



**FACULTAD 10**

**MINISTERIO DEL INTERIOR**

# **Representación espacial de la información registrada en el Sistema ConTics utilizando herramientas de Oracle.**

**Autor**

Luis Armando Mariño Matamoros

**Tutor**

Cp. Frank David Garcés Presa

**Co-Tutor**

Ing. Alberto E. Ruiz Romero

Ciudad de la Habana, junio de 2009.

“Año de 50 aniversario del triunfo de la Revolución”



## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA**

Declaro ser el único autor del trabajo titulado: Representación espacial de la información registrada en el Sistema ConTics utilizando herramientas de Oracle, y autorizo a la Universidad de las Ciencias Informáticas los derechos patrimoniales de la misma, con carácter exclusivo.

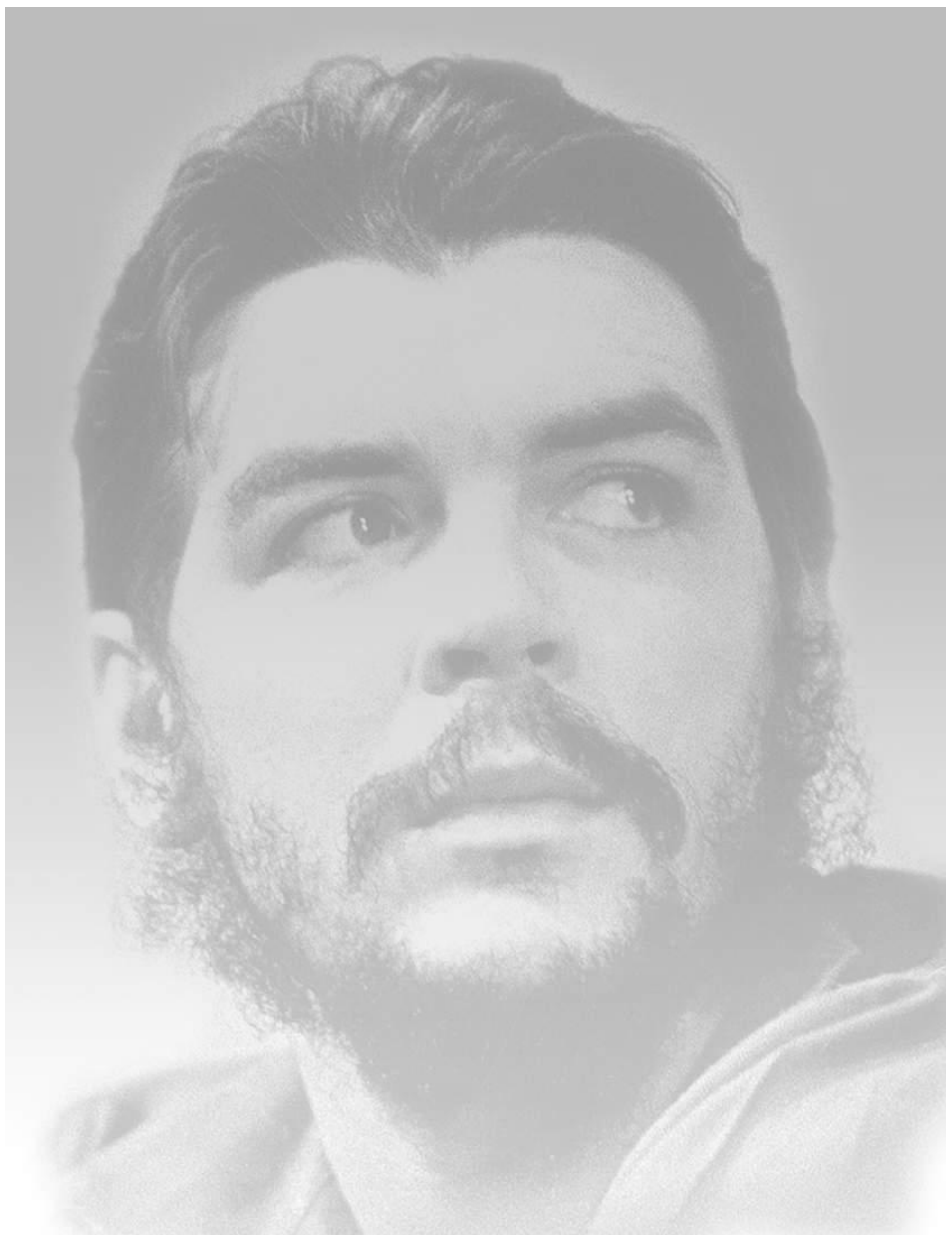
Para que así conste firmo la presente a los \_\_\_\_ días del mes de junio del año 2009.

**Luis Armando Mariño Matamoros**

**Frank David Garcés Presa**

\_\_\_\_\_  
Firma del Autor

\_\_\_\_\_  
Firma del Tutor



**"Seamos realistas y hagamos lo imposible".  
Ernesto "Che" Guevara**

## **DATOS DE CONTACTO**

**Ing. Frank David Garcés Presa:** Graduado de Ingeniería Eléctrica en la Universidad de Oriente en el año 1997, con más de 10 años de experiencia como analista de sistemas automatizados en el MININT y en la administración de redes y base de datos.

**Ing. Alberto E. Ruiz Romero:** Graduado de Ingeniería en Ciencias Informáticas en la Universidad de las Ciencias Informáticas en el año 2008.

## AGRADECIMIENTOS

*Agradezco a mi madre, por todos estos años de amor y sacrificio, por no rendirse nunca y ayudarme a realizar mis sueños aún cuando estos parecieran imposibles.*

*A mi abuelita, por creer siempre en mí, por demostrarme con su ejemplo que la lucha por las causas buenas y justas es eterna.*

*A mi papá, fuente principal de mi inspiración como soldado de nuestra eterna Revolución.*

*A mi novia, por todas sus enseñanzas, por su amor, por aguantarme en los peores momentos, por ser parte de mi vida.*

*A mi hermano y a mi prima, por ser comprensivos cuando los demás trataban de juntar lo poco que había para dármelo a mí.*

*A los muchachones de ConTics (Liu, Daliana, Reinier, Yerandy, Losada, Humberto) por todas las madrugadas que dedicamos juntos en las vacaciones para desarrollar el sistema y especialmente a mis tutores Frank, por su dedicación en todo momento a nuestro desarrollo intelectual y a Alberto por estar siempre con nosotros como un hermano mas.*

*A mis compañeros de grupo, porque fueron mi familia en esta inmensa universidad, por los buenos momentos que serán eternos.*

*A la UCI y al MININT, por darme la oportunidad de convertirme en un profesional preparado para defender nuestros principios socialistas y revolucionarios.*

*A nuestro Comandante en Jefe Fidel y a todos aquellos valerosos hombre y mujeres que dieron su vida para que hoy estemos disfrutando con orgullo el honor de ser cubanos, de ser los hombres del futuro.*

*A todos aquellos que han depositado su confianza en mí y me han ayudado a escalar esta gran montaña de retos.*

*A todos muchas gracias.*

**DEDICATORIA**

*A mi madre, por su amor y apoyo incondicional.*

*A mi Lily, por robarme mi corazón.*

*A mi abuela, por su sacrificio y ejemplo.*

*A mi padre, por ser mi principal inspiración.*

## **RESUMEN**

El presente trabajo de diploma trata sobre el desarrollo de una aplicación web capaz de representar espacialmente la información registrada en el Sistema para el Control de las Tecnologías de Informática y Comunicaciones en el MININT (ConTics). Este sistema fue implementado y soportado sobre las tecnologías y herramientas que propone Oracle para el manejo de información georreferenciada. Además está orientado por los principios que rigen un Sistemas de Información Geográfica (SIG), aprovechando las capacidades que estas tecnologías, en su conjunto, poseen para analizar y modelar eventos y fenómenos con el fin de resolver problemas complejos de planificación y gestión.

Como resultado de la investigación se obtuvo además un servicio web dirigido al procesamiento y representación espacial de información geográficamente referenciada.

**Palabras claves:** Sistemas de Información Geográfica, Representación Espacial, Oracle.



## **TABLA DE CONTENIDOS**

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	5
1.    Introducción.....	5
1.1.    ConTics. Sistema para el Control de las Tecnologías de Informática y Comunicaciones en el MININT. ....	5
1.2.    Sistemas de Información Geográfica. ....	6
1.2.1.    Definiciones comunes.....	7
1.2.2.    Tendencias Actuales.....	8
1.3.    Estado del arte de los Sistemas de Información Geográfica. ....	9
1.4.    Metodología a utilizar.....	14
1.4.1.    XP (Programación Extrema). ....	14
1.5.    Tecnologías y componentes actuales propuestos por Oracle. ....	16
1.5.1.    Oracle.....	16
1.5.2.    Tecnologías Espaciales.....	17
1.5.3.    MapView.....	19
1.5.4.    OracleMaps .....	20
1.5.5.    MapBuilder .....	20
1.6.    Lenguajes de programación.....	21
1.6.1.    Lenguaje script JavaScript.....	21
1.6.2.    Lenguaje de programación C#.....	22
1.7.    Otras tecnologías utilizadas. ....	22
1.7.1.    ASP .NET .....	22
1.7.2.    Frameworks ExtJS.....	23
1.7.3.    Servicios Web de Mapas .....	24
1.7.4.    Arquitectura Orientada a Servicios.....	24
1.8.    Otras herramientas a utilizar .....	26
1.8.1.    Microsoft Visual Studio 2005.....	26
1.8.2.    Toad for Oracle.....	26



1.9. Conclusiones.....	27
CAPITULO 2: PRESENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA.....	29
2. Introducción.....	29
2.1. Planificación.....	29
2.1.1. Alcance de la propuesta de solución.....	29
2.1.2. Prioridad.....	30
2.2. Historias de Usuario.....	30
2.3. Plan de Entregas.....	37
2.4. Plan de Iteración.....	38
2.5. Conclusiones.....	40
CAPÍTULO 3: CONSTRUCCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA.....	41
3. Introducción.....	41
3.1. Fase de Diseño.....	41
3.1.1. Simplicidad.....	41
3.1.2. Recodificación.....	42
3.1.3. Metáfora para el sistema.....	42
3.1.4. Soluciones Puntuales.....	46
3.2. Fase de Desarrollo o Implementación.....	47
3.2.1. Tareas de Ingeniería.....	49
3.2.2. Propuesta de Prototipo de Interfaz.....	58
3.2.3. Propuesta de Modelo de Datos.....	59
3.2.4. Requerimientos de software y hardware para el posterior despliegue del sistema SIG ConTics.....	60
3.2.5. Modelo de despliegue de la aplicación.....	62
3.3. Conclusiones.....	63
CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	64
4. Introducción.....	64
4.1. Pruebas del Sistema en XP.....	64
4.2. Conclusiones.....	70
CONCLUSIONES GENERALES.....	71
RECOMENDACIONES.....	72
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	73

BIBLIOGRAFÍA.....75  
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....79  
ANEXOS.....83

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Historia de Usuario Seleccionar Geometría.....	31
Tabla 2: Historia de Usuario Identificar Geometría.....	31
Tabla 3: Historia de Usuario Buscar Ubicación. ....	32
Tabla 4: Historia de Usuario Calcular Superficies y Medir Distancias.....	33
Tabla 5: Historia de Usuario Exportar Mapa.....	33
Tabla 6: Historia de Usuario Obtener Ayuda del Sistema.....	34
Tabla 7: Historia de Usuario Gestionar Capas. ....	34
Tabla 8: Historia de Usuario Generar Mapa. ....	35
Tabla 9: Historia de Usuario Filtrar Mapa.....	36
Tabla 10: Historia de Usuario Servicio Web de Mapas Temáticos. ....	36
Tabla 11: Plan de entregas. ....	37
Tabla 12: Plan de iteraciones.....	39
Tabla 13: Tarjeta CRC de la clase "Mapa". ....	45
Tabla 14: Tarjeta CRC de la clase "Capa". ....	45
Tabla 15: Tarjeta CRC de la clase "Objeto". ....	45
Tabla 16: Tarea de Ingeniería "Mostrar Capas Temáticas", HU_7. ....	50
Tabla 17: Tarea de Ingeniería "Gestionar Mapa Temático", HU_8.....	50
Tabla 18: Tarea de Ingeniería "Gestionar Mapa Puntual", HU_8.....	51
Tabla 19: Tarea de Ingeniería "Realizar Selección Puntual", HU_1. ....	51
Tabla 20: Tarea de Ingeniería "Realizar Selección de Superficies", HU_1.....	52
Tabla 21: Tarea de Ingeniería "Realizar la identificación de una ubicación", HU_2. ....	52

Tabla 22: Tarea de Ingeniería "Realizar identificación de una entidad en una ubicación", HU_2. ....	53
Tabla 23: Tarea de Ingeniería "Mostrar respuesta del buscador", HU_3. ....	53
Tabla 24: Tarea de Ingeniería "Calcular áreas y perímetros", HU_4. ....	54
Tabla 25: Tarea de Ingeniería "Medir Distancias", HU_4. ....	54
Tabla 26: Tarea de Ingeniería "Exportar mapa al formato PDF", HU_5.....	55
Tabla 27: Tarea de Ingeniería "Imprimir Mapa", HU_5. ....	55
Tabla 28: Tarea de Ingeniería "Mostrar Ayuda", HU_6.....	56
Tabla 29: Tarea de Ingeniería "Crear documentación técnica", HU_6.....	56
Tabla 30: Tarea de Ingeniería "Implementación del servicio web de mapas temáticos", HU_10. ....	57
Tabla 31: Prueba de Aceptación "Mostrar ubicaciones dentro de la selección con resultado", HU_1.....	66
Tabla 32: Prueba de Aceptación "Mostrar ubicaciones dentro de la selección sin resultado", HU_1.....	67
Tabla 33: Prueba de Aceptación "Mostrar ficha técnica", HU_2. ....	67
Tabla 34: Prueba de Aceptación "Búsqueda con criterio erróneo", HU_3. ....	68
Tabla 35: Prueba de Aceptación "Actualización dinámica de la ventana de resultados del buscador", HU_3. ....	68
Tabla 36: Prueba de Aceptación "Actualizar unidades de medidas del cálculo de distancias", HU_4. ....	69
Tabla 37: Prueba de Aceptación "Generar Mapa Temático Nacional", HU_8.....	69
Tabla 38: Prueba de Aceptación "Generar Mapa Temático Provincial", HU_8. ....	70

## INTRODUCCIÓN

El vertiginoso desarrollo de las TIC<sup>1</sup> es bien conocido ya que ha revolucionado la vida personal, social y comunitaria de todos los que les ha tocado vivir hoy; más aún, ha impuesto un nuevo ritmo a los actuales procesos de generación, manipulación y transferencia de la información, de manera que organizaciones gubernamentales, no gubernamentales, empresas públicas y privadas, entre otras instituciones, han buscado la manera de insertarse en algo que se ha tenido a bien en llamar “Informatización de la sociedad” con el objetivo de garantizar la respuesta efectiva a sus clientes o necesidades en el tiempo y la forma que supone este nuevo orden internacional de la información.

El Ministerio del Interior (MININT), no se ha quedado rezagado en este sentido, y para mejorar sus actividades organizativas, en la lucha diaria contra el delito y las ilegalidades, se sumó a la informatización de sus procesos y servicios, agilizando, a su vez, el desarrollo de la informatización de la sociedad. Para ello se impuso crear un medio mediante el cual fuera capaz de conocer con que recursos tecnológicos y que fuerza laboral cuenta hoy la institución.

El desarrollo de la versión 1.1 del Sistema para el Control de las Tecnologías de Informática y Comunicaciones en el MININT (ConTics), posee un módulo capaz de visualizar toda la información registrada en el mismo, a través de tablas y gráficas interactivas, las que tienen en cuenta como están distribuidos determinados recursos en las especialidades, provincias y áreas de forma general. Mucha de esta información posee datos geográficamente referenciados, los que se necesitan visualizar además, en mapas que puedan ofrecer información más detallada sobre dónde y cómo están distribuidos los recursos tecnológicos, ayudando así a resolver problemas complejos de planificación y gestión.

Teniendo en cuenta la situación antes expuesta, se plantea el siguiente **problema a resolver**: ¿Cómo representar espacialmente la información registrada en el Sistema ConTics utilizando herramientas de Oracle?

---

<sup>1</sup> *Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.*

La presente investigación tiene como **objeto de estudio**: el proceso de gestión y representación de la información geográficamente referenciada en el sistema ConTics, siendo el **campo de acción**: el proceso de gestión y visualización de la información georreferenciada almacenada en el sistema ConTics en el MININT de Cuba.

Para darle solución a la problemática expuesta anteriormente se traza como **objetivo general**: desarrollar una aplicación que permita representar espacialmente la información registrada en el Sistema ConTics utilizando herramientas de Oracle.

La **idea a defender** que se plantea es: El desarrollo de una aplicación para representar espacialmente la información registrada en el Sistema ConTics utilizando herramientas de Oracle, permitirá ubicar y resolver, con mayor precisión, problemas complejos de planificación y gestión.

Para dar cumplimiento al objetivo general se hace necesario desarrollar **tareas de investigación**, siendo estas:

- Entrevista a líderes de proyectos productivos que tengan relación con el tema.
- Realización de un estudio de los sistemas de información geográfica existentes.
- Estudio y análisis de la estructura de datos del sistema ConTics.
- Estudio de la tecnología Oracle Spatial<sup>2</sup>.
- Estudio del Mapviewer<sup>3</sup> como herramienta que propone Oracle para la gestión de mapas.
- Investigación de las arquitecturas de información relacionadas con los servicios de mapas.
- Desarrollo de una aplicación web que gestione la información a través de un servidor de mapas.
- Comprobar la eficacia del servicio de mapas.

Los métodos científicos que se abarcan en la investigación son los siguientes:

---

<sup>2</sup> Tecnología desarrollada por Oracle para la gestión de datos espaciales.

<sup>3</sup> Mapviewer es una herramienta de visualización basada en java que usa información de localización de las tecnologías desarrolladas por Oracle: Oracle Locator y Oracle Spatial, para construir y mostrar mapas.

## Métodos Teóricos

- Métodos de análisis y síntesis
- Método histórico-lógico

## Métodos Empíricos

- Entrevistas
- Realizaciones de encuestas

El método **histórico-lógico** se utilizó para investigar acerca de la historia de los Sistemas de Información Geográfica, es decir, todo lo referente a evolución y desarrollo, así como las aplicaciones informáticas que implementan esta tecnología, desarrolladas previamente, dentro del ámbito mundial, nacional, y en el MININT; de cómo se han perfeccionado en la medida que aumenta la complejidad de los sistemas informáticos.

El método de **análisis y síntesis**, se puso en práctica para encontrar la relación entre los conceptos involucrados en los SIG<sup>4</sup>, 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 del MININT, que sea efectiva principalmente para el sistema ConTics. Es decir analizar lo estudiado y sintetizar lo que se llevara a la práctica.

**Las entrevistas** fueron de gran ayuda para la investigación, ya que se entrevistaron a los líderes de los proyectos que siguen esta línea de investigación y se analizaron las posibles variantes que ellos ya han implementado; así como las ventajas y debilidades de sus sistemas, con respecto a la presente propuesta.

En la investigación se realizaron **encuestas** a los posibles usuarios sobre sus necesidades, para delimitar sobre esa base las principales funcionalidades y servicios de la aplicación; así como para la evaluación final del producto.

