarrollo de aplicaciones de escritorio (Brokken, 2012). Ofrece mayor seguridad y estandarización al poder compilar

---

<sup>6</sup> Ingeniería de Software Asistida por Computación

el mismo código fuente en diversas plataformas, buscando mantener la compatibilidad y garantizar la portabilidad de la solución. C++ es un lenguaje que está formado por instrucciones muy explícitas y cortas, cuya duración de ejecución puede preverse con antelación en el momento de escribir el programa. Presenta funcionalidades proporcionadas por bibliotecas que junto con Qt (*Quarks Technologies*) facilita su uso, además de ser utilizado como lenguaje de programación en el desarrollo de aplicaciones en el proyecto SIG-Desktop.

## **1.4.5 Entorno de desarrollo integrado (IDE)**

Se emplea QtCreator (Ronny, 2010) en su versión 5.2.0 como IDE en el desarrollo de la aplicación para dar solución a la problemática planteada, pues permite el desarrollo de aplicaciones en entornos *Windows, Mac OS y Linux*, que se ajusta a las necesidades de los desarrolladores. Se caracteriza por ser de código abierto, gratuito y muy eficiente. QtCreator brinda un mejor trabajo en cuanto a la creación de interfaces gráficas, web, multihilos (múltiples hilos de ejecución) y bases de datos. QtCreator es el IDE que se utiliza para el desarrollo de aplicaciones de escritorio en el proyecto SIG-Desktop.

## **1.4.6 Servidor de base de datos**

Se usa PostgreSQL (Sergio Luis, 2001) en su versión 9.1, como gestor de base de datos por ser un sistema estable, de alto rendimiento, gran flexibilidad ya que puede funcionar sobre la mayoría de los sistemas Unix y provee características que permiten extender fácilmente el sistema. PostgreSQL puede ser integrado al ambiente *Windows* permitiendo de esta manera a los desarrolladores, generar nuevas aplicaciones o mantener las ya existentes. Contiene replicas de datos y cuenta con un soporte empresarial disponible. Es altamente escalable, tanto en la enorme cantidad de datos que puede manejar como en el número de usuarios concurrentes que puede permitir. Para añadir soporte a objetos geográficos se utiliza el módulo de PostGis.

## **1.4.7 Herramienta para el almacenamiento de datos espaciales**

PostGIS (Espinosa, 2010) es el módulo espacial de PostgreSQL que permite la manipulación y almacenamiento de datos espaciales. Es capaz de tratar grandes volúmenes de datos con escalabilidad y puede usarse con adaptaciones en cualquier plataforma. Es de código abierto distribuido bajo la licencia GNU (*General Public License*).

Se utiliza esta base de datos espacial porque presenta una gestión de datos centralizada, fortaleza fundamental para el equipo de desarrollo que necesita trabajar con los datos organizados de esa forma. Admite el almacenamiento de los datos en una SGBD como PostgreSQL. Además de permitir el acceso remoto a datos y aplicaciones externas.

## **1.4.8 Herramienta de administración**

Se empleará PgAdmin (Tool, 2013) en su versión 1.14.0 como herramienta de administración debido a la amplia documentación que posee. Está diseñado para múltiples versiones de PostgreSQL. Permite el desarrollo de complejas bases de datos a través de consultas SQL, siendo factible dada la gran cantidad de volúmenes de datos a manejar para la realización de la aplicación a desarrollar, además de que posee un amplio acceso a todos los objetos de PostgreSQL.

## **1.4.9 Plataforma para desarrollo SIG**

GeoQ (en su versión 1.0) es una plataforma del centro de desarrollo de software GEySED de la UCI está basado en Quantum GIS es de código abierto y trabaja bajo la Licencia General Publica (GNU/GPL). Está desarrollado en el lenguaje C++ y se ejecuta en múltiples plataformas. Proporciona un número cada vez mayor de las capacidades proporcionadas por las funciones básicas y plugins. Permite visualizar, gestionar, editar y analizar datos geoespaciales.

La arquitectura extensible de GeoQ (Escobar, 2011) proporciona el mecanismo necesario para incorporar nuevas funcionalidades a través de la creación de plugins. Esta técnica permite mantener una base estable y funcional de GeoQ, mientras que las nuevas características son agregadas de forma independiente sin afectar el desarrollo principal. La arquitectura de GeoQ permite la creación de personalizaciones para dar solución a los disímiles problemas de negocios que tengan los clientes; donde una personalización no es más que la adaptación de las funcionalidades de GeoQ, modificar el entorno en cuanto a colores, iconografía, distribución de funcionalidades y habilitar o agregar características propias del negocio.

## **1.5 Conclusiones**

Después de los fundamentos teóricos de los SIG que se describen a lo largo del capítulo, se arriba a la conclusión de que el aprendizaje y la utilización de herramientas tan importante como los SIG resultan de gran importancia desde el punto de vista profesional. Con el análisis realizado a varios SIG

desarrollados se logró caracterizarlos teniendo en cuenta las herramientas, tecnologías y las formas de representación de la información geo-referenciada empleadas para su desarrollo. Estos productos no representan una solución al problema pero sirvió de base para elaborar una idea general de cómo se desea representar la solución final.

Una vez conocidas las principales características de las tecnologías y herramientas a emplear se puede afirmar que poseen los elementos para satisfacer las necesidades existentes. El uso de las mismas puede aportar fortaleza a la concepción de la solución, brindando organización, flexibilidad y control durante todo el desarrollo de software. La selección se lleva a cabo teniendo en cuenta que cumplan con los principios establecidos por la universidad siendo software libre y desarrollados bajo la licencia GNU/GPL, además de que las mismas son utilizadas por el equipo de desarrollo del proyecto SIG-Desktop, lo que facilita la continuación del proceso de desarrollo.

### Capítulo 2: Presentación de la solución propuesta.

En el presente capítulo serán analizados los procesos del negocio que involucran la investigación actual identificando los actores, los procesos y los trabajadores del negocio correspondientes. Se enumeran y especifican los requisitos funcionales y los requisitos no funcionales que debe cumplir el sistema. Se identifican los actores y casos de uso del sistema para conformar el diagrama de casos de uso del sistema. Unido a esto se realiza una descripción detallada de los casos de uso que forman parte de la solución.

#### 2.1 Modelo del negocio

Con el objetivo comprender la estructura y la dinámica de la organización en la cual se va a implantar el sistema GeoQ-DSG<sup>7</sup> se realiza el modelo del negocio. Permite “asegurar el entendimiento total de los consumidores, desarrolladores y usuarios finales del sistema realizado” (Ivar Jacobson, 2000). Está soportado por dos tipos de modelos de UML: modelo de casos de uso y modelo de objetos.

##### 2.1.1 Actores del negocio

En el negocio fueron identificados 4 actores: profesor, chofer, cliente y jefe de la brigada de higiene. Estos son los que interactúan con el negocio y se benefician con los resultados obtenidos.

Tabla 1: Descripción de los actores del negocio

Actores del negocio	Descripción
 Profesor	Se encarga de inicializar el proceso de reserva de un local ya sea, salón y/o teatro de la universidad.
 Chofer	Es la persona encargada de recoger los residuos sólidos depositados en los tanques de cuatro ruedas de toda la comunidad universitaria. Realiza esta tarea todos los días a las 8:00am.
	Es el encargado de comenzar el proceso de registrar un área tercerizada en el negocio.

<sup>7</sup>Sistema de información geográfica para la Dirección de Servicios Generales de la UCI

 Cliente	
 Jefe de la brigada de higiene	Es el encargado de dirigir el chequeo de todas las áreas de la universidad, verificando si están libres de riesgos epidemiológicos. En caso de que exista un área contagiada debe identificarla.

### 2.1.2 Trabajadores del negocio

Los trabajadores del negocio están representados por el asistente de control, el jefe del grupo de servicio, el jefe del grupo de atención a terceros, el técnico y el administrador. Todos están involucrados en uno o más procesos del negocio, pero no obtienen ningún resultado de valor.

Tabla 2: Descripción de los trabajadores del negocio

Trabajadores del negocio	Descripción
 Asistente de control	Tras una petición de reservar un local se encarga de realizar dicha reservación.
 Jefe del grupo de servicios	Se encarga de representar sobre el mapa todos los depósitos de residuos sólidos, las áreas de mayores riesgos epidemiológicos y toda la información referente a ellos. También actualizará la factura de pago del chofer del camión de comunales. Además crea el documento “Registro de control” donde queda plasmado la calidad del trabajo realizado por el chofer.
	Es el encargado de representar en el mapa las áreas tercerizadas existente en la universidad y su información correspondiente, además de llevar un control de la calidad de estas.

Jefe del grupo de atención a terceros	
 Técnico	Se encarga de dejar plasmado en el documento “Medios técnicos”, los accesorios con los que cuenta el local seleccionado para la reservación.
 Administrador	Es el encargado de archivar todos los documentos de “Reservación de local”. Además de tener listo los locales para la fecha planificada.

### 2.1.3 Modelo de objetos

A continuación se muestra el modelo de objetos (Rosas, 2011), se indica lo que el proceso de negocio va a hacer, se representa la vinculación existente entre los trabajadores del negocio y las necesidades de las entidades empresariales, y del como colaboran para llevar a cabo el negocio.

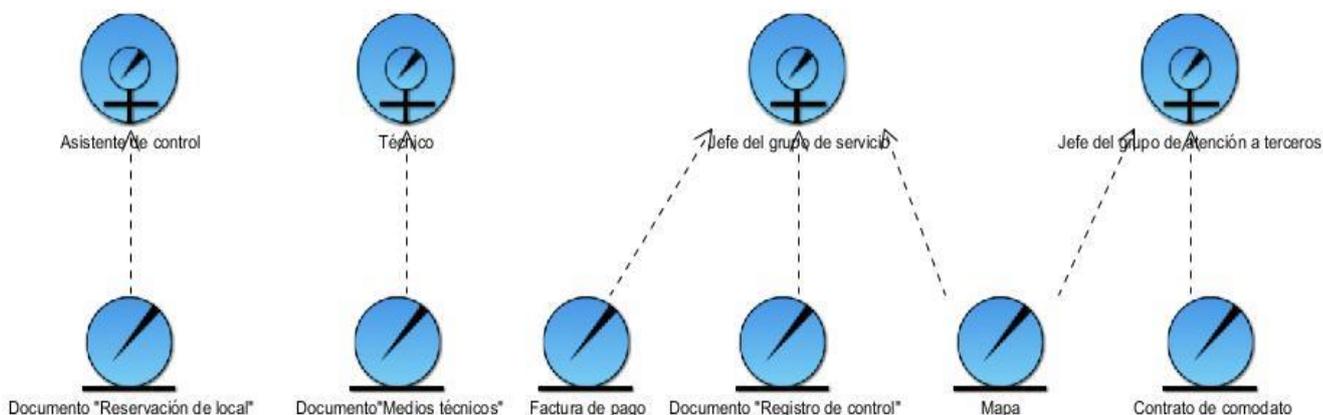


Fig. 1: Modelo de objetos

### 2.1.4 Diagrama de casos de uso del negocio

Un caso de uso del negocio constituye un proceso del negocio que se corresponde con una secuencia de acciones que originan un resultado visible para diferentes actores del negocio (Rumbaugh, 2004). Se realiza el diagrama de casos de uso del negocio con el objetivo de representar un modelo que describa los procesos y su interacción con los actores del negocio.

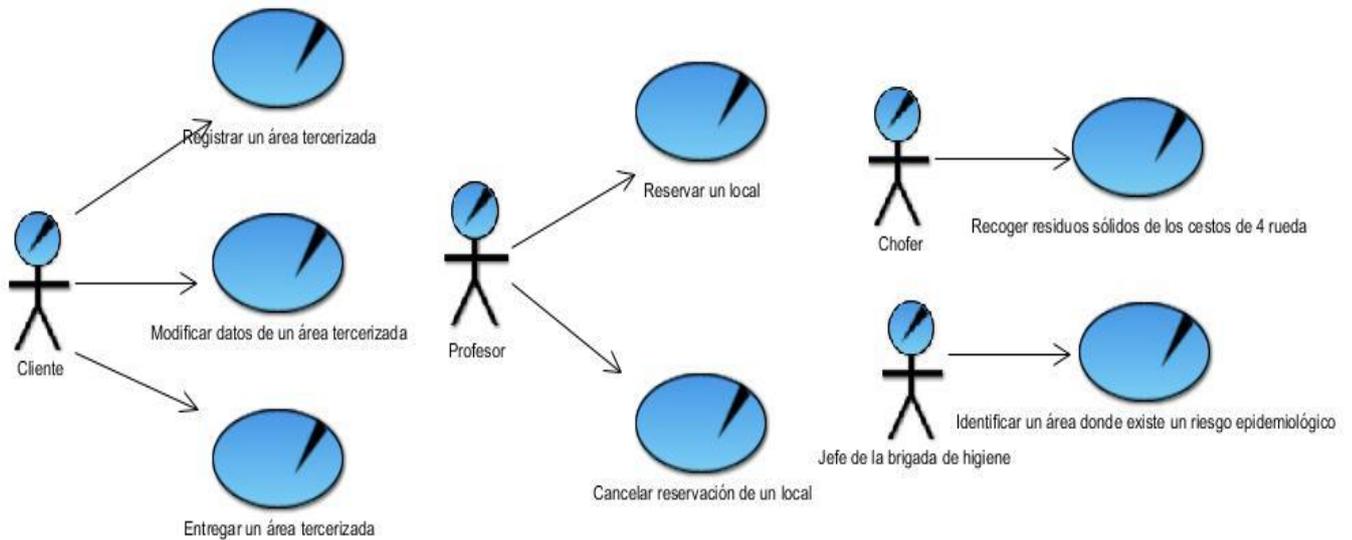


Fig. 2: Diagrama de casos de uso del negocio

## 2.1.5 Diagrama de actividades

Los diagrama de actividades del negocio ayudan a describir en detalle lo que pasa dentro del negocio (Rumbaugh, 2004). Con la realización de los diagramas de actividades se identificaron los roles específicos que juegan los trabajadores del negocio y las actividades que realizan. También qué funciones deberá asumir el producto del software y quiénes serán los actores del futuro sistema. A continuación se muestra el diagrama de actividades y la descripción del caso de uso del negocio “Reservar un local”. Los restantes casos de uso pueden ser consultados en el documento “GeoQ-DSG-Modelo de Negocio.docx”.

