

Universidad de las Ciencias Informáticas

Facultad 2



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

Título: *Servicio de Localización de Móviles utilizando redes GSM.*

Autor(es): Andros Brito González.

Néstor Tocabéns Aguiar.

Tutor(es): Ing. Serguei Guerra Fernández.

Ing. Alain Osvaldo Pérez Hernández.

Ciudad de la Habana, junio del 2009.



“Poner la ciencia en lengua diaria: he ahí un gran bien que pocos hacen”.

José Martí

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Declaro que somos los únicos autores de este trabajo y autorizo a la Dirección de Facultad 2 de la Universidad de las Ciencias Informáticas a hacer uso del mismo en su beneficio.

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

Andros Brito González

Néstor Tocabéns Aguiar

(Autor)

(Autor)

Ing. Serguei Guerra Fernández

Ing. Alain Osvaldo Pérez Hernández

(Tutor)

(Tutor)

Agradecimientos

Quisiera agradecer a la Revolución por la oportunidad de estudiar en esta Universidad, a mi familia por su apoyo, a mis padres en especial, a mis tutores, a mi compañero de tesis, a mis maestros que me insertaron en el mundo del conocimiento, a mis amigos, a todos los que me ayudaron en la realización de este proyecto.

Andros

A toda mi familia por el apoyo que me han brindado a lo largo de toda mi carrera estudiantil. En especial mis padres que con su ejemplo y educación me inculcaron desde pequeño la necesidad de estudiar, siendo ellos mi principal fuente de inspiración, hoy quisiera regalarles todo el orgullo y la satisfacción que siento diciéndoles que lo han hecho bien. A mis tutores, compañero (y amigo) de tesis, compañeros y amigos, a todos los profesores por mi formación, al Director de la Agencia Geomática Raúl Correa Cobas, en general, a todo aquel que de una forma u otra ha intervenido en la realización de este proyecto. Además de mi incondicional agradecimiento a la Revolución por haberme brindado la oportunidad de estudiar en esta Universidad de Ciencias Informática.

Néstor.

Dedicatoria

A mis padres Pedro Rafael y Maira que son parte indispensable de mi ser.

A mi novia Maydel por su comprensión y cariño.

A mi hermana Olesia por su preocupación y ternura, a William mi cuñado por su apoyo.

A mis abuelos por su inagotable amor.

A todos los que me ayudaron y a los que no también porque me hicieron esforzarme más.

Andros.

A mis padres Néstor Daniel y Marta Silvia que siempre los tengo presentes y son mi ejemplo a seguir.

A mi hermano Pedro Pablo.

A mi hermana Yudet que nunca me olvido de ella.

A mis abuelos por su cariño incondicional.

A mis primos y tíos por sus consejos y comprensión.

A mis vecinos Juan Carlos y Yeranís por su apoyo y preocupación.

A mis amigos por estar en los momentos malos y buenos.

Néstor.

Resumen

La tecnología móvil desde su surgimiento hasta la actualidad, ha tenido un gran impacto social ya que desde su inserción, ofrece una gran cantidad de servicios que se han ido evolucionando de manera gradual y acelerada para lograr una mayor productividad en la sociedad. El móvil además de su función principal que es la comunicación a través de llamadas telefónicas o el envío de mensajes de texto, brinda un conjunto de prestaciones como la navegación por internet, tomar videos y fotos, descarga de contenido, localización y orientación geográfica entre otros.

Cuba se quiere insertar a pasos agigantados a este movimiento tecnológico, un ejemplo de este esfuerzo es el desarrollo en nuestra facultad de un Portal de Protocolos de Aplicaciones Inalámbricas (Wireless Application Protocol WAP, por sus siglas en inglés) que permitirá un conjunto de facilidades como información al cliente referente al estado del tiempo, noticias, opciones de búsquedas y consultas sobre el directorio telefónico de páginas amarillas de la Empresa de Telecomunicaciones de Cuba S.A (ETECSA) además del servicio de orientación geográfica al cual va dirigido este trabajo.

El servicio de orientación brindará un conjunto de información geográfica necesaria para la toma de decisiones y resolución de problemas de búsquedas de entidades.

Palabras claves: Tecnología móvil, orientación, WAP, ETECSA.

Índice

DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	I
Agradecimientos.....	2
Dedicatoria.....	3
Resumen.....	3
Índice de Figuras	8
INTRODUCCIÓN.....	10
1.0 Introducción	14
1.1 Visión General.....	14
1.2 Reseña Histórica.....	14
1.3 GSM en América Latina.....	15
1.4 GSM en Cuba.....	17
1.5 Arquitectura de la Red GSM.....	22
1.6 Localización	28
1.6.1 Categorías de localización	28
1.6.1.1 Localización descriptiva.....	28
1.6.1.2 Localización Espacial	28
1.6.1.3 Localización de Red.....	28
1.6.2 Gestión de la localización.....	29
1.6.2.1 Técnicas basadas en la identidad celular	30
1.6.2.2 Técnicas basadas en la red.....	30
1.6.2.3 Técnicas basadas en la modificación del terminal móvil.....	35
1.7 WAP	37
1.8 Herramientas.....	38

1.8.1 Lenguaje de Programación	38
1.8.2 Metodologías de Desarrollo	40
1.8.3 Gestor Base de Datos	43
1.8.3 Servidor WEB	44
1.8.4 Entorno de Desarrollo.....	46
1.8.5 Herramienta CASE.....	46
MapInfo.....	49
Capitulo 2.....	51
2.1 Introducción	51
2.2 Flujo actual de los procesos involucrados en el campo de acción	51
2.3 Propuesta de Solución.....	53
2.4 Modelo de Dominio.....	54
2.4.1 ¿Qué es modelo de dominio?	54
2.4.2 ¿Por qué Modelo de Dominio?	55
2.5 Modelado del Sistema	57
2.5.1 Actores del sistema.....	57
2.5.2 Especificación de los Requisitos del Software.....	57
2.5.2.1 Requisitos Funcionales	57
2.5.2.2 Requerimientos no Funcionales.....	59
2.5.3 Diagrama de Casos de Uso del Sistema.....	60
CAPÍTULO 3: ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA	62
3.1 Introducción	62
3.2 Modelo de Análisis	62
3.3 Modelo de Diseño.....	66
3.3.1 Patrones de Diseño.....	66
3.3.2 Clases del Diseño.....	69
3.3.3 Diagramas de Interacción.....	75

3.3.4 Modelo de Despliegue.....	75
Conclusiones Generales.....	76
Recomendaciones.....	77
Bibliografía Citada.....	78
Bibliografía consultada.....	79
Glosario de Términos.....	80
Anexo	82
Anexo 1 Herramienta Visual Paradigm	82
Anexo 2 Herramienta MapInfo.....	84
Anexo 3: Descripción Textual de los Casos de Uso del Sistema.....	85
Anexo 4 Diagramas de Secuencia.....	89
Anexo 5 Modelo de Despliegue.....	92

Índice de Figuras

Fig. 1. Números de BTS hasta el 2008.....	19
Fig. 1. 1 Mapa de cobertura de Cuba, 2008.....	20
Fig. 1. 2 Ejemplos de algunas compañías con Roaming internacional 2008.	21
Fig. 1. 3 Subsistemas GSM.....	22
Fig. 1. 4 Red Celular (Compuestas por Celdas).....	23
Fig. 1. 5 Esquema en el terreno de la arquitectura GSM.....	27
Fig. 1. 7 Sistema de localización por ángulo de llegada.....	31
Fig. 1. 8 TOA. Representación Geométrica	32
Fig. 1. 9 Sistema de localización TDOA	33
Fig. 1. 10 Sistema de localización por "huella multitrayecto".....	34
Fig. 1. 11 Triangulación de la Señal.....	35
Fig. 2. 1 Modo Dedicado.....	52
Fig. 2. 2 Modo Idle.....	53
Fig. 2. 3 Modelo de Dominio.	56
Fig. 2. 4 Diagrama de Casos de Uso del Sistema.	61
Fig. 3. 1 Estereotipo de la clase interfaz.....	63
Fig. 3. 2 Estereotipo de la clase de control.	63
Fig. 3. 3 Estereotipo de la clase de entidad.....	64
Fig. 3. 4 Diagrama de Clases de Análisis: CU Atender Solicitud.....	64

Fig. 3. 5 Diagrama de Clases de Análisis: CU Registrar Posición.....	65
Fig. 3. 6 Diagrama de Clases de Análisis: CU Posicionar Móvil.....	66
Fig. 3. 7 Diagrama de Clases del Diseño: CU Atender Solicitud.....	72
Fig. 3. 8 Diagrama de Clases del Diseño: CU Registrar Posición.....	73
Fig. 3. 9 Diagrama de Clases del Diseño: CU Posicionar Móvil.....	74
Fig. 4.0 Ejemplo de los procesos Actualización de Posición, paging y entrega de llamada.	82
Fig. 4.1 Herramienta de Visual Paradigm.....	83
Fig. 4.2 Herramienta de MapInfo.....	84
Fig. 4.3 Diagrama Secuencia CU: Atender Solicitud.....	89
Fig. 4.4 Diagrama Secuencia CU: Registrar Posición.....	90
Fig. 4.4 Diagrama Secuencia CU: Posicionar Móvil.	91
Fig. 4.5 Modelo de Despliegue.....	92

INTRODUCCIÓN

La comunicación inicia con el surgimiento de la vida en nuestro planeta y su desarrollo ha sido simultáneo al progreso de la humanidad. El simple hecho de ser seres humanos nos hace desenvolvemos en medios donde se tendrá que estar comunicados. Por eso la gran importancia de la transmisión y la recepción de información, y en la época actual donde los computadores hacen parte de la cotidianidad, es necesario establecer medios de comunicación eficaces entre ellos. El pionero en experimentar con las ondas de radio para enviar mensajes sin el uso de alambres fue Guillermo Marconi en 1894, la cual ha servido como base para la revolución celular actual.

La telefonía celular es un sistema de comunicaciones totalmente inalámbrica. Desde sus inicios hasta la actualidad ha revolucionado enormemente las actividades a realizar diariamente. Los teléfonos celulares mediante la gran cantidad de servicios con que cuentan se han convertido en una herramienta primordial para la gente común y de negocios; las hace sentir más seguras y las hace más productivas.

La tecnología telefónica y de comunicación en general ha estado brindando muchos servicios; al tener información a mano rápidamente y ahorrar tiempo en casi todas las actividades, es más fácil ubicar a las personas y solucionar todos los problemas que te plantea la vida diaria. Empleada con inteligencia nos puede proporcionar bienestar.

Martin Cooper fue el pionero en esta tecnología, a él se le considera como "el padre de la telefonía celular" al introducir el primer radioteléfono, en 1973, en Estados Unidos, mientras trabajaba para Motorola; pero no fue hasta 1979 cuando aparecieron los primeros sistemas comerciales en Tokio, Japón por la compañía NTT.

Nuestro país realiza grandes esfuerzos por integrarse a este auge mundial con la mayor eficiencia posible. Cuba, cuenta con una red de telefonía digital que cubre todo el país, a pesar de que el número de líneas tanto fijas como móviles sea aún bastante bajo, lo cierto es que desde casi un 93% del país uno se puede comunicar con cualquier otro lugar en la isla o en el extranjero.

EL empeño mayor actualmente en cuanto a la red digital se realiza con los municipios montañosos y los asentamientos poblacionales con más de 300 habitantes que aún no cuentan con servicio telefónico, destacándose el hecho de que en una primera etapa se transitarán por soluciones que permitan el uso colectivo de este servicio.

La **situación problemática** radica en la inexistencia en CUBACEL de un servicio de orientación geográfica lo que trae como consecuencia que los usuarios carezcan de la posibilidad de orientarse, determinar geográficamente alguna prestación de su interés. CUBACEL se pierde de prestar un servicio más que cautive a sus compradores y ayude a la empresa a tomar prestigio a nivel mundial.

Se hace necesario un diseño cuidadoso de una arquitectura fiable que cubra las necesidades actuales de los clientes, basado en los servicios de localización que ofrece el Sistema Global de Comunicaciones para Móviles (Global System for Mobile Communications GSM, por sus siglas en inglés) para en un futuro implementar esta prestación anhelada en Cuba y difundida en el resto del mundo.

La revolución digital permite que la información geográfica se vuelva más accesible para la mayoría de las personas. Esta tecnología se ha convertido para muchos en una herramienta fundamental de análisis, resolución de problemas y de toma de decisiones.

Se identifica el siguiente **problema científico**: ¿cómo brindar un servicio de orientación geográfica dentro de las comunicaciones móviles en Cuba?

Según el problema identificado el **objeto de estudio** está basado en las técnicas de localización.

El **campo de acción** lo constituye la técnica basada en la identidad global de celdas mejorada (Cell Global Identity CGI, por sus siglas en inglés) para GSM en Cuba.

Con el propósito de dar solución al problema científico se ha trazado como **objetivo general** de la investigación, proponer un diseño para un servicio de localización basado en CGI para la red GSM en Cuba.

Para dar cumplimiento al objetivo planteado se han definido los siguientes **objetivos específicos**:

- Realizar un estudio del arte sobre la tecnología GSM y de los servicios de Localización.
- Realizar un estudio sobre los elementos, interfaces y protocolos de la arquitectura GSM.
- Realizar un estudio del método de localización CGI y TA.

- Realizar un estudio del funcionamiento del portal WAP.

Las tareas de la investigación son:

- Fundamentar conceptos y funcionalidades de la arquitectura GSM.
 - Buscar y consultar la bibliografía especializada en los subsistemas que componen la arquitectura GSM.
- Comparar las diferentes técnicas de localización de móviles para la red GSM.
 - Buscar y consultar la bibliografía especializada de la técnica de localización de móviles CGI con TA.
- Aplicar una entrevista no estructurada a especialistas en técnicas de localización.
- Identificar las principales funcionalidades y servicios del portal WAP.
- Fundamentar los conceptos y funcionalidades sobre la herramienta MapInfo del Sistema de Información Geográfica (SIG).
- Aplicar una entrevista no estructurada a especialistas en sistemas de información geográfica.
- Identificar las herramientas vitales para el desarrollo del sistema.

Este trabajo está conformado por tres capítulos:

El **Capítulo I:** Fundamentación teórica, en este capítulo se hace un estudio del estado del arte. Se analizan las herramientas Case y las posibles a utilizar para realizar el análisis y diseño del modulo, justificando el por qué de su uso.

El **Capítulo II:** En este capítulo se modela el negocio, que proporciona una base para determinar las actividades fundamentales que serán objeto de automatización y a partir de las funcionalidades identificadas se realiza la propuesta del sistema.

El **Capítulo III:** En este capítulo se modelan los diagramas de clases del análisis y del diseño, así como los diagramas de interacción correspondientes.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

CAPÍTULO 1

1.0 Introducción

A continuación en el presente capítulo se analiza todo lo referido a las técnicas de localización de móviles para redes GSM, brindando una serie de datos y una descripción detallada de su arquitectura. Se ofrece todo un conjunto de información sobre las diferentes herramientas a utilizar.

1.1 Visión General

La telefonía móvil es la tecnología de más rápido crecimiento en el mundo. El desafío ahora es aprovechar las aplicaciones cada vez más sofisticadas que ofrecen los aparatos celulares. Esta tecnología permite informar y proveer servicios a medida para la mayoría de la población. Tomar una foto a captar video en un momento determinado, servicios de mensajes, servicios Web, como revisar correo o simplemente conversar, son un ejemplo de algunas ventajas de la comunicación móvil.

1.2 Reseña Histórica.

“En los comienzos de los años ochenta los sistemas celulares analógicos experimentaron un gran crecimiento en Europa. Cada país desarrolló su propio sistema, incompatible con el resto de los países, lo que impedía la interoperabilidad más allá sus fronteras. Esta situación no era deseable debido a que la movilidad se limitaba a cada país y lo que es muy importante, los mercados eran muy limitados. En 1982, la Conferencia Europea de Correos y Telégrafos (CEPT, Conference of European Post and Telegraphs) formó un grupo de estudio denominado Grupo Especial para Móviles (GSM, Groupe Special Mobile) para desarrollar un sistema pan-europeo de telefonía móvil.” (3)

En 1989 la responsabilidad del GSM fue transferida al Instituto de Estándares de Telecomunicaciones Europeas (ETSI, European Telecommunications Standards Institute), que definitivamente denominó al proyecto como Global System for Mobile Communications. El GSM comenzó su servicio de forma comercial a mediados de 1991, y en 1993 había 36 redes GSM en 22 países. A principios de 1994 había 1,3 millones de usuarios y a principios de 1995 alrededor de 10 millones de usuarios en todo el mundo.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Poco a poco GSM trascendió las fronteras europeas para convertirse en un estándar internacional de gran aceptación.

La plataforma actual de GSM es un suceso tecnológico y un logro sin precedentes en la historia mundial. En menos de 10 años desde que se instaló la primera red GSM, esta tecnología se convirtió en el estándar, mostrando los más altos índices de crecimiento y de penetración en el mercado, pues ya se encontraba disponible en más de 200 países. En los últimos 6 años hasta el 2007 3G Américas informó que la cantidad de abonados al servicio inalámbrico móvil GSM alcanzó los 2500 millones en todo el mundo, un impactante incremento del 400% en abonados GSM. Al término de diciembre de 2008 GSM ostenta 3.5 mil millones de los casi 4 mil millones de suscripciones móviles, lo que equivale al 89% de participación de mercado. No existen precedentes de prácticamente ninguna industria mundial que haya logrado el crecimiento y el éxito mostrado por la familia de tecnologías GSM, este nivel alcanzado supera el logrado por casi cualquier otra innovación que haya importado un cambio en el estilo de vida.

1.3 GSM en América Latina.

Desde diciembre de 2003 hasta diciembre de 2004, GSM sumó más de 59 millones de clientes tan sólo en América; mundialmente, GSM sumó 284 millones de clientes nuevos, lo que representa más que la base de clientes total de cualquier otra tecnología móvil.

Durante el 2004 los 5 países que obtuvieron un mayor crecimiento de clientes GSM fueron Brasil con 6.2 millones, México con 3.8 millones, Argentina con 1.7 millones, Colombia con 1.5 millones y Chile con 0.5 millones de nuevos clientes GSM.

En el 4to trimestre de 2004, en la región América en su conjunto, GSM conquistó 23 millones de clientes, lo que representa el 87% de los clientes inalámbricos netos del 4to trimestre. Esto se traduce en un crecimiento del 73% anual para GSM de 2003 a 2004 en los Estados Unidos y Canadá, y un robusto índice de crecimiento del 169% en la región América latina y Caribe.

“El director ejecutivo de GSM señaló que con más de 702 compañías operadoras en el mundo, 80 en Latinoamérica, la tecnología GSM hoy cuenta con alrededor de 150 millones de abonados en la región y responde por el 56,5% del mercado.

Solamente entre mayo de 2005 y mayo de 2006, el mercado latinoamericano registró la adhesión de 78,7 millones de nuevos abonados a GSM, creciendo un 87,3%. La tecnología GSM es la número uno en la

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

región, con el triple de abonados de CDMA (Code Division Multiple Access) y cuatro veces los de TDMA (Time Division Multiple Access)" (4).

"El crecimiento acelerado de la tecnología GSM en América Latina, se debe, en gran medida, al volumen de inversiones realizadas por las operadoras en la Región. De acuerdo a un estudio realizado por las consultoras Ovum (Unysis Revenue Growth Suffers but Profitability Improves) e Independ, entre 2002 y 2004, las operadoras móviles invirtieron cerca de US\$ 16 mil millones. Del total de los ingresos anuales de las operadoras móviles, el 28% son reinvertidos en Latinoamérica, contra 13% a 18% invertidos en otras regiones, como Estados Unidos y Europa. "(4)

Las inversiones de las compañías operadoras representan un 2,5% de las inversiones totales en la región, y son responsables de más del 1,14% del PBI (Producto Interno Bruto) en América Latina. Estas compañías generan en la región Latinoamericana 2,3 millones de empleos (directos e indirectos) y tributan anualmente cerca de US\$ 10 mil millones, por medio de distintos tipos de impuestos y tasas.

En un estudio realizado por las empresas Pyramind y Deloitte, en 50 países emergentes a nivel mundial se constató que en 16 de ellos los impuestos sobre telefonía y servicios móviles representan más del 20% del costo total de acceso al servicio móvil.

También muestra el estudio que 930 millones de celulares adicionales de bajo costo podrían venderse hacia 2010 en estos 50 países, si estuvieran libres de tasas de importación e impuesto a las ventas. Eliminar impuestos extras podría elevar el número de usuarios móviles en 19 países afectados en hasta 34 millones (u 8%) dentro de cuatro años. La remoción de impuestos de comercialización sobre los servicios móviles podría, en lo inmediato, aumentar la penetración del servicio en hasta 20 puntos porcentuales, con los consiguientes beneficios de inclusión digital.

En América Latina y el Caribe, GSM sumó más de 83 millones de abonados en el año cumplido en septiembre de 2006, lo que representa una tasa de crecimiento anual del 79%. CDMA registró 9,6 millones de clientes e iDEN (Integrated Digital Enhanced Network) sumó más de 900 mil clientes en el mismo año.