---

<sup>4</sup> *Sistemas de Información Geográficos (GIS en inglés).*

El presente trabajo procura abarcar parte de la evolución y estado actual de los SIG, así como también una propuesta de aplicación web que permita representar geográficamente la información registrada en el sistema ConTics mediante el empleo de herramientas que propone Oracle para este tipo de implementación. El mismo abarca cuatro capítulos que conforman todo el ciclo de vida de la investigación, estos son:

**Capítulo 1: Fundamentación teórica.** En el presente capítulo se analizan los principales conceptos relacionados con el tema de investigación, así como el surgimiento de los Sistemas de Información Geográfica, su clasificación y las características fundamentales los mismos. Además, se hará un estudio sobre soluciones propuestas en otros proyectos productivos que tienen como línea investigativa este tipo de sistema. También se analizarán las principales tecnologías, lenguajes de programación y herramientas que se utilizarán para la construcción de la solución, además de las ventajas que supone utilizarlas.

**Capítulo 2: Presentación de la solución propuesta.** Se describe propiamente la solución propuesta, se expondrá la dinámica del proyecto a través de historias de usuarios, prototipos de interfaz de usuario y otros modelos auxiliares; utilizando la metodología ágil de desarrollo de software XP<sup>5</sup>.

**Capítulo 3: Construcción de la solución propuesta.** Se presenta el diseño de la aplicación y se implementa la misma en función de la propuesta expuesta en el capítulo anterior.

**Capítulo 4: Análisis de resultados.** Para concluir la investigación se realizan y exponen variadas pruebas hechas al sistema, con el principal objetivo de evaluar el mismo ante las necesidades planteadas por el cliente y asegurar en gran medida los beneficios que reportará la aplicación.

---

<sup>5</sup> *eXtreme Programming (Programación Extrema en español).*



## **CAPITULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

### **1. Introducción**

En el presente capítulo se abordarán los temas referidos al aseguramiento teórico del resto de la investigación, se enunciarán los principales conceptos asociados al dominio o marco del problema, que permitan su mejor entendimiento y se profundizará en la situación problemática.

Además se describen todas las tecnologías que se utilizarán en la construcción de la aplicación en cuestión, se argumentan las principales tendencias actuales al desarrollar este tipo de aplicación, la metodología de desarrollo de software y los lenguajes de programación, sus principales características y ventajas, además las opiniones del autor de esta investigación en algunos casos.

#### **1.1. ConTics. Sistema para el Control de las Tecnologías de Informática y Comunicaciones en el MININT.**

ConTics es un sistema desarrollado en el Ministerio del Interior que persigue como objetivo principal crear un registro único y central de todas las Tecnologías de la Dirección de Informática y Comunicaciones, permitiendo tener un control integral de todos los medios TIC<sup>6</sup> a lo largo de todo su ciclo de vida útil; proporcionando además la información necesaria para la planificación financiera-material, sostenimiento, reposición, completamiento y desarrollo de las TIC, además para la supervisión tecnológica sobre los medios técnicos en explotación y finalmente para la evaluación del alcance de las TIC y el grado de penetración de las mismas.[1]

ConTics, en su primera versión, posee un módulo de estadísticas que muestra toda la información almacenada en el sistema a través de tablas y gráficas interactivas; estas ayudan al usuario que las consulta, a tomar

---

<sup>6</sup> Medios que pertenecen a las TIC.

decisiones más eficaces teniendo en cuenta como se distribuyen sus medios en diferentes ámbitos definidos por la institución. Pero un factor clave que no se tiene en cuenta es la componente espacial de esa información.

La representación de toda la información geográficamente referenciada en mapas, podrá sugerir al encargado del órgano, teniendo presente como están distribuidos sus medios tecnológicos en el espacio, como manejar determinados recursos en un área de poco acceso o manejar distancias reales para determinar si se pueden comunicar dos medios TIC del área de comunicaciones y saber cual es mejor según las particularidades de la zona geográfica; todo este proceso se podría efectuar, siempre auxiliándose de la información geográfica procedente de las fuentes encargadas y de la información del sistema ConTics.

## **1.2. Sistemas de Información Geográfica.**

Los Sistemas de Información Geográficos, forman parte del ámbito más extenso de los denominados “Sistemas de Información” (SI) que se pueden definir como un sistema (informático o no) que está diseñado para dar respuestas a preguntas no predefinidas de antemano. Por lo tanto, un SI incluye una base de datos, una base de conocimientos<sup>7</sup> y un sistema de interacción con el usuario. Los mismos elementos se pueden encontrar en la organización general de un sistema de información geográfica.

Un elemento muy relacionado con los SI, son los sistemas de apoyo a la decisión, que constituyen un paradigma y forman una herramienta especializada, aunque de utilidad más parcial, pero más potente. En ella los datos y la base de conocimientos se estructuran para servir de ayuda a la toma de decisiones, facilitando posibles contestaciones y simulaciones de lo que podría ocurrir en caso de adoptar esta o aquella postura. Los SIG son en algunos casos, simultáneamente, un sistema de información y un sistema de apoyo a la decisión.  
[2]

---

<sup>7</sup> *Conjunto de procedimientos de análisis y manipulación de datos.*

Un Sistema de Información Geográfica es un concepto, que utilizando medios informáticos genera el mapeo y el análisis de los elementos y eventos que ocurren en un lugar geográfico determinado. La tecnología SIG, integra operaciones comunes de bases de datos, tales como consultas y análisis estadísticos con los beneficios propios de la visualización y el análisis geográfico que ofrecen las cartografías.

Estas capacidades únicas, distinguen a los SIG de otros sistemas de información y los hacen más valiosos en las tareas de explicar eventos, predecir salidas y en la planificación de estrategias. [3]

### **1.2.1. Definiciones comunes**

No existe una definición consensuada de un Sistema de Información Geográfica. El término SIG se ha sido definido de decenas de formas diferentes sin existir un consenso claro sobre cuál es la más adecuada. Tiene varias acepciones y puede ser enfocado desde varios puntos de vista. Son múltiples las definiciones comúnmente aceptadas sobre lo que es un SIG, pudiéndose concebir éste, bajo varias perspectivas.

En la publicación titulada “Principios de los sistemas de información geográfica”, su autora cita diferentes definiciones agrupadas por autores de publicaciones y libros referentes al tema. Algunas de estas se exponen a continuación:

- Los SIG como cajas de herramientas. En este caso se destaca su valor utilitario, ejemplo: “... un potente conjunto de herramientas para recolectar, almacenar, recuperar a voluntad, transformar y presentar datos espaciales procedentes del mundo real...”.
- Los SIG como base de datos, ejemplo: “... un caso especial de Sistema de Información en el que la Base de Datos consiste en observaciones sobre elementos, actividades o sucesos distribuidos espacialmente que se pueden definir en el espacio como puntos, líneas o áreas. Un SIG manipula los datos sobre puntos, líneas y áreas, recuperando los datos para preguntas ad-hoc<sup>8</sup> y análisis...”.

---

<sup>8</sup> *En sentido amplio, ad hoc puede traducirse como «específico» o «específicamente».*

- Los SIG como entidad Organizadora orientada a los Sistemas de Soporte a la Toma de Decisiones en la solución de problemas complejos de Planificación y Gestión, ejemplo: "... un Sistema de Ayuda a la Decisión que integra datos referenciados espacialmente en un contexto de solución de problemas..." [4]

Una definición más completa es la ofrecida por el National Center for Geographic Information and Analysis of USA (NCGIA), 1990: "Un sistema de hardware, software y procedimientos elaborados para facilitar la obtención, gestión, manipulación, análisis, modelado, representación y salida de datos espacialmente referenciados para resolver problemas complejos de planificación y gestión". [5]

Actualmente las diferentes definiciones de SIG se basan en el software, los datos, las comunidades SIG o al hecho de trabajar con SIG.

### **1.2.2. Tendencias Actuales**

La implementación de los SIG tiene una gran actualidad científica por ser una de las tecnologías de avanzada a nivel mundial, donde lo novedoso consiste en la recopilación, organización, análisis y salida de diferentes informaciones espaciales y alfanuméricas de fácil manipulación para los usuarios.

El activo mercado de los Sistemas de Información Geográfica se ha traducido en una reducción de costes y mejoras continuas en los componentes de hardware y software de los sistemas. Esto ha provocado que el uso de esta tecnología haya sido asimilada por universidades, gobiernos, empresas e instituciones que lo han aplicado a sectores como los bienes raíces, la salud pública, la criminología, la defensa nacional, el desarrollo sostenible, los recursos naturales, la arqueología, la ordenación del territorio, el urbanismo, el transporte o la logística entre otros.

### **1.3. Estado del arte de los Sistemas de Información Geográfica.**

Se considera que el primer SIG tuvo su origen en Canadá con el nombre de Sistema de Información Geográfica Canadiense en el año 1964. El sistema fue realizado para el Ministerio de Agricultura de Canadá a fin de servir como apoyo para la realización del inventario y planeamiento de la ocupación del suelo en grandes zonas de este país. Otros sistemas fueron:

- 1967 - El Sistema de Información de Recursos Naturales y Uso de la Tierra de Nueva York, EEUU.
- 1969 - El Sistema de Información de Manejo de la Tierra en Minnesota, EEUU.
- 1971 - El Sistema de Superposición de Información de Polígono, EEUU. [6]

En general la tendencia fue empezar con SIG muy específicos, teniendo en cuenta las necesidades de instituciones públicas.

En la década de los noventa hay una expansión del uso de los SIG, estos comenzaron a difundirse al nivel del usuario doméstico debido a la generalización de los ordenadores personales o microordenadores. A finales del siglo XX principio del XXI el rápido crecimiento en los diferentes sistemas se consolidó, restringiéndose a un número relativamente reducido de plataformas. Los usuarios comenzaron a exportar el concepto de visualización de datos SIG a Internet, lo que ha requerido una estandarización de formato de los datos y de normas de transferencia.

Más recientemente, ha habido una expansión en el número de desarrollos de software SIG de código libre, los cuales, al contrario software comercial, suelen abarcar una gama más amplia de sistemas operativos, permitiendo ser modificados para llevar a cabo tareas específicas, pero, la mayoría, sin un soporte sólido y certificado de explotación en materia de hardware y software; además en estos SIG de código abierto, es posible en mayor medida la ausencia de algunas funciones básicas que si brindan los comerciales.

Las expectativas creadas sobre los SIG están también presentes en nuestro país con sus correspondientes limitaciones y paradojas.

En Cuba en los últimos años se han realizando importantes esfuerzos en el proceso de informatización de la sociedad. Dentro del mismo se ha desarrollando la Infraestructura de Datos Espaciales de la República de Cuba (IDERC), tarea que fue coordinada por la Oficina Nacional de Hidrografía y Geodesia (ONHG) del Ministerio de las Fuerzas Armadas Revolucionarias (MINFAR) y por el Ministerio de la Informática y las Comunicaciones (MIC), con el objetivo de abarcar las políticas, tecnologías, estándares y recursos humanos necesarios para el acceso a los datos espaciales a nivel nacional en función de la toma de decisiones económicas, políticas y sociales, y del desarrollo sostenible. [7]

En septiembre de 2005 fue aprobado el Acuerdo 5535 de la Secretaria del Consejo de Ministros y de su Comité Ejecutivo, referente a la creación de la Comisión Nacional de la Infraestructura de Datos Espaciales de la República de Cuba (CIDERC), comisión permanente inter-organismos encargados de proveer datos espaciales fundamentales, temáticos asociados y decisores de políticas.

Estos pasos agigantados han sido los que han marcado en gran medida el impulso que se le ha dado al país en materia de soporte a las aplicaciones SIG. Este tipo de aplicaciones han estado presente en Cuba desde un poco antes, cuando se comenzaron las importaciones de SIG comerciales procedentes principalmente de los EEUU.

Ante la imposibilidad de obtener SIG comerciales por el bloqueo económico y otros problemas de licencia fundamentalmente, se creó el Sistema de Información Geográfica de Cuba (SIGC). Este tenía una estructura compleja que algunos han llamado “SIG Frankenstein”, no obstante, sus 15 módulos funcionaban perfectamente, obteniéndose resultados prácticos importantes en el Instituto de Geografía Tropical. Con el transcurso del tiempo y debido a la existencia de otros potentes Sistemas de Información Geográfica, el primer SIG cubano quedó obsoleto.

En la década de los noventa llegó a Cuba otro SIG de formato raster, cuando se inició el auge de las computadoras personales. El IDRISI, en su primera versión para D.O.S, fue utilizado por algunos pocos especialistas del Instituto de Ecología y Sistemática (Academia de Ciencias de Cuba). Ya en el año 2005 este SIG era poco empleado en nuestro país.

En esos tiempos la Facultad de Geografía de la Universidad de La Habana recibió la donación de un SIG llamado ILWIS, desarrollado en Holanda. En el presente, el ILWIS es utilizado por unos pocos especialistas cubanos que recibieron adiestramiento en el ITC<sup>9</sup> de Holanda y que incluso tienen sus licencias de operación.

Cuba recibió además otros SIG como el ATLAS GIS, proveniente de México a mediados de los noventa. La versión 3.01 del Atlas GIS para Windows (AGISW) también fue una donación de científicos foráneos amigos aunque se utilizó realmente poco pues ya a mediados de los noventa se introdujo y se diseminó rápidamente entre los especialistas el MapInfo, que no era un SIG potente, comparado con otros en ese entonces, pero era muy amigable y relativamente fácil de manejar.

En la década del noventa en nuestro país se deseaba tener un propio Sistema de Información Geográfica; de esta forma surgió el TELEMAT, el único SIG diseñado, creado y producido en Cuba por especialistas del antiguo Instituto Cubano de Hidrografía, una institución que hoy forma parte de GEOCUBA. Este SIG fue un módulo para el análisis espacial y se denominó Telemat/GIS como parte de un “Software para las Geociencias”.

En su momento fue muy utilizado porque permitía convertir archivos tipo raster a vectorial y viceversa, además de facilitar la unión exacta de las imágenes. Fue un logro de los técnicos cubanos, pero con el inconveniente de que requería una llave de usuario para su operación y además era poco compatible con otros SIG, en la actualidad es muy posible que ya no se trabaje con él.

Actualmente en el país se utiliza el MapServer<sup>10</sup>, para desarrollar SIG con licencias no propietarias; otros siguen sobre la línea del ArcGIS Desktop y ArcGIS Server, productos del ArcGIS, muy demandado a nivel mundial. [8]

---

<sup>9</sup> *Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences.*

<sup>10</sup> *Servidor de Mapas de código abierto muy utilizado a nivel mundial por la Comunidad de Software Libre.*

A partir de la década de los años 90 viene generalizándose en los órganos del MININT la utilización de los SIG, para esencialmente aprovechar de manera más eficaz la información que se recopila, registra y analiza por los distintos órganos que garantizan la Seguridad del Estado y el Orden Interior; pues la gran mayoría de esta posee, al menos, una componente espacial que no se considera en el momento en que se plantean diferentes escenarios.

Fundamentalmente el software utilizado ha sido el MapInfo que de forma general, se ha empleado para la representación de información espacial. No obstante, existen aplicaciones automatizadas que aprovechan en cierta medida las posibilidades analíticas de los SIG, como el Mapa de la Criminalidad instalado desde hace varios años en la Unidad de Patrullas de Ciudad de La Habana.

También existe un sistema automatizado denominado “Análisis Map”, que actualmente opera con algunos tipos de información, fundamentalmente de los órganos del orden interior y la Dirección Tropas Guardafronteras, que presenta posibilidades analíticas. Otro sistema muy utilizado por la especialidad Tropas Guardafronteras, es el SAREN, que permite controlar en tiempo real el espacio marítimo cubano.

La División de Tránsito de conjunto con la Facultad de Geografía de la Universidad de La Habana desarrolló un trabajo para georreferenciar los datos sobre accidentes del tránsito en la capital y la aplicación del análisis espacial a esta información.

Como parte de la modernización tecnológica del enfrentamiento (Tarea 20 X 50), se ha estado trabajando para dotar al MININT de una plataforma digital de mapas en red y para crear las condiciones que posibiliten georreferenciar la información contenida en las distintas bases de datos. Este trabajo permitirá en un futuro no muy lejano organizar e implementar la infraestructura espacial de datos del MININT y la aplicación de técnicas propias de los SIG para explicar fenómenos, simular hechos y apoyar la gestión y planificación de los recursos del ministerio, entre otros factores de gran importancia.

En la labor que se realiza para lograr este objetivo, ha estado participando un grupo del área de Investigación y Desarrollo de la Unidad Docente de Informática Operativa (UDIO), creada de conjunto por el Instituto



Superior Politécnico “José Antonio Echeverría” y el Ministerio del Interior, para asegurar la cooperación organizada y estable de profesores y alumnos junto a oficiales del MININT, en interés del desarrollo científico técnico aplicado. [2]

En la UDIO, se ha formado un grupo de desarrollo de SIG muy importante para el establecimiento de la IDE<sup>11</sup> del MININT; el mismo ha desplegado un conjunto importantes de herramientas para brindar soporte y despliegue a aplicaciones SIG sobre la familia de productos ArcGIS primordialmente.

En el presente, este grupo, no ha desarrollado aplicaciones orientadas a la web, que resolverían en gran medida parte de la problemática planteada en la investigación. El software propuesto por ArcGIS y sobre el cual está comenzando el desarrollo de productos web en la UDIO es el ArcGIS Server, que no forma parte de la propuesta de Oracle para implementar aplicaciones SIG, por lo que no se tiene en cuenta en esta investigación.

En el marco del desarrollo de los SIG, se creó en el MININT el Grupo Ministerial para la organización e implementación de la infraestructura espacial de datos. Entre las posibles misiones de este grupo, se encuentran:

- Determinar los requerimientos informativos de la infraestructura espacial de datos para los distintos órganos del MININT.
- Definir el empleo de la infraestructura espacial de datos en los procesos de trabajo, los métodos de su utilización y la organización de su ejecución.
- Establecer las necesidades de preparación, en cuanto a personal, acciones a desarrollar y su alcance.
- Realizar propuestas a los desarrolladores de la infraestructura espacial de datos para contribuir a una organización e implementación más funcional y ajustada a las necesidades de los órganos y a los posibles métodos de su empleo. [8]

---

<sup>11</sup> En este caso se refiere a *Infraestructura de Datos Espaciales*.

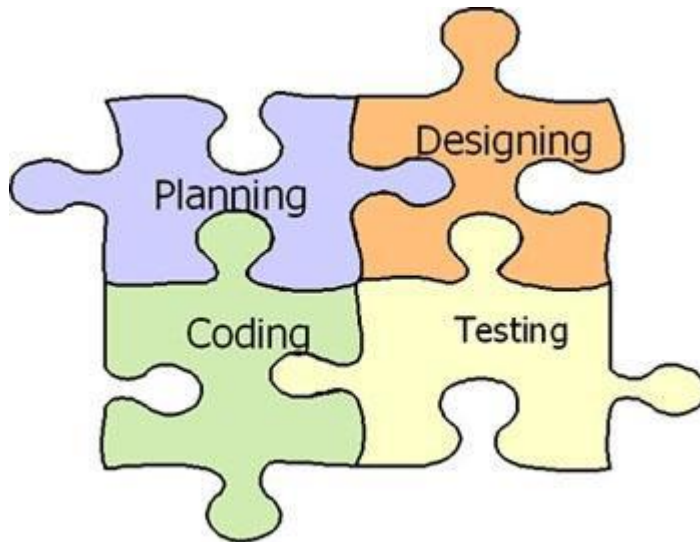
Por la utilidad, desarrollo y aplicación de los SIG para el propio ministerio, fue concebido el Geoportal del MININT; un sitio web ubicado en la Intranet ministerial que abarca artículos, foros, videos y otros materiales sobre el tema. Posee además como servicios especiales, mapas de la base de datos nacional y un visor web con las imágenes satelitales de Cuba. [9]

#### **1.4. Metodología a utilizar.**

Las metodologías de desarrollo de software son un conjunto de procedimientos, técnicas y ayudas a la documentación para el desarrollo de productos software. Son el marco de trabajo de la ingeniería de software usada para estructurar, planificar y controlar el proceso de desarrollo en sistemas de información. En estas se van indicando paso a paso todas las actividades a realizar para lograr el producto informático deseado, también qué personas deben participar en el desarrollo de las actividades y qué papel deben tener. Además detallan la información que se debe producir como resultado de una actividad y la información necesaria para comenzarla. Actualmente existen muchas propuestas de metodologías que están caracterizadas en distintas tendencias de desarrollo de software, a continuación se exponen las principales características de la metodología Programación Extrema.