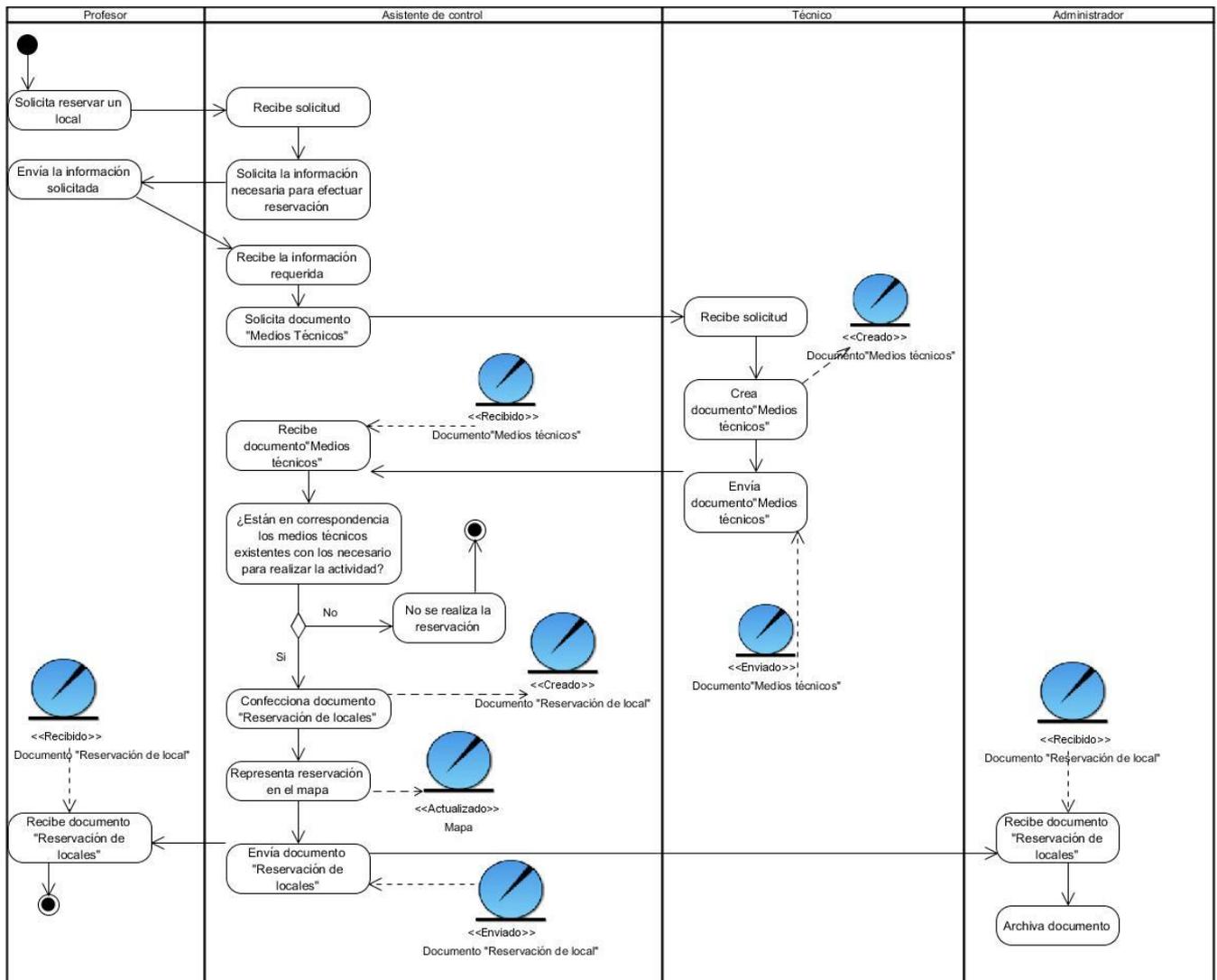


Fig. 3: Diagrama de actividades

## 2.1.6 Descripción de los casos de uso del negocio

Tabla 3: Descripción del caso de uso del negocio “Reservar un local”

<b>Caso de uso del Negocio</b>	<b>Reservar un local</b>
<b>Actores</b>	Profesor
<b>Trabajadores</b>	Asistente de control, Técnico, Administrador

<b>Resumen</b>	El caso de uso inicia cuando el profesor solicita reservar un local, y finaliza cuando el profesor recibe el documento de reservación confeccionado.
<b>Casos de usos asociados</b>	Ninguno
<b>Flujo Normal de Eventos</b>	
<b>Acción del Actor</b>	<b>Respuesta del Proceso del Negocio</b>
1. El profesor solicita reservar un local.	2. La asistente de control solicita información referente a la cantidad de personas que se espera participen; medios tecnológicos necesarios para la ejecución de la misma, día y hora deseado para la actividad; y dirigente al frente de la actividad.
	3. Solicita al Técnicos los medios que necesita la actividad reservada.
	4. Recibe del Técnico el documento "Medios Técnicos"
	5. Elabora el documento de reservación del local.
	6. Entrega al profesor y administrador el documento de la reservación.
<b>Pos condición</b>	Se confecciona y entrega el documento de reservación de un local determinado al profesor y al administrador.

### 2.2 Requisitos del software

Para crear una aplicación de software hay que realizar una correcta especificación de los requisitos que debe cumplir el sistema. Para ello, se enumeran a través de requisitos funcionales y no

funcionales, las acciones que el sistema deberá ser capaz de realizar, así como las exigencias de despliegue para su uso efectivo.

### **2.2.1 Requisitos funcionales**

Los requisitos funcionales constituyen capacidades o condiciones que el sistema deberá cumplir. Durante el desarrollo de la aplicación se definieron los siguientes requisitos funcionales:

**RF1. Autenticar usuario:** El sistema debe permitir autenticar a un usuario del sistema GeoQ-DSG.

**RF2. Añadir área tercerizadas al sistema:** El sistema debe permitir añadir una nueva área tercerizada al sistema GeoQ-DSG realizado para la Dirección de Servicios Generales.

**RF3. Editar la información de un área tercerizadas:** El sistema debe permitir editar la información asociada a un área tercerizadas una vez seleccionada.

**RF4. Eliminar un área tercerizada:** El sistema debe permitir eliminar un área tercerizada seleccionada por el usuario del sistema GeoQ-DSG.

**RF5. Añadir un local al sistema de servicios generales:** El sistema debe permitir añadir un nuevo local al sistema GeoQ-DSG realizado para la Dirección de Servicios Generales.

**RF6. Editar la información de un local:** El sistema debe permitir editar la información asociada a un local una vez seleccionado.

**RF7. Eliminar un local:** El sistema debe permitir eliminar un local seleccionado por el usuario del sistema GeoQ-DSG.

**RF8. Registrar reservación de un local:** El sistema debe permitir registrar la reservación de un local una vez seleccionado por el usuario del sistema GeoQ-DSG.

**RF9. Editar reservación de un local:** El sistema debe permitir editar la información del registro de un local una vez seleccionado por el usuario del sistema GeoQ-DSG.

**RF10. Eliminar registro de reservación de un local:** El sistema debe permitir eliminar una reservación de un local registrada con anterioridad.

**RF11. Sugerir un local para realizar la reservación de una actividad:** El sistema debe sugerir que local es el más recomendado para realizar la reservación de una actividad.

**RF12. Añadir un depósito de residuos sólidos al sistema GeoQ-DSG:** El sistema debe permitir añadir un nuevo depósito de residuos sólidos al sistema GeoQ-DSG realizado para la Dirección de Servicios Generales.

**RF13. Editar la información de un depósito de residuos sólidos:** El sistema debe permitir editar la información asociada a un depósito de residuos sólidos una vez seleccionada.

**RF14. Eliminar un depósito de residuos sólidos:** El sistema debe permitir eliminar un depósito de residuos sólidos seleccionado por el usuario del sistema GeoQ-DSG.

**RF15. Crear un nuevo rol de usuario:** El sistema debe permitir crear un nuevo rol de usuario.

**RF18. Modificar un rol:** El sistema debe permitir modificar un rol determinado.

**RF19. Eliminar un rol establecido:** El sistema debe permitir eliminar un rol que se encuentre registrado en el sistema.

**RF20. Asignar permiso a rol:** El sistema debe permitir asignar permisos a un rol determinado

**RF21. Quitar permiso de rol:** El sistema debe permitir eliminar un permiso a un rol de la lista de permisos existentes para ese rol.

**RF22. Registrar un área donde existe un riesgo epidemiológico:** El sistema debe permitir añadir al mapa un área donde existe un riesgo epidemiológico.

**RF23. Editar información de un área donde existe un riesgo epidemiológico:** El sistema debe permitir modificar la información referente a un área donde existe un riesgo epidemiológico.

**RF24. Eliminar un área donde existe un riesgo epidemiológico:** El sistema debe permitir eliminar la información referente a un área donde existe un riesgo epidemiológico.

**RF25. Registrar el estado del servicio de gas licuado en la universidad:** El sistema debe permitir registrar el estado del servicio de gas licuado de la universidad.

**RF26. Trazar la ruta de recogida del camión:** El sistema debe trazar de forma automática la ruta de recogida del camión.

**RF27. Buscar objeto espacial:** El sistema debe permitir buscar un objeto espacial existente en el sistema GeoQ-DSG.

**RF28. Exportar información de las capas:** El sistema debe permitir que luego de seleccionar una capa se pueda exportar en formato pdf.

**RF29. Exportar mapa como imagen:** El sistema debe permitir que se exporte el mapa del producto GeoQ-DSG como imagen

### **2.2.2 Requisitos no funcionales**

Los requisitos no funcionales son propiedades o cualidades que el producto debe tener (Rumbaugh, 2000). Normalmente están relacionados con los requisitos funcionales, una vez que se conozca lo que el sistema debe hacer se puede determinar cómo ha de comportarse, qué cualidades debe tener o cuán rápido o grande debe ser. A continuación se describe los requisitos no funcionales correspondientes a las interfaces del sistema. Los requisitos no funcionales restantes se encuentran disponibles en el documento "GeoQ-DSG Especificación de requisitos.doc".

**Interfaces de Usuario:** El sistema debe tener una apariencia profesional y un diseño gráfico sencillo. Posibilitarle al usuario la configuración del entorno de trabajo. Ser intuitivo.

**Interfaces de Hardware:** Para las PCs clientes se requiere al menos 512 MB de memoria RAM. Se requiere al menos 40 GB de disco duro. Procesador 1 GHz como mínimo. Para el servidor de bases de datos se requiere al menos 512 GB de memoria RAM, 10 GB de disco duro y un procesador como mínimo de 1 GHz.

**Interfaces de Software:** La construcción de la aplicación funcionará bajo los conceptos de arquitectura orientada a objetos.

En las PCs clientes:

El sistema GeoQ-DSG es un sistema multiplataforma que puede ejecutarse en los siguientes sistemas operativos:

- Windows.
- GNU Linux.

PostgreSQL como Sistema Gestor de Base de Datos.

PostGis como extensión de PostgreSQL para el soporte de datos espaciales.

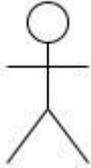
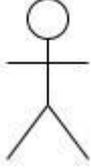
**Interfaces de Comunicación:** El producto GeoQ-DSG garantizará mediante su interfaz la configuración del entorno de trabajo mediante funcionalidades propias como ocultar y mostrar paneles, así como elementos para cambiar las vistas, las escalas y las capas que serán visibles en la interacción.

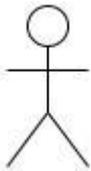
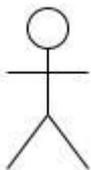
### 2.3 Descripción del sistema propuesto

A continuación se definen 4 actores del sistema: usuario, asistente de control, jefe del grupo de servicio y jefe del grupo de atención a terceros. Se identificaron los roles que pueden tener estos actores para poder intercambiar datos en el sistema. Los actores suelen corresponderse con los trabajadores o actores del negocio. Se muestra el diagrama de casos de uso del sistema donde están representados los actores y su interacción con el sistema mediante los casos de uso del sistema. Se muestra la descripción textual para el caso de uso “Gestionar área tercerizada”, las restantes descripciones se encuentran disponibles en el documento “GeoQ-DSG Descripción de los casos de uso del sistema.doc”.

#### 2.3.1 Descripción de los actores del sistema

Tabla 4: Descripción de los actores del sistema

Actores del sistema	Descripción
 <p data-bbox="432 1503 523 1532">Usuario</p>	<p data-bbox="820 1270 1455 1435">Es el encargado de dar los permisos correspondientes a los demás usuarios que intervienen en el sistema. También se encarga de exportar los reportes necesarios.</p>
 <p data-bbox="360 1787 595 1816">Asistente de control</p>	<p data-bbox="820 1554 1455 1626">Tras una petición de reservar un local se encarga de realizar dicha reservación.</p>
	<p data-bbox="820 1834 1455 1953">Se encarga de representar sobre el mapa todos los depósitos de residuos sólidos, las áreas de mayores riesgos epidemiológicos y toda la información</p>

 Jefe del grupo de servicio	referente a ellos. También actualizará la factura de pago del chofer del camión de comunales. Además crea el documento "Registro de control" donde queda plasmado la calidad del trabajo realizado por el chofer.
 Jefe del grupo de atención a terceros	Es el encargado de representar en el mapa las áreas tercerizadas existente en la universidad y su información correspondiente. Además de llevar un control de la calidad de estas.