Con una base de clientes inalámbricos GSM de casi 189 millones a septiembre de 2006, América Latina y el Caribe se considera un mercado clave para el crecimiento futuro.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

“GSM incrementó su participación de mercado al 53% del total de clientes inalámbricos del Hemisferio Occidental, comparada con el 41% registrado al término del tercer trimestre de 2005, lo que representa una ganancia de 12 puntos porcentuales de participación de mercado. El mercado de CDMA se redujo en el lapso de un año cumplido al término de septiembre de 2006, del 36% al 33%. TDMA continuó bajando, del 16% al 8% e iDEN registró cierta reducción en su participación de mercado, del 5,5% al 5,3%. “(5)

La familia de tecnología GSM totalizaba 525 millones de suscripciones en América del Norte, América Latina y el Caribe al término del mes de diciembre de 2008, habiendo superado la marca de 500 millones de suscripciones en octubre de ese mismo año. Con esta cifra, la creciente participación de mercado en la región pasa al 70%. Dado al crecimiento de GSM en las Américas desde que se registraron los primeros 3 millones de suscripciones en diciembre de 1998 hasta diciembre de 2008, se puede garantizar que ha sido no solo en términos de creciente penetración y participación de mercado, sino también por los operadores que continúan invirtiendo en sus redes de 3G y posteriores. Para marzo de 2009 la familia de tecnología GSM sumo 99 millones de suscripciones en la región.

Una de las claves del crecimiento notable de GSM es la flexibilidad ofrecida por el camino evolutivo racionalizado de la familia GSM a servicios de datos inalámbricos a alta velocidad de próxima generación – incluso tecnología EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution) – que actualmente tiene compromisos de 250 operadores mundialmente. Hay 179 operadores en 94 países que ya ofrecen servicio EDGE comercial, entre los que se encuentran 54 operadores de 21 países de las Américas. En América Latina hay 31 operadoras en 18 países.

1.4 GSM en Cuba.

Cubacel es la empresa que brinda el servicio de telefonía celular en toda la isla con una cobertura que si bien no cubre todo el territorio nacional si abarca todas las principales ciudades y destinos turísticos del país.

Cubacel, ofrece servicios de telefonía celular con cobertura nacional en las normas GSM y TDMA. La misma opera en las frecuencias 850/900 MHZ en la tecnología GSM y 800MHZ en la TDMA. La banda de los 850MHZ (GSM) ha sido activada recientemente por Cubacel y está disponible en Ciudad La Habana, Varadero y los Cayos Coco y Guillermo.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

En Cuba en estos últimos años, dos entidades han sido las encargadas de llevar el tema de la telefonía móvil: la Empresa Mixta de Teléfonos Celulares de Cuba S.A. (Cubacel S.A), y la empresa Cuba Comunicaciones (C_COM); La primera creada en diciembre de 1991, basa su propósito en la construcción, instalación, mantención, operación y explotación en todo el territorio nacional de la red pública de radiotelefonía celular, conforme a la concesión otorgada por el gobierno cubano en fecha 22 de enero de 1992. La segunda fundada en el año 2000, comienza sus operaciones el 15 de agosto del 2001 con capital 100% nacional. Desde sus inicios Cubacel adopta la tecnología TDMA 2G, la cual brinda servicios de alta calidad de voz y datos por conmutación de circuitos en las bandas más usadas del espectro. Por su parte C_COM acoge la tecnología GSM Fase 2+, introducida en el año 2001 cuando el Ministerio de la Informática y las Comunicaciones de Cuba (MIC) otorgan la licencia de operación en la banda de los 900MHz.

El proveedor escogido para suministrar el equipamiento fue Ericsson Telecom, compañía sueca de merecido prestigio, principal suministrador de equipamiento GSM a escala mundial y de calidad reconocida.

El 16 de diciembre del 2003 el Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros autoriza la fusión de las entidades referidas, con motivo de su incorporación a la Mixta, Empresa de Telecomunicaciones de Cuba S.A (ETECSA). El propósito de esta unión consistió en integrar en una sola entidad, todas las actividades relacionadas con la telefonía fija y móvil, así como otros servicios de telecomunicaciones del país para asegurar el proceso de investigación, inversión, producción, prestación de servicios y su comercialización en Cuba y en el exterior, incluyendo la compra en el mercado externo de la asistencia técnica e insumos para la producción y servicios, así como otras actividades que garanticen el normal funcionamiento del sistema y aportar a la economía nacional divisas libremente convertibles.

A partir del 2003 el incremento de Estaciones Base Transceptoras (Base Transceiver Station BTS, por sus siglas en inglés) determina la cobertura de la red GSM, esta tendencia en espiral con el paso del tiempo se comporta como se ilustra en la Fig.1

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

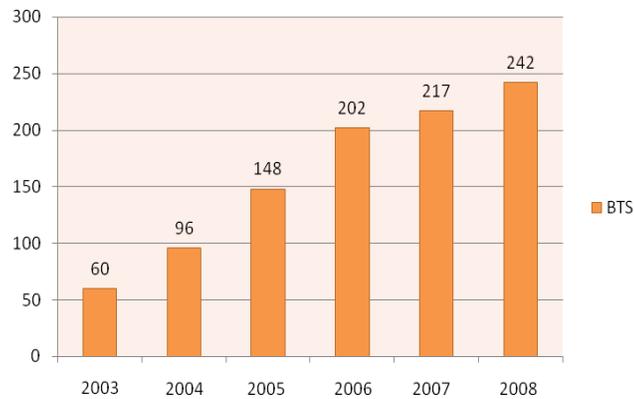


Fig. 1. Números de BTS hasta el 2008

Gracias a acuerdos de roaming internacional que la empresa tiene con socios internacionales es posible utilizar en Cuba teléfonos celulares de casi cualquier parte de Europa, América y parte de Asia. Además, es posible comprar o alquilar un aparato a la hora de contratar los servicios de telefonía celular.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

En el 2008 los niveles de cobertura de la red GSM quedan de la siguiente forma:

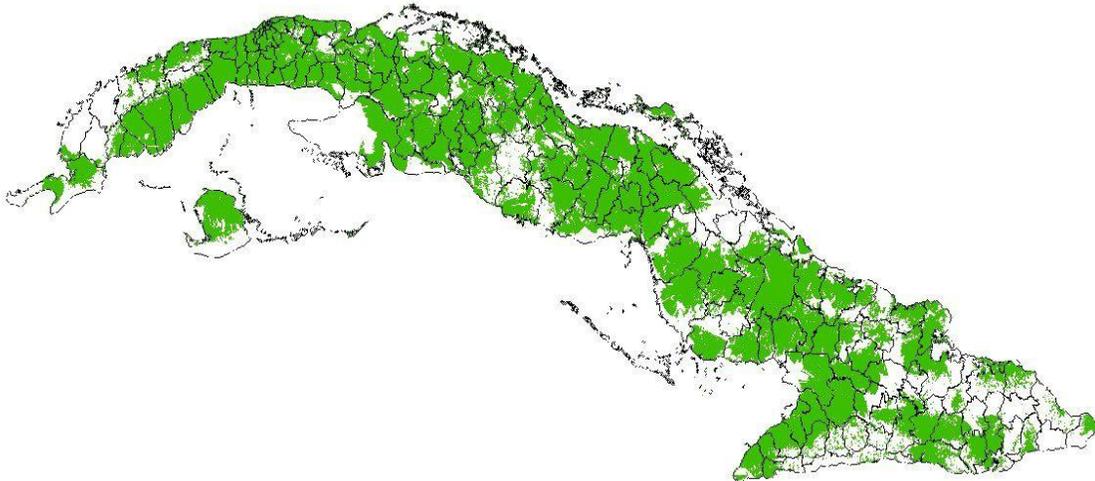


Fig. 1. 1 Mapa de cobertura de Cuba, 2008

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Fuera de nuestras fronteras se tienen relaciones gracias a los acuerdos internacionales de roaming con compañías de 60 países mostrando algunos ejemplos en la fig. 1.2.

Países	Compañías
Alemania	E-Plus, O2 (VIAG Interkom), T-Mobile, Vodaone Alemania
Brasil	Oi Brasil, TIM Brasil
Canadá	Microcell, Rogers & Wireless
Chile	Entel PCS
España	Airtel Vodafone, Amena, Telefónica Móviles
Inglaterra	BT Cellnet, Orange UK, T-Mobile UK
Italia	Blu, Omnitel Vodafone, TIM, WIND
México	Telcel

Fig. 1. 2 Ejemplos de algunas compañías con Roaming internacional 2008.

El siguiente epígrafe desarrolla un análisis de la arquitectura de la red GSM, sus componentes y funcionalidades.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.5 Arquitectura de la Red GSM.

La red GSM para su organización se divide en tres subsistemas:

- Subsistema de Estaciones Bases.
- Subsistema de Conmutación y Red.
- Subsistema de Operación y Mantenimiento.

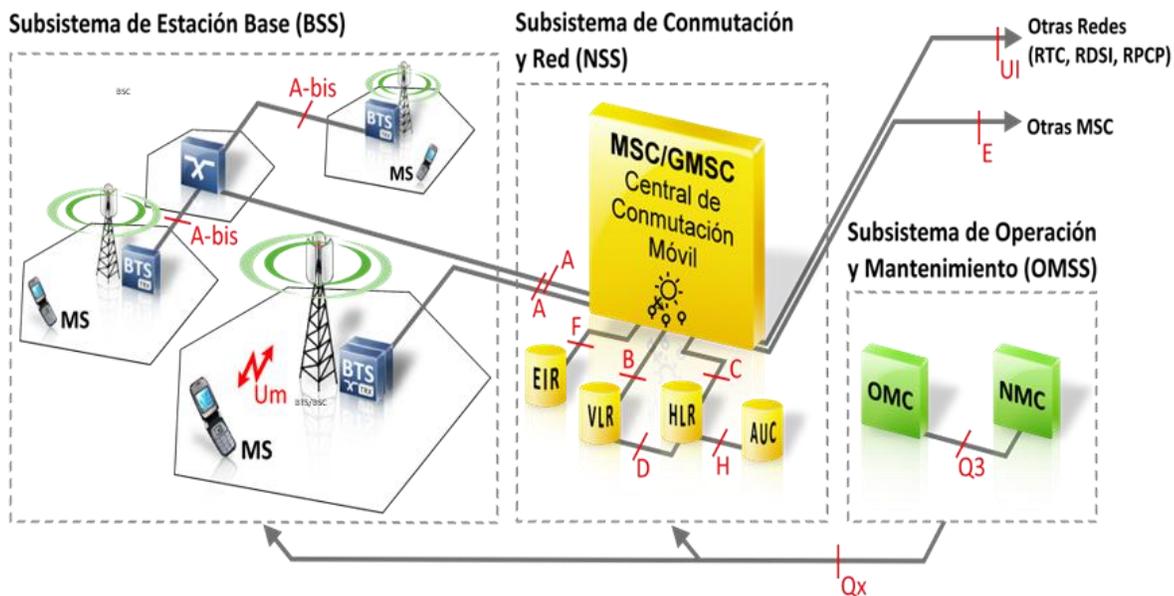


Fig. 1. 3 Subsistemas GSM.

El subsistema de estación base (Base Station Subsystem BSS, por sus siglas en inglés) está compuesto por:

- Estaciones móviles: Comúnmente conocido por terminal, móvil o celular.
- Estaciones bases están divididas en:

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

- Estaciones bases transceptoras: Llamadas antenas que delimitan el área de cobertura o celda.
- Estaciones bases controladoras.

“Una celda es una unidad geográfica de una red que se le asigna un conjunto de frecuencias de radio que son las que definen los canales de comunicación, siendo estas frecuencias diferentes para celdas adyacentes, evitando interferencia. Para la protección de los canales de comunicación comunes que usan distintas BTS se deja una distancia mínima de dos celdas de separación.

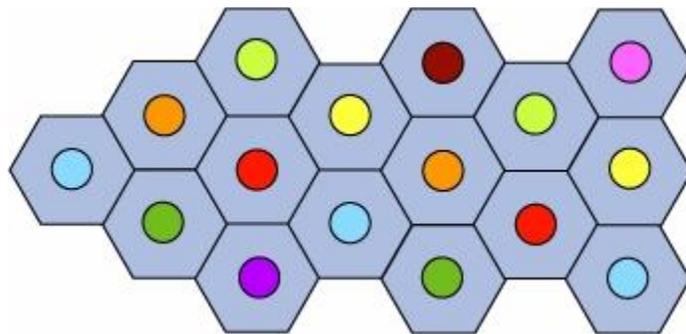


Fig. 1. 4 Red Celular (Compuesta s por Celdas).

GSM usa cuatro tipos diferentes de celdas, son las siguientes:

- **Macro células o Macro celdas:** Son celdas de gran tamaño y amplia cobertura.
- **Micro células o Micro celdas:** Son celdas de escasa extensión de cobertura que se utilizan en áreas donde hay una gran densidad de población.
- **Células o celdas selectivas:** Este tipo de celdas se usan cuando no es necesario que la celda tenga una cobertura de 360 grados, sino que interesa que tenga un alcance y un radio de acción determinado.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

- **Células o celda Sombrilla:** Este tipo de celdas se utilizan cuando existen varias celdas pequeñas y continuamente se están produciendo cambios del terminal de una celda a otra (handovers). Para evitar que esto suceda se agrupan conjuntos de microcélulas, de modo que se aumente la potencia de la nueva celda formada y se pueda reducir el número de handovers que se producen. “ (1)

“Las estaciones móviles consta de una smart card llamada Módulo de Identidad del Suscriptor (Subscriber Identity Module SIM, por sus siglas en inglés) que permite la movilidad y el acceso a la red desde cualquier terminal. La SIM puede ser protegida contra uso no autorizado mediante un password o número de identificación personal. El terminal se identifica de forma inequívoca a través de la Identidad Internacional del Equipo Móvil (IMEI International Mobile Equipment Identity).”(2)

La estación base transceptora BTS lleva el transmisor/emisor de radio que define la celdas y maneja el protocolo de radio con la Estación Móvil. “Las BTS pueden considerarse como módems de radio complejos, teniendo pocas funciones adicionales. Este elemento permite la conexión física entre él y las estaciones móviles a través de la Interfaz de Aire.” (2) Las celdas que definen las BTS en nuestro país son de tamaños variables en un promedio de 10 hasta 12 Km, aunque en algunos lugares (Densidad poblacional elevada) donde se hace necesario una mayor potencia de la señal como Varadero, Ciudad Habana entre otros, pueden llegar hasta 1 km.

La estación base controladora maneja los recursos de radio de una o más BTS. Maneja la inicialización de los canales de radio, el salto en frecuencia y los handover. Es la conexión entre la Estación Móvil y el Centro de Conmutación Móvil (Mobile Switching Centre MSC, por sus siglas en inglés). El handover es la conmutación de una llamada en curso a un diferente canal o celda. La ejecución y las medidas requeridas para el handover es una de las funciones básicas de la capa RRM (Radio Resource Management) se dividen en cuatro formas:

- De canal en la misma celda.
- De celda bajo el control de la misma estación base controladora (Base Station Controller BSC, por sus siglas en inglés).
- De celda bajo el control de diferente BSC pero perteneciendo a la misma MSC.
- De celda bajo el control de diferente MSC.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Los dos primeros tipos de denominan handover internos implican una sola BSC. Son manejados por la BSC sin implicar al MSC, excepto para notificar la terminación del mismo.

La comunicación entre la estación base controladora y la transceptora se realiza a través de la interfaz Aire.

El subsistema de conmutación y red (Network and Switching Sub-System NSS, por sus siglas en inglés) es la capa lógica de enrutamiento de llamadas y almacenamiento de datos. Hasta el momento, sólo se tenía una conexión entre el terminal, las estaciones base BS y su controlador BSC, y no se indicaba manera de establecer conexión entre terminales o entre usuarios de otras redes. Cada BSC se conecta al NSS, y es éste quien se encarga de tres asuntos:

- Enrutar las transmisiones al BSC en que se encuentra el usuario llamado
- Dar interconexión con las redes de otros operadores.
- Dar conexión con las bases de datos del operador Registro de Localización de Origen, (Home Location Register HLR, por sus siglas en inglés); Registro de Ubicación de Visitante (Visitor Location Register VLR, por sus siglas en inglés) y el Centro de Autenticación (Authentication Centre AuC por sus siglas en inglés) que le dan permisos al usuario para poder usar los servicios de la red según el tipo de abonado y estados de pago.

El principal componente de este subsistema es el Centro de Conmutación Móvil considerado el corazón de la arquitectura GSM, es el responsable de la inicialización, enrutamiento, control y terminación de las llamadas. Se conecta a las BSC mediante la interfaz Aire para darle acceso a la red al terminal, todos los MSC que estén implementados se relacionan entre sí por el protocolo de red SS7 (Signalling System Number 7). Además, se incluyen algunas tareas RRM que la BSS no puede cumplir en su totalidad, tal es el caso del handover externo, en el que el usuario pasa de un área controlada por un BSC hacia otra área controlada por otro BSC.

El subsistema para su funcionamiento se apoya en cuatro bases de datos:

- Registro de Localización de Origen (HLR): Contiene toda la información administrativa de cada cliente registrado en la red GSM con la actual localización del móvil. Hay un HLR por cada red GSM, aunque puede estar implementado en una base de datos distribuida. Es a través del HLR que la red verifica si un móvil que se intenta ligar posee un contrato de servicio válido.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

- Registro de Localización de Visitantes (VLR): Contiene la información del HLR necesaria para el control y ejecución de los servicios contratados para cada móvil situado en el área geográfica controlada por el VLR. Aunque el VLR puede ser configurado como una entidad independiente todos los fabricantes lo sitúan junto en el MSC, de forma que el área geográfica controlada por el MSC corresponde a la controlada por el VLR. De esta forma se simplifica la señalización.
- Centro de Autenticación (AuC): Es una base de datos que contiene una lista de los equipos móviles válidos en la red en donde cada estación móvil se identifica con su Identidad Internacional de equipo Móvil (International Mobile Equipment Identity IMEI, por sus siglas en inglés). El IMEI es un número de identificación grabado internamente por el fabricante. Este número puede ser solicitado por la red para comprobar si no se encuentra en una lista de equipos robados o con mal funcionamiento.
- Registro de Identidad de Equipo (Equipment Identity Register EIR, por sus siglas en inglés): Es una base de datos protegida que almacena una copia de la clave secreta almacenada en cada tarjeta SIM (Subscriber Identity Module) y que se utiliza para la autenticación y encriptado de la señal en el canal de radio. Cada usuario posee un número personal denominado Identificador Internacional de Suscripción Móvil (International Mobile Subscriber Identity IMSI, por sus siglas en inglés), de ámbito internacional. Está memorizado en la tarjeta SIM en la cual también se graba un código personal PIN de cuatro dígitos que protege del uso indebido del terminal. De esta clave secreta una copia se almacena en la tarjeta SIM y otra en el AuC. El usuario también se identifica, para el resto de los que le llaman, por su número de directorio Red Digital de Servicios Integrados (Integrated Service Digital Network ISDN).

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

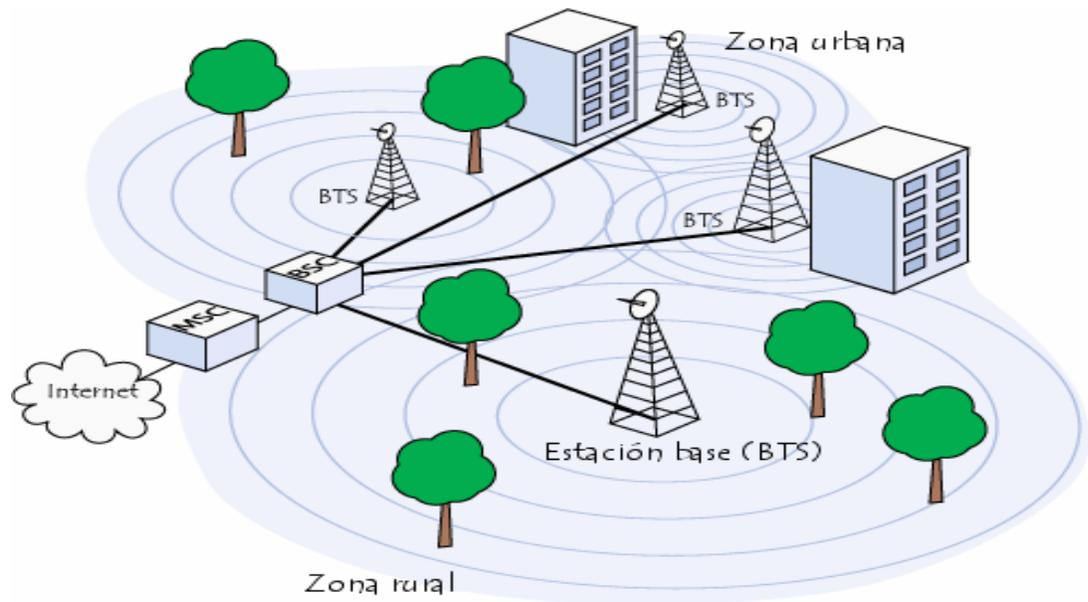


Fig. 1. 5 Esquema en el terreno de la arquitectura GSM

Después de ver el subsistema de estaciones bases y el subsistema de conmutación y red, se analizará el Subsistema de Operación y Mantenimiento (OSS) el cual se lleva a cabo con el objetivo de obtener el buen funcionamiento de la red GSM en su conjunto, ya sea solucionando problemas y fallos detectados o monitorizando y mejorando la configuración de los equipos para un mayor rendimiento. La gestión y el mantenimiento se pueden realizar de forma local o remota. Para redes de gran tamaño se aconseja el mantenimiento remoto por su complejidad. “El OSS basa sus funciones en el nuevo Sistema de Operación y Gestión de Redes de Telecomunicación (Telecommunications Management and Operations Support, TMOS, por sus siglas en inglés) que consiste en un grupo de aplicaciones individuales que utilizan ordenadores normalizados con microprocesadores de instrucciones reducidas (Reduced Instruction Set Computer RISC, por sus siglas en inglés) para disminuir los tiempos de acceso a memoria y garantizar el paralelismo de las ejecuciones, los mismos usaban sistema operativo UNIX. Estas funciones de gestión, que forman parte del TMOS, han sido como soporte operativo del GSM de centrales como Ericsson utilizada en la actualidad por Cuba. En estas, así como en casi todas las tecnologías, existe Centro de Operaciones y Mantenimiento (Operations and Maintenance Center OMC, por sus siglas en inglés) que no es más que la implementación física que maneja los elementos de una capa estructural del OSS. Esta

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

maneja la administración de operaciones relacionadas con cualquier anomalía que exista en la red GSM.”