##### **1.4.1. XP (Programación Extrema).**

Es una de las metodologías de desarrollo de software más exitosas en la actualidad utilizada para proyectos de corto plazo y de pequeños equipos de desarrollo. Esta metodología utiliza una programación rápida o extrema, cuya particularidad es tener como parte del equipo al usuario final, este es uno de los requisitos para llegar al éxito del proyecto. Se basa en realimentación continua entre el cliente y el equipo de desarrollo, comunicación fluida entre todos los participantes, simplicidad en las soluciones implementadas y coraje para enfrentar los cambios. XP se define como especialmente adecuada para proyectos con requisitos imprecisos y muy cambiantes, y donde existe un alto riesgo técnico.



**Figura # 1:** Fases de la metodología XP.

XP está regida por las historias de usuarios, las mismas son escritas por el cliente y describen escenarios sobre el funcionamiento del software, que no solo se limitan a las Interfaces Gráficas de Usuarios (GUI, siglas en inglés) sino también puede describir el modelo y el dominio. A partir de las historias y de la arquitectura perseguida se crea un plan de liberaciones (releases) entre el equipo de desarrollo y el cliente. Para cada liberación se discutirán los objetivos de la misma con el representante del cliente y se definirán las iteraciones (de pocas semanas de duración). El resultado de cada iteración es un programa que se transmite al cliente para que lo juzgue.

En base a su opinión se definen las siguientes iteraciones del proyecto y si el cliente no está satisfecho se adaptará el plan de liberaciones e iteraciones hasta que el cliente de su aprobación cuando el software sea de su agrado.

Las HU<sup>12</sup> y los casos de pruebas son la base sobre la que se asienta el trabajo del desarrollador. Se sigue un diseño evolutivo con la siguiente premisa: conseguir la funcionalidad deseada de la forma más sencilla posible.

---

<sup>12</sup> *Historias de Usuarios.*

Este diseño evolutivo hace que no se le dé apenas importancia al análisis como fase independiente, puesto que se trabaja exclusivamente en función de las necesidades del momento. [10]

### **1.5. Tecnologías y componentes actuales propuestos por Oracle.**

La esencia de un SIG está constituida por una base de datos geográfica o base de datos espacial, como se le conoce también. Una base de datos espacial (Spatial Database en el idioma inglés) es un tipo de sistema administrador de bases de datos que maneja colecciones de datos acerca de objetos localizados en una determinada área de interés en la superficie de la tierra, organizados en una forma tal que puede servir eficientemente a una o varias aplicaciones. El espacio establece un marco de referencia para definir la localización y relación entre objetos. El que normalmente se utiliza es el espacio físico que es un dominio manipulable, perceptible y que sirve de referencia. [11]

#### **1.5.1. Oracle**

Oracle es un sistema de administración de base de datos (o RDBMS por el acrónimo en inglés de Relational Data Base Management System), desarrollado por Oracle Corporation. Es básicamente una herramienta cliente/servidor para la gestión de bases de datos principalmente considerándose como uno de los sistemas de bases de datos más completos. [12]

Como principales características destaca su seguridad al garantizar la autenticidad apropiada de los usuarios y la privacidad e integridad de los datos, su estabilidad y alta disponibilidad al soportar efectivamente ambientes mixtos de carga de trabajo caracterizados por actividades simultáneas de consulta y actualización, escalabilidad para soportar un gran número de usuarios y cargas de trabajo de alto volumen de transacciones.

También posee lectura de multiversión sin bloqueo, siempre proporciona a los usuarios resultados consistentes, al mismo tiempo que no penaliza al rendimiento en la actividad concurrente de actualización, además actualmente es multiplataforma.

En el manejo de los datos espaciales es líder mundial, entre otros factores por el soporte tecnológico que brinda a otras empresas. También posee herramientas y tecnologías propias para la implementación de aplicaciones SIG. Cumple con la mayoría de los estándares actuales relacionados con el tratamiento y actualización de la información geográfica, como el OpenGIS<sup>13</sup>, y maneja múltiples formatos de datos espaciales. Combina las mejores herramientas GIS al mantener inversiones en este campo con las principales empresas.

### 1.5.2. Tecnologías Espaciales

Oracle posee 2 tecnologías para el tratamiento de los datos espaciales y las mismas se utilizarán en la aplicación, ellas son:

#### ➤ Oracle Locator

Incluido en la base de datos Oracle (desde la edición 8i), soporta el dato para manejo de geometrías. Entre sus principales características están la propiedad de indexación espacial R-Tree<sup>14</sup>, los operadores de relación espacial, funciones para cálculos de distancia, área y longitud, acceso SQL (estándar, abierto) a operaciones espaciales, tratamiento completo de datos geodésicos, soporte para transacciones largas y transformación de coordenadas de forma explícita.

---

<sup>13</sup> Consorcio sin ánimo de lucro formado por organizaciones públicas y privada creado en 1994 y cuyo fin es la definición de estándares abiertos e interoperables dentro de los Sistemas de Información Geográfica. Persigue acuerdos entre las diferentes empresas del sector que posibiliten la interoperación de sus sistemas de geoprocésamiento y facilitar el intercambio de la información geográfica en beneficio de los usuarios

<sup>14</sup> R-Tree o R-árboles son estructuras de datos de tipo árbol similares a los árboles-B, con la diferencia de que se utilizan para métodos de acceso espacial, es decir, para indexar información multidimensional.

➤ **Oracle Spatial**

Incluido en la base de datos Oracle en las ediciones para Empresas (Enterprise Edition). Spatial incluye capacidades espaciales avanzadas para apoyar el uso de las aplicaciones GIS, servicios basados en localización y sistemas de información espaciales de la empresa.

Disfruta de todas las características de Locator y además posee más de 400 funciones espaciales, tales como centroide y funciones de agregado, soporte para el tipo de dato GeoRaster<sup>15</sup>, modelo de datos de red, un potente motor geocoding<sup>16</sup> para el tratamiento de los códigos geográficos, funciones avanzadas de análisis espacial y modelamiento en 3 dimensiones (3D) de los datos. [11]

Vale destacar 4 ventajas fundamentales de forma más detallada, estas, entre otras muchas, la convierten en la tecnología más conveniente para desarrollar SIG, a pesar de su alto costo de adquisición.

- Almacenamiento versátil de la información georreferenciada: permitiendo el mantenimiento de los datos en todos los sistemas de referencia estándar (UTM ED50, WGS84, ETRS89, etc.)
- Metadatos: cada tabla espacial posee su correspondiente metadato donde se indica, entre otra información relevante, el sistema de referencia, el bounding box<sup>17</sup> y la precisión espacial de la capa representada.
- Acceso eficiente a la información: el mantenimiento automático de índices espaciales optimiza la recuperación de la información geográfica atendiendo a criterios espaciales.
- Motor de Análisis y Procesamientos: Oracle Spatial posee un potente módulo de geoprocetamiento que incluye un extenso catálogo de operaciones espaciales, tanto de análisis como de procesamiento de la información (transformación de sistema de referencia, cálculos de área, intersecciones entre diferentes objetos, unión y diferencia de elementos, etc.) [13]

---

<sup>15</sup> *GeoRaster es el formato de datos espaciales para imágenes raster georreferenciadas.*

<sup>16</sup> *Geocoding es el proceso de asociar referencias geográficas, tales como direcciones y códigos postales, a coordenadas de la localización (longitud y latitud).*

<sup>17</sup> *Llamado el rectángulo de limitación mínimo, o MBR. Es el rectángulo de aproximación mínima de una geometría.*

### 1.5.3. MapViewer

Como servidor de mapas, Oracle propone a MapViewer, un componente de Oracle Application Server<sup>18</sup> que proporciona potentes servicios de visualización de datos geoespaciales. Este además muestra la información geoespacial de diversas fuentes, entre ellas, Oracle Database, Oracle Spatial, SIG de las empresas de servicios públicos y sitios Web externos sobre geomática<sup>19</sup> que pueden accederse a través de servicios Web.

Se puede usar específicamente para:

- Crear mapas adaptados al cliente que muestren características tales como carreteras, áreas urbanas, tuberías y otras redes de transportes.
- Mostrar en mapas elementos como frontera de la nación, de las comunidades o locales.
- Visualizar datos de negocio (población demográfica, volúmenes de ventas...) para retratar y explorar relaciones que pueden expresarse mejor gráficamente en mapas geográficos.
- Complementar el flujo de trabajo de las aplicaciones, proporcionando interacción con los datos de los mapas.

Mapviewer fue desarrollado para simplificar la creación de aplicaciones que interpretan y presentan datos de localización como parte de aplicaciones de negocio en Internet e inalámbricas. Es posible más control en la imagen e interacción de la aplicación con el mapa a través de clientes Java APIs<sup>20</sup> que soportan interacción en los mapas como zoom, localización y el recentrado. [14]

En el MININT se han desarrollado algunos sistemas de información con capacidad de representación espacial soportados sobre este servidor de mapas, por lo que se puede afirmar que existe experiencia en el uso de este componente del Servidor de Aplicaciones de Oracle. Además los desarrolladores y usuarios de estos sistemas

---

<sup>18</sup> *Servidor de Aplicaciones de Oracle.*

<sup>19</sup> *Es la ciencia y tecnología que trata de la recopilación, análisis, interpretación, distribución, uso y almacenamiento de la información geográfica.*

<sup>20</sup> *Applications Programming Interface (Interfaz de Programación de Aplicaciones en español).*

han expresado total conformidad con el mismo, principalmente por las diferentes APIs que Mapviewer ofrece y su compatibilidad con otras aplicaciones SIG, a pesar de estas últimas tienen algunos años de implementadas, pues cumple con los principales estándares de transferencia y manipulación de datos geográficos.

#### **1.5.4. OracleMaps**

OracleMaps es el nombre de una librería en JavaScript que tiene la cualidad de poder acceder a información geoespacial almacenada en bases de datos espaciales a través del servidor de mapas MapViewer, es además una suite de tecnologías para el desarrollo interactivo de alto rendimiento basado en la Web de las aplicaciones de mapeo al estilo Google Maps. Esta se incluye con OracleAS<sup>21</sup> MapViewer.

Posee muchas funcionalidades enfocadas principalmente a ofrecer comodidad tanto a los programadores, cuando implementan aplicaciones SIG, como a los usuarios finales por la cantidad de eventos que reconoce ante las acciones del mouse o del propio teclado. Su cualidad más importante es la rapidez con que responde las peticiones y visualiza el mapa, esta se debe a la tecnología de almacenamiento en caché de los mapas que genera, permitiendo al servidor acceder directamente a las imágenes correspondientes que conforman el mapa, evitando el acceso innecesario al servidor de base de datos espacial. [14]

#### **1.5.5. MapBuilder**

MapBuilder es una herramienta de apoyo desarrollada por Oracle, que viene embebida en su propio servidor de mapas. Esta le permite crear, modificar y eliminar estilos, temas, y mapas que sirven como base. Por ejemplo, puede introducir la información sobre el diseño de un nuevo estilo de línea, ver una vista previa del estilo, modificar su modelo, si lo desea, y luego guardar su definición de estilo en la base de datos.

---

<sup>21</sup> *Oracle Application Server.*



La herramienta utiliza la información que se ha introducido para generar el documento XML<sup>22</sup> correspondiente con la definición y enviarlo a la base de datos geográfica, evitando al programador de la base de datos conformar y ejecutar las distintas consultas que se necesitaría para que esta información quede almacenada correctamente. [14]

## **1.6. Lenguajes de programación.**

En el desarrollo de la aplicación se utilizarán diferentes lenguajes como son:

### **1.6.1. Lenguaje script JavaScript.**

JavaScript es un lenguaje de scripts desarrollado por Netscape para incrementar las funcionalidades del lenguaje HTML<sup>23</sup>. Se utiliza embebido en el código HTML, entre las tags (etiquetas) <script> y </script>. Sus características más importantes son:

- Es un lenguaje interpretado, es decir, no requiere compilación. El navegador del usuario se encarga de interpretar las sentencias JavaScript contenidas en una página HTML y ejecutarlas adecuadamente.
- El modelo de objetos de JavaScript está reducido y simplificado, pero incluye los elementos necesarios para que los scripts puedan acceder a la información de una página y puedan actuar sobre la interfaz del navegador.
- Cuando un usuario acciona sobre un enlace o mueve el puntero sobre una imagen se produce un evento. Mediante JavaScript se pueden desarrollar scripts que ejecuten acciones en respuesta a estos eventos. En este caso actúa como un lenguaje orientado a eventos.

---

<sup>22</sup> *Lenguaje de Marcas Ampliable (por su nombre en inglés, Extensible Markup Language).*

<sup>23</sup> *Lenguaje de Marcas de Hipertexto (por su nombre en inglés, HyperText Markup Language).*

### **1.6.2. Lenguaje de programación C#.**

C# es el nuevo lenguaje de programación incluido por la Microsoft en la plataforma.NET. Es el mejor adaptado y creado exclusivamente para el trabajo sobre la plataforma porque en el Framework están programadas todas las clases. Según Microsoft, C# es “un lenguaje de programación con la potencia de C, la productividad de Visual Basic y la elegancia de Java”. Si analizamos un código escrito en C# se puede observar su similitud con el lenguaje Java, pero a su vez posee la sintaxis utilizada en C++ e incorpora determinadas características que lo hacen muy potente (como la sobrecarga de operadores) combinada con la sencillez y facilidad de Visual Basic que lo hace muy productivo.

### **1.7. Otras tecnologías utilizadas.**

Además de las tecnologías utilizadas según las propuestas por Oracle, se utilizan otras para complementar la aplicación.

#### **1.7.1. ASP .NET**

Es la última versión de la tecnología ASP pero no es una versión aumentada de esta, sino que es enteramente una nueva tecnología para el lado del servidor. Construye las clases de programación de .NET Framework, lo que proporciona un modelo de aplicación Web con un conjunto de controles e infraestructura que facilitan la generación de aplicaciones Web.

Incluye un conjunto de controles que encapsulan elementos comunes de interfaz de usuario de HTML, como cuadros de texto, botones y cuadros de lista. Sin embargo, dichos controles se ejecutan en el servidor Web, y representan la interfaz de usuario en el explorador como HTML. En el servidor, los controles exponen un modelo de programación orientado a objetos que proporciona la riqueza de la programación orientada a objetos al desarrollador Web.

También proporciona servicios de infraestructura, como la administración de estado y el reciclaje de procesos, que reduce aún más la cantidad de código que debe escribir el desarrollador y aumenta la confiabilidad de la aplicación. Asimismo, ASP.NET utiliza estos mismos conceptos para permitir a los desarrolladores la entrega de software como un servicio.

Al utilizar características de Servicios Web XML, los desarrolladores de ASP.NET pueden escribir su lógica empresarial y utilizar la infraestructura de ASP.NET para entregar ese servicio a través de SOAP<sup>24</sup>. [15]

Entre las características nuevas que incluye con respecto a ASP están:

- Soporta los mejores lenguajes.
- Controles programables.
- Componentes basados en XML.
- Autenticación de usuarios con cuentas y roles.
- Alta escalabilidad.
- Código compilado.
- Fácil configuración y despliegue.

### **1.7.2. Frameworks ExtJS.**

ExtJS es un Framework Javascript desarrollado para crear interfaces de usuarios agradables. Posee una gran cantidad de componentes para la realización de aplicaciones web, Entre los cuales se encuentran: los objetos de tipo Grid, Windows, Form, Panel, Menús entre otros. [16]

Además permite incorporar a las aplicaciones otros framework como es el caso de Prototype y Scriptaculous. Esto brinda la facilidad de extender el campo de desarrollo al utilizar los componentes implementados por estos otros frameworks. ExtJS nos permite un intercambio de datos con el servidor Web a través de la

---

<sup>24</sup> *Simple Object Access Protocol.*

Tecnología AJAX<sup>25</sup> utilizando JSON<sup>26</sup> o XML para la transmisión de datos, logrando una mayor velocidad en dicho proceso. Al final ExtJS fue diseñado para facilitar la programación que se lleva a cabo en el lado del cliente y disminuir los tiempos de desarrollo que se empleaban para la programación de interfaces de Usuarios.

### **1.7.3. Servicios Web de Mapas**

Los Servicios Web de Mapas o Web Map Services (WMS) definidos por el Open Geospatial Consortium (OGC) producen mapas de datos espaciales referidos de forma dinámica a partir de información geográfica. Este estándar internacional define un "mapa" como una representación de la información geográfica en forma de un archivo de imagen digital conveniente para la exhibición en una pantalla de ordenador. Un mapa no consiste en los propios datos. Los mapas producidos se generan normalmente en un formato de imagen como PNG, GIF o JPEG, y ocasionalmente como gráficos vectoriales en formato SVG (Scalable Vector Graphics) o WebCGM (Web Computer Graphics Metafile). [17]

### **1.7.4. Arquitectura Orientada a Servicios**

La Arquitectura Orientada a Servicios (SOA en inglés), es un concepto de arquitectura de software que define la utilización de servicios para dar soporte a los requerimientos de software del usuario. Al contrario de las arquitecturas orientado a objetos, las SOAs están formadas por servicios de aplicación débilmente acoplados y altamente interoperables. [18]

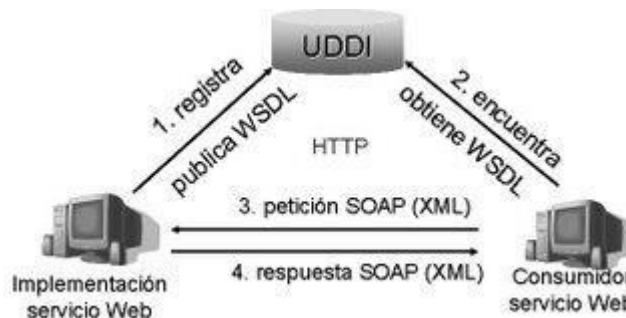
Los Servicios Web se han convertido en el estandarte de SOA, ya que esta tecnología posee un conjunto de características que permiten cubrir todos los principios de la orientación a servicios. [19]

---

<sup>25</sup> Unión de varias tecnologías que juntas pueden lograr cosas realmente impresionantes. Es el acrónimo de Asynchronous JavaScript + XML.

<sup>26</sup> Notación de Objetos JavaScript (por su nombre en inglés, JavaScript Object Notation).

La definición de la interfaz encapsula las particularidades de una implementación, lo que la hace independiente del fabricante, del lenguaje de programación o de la tecnología de desarrollo. Con esta arquitectura, se pretende que los componentes software desarrollados sean muy reusables, ya que la interfaz se define siguiendo un estándar. En la figura, se presenta la estructura básica de funcionamiento de un SOA tradicional.