## 2.3.2 Diagrama de caso de uso del sistema

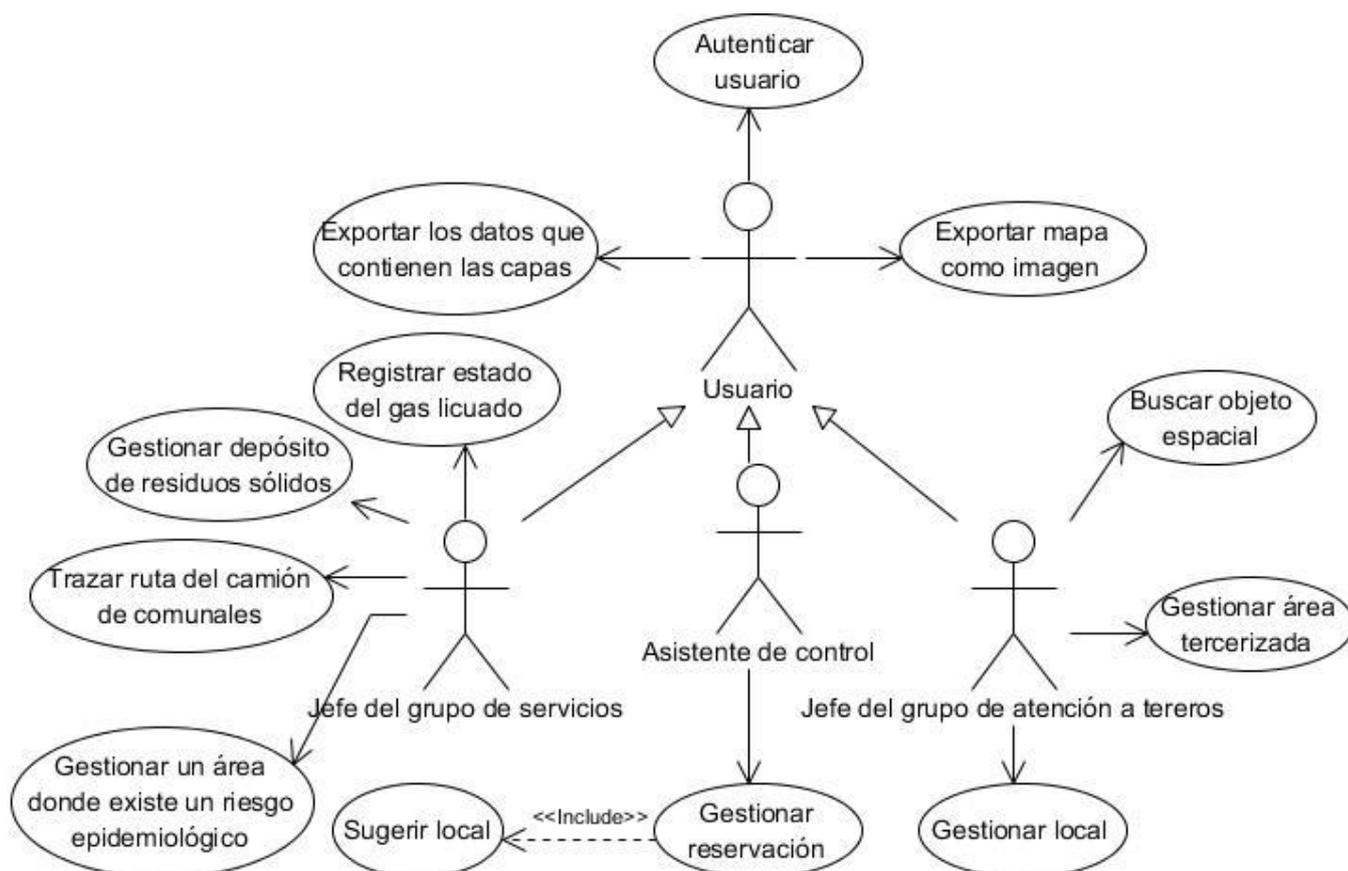


Fig. 4: Diagrama de casos de uso del sistema

### 2.3.3 Descripción de los casos de uso del sistema

Tabla 5: Descripción de los casos de uso del sistema “Gestionar reservación”

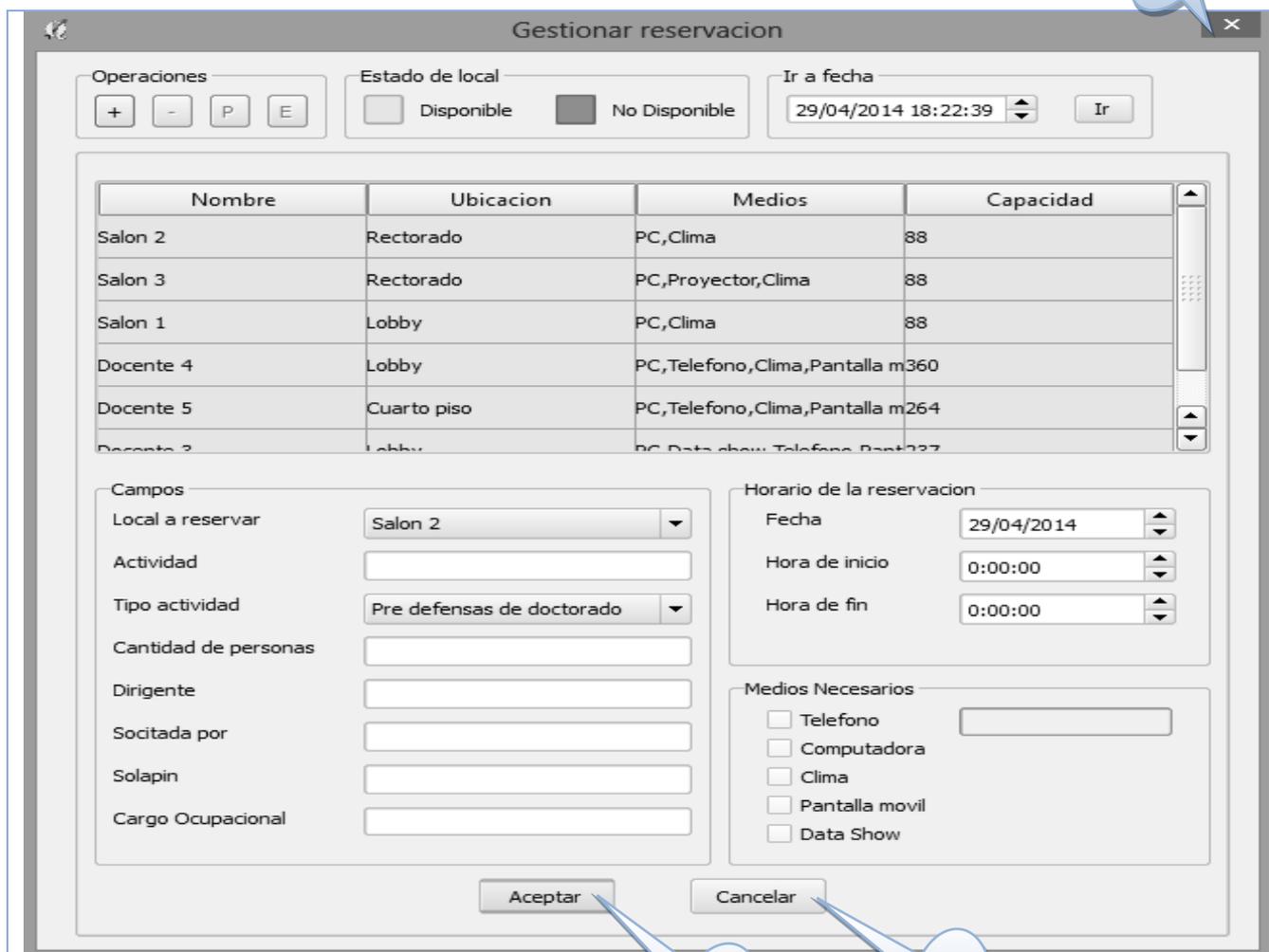
<b>Caso de Uso</b>	<b>Gestionar reservación de un local</b>	
<b>Actor</b>	Asistente de control	
<b>Resumen</b>	El caso de uso inicia cuando la Asistente de control selecciona la capa de reservación. El sistema muestra una interfaz donde se permite registrar, editar y eliminar una reservación. Luego de realizar los cambios deseados el sistema los guarda y concluye el caso de uso.	
<b>Precondiciones</b>	El usuario debe estar autenticado en el sistema.	
<b>Referencias</b>	RF9, RF10, RF11, RF12, RF13	
<b>Prioridad</b>	Crítico	
<b>Flujo Normal de Eventos</b>		
<b>Acción del Actor</b>	<b>Respuesta del Sistema</b>	
<p>1. El caso de uso inicia cuando el usuario selecciona la capa de reservación.</p> <p>4. El usuario introduce los datos correspondientes finalizando así el caso de uso.</p>	<p>2. Se brinda la opción de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Registrar una reservación. Ver sección “Registrar una reservación.”</li> <li>- Editar información de una reservación. Ver sección “Editar información de una reservación.”</li> <li>- Eliminar una reservación. Ver sección “Eliminar una reservación.”</li> </ul> <p>3. El sistema muestra la interfaz selecciona por el usuario.</p>	
<b>Sección “Registrar una reservación”</b>		
<b>Acción del Actor</b>	<b>Respuesta del Sistema</b>	
<p>1. El usuario hace clic izquierdo sobre la capa reservación, luego selecciona “Conmutar edición” y por último selecciona “Añadir objeto espacial”.</p> <p>4. El usuario introduce los datos y hace clic en el botón “Aceptar” (B) (Ver interfaz 2).</p>	<p>2. El sistema muestra una interfaz donde el usuario debe seleccionar en el menú operaciones el signo de más (A) (Ver interfaz 1).</p> <p>3. El sistema muestra una interfaz donde el usuario debe introducir los datos de la nueva reservación.</p>	

5. El sistema valida los datos y permite realizar una reservación de un local, se guardan los cambios y termina el caso de uso.

A



Prototipo de Interfaz 1



Prototipo de Interfaz 2

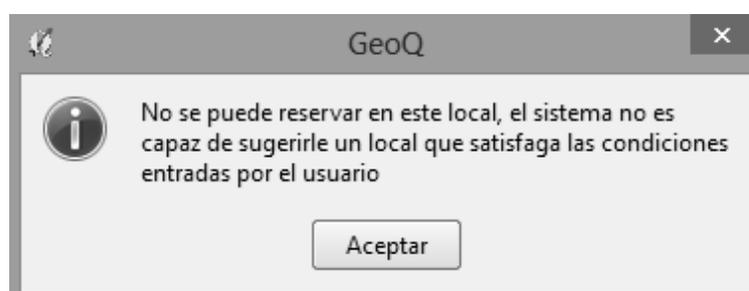
### Flujos Alternos

Acción del Actor	Respuesta del Sistema
4. El usuario introduce los datos y hace clic izquierdo en el botón "Cancelar" (C) (Ver interfaz 2).	5. El sistema no realiza ningún cambio y termina el caso de uso.
4. El usuario introduce los datos y hace clic izquierdo en (X) para cerrar la ventana (D) (Ver interfaz 2).	5. El sistema no realiza ningún cambio y termina el caso de uso.
	5. El sistema muestra el mensaje "Hay campos vacíos" (Ver interfaz 5).
	5. El sistema muestra el mensaje "No se puede reservar en este local, el sistema no es capaz de sugerirle un local que satisfaga las condiciones entradas por el usuario" (Ver interfaz 6).

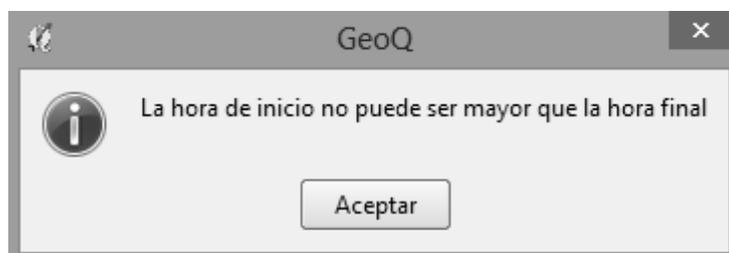
5. El sistema muestra el mensaje “La hora de inicio no puede ser mayor que la hora final” (Ver interfaz 7)



Prototipo de Interfaz 5



Prototipo de Interfaz 6



Prototipo de Interfaz 7

### Sección “Editar información de una reservación”

Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1. El usuario selecciona la opción de “Conmutar edición” y luego selecciona “Añadir objeto espacial”.	2. El sistema muestra la tabla de atributos correspondiente.
3. El usuario selecciona la reservación a modificar. Luego selecciona la letra “M” del menú “Opciones” (E) (Ver interfaz 1).	4. El sistema muestra una interfaz con los datos de la reservación a modificar
	6. El sistema valida los campos, guarda los cambios y así concluye el caso de uso.

5. El usuario cambia los datos y selecciona el botón “Aceptar”.



Prototipo de Interfaz 1

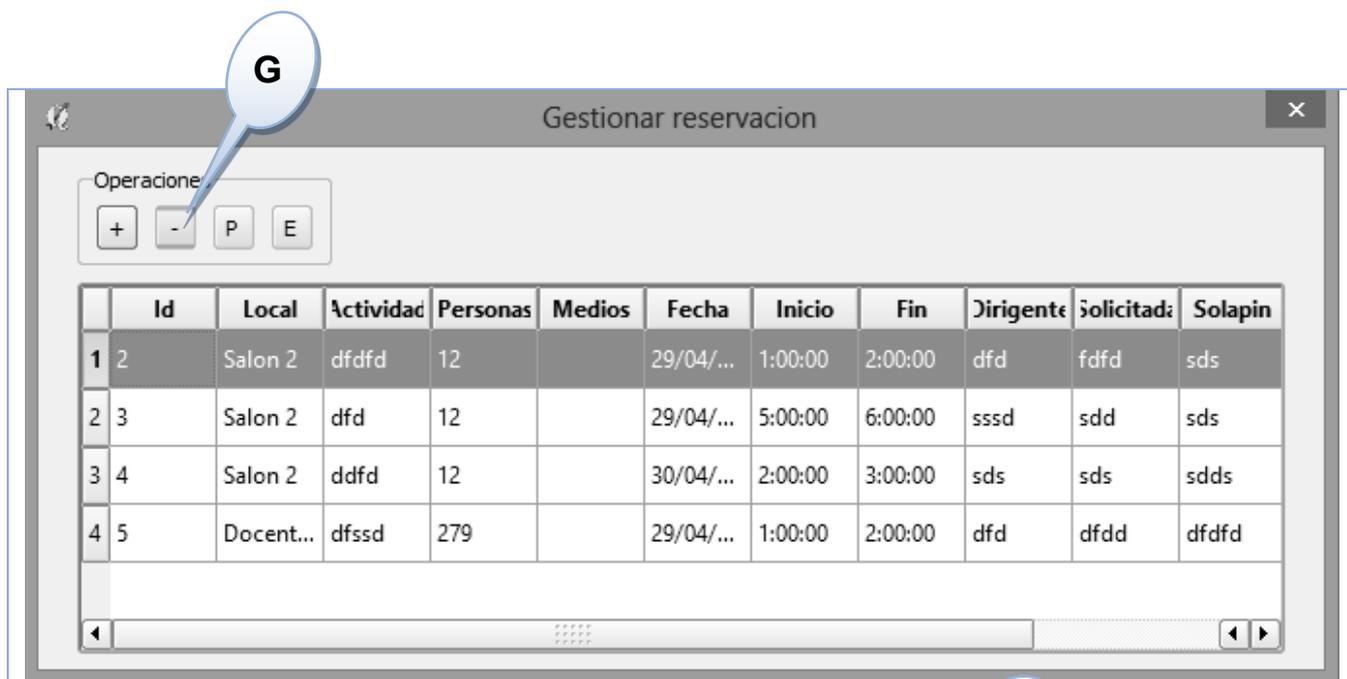
### Flujo Alternativo de eventos

14. El usuario hace clic izquierdo sobre (X), de la ventana (F) (Ver interfaz 1).

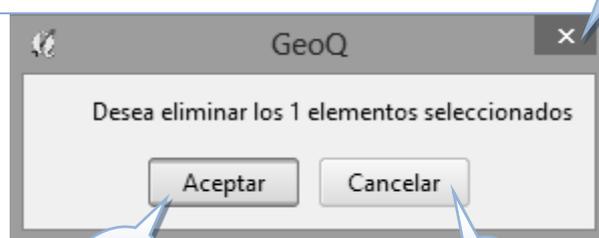
15. El sistema no realiza ningún cambio y termina el caso de uso.