(1)

A continuación en el siguiente epígrafe se examina todo un conjunto de Técnicas de Localización para la red GSM, vinculados a un grupo de conceptos para su entendimiento.

1.6 Localización

La localización, en primer lugar, es la posición de un objeto sobre la superficie de la tierra con la ayuda de un sistema de referencia explícito, que es frecuentemente el de las coordenadas geográficas. Actualmente se pueden apreciar dos tipos de localizaciones la física descrita anteriormente y la virtual usada en este mundo del ciberespacio.

Los sistemas de Localización se basan fundamentalmente en la localización física, con algunas excepciones en el área de juegos móviles.

La localización física se puede dividir en tres categorías, que son importantes para la comprensión del sistema de orientación.

1.6.1 Categorías de localización

1.6.1.1 Localización descriptiva

La localización descriptiva es muy común en la sociedad está relacionada con el medio que nos rodea con objetos geográficos ya sean montañas, lagos, también con objetos contruidos por el hombre como edificios, casas, caminos. A estas estructuras se les describe con referencias de ahí el nombre de localización descriptiva. Habitualmente se pone de manifiesto esta técnica a la hora de quedar con alguien o dar alguna dirección, o sea orientar a partir de puntos perfectamente conocidos.

1.6.1.2 Localización Espacial

La organización espacial se halla íntimamente relacionada con el esquema corporal. Puede entenderse como la estructuración del mundo externo, que primeramente se relaciona con el yo y luego con otras personas y objetos tanto se hallen en situación estática como en movimiento. Se trata, por consiguiente, del conocimiento del mundo externo tomando como referencia el propio yo.

1.6.1.3 Localización de Red

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Se define localización de red a una topología de red de comunicaciones. Estas redes están compuestas por un conjunto de subredes jerárquicas ejemplo Internet o un Sistema celular como GSM. En Internet esta localización es posible porque cada dirección tiene un numero IP en redes como GSM existe una estación base a la que un terminal móvil está conectado en un momento dado.

1.6.2 Gestión de la localización

“La gestión de localización es el conjunto de procesos empleados para mantener localizable todos los terminales móviles del sistema. Empleando la terminología de GSM, los tres principales procesos involucrados son la Actualización de Posición, el paging y la Entrega de Llamada. La Actualización de Posición se puede dividir en dos pasos. El primero, también llamado Actualización de Posición, consiste en el envío de mensajes de Actualización de Posición por parte del terminal móvil. En este caso, la señalización asociada utiliza por lo tanto recursos de la interfaz radio, es decir, de la red de acceso. La red fija proporciona el soporte necesario para la señalización asociada al segundo paso; el Registro de Posición está constituido por el conjunto de procesos encargados de actualizar la base de datos del sistema con arreglo a los mensajes de Actualización de Posición enviados por los terminales móviles. El Registro de Posición se traduce en escrituras y lecturas en el HLR y los VLR.

El paging ocurre cuando el terminal no divulga su posición en la red, en cambio la red busca al terminal en todas las celdas, si el terminal objetivo reconoce que es buscado devuelve una respuesta paging a la red.

La Entrega de Llamada se lleva a cabo en dos pasos también. En primer lugar, durante la fase de Interrogación el sistema busca al terminal móvil en su base de datos, y como resultado obtiene el área (un conjunto de celdas) donde el terminal móvil llamado se encuentra registrado. La señalización asociada a este proceso utiliza por tanto recursos de red fija exclusivamente. Tras una Interrogación exitosa comienza la Búsqueda: se rastrea el área donde está el terminal móvil llamado para averiguar la celda exacta donde se encuentra y así poder entregar la llamada. Las celdas que componen dicha área pueden ser rastreadas simultáneamente (Búsqueda no selectiva o unipaso), o por grupos de celdas y con cierto orden temporal (Búsqueda selectiva o multipaso). La señalización asociada a la búsqueda son los mensajes de rastreo enviados por la interfaz radio.” (6) Para ilustrar los procesos resumidos en los dos párrafos anteriores.[ver anexo #1]

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.6.2.1 Técnicas basadas en la identidad celular

Esta técnica de localización (Cell Global Identity-CGI) está disponible sin realizar ninguna inversión ni modificación en red o terminal, pues la posición se obtiene mediante la identidad de la celda en la que se encuentra el terminal móvil. Sirve para ubicar todo tipo de dispositivos móviles en redes GSM, GPRS, UMTS y CDMA. Además, la técnica se puede mejorar fácilmente teniendo en cuenta el parámetro de avance temporal (timing advance - TA), convirtiéndose entonces en una de las técnicas CGI perfeccionadas (Enhanced Cell-ID).

La CGI identifica la célula en la está el terminal móvil. El parámetro TA, función del retardo, es una estimación de la distancia desde el terminal móvil a la estación base. El terminal inicia su transmisión en el instante $T_0 - TA$, siendo T_0 el instante básico teórico. La medición está basada en el retardo de acceso entre el principio de un intervalo de tiempo y la llegada de las ráfagas del terminal móvil.

La precisión de este método depende del radio de la celda (en el caso de CGI), que puede variar de 50 metros en áreas urbanas a 34km en áreas rurales. Éste es el sistema de localización más utilizado por los operadores, pues es suficiente para ofrecer al usuario cierto tipo de servicios en entornos urbanos, con penetración en el mercado inmediata del 100%. Cuando las redes de tercera generación estén operativas es muy probable que se empleen otros mecanismos más precisos como los que se describen a continuación.

1.6.2.2 Técnicas basadas en la red

Las técnicas basadas en la red requieren modificaciones en los equipos de red existentes y la introducción de nuevos nodos, pero permiten obtener mayor precisión sin tener que alterar los terminales de usuario.

Ángulo de Llegada (Angle of Arrival, AOA o Direction of Arrival, DOA)

Este método utiliza antenas multiarray situadas en la estación base para determinar el ángulo de la señal incidente. Si un terminal que transmite una señal está en la línea de vista directa (LOS, Line Of Sight), la antena multiarray puede determinar de qué dirección viene la señal. Para conocer la posición del terminal es necesaria al menos una segunda estimación procedente de otra estación base con la misma tecnología que la primera. La segunda estación base localizará al terminal y comparará sus datos con los de la primera estación para después calcular la posición del usuario mediante trigonometría. En principio sólo

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

son necesarias dos estaciones base para estimar la posición del terminal móvil, por este motivo AOA resulta efectiva en entornos rurales, donde es complicado disponer de visión de tres estaciones base al mismo tiempo. Pero en condiciones adversas (entornos urbanos) suele ser imprescindible emplear más estaciones con el fin de obtener mayor precisión.

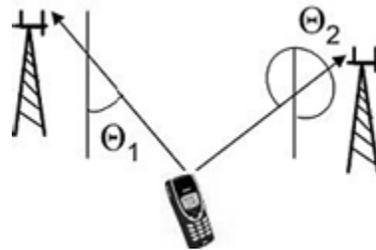


Fig. 1. 7 Sistema de localización por ángulo de llegada

Los sistemas AOA deben diseñarse para tener en cuenta señales multitrayecto, aquellas que son consecuencia de una reflexión y que por tanto llegan a la antena con un ángulo erróneo. Por otra parte, la instalación y alineación de las antenas multiarray en las estaciones base es un proceso complicado y caro. Además, si las antenas sufren una leve modificación en su orientación debido al viento o las tormentas se pueden producir errores considerables en la estimación, ya que ésta se realiza en base a ángulos absolutos respecto de la antena.

Tiempo de llegada (Time of Arrival, TOA)

Esta técnica se basa en la medición del tiempo de llegada de una señal transmitida por un terminal móvil a diferentes estaciones base. Para efectuar el cálculo una posibilidad es medir el tiempo de ida y vuelta de la señal. De esta manera la distancia recorrida por la señal se calcula como producto del tiempo empleado en llegar a la BTS y la velocidad de la luz.

Mediante TOA para obtener una precisión aceptable en el cálculo de la posición de un terminal es necesario efectuar medidas al menos respecto a tres estaciones base. Las medidas permiten trazar circunferencias con centro en cada una de las BTS, dando su intersección como resultado el punto donde se encuentra el terminal que se desea localizar. Posteriormente se transmiten al servidor de localización, que realiza los cálculos y corrige los errores utilizando métodos matemáticos. Estos errores pueden

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

deberse al tiempo de procesado en el terminal, el cual depende del fabricante y también de la situación de carga del dispositivo en un momento determinado. Otra desventaja que presenta esta técnica es que la ausencia de visión directa entre el terminal y la estación base puede causar un error que desemboque en una falsa estimación.

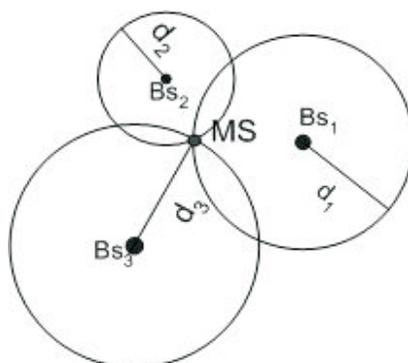


Fig. 1. 8 TOA. Representación Geométrica

Diferencia en el tiempo de llegada (Time Difference of Arrival, TDOA)

TDOA emplea la diferencia entre los tiempos de llegada de la señal procedente del terminal móvil a distintos pares de estaciones base para calcular la posición. Puesto que la curva cuyos puntos satisfacen la condición de que su distancia a dos referencias (en este caso un par de estaciones base) sea una constante es una hipérbola, si se calcula esta correlación para varios pares de estaciones base la intersección de las hipérbolas resultantes muestra el punto donde se encuentra el terminal móvil.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

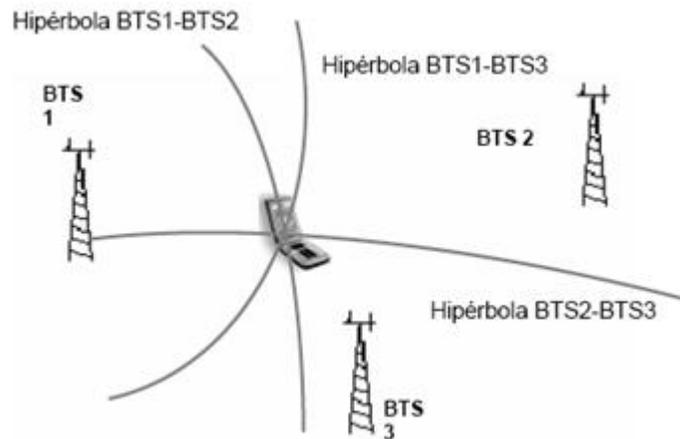


Fig. 1. 9 Sistema de localización TDOA

Al igual que en TOA, la sincronización entre estaciones base es muy importante, pues la falta de sincronía se traduce en errores de precisión. La principal ventaja de esta técnica es que puede funcionar incluso sin señal de visión directa, ya que la diferencia de tiempos cancela posibles errores por reflexiones. Pero en entornos favorables al multitrayecto (áreas urbanas) a veces es necesario efectuar las medidas respecto a cuatro BTS para compensar los efectos de las reflexiones. En entornos rurales se puede combinar con la AOA para proporcionar mayor precisión.

Huella Multitrayecto (Multipath Fingerprint, MF)

Esta técnica aprovecha una de las perturbaciones más molestas a la hora de localizar un terminal móvil: las señales multitrayecto. Una señal, ya sea ascendente o descendente, puede sufrir reflexiones en el transcurso de su recorrido, causando lo que se denomina interferencia multitrayecto. En destino, la señal se recibe varias veces debido a los retardos dependientes de la diferencia de caminos.

La huella multitrayecto es una técnica que caracteriza las señales que llegan desde diferentes localizaciones. Para ello, el operador debe enviar unidades de prueba a distintos lugares con el fin de que las estaciones base graben las huellas multitrayecto y creen una base de datos para efectuar comparaciones. Por ejemplo, si se levanta un nuevo edificio la huella multitrayecto variará y tendrá que ser reagrada.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

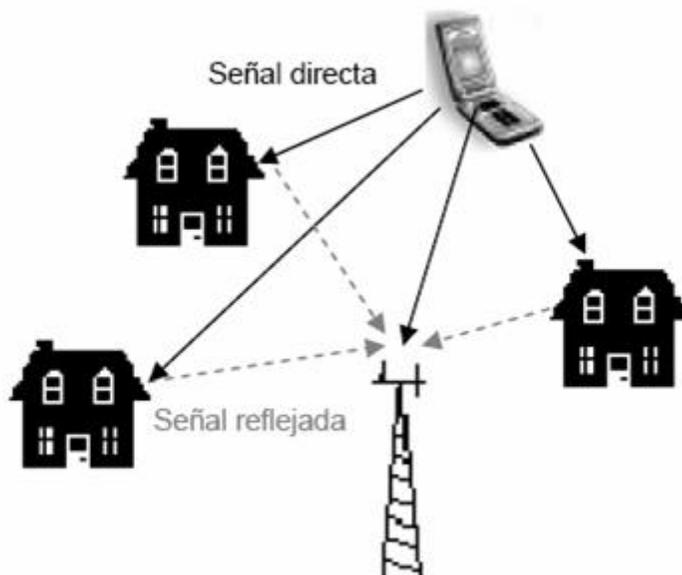


Fig. 1. 10 Sistema de localización por "huella multitrayecto".

Se puede concluir mencionando que existen también técnicas "híbridas", las cuales resultan de combinar algunas de las anteriores. Estas técnicas mejoran la precisión sin modificar notablemente las características de coste y complejidad. Así es posible implementar un sistema híbrido que adopte la estimación mediante AOA para cada estación base y las estimaciones TDOA para estaciones múltiples. También aparece una combinación de AOA y TOA, procedimiento que determina la posición con una única estación base.

Triangulación de la señal

Esta técnica utiliza varios nodos de los cuales ya conoce la posición, cada nodo fijo ha de ser capaz de determinar la dirección, mediante ángulo de incidencia, en la que se encuentra el punto a determinar.

Para llevar a cabo esta tarea se emplea una antena direccional capaz de captar las emisiones radioeléctricas que se emiten en puntos distantes, siempre en la dirección a la que se oriente dicha antena. Si se capta con una antena direccional la señal que emite el teléfono móvil a localizar, se sabrá la dirección sobre la que se encuentra respecto al nodo de referencia, aunque no se puede determinar por este método la distancia a la que se encuentra. Para ello se emplea una segunda antena direccional

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

ubicada a una distancia conocida del primer nodo. Esta antena determina de nuevo la dirección relativa sobre la que se encuentra el punto a localizar. Conociendo la dirección relativa en la que se encuentra el móvil a posicionar respecto a ambos nodos, se pueden trazar dos rectas con origen en dichos nodos que se intersecarían en el terminal. Estas rectas, junto con la que une los dos nodos que intervienen en el proceso, conforman los lados de un triángulo. La distancia entre los nodos es un parámetro conocido, por lo que determina de por sí la longitud de uno de los lados del triángulo. Se conocen también los ángulos contiguos a dicho lado, por lo que aplicando simples operaciones trigonométricas se es capaz de calcular la distancia de los nodos al punto incógnita y esto implica automáticamente la posibilidad de posicionar en el plano la estación móvil objetivo. Si dicha estación móvil estuviera justo en la recta de unión de las dos estaciones base que intervienen en la medición, el resultado no sería concluyente y habría que emplear una tercera estación para obtener los resultados deseados.

Se puede realizar una triangulación en vez de con una antena direccional, con un conjunto de antenas capaces de determinar diferentes TDOAs junto con un AoA para cada antena y así estimar las direcciones.

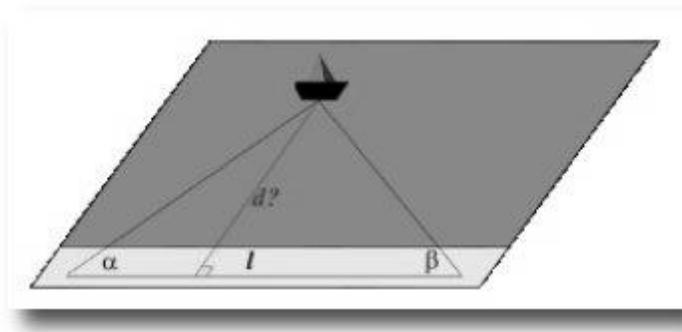


Fig. 1. 11 Triangulación de la Señal.

1.6.2.3 Técnicas basadas en la modificación del terminal móvil

Sistema de posicionamiento global (Global Positioning System, GPS) El Sistema de Posicionamiento Global es un sistema de radionavegación mundial que emplea al menos tres de los satélites que rodean la Tierra en órbitas conocidas para fijar la posición de una unidad móvil. En la actualidad existe una única constelación de satélites que permite realizar este proceso: la NAVSTAR (Navigation Satellite Timing and

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Ranging), formada por 24 satélites activos más cuatro de reserva y mantenida por el gobierno estadounidense. La Federación Rusa posee la constelación Glonass (Global Orbiting Navigation Satellite System), que totalmente desplegada constaría de 24 satélites en tres planos orbitales, con 8 satélites por plano. Pero al no estar operativos todos los satélites Glonass únicamente se utiliza como complemento a NAVSTAR. Por otra parte, la Agencia Espacial Europea espera tener operativo el proyecto Galileo en el año 2008. Éste es una versión modernizada de GPS. El sistema GPS está formado por tres segmentos o áreas: el segmento espacial, el segmento de control y el segmento de usuario. El primero engloba los satélites del sistema, el segundo abarca las infraestructuras terrestres necesarias para el control de la constelación de satélites.

Por último, el segmento de usuario está constituido por los equipos de recepción y el software de procesado de señales. NAVSTAR produce dos tipos de señales: una de uso militar, muy precisa, y otra de libre uso a la que las estaciones de tierra introducen un error aleatorio controlado. El fundamento de la localización con GPS es la triangulación, cálculo de la distancia de un punto terrestre a tres o más satélites con posición perfectamente conocida. Este proceso se realiza midiendo el tiempo que tarda en llegar la señal del satélite al dispositivo receptor. Con el fin de recibir las señales de los satélites GPS la estación móvil ha de tener un módulo receptor específico (hardware y software) que sea capaz de captar varias señales de satélite, calcular su posición utilizando una marca de tiempo y la descripción del satélite recibida, y en su caso, informar a la red. La introducción del módulo hace que el móvil aumente su tamaño y peso y lo encarece debido a los componentes incluidos y al mayor consumo. Sin embargo, este aumento de coste se está viendo paliado en los últimos tiempos debido a que la tecnología de receptor GPS se ha abaratado. A pesar de la buena precisión que ofrece (de 5 a 20 metros), GPS tiene el inconveniente de que la señal de satélite en ciudad se ve atenuada por los edificios. El receptor necesita una línea de vista directa a los satélites. Además, puede sufrir un retraso relativamente largo en la recepción de las señales.

Después de haber analizado estas técnicas conjuntamente con la situación tanto económica como tecnológica actual de nuestro país, se llegó a la conclusión de que el método más factible para lograr el objetivo general por su costo y características sería el CGI-TA.

Los protocolos de aplicaciones inalámbricos (Wireless Application Protocol WAP, por sus siglas en inglés) permiten llevar los servicios Web al móvil de una forma más amigable, el servicio propuesto se mostrará a

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

través de un portal WAP desarrollado en la Universidad de Ciencias Informáticas (UCI) por lo que se hace necesario conocer el funcionamiento básico de esta aplicación.

1.7 WAP

WAP es un estándar seguro que permite que los usuarios accedan a información de forma instantánea a través de dispositivos inalámbricos como dispositivos inteligentes, teléfonos móviles, walkie-talkies y teléfonos inteligentes (smartphones).

Este estándar es soportado por todos los sistemas operativos y la mayoría de redes en el mundo lo cual permite y estimula al desarrollo de aplicaciones WAP.

Los WAP que utilizan pantallas y tienen acceso a Internet utilizan lo que se llama micro navegadores, navegadores con archivos de pequeño tamaño, que se pueden adaptar a las restricciones de memorias pequeñas y baja anchura de banda que tienen los dispositivos que utilizan este estándar.

Aunque WAP soporta HTML y XML, el lenguaje WML (una aplicación XML) se ha ideado específicamente para pantallas pequeñas y con navegación con una mano sin teclado. WAP también soporta WMLScript, similar a Javascript, pero con demandas mínimas de memoria y de energía de la CPU, ya que no contiene muchas de las funciones innecesarias encontradas en otros lenguajes.

En nuestra Universidad, específicamente en nuestra facultad se implementó un portal WAP, se utilizó para su construcción un plugin para Eclipse que forman parte de un proyecto dentro de una comunidad española de software libre MORFEO llamado MyMobileWeb.