**Figura # 2:** Estructura básica de funcionamiento de un SOA.

En el gráfico anterior, se puede observar la existencia de tres roles claramente diferenciados: Cliente del servicio: Es el que solicita la ejecución del servicio web, y por lo tanto el que lo consume. Proveedor del servicio: Es el encargado de implementar el servicio web y ofrecerlo a los clientes. Registro del servicio: Es un repositorio donde se almacenan las descripciones de los servicios, para que así los clientes puedan buscar el servicio web que mejor se adapte a sus necesidades.

La secuencia de ejecución es la siguiente: 1. El proveedor del servicio da de alta el servicio web en el registro. Para realizar esto, el proveedor almacena en el registro el documento de descripción de este. 2. El solicitante del servicio busca en el registro un servicio web que pueda adaptarse a sus necesidades. 3. Una vez seleccionado el servicio, el solicitante lo invoca mediante el envío de un mensaje SOAP, en el cual se indica la acción a realizar y los datos de entrada. 4. El servicio web recibe la petición y ejecuta la funcionalidad. Para finalizar envía un mensaje SOAP al solicitante con los resultados obtenidos.

## **1.8. Otras herramientas a utilizar.**

Para simplificar el desarrollo de la aplicación se utilizaron otras herramientas como el IDE<sup>27</sup> Microsoft Visual Studio 2005 y el Sistema Administrador de Bases de Datos Toad, en su versión para Oracle.

### **1.8.1. Microsoft Visual Studio 2005.**

Microsoft Visual Studio es un entorno de desarrollo integrado (IDE) de Microsoft para sistemas operativos Windows. Soporta varios lenguajes de programación y tecnologías tales como Visual C# y ASP.NET. Visual Studio permite a los desarrolladores crear aplicaciones Web ASP.NET, Servicios Web XML, aplicaciones de escritorio y aplicaciones móviles. Visual Basic, Visual C++, Visual C# y Visual J# utilizan el mismo entorno de desarrollo integrado (IDE), que les permite compartir herramientas y facilita la creación de soluciones en varios lenguajes. Asimismo, dichos lenguajes aprovechan las funciones de la plataforma .NET, que ofrece acceso a tecnologías clave para simplificar el desarrollo de aplicaciones Web ASP y Servicios Web XML. [15]

### **1.8.2. Toad for Oracle.**

Toad for Oracle es una poderosa herramienta de bajo costo que facilita y acelera el desarrollo de bases de datos y aplicaciones mientras simplifica las tareas cotidianas de administración. Ofrece funciones específicas para hacerlo más productivo que nunca. Mejora la productividad con toda la funcionalidad que se necesita para generar y ejecutar consultas, crear y modificar objetos de la base de datos y desarrollar y depurar código SQL y PL/SQL. Incluso las tareas cotidianas tales como importación/exportación de datos, comparación de esquemas y actualización de estadísticas se realizan con mayor rapidez y facilidad. Ofrece integración con

---

<sup>27</sup> *Integrated Development Environment (Entorno de Desarrollo Integrado en español).*

Knowledge Xpert™<sup>28</sup> para incorporar la experiencia en bases de datos Oracle de reconocidos expertos en bases de datos.

También ayuda a incrementar la calidad de sus aplicaciones de bases de datos. Las funciones de afinación SQL integrada y la revisión automática de código PL/SQL brindan a los usuarios de todos los niveles la experiencia necesaria para generar código de calidad. [20]

### **1.9. Conclusiones.**

Los Sistemas de Información Geográfica no aportan soluciones por sí mismos, sin embargo poseen la capacidad de transformar datos, con los que cuenta cualquier organización, en información, incorporando además la dimensión geográfica, lo que los convierte en una herramienta eficaz para los tomadores de decisión a la hora de plantear escenarios, graficar particularidades, sacar conclusiones, y de esa manera trazar lineamientos o políticas a seguir.

La suite de herramientas propuestas por Oracle para el desarrollo de aplicaciones SIG es poderosísima y eficiente para el rápido despliegue de la aplicación propuesta en esta investigación.

MapViewer proporciona al desarrollador de aplicaciones web un medio versátil para integrar y visualizar gran cantidad de datos en mapas, en los que se pueden apreciar además de los propios datos temáticos, las relaciones espaciales que existen entre los mismos, todo a través de sus APIs; en este caso se utilizará OracleMaps.

Además la base de datos espacial para gestionar los datos de los mapas geográficos es compatible 100 por ciento con el servidor de mapas. Esto oculta la complejidad de tener que eliminar incompatibilidades de

---

<sup>28</sup> *Es un completo recurso técnico en línea que ofrece respuesta al 80 por ciento de las preguntas técnicas diarias formuladas por los usuarios sin la necesidad de realizar búsquedas en manuales, libros o recursos de Internet. Viene incluido con la instalación de la herramienta.*

servidores de mapas y servidores de bases de datos de diferentes proveedores, que no cumplan con los estándares de implementación de sistemas de información geográfica.



## **CAPITULO 2: PRESENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA**

### **2. Introducción.**

En el presente capítulo se mostrará la solución del producto final, además se expondrá la dinámica del proyecto a través de historias de usuarios, prototipos de interfaz de usuario y otros modelos auxiliares; utilizando la metodología ágil XP.

#### **2.1. Planificación.**

En la metodología XP se define entre otras fases, la de planificación. La misma da inicio al proceso de desarrollo de software. Como premisa de la planificación se identifican las historias de usuarios (HU), al mismo tiempo el equipo de desarrollo se familiariza con las herramientas, tecnologías y prácticas que se utilizarán en la construcción de la aplicación Web.

##### **2.1.1. Alcance de la propuesta de solución.**

Como propuesta de solución se presentará una aplicación Web, soportada sobre bases de datos Oracle, la cual se desarrollará con los lenguajes Javascript, haciendo uso del framework Ext.JS y la API OracleMaps del servidor de mapas Mapviewer, y C#, debido a sus potencialidades sobre la plataforma .NET.

Debido al tiempo disponible para desarrollar el módulo se decidió utilizar una metodología de desarrollo de software ágil, siendo XP la escogida, por ser entre otros factores una de las más conocidas y aplicadas a proyectos de mediano alcance. XP se basa en la simplicidad, la comunicación y la realimentación o reutilización del código desarrollado.

La aplicación propuesta será capaz de representar espacialmente toda la información almacenada en el sistema ConTics. Además contará con algunas funcionalidades básicas, propias de un SIG, como selección de objetos geométricos dentro de un área determinada, búsquedas de ubicaciones físicas, cálculos de superficies; todas con el objetivo de ayudar al usuario a realizar un mejor análisis sobre la información.

### 2.1.2. Prioridad

En el desarrollo de la aplicación se realizan varias historias de usuarios, de las cuales se consideran con más prioridad las pertenecientes a las funcionalidades: “*Gestionar Capas*” y “*Generar Mapas*”.

## 2.2. Historias de Usuario.

Las Historias de Usuario reflejan una breve descripción del comportamiento del sistema, además emplean terminología del cliente sin lenguaje técnico, se realiza una por cada característica principal del sistema, se emplean para hacer estimaciones de tiempo y para el plan de lanzamientos, reemplazan un gran documento de requisitos y presiden la creación de las pruebas de aceptación.

A continuación se muestran y describen las diferentes historias de usuarios que están presentes en la aplicación y algunos prototipos de interfaz de usuarios, además se relacionan la prioridad que tienen y los usuarios responsables de desarrollar cada una.

<b>Historia de Usuario</b>	
<b>Número:</b> HU_1	<b>Nombre Historia de Usuario:</b> Seleccionar Geometría.
<b>Modificación de Historia de Usuario Número:</b>	
<b>Usuario:</b> Usuario	<b>Iteración Asignada:</b> 3

<b>Prioridad en Negocio:</b> Alta (Alta / Media / Baja)	<b>Puntos Estimados:</b> 1
<b>Riesgo en Desarrollo:</b> Media (Alta / Media / Bajo)	<b>Puntos Reales:</b> 1
<b>Descripción:</b> La presente historia de usuario tiene como objetivo permitir al usuario seleccionar información de las capas del mapa que sean seleccionables, esta selección pueden ser: puntuales, radiales, rectangulares y poligonal.	
<b>Observaciones:</b> Depende del filtro global y las entidades seleccionadas en la capa temática.	

**Tabla 1: Historia de Usuario Seleccionar Geometría.**

Historia de Usuario	
<b>Número:</b> HU_2	<b>Nombre Historia de Usuario:</b> Identificar Geometría
<b>Modificación de Historia de Usuario Número:</b>	
<b>Usuario:</b> Usuario	<b>Iteración Asignada:</b> 3
<b>Prioridad en Negocio:</b> Alta (Alta / Media / Baja)	<b>Puntos Estimados:</b> 1
<b>Riesgo en Desarrollo:</b> Bajo (Alta / Media / Bajo)	<b>Puntos Reales:</b> 1
<b>Descripción:</b> La presente historia de usuario tiene como objetivo permitir al usuario obtener información de las entidades geográficas presentes en el mapa, que sean seleccionables. Esta identificación puede ser realizada sobre una ubicación, un elemento de la capa o una entidad declarada única en determinado espacio.	
<b>Observaciones:</b> Se debe tener visualizada en el mapa al menos una entidad geográfica.	

**Tabla 2: Historia de Usuario Identificar Geometría.**

Historia de Usuario	
<b>Número:</b> HU_3	<b>Nombre Historia de Usuario:</b> Buscar Ubicación
<b>Modificación de Historia de Usuario Número:</b>	
<b>Usuario:</b> Usuario	<b>Iteración Asignada:</b> 4
<b>Prioridad en Negocio:</b> Alta (Alta / Media / Baja)	<b>Puntos Estimados:</b> 2
<b>Riesgo en Desarrollo:</b> Media (Alta / Media / Bajo)	<b>Puntos Reales:</b> 2
<b>Descripción:</b> La presente historia de usuario permite al usuario buscar y visualizar información de ubicaciones.	
<b>Observaciones:</b> Se utilizará el buscador en textos del sistema ConTics.	

**Tabla 3: Historia de Usuario Buscar Ubicación.**

Historia de Usuario	
<b>Número:</b> HU_4	<b>Nombre Historia de Usuario:</b> Calcular Superficies y Medir Distancias.
<b>Modificación de Historia de Usuario Número:</b>	
<b>Usuario:</b> Usuario	<b>Iteración Asignada:</b> 5
<b>Prioridad en Negocio:</b> Media (Alta / Media / Baja)	<b>Puntos Estimados:</b> 2
<b>Riesgo en Desarrollo:</b> Media (Alta / Media / Bajo)	<b>Puntos Reales:</b> 2
<b>Descripción:</b> La presente historia de usuario permite al usuario calcular distancias entre 2 puntos, a través	

de trazos en el mapa, o la selección de un área determinada mediante herramientas geométricas que pueden ser: una circunferencia, un rectángulo o un polígono.

**Observaciones:**

**Tabla 4: Historia de Usuario Calcular Superficies y Medir Distancias.**

Historia de Usuario	
<b>Número:</b> HU_5	<b>Nombre Historia de Usuario:</b> Exportar Mapa
<b>Modificación de Historia de Usuario Número:</b>	
<b>Usuario:</b> Usuario	<b>Iteración Asignada:</b> 6
<b>Prioridad en Negocio:</b> Alta (Alta / Media / Baja)	<b>Puntos Estimados:</b> 1
<b>Riesgo en Desarrollo:</b> Media (Alta / Media / Bajo)	<b>Puntos Reales:</b> 1
<b>Descripción:</b> La presente historia de usuario tiene como objetivo permitir al usuario exportar un mapa o vista de éste, a un fichero en formato pdf. Incluye además la configuración de la página y demás elementos para garantizar la posterior impresión.	
<b>Observaciones:</b>	

**Tabla 5: Historia de Usuario Exportar Mapa.**

Historia de Usuario	
<b>Número:</b> HU_6	<b>Nombre Historia de Usuario:</b> Obtener Ayuda del Sistema
<b>Modificación de Historia de Usuario Número:</b>	
<b>Usuario:</b> Usuario	<b>Iteración Asignada:</b> 6

<b>Prioridad en Negocio:</b> Media (Alta / Media / Baja)	<b>Puntos Estimados:</b> 1
<b>Riesgo en Desarrollo:</b> Bajo (Alta / Media / Bajo)	<b>Puntos Reales:</b> 1
<b>Descripción:</b> La presente historia de usuario tiene como objetivo permitir al usuario obtener ayuda del funcionamiento del sistema. Incluye además la generación de la leyenda de forma dinámica.	
<b>Observaciones:</b> Cuando se visualicen nuevas entidades geográficas en el mapa la leyenda deberá actualizarse.	

**Tabla 6: Historia de Usuario Obtener Ayuda del Sistema.**

Historia de Usuario	
<b>Número:</b> HU_7	<b>Nombre Historia de Usuario:</b> Gestionar Capas
<b>Modificación de Historia de Usuario Número:</b>	
<b>Usuario:</b> Usuario	<b>Iteración Asignada:</b> 1
<b>Prioridad en Negocio:</b> Alta (Alta / Media / Baja)	<b>Puntos Estimados:</b> 2
<b>Riesgo en Desarrollo:</b> Media (Alta / Media / Bajo)	<b>Puntos Reales:</b> 2
<b>Descripción:</b> La presente historia de usuario tiene como objetivo permitir al usuario visualizar las capas disponibles en la aplicación pudiendo ocultar, superponer y eliminar las mismas.	
<b>Observaciones:</b>	

**Tabla 7: Historia de Usuario Gestionar Capas.**

Historia de Usuario	
<b>Número:</b> HU_8	<b>Nombre Historia de Usuario:</b> Generar Mapa
<b>Modificación de Historia de Usuario Número:</b>	
<b>Usuario:</b> Usuario	<b>Iteración Asignada:</b> 2
<b>Prioridad en Negocio:</b> Alta (Alta / Media / Baja)	<b>Puntos Estimados:</b> 3
<b>Riesgo en Desarrollo:</b> Alta (Alta / Media / Bajo)	<b>Puntos Reales:</b> 3
<b>Descripción:</b> La presente historia de usuario tiene como objetivo permitir al usuario construir dinámicamente los distintos tipos de mapas que pueden ser temáticos o puntuales.	
<b>Observaciones:</b>	
<b>Prototipo de Interfaz:</b> Ver los anexos # 1 y # 2.	

**Tabla 8: Historia de Usuario Generar Mapa.**

Historia de Usuario	
<b>Número:</b> HU_9	<b>Nombre Historia de Usuario:</b> Filtrar Mapa.
<b>Modificación de Historia de Usuario Número:</b>	
<b>Usuario:</b> Usuario	<b>Iteración Asignada:</b> 7
<b>Prioridad en Negocio:</b> Alta (Alta / Media / Baja)	<b>Puntos Estimados:</b> 1
<b>Riesgo en Desarrollo:</b> Media (Alta / Media / Bajo)	<b>Puntos Reales:</b> 1
<b>Descripción:</b> La presente historia de usuario tiene como objetivo permitir al usuario filtrar todas las	

operaciones que desarrollará sobre el Mapa, personalizando de esta manera la información que se visualizará.

**Observaciones:** En el filtro se visualizan los valores de los parámetros según el rol del usuario previamente autenticado en el sistema ConTics.

**Prototipo de Interfaz:** Ver anexo # 3.

**Tabla 9: Historia de Usuario Filtrar Mapa.**

<b>Historia de Usuario</b>	
<b>Número:</b> HU_10	<b>Nombre Historia de Usuario:</b> Servicio Web de Mapas Temáticos.
<b>Modificación de Historia de Usuario Número:</b>	
<b>Usuario:</b> Usuario	<b>Iteración Asignada:</b> 7
<b>Prioridad en Negocio:</b> Alta (Alta / Media / Baja)	<b>Puntos Estimados:</b> 2
<b>Riesgo en Desarrollo:</b> Alta (Alta / Media / Bajo)	<b>Puntos Reales:</b> 2
<b>Descripción:</b> La presente historia de usuario tiene como objetivo crear un servicio web que permitirá a la aplicación y a otros sistemas informáticos, consumirlo y obtener mapas temáticos.	
<b>Observaciones:</b>	

**Tabla 10: Historia de Usuario Servicio Web de Mapas Temáticos.**



### 2.3. Plan de Entregas.

Una vez que se concluye la tarea por parte del cliente de elaborar las distintas historias de usuario, se comienza con la creación del Plan de Entregas.

El mismo se hace con la intención de que los programadores obtengan una estimación de dicha historia en cuanto al nivel de detalle, o sea, para fijar el período de tiempo que se puede tardar en la implementación de una historia, o para determinar si el grado de dificultad es mínimo, en este caso la historia pasa a formar parte de otra.

Orden de Historia de Usuario.	1ra lt. (03-03)	2da lt. (18-03)	3ra lt. (09-04)	4ta lt. (24-04)	5ta lt. (08-05)	6ta lt. (23-05)	7ma lt (13-06) <sup>29</sup>
HU_1.			0.1				
HU_2.			0.2				
HU_3.				0.3			
HU_4.					0.4		
HU_5.						0.5	
HU_6.						0.6	
HU_7.	0.7						
HU_8.		0.8					
HU_9.							0.9
HU_10.							1.0

Tabla 11: Plan de entregas.

<sup>29</sup> Fecha propuesta para entregar la correspondiente HU, todas son del año 2009.

#### **2.4. Plan de Iteración.**

En esta sesión se define el plan de iteraciones para realizar las entregas intermedias y la entrega final, el mismo tiene como entrada la relación de Historias de Usuario definidas previamente. Para colocar una historia en cada iteración se tiene en cuenta la prioridad definida por el cliente para dicha Historia. Como resultado de la priorización de Historias se llegó a la siguiente planificación:

Iteración	Descripción de la iteración	HU	Duración total
Iteración 1	En esta iteración se desarrollará la interfaz que permitirá gestionar las distintas capas disponibles en el mapa.	HD_7	10/02/09- 24/02/09
Iteración 2	En esta iteración se desarrollarán las interfaces y funcionalidades, que permitirán al usuario generar y gestionar los distintos tipos de mapas.	HD_8	25/02/09- 18/03/09
Iteración 3	En esta iteración se desarrollarán las herramientas para seleccionar puntos y superficies, además de las distintas interfaces para obtener información de un objeto geométrico presente en el mapa.	HD_1, HD_2	19/03/09- 09/04/09
Iteración 4	En esta iteración se desarrollarán las funcionalidades que permitirán al usuario hacer búsquedas de ubicaciones físicas.	HD_3	10/04/09- 24/04/09
Iteración 5	En esta iteración se desarrollarán las funcionalidades que permitirán al usuario medir distancias y calcular determinadas superficies presentes en el mapa.	HD_4	25/04/09- 08/05/09
Iteración 6	En esta iteración se implementarán las funcionalidades que permitirán exportar los mapas y mostrar la ayuda. Además se obtendrá la documentación del sistema.	HD_5, HD_6	09/05/09- 23/05/09
Iteración 7	En esta iteración se implementará el filtro aplicable a todas las operaciones realizadas en el mapa y se desarrollará el servicio web para generar mapas temáticos.	HD_9, HD_10	24/05/09- 13/06/09

**Tabla 12: Plan de iteraciones.**

## **2.5. Conclusiones**

En el presente capítulo se realizó la planificación del proyecto, para lograr este objetivo se establecieron las historias de usuario y el plan de entrega de las mismas. La planificación de iteraciones se hizo teniendo en cuenta la prioridad de cada historia de usuario y las dependencias existentes entre las principales funcionalidades.

Como resultado, la fase de planificación arrojó que el sistema en su primera versión, podría estar listo y completamente funcional a mediados del mes de Junio del presente año.