### Sección “Eliminar una reservación”

Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1. El usuario selecciona en la tabla de atributos la reservación que desea eliminar.	3. El sistema muestra una interfaz para eliminar la reservación seleccionada.
2. El usuario hace clic izquierdo sobre la el signo de menos (G) (Ver Interfaz 1).	5. El sistema permite eliminar la reservación seleccionada, se guardan los cambios y termina el caso de uso.
4. El usuario hace clic izquierdo en el botón “Aceptar” (H) (Ver interfaz 2).	



Prototipo de Interfaz 1



Prototipo de Interfaz 2

### Flujos Alternos

Acción del Actor	Respuesta del Sistema
4. El usuario hace clic izquierdo en el botón "Cancelar" (I) (Ver interfaz 2).	15. El sistema no realiza ningún cambio y termina el caso de uso.
14. El usuario hace clic izquierdo sobre (X), de la ventana (J) (Ver interfaz 2).	15. El sistema no realiza ningún cambio y termina el caso de uso.
<b>Pos-condición</b>	Se realizó correctamente la gestión de una reservación.

## 2.4 Diseño

El diseño es el flujo de trabajo que permite la comprensión de los aspectos relacionados con los requisitos no funcionales y restricciones relacionadas con los lenguajes de programación, componentes reutilizables, sistemas operativos, y tecnologías de interfaz de usuario. Debe ser conservado durante

todo el ciclo de vida del software. También permite dar forma al sistema e intenta preservar la estructura definida por el modelo de análisis realizado (Ivar Jacobson, 2000).

### **2.4.1 Arquitectura de software**

La Arquitectura de Software (Programación, 1999) es la organización de un sistema en términos de sus componentes de software, incluyendo los subsistemas y las relaciones e interacciones entre ellos. Está compuesta por los artefactos más significativos permitiendo establecer un esquema de cómo va a quedar constituido el software.

#### **Arquitectura Orientada a Objetos**

La arquitectura orientada a objetos se basa en cómo se diseña el software para gestionar el cambio y la complejidad del mismo (Kicillof, 2004). Posee gran flexibilidad para que el sistema evolucione ante nuevos requisitos, proporcionando agrupaciones lógicas de los componentes software y una especificación de cómo interaccionan.

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

### **2.4.2 Patrones**

Un patrón involucra una descripción general de una solución concurrente a un problema recurrente con soluciones recurrentes con diversos objetivos y restricciones (Rosánigo, 2000). Ayudan a estructurar un sistema en subsistemas, solucionan una implementación en particular y refinan otros subsistemas y sus relaciones. Los patrones describen el problema de forma sencilla, describen el contexto en el que ocurre, puntualizan los pasos a seguir, hacen énfasis en los puntos fuertes y débiles de la solución. En la presente investigación se abordan los patrones arquitectónicos y los patrones de diseño que son utilizados para conformar el diseño de la aplicación propuesta

#### **Patrones Arquitectónicos**

Los patrones arquitectónicos (Rosánigo, 2000) son patrones del software que se encargan de definir la estructura de un sistema. Se componen de subsistemas con sus responsabilidades y poseen una serie

de directivas para organizar los componentes del mismo sistema, con el objetivo de facilitar la tarea del diseño.

En el desarrollo del sistema GeoQ-DSG se utiliza el patrón arquitectura en capas. Edsger Dijkstra, Mary Shaw y David Garlan definieron la arquitectura en capas como una organización jerárquica tal que cada capa proporciona servicios a la capa inmediatamente superior y se sirve de las prestaciones que le brinda la inmediatamente inferior. Para la implementación del producto se definió tres capas (García, y otros, 2007):

**Capa de presentación:** Es la que interactúa directamente con el usuario, captura la información entrada por éste y hace las peticiones a la capa inferior mostrando al usuario la respuesta proveniente de ésta. Únicamente se comunica con la capa de negocio.

**Capa de negocio:** Está conformada por los subsistemas los cuales se ajustan a los requisitos y casos de uso arquitectónicamente significativos. Desde el punto de vista de diseño esta capa es contenedora de las clases entidades y controladoras. Únicamente se comunica con la capa de Acceso a Datos.

**Capa de Acceso a Datos:** Contiene clases que interactúan con la base de datos y permiten, utilizando los procedimientos almacenados generados, realizar todas las operaciones con la base de datos de forma transparente para la capa de negocio.

### **Patrones de diseño**

Los patrones de diseño son el esqueleto de las soluciones a problemas comunes en el desarrollo de software (Free Download Manager, 2007). Ofrecen una solución ya probada y documentada a problemas generales del diseño de un software en un determinado contexto y encierran la experiencia que han alcanzado otras personas en la solución de problemas comunes. En la actualidad existen tres grandes grupos de patrones de diseño: creación, estructura y comportamiento.

#### **Patrones de diseño: de creación**

**Singleton (Instancia única):** Garantiza que una clase sólo tenga una instancia y proporciona un punto de acceso global a ella, restringiendo la creación de objetos pertenecientes a una clase o el valor de un tipo a un único objeto. Este patrón se evidencia en la clase `geoqapp` (ver figura 2), donde se implementa una función que devuelve a la propia clase como un objeto, posibilitando después el acceso a la misma desde cualquier parte del código, como se evidencia en las clases `geoqreservacion`, `geoqregistro`, estas

acceden a las funcionalidades de la clase `geoqapp` a través de la instancia que esta brinda, sin la necesidad de crear un objeto de la misma.

```
GeoQApp * GeoQApp::instance()
{
    if ( !GeoQApp::theGeoQ )
    {
        GeoQApp::theGeoQ = new GeoQApp();
    }
    return GeoQApp::theGeoQ;
}
```

Fig. 5: Instancia de `geoqapp` (punto de acceso a la clase)

### Patrones de diseño: de comportamiento

Patrón Observer (Observador): Define una dependencia de uno a muchos entre objetos, de forma que cuando un objeto cambia de estado se notifica y actualizan automáticamente todos los objetos. Este patrón se utilizó principalmente para manejar desde las clases controladores el flujo de datos y las peticiones del usuario realizadas desde las clases interfaces (ver figura 3). De este modo todas las peticiones e interacciones son manipuladas desde los controladores, asignando así la responsabilidad de controlar el flujo del sistema y decidir las posibles respuestas.

```
connect(ui->botonAgregar, SIGNAL(clicked()), this, SLOT(permiteAgregar()));
connect(ui->botonEliminar, SIGNAL(clicked()), this, SLOT(eliminar()));
connect(ui->botonCancelar, SIGNAL(clicked()), this, SLOT(reject()));
connect(this, SIGNAL(rejected()), this, SLOT(agregarNoGeometry()));
connect(ui->pushButton, SIGNAL(clicked()), this, SLOT(actualizarLocales()));
connect(ui->comboBox, SIGNAL(currentIndexChanged(QString)), this, SLOT(asignarActividad(QString)));
connect(ui->comboBox, SIGNAL(currentIndexChanged(QString)), this, SLOT(cargarMedios(QString)));
connect(ui->botonExportar, SIGNAL(clicked()), this, SLOT(exportar()));
connect(ui->botonPermutar, SIGNAL(clicked()), this, SLOT(realizarPermuta()));
connect(ui->botonVolver, SIGNAL(clicked()), this, SLOT(volverInicio()));
connect(ui->botonModificar, SIGNAL(clicked()), this, SLOT(permiteModificar()));
```

Fig. 6: Evidencia del patrón Observer en la clase `geoqreservacion`

### **Patrones GRASP (Patrón de Asignación de Responsabilidades)**

**Experto en información:** Es un patrón que se usa más que cualquier otro al asignar responsabilidades (Larman, 2004). Es un principio básico que suele utilizarse en el diseño orientado a objetos. El objetivo de este patrón es asignar una responsabilidad a la clase que tiene la información necesaria para cumplir dicha responsabilidad. Se pone de manifiesto en la clase `geoqreservacion` la cual es experta en manejar las peticiones, siendo esta es su responsabilidad. El uso de este patrón permite que se conserve el encapsulamiento, donde cada objeto contiene sus propios atributos y funcionalidades para cumplir su tarea.

**Creador:** Guía la asignación de responsabilidades relacionadas con la creación de objetos, actividad muy frecuente en los sistemas orientados a objetos. El propósito fundamental es encontrar un creador que se debe conectar con el objeto producido en cualquier evento. Este patrón favorece el bajo acoplamiento, es decir el bajo nivel de dependencia entre las clases; el grado en que una clase puede trabajar sin recurrir a otras es menor. Por tanto permite un aumento de la reutilización de código y minimiza el riesgo de tener que realizar muchas modificaciones en las clases cuando se deba cambiar una.

**Alta cohesión:** Asigna una responsabilidad de modo que la cohesión siga siendo alta (Larman, 2004). En la perspectiva del diseño orientado a objetos, la cohesión es una medida de cuan relacionadas y enfocadas están las responsabilidades de una clase. Una alta cohesión caracteriza a las clases con responsabilidades estrechamente relacionadas que no realicen un trabajo enorme.

**Controlador:** Es un patrón que sirve como intermediario entre una determinada interfaz y el algoritmo que la implementa (Larman, 2004), de tal forma que es la que recibe los datos del usuario y la que los envía a las distintas clases según el método llamado. Sugiere que la lógica de negocios debe estar separada de la capa de presentación, esto para aumentar la reutilización de código y a la vez tener un mayor control. Se recomienda dividir los eventos del sistema en el mayor número de controladores para poder aumentar la cohesión y disminuir el acoplamiento.

**Bajo acoplamiento:** En las clases la herencia no debe estar muy extendida ya que la idea es que existan la menos cantidad de clases atadas entre sí. Para de esta forma poder realizar modificaciones en alguna de ellas sin que repercutan en las demás, potencializando la reutilización y eliminando las dependencia entre clases.

## 2.4.3 Diagrama de clases del diseño

Con el objetivo de modelar la visión estática de un sistema se realizan los diagramas de clases del diseño. Estos especifican la estructura de clases de un sistema y sus relaciones. Definen de forma correcta las relaciones entre las clases que constituyen el sistema. El diagrama se compone por paquetes o subsistemas que se usan para agrupar elementos del modelo en partes más grandes y estos paquetes a su vez contienen a varios diagramas de clases.

A continuación se muestra el diagrama de clases del diseño correspondiente al caso de uso “Gestionar reservación” y la descripción de las clases que componen el sistema. Los restantes diagramas de clases del diseño pueden ser consultados en el documento GeoQ-DSG-Modelo de Diseño.docx.

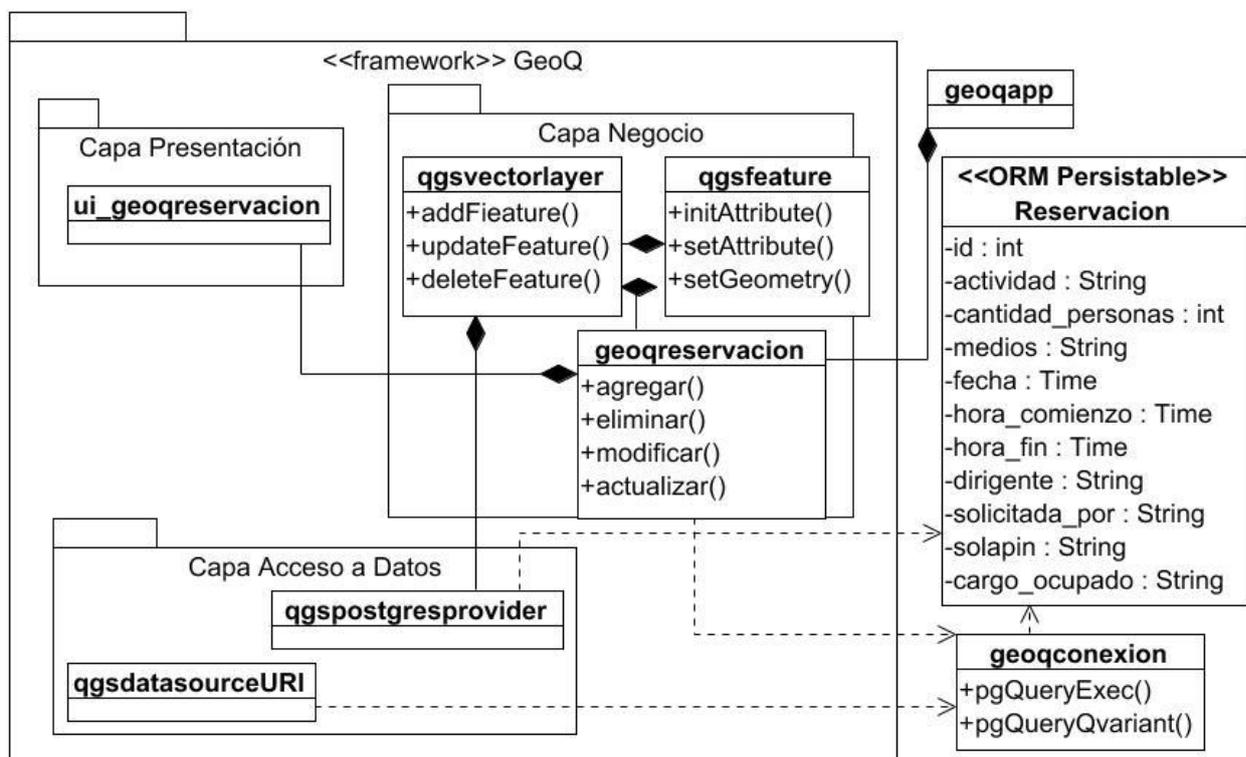


Fig. 7: Diagrama de clases del diseño caso de uso “Gestionar reservación”

**GeoQapp:** Clase principal para la construcción de la interfaz del sistema. Tiene la responsabilidad de construir la ventana principal del sistema con cada una de las funcionalidades de la aplicación.