El directorio telefónico de las páginas amarillas, servicio de noticias por categorías, reporte del estado del tiempo, compatibilidad de datos con móviles, notificaciones a los usuarios por parte de Cubacel además de poder acceder a descarga de contenidos son los servicios que brinda el portal de nuestra facultad, al cual se le quiere añadir el servicio de orientación geográfica que se pretende diseñar en este trabajo.

Actualmente este portal está montado en un servidor de nuestra Universidad que se conecta a la red de ETECSA para una fase de prueba.

Para el desarrollo de este trabajo se propone a continuación un estudio de las metodologías y herramientas imprescindibles para la resolución del sistema.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.8 Herramientas

Hoy en día la red de redes se ha convertido en el canal de comunicación más usado del mundo, por las grandes ventajas y potencialidades que brindan todos los sistemas que soporta, permitiendo la interacción con los usuarios y la personalización.

1.8.1 Lenguaje de Programación

Los lenguajes de programación más usados en software libre, que corren en el servidor y procesan toda la lógica del negocio son PHP, JAVA y Perl. Las técnicas de desarrollo Web y lenguajes del lado del cliente más utilizados, encargados de visualizar la información en el navegador y la validación de la información en los formularios, son HTML, Java Script y Ajax.

El lenguaje Perl es fácil de utilizar, y soporta diferentes paradigmas como programación estructurada y programación orientada a objetos. Unas de las ventajas que presenta es que es un lenguaje extensible, ya que permite hacer llamadas a múltiples programas desarrollados en otros lenguajes de programación. En sus inicios solamente corría en la plataforma Unix, pero en la actualidad es un lenguaje multiplataforma, que puede correr en diferentes sistemas operativos, libres o propietarios. El lenguaje de programación PHP denominado procesador de hipertexto, es un lenguaje libre y multiplataforma. Se encuentra en la versión 5.0 Posee una amplia documentación en su página oficial posibilitando gran comprensión del mismo, se sustenta en la actualidad bajo el paradigma más difundido actualmente en el mundo que es programación orientado a objeto y soporta además herencia, incluye también la programación estructurada y servicios Web. Presenta buena integración con todos los motores de base de datos pero es idóneo para MySQL. Cuenta con una biblioteca que trae un conjunto de funciones para realizar cualquier labor (acceso a base de datos, encriptación, envío de correo, XML, creación de PDF, entre otros). Su código es libre y se sustenta bajo la licencia GPL. JSP es un acrónimo de Java Server Pages fue creado por la compañía Sun Microsystems. El lenguaje de programación que utiliza es el JAVA con paradigma orientado a objeto. Es un lenguaje avanzado para las páginas dinámicas en el servidor porque presenta una estructura que permite separar la lógica de presentación en páginas JSP y el código o lógica del negocio en clases JAVA, permitiendo una mayor seguridad de los datos. Es multiplataforma, las páginas JSP se encuentran mezclados con HTML/XML y permite gran interacción de configuración con los ficheros XML, lo que le da gran flexibilidad y seguridad. Sigue la filosofía escribe una vez ejecuta donde quieras. Es un lenguaje desarrollado para aplicaciones grandes. Cuenta con un conjunto de frameworks que

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

facilitan el trabajo, entre los que se destacan Spring, Hibernate, Acegis y JasperReport. Lo soporta una máquina virtual que es la encargada de compilar todo el código en lenguaje máquina, permitiendo que sus aplicaciones se puedan ejecutar en cualquier ambiente, independientemente del sistema operativo que se utilice. XML en sus siglas en inglés por Extensible Markup Lenguaje (lenguaje de marcas extensible), no es realmente un lenguaje en particular, sino un protocolo de comunicación entre aplicaciones Web. Algunos de los lenguajes que usan XML son Java y PHP. Presenta grandes ventajas como: intercambio de información entre diferentes aplicaciones sin importar la plataforma que las soporten, permite visualizar la información a los clientes finales en celulares, puestos de trabajos, ordenadores de mano (PALM), entre otros. Es conocido como el lenguaje Esperanto para la Web por sus potencialidades. Es muy fácil la migración de datos de una aplicación a otra en dicho formato.

HTML es el acrónimo de Hypertext Markup Language (lenguaje de marcas hipertextuales) que fue creado en el año 1990 por Tim Berners-Lee y diseñado principalmente para mostrar información, animaciones en forma de hipertexto. Algunas ventajas que presenta, son la facilidad con que se pueden actualizar los contenidos y que permite utilizar estilos en formato CCS (hojas de estilos en cascada) en las páginas para una mayor facilidad en su modificación. En la actualidad, es el lenguaje que utilizan todos los navegadores para mostrar la información final.

Es un lenguaje interpretado Javascript lo que significa que no necesita ser compilado para obtener el resultado, es basado en prototipo donde las nuevas clases se generan clonando la clase base y extendiendo su funcionalidad. Presenta como ventaja que el código es ejecutado en el cliente, sin tener necesidad de ir al servidor, ganando en que el tiempo de respuesta es sumamente rápido. Uno de los principales problemas es que el código es visible y puede ser leído por cualquiera, incluso si está protegido con las leyes del derecho de autor. El código script tiene capacidades limitadas, por razones de seguridad, por lo cual no es posible hacer todo con Javascript, sino que es necesario usarlo conjuntamente con HTML.

Fundamentación del lenguaje a utilizar

El lenguaje a utilizar en el desarrollo de la propuesta de solución es Java, ya que es multiplataforma, presenta buena velocidad de procesamiento, es compilado, utiliza el paradigma orientado a objeto, y es el más difundido a nivel mundial en los últimos tiempos, se utiliza para dar soluciones a servicios de celulares, separa la lógica de presentación en páginas JSP y el código o lógica del negocio en clases java,

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

permitiendo una mayor seguridad de los datos, brinda un conjunto de frameworks que facilitan el trabajo y la integración de las capas.

1.8.2 Metodologías de Desarrollo

La rama de la metodología, dentro de la ingeniería de software, se encarga de elaborar estrategias de desarrollo de software que promuevan prácticas adaptativas en vez de predicativas; centradas en las personas o los equipos, orientadas hacia la funcionalidad y la entrega, de comunicación intensiva y que requieren implicación directa del cliente.

Durante los últimos años se han desarrollado dos corrientes en lo referente a las metodologías de desarrollo de software, las llamadas “pesadas” y las llamadas “ligeras o ágiles”. Las primeras se basan en la idea de conseguir el objetivo común por medio de orden y documentación, mientras que las segundas tratan de lograrlo por medio de la comunicación directa e inmediata entre las personas que intervienen en el proceso.

Proceso Unificado de Racional (RUP)

El Proceso Unificado es un marco de trabajo genérico que puede especializarse para una gran variedad de sistemas de software, para diferentes áreas de aplicación, diferentes tipos de organizaciones, diferentes niveles de aptitud y diferentes tamaños de proyectos. El Proceso Unificado es un proceso de desarrollo de software con un conjunto de actividades necesarias para convertir los requisitos de un usuario en un sistema de software. Es orientado a objeto y utiliza el Lenguaje Unificado de Modelado (Unified Modeling Language, UML), RUP agrupa sus actividades definiendo ciclos de desarrollo y flujos de trabajo.

El ciclo de vida de RUP se caracteriza por:

- Dirigido por Casos de Uso
- Iterativo e Incremental
- Centrado en la Arquitectura

Cada ciclo consta con cuatro fases:

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

- Inicio
- Elaboración
- Construcción
- Transición.

Cada ciclo produce una nueva versión del sistema y cada versión es un producto preparado para su entrega. El producto terminado satisface todas las necesidades de los usuarios.

Programación Extrema (XP)

La programación extrema o Extreme Programming (XP) es un enfoque de la ingeniería de software, se basa en una serie de reglas y principios que se han ido gestando a lo largo de la historia de la ingeniería de software. Usadas conjuntamente proporcionan una nueva metodología de desarrollo de software que se puede englobar dentro de las metodologías ligeras. La programación extrema se diferencia de las metodologías tradicionales principalmente en que pone más énfasis en la adaptabilidad que en la previsibilidad.

Las características fundamentales del método son:

- Desarrollo iterativo e incremental: pequeñas mejoras, unas tras otras.
- Pruebas unitarias continuas, frecuentemente repetidas y automatizadas, incluyendo pruebas de regresión.
- Programación en parejas: se recomienda que las tareas de desarrollo se lleven a cabo por dos personas en un mismo puesto.
- Frecuente interacción del equipo de programación con el cliente o usuario. Se recomienda que un representante del cliente trabaje junto al equipo de desarrollo.
- Corrección de todos los errores antes de añadir nueva funcionalidad. Hacer entregas frecuentes.
- Refactorización del código, es decir, reescribir ciertas partes del código para aumentar su legibilidad y mantenibilidad pero sin modificar su comportamiento.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

- Propiedad del código compartida: en vez de dividir la responsabilidad en el desarrollo de cada módulo en grupos de trabajo distintos, este método promueve que todo el personal pueda corregir y extender cualquier parte del proyecto.
- Simplicidad en el código: es la mejor manera de que las cosas funcionen. Cuando todo funcione se podrá añadir funcionalidad si es necesario.

Unified Model Language (UML)

Lenguaje Unificado de Modelado (UML, por sus siglas en inglés, Unified Modeling Language) es el lenguaje de modelado de sistemas de software más conocido y utilizado en la actualidad. Es un lenguaje gráfico para visualizar, especificar, construir y documentar un sistema de software. UML ofrece un estándar para describir un "plano" del sistema (modelo), incluyendo aspectos conceptuales tales como procesos de negocios y funciones del sistema y aspectos concretos como expresiones de lenguajes de programación, esquemas de bases de datos y componentes de software reutilizables. Es importante resaltar que UML es un "lenguaje" para especificar y no para describir métodos o procesos. Se utiliza para definir un sistema de software, para detallar los artefactos en el sistema y para documentar y construir. En otras palabras, es el lenguaje en el que está descrito el modelo.

UML cuenta con varios tipos de diagramas:

- Diagramas de estructura enfatizan en los elementos que deben existir en el sistema modelado.
- Diagramas de comportamiento enfatizan en lo que debe suceder en el sistema modelado.
- Diagramas de Implementación muestra la estructura del código (Diagrama de componentes) y la estructura del sistema en ejecución (Diagrama de ejecución).

Fundamentación de la metodología a utilizar

La metodología pesada para el desarrollo del software más utilizada a nivel mundial, por las grandes potencialidades que presenta para el análisis, implementación y documentación de sistemas orientados a objetos, es el Proceso Unificado de Desarrollo o RUP (Rational Unified Process) con el Lenguaje Unificado de Modelado (UML). Está diseñado para adaptarse a cualquier proyecto, por muy difícil y complejo que sea. En comparación con XP hay que señalar que es casi improbable poder contar con un

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

representante del cliente todo el tiempo en el desarrollo del software. Hay que decir que XP es más bien orientado al desarrollo y se genera muy poca documentación, siendo esto muy grave ya que es importante tener documentado todo el proyecto para tener un mayor control y seguimiento del mismo, a diferencia de RUP que desde sus propios inicios cuenta con una documentación profunda y detallada de todo el proceso en sentido general. Es por todas estas ventajas que se decide modelar el sistema en la metodología RUP, además que propone una captura de requisitos bastante profesional, etapa imprescindible para todo el desarrollo de la aplicación.

1.8.3 Gestor Base de Datos

Existen varios gestores de bases de datos entre los que se encuentra My SQL, Oracle, PostgreSQL, Microsoft SQL Server entre otros. My SQL presenta como principales características que aprovecha la potencia de sistemas multiprocesador, gracias a su implementación multihilo, soporta gran cantidad de tipos de datos para las columnas, dispone de API's en gran cantidad de lenguajes (C, C++, Java, PHP, etc.), gran portabilidad entre sistemas, soporta hasta 32 índices por tabla, gestión de usuarios y password, manteniendo un muy buen nivel de seguridad en los datos; aunque carece de algunas características como sub consultas, tal vez ésta sea una de las características que más se echan en falta, aunque gran parte de las veces que se necesitan, es posible reescribirlas de manera que no sean necesarias; SELECT INTO TABLE esta característica propia de Oracle, todavía no está implementada; Triggers y Procedures se tiene pensado incluir el uso de procedimientos almacenados en la base de datos, pero no el de triggers, ya que los triggers reducen de forma significativa el rendimiento de la base de datos, incluso en aquellas consultas que no los activan; transacciones, a partir de las últimas versiones ya hay soporte para transacciones, aunque no por defecto (se ha de activar un modo especial); integridad referencial aunque sí que admite la declaración de claves ajenas en la creación tablas, internamente no las trata de forma diferente al resto de campos. Oracle se considera uno de los sistemas de base de datos más completos, se utiliza en las bases de datos de Cubacel destacándose dentro de sus características soporte de transacciones, estabilidad, escalabilidad, soporte multiplataforma. Microsoft SQL Server es sistema de gestión de bases de datos relacionales basado en el lenguaje Transact-SQL, capaz de poner a disposición de muchos usuarios grandes cantidades de datos de manera simultánea. Microsoft SQL Server se ha convertido en la actualidad en una suerte de plataforma que permite el análisis y la administración de datos empresariales con herramientas de Inteligencia de Negocios, análisis, reporte, integración y notificación integradas. Provee de mayor escalabilidad, disponibilidad y seguridad al tiempo que simplifica

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

la creación, implementación y gestión de aplicaciones altamente disponibles. Incluye también un potente entorno gráfico de administración, que permite el uso de comandos DDL y DML gráficamente. También Permite trabajar en modo cliente-servidor, donde la información y datos se alojan en el servidor y las terminales o clientes de la red sólo acceden a la información. PostgreSQL es sistema de Gestión de Bases de Datos Objeto-Relacionales libre, en la actualidad está ampliamente considerado como el sistema de bases de datos de código abierto más avanzado del mundo, a esta realidad contribuye mucho el hecho de que no es manejado por una sola compañía sino que es dirigido por una comunidad de desarrolladores y organizaciones comerciales la cual trabaja en su desarrollo y perfeccionamiento, esta comunidad es denominada (PostgreSQL Global Development Group). PostgreSQL también sirve de soporte a muchos de los lenguajes más utilizados hoy día tal es el caso de PHP, C, C++, Java, Python, Ruby, etc., constituyendo una alternativa seria a otros sistemas de bases de datos de código abierto (como MySQL, Firebird y MaxDB), así como sistemas propietarios como Oracle y SQLServer.

Fundamentación del sistema gestor de base de datos a utilizar

La propuesta de sistema que se presenta, con una única base de datos, diariamente realizará varis transacciones. Permitirá realizar peticiones simultáneas por los usuarios para recibir los servicios que en ella se brindan, por lo que se necesita un gestor de base de datos con capacidad ilimitada y debe permitir el trabajo con procedimientos almacenados, consultas e integridad referencial para poder desarrollar un sistema robusto y consistente. El motor de base de datos debe estar basado en las licencias de software libre, y presentar una estabilidad muy alta, y una gran seguridad de los datos. Como consecuencia de todos estos requisitos que debe cumplir la plataforma, resulta obvio la selección del PostgreSQL como gestor de base de datos idóneo para el sistema propuesto.

1.8.3 Servidor WEB

Un servidor Web no es más que un programa que se ejecuta continuamente en una computadora (También llamada por lo general servidor) que interpreta las peticiones HTTP (hypertext transfer protocol) que recibe por parte de un cliente (un navegador de Internet) y las satisface. Dependiendo del tipo de la petición, el servidor Web buscará una página Web o bien ejecutará un programa en el servidor, devolviendo algún tipo de resultado HTML al cliente o navegador que realizó la petición. En nuestros días, a pesar de que existen cierto número de servidores Web, el mercado de estos software esta prácticamente dominado por Apache. Se estima según estudios realizados en la red mundial que alcanzó

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

su máxima cota de mercado en 2005 siendo el servidor empleado en el 70% de los sitios Web en el mundo, sin embargo ha sufrido un descenso en su cuota de mercado en los últimos años. Otro servidores Web son Internet Information Services: es una serie de servicios para los ordenadores que funcionan con Windows. Originalmente era parte del *Option Pack* para Windows NT. Luego fue integrado en otros sistemas operativos de Microsoft destinados a ofrecer servicios, como Windows 2000 o Windows Server 2003. Windows XP Profesional incluye una versión limitada de IIS. Los servicios que ofrece son: FTP, SMTP, NNTP y HTTP/HTTPS. El servidor web se basa en varios módulos que le dan capacidad para procesar distintos tipos de páginas, por ejemplo Microsoft incluye los de Active Server Pages (ASP) y ASP.NET. También pueden ser incluidos los de otros fabricantes, como PHP o Perl y otro ejemplo de servidor Web es Cherokee: es Servidor web libre, multiplataforma, abierto bajo la licencia GPL. Apunta a ser un servidor web bastante rápido que también soporta las funcionalidades más comunes de servidor. Está escrito completamente en C, es escalable y puede usarse como un sistema integrado.

Propuesta a servidor Web

Debido a las características anteriormente mencionadas y a que Apache servidor Web potente y flexible que puede funcionar una amplia variedad de plataformas y entornos fue que se determinó que este es el servidor Web que se debe utilizar para el desarrollo del sistema.

Entre las características más destacables de apache están las siguientes:

- Corre en una multitud de Sistemas Operativos, lo que lo hace prácticamente universal.
- Apache es una tecnología gratuita de código fuente abierto. El hecho de ser gratuita es importante pero no tanto como que se trate de código fuente abierto. Esto le da transparencia, se puede ver lo que se esta instalando como servidor.
- Apache es un servidor altamente configurable de diseño modular. Es muy sencillo ampliar las capacidades del servidor Web Apache. Actualmente existen muchos módulos para Apache que son adaptables a este, y están ahí para su instalación cuando se necesite. Otra cosa importante es que cualquiera que posea cierta experiencia en la programación de C o Perl puede escribir un modulo para realizar una función determinada.
- Apache trabaja con gran cantidad de Perl, PHP y otros lenguajes de script. Perl destaca en el mundo del script y Apache utiliza su parte del pastel de Perl tanto con soporte CGI como con

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

soporte modperl. También trabaja con Java y páginas jsp. Teniendo todo el soporte que se necesita para tener páginas dinámicas.

- Apache te permite personalizar la respuesta ante los posibles errores que se puedan dar en el servidor. Es posible configurar Apache para que ejecute un determinado script cuando ocurra un error en concreto.
- Tiene una alta capacidad de configuración en la creación y gestión de logs. Apache permite la creación de ficheros de log a medida del administrador, de este modo puedes tener un mayor control sobre lo que sucede en tu servidor.

1.8.4 Entorno de Desarrollo

Actualmente existen una multitud de entornos de desarrollos para diseñar e implementar aplicaciones en dispositivos móviles dentro de los más relevantes se encuentran a NetBeans y a Eclipse. NetBeans es un proyecto de código abierto de gran éxito con una gran base de usuarios, una comunidad en constante crecimiento, y con cerca de 100 socios en todo el mundo. Sun Microsystems fundó el proyecto de código abierto NetBeans en junio de 2000 y continúa siendo el patrocinador principal de los proyectos., JBuilder, IntelliJ o NetBeans, entre otros. Eclipse es una herramienta de código abierto y adaptable a cualquier tipo de lenguaje de programación como C/C++, Cobol, C#, XML entre otros, además la depuración e implementación de aplicaciones resultan sencillas, presenta algunas características como pruebas unitarias, control de versiones con el Sistema de versiones Concurrentes (Concurrent Versions System CVS, por sus siglas en inglés) y asistentes.

Propuesta de Entorno de Desarrollo

Eclipse es una herramienta muy favorable para el desarrollo del sistema. Es bueno destacar que corre en una gran cantidad de sistemas operativos incluyendo Windows y Linux y le provee a los desarrolladores herramientas que facilitan la creación de plugin. Esta considerado como uno de los IDE mas poderosos para el desarrollo de aplicaciones con java. Por todo lo anteriormente dicho se decidió que Eclipse fuera el IDE seleccionado para desarrollar el sistema.

1.8.5 Herramienta CASE

Herramienta CASE (Computer Aided Software Engineering, Ingeniería de Software Asistida por Ordenador) son aplicaciones informáticas destinadas a aumentar la productividad en el desarrollo de

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

software reduciendo el coste de las mismas en términos de tiempo y de dinero. Estas nos ayudan en todos los aspectos del ciclo de vida de desarrollo del software en tareas como: el proceso de realizar un diseño del proyecto, calculo de costes, implementación de parte del código automáticamente con el diseño dado, compilación automática, documentación o detección de errores entre otras.

Rational Rose

Rational Rose es una de las herramientas CASE mas poderosas para el análisis y diseño de sistemas basados en objetos que da soporte al modelado visual (proceso que permite representar gráficamente el sistema software, permitiendo resaltar los detalles mas importantes) con UML ofreciendo distintas perspectivas del sistema. Cubre todo el ciclo de vida del proyecto así como:

- La concepción y formalización del modelo.
- Construcción de los componentes.
- Transición a los usuarios y certificación de las distintas fases.

Rose posee como principales elementos de su interfaz:

- Un navegador que permite acceder rápidamente a través de las distintas vistas del modelo.
- Una ventana de documentación utilizable para manejar los documentos de ítem seleccionado en cualquiera de los diagramas.
- Barra de Herramienta Standards para acceder rápidamente a las acciones comunes a ejecutar para cada uno de los diagramas del modelo.
- Barra de Herramientas Diagramas donde muestra el conjunto de herramientas disponibles para el diagrama activo.
- Ventana de Diagrama donde permite desplegar y editar cualquiera de los diagramas UML.
- Ventana de Registro que registra todas las ordenes ejecutadas y los errores que se producen durante su ejecución.
- Barra de Estado que muestra el programa de la carga del modelo, el estado de lectura/escritura del elemento seleccionado, y otros datos de utilidad.