## **CAPÍTULO 3: CONSTRUCCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA**

### **3. Introducción**

En el presente capítulo se abordarán todos los aspectos relacionados con el diseño e implementación del sistema. Se expondrán las metáforas del sistema, tarjetas CRC, soluciones puntuales, funcionalidad mínima y reciclaje, todos ellos encargados de realizar el desarrollo del diseño de la presente investigación según la propuesta de metodología utilizada.

También se detallarán las tareas de desarrollo para cada una de las historias de usuarios elaboradas por el cliente, haciendo más fácil y detallada la implementación de la aplicación.

#### **3.1. Fase de Diseño**

##### **3.1.1. Simplicidad**

La metodología XP hace especial énfasis en los diseños simples y claros. Los conceptos más importantes de diseño en esta metodología son los siguientes:

Un diseño simple se implementa más rápidamente que uno complejo. Por ello XP propone implementar el diseño más simple posible que funcione. Se sugiere nunca adelantar la implementación de funcionalidades que no correspondan a la iteración en la que se esté trabajando.

### **3.1.2. Recodificación**

La recodificación consiste en escribir nuevamente parte del código de un programa, sin cambiar su funcionalidad, a los efectos de hacerlo más simple, conciso y entendible.

Muchas veces, al terminar de escribir un código de programa, pensamos que, si lo comenzáramos de nuevo, lo hubiéramos hecho en forma diferente, más clara y eficientemente. Sin embargo, como ya está terminado y “funciona”, rara vez es reescrito.

La metodología de XP sugiere recodificar cada vez que sea necesario. Si bien, puede parecer una pérdida de tiempo innecesaria en el plazo inmediato, los resultados de ésta práctica tienen sus frutos en las siguientes iteraciones, cuando sea necesario ampliar o cambiar la funcionalidad. La filosofía que se persigue es, como ya se mencionó, tratar de mantener el código más simple posible que implemente la funcionalidad deseada.

### **3.1.3. Metáfora para el sistema.**

La metáfora del sistema en XP es algo que todos entienden, sin necesidad de mayores explicaciones, dicha metodología sugiere utilizar este concepto como una manera sencilla de explicar el propósito de la aplicación y guiar la estructura y arquitectura de la misma.

La metáfora del sistema permite generar una explicación común por parte de los desarrolladores, analistas e incluso el personal que trabaje en la aplicación, además genera un concepto común acerca de los términos que se manejarán en cuanto a los nombres y definiciones de la aplicación a implementar.

Es muy importante que el cliente y el grupo de desarrolladores estén de acuerdo y compartan esta “metáfora”, para que puedan dialogar en un “mismo idioma”. Una buena metáfora debe ser fácil de comprender para el cliente y a su vez debe tener suficiente contenido como para que sirva de guía a la arquitectura del proyecto.

La importancia de la asignación de un nombre determinado a cualquier objeto o parte de la aplicación radica en la comprensión por parte de los usuarios, quedando explícito en el nombre asignado la intención de la aplicación realizada.

### 3.1.3.1. Definición de términos

A continuación se muestran los distintos nombres asignados a objetos o partes de la aplicación:

- ✓ **SIG ConTics:** Nombre que adopta la aplicación en desarrollo, llevada a cabo en la presente investigación.
- ✓ **Mapa:** Es una representación reducida, generalizada y matemáticamente determinada, de la superficie terrestre sobre un plano, en la cual 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.
- ✓ **Entidad Geográfica:** Nombre que se le asigna a los objetos presentes en el mapa, estos pueden ser una capa, ubicación o una región del mapa.
- ✓ **Entidad:** Concepto que define a un conjunto de medios técnicos que están relacionados funcionalmente y que se encuentran en explotación.
- ✓ **Ubicación:** Lugar en el que está ubicado algo. Es un dato georreferenciado en el mapa, en el que se encuentran medios técnicos y recursos.

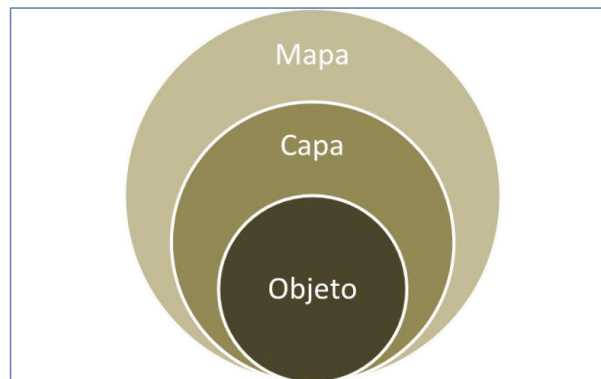
### 3.1.3.2. Tarjetas CRC (Cargo o clase, Responsabilidad y Colaboración)

Para el desarrollo exitoso de la aplicación y para poder diseñar el sistema como un equipo, el mismo debe cumplir con tres principios: Cargo o Clase, Responsabilidad y Colaboración (CRC).

Las tarjetas CRC representan un objeto y permiten desprenderse del método de trabajo basado en procedimientos, así como trabajar con una metodología basada en objetos, además dichas tarjetas permiten que el equipo completo contribuya en la tarea del diseño.

El nombre de la clase se coloca a modo de título en la tarjeta, las responsabilidades se colocan a la izquierda, y las clases que se implican en cada responsabilidad a la derecha, en la misma línea que su requerimiento correspondiente.

La aplicación SIG ConTics contiene una única pantalla con diferentes menús, en dicha pantalla interactúan varios objetos, de esta forma el sistema está formado por las siguientes clases:



**Figura # 3:** Clases presentes en la aplicación.

**Clase:** Mapa.

Responsabilidades	Clases relacionadas
Crear Mapa.	
Modificar Mapa.	Capa, Objeto.
Adicionar Capa.	Capa.
Listar Capas.	Capa.



Obtener Capa.	Capa.
Modificar Capa.	Capa, Objeto.
Eliminar Capa.	Capa, Objeto.
Adicionar Objeto.	Capa, Objeto.
Obtener Objeto.	Capa, Objeto.
Eliminar Objeto	Capa, Objeto.

**Tabla 13: Tarjeta CRC de la clase "Mapa".**

**Clase:** Capa.

Responsabilidades	Clases relacionadas
Crear Capa.	
Modificar Capa.	
Eliminar Capa.	
Adicionar Objeto.	Objeto.
Obtener Objeto.	Objeto.
Eliminar Objeto.	Objeto.

**Tabla 14: Tarjeta CRC de la clase "Capa".**

**Clase:** Objeto.

Responsabilidades	Clases relacionadas
Adicionar Objeto.	
Obtener Objeto.	
Eliminar Objeto.	

**Tabla 15: Tarjeta CRC de la clase "Objeto".**

### **3.1.4. Soluciones Puntuales.**

Un SIG almacena información sobre el mundo como una colección de modelos temáticos (capas) que se relacionan por la geografía y detallan claramente fenómenos complejos inapreciables en otros tipos de gráficos. Es importante aclarar que un SIG no es un sistema automático de toma de decisiones, sino que es una herramienta para consultar, analizar y modelar los datos como soporte a este proceso.

SIG ConTics se pondrá por primera vez en producción en, a lo sumo, unos 4 meses, antes de estar completamente terminado, con el principal objetivo de estudiar la conformidad del usuario final, conociendo si le es útil el software como herramienta de soporte para la toma de decisiones. Las sucesivas versiones serán más frecuentes.

#### **3.1.4.1. No se añadirá funcionalidad en las primeras etapas.**

Se debe evitar añadir funcionalidades que en un momento dado no se necesiten, aun incluso cuando se sabe exactamente cómo implementar. Es decir, hay que centrarse en la tarea que se ha fijado para ese momento y hacerla de la mejor forma posible. Hay que programar lo que se ha fijado, y no perder el tiempo en desarrollar código que no se sabe si será utilizado.

#### **3.1.4.2. Reaprovechar cuando sea posible.**

Cuando se elimina redundancia, se excluye funcionalidad inútil, y se fortalecen antiguos diseños, de esta forma se está reciclando código. El reciclaje, dentro del ciclo de vida de un proyecto, ahorra tiempo e incrementa la calidad. El reciclaje implica mantener el código limpio y fácil de comprender, modificar y ampliar.

### 3.2. Fase de Desarrollo o Implementación.

La fase de desarrollo que propone la metodología XP, presenta características particulares tales como:

- **Disponibilidad del cliente.** Dentro de las pocas condiciones que impone XP se encuentra: tener al usuario siempre disponible. Esta condición no es solo para ayudar al equipo de desarrollo, sino también para que forme parte de él. Todas las fases que se realizan en un proyecto XP requieren de comunicación con el usuario, preferiblemente cara a cara, en persona y sin intermediarios.

Dentro de esta fase el usuario asumirá varias responsabilidades, ejemplo: durante la reunión del plan de entregas, el usuario propondrá qué historia de usuario se incluye en cada plan, además se negociarán los plazos de entrega. El usuario o cliente tomará las decisiones que le afecten para alcanzar los objetivos de su negocio.

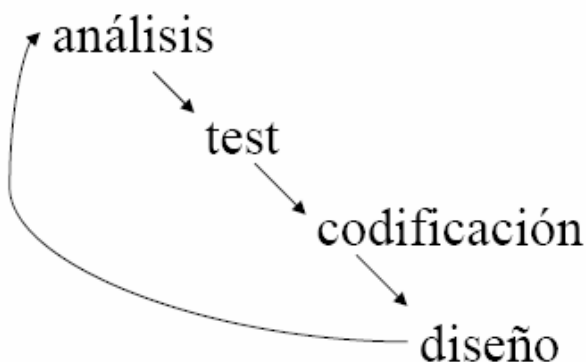
También es necesario que el cliente colabore en la realización de los test. Estos test comprobarán que el sistema está listo para pasar a la fase de producción. El usuario comprobará los resultados obtenidos y tomará decisiones en cuanto a la utilización o no del sistema realizado.

- **Desarrollar unidad de pruebas.** Cuando los test son creados antes que el código, la implementación del código será mucho más rápida. El tiempo empleado en desarrollar un test y algo de código para probarlo es aproximadamente el mismo tiempo que se emplea en crear exclusivamente dicho código. La creación de las unidades de test ayuda al programador a tener una visión a cerca del cómo, en definitiva, del comportamiento del programa.

Esta manera de trabajar resulta especialmente beneficiosa en el diseño de complicados sistemas software.

- **Integración del Código.** En esta etapa pueden aparecer problemas debidos a la integración de los módulos que se han desarrollado y no han sido testeados todavía. Las unidades de test se encargarán de verificar la corrección de dichos módulos. Estos test deberán ser completos, en el sentido de que, un fallo en los mismos podría derivar que determinados errores pasaran inadvertidos.
- **40 Horas semanales.** Muchas personas no pueden estar más de 35 horas concentrados a la semana, otras pueden llegar hasta 45 pero ninguno puede llegar a 60 horas durante varias semanas y aún seguir creativos y confiados. Las horas extras son síntoma de serios problemas en el proyecto, la regla de XP dice nunca 2 semanas seguidas realizando horas extras.

El ciclo de vida de XP para la etapa de desarrollo es el siguiente:



**Figura # 4:** Ciclo de Vida de XP para la etapa de desarrollo.

XP plantea que la implementación de un software debe realizarse de forma iterativa, obteniendo al culminar cada iteración un producto funcional que debe ser probado y mostrado al cliente para retroalimentar a los desarrolladores con la opinión de este.

Durante el transcurso de las iteraciones se realiza la implementación de las Historias de Usuario seleccionadas para cada una de estas. Al inicio de las mismas, se lleva a cabo una revisión del plan de iteraciones y se modifica de ser necesario. Como parte de este plan, se descomponen las HU en tareas de desarrollo o tareas de ingenierías, asignando posteriormente cada una de estas a un equipo (o una persona) responsable de su implementación. Estas tareas son para el uso de los programadores, pueden escribirse utilizando un lenguaje técnico y no necesariamente deben ser entendibles para el cliente.

Ajustándose a la planificación realizada, se llevaron a cabo 7 iteraciones de desarrollo sobre el sistema, obteniéndose al finalizar, un producto listo para su puesta en producción. A continuación se detallan cada una de las tareas de ingeniería desarrolladas para implementar la aplicación.

### 3.2.1. Tareas de Ingeniería.

Durante las 2 primeras iteraciones se abordaron las Historias de Usuario de mayor prioridad, con el fin de obtener una versión del producto con algunas de las funcionalidades principales para ser mostradas al cliente y obtener una rápida retroalimentación de este. Estas se dividieron en tareas que se exponen a continuación:

<b>Tarea de Ingeniería</b>	
<b>Número Tarea:</b> 1	<b>Número Historia de Usuario:</b> HU_7
<b>Nombre Tarea:</b> Mostrar Capas Temáticas.	
<b>Tipo de Tarea :</b> Desarrollo  Desarrollo / Corrección / Mejora / Otra (especificar)	<b>Puntos Estimados<sup>30</sup>:</b> 2

<sup>30</sup> El estimado se da en semanas, en el caso que sea un día se especifica.

<b>Fecha Inicio:</b> 10/02/09	<b>Fecha Fin:</b> 20/02/09
<b>Programador Responsable:</b> Luis A. Mariño Matamoros.	
<b>Descripción:</b> Se mostrarán todas las capas definidas en un archivo de configuración XML, además de la capa temática que contendrá todas las entidades. También se definirán las mismas y se crearan los estilos correspondientes en la BD <sup>31</sup> .	

**Tabla 16: Tarea de Ingeniería "Mostrar Capas Temáticas", HU\_7.**

Tarea de Ingeniería	
<b>Número Tarea:</b> 1	<b>Número Historia de Usuario:</b> HU_8
<b>Nombre Tarea:</b> Gestionar Mapa Temático.	
<b>Tipo de Tarea :</b> Desarrollo Desarrollo / Corrección / Mejora / Otra (especificar)	<b>Puntos Estimados:</b> 1
<b>Fecha Inicio:</b> 02/03/09	<b>Fecha Fin:</b> 06/03/09
<b>Programador Responsable:</b> Luis A. Mariño Matamoros.	
<b>Descripción:</b> Se diseñará e implementará la interfaz que permitirá recoger los distintos criterios para personalizar la salida del mapa temático.	

**Tabla 17: Tarea de Ingeniería "Gestionar Mapa Temático", HU\_8.**

Tarea de Ingeniería	
<b>Número Tarea:</b> 2	<b>Número Historia de Usuario:</b> HU_8

<sup>31</sup> Base de Datos.

<b>Nombre Tarea:</b> Gestionar Mapa Puntual.	
<b>Tipo de Tarea :</b> Desarrollo Desarrollo / Corrección / Mejora / Otra (especificar)	<b>Puntos Estimados:</b> 1
<b>Fecha Inicio:</b> 09/03/09	<b>Fecha Fin:</b> 13/03/09
<b>Programador Responsable:</b> Luis A. Mariño Matamoros.	
<b>Descripción:</b> Se diseñará e implementará la interfaz que permitirá seleccionar una o varias entidades identificadas como puntuales para posteriormente visualizar su ubicación geográfica.	

**Tabla 18: Tarea de Ingeniería "Gestionar Mapa Puntual", HU\_8.**

Las siguientes tareas fueron desarrolladas para dar cumplimiento al objetivo general de la investigación y entregar un producto usable según las historias de usuarios elaboradas por el cliente.

<b>Tarea de Ingeniería</b>	
<b>Número Tarea:</b> 1	<b>Número Historia de Usuario:</b> HU_1
<b>Nombre Tarea:</b> Realizar selección puntual.	
<b>Tipo de Tarea :</b> Desarrollo Desarrollo / Corrección / Mejora / Otra (especificar)	<b>Puntos Estimados:</b> 2 (días)
<b>Fecha Inicio:</b> 19/03/09	<b>Fecha Fin:</b> 20/03/09
<b>Programador Responsable:</b> Luis A. Mariño Matamoros.	
<b>Descripción:</b> Diseñar e implementar la herramienta seleccionar un punto, que será capaz de brindar al usuario la posibilidad de seleccionar objetos en el Mapa.	

**Tabla 19: Tarea de Ingeniería "Realizar Selección Puntual", HU\_1.**

Tarea de Ingeniería	
<b>Número Tarea:</b> 2	<b>Número Historia de Usuario:</b> HU_1
<b>Nombre Tarea:</b> Realizar selección de Superficies.	
<b>Tipo de Tarea :</b> Desarrollo Desarrollo / Corrección / Mejora / Otra (especificar)	<b>Puntos Estimados:</b> 2
<b>Fecha Inicio:</b> 23/03/09	<b>Fecha Fin:</b> 03/04/09
<b>Programador Responsable:</b> Luis A. Mariño Matamoros.	
<b>Descripción:</b> Diseñar e implementar las herramientas para seleccionar superficies sobre el Mapa y mostrar información de los objetos (ubicaciones) de la capa previamente seleccionada.	

**Tabla 20: Tarea de Ingeniería "Realizar Selección de Superficies", HU\_1.**

Tarea de Ingeniería	
<b>Número Tarea:</b> 1	<b>Número Historia de Usuario:</b> HU_2
<b>Nombre Tarea:</b> Realizar la identificación de una ubicación.	
<b>Tipo de Tarea :</b> Desarrollo Desarrollo / Corrección / Mejora / Otra (especificar)	<b>Puntos Estimados:</b> 1 (día)
<b>Fecha Inicio:</b> 06/04/09	<b>Fecha Fin:</b> 07/04/09
<b>Programador Responsable:</b> Luis A. Mariño Matamoros.	
<b>Descripción:</b> Diseñar la ventana de información para este caso de entidad geográfica, la misma mostrará datos referentes a la ubicación, teniendo en cuenta las opciones del filtro global y las entidades seleccionada en la capa temática.	

**Tabla 21: Tarea de Ingeniería "Realizar la identificación de una ubicación", HU\_2.**



Tarea de Ingeniería	
<b>Número Tarea:</b> 2	<b>Número Historia de Usuario:</b> HU_2
<b>Nombre Tarea:</b> Realizar la identificación de una entidad única en una ubicación.	
<b>Tipo de Tarea :</b> Desarrollo Desarrollo / Corrección / Mejora / Otra (especificar)	<b>Puntos Estimados:</b> 2 (días)
<b>Fecha Inicio:</b> 08/04/09	<b>Fecha Fin:</b> 09/04/09
<b>Programador Responsable:</b> Luis A. Mariño Matamoros.	
<b>Descripción:</b> Diseñar la ventana de información para este caso de entidad geográfica, la misma mostrará la ficha técnica de la entidad seleccionada.	

Tabla 22: Tarea de Ingeniería "Realizar identificación de una entidad en una ubicación", HU\_2.

Tarea de Ingeniería	
<b>Número Tarea:</b> 1	<b>Número Historia de Usuario:</b> HU_3
<b>Nombre Tarea:</b> Mostrar respuesta del buscador.	
<b>Tipo de Tarea :</b> Desarrollo Desarrollo / Corrección / Mejora / Otra (especificar)	<b>Puntos Estimados:</b> 1
<b>Fecha Inicio:</b> 13/04/09	<b>Fecha Fin:</b> 17/04/09
<b>Programador Responsable:</b> Luis A. Mariño Matamoros.	
<b>Descripción:</b> Diseñar la ventana de resultados para que sea posible filtrar sus valores.	

Tabla 23: Tarea de Ingeniería "Mostrar respuesta del buscador", HU\_3.