**GeoQConexion:** Clase conexión que contiene los atributos necesarios para establecer la conexión con la base de datos y realizar consultas para adicionar, modificar, eliminar y listar datos.

QgsDataSourceURI: Clase del framework GeoQ que proporciona la cadena de conexión a una base de datos.

GeoQReservacion: Clase de la capa de reservación que posee todas las funcionalidades para efectuar la reservación de un local.

QgsVectorLayer: Clase controladora del framework GeoQ encargada de manipular elementos de una capa vectorial. Se encarga de adicionar, modificar, eliminar y obtener un listado de los elementos de una capa.

QgsFeature: Clase entidad del framework GeoQ contiene un mapa con los atributos de la tabla de la base de datos para una capa específica. Es una forma de abstracción para manipular de forma genérica los elementos de cualquier tabla de la base de datos.

QgsPostgresProvider: Proveedor de acceso a la base de datos que proporciona el framework GeoQ.

### **2.5 Diseño de la base de datos**

El primer paso para la construcción de una base de datos es definir su estructura que permita un adecuado mecanismo para almacenar los datos y posteriormente recuperarlos. Para lograr un buen diseño de la base de datos es necesario seguir un conjunto de pasos, que comienzan con definir las clases persistentes, refinarlas y clasificarlas junto a sus atributos, lo que permitirá realizar el diagrama de clases persistentes y posteriormente la conversión de las clases al medio de almacenamiento

#### ***2.5.1 Diagrama de clases persistentes***

Todas las clases identificadas durante el desarrollo del diseño no tienen que ser necesariamente persistentes. La persistencia de una clase está dada por la capacidad de la misma para mantener su valor en el espacio y en el tiempo. A continuación se muestra el diagrama de clases persistentes del sistema GeoQ-DSG.

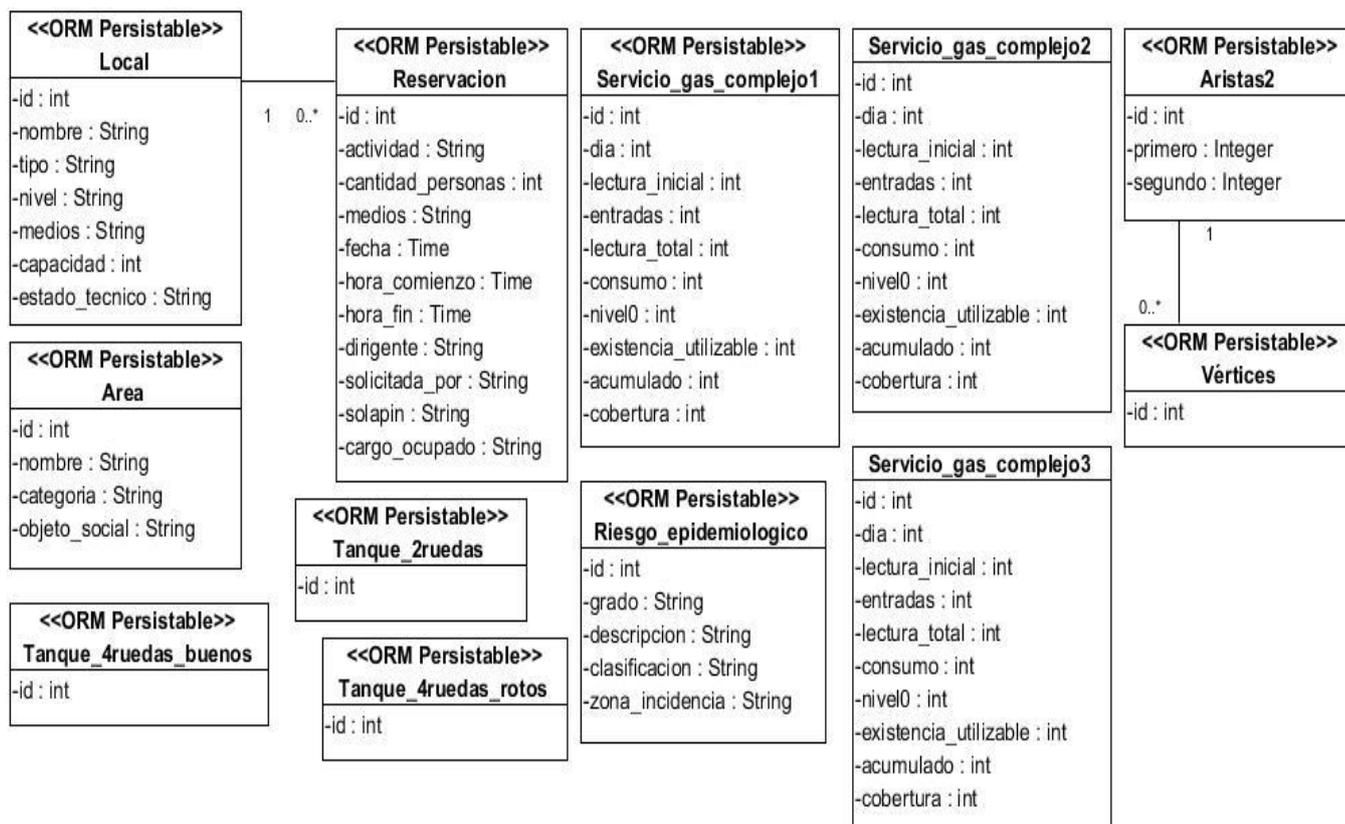


Fig. 8: Diagrama de clases persistentes

## 2.5.2 Modelo de datos

A continuación se muestra el modelo de datos del sistema que se desea desarrollar. Este se ofrece una descripción abstracta sobre la representación de los datos en un SGBD. Los componentes que lo conforman son entidades existentes en el sistema y tablas espaciales, que contienen información geo-referencia de los servicios que controla la Dirección de Servicio Generales. Este modelo contiene a su vez características propias de estos objetos y la forma en que se relacionan entre sí.

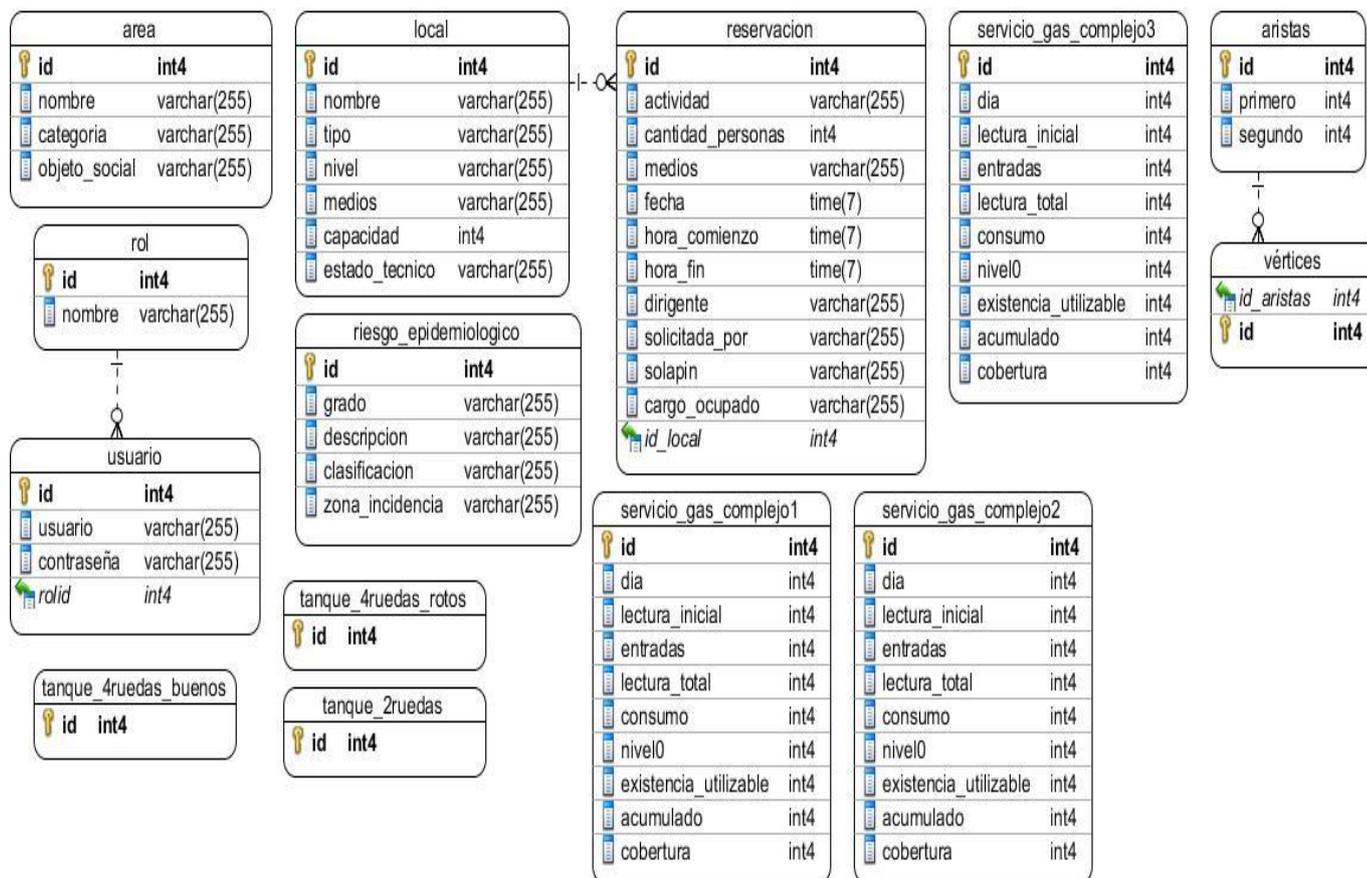


Fig. 9: Modelo de datos

## 2.6 Conclusiones

En el presente capítulo se realizó el modelo del negocio, esto permitió fortalecer el conocimiento de las necesidades del negocio, de los actores, procesos y trabajadores que interactúan con él. Permitted delimitar cuáles serán las funcionalidades específicas, para cada uno de los trabajadores que interactúan con el negocio. Se precisaron las características del sistema en términos de requisitos funcionales y no funcionales. También se identificaron 12 casos de usos que recogen las funcionalidades identificadas del sistema. Se logró conocer la vista estática del sistema GeoQ-DSG a través de los diagramas de clases del diseño. El patrón arquitectónico en capas, permitió la definición de la estructura general del sistema y propició una mayor organización al dividirla en tres módulos. El diseño de la base de datos especificó las clases del sistema, sus atributos y las clases persistentes.

### Capítulo 3: Implementación y Prueba

En este capítulo se mostrará una construcción de la solución propuesta a través de los flujos de trabajo implementación y prueba. En cada uno se verán reflejados los artefactos llevados a cabo en la construcción del software. Con el objetivo de comprender la composición física de la implementación del sistema se describe el modelo de despliegue y el diagrama de componentes. Para verificar si el funcionamiento de la propuesta de software es correcto y si el sistema cumple con las especificaciones expuestas por el cliente, se le aplicará el modelo de pruebas al producto GeoQ-DSG.

#### 3.1 Modelo de implementación

Mediante el modelo de implementación se representa cómo los elementos del modelo de diseño se implementan en términos de componentes (Pressman, 2005). Se describe cómo se organizan los componentes de acuerdo con los mecanismos de estructuración disponibles en el entorno de implementación y la relación existentes entre ellos.

##### 3.1.1 Estilo de codificación

Es el conjunto de reglas o normas usadas para escribir código fuente. La utilización de un buen estilo de código influye positivamente en las labores de mantenimiento de un software como lo son la corrección de errores y el desarrollo de una nueva funcionalidad. Durante la implementación del sistema el equipo de desarrollo:

- Los nombres de las clases comienzan con el prefijo geoq y se forman utilizando minúscula.
- Los nombres de variables comienzan con una letra minúscula y se forman utilizando mayúsculas y minúsculas.
- Los nombres de los miembros de clase comienzan con una letra minúscula y se forman utilizando mayúsculas y minúsculas.
- Los valores de los miembros de clase deben ser obtenidos a través de funciones de acceso. Se llama la función sin el prefijo get.
- Los nombres de funciones comienzan con una letra minúscula y se forman utilizando mayúsculas y minúsculas. El nombre de la función tiene relación con la finalidad de ésta.

### 3.1.2 Modelo de despliegue

A continuación se muestra el modelo de despliegue del sistema GeoQ-DSG con el objetivo de proyectar los elementos de configuración del procesamiento y las conexiones entre esos elementos y visualizar la distribución de los componentes de software en los nodos físicos. Se representa mediante 2 nodos de cómputos donde los componentes del sistema se distribuyen en el nodo PC Cliente que se comunica vía TCP/IP con el nodo Base de datos, donde se incluye un script SQL generado a partir del modelo de datos presentado con anterioridad.