El Rational se encuentra dentro de la plataforma de desarrollo de IBM, cuenta con un lenguaje estándar común que le facilita la comunicación a todo el equipo de desarrollo, es una herramienta que lleva a cabo

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

la automatización de los sistemas para la posterior generación de código (realización de los distintos diagramas y generación del código posterior), así como para labores de ingeniería inversa, soporta la generación de código a partir de diferentes modelos como por ejemplo:

- Ada
- C++
- Java
- Visual Basic
- Visual C++

A pesar de constituir una potente herramienta para el desarrollo de software se hace mucho énfasis en la necesidad de una alta capacidad de procesamiento, además de estar incluida entre las tantas herramientas propietarias.

Visual Paradigm

Visual Paradigm es una herramienta Case. Soporta la ingeniería tanto directa como inversa. Es capaz de importar proyectos hechos en Rational Rose, genera código, soporta las últimas versiones de UML, análisis textuales del proyecto y de los casos de uso (clases candidatas), generación de modelos a partir de otros modelos, facilidades para interfaces de usuario, soporte completo de diagramas y permite organizar las prioridades de los casos de uso.

Es una herramienta colaborativa porque soporta a varios usuarios trabajando en un mismo proyecto, genera la documentación del proyecto automáticamente en varios formatos como son Web o Pdf, y permite control de versiones.

Propuesta de la Herramienta CASE

La herramienta CASE (ingeniería de software asistida por el ordenador) a utilizar para el modelado de la propuesta de sistema, es el Visual Paradigm pues es una herramienta de carácter libre y cubre todo el ciclo de vida de un proyecto, permite establecer una trazabilidad real entre el modelo (análisis y diseño) y el código ejecutable, facilita el desarrollo de un proceso cooperativo en el que todos los agentes tienen sus propias vistas de información, y utilizan un lenguaje común para comprender y comunicar la estructura y la funcionalidad del sistema en construcción.[ver anexo #1]

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

MapInfo

MAPINFO Profesional es una potente herramienta de Sistemas de Información Geográfica (SIG) que le permite realizar diversos y complejos análisis geográficos ideales para facilitar la toma de decisiones: Captura, Consulta, Edición, Análisis y Reportes de Información Geográfica Dinámicamente relacionada con Bases de Datos. Esta aclamado como el software más potente y amigable en la gestión de mapas en el mundo. Es la elección de analistas de negocio y profesionales de SIG en todo el mundo para visualizar y analizar las relaciones entre datos y geografía. Algunas características clave serían perfecta conectividad con bases de datos relacionales, representación de mapas 3D y herramientas de listado, un creador de informes integrado y ricas funciones de representación temática.

En MapInfo la información se organiza en un concepto fundamental, mapa que engloba a su vez a otro, capa. Los mapas incluirán información de diversa índole, contenida en capas de información específica. El conversor universal es una herramienta muy interesante que tiene el objetivo de transformar los datos geográficos, permitiendo así el intercambio entre varios formatos vectoriales.

La representación en diferentes sistemas de coordenadas y proyecciones está realizada con gran acierto, disponiendo de un variado conjunto de proyecciones, en donde con toda seguridad se va a encontrar aquella que se necesita. MapInfo proporciona funciones de geocodificación de una tabla externa de datos. Con la opción de geocodificación automática, procesará toda la tabla, sin detenerse en los registros no coincidentes.

Posteriormente, gracias a una geocodificación interactiva, se irán corrigiendo todas las incidencias. La selección de elementos se lleva a cabo mediante herramientas diversas, como el selector radial, poligonal y rectangular, que se pueden encontrar, con pocas variaciones, en todos los productos analizados. Otro tanto ocurre con las consultas para la localización de información, que en MapInfo se obtienen mediante el asistente SQL Selección. Uno de los sectores en los que mejor acogida ha tenido tradicionalmente MapInfo es el de las finanzas, estudios de mercado y marketing, esto se debe a la facilidad de crear mapas temáticos diversos, entre los que destacan los de símbolos graduados, que asigna tamaños proporcionales a los símbolos en base a el valor de un campo de la tabla y los de tipo densidad de puntos que distribuye una cantidad de puntos aleatoriamente dependiendo del valor de un campo. Gracias al cuadro de diálogo de control de capas es posible gestionar, entre otras cosas, la visualización, edición,

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

selección y etiquetado de las capas. La colocación de etiquetas está bien realizada, con múltiples opciones de situación y estilo de etiqueta. En cuanto a la creación de objetos ya existentes o su modificación, se pueden dibujar los elementos básicos de GIS y crear nuevas capas de datos, agrupar y combinar polígonos para crear otros, o bien seleccionar elementos contenidos en polígonos. Todas ellas operaciones fundamentales de las que no se puede prescindir en este tipo de aplicaciones.

Entre otras herramientas se dispone de un asistente para la generación de informes de datos tabulares cuyo origen puede ser cualquiera de las tablas disponibles, una consulta o una selección. El asistente nos guía por diferentes fases en las que se proporciona información sobre los campos que se quiere incluir, su ordenación, agrupación de datos, etc. El cálculo de zonas o áreas de influencia dispone de la opción de generar una única zona para todos los objetos seleccionados o bien una zona para cada objeto. Como resultado de estas operaciones se obtendrá dibujada la zona o zonas de influencia, con las que se puede hacer una selección poligonal de elementos de otras capas.

También se incluye una imagen ráster como una capa más del mapa, de forma que nos permita tenerla como fondo de nuestras capas de datos y utilizarla para digitalizar nuevos elementos, tomándola como referencia o simplemente como información visual adicional. Lógicamente, como una imagen no posee ningún tipo de sistema geográfico de coordenadas, se debe proporcionar esta información mediante un conjunto de puntos de control en ambas capas. En cuanto a la personalización, dispone de MapBasic, que es un lenguaje de programación ideado para personalizar o automatizar las funciones de MapInfo. Para crear una aplicación de esta forma, se necesita disponer del compilador de MapBasic, que es un producto independiente.[ver anexo #2]

Requerimientos mínimos para MAPINFO PROFESIONAL 9.0 SIG

- Procesador Pentium II 500 MHz
- 256 RAM
- Monitor color 14"
- Windows 95 en adelante

CAPÍTULO 2: CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA

Capítulo 2

2.1 Introducción

En este capítulo se desarrolla el modelo de negocio, es la primera disciplina propuesta por RUP en el ciclo de vida de un software. Se realiza principalmente en la fase de inicio. Además se obtiene el Modelo de Casos de Uso basado en el modelado del negocio a través de los diagramas UML. Se determinan los procesos del negocio involucrados y se describen sus flujos de trabajo mediante los diagramas de actividades, se identifican los requisitos funcionales y no funcionales, a partir de ellos se construyen los Casos de Uso del sistema y sus descripciones.

2.2 Flujo actual de los procesos involucrados en el campo de acción

El servicio a implantar a partir de la propuesta del método CGI/TA esta encaminado a la orientación geográfica. Esta técnica es muy favorable como vimos en el capítulo anterior ya que no hay que modificar ningún terminal, y con la tecnología estándar presente se puede implementar.

Cell-Id o CGI es un método basado en la detección de la proximidad y opcionalmente pudiera utilizar el valor del avance de tiempo que es continuamente medido por una estación base durante una conexión.

“El valor de avance de tiempo permite identificar un anillo de posiciones potenciales del terminal objetivo con la estación base de servicio en su centro. En caso de antenas sectorizadas, la posición potencial puede ser adicionalmente estrechada a un tercera o cuarto parte del anillo, a merced del ángulo de los sectores.” (1)

El servicio puede ser brindado a través de dos modos o estados diferentes, modo dedicado o estado de llamada y modo Idle o estado Idle.

“En el estado de llamada el flujo de control se realiza entre el MSC utilizando el Nodo Servidor de Localización de Móviles (*Server Mobile Location Center SMLC*, por sus siglas en inglés) que no es más que una implementación asociada al MSC y el BCS usando el protocolo de Extensión de Servicios de

CAPÍTULO 2: CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA

Localización para la Parte de Aplicación del Sistema de Estaciones Base (BSSAP-LE, *Base Station System Application Part for Location Services Extensión*). El terminal transmite una ráfaga de datos en una cierta ranura de tiempo de cada trama TDMA. Producto del arribo de una petición de posicionamiento, el SMLC envía una petición de TA al BSC que actualmente sirve al terminal” (7); esto requiere que primero el SMLC identifique la estación base a la que el terminal esta actualmente conectado, luego el BSC retorna el identificador de la estación base de servicio y el valor actual de avance de tiempo. Para dar soporte a la decisión del *handover* el BSC recibe desde el terminal la respuesta del TA que incluye las mediciones del radio de las estaciones base de servicio y las vecinas, ver figura 2.1.

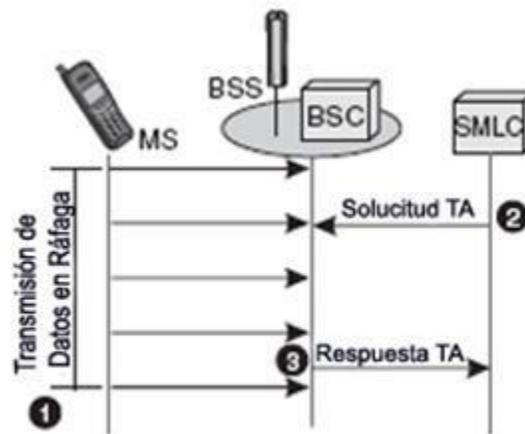


Fig. 2. 1 Modo Dedicado

“El estado de Idle se realiza cuando no existe ninguna conexión o transferencia de datos en progreso y el valor del TA es desconocido. Después de recibir la petición de TA, el BSC tiene que fingir una llamada entrante hacia el terminal, poniendo las iniciales en una demanda de *paging* en todas las estaciones base del área de localización donde está registrado el terminal” (7). “El terminal, que siempre escucha las demandas de *paging* de la estación base con la mejor calidad de señal, luego responde a esta petición transfiriendo una ráfaga de datos en la ranura de tiempo predefinida de un canal de señalización” (8).

CAPÍTULO 2: CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA

Posteriormente se mide el tiempo de llegada de esta ráfaga a la estación base, se obtiene luego el valor deseado de avance de tiempo.

La configuración en curso de la conexión falsa se interrumpe a su debido tiempo, a fin de que el suscriptor no reconozca la petición de *paging*. Ver figura 2.2

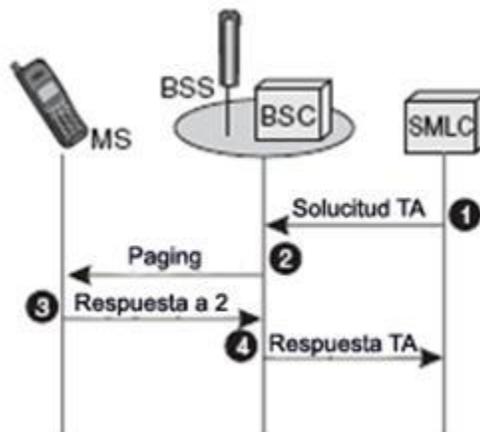


Fig. 2. 2 Modo Idle

2.3 Propuesta de Solución

El flujo de trabajo comienza cuando el cliente solicita el servicio a través del portal WAP, luego el sistema por medio del método de localización CGI-TA reconoce el identificador del móvil que está solicitando el servicio en la base de datos HLR y simultáneamente reconoce el identificador de la celda asociada al terminal en la misma base de datos. El sistema verifica el identificador (id) de la celda en la base de datos VLR encargada de los handover, si el terminal realizó un handover el valor del id de la celda varía y el sistema reconoce como id de la celda este último valor. Luego a través del SMLC se calcula la función de retardo o TA que nos brindaría un anillo de posiciones potenciales donde estaría localizado el terminal, con la ayuda de antenas sectorizadas se reduciría el espacio del anillo a un tercio del espacio original.

CAPÍTULO 2: CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA

Una vez obtenido estos valores con el software de SIG MapInfo se localizaría geográficamente el cliente, y se procedería a realizar una imagen con los servicios que tiene en su espacio geográfico a través de un método buffer que delimitaría el área pasándole un radio que sería un valor variable y manejable.

2.4 Modelo de Dominio.

2.4.1 ¿Qué es modelo de dominio?

El Modelo de Dominio (o Modelo Conceptual) es una representación visual de los conceptos u objetos del mundo real significativos para un problema o área de interés. Representa clases conceptuales del dominio del problema. Representa conceptos del mundo real, no de los componentes de software. Una clase conceptual puede ser una idea o un objeto físico (símbolo, definición y extensión).

En el Modelo de Dominio no se muestra comportamiento. Las clases conceptuales pueden tener atributos pero no métodos. Cualquiera sea la solución de casos de uso que se haya elegido, los conceptos e ideas propias del dominio del problema son las mismas; un mismo modelo de dominio contempla cualquiera de las soluciones analizadas. El modelo de dominio es global, es decir se realiza para todos los casos de uso y no para uno en particular. Características:

- No hay cronología
- No se diferencia entre dentro y fuera del sistema
- Es global, no por caso de uso
- No es completo: esquemático, las asociaciones están resumidas.

CAPÍTULO 2: CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA

2.4.2 ¿Por qué Modelo de Dominio?

Teniendo en cuenta que la definición de procesos y roles del negocio se hace difícil encontrarlos, por lo que se ve a simple vista la necesidad de describir el funcionamiento de la aplicación mediante una serie de conceptos, entidades y sus relaciones, agrupándose en un modelo de dominio con el fin del fácil entendimiento de la aplicación.

Conceptos asociados al modelo de dominio:

Cliente: Usuario del dispositivo móvil que solicita el servicio de orientación.

Portal WAP: Es el encargado de mostrar el servicio de orientación.

BTS: Permite la conexión física entre la estación base y el terminal móvil.

BSC: Se encarga la conexión entre el terminal móvil y el centro de conmutación y red.

MSC: Autoriza a darle el acceso de red al terminal móvil.

SMLC: Implementación asociada al MSC.

Mapa: Herramienta encargada del posicionamiento geográfico y de la devolución de la imagen correspondientes al proceso.

Coordenadas: Valores que delimitan la posición geográfica.

Imágenes: Representa el área geográfica correspondiente al usuario.

CAPÍTULO 2: CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA

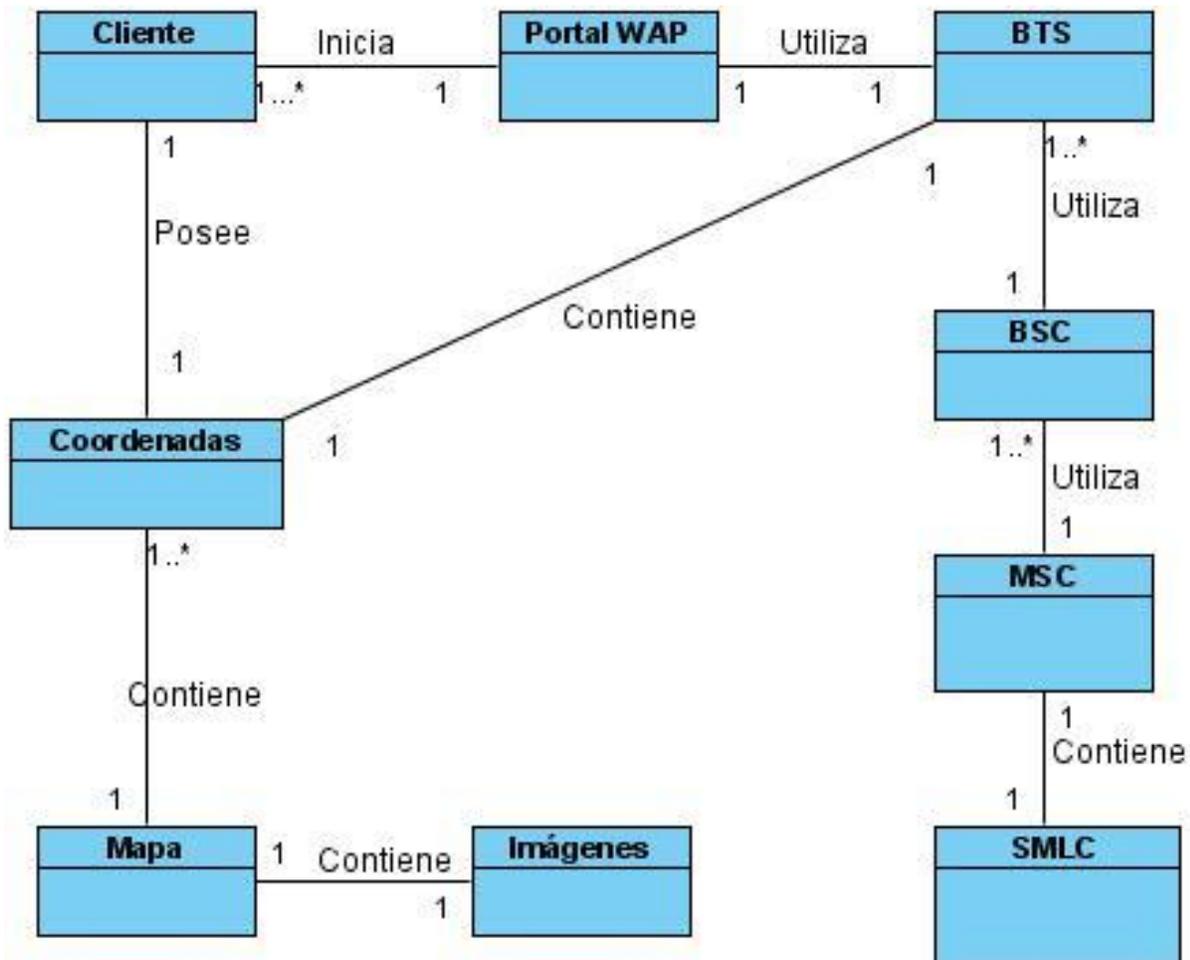


Fig. 2. 3 Modelo de Dominio.

CAPÍTULO 2: CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA

2.5 Modelado del Sistema

2.5.1 Actores del sistema

Los actores representan los usuarios del sistema y otras aplicaciones que interactúan con él, es decir, representan terceros fuera del sistema que se relacionan con él.

Actor	Descripción
Módulo de Portal WAP	Se encarga de inicializar el caso de uso Atender Solicitud.

Tabla. 2.3 Actores del Sistema.

2.5.2 Especificación de los Requisitos del Software.

“El flujo de especificación de los requisitos de software radica su mayor esfuerzo en el reconocimiento del problema como lo ve el usuario. Se define una evaluación del problema y se dan respuesta a las funcionalidades que tendrá el sistema. Con él se pretende entender el comportamiento del software y el descubrimiento de restricciones adicionales del diseño.” (7)

Los requisitos se clasifican en: funcionales y no funcionales.

2.5.2.1 Requisitos Funcionales

R1 Atender Solicitud

1.1 Recibe la Solicitud.

CAPÍTULO 2: CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA

1.2 Obtener el Id del cliente de la base de datos HLR.

R2 Registrar Posición

2.1 Actualizar la posición con el modo Idle

2.2 Actualizar la posición con el modo Dedicado.

2.3 Solicitar el id del cliente de las base de datos HLR actualizada.

2.4 Solicitar el id del cliente de las base de datos VLR actualizada.

R3 Identificar Celda de Cobertura

3.1 Solicitar el Id de la celda en el HLR a la que esta asociada el terminal.

3.2 Verificar los cambios de cobertura de celda del terminal en la VLR.

3.3 Actualizar el Id de la celda en la VLR.

R4 Calcular TA

4.1 Identificar la BTS que está asociada al terminal.

4.2 Enviar peticiones de TA a la BTS.

4.3 Obtener el tiempo de retardo de la señal de la BTS al terminal.

4.4 Calcular la distancia aproximada de la BTS al terminal.

R5 Posicionar el Móvil

5.1 Identificar la celda asociada al terminal.

CAPÍTULO 2: CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA

5.2 Calcular la distancia obtenida en el SMLC.

5.3 Obtener las coordenadas de la posición real del móvil.

5.4 Enviar las coordenadas a la base de datos de MapInfo.

5.5 Obtener cuadrante de posicionamiento asociado al terminal.

R6 Responder Solicitud

6.1 Extraer el cuadrante asociado al terminal.

6.2 Enviar la imagen del cuadrante al usuario.

2.5.2.2 Requerimientos no Funcionales

Apariencia o interfaz externa:

- El servicio debe estar limitado a las condiciones del dispositivo.
- Debe cumplir con los aspectos del idioma en español.

Usabilidad:

- La aplicación debe permitir a los usuarios de móviles un acceso a la información siempre que tengan habilitado servicio de navegación.

Rendimiento:

- El sistema debe ser capaz de realizar las tareas en un tiempo relativamente corto entre 1-6 segundos teniendo en cuenta la velocidad de la red y el tipo de navegador.

Soporte:

CAPÍTULO 2: CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA

- Se le debe dar un mantenimiento periódico a la aplicación y a la Base de Datos.

Software:

- Es imprescindible tener instalado la máquina virtual de java.
- Requerimientos mínimos para móviles:
- Contar con un navegador Web (browser).

Hardware:

- Es necesario poseer una computadora con 1GB de memoria RAM como mínimo, procesador Pentium IV o superior, así como una conexión de red.