Tarea de Ingeniería	
Número Tarea: 1	Número Historia de Usuario: HU_4
Nombre Tarea: Calcular Áreas y Perímetros.	
Tipo de Tarea : Desarrollo Desarrollo / Corrección / Mejora / Otra (especificar)	Puntos Estimados: 1
Fecha Inicio: 27/04/09	Fecha Fin: 01/05/09
Programador Responsable: Luis A. Mariño Matamoros.	
Descripción: Diseñar e implementar las herramientas <b>Calcular Superficie Circular</b> , <b>Calcular Superficie Rectangular</b> , <b>Calcular Superficie Poligonal</b> . Estas permitirán dibujar sobre el Mapa figuras geométricas y obtener los valores del Área y Perímetro que las mismas ocupan.	

Tabla 24: Tarea de Ingeniería "Calcular áreas y perímetros", HU\_4.

Tarea de Ingeniería	
Número Tarea: 2	Número Historia de Usuario: HU_4
Nombre Tarea: Medir Distancias.	
Tipo de Tarea : Desarrollo Desarrollo / Corrección / Mejora / Otra (especificar)	Puntos Estimados: 2 (días)
Fecha Inicio: 04/05/09	Fecha Fin: 05/05/09
Programador Responsable: Luis A. Mariño Matamoros.	
Descripción: Diseñar e implementar la herramienta <b>Calcular Distancias</b> , que hará posible obtener la distancia entre dos puntos y a su vez la distancia acumulada durante el trazo de otros puntos.	

Tabla 25: Tarea de Ingeniería "Medir Distancias", HU\_4.

Tarea de Ingeniería	
<b>Número Tarea:</b> 1	<b>Número Historia de Usuario:</b> HU_5
<b>Nombre Tarea:</b> Exportar mapa al formato PDF.	
<b>Tipo de Tarea :</b> Desarrollo Desarrollo / Corrección / Mejora / Otra (especificar)	<b>Puntos Estimados:</b> 2 (días)
<b>Fecha Inicio:</b> 11/05/09	<b>Fecha Fin:</b> 12/05/09
<b>Programador Responsable:</b> Luis A. Mariño Matamoros.	
<b>Descripción:</b> El usuario podrá exportar a un documento PDF todo lo que este viendo en el Mapa cuando seleccione esta opción.	

**Tabla 26: Tarea de Ingeniería "Exportar mapa al formato PDF", HU\_5.**

Tarea de Ingeniería	
<b>Número Tarea:</b> 2	<b>Número Historia de Usuario:</b> HU_5
<b>Nombre Tarea:</b> Imprimir Mapa.	
<b>Tipo de Tarea :</b> Desarrollo Desarrollo / Corrección / Mejora / Otra (especificar)	<b>Puntos Estimados:</b> 2 (días)
<b>Fecha Inicio:</b> 13/05/09	<b>Fecha Fin:</b> 14/05/09
<b>Programador Responsable:</b> Luis A. Mariño Matamoros.	
<b>Descripción:</b> El usuario podrá imprimir todo lo que este viendo en el Mapa cuando seleccione esta opción.	

**Tabla 27: Tarea de Ingeniería "Imprimir Mapa", HU\_5.**

<b>Tarea de Ingeniería</b>	
<b>Número Tarea:</b> 1	<b>Número Historia de Usuario:</b> HU_6
<b>Nombre Tarea:</b> Mostrar Ayuda.	
<b>Tipo de Tarea :</b> Otra (Documentación)  Desarrollo / Corrección / Mejora / Otra (especificar)	<b>Puntos Estimados:</b> 2 (días)
<b>Fecha Inicio:</b> 18/05/09	<b>Fecha Fin:</b> 19/05/09
<b>Programador Responsable:</b> Luis A. Mariño Matamoros.	
<b>Descripción:</b> Se documentarán todos los procesos y las herramientas presentes en el mapa.	

**Tabla 28: Tarea de Ingeniería "Mostrar Ayuda", HU\_6.**

<b>Tarea de Ingeniería</b>	
<b>Número Tarea:</b> 2	<b>Número Historia de Usuario:</b> HU_6
<b>Nombre Tarea:</b> Crear documentación técnica.	
<b>Tipo de Tarea :</b> Otra (Documentación)  Desarrollo / Corrección / Mejora / Otra (especificar)	<b>Puntos Estimados:</b> 3 (días)
<b>Fecha Inicio:</b> 20/05/09	<b>Fecha Fin:</b> 22/05/09
<b>Programador Responsable:</b> Luis A. Mariño Matamoros.	
<b>Descripción:</b> Se documentará todo el proyecto para su posterior despliegue.	

**Tabla 29: Tarea de Ingeniería "Crear documentación técnica", HU\_6.**

<b>Tarea de Ingeniería</b>	
<b>Número Tarea:</b> 1	<b>Número Historia de Usuario:</b> HU_10
<b>Nombre Tarea:</b> Implementación del servicio web de mapas temáticos.	
<b>Tipo de Tarea :</b> Desarrollo  Desarrollo / Corrección / Mejora / Otra (especificar)	<b>Puntos Estimados:</b> 2
<b>Fecha Inicio:</b> 01/06/09	<b>Fecha Fin:</b> 12/06/09
<b>Programador Responsable:</b> Luis A. Mariño Matamoros.	
<b>Descripción:</b> Se implementará un servicio web de mapas temáticos.	

**Tabla 30: Tarea de Ingeniería "Implementación del servicio web de mapas temáticos", HU\_10.**

### 3.2.2. Propuesta de Prototipo de Interfaz.

La aplicación contará con una pantalla capaz de contener todas las operaciones a realizar por el usuario sobre el Mapa.

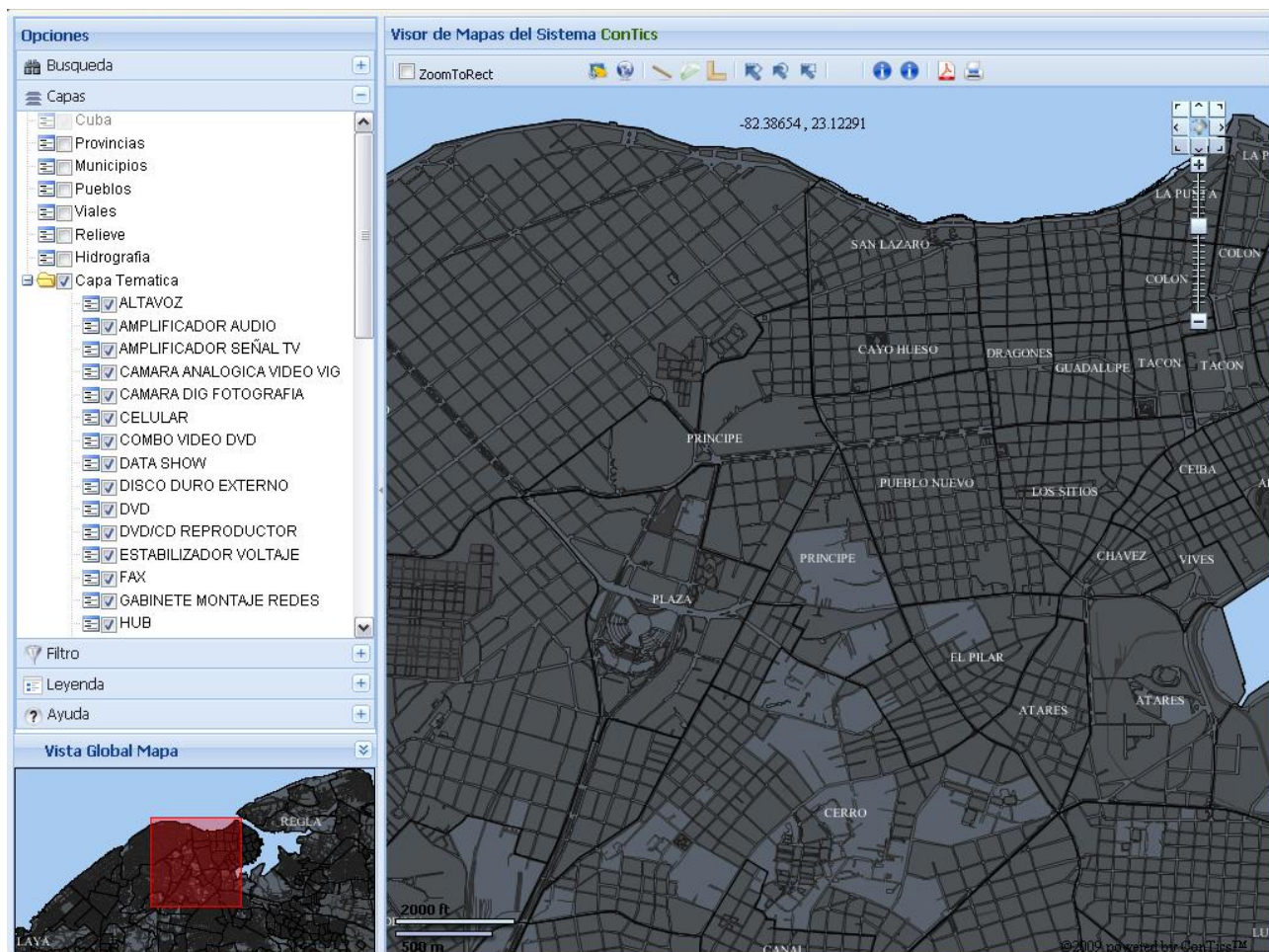


Figura # 5: Prototipo de interfaz de usuario de la aplicación SIG ConTics.

La misma estará dividida en 3 secciones fundamentales:

- **Opciones:** Están presentes las operaciones correspondientes a la búsqueda de ubicaciones físicas, gestión de capas, filtrar los resultados sobre las mismas y vista global del mapa; además se podrá visualizar la leyenda y la ayuda.
- **Barra de herramientas:** Mostrará las operaciones básicas como zoom dentro de un rectángulo, cálculos y selección de superficies; además contiene los accesos a las funcionalidades correspondientes a generar los mapas.
- **Área visual del mapa:** Visualizará el resultado de cada una de las instrucciones u operaciones presentes en el mapa.

### 3.2.3. Propuesta de Modelo de Datos.

El modelo propuesto para el almacenamiento de los datos será el vectorial, en el mismo para representar las entidades del mundo real se utilizarán tres tipos de objetos espaciales:

**Puntos.** Objetos espaciales de 0 dimensiones. Se pueden representar mediante puntos cualquier elemento cuyas dimensiones sean despreciables desde la perspectiva cartográfica.

**Líneas.** Objetos espaciales de una dimensión. Las líneas están definidas mediante sucesión de puntos.

**Polígonos.** Objetos espaciales de dos dimensiones. Se representan mediante una sucesión de líneas que cierran (un anillo).

La base de datos espacial almacenará una tabla para cada capa cartográfica, modelando la misma quedaría de la siguiente forma:



**Figura # 6:** Modelo de capas de un SIG.

#### **3.2.4. Requerimientos de software y hardware para el posterior despliegue del sistema SIG ConTics.**

Para el correcto despliegue y funcionamiento de la aplicación se necesitan una serie de requisitos a cumplir por las PC que soportarán el software y por las que los usuarios utilizarán para interactuar con el mismo.

##### **Software:**

Para el cliente:

- Navegador Mozilla Firefox 2.0 o superior.
- Sistema operativo: GNU/Linux, Windows y Mac OS (Macintosh).

Para el servidor de base de datos espacial:

- Recomendado el sistema operativo Windows Server 2003.
- Gestor de base de datos Oracle 11g con la extensión Oracle Spatial para la gestión de datos espaciales.

Para el servidor de aplicaciones de mapas:



- El servidor de mapas MapViewer.

**Hardware:**

Para las PCs clientes:

- Se requiere tengan tarjeta de red.
- Al menos 128 MB de memoria RAM.
- Se requiere al menos 100 MB de disco duro.
- Pentium a 800 MHz de velocidad de procesamiento o superior.

Para el servidor de base de datos espacial:

- Se requiere tarjeta de red.
- Se requiere tenga al menos 1 GB de RAM o superior.
- Se requiere al menos 40 GB de disco duro.
- Dos procesadores a 3.0 GHz como mínimo.

Para el servidor de aplicaciones de mapas:

- Se requiere tarjeta de red.
- Se requiere tenga al menos 1 GB de RAM o superior.
- Se requiere al menos 80 GB de disco duro.
- Dos procesadores a 3.0 GHz como mínimo.

### 3.2.5. Modelo de despliegue de la aplicación.

El modelo de despliegue es un modelo de objetos que describe la distribución física del sistema en términos de cómo se distribuye la funcionalidad entre los nodos de cómputo.

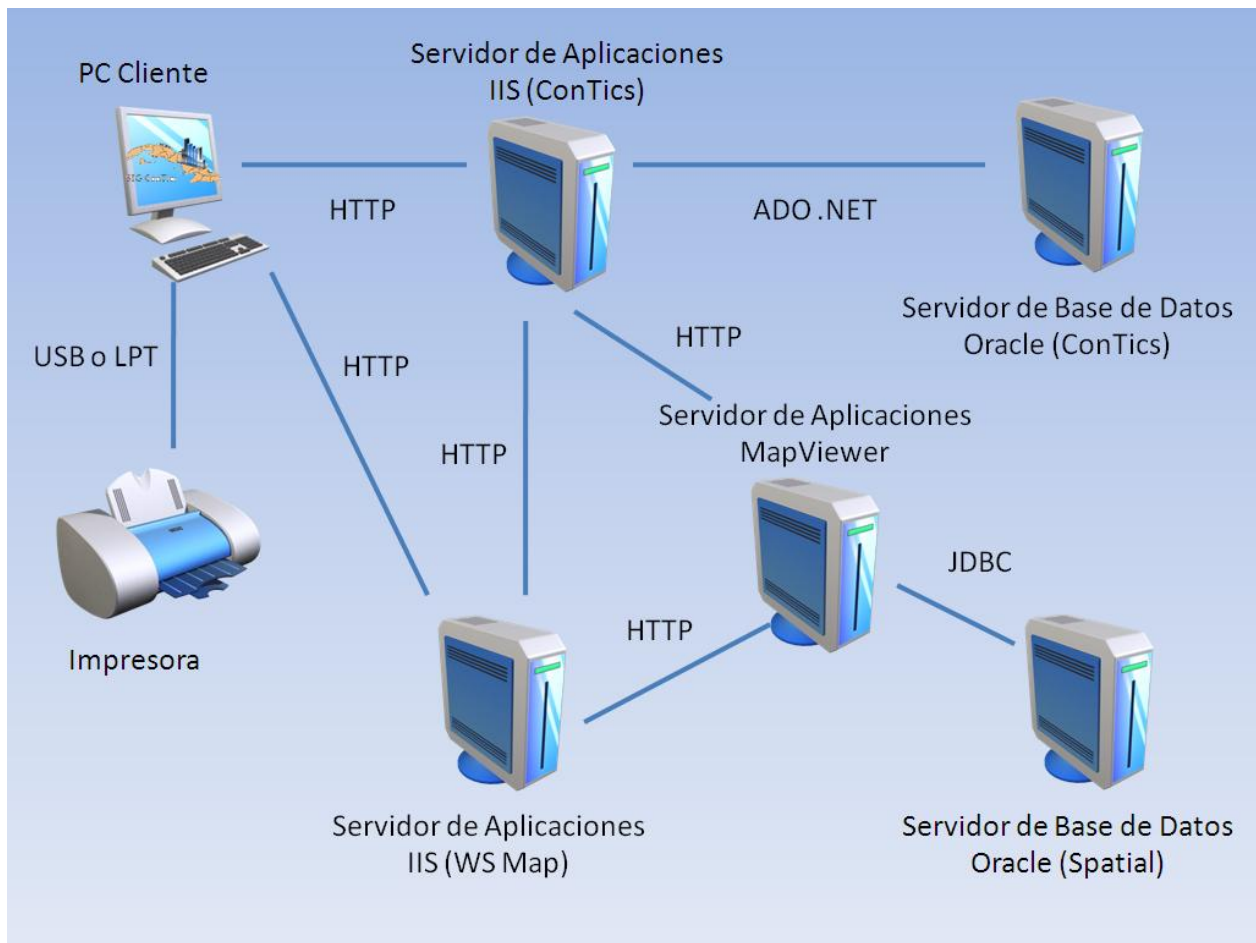


Figura # 7: Modelo de despliegue de la aplicación SIG ConTics.

### **3.3. Conclusiones**

Con el desarrollo de los objetivos de este capítulo se pudo detallar un poco más cada una de las Historias de Usuarios, definidas previamente, en Tareas de Ingenierías. Se presentó además la estructura de la aplicación y como puede quedar desplegada una vez concluida y puesta a disposición de los usuarios.

También se estimó que el producto es confiable en un 50%, debido a que se le realizaron pruebas con resultados satisfactorios, por parte del programador. Estos test son propuestos por la metodología para garantizar un gran porcentaje del correcto funcionamiento del producto.

## **CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE RESULTADOS.**

### **4. Introducción**

Uno de los pilares de la metodología XP es el proceso de pruebas. XP anima a probar constantemente tanto como sea posible. Esto permite aumentar la calidad de los sistemas reduciendo el número de errores no detectados y disminuyendo el tiempo transcurrido entre la aparición de un error y su detección. También permite aumentar la seguridad de evitar efectos colaterales no deseados a la hora de realizar modificaciones y refactorizaciones.

En este capítulo se abordará el uso de test para comprobar el correcto funcionamiento de la aplicación y conocer la satisfacción del cliente. Se abarcará los tipos de pruebas realizadas, así como también el resultado obtenido en las establecidas por el cliente.

#### **4.1. Pruebas del Sistema en XP**

XP divide las pruebas del sistema en dos grupos: pruebas unitarias, encargadas de verificar el código y diseñada por los programadores y pruebas de aceptación o pruebas funcionales, destinadas a evaluar si al final de una iteración se consiguió la funcionalidad requerida, estas últimas diseñadas por el cliente final.

Las pruebas del sistema tienen como objetivo verificar la funcionalidad del sistema a través de sus interfaces externas comprobando que dicha funcionalidad sea la esperada en función de los requisitos del sistema. Generalmente las pruebas del sistema son desarrolladas por los programadores para verificar que su sistema se comporta de la manera esperada, por lo que podrían encajar dentro de la definición de pruebas unitarias que propone XP.

Las pruebas de aceptación son más importantes que las pruebas unitarias dado que significan la satisfacción del cliente con el producto desarrollado, además el final de una iteración y el comienzo de la siguiente; precisamente por esto, el cliente es la persona adecuada para diseñarlas.

El objetivo de este tipo de prueba es verificar los requisitos, por este motivo, los propios requisitos del sistema son la principal fuente de información a la hora de construirlas.

Las pruebas de aceptación son creadas a partir de las historias de usuario. Durante una iteración la historia de usuario seleccionada en la planificación de iteraciones se convertirá en una prueba de aceptación. El cliente o usuario especifica los aspectos a testear cuando una historia de usuario ha sido correctamente implementada.

Una historia de usuario puede tener más de una prueba de aceptación, tantas como sean necesarias para garantizar su correcto funcionamiento y no se considera completa hasta que no supera sus pruebas de aceptación. Esto significa que debe desarrollarse un nuevo test de aceptación para cada iteración o se considerará que el equipo de desarrollo no realiza ningún progreso.

Una prueba de aceptación es como una caja negra. Cada una de ellas representa una salida esperada del sistema. Es responsabilidad del cliente verificar la corrección de las pruebas de aceptación y tomar decisiones acerca de las mismas.

La garantía de calidad es una parte esencial en el proceso de XP. La realización de este tipo de pruebas y la publicación de los resultados debe ser los más rápido posibles, para que los desarrolladores puedan realizar con la mayor rapidez los cambios que sean necesarios.