TCP/IP (Transfer Control Protocol/Internet Protocol, lo que en español significa Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo Internet): Permite llevar a cabo la comunicación entre diferentes plataformas, sistemas operativos, topología y arquitecturas por el mejor camino disponible puede ser usado tanto en una red LAN (red de área local) de dos máquinas, como en una red WAN (red de área extensa) compuesta por millones de máquinas, por ejemplo, Internet (Poratti, 2004).

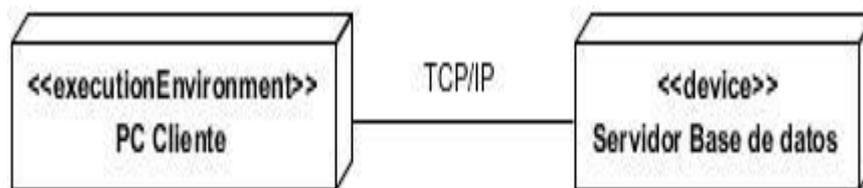


Fig. 10: Modelo de despliegue

### 3.1.3 Diagrama de componentes

El diagrama de componentes muestra como el sistema está dividido en componentes y las dependencias entre ellos. Un componente representa un elemento físico que forma parte del sistema, se puede representar por nodos y sus operaciones solo se pueden alcanzar a través de interfaces (Pressman, 2005). Este diagrama provee una vista arquitectónica de alto nivel del sistema, ayuda a los desarrolladores a visualizar el camino de la implementación, permitiendo tomar decisiones respecto a las tareas de implementación.

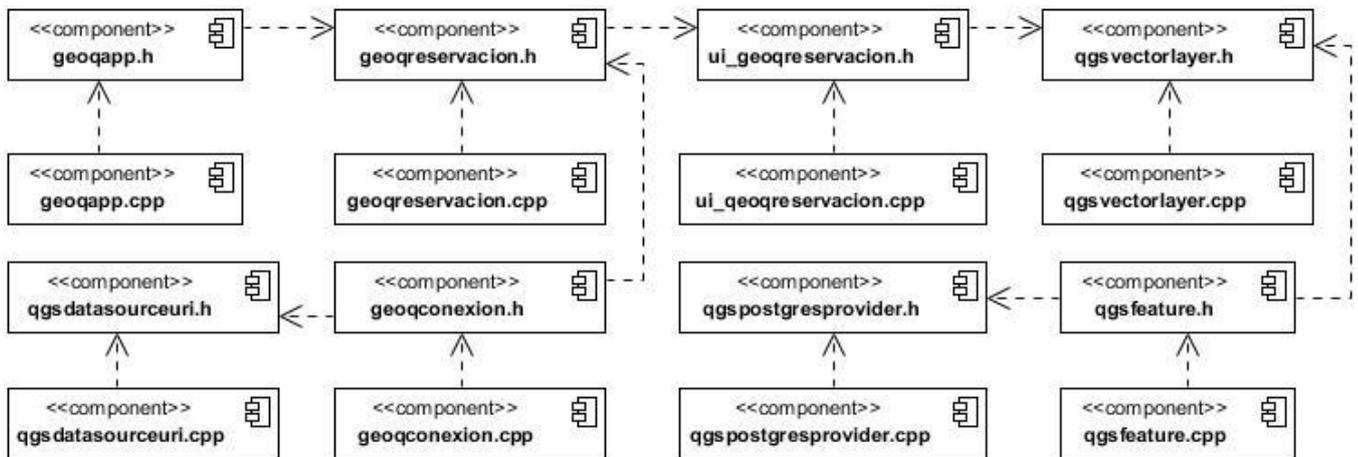


Fig. 11: Diagrama de componente CU "Gestionar reservación"

## 3.2 Pruebas de calidad

### 3.2.1 Pruebas de caja negra

Las pruebas de caja negra se llevan a cabo sobre la interfaz del software, y es completamente indiferente al comportamiento interno y la estructura del programa (Pressman, 2005). Estas pruebas se realizan con el objetivo de detectar errores tales como: funciones incorrectas o ausentes, errores de interfaz, errores en estructuras de datos o en accesos a bases de datos externas, errores de rendimiento y errores de inicialización y terminación. Para realizar pruebas de caja negra se usan técnicas:

**Partición de equivalencia:** Divide el dominio de entrada de un programa en clases de datos de los que se pueden derivar casos de prueba. El diseño de estos casos de prueba para esta partición se basa en la evaluación de las clases de equivalencia para una condición de entrada. Una clase de equivalencia representa un conjunto de estados válidos o inválidos para condiciones de entrada y regularmente estas condiciones pueden ser un valor numérico, un rango de valores, un conjunto de valores relacionados o una condición lógica.

**Análisis de valores límites:** Los casos de prueba que exploran las condiciones límites producen mejor resultado que aquellos que no lo hacen. Las condiciones límite son aquellas que se hallan en los márgenes de la clase de equivalencia, tanto de entrada como de salida. La técnica del análisis de valores límites complementa a la de partición equivalente, pues en lugar de centrarse solamente en las condiciones de entrada, deriva los casos de prueba también para el campo de salida

## Capítulo 3

**Grafos de causa-efecto:** En este método se debe entender los objetos (objetos de datos, objetos de programa tales como módulos o colecciones de sentencias del lenguaje de programación) que se modelan en el software y las relaciones que conectan a estos objetos. Una vez que se ha llevado a cabo esto, el siguiente paso es definir una serie de pruebas que verifiquen que todos los objetos tienen entre ellos las relaciones esperadas. En este método: se crea un grafo de objetos importantes sus relaciones; se diseña una serie de pruebas que cubran el grafo de manera que se ejerciten todos los objetos y sus relaciones para descubrir errores.

A continuación se describe las pruebas de caja negra para el caso de uso “Gestionar reservación”, utilizando la técnica partición de equivalencia.

### Descripción general

El caso de uso inicia cuando la Asistente de control selecciona la capa de reservación. El sistema muestra una interfaz donde se permite registrar, editar y eliminar una reservación. Luego de realizar los cambios deseados, el sistema los guarda y concluye el caso de uso.

### Condiciones de ejecución

El usuario debe estar autenticado en el sistema.

### Secciones a probar en el caso de uso “Gestionar reservación de un local”

Tabla 6: Caso de prueba “Gestionar reservación”

Nombre de la sección	Escenarios de la sección	Descripción de la funcionalidad	Flujo central
SC 1: “Registrar una reservación”	EC 1.1: “Registrar una reservación exitosamente”	El sistema muestra una interfaz donde el usuario añade los datos de la nueva reservación:	GeoQ-DSG:  1. Clic en la ventana principal.

## Capítulo 3

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Local a reservar</li> <li>• Actividad</li> <li>• Cantidad de personas</li> <li>• Medios necesarios</li> <li>• Fecha</li> <li>• Hora de inicio</li> <li>• Hora de fin</li> <li>• Dirigente</li> <li>• Solicitada por</li> <li>• Solapín</li> <li>• Cargo Ocupacional</li> </ul> <p>El usuario entra los datos de la reservación que desea añadir y hace clic izquierdo en el botón “Aceptar”. El sistema guarda los cambios el caso de uso.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Clic en la capa “Reservación”.</li> <li>3. Clic en el botón “Conmutar edición”.</li> <li>4. Clic en el botón “Añadir el objeto espacial”.</li> <li>5. Clic en el botón “+” del menú “Operaciones”.</li> <li>6. Clic en el botón “Aceptar”.</li> </ol>
	<p>EC 1.2: “Registrar una reservación sin éxito”</p>	<p>El sistema muestra un mensaje de información, “Hay campos vacíos”. El usuario hace clic izquierdo en el botón “Aceptar” para cerrar la ventana que contiene el mensaje de error.</p>	<p>GeoQ-DSG:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Clic en Página Principal.</li> <li>2. Clic en la capa “Reservación”.</li> <li>3. Clic en el botón “Conmutar edición”.</li> <li>4. Clic en el botón “Añadir el objeto espacial”.</li> </ol>

## Capítulo 3

			<ol style="list-style-type: none"> <li>5. Clic en el botón “+” del menú “Operaciones”.</li> <li>6. Clic en el botón “Aceptar”.</li> <li>7. Clic en el botón “Aceptar”, para cerrar la ventana de error.</li> </ol>
	EC 1.3: “Cancelar petición”	El usuario hace clic izquierdo en el botón “Cancelar”. El sistema no guarda los cambios y termina el caso de uso.	<p>GeoQ-DSG:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Clic en la ventana principal.</li> <li>2. Clic en la capa “Reservación”.</li> <li>3. Clic en el botón “Conmutar edición”.</li> <li>4. Clic en el botón “Añadir el objeto espacial”.</li> <li>5. Clic en el botón “+” del menú “Operaciones”.</li> <li>6. Clic en el botón “Aceptar”.</li> </ol>
SC 2: “Editar información de una reservación”.	EC 2.1: “Editar información de una reservación exitosamente”.	<p>El usuario selecciona la tabla de atributos de la capa reservación. El sistema muestra una interfaz con los datos de la reservación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Local a reservar</li> <li>• Actividad</li> </ul>	<p>GeoQ-DSG:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Clic en la ventana principal.</li> <li>2. Clic en la capa “Reservación”.</li> </ol>

## Capítulo 3

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cantidad de personas</li> <li>• Medios necesarios</li> <li>• Fecha</li> <li>• Hora de inicio</li> <li>• Hora de fin</li> <li>• Dirigente</li> <li>• Solicitada por</li> <li>• Solapín</li> <li>• Cargo Ocupacional</li> </ul> <p>El usuario modifica los datos deseados, el sistema valida los campos y guarda los cambios.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. Clic en el botón “Conmutar edición”.</li> <li>4. Clic en el botón “Añadir el objeto espacial”.</li> <li>5. Clic en el campo deseado.</li> <li>6. Clic en el botón “Aceptar”.</li> </ol>
	<p>EC 2.2: “Editar información de una reservación sin éxito”.</p>	<p>El sistema muestra un mensaje de información, “El campo tiene errores”. El usuario hace clic izquierdo en el botón “Aceptar” para cerrar la ventana que contiene el mensaje de error.</p>	<p>GeoQ-DSG:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Clic en la ventana principal.</li> <li>2. Clic en la capa “Reservación”.</li> <li>3. Clic en el botón “Conmutar edición”.</li> <li>4. Clic en el botón “Añadir el objeto espacial”.</li> <li>5. Clic en el campo deseado.</li> <li>6. Clic en el botón “Aceptar”.</li> </ol>

## Capítulo 3

			7. Clic en el botón “Aceptar”, para cerrar la ventana de error.
	EC 2.3: “Cancelar petición”	El usuario hace clic izquierdo en el botón “Cancelar”. El sistema no guarda los cambios y termina el caso de uso.	<p>GeoQ-DSG:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Clic en la ventana principal.</li> <li>2. Clic en la capa “Reservación”.</li> <li>3. Clic en el botón “Conmutar edición”.</li> <li>4. Clic en el botón “Añadir el objeto espacial”.</li> <li>5. Clic en el campo deseado.</li> <li>6. Clic en el botón “Cancelar”.</li> </ol>
SC 3: “Eliminar una reservación”.	EC 3.1: “Eliminar una reservación exitosamente”	El usuario selecciona en la tabla de atributos la reservación que desea eliminar. El usuario hace clic izquierdo sobre la opción “-” del menú “Operaciones”. El sistema muestra un mensaje de información “Desea eliminar el elemento seleccionado” El usuario hace clic izquierdo en el botón “Aceptar”. El sistema permite eliminar la reservación seleccionada, se guardan los cambios y termina el caso de uso.	<p>GeoQ-DSG:</p> <p>Clic en la ventana principal.</p> <p>Clic en la capa “Reservación”.</p> <p>Clic en el botón “Conmutar edición”.</p>

## Capítulo 3

			<p>Clic en el botón “Añadir el objeto espacial”.</p> <p>Clic en el botón “-” del menú “Operaciones”.</p> <p>Clic en el botón “Aceptar”.</p>
EC 3.2: “Eliminar una reservación sin éxitos”	El usuario selecciona en la tabla de atributos la reservación que desea eliminar. El usuario hace clic izquierdo sobre la opción “-” del menú “Operaciones”. El sistema muestra un mensaje de información “Desea eliminar el elemento seleccionado” El usuario hace clic izquierdo en el botón “Cancelar”. El sistema no realiza ningún cambio y termina el caso de uso.	GeoQ-DSG:	<p>Clic en la ventana principal.</p> <p>Clic en la capa “Reservación”.</p> <p>Clic en el botón “Conmutar edición”.</p> <p>Clic en el botón “Añadir el objeto espacial”.</p> <p>Clic en el botón “-” del menú “Operaciones”.</p> <p>Clic en el botón “Cancelar”.</p>

## Capítulo 3

### Descripción de las variables

Tabla 7: Descripción de las variables del caso de prueba “Gestionar reservación”

No	Nombre	Clasificación	Valor nulo	Descripción
1	Local a reservar	Lista de selección	No	El usuario selecciona en una lista el local en el que desea reservar.
2	Actividad	Cadena de texto	No	El usuario escribe el tipo de actividad que va a realizar.
3	Cantidad de personas	Cadena de texto	No	El usuario escribe la cantidad de personas que asistirán a la actividad.
4	Medios necesarios	Cadena de texto	No	El usuario selecciona los medios que necesita para su actividad.
5	Fecha	Cadena de texto	No	El usuario escribe la fecha de la actividad.
6	Hora de inicio	Cadena de texto	No	El usuario escribe la hora de inicio de la actividad.
7	Hora de fin	Cadena de texto	No	El usuario escribe la hora de fin de la actividad.
8	Dirigente	Cadena de texto	No	El usuario escribe el nombre de la persona que está al frente de la actividad.
9	Solicitada por	Cadena de texto	No	El usuario escribe el nombre de la persona que solicita la reservación.
10	Solapín	Cadena de texto	No	El usuario escribe el solapín de la persona que solicita la reservación.
11	Cargo Ocupacional	Cadena de texto	No	El usuario escribe el cargo ocupacional de la persona que solicita la reservación.