2.5.3 Diagrama de Casos de Uso del Sistema.

En los diagrama de casos de uso del sistema representan las relaciones entre los casos de uso y entre los actores, así como los casos de uso asociados con la seguridad. Estos se pueden estructurar en paquetes y poner el diagrama con las dependencias entre ellos.

CAPÍTULO 2: CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA

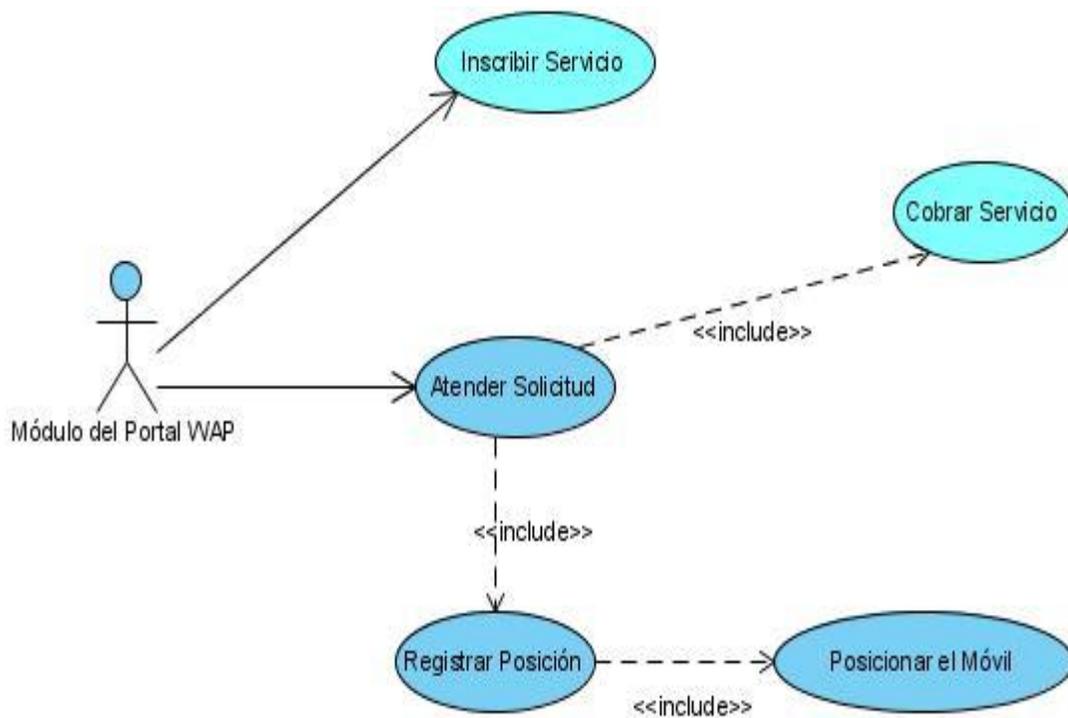


Fig. 2. 4 Diagrama de Casos de Uso del Sistema.

Los casos de uso inscribirse al servicio y el incluido Cobrar Servicio se están desarrollando en otros módulos del proyecto Cubacel de nuestra facultad.

Descripciones Textuales de los Casos de Uso del Sistema (Ver anexo #3).

CAPÍTULO 3: ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA.

CAPÍTULO 3: ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA

3.1 Introducción

El objetivo del presente capítulo es refinar los artefactos obtenidos en el capítulo 2, que ayudan a manejar las complicaciones que pudieran surgir en la construcción del servicio de orientación. Además, se ilustran mediante diagramas la forma en que los componentes de software interactúan y se comportan dentro del sistema. Para ellos se tratan temas específicos sobre los modelos de análisis y diseño y sobre su construcción como la propone RUP para el desarrollo de software.

3.2 Modelo de Análisis

Después de tener el modelo de negocio y los casos de uso del sistema, se procede a describir el análisis y diseño. El modelo de análisis ofrece una especificación más precisa de los requisitos con el objetivo de refinarlos y estructurarlos. En su descripción se introduce el lenguaje de los desarrolladores, por tanto presenta un mayor formalismo y facilita la comprensión del funcionamiento interno del sistema. El Modelo de análisis contiene clases de análisis y sus objetos organizados en paquetes que colaboran. Las clases que se utilizan para modelar el análisis, se centran en el tratamiento de los requerimientos funcionales y posponen los no funcionales.

La metodología RUP propone clasificar las clases de análisis en:

Clases de interfaz: Modela la interacción entre el sistema y sus actores.

CAPÍTULO 3: ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA.

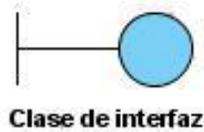


Fig. 3. 1 Estereotipo de la clase interfaz.

Clases de control: Coordinan la realización de uno o unos pocos casos de uso, relacionando las actividades de los objetos que implementan sus funcionalidades.



Fig. 3. 2 Estereotipo de la clase de control.

□ **Clases entidad:** Modelan información que posee larga vida y que es a menudo persistente.

Una vez definidas todas las clases de análisis se modelan las asociaciones existentes entre ellas usando el diagrama de clases de análisis.

CAPÍTULO 3: ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA.



Fig. 3. 3 Estereotipo de la clase de entidad.

A continuación se muestran los Diagramas de Clases de Análisis:

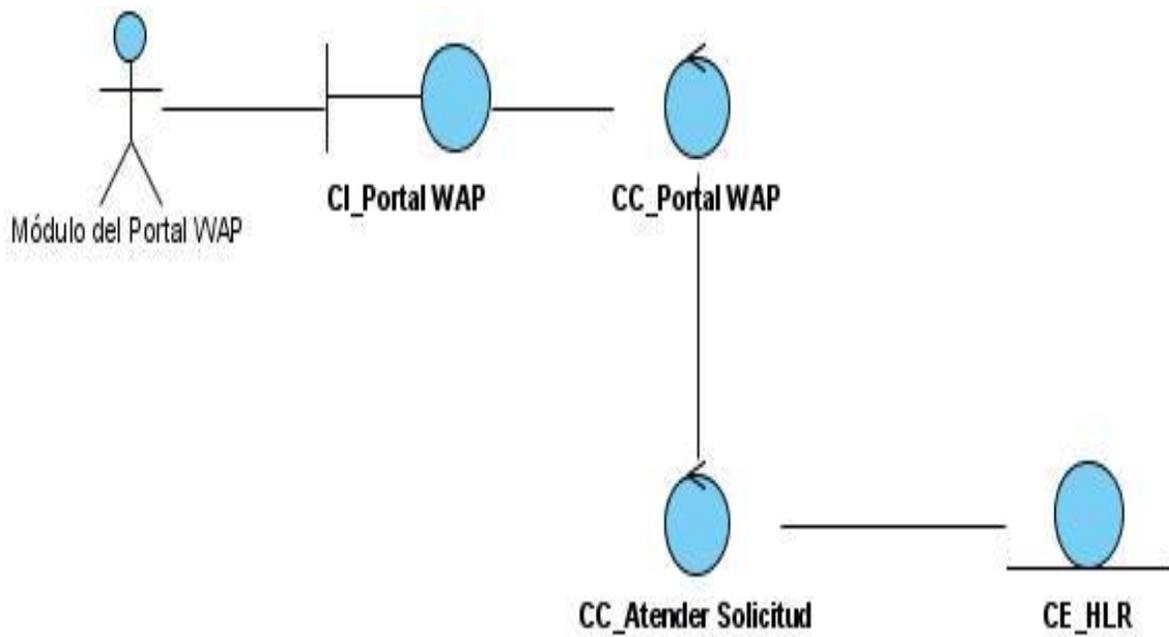


Fig. 3. 4 Diagrama de Clases de Análisis: CU Atender Solicitud.

CAPÍTULO 3: ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA.

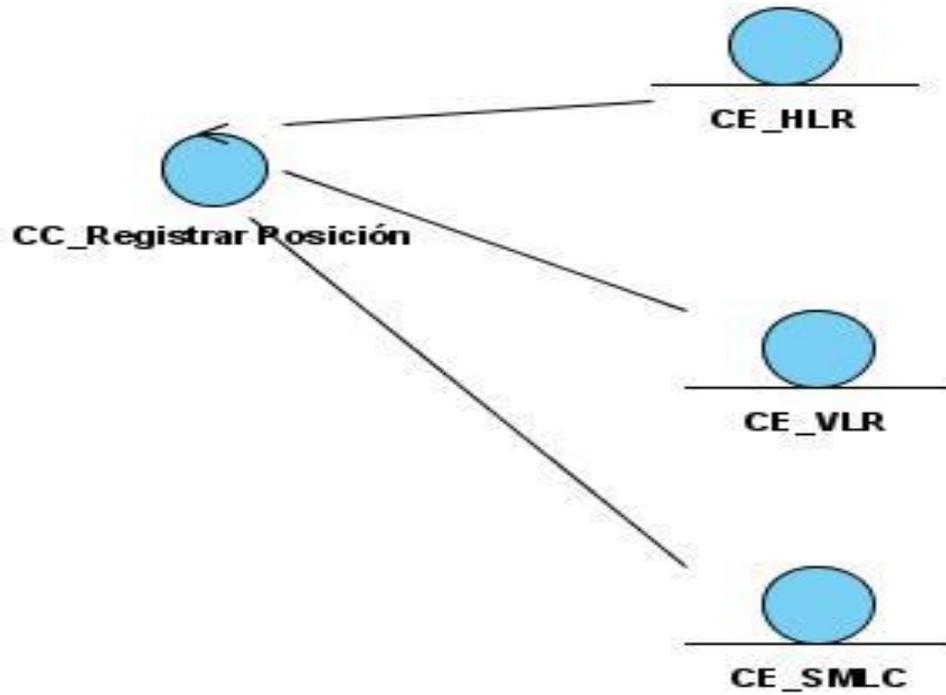


Fig. 3. 5 Diagrama de Clases de Análisis: CU Registrar Posición.

CAPÍTULO 3: ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA.

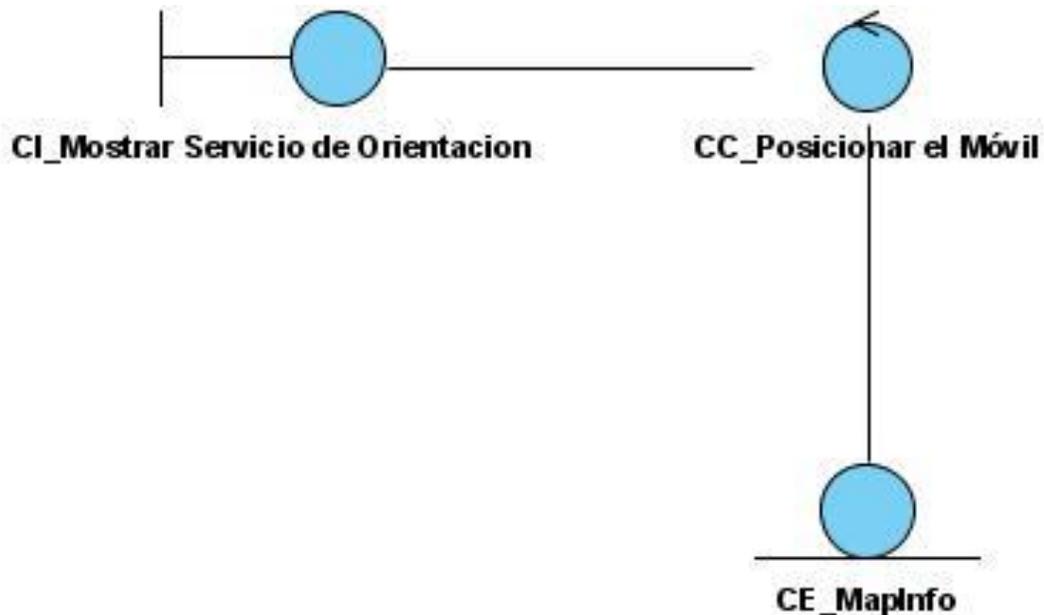


Fig. 3. 6 Diagrama de Clases de Análisis: CU Posicionar Móvil

3.3 Modelo de Diseño

3.3.1 Patrones de Diseño

En términos generales, un patrón es un conjunto de información que proporciona respuesta a un conjunto de problemas similares, es decir, un patrón es una solución a un problema en un contexto, donde: Contexto son las situaciones recurrentes a las que es posible aplicar el patrón. Problema es el conjunto de metas y restricciones que se dan en ese contexto. Solución es el diseño a aplicar para conseguir las metas dentro de las restricciones.

Ante los problemas comunes existentes en el desarrollo del software y otros ámbitos referentes al diseño de interacción o interfaces, los patrones de diseño (design patterns) son la base para la búsqueda de soluciones. Un patrón de diseño es una solución a un problema de diseño. Para que una solución sea considerada un patrón debe poseer ciertas características. Una de ellas es que debe haber comprobado

CAPÍTULO 3: ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA.

su efectividad resolviendo problemas similares en ocasiones anteriores. Otra es que debe ser reusable, lo que significa que es aplicable a diferentes problemas de diseño en distintas circunstancias.

¿Son importantes los patrones?

Las principales razones que inducen al uso de los patrones son las siguientes:

- Producción de Software más flexible al cambio.
- Establece problemas Pareja-Solución.
- Ayudan a especificar interfaces.
- Reutilización del Código.

Categorías de los Patrones:

- **Patrones de arquitectura:** Aquéllos que expresan un esquema organizativo estructural fundamental para sistemas software.
- **Patrones de diseño:** Aquéllos que expresan esquemas para definir estructuras de diseño (o sus relaciones) con las que construir sistemas software.
- **Idiomas:** Patrones de bajo nivel específicos para un lenguaje de programación o entorno concreto.

Patrones de Arquitectura

Modelo-Vista-Controlador (MVC).

En el trabajo se utilizó el patrón de diseño MVC (Model View Controller) o Modelo Vista Controlador. Las razones por la que es usado este patrón pueden quedar definidas de la manera siguiente: La lógica de una interfaz de usuario cambia con más frecuencia que el almacenado de datos y la lógica de negocio. Si se realiza un diseño estático, es decir, que mezcle los componentes de interfaz y de negocio, entonces la consecuencia será que, cuando se necesita cambiar la interfaz, se tendrá que modificar trabajosamente

CAPÍTULO 3: ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA.

los componentes de negocio. Mayor trabajo y más riesgo de error. Se trata de realizar un diseño que desacople la vista del modelo, con la finalidad de mejorar la reusabilidad. De esta forma las modificaciones en las vistas impactan en menor medida en la lógica de negocio o de datos.

Los elementos principales del patrón son:

- Modelo: datos y reglas de negocio.
- Vista: muestra la información del modelo al usuario.
- Controlador: gestiona las entradas del usuario.

El modelo es el responsable de:

- Acceder a la capa de almacenamiento de datos. Lo ideal es que el modelo sea independiente del sistema de almacenamiento.

El controlador es responsable de:

- Recibe los eventos de entrada (un clic, un cambio en un campo de texto, etc.).

Las vistas son responsables de:

- Recibir datos del modelo y mostrarlos al usuario.

Patrones de Diseño

GRASP (*General Responsibility Assignment Software Patterns*)

Experto

Asigna una responsabilidad al experto en información: la clase que cuenta con la información necesaria para cumplir la responsabilidad. Experto es un patrón que se usa más que cualquier otro al asignar responsabilidades; es un principio básico que suele utilizarse en el diseño orientado a objetos. Con él no se pretende designar una idea oscura ni extraña; expresa simplemente la "intuición" de que los objetos hacen cosas relacionadas con la información que poseen.

CAPÍTULO 3: ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA.

Beneficios:

Se conserva el encapsulamiento, ya que los objetos se valen de su propia información para hacer lo que se les pide. Esto soporta un bajo acoplamiento, lo que favorece el hecho de tener sistemas más robustos y de fácil mantenimiento.

El comportamiento se distribuye entre las clases que cuentan con la información requerida, alentando con ello definiciones de clases "sencillas y más cohesivas que son fáciles de comprender y de mantener. Así se brinda soporte a una alta cohesión.

Creador

Guía la asignación de responsabilidades relacionadas con la creación de objetos, tarea muy frecuente en los sistemas orientados a objetos. El propósito fundamental de este patrón es encontrar un creador que se debe conectar con el objeto producido en cualquier evento.

Controlador: Consiste en Asignar la responsabilidad de manejar los eventos exteriores del sistema a una clase facilitando centralizar las actividades (tales como validación, seguridad entre otras).

3.3.2 Clases del Diseño

Es una representación más concreta que el diagrama de clases del análisis. Representa la parte estática del sistema, las clases y sus relaciones. Describe gráficamente las especificaciones de las clases del software y de las interfaces en una aplicación. Contiene la siguiente información:

Clases asociadas y atributos.

- Interfaces con sus operaciones y constantes.
- Métodos.
- Información sobre los tipos de atributos.
- Navegabilidad.

CAPÍTULO 3: ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA.

- Dependencias.

Niveles o Capas:

- **Capa de Presentación:** es la capa que percibe el usuario. Presenta el sistema al usuario, le comunica información a este y captura información que proporciona el usuario (se realiza un filtrado para comprobar la existencia de errores de formato). Solo se comunica con la Capa de Negocio.
- **Capa de Negocio:** en esta se encuentran los programas que ejecutan, recibiendo peticiones del usuario y enviando las respuestas tras el proceso. Es considerada el corazón de la aplicación, su objetivo fundamental es que toda la lógica del negocio esté bien localizada y no mezclada con los objetos de otras clases. En esta se encuentran localizadas las Clases Controladoras definidas en el análisis.
- **Capa de Acceso a Datos:** esta capa contiene componentes que interactúan a bajo nivel con la Capa de Persistencia de Datos. Aquí se localizan las clases contenidas en el paquete de accesos a datos definido en el análisis.
- **Persistencia de Datos:** esta es la capa donde se almacenan los datos de la aplicación.

CAPÍTULO 3: ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA.

Componentes de la Clase de Diseño:

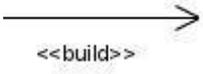
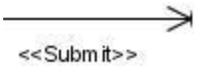
	<p>Client Page: Una instancia de Página Cliente es una página Web, con formato HTML. Mezcla de datos, presentación y lógica. Son interpretadas por el navegador. Sus atributos son las variables declaradas dentro del script que son accesibles para páginas cualquier función dentro de la página. Cada página cliente es construida por una sola página de servidor.</p>
	<p>Server Page: Representa la página Web que tiene código que se ejecuta en el servidor. Este código interactúa con recursos en el servidor. Las operaciones representan las funciones del código y los atributos las variables visibles dentro del alcance de la página. Esta clase sólo puede tener relaciones con objetos en el servidor.</p>
	<p>Build: Representa una asociación especial que relaciona las páginas cliente con las páginas servidor, de forma general se expresa como que las páginas que se encuentran en el servidor construyen las páginas en el cliente. Debe ser una relación direccional, donde una página servidor puede construir una o más páginas cliente.</p>
	<p>Submit: Es una relación direccional entre un formulario HTML y una página servidor. Similar a la relación link. Los formularios envían los valores de sus campos al servidor a través de las páginas servidor para su procesamiento.</p>
	<p>Link: Es una relación entre una pagina cliente y un recurso del servidor- lado, o página Web.</p>

Tabla 3.1 Componentes del Diseño.

CAPÍTULO 3: ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA.

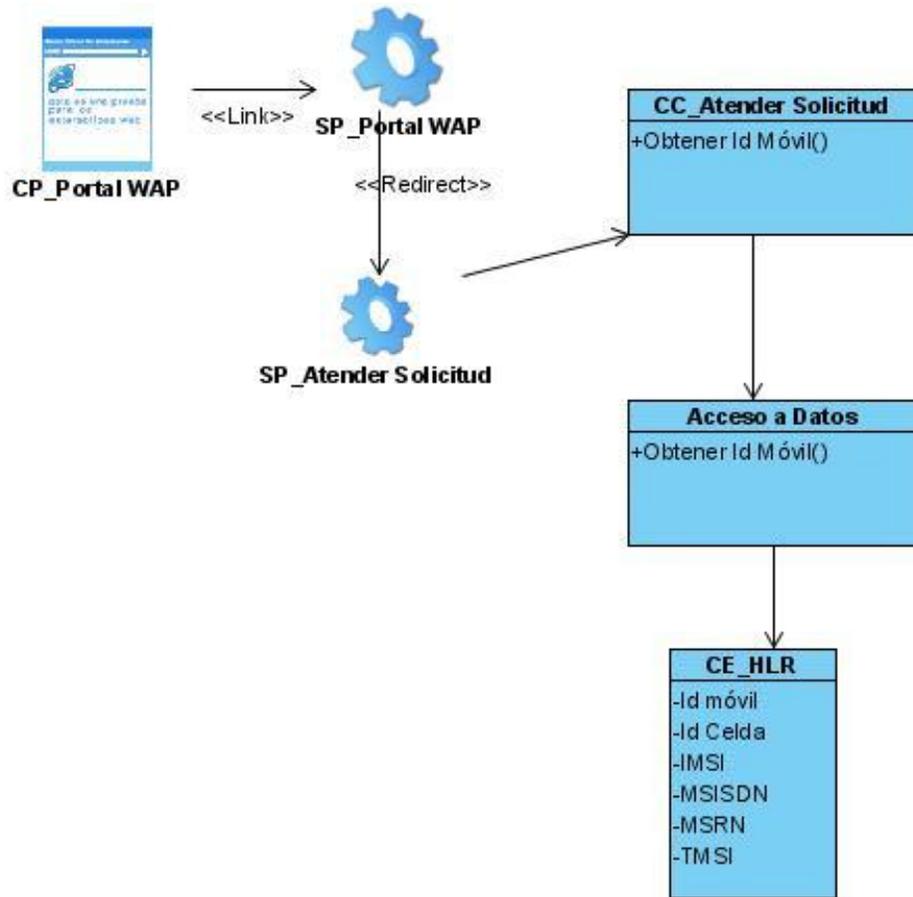


Fig. 3. 7 Diagrama de Clases del Diseño: CU Atender Solicitud.