Caso de Prueba de Aceptación	
<b>Código:</b> HU1_P1	<b>Historia de Usuario:</b> HU_1
<b>Nombre:</b> Mostrar ubicaciones dentro de la selección con resultado.	
<b>Descripción:</b> Prueba para mostrar las ubicaciones que estén contenidas por la herramienta de	

selección rectangular.
<b>Condiciones de Ejecución:</b> El usuario debe tener seleccionadas en la capa temática al menos una entidad.
<b>Entrada/ Pasos de ejecución:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ El usuario selecciona la herramienta <b>Seleccionar Ubicaciones dentro del Rectángulo</b>.</li> <li>✓ El usuario oprime el clic izquierdo del mouse y arrastra la herramienta dentro del mapa formando un rectángulo.</li> <li>✓ El usuario libera el clic del mouse y espera el resultado.</li> </ul>
<b>Resultado Esperado:</b> La aplicación muestra todas las ubicaciones contenidas en el rectángulo que dibujó el usuario, si existe alguna, según la entidad o las entidades que seleccionó.
<b>Evaluación de la Prueba:</b> Prueba satisfactoria.

**Tabla 31: Prueba de Aceptación "Mostrar ubicaciones dentro de la selección con resultado", HU\_1.**

<b>Caso de Prueba de Aceptación</b>	
<b>Código:</b> HU1_P2	<b>Historia de Usuario:</b> HU_1
<b>Nombre:</b> Mostrar ubicaciones dentro de la selección sin resultado.	
<b>Descripción:</b> Prueba para mostrar un mensaje al usuario por no seleccionar ninguna entidad en la capa temática.	
<b>Condiciones de Ejecución:</b> El usuario no tiene seleccionada en la capa temática ninguna entidad.	
<b>Entrada/ Pasos de ejecución:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ El usuario selecciona la herramienta <b>Seleccionar Ubicaciones dentro del Rectángulo</b>.</li> <li>✓ El usuario oprime el clic izquierdo del mouse y arrastra la herramienta dentro del mapa formando un rectángulo.</li> <li>✓ El usuario libera el clic del mouse y espera el resultado.</li> </ul>	
<b>Resultado Esperado:</b> La aplicación muestra un mensaje al usuario por no tener ninguna entidad seleccionada.	

<b>Evaluación de la Prueba:</b> Prueba satisfactoria.
---

**Tabla 32: Prueba de Aceptación "Mostrar ubicaciones dentro de la selección sin resultado", HU\_1.**

<b>Caso de Prueba de Aceptación</b>	
<b>Código:</b> HU2_P1	<b>Historia de Usuario:</b> HU_2
<b>Nombre:</b> Mostrar ficha técnica.	
<b>Descripción:</b> Prueba para mostrar la ficha técnica de una entidad visualizada en el mapa.	
<b>Condiciones de Ejecución:</b>	
<b>Entrada/ Pasos de ejecución:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ El usuario selecciona la opción <b>Mostrar entidades puntuales</b>.</li> <li>✓ Marca las entidades que quiere visualizar y la que le será seleccionable.</li> <li>✓ Acepta enviar los datos.</li> <li>✓ El usuario selecciona el objeto que representa la entidad sobre el mapa.</li> </ul>	
<b>Resultado Esperado:</b> La aplicación muestra la ficha técnica de la entidad correspondiente.	
<b>Evaluación de la Prueba:</b> Prueba satisfactoria.	

**Tabla 33: Prueba de Aceptación "Mostrar ficha técnica", HU\_2.**

<b>Caso de Prueba de Aceptación</b>	
<b>Código:</b> HU3_P1	<b>Historia de Usuario:</b> HU_3
<b>Nombre:</b> Búsqueda con criterio erróneo.	
<b>Descripción:</b> Prueba para mostrar información sobre un criterio de búsqueda erróneo, introducido por el usuario.	
<b>Condiciones de Ejecución:</b> El usuario debe tener seleccionadas en la capa temática al menos una entidad.	
<b>Entrada/ Pasos de ejecución:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ El usuario introduce un criterio erróneo ("OKsdsds dsd") en el campo del buscador.</li> </ul>	

✓ Acepta enviar los datos.
<b>Resultado Esperado:</b> La aplicación muestra el mensaje “No se han devuelto resultados”.
<b>Evaluación de la Prueba:</b> Prueba satisfactoria.

Tabla 34: Prueba de Aceptación "Búsqueda con criterio erróneo", HU\_3.

Caso de Prueba de Aceptación	
<b>Código:</b> HU3_P2	<b>Historia de Usuario:</b> HU_3
<b>Nombre:</b> Actualización dinámica de la ventana de resultados del buscador.	
<b>Descripción:</b> Prueba para validar la correcta actualización de la ventana de resultados.	
<b>Condiciones de Ejecución:</b> El usuario debe tener seleccionadas en la capa temática al menos una entidad.	
<b>Entrada/ Pasos de ejecución:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ El usuario vuelve a introducir un criterio de búsqueda correcto en el campo del buscador.</li> <li>✓ Acepta enviar los datos.</li> </ul>	
<b>Resultado Esperado:</b> La aplicación actualiza y muestra la ventana de resultados del buscador.	
<b>Evaluación de la Prueba:</b> Prueba satisfactoria.	

Tabla 35: Prueba de Aceptación "Actualización dinámica de la ventana de resultados del buscador", HU\_3.

Caso de Prueba de Aceptación	
<b>Código:</b> HU4_P1	<b>Historia de Usuario:</b> HU_4
<b>Nombre:</b> Actualizar unidades de medida del cálculo de distancias.	
<b>Descripción:</b> Prueba para validar la correcta actualización de las unidades de medida “Km <sup>32</sup> ” y “m <sup>33</sup> ”.	

<sup>32</sup> Kilómetros.



<b>Condiciones de Ejecución:</b>
<b>Entrada/ Pasos de ejecución:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ El usuario selecciona la herramienta “<b>Calcular distancias</b>”.</li> <li>✓ Comienza a realizar trazos sobre el mapa.</li> </ul>
<b>Resultado Esperado:</b> La aplicación actualiza y muestra la ventana de información de las distancias. Si el resultado de la distancia actual es menor que 1km entonces mostrará el mismo en metros, de lo contrario lo hará en Kilómetros.
<b>Evaluación de la Prueba:</b> Prueba satisfactoria.

**Tabla 36: Prueba de Aceptación "Actualizar unidades de medidas del cálculo de distancias", HU\_4.**

<b>Caso de Prueba de Aceptación</b>	
<b>Código:</b> HU8_P1	<b>Historia de Usuario:</b> HU_8
<b>Nombre:</b> Generar mapa temático nacional.	
<b>Descripción:</b> Prueba para validar que el mapa temático se genere sobre el mapa base de Cuba.	
<b>Condiciones de Ejecución:</b>	
<b>Entrada/ Pasos de ejecución:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ El usuario selecciona la(s) entidad(es) en la capa temática.</li> <li>✓ Selecciona la opción Generar Mapa Temático.</li> <li>✓ En el campo <b>Nivel</b> escogerá la opción “Nacional”.</li> <li>✓ Llena los restantes campos con los valores deseados.</li> </ul>	
<b>Resultado Esperado:</b> La aplicación muestra la ventana “Mapa Temático”, con el mapa base de Cuba.	
<b>Evaluación de la Prueba:</b> Prueba satisfactoria.	

**Tabla 37: Prueba de Aceptación "Generar Mapa Temático Nacional", HU\_8.**

<sup>33</sup> *Metros.*

<b>Caso de Prueba de Aceptación</b>	
<b>Código:</b> HU8_P2	<b>Historia de Usuario:</b> HU_8
<b>Nombre:</b> Generar mapa temático provincial.	
<b>Descripción:</b> Prueba para validar que el mapa temático se genere sobre el mapa base de la provincia correspondiente.	
<b>Condiciones de Ejecución:</b>	
<b>Entrada/ Pasos de ejecución:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ El usuario selecciona la(s) entidad(es) en la capa temática.</li> <li>✓ Selecciona la opción Generar Mapa Temático.</li> <li>✓ En el campo <b>Nivel</b> escogerá la opción "Provincial".</li> <li>✓ A continuación escogerá en el campo <b>Provincia</b>, "Camagüey".</li> <li>✓ Llena los restantes campos con los valores deseados.</li> </ul>	
<b>Resultado Esperado:</b> La aplicación muestra la ventana "Mapa Temático", con el mapa base de Camagüey.	
<b>Evaluación de la Prueba:</b> Prueba satisfactoria.	

**Tabla 38: Prueba de Aceptación "Generar Mapa Temático Provincial", HU\_8.**

## 4.2. Conclusiones

Con las pruebas realizadas a las principales funcionalidades requeridas por el cliente con resultados satisfactorios, se cumple el objetivo del presente capítulo, arrojando como resultado final la satisfacción del propio cliente y la certificación de la aplicación para ser puesta en explotación.

### CONCLUSIONES GENERALES

Las soluciones para muchos problemas, frecuentemente requieren acceso a varios tipos de información que solo pueden ser relacionadas por la geografía o distribución espacial. Solo la tecnología SIG permite almacenar y manipular información usando la cartografía, para analizar patrones, relaciones y tendencias en la información, todo para contribuir a tomar mejores decisiones.

Con el desarrollo del SIG ConTics, partiendo de la investigación realizada para elaborar el mismo y guiándose por la metodología de desarrollo ágil XP, se llegó a obtener una aplicación web que cumple con los objetivos trazados por el cliente y el objetivo general presentado en el trabajo de diploma.

El usuario final contará con una nueva herramienta, capaz de representar en mapas la información disponible en el sistema nacional para el Control de las Tecnologías de Informática y Comunicaciones en el MININT, que además posee funcionalidades que facilitan el análisis de esta información, como soporte al proceso de toma de decisiones y planificación.

### RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta los resultados alcanzados durante el desarrollo de esta investigación, se listan a continuación una serie de recomendaciones:

- Agregar nuevas funcionalidades a la aplicación, que ofrezcan herramientas de apoyo al análisis como soporte al proceso de planificación y toma de decisiones.
- Integrar de inmediato la aplicación y el Servicio Web de Mapas Temáticos al sistema ConTics (ambas versiones) para comenzar a explotarla lo antes posible en el MININT.
- Aumentar la cartografía (capas) disponible en el sistema; así como agregar nuevas funcionalidades que permitan adicionar capas que otros SIG u organismos compartan a través de los WMS.
- Implementar más funcionalidades al Servicio Web de Mapas Temáticos, adecuándolo a demandas de clientes y sistemas interesados en su uso, para que solamente no se ajuste al sistema ConTics para el cual se creó, sino que sirva para cualquier espacialidad del MININT.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] GARCÉS Presa, Frank David. Sistema Automatizado para el Control de Tecnologías de Informática y Comunicaciones. Manual para Administradores de Área, Funcionalidades Básicas, Noviembre 2008. [consultado en: enero 2009].
- [2] CELEIRO, Mauricio. Los Sistemas de Información Geográfica como herramientas para el análisis. MININT [consultado en: enero 2009] Disponible en: [http://www1.webmin.int/sitios/portal/Geoportal/Articulos/Los Sistemas de Información Geográfica como herramientas para el análisis \(Parte1\).mht](http://www1.webmin.int/sitios/portal/Geoportal/Articulos/Los%20Sistemas%20de%20Informaci%C3%B3n%20Geogr%C3%A1fica%20como%20herramientas%20para%20el%20an%C3%A1lisis%20(Parte1).mht)
- [3] C.A. DE SQUADRA. Generalidades de los SIG (2006). Squadra. [consultado en: enero 2009] Disponible en: <http://www.squadra.com.py/GeneralidadesSIGSQ.pdf>
- [4] PONCE de León, D. y Balmaseda, C. Manual Fundamentos teórico-prácticos de Sistemas de Información Geográfica. Universidad Agraria de La Habana, 2004. Facultad de Agronomía. pp. 74. [consultado en: enero de 2009].
- [5] NCGIA. Volúmen I. Introduction to GIS. Santa Barbara, National Center for Geographic Information and Analysis/University of California (1990). [consultado en: enero de 2009].
- [6] BOSQUE, Juaquín. Sistemas de Información Geográfica. Ediciones Rialp. Madrid, 1992 pp. 451. [consultado en: enero de 2009].
- [7] M.C. GONZÁLEZ Garciandía, Julia Rosa. Principios de los sistemas de información geográfica. Instituto de Geografía Tropical, División de Geomática. [consultado en: enero de 2009].
- [8] BATISTA, José Luis. APLICACIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN CUBA. [consultado en: enero 2009] Disponible en: [http://www.mappinginteractivo.com/plantilla-ante.asp?id\\_articulo=1051](http://www.mappinginteractivo.com/plantilla-ante.asp?id_articulo=1051)
- [9] MARTÍNEZ Rodríguez, José Grabiél. Sistemas de Información Geográfica (SIG). MININT Hoy. Habana, 2009. [consultado en: enero de 2009].
- [10] MOLPECERES, A. Procesos de desarrollo: RUP, XP y FDD. 2003 [consultado en diciembre de 2008] Disponible en: <http://www.javahispano.org/articles.article.action?id=76>
- [11] CHINCHILLA Orozco, Franklin. Oracle Spatial. Septiembre 2007. [consultado en diciembre de 2008]. Disponible en: <http://frankco.googlepages.com/OracleSpatial.pdf>
- [12] ORACLE. En Wikipedia.org, [consultado en diciembre de 2008]. [En línea]. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Oracle>

- [13] AVALON TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN. Oracle Spatial. 2008 [En línea] [consultado en: marzo de 2009] Disponible en: [http://www.avalon.com.es/avalonweb/opencms/es/quehacemos/gis/Oracle\\_Spatial/index.html](http://www.avalon.com.es/avalonweb/opencms/es/quehacemos/gis/Oracle_Spatial/index.html)
- [14] MURRAY, Chuck. Oracle Fusion Middleware User's Guide for Oracle MapViewer, Release 10.1.3.3. Oracle, Septiembre 2008. [consultado en: enero de 2009] Disponible en: [www.oracle.com/technology/products/mapviewer](http://www.oracle.com/technology/products/mapviewer)
- [15] MSDN. Introducción a Visual Studio. [En línea] [consultado en: enero de 2009] Disponible en: [http://msdn.microsoft.com/es-es/library/fx6bk1f4\(VS.80\).aspx](http://msdn.microsoft.com/es-es/library/fx6bk1f4(VS.80).aspx)
- [16] PACKT PUBLISHING. Learning Ext JS, Noviembre de 2008. [consultado en: enero de 2009] Disponible en: <http://www.packtpub.com/learning-ext-js/book>
- [17] IDE Canarias. Web Map Service (WMS) [En línea] [consultado en: marzo de 2009] Disponible en: <http://www.idecan.grafcan.es/idecan/portal/documentacion/22-web-map-service-wms.html>
- [18] COMUNIDAD JAVA. Arquitectura orientada a servicios. (2007) [En línea] [consultado en: febrero de 2009] Disponible en: <http://www.comunidadjava.org/?q=node/248>
- [19] BARCO, Antonio. Arquitectura Orientada a Servicios (SOA). (2006). [consultado en: enero de 2009] Disponible en: <http://arquitecturaorientadaaservicios.blogspot.com/2006/06/soa-y-los-servicios-web-i.html>
- [20] QUEST SOFTWARE, Inc. Introduction to Toad. (2007) [consultado en: diciembre de 2008].

## BIBLIOGRAFÍA

- MapInfo Corporation. (2003). *Manual de Mapinfo*. Nueva York.
- Ponce de León, D. y Balmaseda, C. (2004). *Manual Fundamentos teórico-prácticos de Sistemas de Información Geográfica*. Universidad Agraria de La Habana. Facultad de Agronomía.
- Yulian Díaz León. (2008). *Sistemas de información geográfica y evaluación multicriterio*. Habana.
- OGC (2006). *OpenGIS® Web Map Service (WMS) Implementation Specification*, OGC 06-042, Versión 1.3.0. Disponible en: [http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact\\_id=4756](http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=4756)
- Consultores Asociados de Squadra. (2006). *Generalidades de los Sistemas de Información Geográfica (SIG/GIS)*. Squadra
- Jorrin, Sergio. (2000). *Oracle como almacén Corporativo de IG*. S.l., España: Oracle partnernetwork.
- Sigler, Beatriz, otros. (2004) *Diseño e implementación de una aplicación SIG para el sector de la salud en el municipio Bejuca (SIG-SB)*. La Habana, Cuba.
- Grupo Desarrollo de Software. *MOVILWEB: Aplicación para el control de flota basada en la Infraestructura de Datos Espaciales de la Republica de Cuba*. Villa Clara, Cuba. Septiembre de 2008. [En línea] Disponible en: [http://www.mappinginteractivo.com/plantilla.asp?id\\_articulo=1516&u\\_Search=](http://www.mappinginteractivo.com/plantilla.asp?id_articulo=1516&u_Search=)
- Felicísimo, Ángel M. (2000) *Glosario de términos usados en el trabajo con sistemas de información geográfica*.
- Harmon, John E. y Anderson, Steven J. (2003) *The Design and Implementation of Geographic Information Systems*. John Wiley & Sons, Inc. New Jersey.
- de Smith, Michael J y otros. (2007) *Geospatial Analysis. A Comprehensive Guide to Principles, Techniques and Software Tools*.
- Rana, Sanjay y Sharma, Jayant. (2006) *Frontiers of Geographic Information Technology*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg
- Oracle. *Oracle Locator and Oracle Spatial 11g Best Practices. An Oracle Technical White Paper*. 2008 [En línea] Disponible en: <http://www.oracle.com/technology/products/spatial/index.html>
- Kothuri, Ravi y otros. (2007) *Pro Oracle Spatial for Oracle Database 11g*. United States of America. Apress
- Balmaseda, C. (2006): *Contribución metodológica para la inserción de la información edafológica en Infraestructuras de Datos Espaciales*. Universidad Agraria de La Habana.