## Capítulo 3

### Matriz de datos

#### SC 1: “Registrar una reservación”

Tabla 8: Matriz de datos para la sección “Registrar reservación de un local”

Id del escenario	Local a reservar	Actividad	Cantidad de personas	Medios necesarios	Fecha	Hora de inicio	Dirigente	Solicitada por	Solapín	Cargo Ocupacional	Respuesta del sistema	Resultado de la prueba
EC 1.1: “Registrar una reservación exitosamente”	V (Salón 3)	V (Reunión)	V (100)	Clima, Proyector, PC	V (25/04/2014)	V (11:00:00)	V (Henry García Perez)	V (Claudia Martínez Campos)	V (EH2690)	V (Secretaria)	El sistema permite añadir una nueva reservación al sistema GeoQ-DSG.	Satisfactorio
EC 1.2: “Registrar una reservación sin éxito”	V (Salón 3)	I(Vacío)	V (100)	Clima, Proyector, PC	V (25/04/2014)	V (11:00:00)	V (Henry García Perez)	V (Claudia Martínez Campos)	V (EH2690)	V (Secretaria)	El sistema muestra un mensaje de información “Hay campos vacíos”.	Satisfactorio
EC 1.2: “Registrar una reservación sin éxito”	V (Salón 3)	V (Reunión)	I(Vacío)	Clima, Proyector, PC	V (25/04/2014)	V (11:00:00)	V (Henry García Perez)	V (Claudia Martínez Campos)	V (EH2690)	V (Secretaria)	El sistema muestra un mensaje de información “Hay campos vacíos”.	Satisfactorio

## Capítulo 3

EC 1.2: "Registrar una reservación sin éxito"	V (Salón 3)	V (Reunión)	V (100)	I(Vacío)	V (25/04/2014)	V (11:00:00)	V (Henry García Pérez)	V (Claudia Martínez Campos)	V (EH2690)	V (Secretaria)	El sistema muestra un mensaje de información "Hay campos vacíos".	Satisfactorio
EC 1.2: "Registrar una reservación sin éxito"	V (Salón 3)	V (Reunión)	V (100)	Clima, Proyector, PC	I (Vacío)	V (11:00:00)	V (Henry García Pérez)	V (Claudia Martínez Campos)	V (EH2690)	V (Secretaria)	El sistema muestra un mensaje de información "Hay campos vacíos".	Satisfactorio
EC 1.2: "Registrar una reservación sin éxito"	V (Salón 3)	V (Reunión)	V (100)	Clima, Proyector, PC	V (25/04/2014)	I(Vacío)	V (Henry García Pérez)	V (Claudia Martínez Campos)	V (EH2690)	V (Secretaria)	El sistema muestra un mensaje de información "Hay campos vacíos".	Satisfactorio
EC 1.2: "Registrar una reservación sin éxito"	V (Salón 3)	V (Reunión)	V (100)	Clima, Proyector, PC	V (25/04/2014)	V (11:00:00)	I (Vacío)	V (Claudia Martínez Campos)	V (EH2690)	V (Secretaria)	El sistema muestra un mensaje de información "Hay campos vacíos".	Satisfactorio
EC 1.2: "Registrar una reservación sin éxito"	V (Salón 3)	V (Reunión)	V (100)	Clima, Proyector, PC	V (25/04/2014)	V (11:00:00)	V (Henry García Pérez)	I (Vacío)	V (EH2690)	V (Secretaria)	El sistema muestra un mensaje de información "Hay campos vacíos".	Satisfactorio

## Capítulo 3

EC 1.2: “Registrar una reservación sin éxito”	V (Salón 3)	V (Reunión)	V (100)	Clima, Proyector, PC	V (25/04/2014)	V (11:00:00)	V (Henry García Pérez)	V (Claudia Martínez Campos)	I (Vacío)	V (Secretaria)	El sistema muestra un mensaje de información “Hay campos vacíos”.	Satisfactorio
EC 1.2: “Registrar una reservación sin éxito”	V (Salón 3)	V (Reunión)	V (100)	Clima, Proyector, PC	V (25/04/2014)	V (11:00:00)	V (Henry García Pérez)	V (Claudia Martínez Campos)	V (EH2690)	I (Vacío)	El sistema muestra un mensaje de información “Hay campos vacíos”.	Satisfactorio
EC 1.3: “Cancelar petición”	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	El sistema no guarda los cambios y regresa a la página principal.	Satisfactorio

### SC 2: “Editar información de una reservación”

Tabla 9: Matriz de datos para la sección “Editar información de una reservación”

Id del escenario	Reservación	Local a reservar	Actividad	Cantidad de personas	Medios necesarios	Fecha	Hora de inicio	Dirigente	Solicitada por	Solapín	Cargo Ocupacional	Respuesta del sistema	Resultado de la prueba
EC 1.1: “Registrar	5	V (Salón 1)	V (Reunión)	V (200)	Clima, Proyector,	V (25/	V (11:	V	V	V (EH2690)	V (Secretaria)	El sistema guarda los cambios y se	Satisfactorio

## Capítulo 3

una reservación exitosamente”					PC	04/2014)	00:00)	(Henry García Perez)	(Claudia Martínez Campos)			actualiza los datos de la reservación número 5.	
EC 1.2: “Registrar una reservación sin éxito”	5	I(Vacío)	V (Reunión)	V (200)	Clima, Proyector, PC	V (25/04/2014)	V (11:00)	V (Henry García Perez)	V (Claudia Martínez Campos)	V (EH2690)	V (Secretaria)	El sistema muestra un mensaje de información “Hay campos vacíos”.	Satisfactorio
EC 1.2: “Registrar una reservación sin éxito”	5	V (Salón 1)	I(Vacío)	V (200)	Clima, Proyector, PC	V (25/04/2014)	V (11:00)	V (Henry García Perez)	V (Claudia Martínez Campos)	V (EH2690)	V (Secretaria)	El sistema muestra un mensaje de información “Hay campos vacíos”.	Satisfactorio
EC 1.2: “Registrar una reservación sin éxito”	5	V (Salón 1)	V (Reunión)	I(Vacío)	Clima, Proyector, PC	V (25/04/2014)	V (11:00)	V (Henry García Perez)	V (Claudia Martínez Campos)	V (EH2690)	V (Secretaria)	El sistema muestra un mensaje de información “Hay campos vacíos”.	Satisfactorio
EC 1.2: “Registrar una reservación sin éxito”	5	V (Salón 1)	V (Reunión)	V (200)	I(Vacío)	V (25/04/2014)	V (11:00)	V (Henry García Perez)	V (Claudia Martínez Campos)	V (EH2690)	V (Secretaria)	El sistema muestra un mensaje de información “Hay campos vacíos”.	Satisfactorio

### Capítulo 3

EC 1.2:	5	V (Salón 1)	V (Reunión)	V (200)	Clima, Proyector, PC	I (Vacío)	V (11:00:00)	V (Henry García Perez)	V (Claudia Martínez Campos)	V (EH2690)	V (Secretaria)	El sistema muestra un mensaje de información “Hay campos vacíos”.	Satisfactorio
EC 1.2:	5	V (Salón 1)	V (Reunión)	V (200)	Clima, Proyector, PC	V (25/04/2014)	I(Vacío)	V (Henry García Perez)	V (Claudia Martínez Campos)	V (EH2690)	V (Secretaria)	El sistema muestra un mensaje de información “Hay campos vacíos”.	Satisfactorio
EC 1.2:		V (Salón 1)	V (Reunión)	V (200)	Clima, Proyector, PC	V (25/04/2014)	V (11:00:00)	I (Vacío)	V (Claudia Martínez Campos)	V (EH2690)	V (Secretaria)	El sistema muestra un mensaje de información “Hay campos vacíos”.	Satisfactorio
EC 1.2:		V (Salón 1)	V (Reunión)	V (200)	Clima, Proyector, PC	V (25/04/2014)	V (11:00:00)	V (Henry García Perez)	I (Vacío)	V (EH2690)	V (Secretaria)	El sistema muestra un mensaje de información “Hay campos vacíos”.	Satisfactorio
EC 1.2:		V (Salón 1)	V (Reunión)	V (200)	Clima, Proyector, PC	V (25/04/2014)	V (11:00:00)	V (Henry García Perez)	V (Claudia Martínez Campos)	I (Vacío)	V (Secretaria)	El sistema muestra un mensaje de información “Hay campos vacíos”.	Satisfactorio

## Capítulo 3

EC 1.2:	V (Salón 1)	V (Reunión)	V (200)	Clima, Proyector, PC	V (25/04/2014)	V (11:00:00)	V (Henry García Perez)	V (Claudia Martínez Campos)	V (EH2690)	I(Vacío)	El sistema muestra un mensaje de información "Hay campos vacíos".	Satisfactorio
EC 1.3:	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	El sistema no guarda los cambios y regresa a la página principal.	Satisfactorio

### SC 3: "Eliminar una reservación"

Tabla 10: Matriz de datos para la sección "Eliminar una reservación"

Id del escenario	Reservación	Respuesta del sistema	Resultado de la prueba
EC 3.1: "Eliminar una reservación exitosamente"	V(1)	El sistema elimina de la lista la reservación o las reservaciones seleccionadas.	Satisfactorio
EC 3.2: "Eliminar una reservación sin éxito"	I (Vacío)	El sistema muestra un mensaje de información "Seleccione un reservación de la lista".	Satisfactorio

Después de realizar las pruebas de caja negra al Caso de Prueba “Gestionar reservación”, se comprobó el correcto funcionamiento del sistema y la correcta validación de los campos, verificando que solo se acepten los caracteres válidos para los mismos. Una vez realizada la primera iteración se detectó 13 no conformidades, a las cuales se les dio solución, tras una segunda iteración se detectaron cinco no conformidades y ya en una tercera no se detectaron inconformidades en el sistema. A continuación se muestra una gráfica con la relación de las no conformidades identificadas por el equipo de desarrollo.

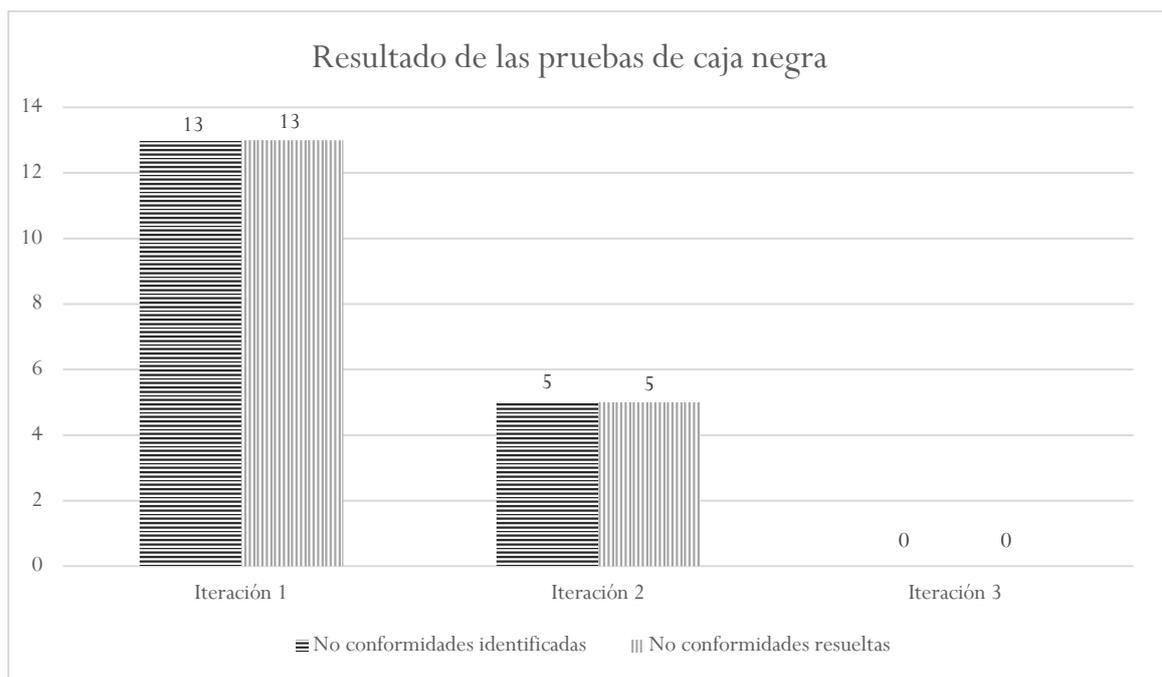


Fig. 12: Resultado de las pruebas de caja negra

### 3.2.3 Pruebas de usabilidad

La usabilidad es una característica muy importante que debe poseer todo software. “Es una cualidad abstracta por lo cual no puede ser medida directamente. Se descompone habitualmente en atributos, que pueden ser medidos utilizando técnicas denominadas pruebas de usabilidad” (Mascheroni, y otros). Los atributos son: facilidad de aprendizaje, facilidad de uso, eficacia, manejo de errores, tiempo requerido para realizar una tarea, satisfacción, satisfacción subjetiva, retención sobre el tiempo, flexibilidad, robustez, privacidad.

Se diseñó una prueba de usabilidad para la aplicación GeoQ-DSG, con la finalidad de examinar en diferentes escenarios y con usuarios reales la capacidad de respuesta de la aplicación. Para llevar a cabo este estudio, se le aplicó un cuestionario (Ver anexo 2) a una muestra de 5 personas. Jacob Nielsen plantea que: “para identificar los problemas más importante de usabilidad de un sistema es suficiente

que lo prueben 5 personas”. Cada una de las preguntas del cuestionario fueron evaluadas en una escala del 1 al 3, siendo el 1 bajo, el 2 medio y el 3 alto. A continuación se muestra en gráficas la información recopilada.