CAPÍTULO 3: ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA.

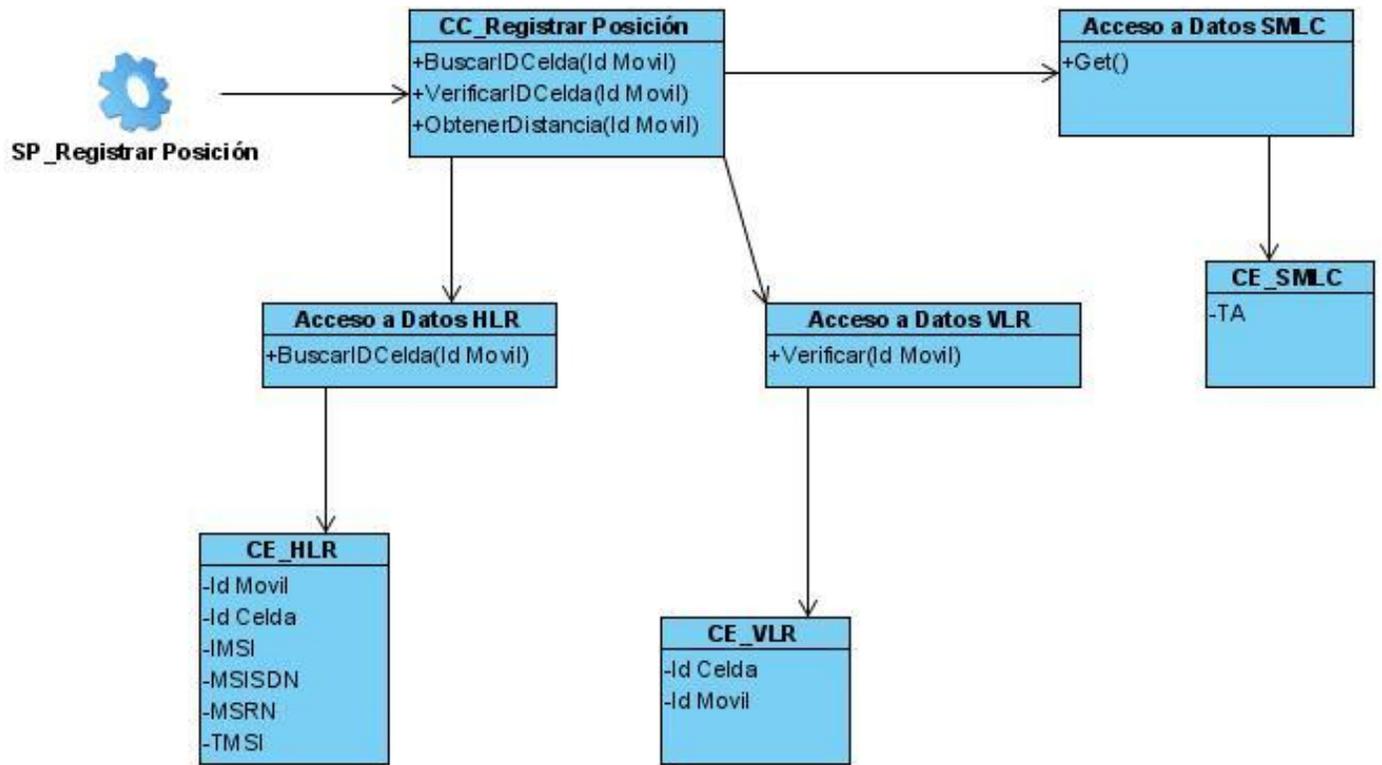


Fig. 3. 8 Diagrama de Clases del Diseño: CU Registrar Posición.

CAPÍTULO 3: ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA.

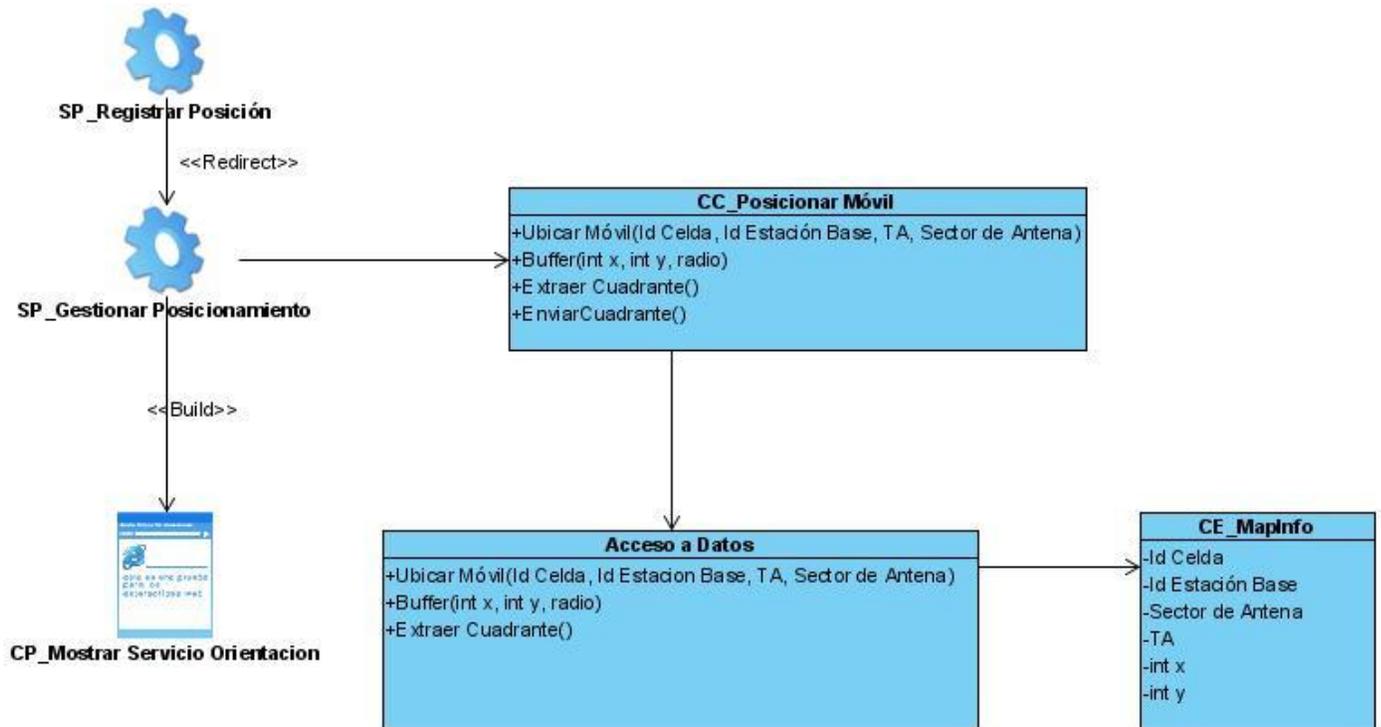


Fig. 3. 9 Diagrama de Clases del Diseño: CU Posicionar Móvil

CAPÍTULO 3: ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA.

3.3.3 Diagramas de Interacción

Los diagramas de interacción muestran una interacción concreta: un conjunto de objetos y sus relaciones, junto con los mensajes que se envían entre ellos. Modelan el comportamiento dinámico del sistema; el flujo de control en una operación. Describe la interacción entre objetos, los objetos interactúan a través de mensajes para cumplir ciertas tareas. Las interacciones proveen un comportamiento y típicamente implementan un Caso de Uso. Existen dos tipos de diagramas de interacción en UML:

1. Diagramas de Secuencia (dimensión temporal).
2. Diagrama de Colaboración (dimensión estructural).

Diagramas de Secuencia.

Un diagrama de secuencia muestra las interacciones entre objetos, ordenadas en secuencia temporal durante un escenario concreto. Si los casos de uso tienen varios flujos o subflujos distintos, suele ser útil crear un diagrama de secuencia para cada uno de ellos.

Los Diagramas de Secuencia que describen los distintos flujos de los casos de uso del sistema se encuentran en: [Ver anexo #4].

3.3.4 Modelo de Despliegue

Un diagrama de despliegue muestra las relaciones físicas entre los componentes hardware y software de un sistema informático. En este trabajo se realiza la versión 1 del modelo de despliegue el cual de refinara en la fase de implementación. [Ver anexo #5].

Conclusiones Generales

Luego de la investigación y estudio realizado se arribaron a las siguientes conclusiones:

- Se realizó un estudio de los métodos de localización así como la arquitectura GSM.
- Se estableció la metodología de desarrollo, tecnologías y herramientas necesarias para realizar el análisis, diseño y posterior desarrollo del sistema.
- Se definieron requisitos funcionales y no funcionales ilustrándose mediante los diferentes modelos y diagramas de análisis y diseño la estructura final que tendrá la solución propuesta.
- Se obtuvieron los artefactos necesarios, según la metodología de desarrollo de software seleccionada (RUP), que permite a los programadores tener una idea clara y precisa sobre el contenido a implementar.

Recomendaciones

Al concluir la presente tesis se realizan una serie de recomendaciones que podrán tenerse en cuenta para el desarrollo futuro del sistema:

- Proseguir con el estudio realizado con el propósito de añadir nuevas funcionalidades al sistema.
- Implementar el sistema.
- Vincular como herramienta de posicionamiento geográfico el Sistemas de Información Geográfica (SIG) creado en nuestra Universidad por la facultad 9.

Bibliografía Citada

1. **Alain Osvaldo Pérez Hernández, Arianna Pérez Carmenates.** *Estudio de la Gestión de Localización en Redes GSM.* Ciudad de la Habana : s.n., 2008.
2. **García, A M.** *Redes GSM.* Granada : E. D. L. U. D. , 2006.
3. **CRUZ, Á. P. D.** *Evolución de los Sistemas Móviles Celulares GSM.* 2004.
4. **JIL, J.C.** *GSM Latín América Asociación.* Buenos Aires : s.n., 23 de junio de 2006.
5. **ROJAS, E.** *Redes 3G.*
6. **ESCALLE, P. G.** *Modelado y Evaluación de Estrategias de Seguimiento de terminales Móviles. Análisis de la carga de señalización en la Red de Acceso y en la Red Inteligente. .* Valencia : s.n., 2002.
7. **ASSOCIATION, G.** *Location Based Services.* s.l. : ISBN SE23310, 2003.
8. **BANATRE, M. Y. C., PAUL.** *Procedimiento y dispositivo de telefonía móvil que permite el acceso a un servicio contextual que explota la posición y/o la identidad del usuario.* España : Oficina Española de Patentes y Marcas., 2007.
9. **Káiser, Andreas.** *Software Libre.* 2000.
10. **Universidad de las Ciencias Informáticas.** *Ingeniería del Software 1.Fase de Inicio. Flujo de requerimientos.* Ciudad de La Habana : s.n., 2008-2009.

Bibliografía consultada

Alain Osvaldo Pérez Hernández, Arianna Pérez Carmenates. *Estudio de la Gestión de Localización en Redes GSM.* Ciudad de la Habana : s.n., 2008.

CRUZ, Á. P. D. *Evolución de los Sistemas Móviles Celulares GSM.* 2004.

ROJAS, E. *Redes 3G.*

ESCALLE, P. G. *Modelado y Evaluación de Estrategias de Seguimiento de terminales Móviles. Análisis de la carga de señalización en la Red de Acceso y en la Red Inteligente.* . Valencia : s.n., 2002.

ASSOCIATION, G. *Location Based Services.* s.l. : ISBN SE23310, 2003.

BANATRE, M. Y. C., PAUL. *Procedimiento y dispositivo de telefonía móvil que permite el acceso a un servicio contextual que explota la posición y/o la identidad del usuario.* España : Oficina Española de Patentes y Marcas., 2007.

Káiser, Andreas. *Software Libre.* 2000.

Universidad de las Ciencias Informáticas. *Ingeniería del Software 1.Fase de Inicio. Flujo de requerimientos.* Ciudad de La Habana : s.n., 2008-2009.

García, A M. *Redes GSM.* Granada : E. D. L. U. D. , 2006.

JIL, J.C. *GSM Latín América Asociación.* Buenos Aires : s.n., 23 de junio de 2006.

Glosario de Términos

AuC: Authentication Centre.

BSS: Base Station Subsystem.

BSC: Base Station Controller.

BTS: Base Transceiver Station.

BSIC: Base Station Identity Code.

CGI: Cell Global Identity.

CEPT: Conference of European Post and Telegraphs.

CDMA: Code Division Multiple Access.

CVS: Concurrent Versions System

EIR: Equipment Identity Register.

ETSI: Europe Telecommunications Standards Institute.

EDGE: Enhanced Data Rates for GSM Evolution.

GRASP: General Responsibility Assignment Software Patterns

GSM: Global System for Mobile Communication.

HLR: Home Location Register.

IMEI: International Mobile Equipment Identity.

IMSI: International Mobile Subscriber Identity.

ISDN: Red Digital de Servicios Integrados, Integrated Service Digital Network.

IDEN: Integrated Digital Enhanced Network.

LAI: Identidad de Area.

MM: Mobility Manager.

MS: Mobile Station.

MSC: Mobile Switching Centre.

NTT: Nippon Telegraph and Telephone Company.

NSS: Network and Switching Sub-System.

OSS: Sistema de Operaciones y Mantenimiento.

OMC: Operations and Maintenance Center.

Ovum: Unisys Revenue Growth Suffers but Profitability Improves.

PCM: Controlador del Modulo Periférico.

PSTN: Public switched telephone network.

PBI: Producto Interno Bruto.

RISC: Reduced Instruction Set Computer.

RRM: Radio Resource Management.

SIG: Sistemas de Información Geográfica

SIM: Subscriber Identity Module.

SS7: Signalling System Number 7.

TA: Timing Advance.

TMSI: Temporal Mobile Subscriber Identity.

TMOS: Telecommunications Management and Operations Support.

TDMA: Time Division Multiple Access.

VLR: Visitor Locator Register.

WAP: Wireless Application Protocol.

Anexo

Anexo 1 Proceso de Gestión de la Localización.

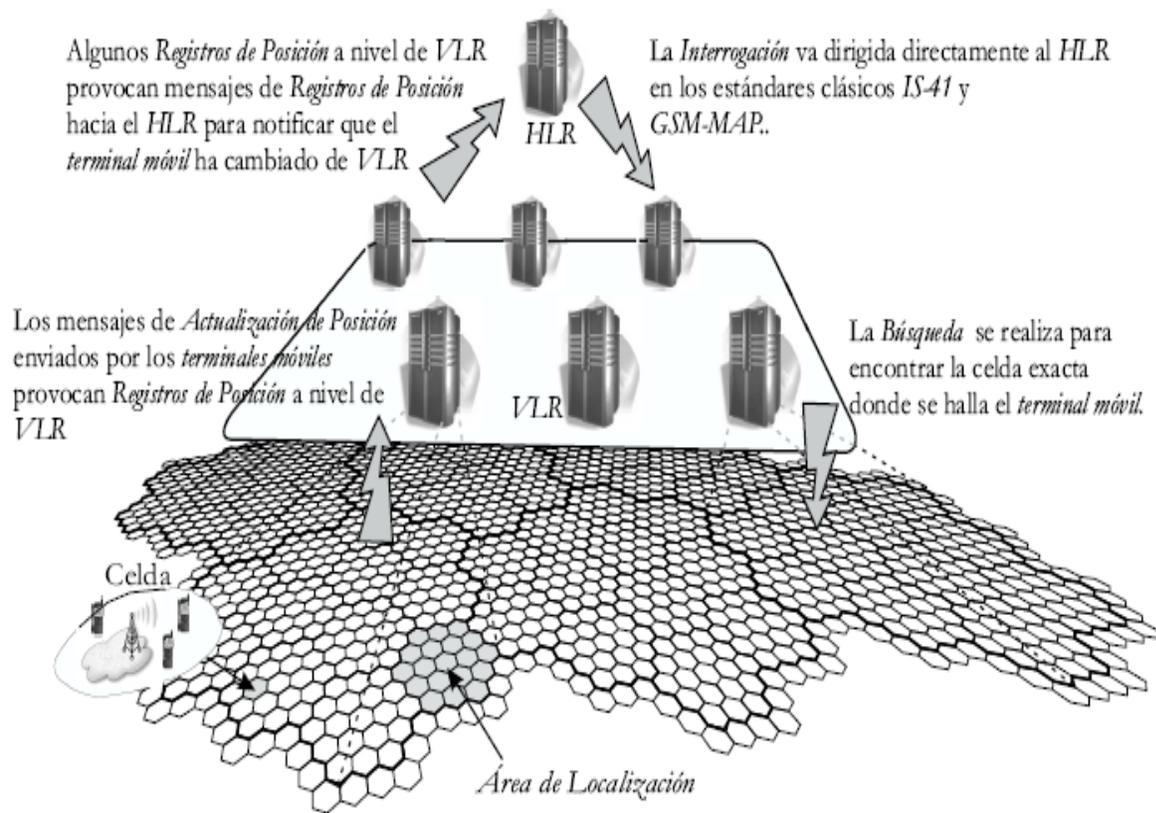


Fig. 4.0 Ejemplo de los procesos Actualización de Posición, paging y entrega de llamada.

Anexo 2 Herramienta MapInfo.

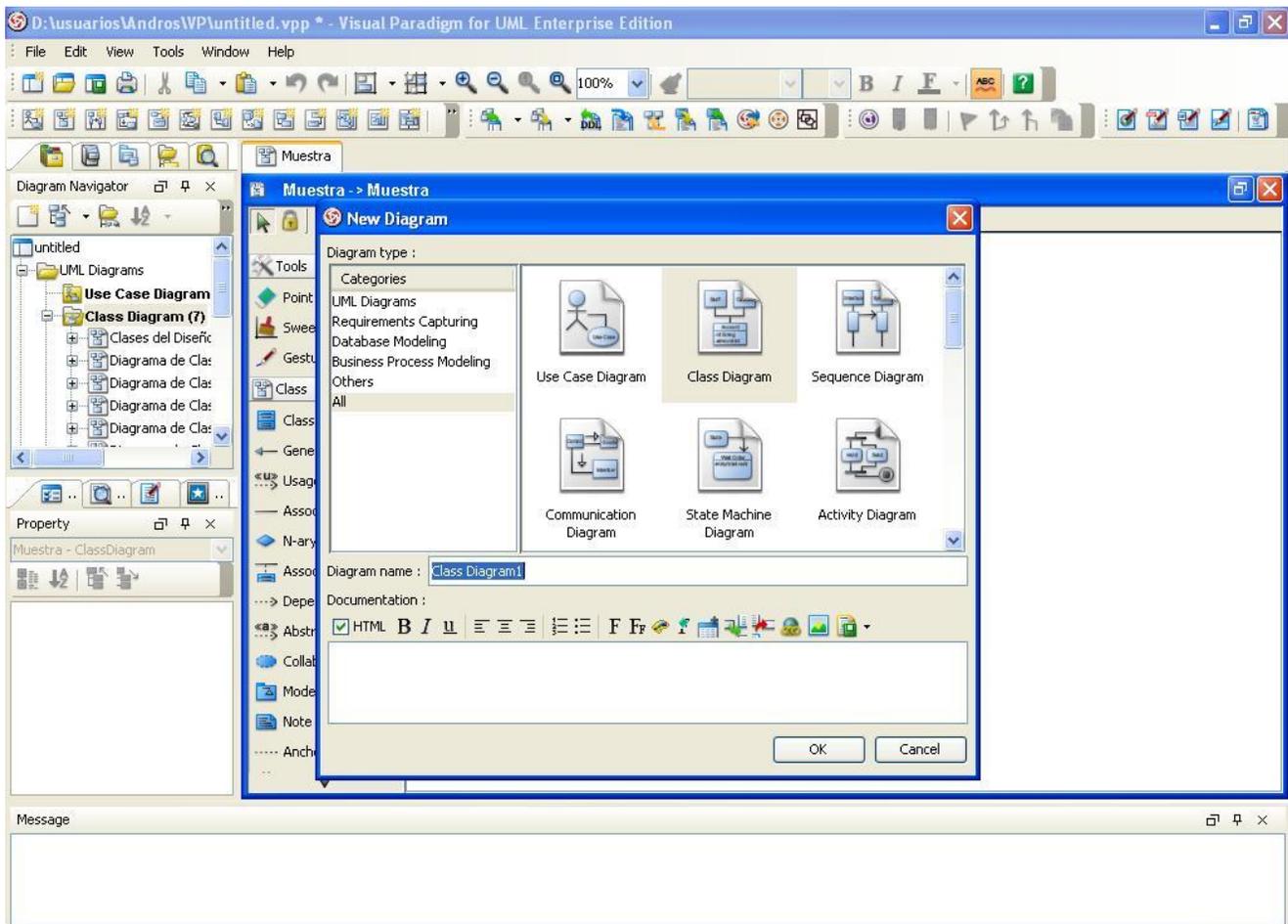


Fig. 4.1 Herramienta de Visual Paradigm.