- Bosque, J. (1992): *Sistemas de Información Geográfica*. Ediciones Rialp. Madrid.
- Zayas Romero, Dinia y Sam Alcántara, Gerxis. *Modelación de Servicios Web para el procesamiento y la representación de información geoespacial*. Junio de 2007, Universidad de las Ciencias Informática. La Habana. Disponible en: [http://bibliodoc.uci.cu/TD/TD\\_0460\\_07.pdf](http://bibliodoc.uci.cu/TD/TD_0460_07.pdf)
- Rodríguez Corbea, Maite y Ordóñez Pérez, Meylin. *La metodología XP aplicable al desarrollo del software educativo en Cuba*. Julio de 2007, Universidad de las Ciencias Informática. La Habana. Disponible en: [http://bibliodoc.uci.cu/TD/TD\\_0837\\_07.pdf](http://bibliodoc.uci.cu/TD/TD_0837_07.pdf)
- Ril Valentín, Eliana B. *Plataforma de servicios web para el procesamiento y gestión de información geoespacial*. Mayo de 2008, Universidad de las Ciencias Informática. La Habana. Disponible en: [http://bibliodoc.uci.cu/TD/TD\\_1494\\_08.pdf](http://bibliodoc.uci.cu/TD/TD_1494_08.pdf)
- Márquez Goa, Mauricio de Jesús. *Diseño, desarrollo e implementación de un sistema de información geográfico (SIG) para desplegar la información de cada vivienda a nivel nacional*. Caracas, Octubre de 2005. República Bolivariana de Venezuela.
- López Romero, Emilio y Rodríguez, Antonio. *Recomendaciones para la creación y configuración de servicios de mapas*. Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE). 2006.
- Pérez, Javier. *Introducción a AJAX*. Junio de 2008. [En línea] Disponible en: <http://www.librosweb.es/ajax>
- Rodríguez Sánchez, Rafael. *Implementación de un servicio de mapas raster en web*, 2004 Ciudad de La Habana, Cuba. Disponible en: [http://bibliodoc.uci.cu/TD/TD\\_0058\\_04.pdf](http://bibliodoc.uci.cu/TD/TD_0058_04.pdf)
- Batista, José Luis. *APLICACIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN CUBA*. 2005 [En línea] Disponible en: [http://www.mappinginteractivo.com/plantilla-ante.asp?id\\_articulo=1051](http://www.mappinginteractivo.com/plantilla-ante.asp?id_articulo=1051)
- Celeiro Chaple, Mauricio. *Los Sistemas de Información Geográfica como herramientas para el análisis*. MININT [En línea] Disponible en: [http://www1.webmin.int/sitios/portal/Geoportal/Articulos/Los\\_Sistemas\\_de\\_Información\\_Geográfica\\_como\\_herramientas\\_para\\_el\\_análisis\\_\(Parte1\).mht](http://www1.webmin.int/sitios/portal/Geoportal/Articulos/Los_Sistemas_de_Información_Geográfica_como_herramientas_para_el_análisis_(Parte1).mht)
- Sánchez, M.A.M. *Metodologías de desarrollo de Software. Extreme Programming*. 2004 [En línea]. Disponible en: [http://www.informatizate.net/articulos/metodologias\\_de\\_desarrollo\\_de\\_software\\_07062004.html](http://www.informatizate.net/articulos/metodologias_de_desarrollo_de_software_07062004.html)
- Garcés Presa, Frank David. *Sistema Automatizado para el Control de Tecnologías de Informática y Comunicaciones*. Manual para Administradores de Área, Noviembre 2008.



- C.A. de Squadra. (2006) *Generalidades de los SIG*. Squadra. [En línea] Disponible en: <http://www.squadra.com.py/GeneralidadesSIGSQ.pdf>
- NCGIA. (1990) Volúmen I. *Introduction to GIS*. Santa Bárbara, National Center for Geographic Information and Analysis/University of California.
- González Garcandía, Julia Rosa. (2006) *Principios de los sistemas de información geográfica*. Instituto de Geografía Tropical, División de Geomática. La Habana.
- Martínez Rodríguez, José Gabriel. *Sistemas de Información Geográfica (SIG)*. MININT Hoy. Habana, 2009.
- Molpeceres, A. *Procesos de desarrollo: RUP, XP y FDD*. 2003 [En línea] Disponible en: <http://www.javahispano.org/articles.article.action?id=76>
- Chinchilla Orozco, Franklin. *Oracle Spatial*. Septiembre 2007. [En línea]. Disponible en: <http://frankco.googlepages.com/OracleSpatial.pdf>
- Oracle. Wikipedia.org [En línea]. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Oracle>
- Avalon tecnologías de la información. *Oracle Spatial*. 2008 [En línea] Disponible en: [http://www.avalon.com.es/avalonweb/opencms/es/quehacemos/gis/Oracle\\_Spatial/index.html](http://www.avalon.com.es/avalonweb/opencms/es/quehacemos/gis/Oracle_Spatial/index.html)
- Murray, Chuck. *Oracle Fusion Middleware User's Guide for Oracle MapViewer*. Oracle, Septiembre 2008. Disponible en: [www.oracle.com/technology/products/mapviewer](http://www.oracle.com/technology/products/mapviewer)
- MSDN. *Introducción a Visual Studio*. [En línea] Disponible en: [http://msdn.microsoft.com/es-es/library/fx6bk1f4\(VS.80\).aspx](http://msdn.microsoft.com/es-es/library/fx6bk1f4(VS.80).aspx)
- PACKT PUBLISHING. *Learning Ext JS*, Noviembre de 2008. Disponible en: <http://www.packtpub.com/learning-ext-js/book>
- IDE Canarias. *Web Map Service (WMS)* [En línea] Disponible en: <http://www.idecan.grafcan.es/idecan/portal/documentacion/22-web-map-service-wms.html>
- COMUNIDAD JAVA. *Arquitectura orientada a servicios*. (2007) [En línea] Disponible en: <http://www.comunidadjava.org/?q=node/248>
- Barco, Antonio. *Arquitectura Orientada a Servicios (SOA)*. (2006). Disponible en: <http://arquitecturaorientadaaservicios.blogspot.com/2006/06/soa-y-los-servicios-web-i.html>
- Quest Software, Inc. *Introduction to Toad*. (2007)

- Barron Ramírez, M. *SOA - Introducción*. 2007. [En línea] Disponible en: <http://comunidadnetmonterrey.org/blogs/mbarron>
- Microsoft Corporation. *Microsoft Developer Network*. [En línea] Disponible en: <http://msdn.microsoft.com/es-es/default.aspx>
- Brandendaugh, Jerry. *Aplicaciones JavaScript*. s.l.: Anaya Multimedia. ISBN: 84-41 5-1 070-9.
- CORDÓN, Nuria. *Los Sistemas de Información Geográfica se hacen populares en la empresa*. Computerworld, 2007 [En línea] Disponible en: <http://www.idg.es/computerworld/Los-Sistemas-de-Informacion-Geografica-se-hacen-po/seccion-/articulo-181703>
- SIG. *Sistemas de Información Geográfica*. En Wikipedia.org, [consultado en diciembre de 2008]. [En línea]. Disponible en: [http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema\\_de\\_Información\\_Geográfica](http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_Información_Geográfica).
- Cairo, Alberto (2008) *Infografía 2.0: Visualización interactiva de información en prensa*. Alamut, España.

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

**ArcGIS:** es el nombre de un conjunto de productos de software en el campo de los Sistemas de Información Geográfica. Producido y comercializado por ESRI, bajo el nombre genérico ArcGIS se agrupan varias aplicaciones para la captura, edición, análisis, tratamiento, diseño, publicación e impresión de información geográfica. Estas aplicaciones se engloban en familias temáticas como ArcGIS Server, para la publicación y gestión web, o ArcGIS Móvil para la captura y gestión de información en campo. También su producto más demandado ArcGIS Desktop, la familia de aplicaciones SIG de escritorio, incluyendo en sus últimas ediciones las herramientas ArcReader, ArcMap, ArcCatalog, ArcToolbox, ArcScene y ArcGlobe, además de diversas extensiones. ArcGIS Desktop se distribuye comercialmente bajo tres niveles de licencias que son, en orden creciente de funcionalidades (y coste): ArcView, ArcEditor y ArcInfo.

**CARTOGRAFÍA:** es una disciplina que integra ciencia, técnica y arte, que trata de la representación de la Tierra sobre un mapa o representación cartográfica.

**CENTROIDE:** punto interior de un polígono más próximo a su centro geométrico, el centro geométrico de un polígono puede ser exterior si el polígono no es convexo; en ese caso, el centroide se “mueve” al lugar más próximo posible que cumpla la condición de interioridad.

**COORDENADA:** cantidad usada para definir una posición en un sistema de referencia, las coordenadas pueden ser lineales (cartesianas) o angulares (esféricas), según el sistema de referencia.

**DATOS ALFANUMÉRICOS:** son descripciones de las características de las entidades gráficas. Generalmente son almacenados en formatos convencionales para este tipo de información.

**GEORREFERENCIAR:** asignar coordenadas geográficas a un objeto o estructura, el concepto aplicado a una imagen digital implica un conjunto de operaciones geométricas que permiten asignar a cada pixel de la imagen un par de coordenadas (x,y) en un sistema de proyección.

**GEORREFERENCIACIÓN:** es el posicionamiento en el que se define la localización de un objeto espacial en un sistema de coordenadas.

**GML (GEOGRAPHIC MARKUP LANGUAGE):** lenguaje estándar de marcado basado en XML para el intercambio de información geográfica entre sistemas.

**ESTÁNDAR:** propiedad que garantiza la uniformidad en los métodos de capturar, representar, almacenar y documentar la información.

**INTEROPERABILIDAD:** Condición mediante la cual sistemas heterogéneos pueden intercambiar procesos o datos.

**INTERSECCIÓN:** operación de combinación de dos mapas en la cual se conservan las zonas incluidas en el dominio espacial común a los dos mapas.

**LEYENDA:** listado ordenado y estructurado de las relaciones símbolo/valor para las variables representadas en un mapa. La leyenda debe permitir interpretar los significados de los recursos gráficos usados en el mapa, tanto para las variables cuantitativas (por ejemplo, altitud) como nominales (p. ej., vegetación).

**MAPA:** modelo gráfico de la superficie terrestre donde se representan objetos espaciales y sus propiedades métricas, topológicas y atributivas. Un mapa puede ser analógico (impreso sobre papel) o digital (codificado en cifras, almacenado en un ordenador y presentado en una pantalla), existen mapas métricos, diseñados para representar distancias, superficies o ángulos y mapa topológicos, diseñados para representar vecindad, inclusión, conectividad y orden en el contexto de los SIG, un mapa es la presentación de cualquier estructura de datos usada para reflejar cartográficamente una variable espacial (nominal o cuantitativa) independientemente del modelo de datos utilizado (vectorial o raster).

**METADATOS:** información sobre las características de un conjunto de datos típicamente, los metadatos incluyen información anexa al cuerpo de datos principal.

**POLÍGONO:** figura geométrica plana formada por, al menos, un anillo externo, un polígono puede tener anillo(s) interno(s) en cuyo caso se habla de un polígono compuesto en vez de un polígono simple (sin “agujeros”).

**OGC (OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM):** consorcio encargado de definir los estándares a seguir por los SIG. Es un consorcio internacional formado por 256 empresas, organismos estatales y universidades, que participan en un proceso para el desarrollo de especificaciones de interfaces disponibles para el público en general.

**RASTER:** modelo de datos en el que la realidad se representa mediante teselas elementales que forman un mosaico regular, cada tesela del mosaico es una unidad de superficie que recoge el valor medio de la variable representada (altitud, reflectancia...); las teselas pueden ser cuadradas (celdas) o no (triangulares, hexagonales...) un modelo de datos raster está basado en localizaciones.

**SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA:** sistema de gestión de bases de datos (SGBD) con herramientas específicas para el manejo de información espacial y sus propiedades; los tipos de propiedades que un SIG debe poder analizar tanto independiente como conjuntamente son tres: métricas, topológicas y atributivas.

**SISTEMA DE COORDENADAS:** marco de referencia espacial que permite la definición de localizaciones mediante coordenadas, éstas pueden ser lineales (sistemas cartesianos, con ejes ortogonales) o esféricas (donde se utilizan como coordenadas el acimut y elevación angular).

**SISTEMA EXPERTO:** conjunto de base de datos y sistema de decisión basado en reglas que genera la respuesta de mayor probabilidad ante un conjunto dado de datos de entrada.

**SQL:** acrónimo de Structured Query Language, un lenguaje estándar de gestión de bases de datos. SQL se ha convertido en un estándar por lo que es posible acceder a bases de datos de procedencia diversa mediante consultas en este lenguaje.

**(SVG) SCALABLE VECTOR GRAPHICS:** lenguaje de marcado basado en XML para la representación de gráficos vectoriales en páginas Web.

**TOPOLOGÍA:** referencia a las propiedades no métricas de un mapa en el contexto de los SIG, topología hace referencia a las propiedades de vecindad o adyacencia, inclusión, conectividad y orden, es decir, propiedades no métricas y que permanecen invariables ante cambios morfológicos, de escala o de proyección. Se dice que una estructura de datos es 'topológica' cuando incluye información explícita sobre

estas propiedades; en este caso, es posible realizar análisis y consultas “topológicas” sin necesidad de acudir a las tablas de coordenadas.

**VECTOR:** entidad geométrica definida por una magnitud y un sentido. Un vector está formado por un par de puntos ordenados; el orden define el sentido del vector y la distancia, entre origen y final su magnitud; si la magnitud es nula, el vector se reduce a un punto y el sentido queda indefinido.

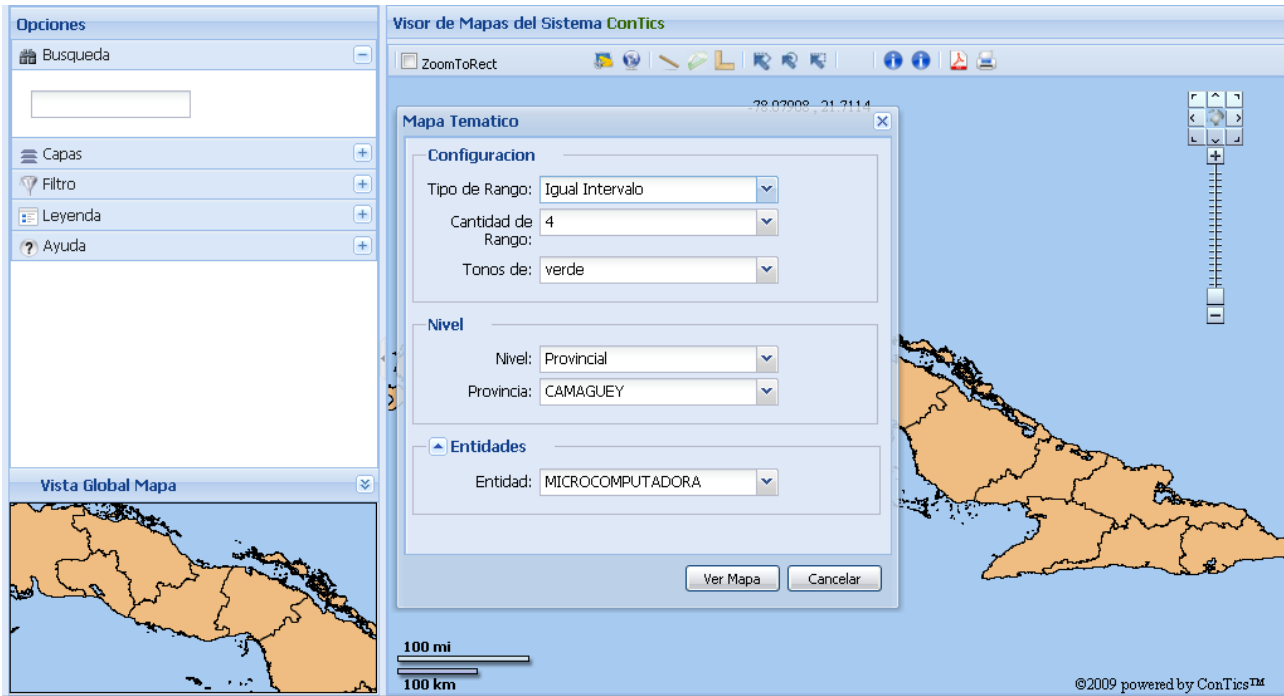
**VECTORIAL:** modelo de datos en el que la realidad se representa mediante vectores o estructuras de vectores, una estructura vectorial puede ser compleja: una cadena de vectores forma un arco; una cadena de arcos forma un anillo; uno o varios anillos definen un polígono; se trata de un modelo de datos basado en objetos (geométricos) frente al modelo raster, basado en localizaciones.

**WMS (WEB MAP SERVICES):** El servicio Web Map Service (WMS) definido por el OGC (Open Geospatial Consortium) produce mapas de datos espaciales referidos de forma dinámica a partir de información geográfica.

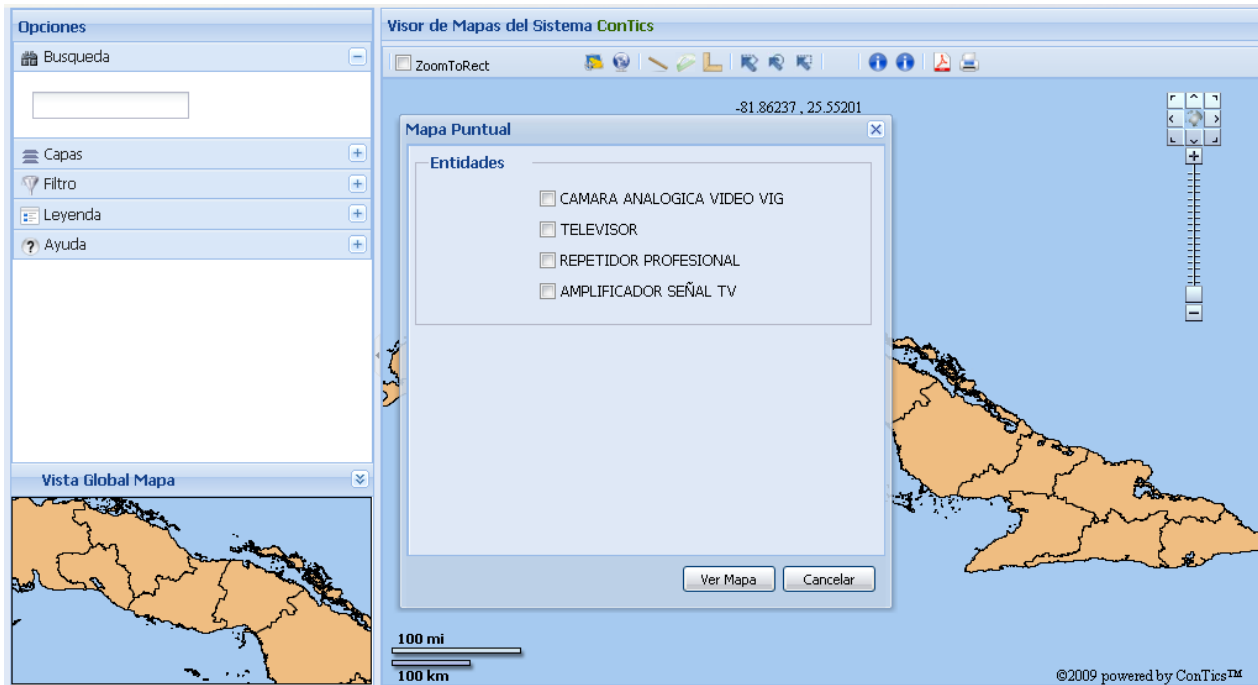
**WFS (WEB FEATURES SERVICES):** Servicios de rasgos (características) en Web. Especificación emitida por OGC.

ANEXOS

Anexo # 1: Prototipo de Interfaz de la Historia de Usuario: **Generar Mapas**. “Generar Mapa Temático”.



Anexo # 2: Prototipo de Interfaz de la Historia de Usuario: **Generar Mapas**. “Generar Mapa Puntual”.





Anexo # 3: Prototipo de Interfaz de la Historia de Usuario: Filtrar Mapa.

The screenshot displays the 'Visor de Mapas del Sistema ConTics' interface. On the left, the 'Opciones' panel includes sections for 'Busqueda', 'Capas', and 'Filtro'. The 'Filtro' section is expanded to show a list of specialties under the 'Especialidad' parameter, with checkboxes for 'A.O.P. CAPITAL', 'ARMAMENTO', and 'BOMBEROS' selected. Below this list are buttons for 'Agregar', 'Limpiar', and 'Ver Filtro'. A 'Filtro Global' dialog box is open in the center, showing a table of filtered results:

Parametro	Valores
Municipio	(ARR.NARANJO,CHA-BAH.HONDA,P.RIO-BAYAMO, GRANMA-BEJUCAL, HABANA-BOYEROS, C.F
Especialidad	(A.O.P CAPITAL-ARMAMENTO-BOMBEROS)

The dialog box has a 'Cerrar' button at the bottom right. The main map area shows a zoomed-in view of a region with coordinates -79.05356, 26.19689. A scale bar at the bottom indicates 100 miles and 100 kilometers. The footer text reads '©2009 powered by ConTics™'.