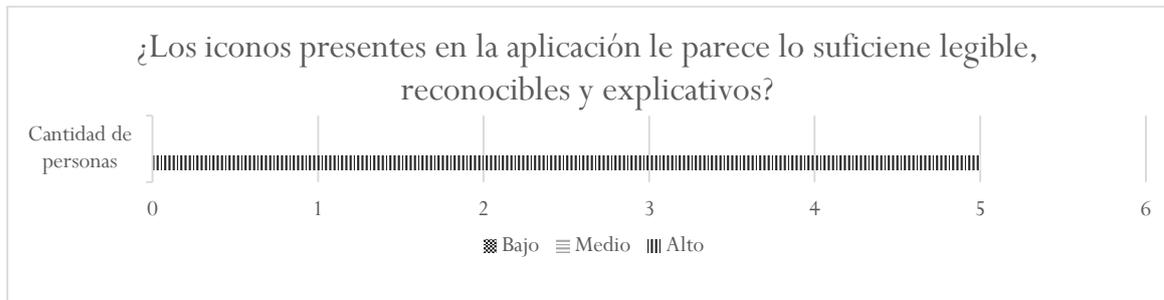


Fig. 13: Resultado de la prueba de usabilidad 1



Fig. 14: Resultado de las prueba de usabilidad 2

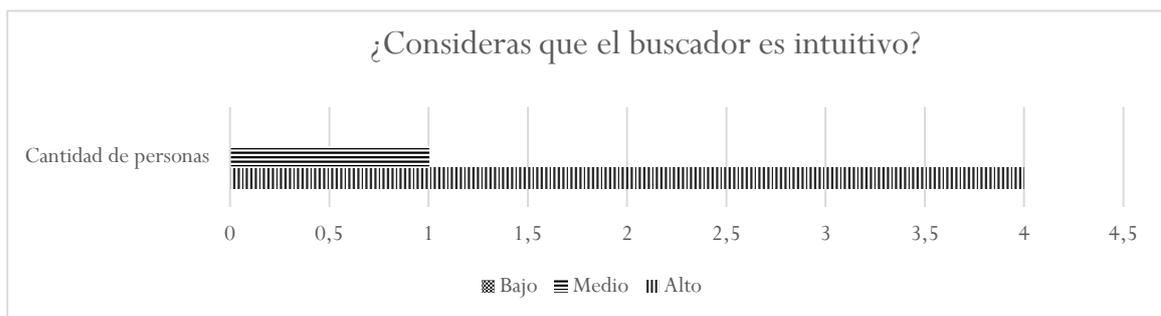


Fig. 15: Resultado de las prueba de usabilidad 3

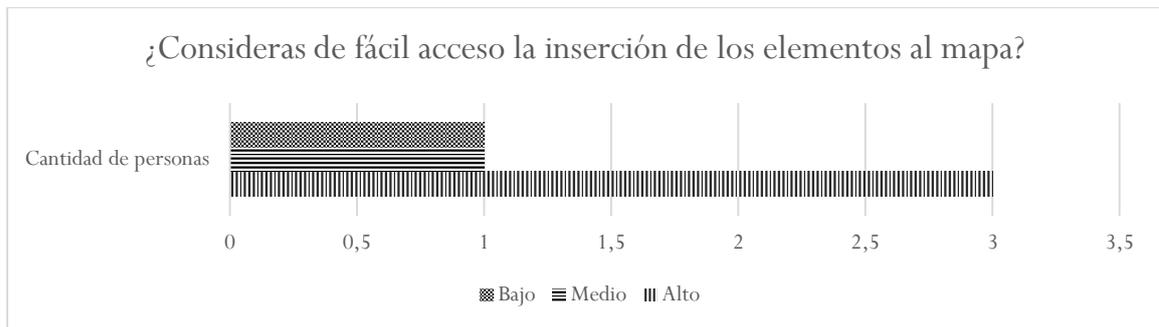


Fig. 16: Resultado de las prueba de usabilidad 4

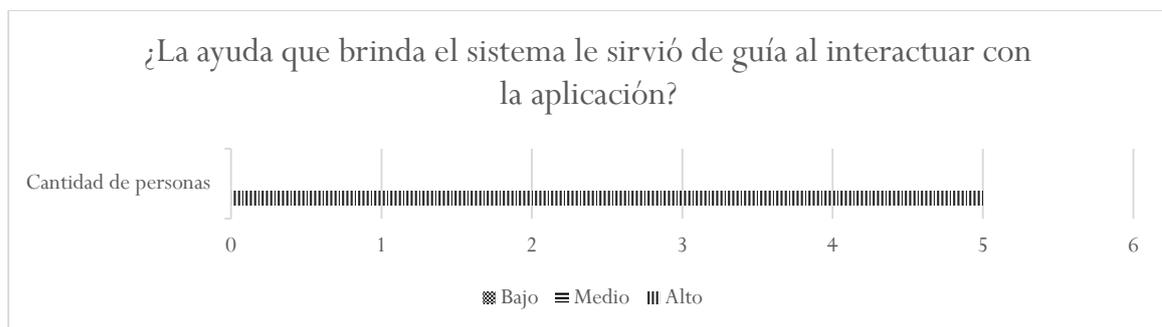


Fig. 17: Resultado de las prueba de usabilidad 5

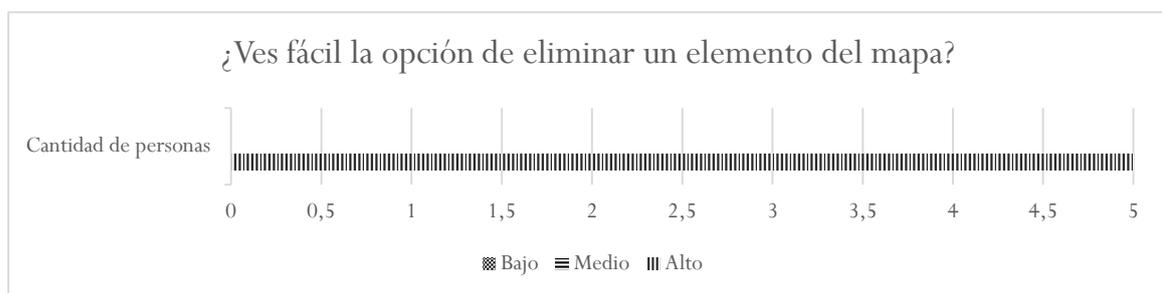


Fig. 18: Resultado de la prueba de usabilidad 6

## 3.3 Conclusiones

Con la realización de los flujos implementación y prueba se logró conocer la vista arquitectónica del sistema posibilitando al equipo de desarrollo un camino a seguir para su posterior implementación. Se identificó el estilo de codificación que será utilizado para el desarrollo del sistema, logrando de esta forma que en posteriores versiones sea más fácil y entendible la implementación del software. En la pruebas de calidad que se le realizaron al software se pudo apreciar la correcta validación de los campos de entrada en cada una de las interfaces y la usabilidad que estas presentan.

## Conclusiones Generales

Con la realización de la investigación:

- Se obtuvo un Sistema de Información Geografía para la Dirección de Servicios Generales de la Universidad de las Ciencias Informáticas, que permite representar espacialmente los servicios que se controlan en esta área.
- Las tecnologías y herramientas utilizadas para el desarrollo de la aplicación obedecen a criterios de selección de tecnologías libres y multiplataforma, de acuerdo con las políticas que impulsa la universidad y el país.
- La selección del patrón arquitectónico en capas permitió controlar la lógica del sistema en tres capas: presentación, lógica de negocio y acceso a datos; de este modo varias funciones del sistema pudieron utilizarse desde interfaces diferentes sin necesidad de realizar cambios en la lógica de la aplicación.
- El diseño de la aplicación se presenta de manera sencilla, fácil de usar, intuitiva y con balance visual de colores que proporcionan un entorno agradable al usuario final. Para su diseño fue utilizada la representación usada por los usuarios de la Dirección de Servicios Generales en los mapas analógicos.
- Todos los requisitos funcionales y no funcionales capturados en el momento correspondiente fueron debidamente implementados, cumpliendo de esta forma con las expectativas del cliente.
- El diseño de las pruebas de caja negra permitió validar los requisitos funcionales capturados y comprobar que el sistema realiza las acciones que debe realizar. Al aplicar las pruebas de usabilidad se concluye que no es necesario tener dominio pleno del negocio para interactuar satisfactoriamente con el sistema.

### Recomendaciones

Los autores de la presente investigación recomiendan:

1. Establecer un período de capacitación a los usuarios de la Dirección de Servicios Generales que utilizarán la herramienta.
2. Integrar el sistema GeoQ-DSG con el SIGUCI. Logrando de esta forma que la comunidad universitaria visualice los servicios que brinda la universidad, así como áreas de importancia como: las zonas de mayores riesgo epidemiológicos.

### Referencias Bibliográficas

**Álvarez, Manuel Marcos. 2012.** Tecnologías de la información. 2012.

**Bosque, Sendra. 1992.** Sistemas de Información Geográfica. Madrid: Rialp, 1992.

**Brokken, Frank B. 2012.** C++ Annotations. University of Groningen, 2012.

**Carda, L Jaime y Valdicia, C Gonzálo. 2007.** John Snow, la epidemia de cólera y el nacimiento de la epidemiología moderna. Chile : Pontificia Universidad Católica de Chile, 2007. Vol. 24. 0716-1018.

**Chang, Ki Chen. 2006.** Introduction to Geographic Information Systems. McGraw-Hill, 2006.

**Comas, y otros. 1993.** Fundamentos de los sistemas de información geográfica. 1993.

**Cornejo, José Enrique González. 2008.** Dorcirs. Dorcirs. [En línea] 2008. [Citado el: 20 de Febrero de 20014.] <http://www.docirs.cl/uml.htm>.

**Escobar, Sandor. 2011.** Sistema de Información Geográfica para automatizar la gestión de la distribución de las redes eléctricas en la Unión Nacional Eléctrica. La Habana, 2011.

**Espinosa, A.M. 2010.** Fundamentos del mapserver, Mapscript, PostGIS y su integración con el Cartoweb. 2010.

**Free Download Manager. 2007.** [En línea] marzo de 5 de 2007. [Citado el: 26 de abril de 2014.] [http://www.freedownloadmanager.org/es/downloads/Paradigma\\_Visual\\_para\\_UML\\_%28M%C3%8D%29\\_14720\\_p/](http://www.freedownloadmanager.org/es/downloads/Paradigma_Visual_para_UML_%28M%C3%8D%29_14720_p/).

**García, Sergio Jesús y Plasencia Crespo, Mileisys. 2007.** Sistema para la descarga y procesamiento automatizado de patentes. 2007.

**Garrett, Jesse James. 2004.** Ajax: A New Approach to Web Applications. San Francisco: Adaptive Path, 2004. 415-495-8270.

**Gianfelici, Esteban. 2008.** mapas y Mapas. [En línea] julio de 2008. [Citado el: 14 de 04 de 2014.] <http://www.mapasymapas.com.ar/el%20dato%20geografico.php>.

**Gabriel Ortiz. 2002.** Gabriel Ortiz. ¿Qué son los Sistemas de Información Geográfica ? [En línea] 12 de diciembre de 2002. [Citado el: 23 de marzo de 2014.] <http://www.gabrielortiz.com/index.asp?Info=012>.

**Guillaumet, A., Cellini, Andres y Coen, Fernando. Minería de Datos Espaciales. 2000.** Minería de Datos Espaciales. 2000.

**Gutiérrez, Ángel Luis Muñoz Nieto. 2006.** Teledetección: nociones y aplicaciones. 2006. -13 9788461116133.

**Ivar Jacobson, Grady Booch, James Rumbaugh. 2000.** El proceso unificado de desarrollo de software. Madrid : Pearson Educacion, 2000. 84-78829-036-2.

## Referencias Bibliográficas

- J Barlow, Whelten Bentley. 1996.** Análisis y diseño de Sistemas de Informaión. McGrow-Hill Interamericana, 1996. 9788480862523.
- Kiccillof, Carlos Reynoso and Nicolás. 2004.** Estilos y Patrones en la Estrategia de Arquitectura de Microsoft. 2004.
- Konstantin, Salitvech. 1981.** Cartografía. La Habana: Pueblo y Educación, 1981.
- Kruchten, Philippe. 2000.** The Rational Unified Process: An Introduction. Estados Unidos: Addison-Wesley, 2000. 0201707101.
- Larman, Craig. 2004.** UML y Patrones. Una introducción al análisis y diseño orientado a objetos y al proceso unificado. 2004.
- Manuel Torres Picazo, Antonio García Martín, Josefina García León. 2013.** gvSIG: Guía para el aprendizaje autónomo. España, 2013.
- Mascheroni, y otros.** Calidad de software e Ingenieria de Usabilidad. Universidad Nacional del Noroeste.
- Poratti, Gustavo Gabriel. 2004.** Redes. La guía de referencia total y definitiva. Buenos Aires, Argentina, 2004.
- Pressman, Roger S. 2005.** Ingeniería del Software. Un enfoque práctico. La Habana: Félix Varela, 2005. 970-105-473-3.
- Programación, Departamento de Sistemas Informáticos y. 1999.** Diseño de arquitecturas SW orientado a objetos. 1999. 1999.
- Rio, Jorge del. 2010.** Introduccion al tratamiento de datos espaciales en hidrología. 2010.
- Ronny, Yabar Aizcorbe. 2010.** Development with opengl and qt. 2010.
- Rosánigo, Zulema Beatriz. 2000.** Maximizando reuso en software para ingeniería estructural: Modelos y Patrones. Argentina, 2000.
- Rosas, Gonzalo. 2011.** Modelado del Negocio con UML. 2011.
- Rumbaugh. 2000.** El Proceso Unificado de Desarrollo. 2000.
- Rumbaugh, James. 2004.** El proceso unificado de desarrollo de software. La Habana: Félix Varela, 2004.
- Sendra, Joaquín Bosque. 2000.** Sistemas de Información Geográfica. 2000.
- Sergio Luis, María Ruiz Faudón. 2001.** Introducción a los Sistemas de Bases de Datos. México : Preason Educacion, 2001.

## Referencias Bibliográficas

**Taquiba, Alfonso y Sanchez, Javier. 2012.** Sistema de información geográfico para el comité integración territorial. 2012.

**Tool, PostgreSQL. 2013.** pgAdmin PostgreSQL Tool. pgAdmin PostgreSQL Tool. [En línea] 11 de 10 de 2013. [Citado el: 10 de Febrero de 2014.] <http://www.pgadmin.org>.

**Torres, Jairo Rafael Montoya. 2006.** Procedimiento Jerárquico basado en optimización y simulación para la gestión de vehículos en sistemas automatizados de manufactura. Colombia: Pontificia Universidad Javeriana, 2006. Vol. 10. 0123-2126.

**Vázquez, Jesús Palomar. 2008.** Programación en sistemas de información geográfica ArcObject VBA ArcGis desktop. Universidad Politécnica de Valencia, 2008. 9788483632604.

**VP.** Visual-paradigm. Visual-paradigm. [En línea] [Citado el: 23 de Diciembre de 2014.] <http://www.visual-paradigm.com>.