Anexo 3 Herramienta MapInfo

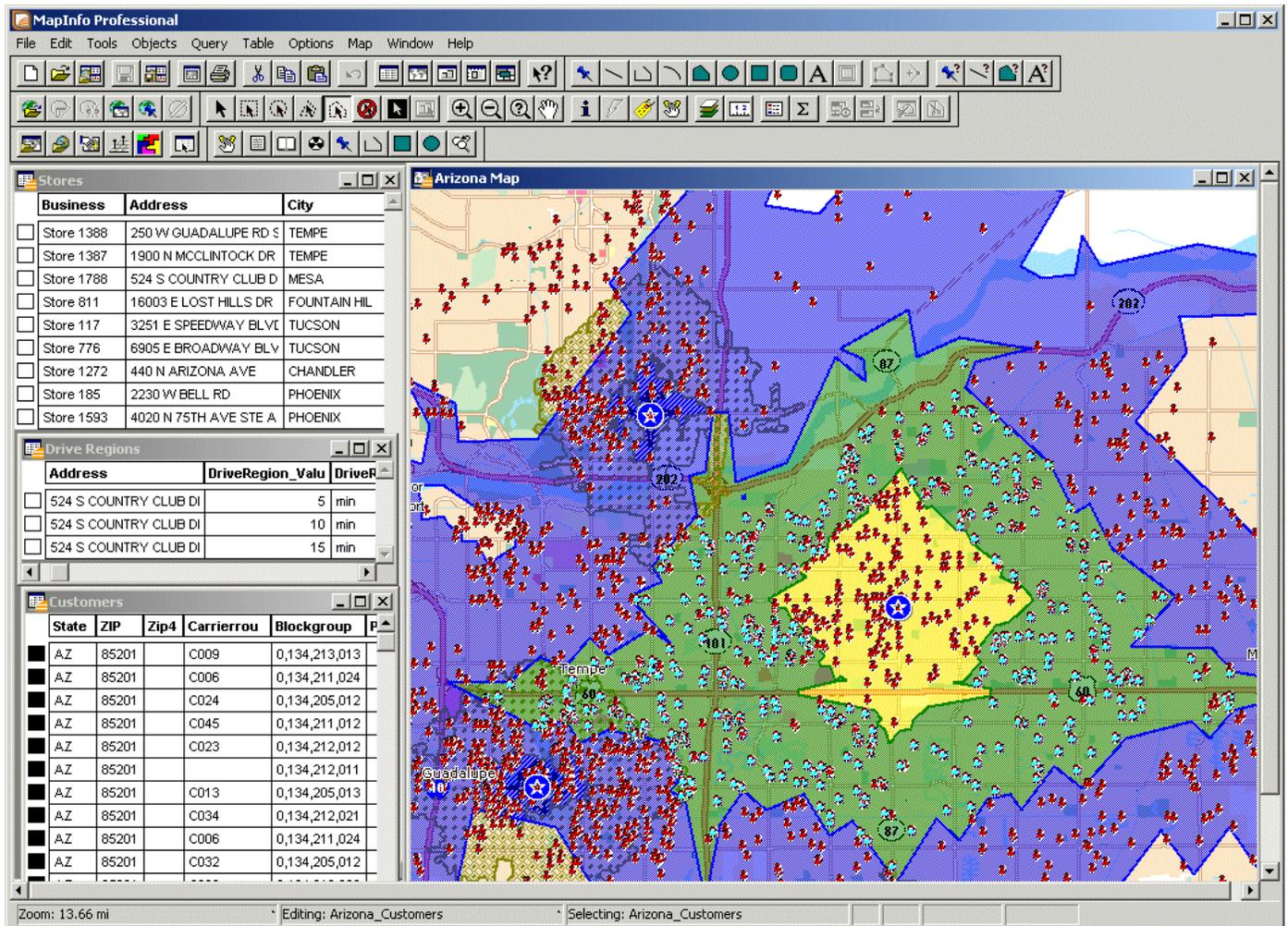


Fig. 4.2 Herramienta de MapInfo

Anexo 3: Descripción Textual de los Casos de Uso del Sistema.

Caso de Uso:	Atender Solicitud.	
Actores:	Modulo del Portal WAP.	
Resumen:	El caso de uso se inicia cuando al Modulo del Portal WAP le llega la solicitud del Cliente queriendo conocer su ubicación geográfica a través de su Terminal Móvil.	
Precondiciones:	Tiene que estar inscrito en el servicio de Orientación.	
Referencias:	R1	
Prioridad:	Critico.	
Flujo Normal de Eventos:		
Acción del Actor:	Respuesta del Sistema:	
1. El cliente solicita servicio de orientación.	2. El sistema recibe la solicitud 3. Obtiene el Id del cliente de la base de datos HLR.	
Poscondiciones	-	

Caso de Uso:	Registrar Posición.
---------------------	---------------------

Actores:	
Resumen:	El caso de uso se inicia el sistema recibe la solicitud del servicio de orientación.
Precondiciones:	-
Referencias	R2, R3, R4
Prioridad	Critico
Flujo Normal de Eventos	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
	<ol style="list-style-type: none"> 1. El sistema actualiza las bases de datos. 2. El sistema solicita el Id del cliente en las base de datos HLR o VLR actualizadas. 3. Solicitar el Id de la celda en el HLR a la que esta asociada el terminal. 4. Verifica los cambios de cobertura de celda del terminal en la VLR. 5. Actualiza el Id de la celda en las VLR. 6. Identifica a que BTS esta asociada el terminal. 7. Envía peticiones de TA a la BTS. 8. Obtener el tiempo de retardo de la señal de la BTS al terminal. 9. Calcula la distancia aproximada de la BTS al

	terminal.
Pos condiciones	-

Caso de Uso:	Posicionar el Móvil
Actores:	
Resumen:	El caso de uso se inicia cuando el sistema tiene el identificador de celda y requiere calcular el TA para lograr la localización.
Precondiciones:	-
Referencias	R5,R6
Prioridad	Critico

Flujo Normal de Eventos

Acción del Actor	Respuesta del Sistema
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar la celda asociada al terminal. 2. Calcular la distancia obtenida en el SMLC. 3. Obtener las coordenadas de la posición real del móvil. 4. Enviar los datos a la base de datos de MapInfo. 5. Obtener cuadrante de posicionamiento

<p>8. El sistema muestra el servicio.</p>	<p>asociado al terminal.</p> <p>6. Extraer el cuadrante asociado al terminal.</p> <p>7. Enviar la imagen del cuadrante al usuario.</p>
Pos condiciones	-

Anexo 4 Diagramas de Secuencia.

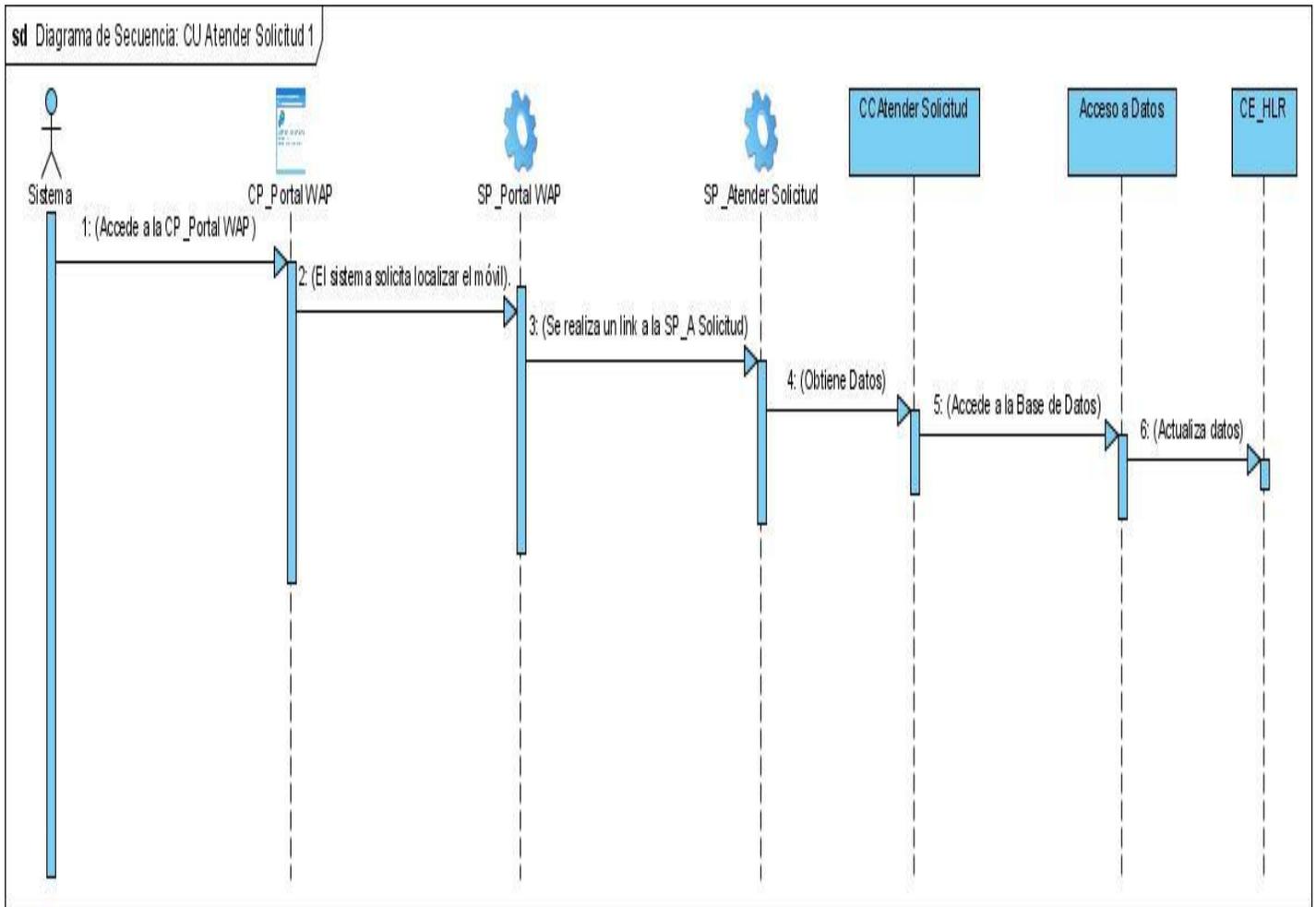


Fig. 4.3 Diagrama Secuencia CU: Atender Solicitud

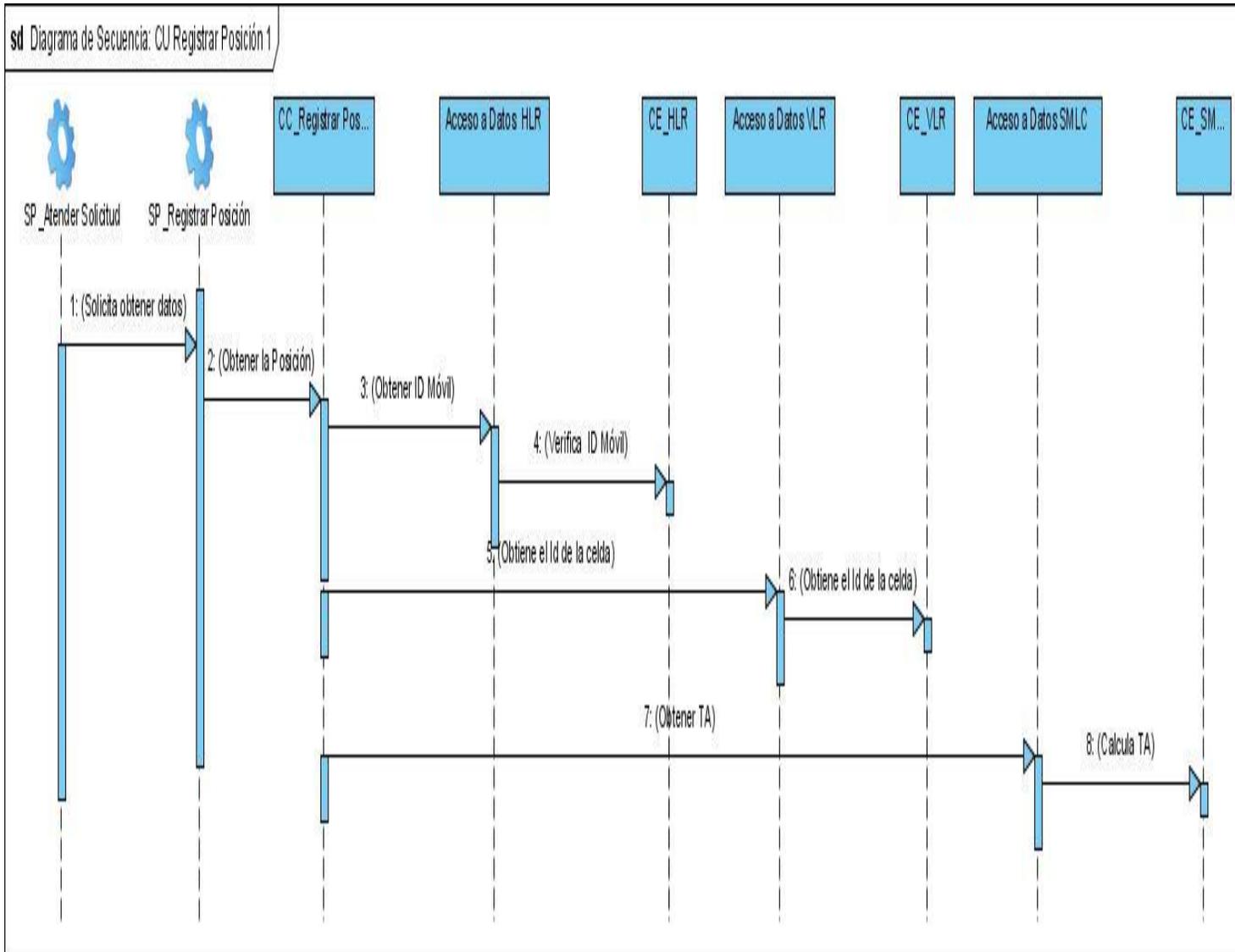


Fig. 4.4 Diagrama Secuencia CU: Registrar Posición

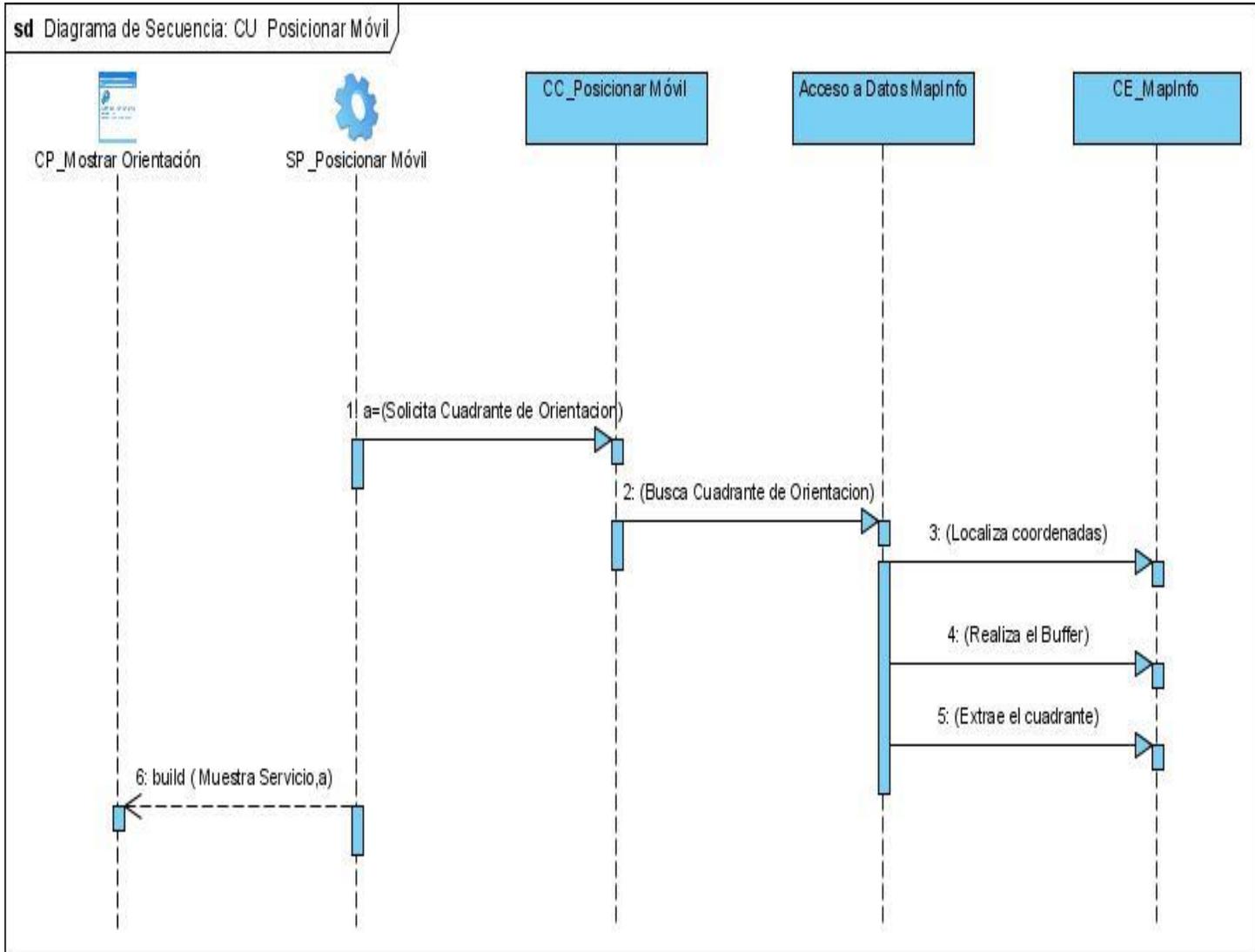


Fig. 4.4 Diagrama Secuencia CU: Posicionar Móvil.

Anexo 5 Modelo de Despliegue

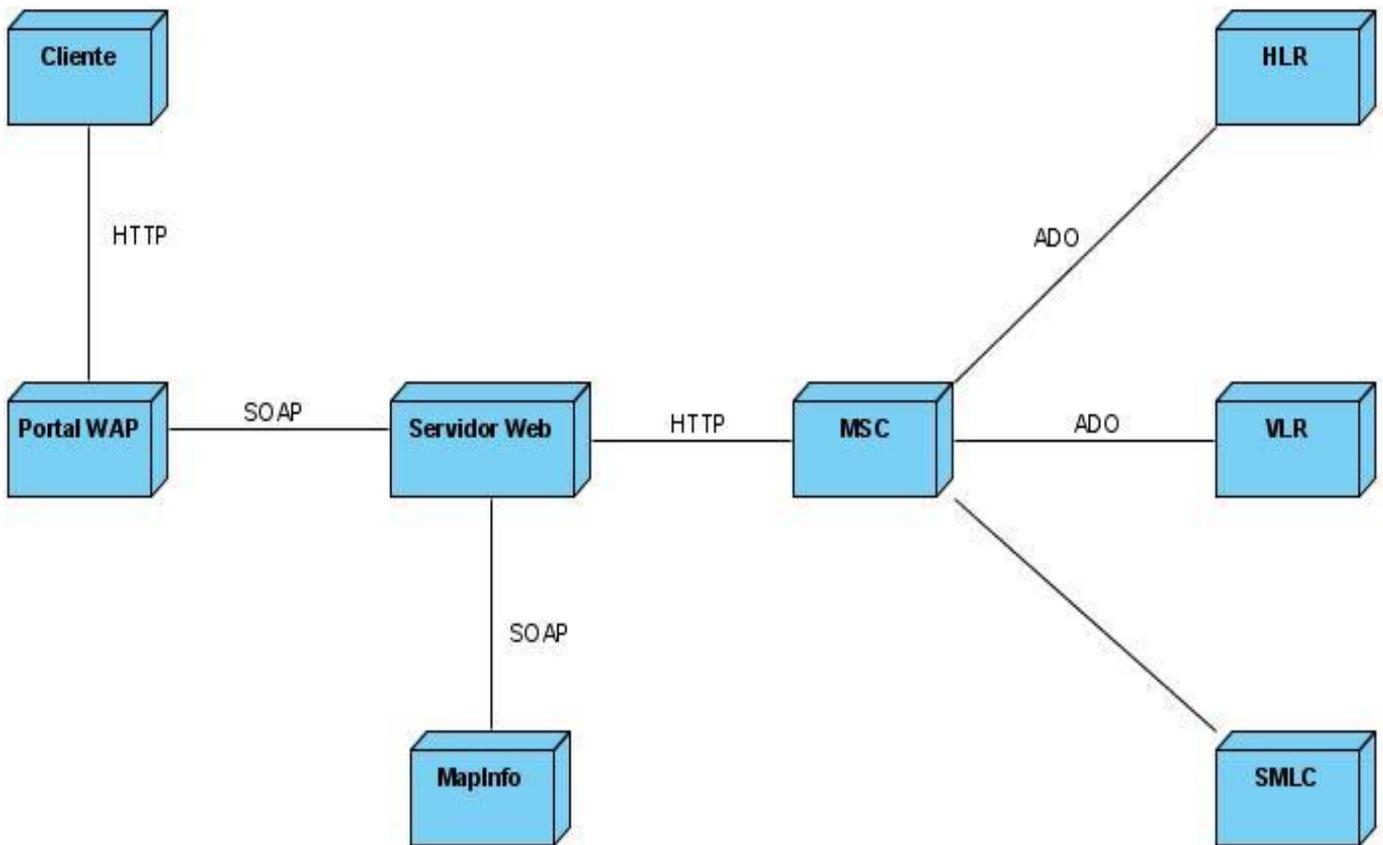


Fig. 4.5 Modelo de Despliegue.