

Proceso de consultas móviles adaptables a diferentes tipos de negocios basados en telefonía celular (Metamorf)

Daniel Felipe Cruz Galvis

Julián Eduardo Garzón Giraldo

Diana Patricia Montes Hurtado
Universidad de San Buenaventura Cali

Claudia Liliana Zúñiga Cañón
Grupo de Investigación COMBA I+D Universidad Santiago de Cali

Fecha de recepción: 19-10-2007

Fecha de selección: 18-04-2008

Fecha de aceptación: 14-01-2008

ABSTRACT

Metamorf is a research project, introducing the development of a process centered in a mobile solution under a service-oriented architecture, with the capacity of adapting to all different business contexts, providing a system that, with the use of Web Services through TCP/IP connections, allows for execution of queries in mobile environments.

KEY WORDS

Adaptability, Soa mobile computing, Web services

RESUMEN

Este proyecto de investigación presenta el desarrollo de un proceso centrado en una solución móvil con una arquitectura orientada a servicios, con capacidad de adaptación a los diferentes contextos de negocio; brinda un sistema que a través del consumo de servicios Web por conexiones TCP/IP puras, permite la realización de consultas en ambientes móviles.

PALABRAS CLAVE

Adaptabilidad, Arquitectura Orientada a Servicios, Computación Móvil, Servicios Web.

Clasificación Colciencias: Tipo 1

I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día se está viviendo una revolución tecnológica tras el desarrollo y la invención en cuanto a lo que respecta a la computación móvil,^{1,2} por ser éste un campo que desde no más de 16 años aproximadamente está siendo explorado, pero que, como todas las exploraciones y necesidades de conocimiento, surgen con la intención de facilitar acciones en la vida de los seres humanos;³ Pablo Belly afirma que “la tecnología es una herramienta y ayuda para la sociedad en general y esto significa que la evolución tecnológica no anulará o cambiará todos los modelos sociales que tenemos hasta ahora, sino que se suma a lo ya conocido hasta el día de hoy”.⁴ Gran cantidad y diversidad de investigaciones están siendo desarrolladas en este ámbito, donde también se identifica la necesidad, por parte de los usuarios móviles, de obtener la información en sus respectivos equipos al instante, en un solo dispositivo, en cualquier momento y lugar que sea requerida por cada usuario.

El avance comercial, el desarrollo tecnológico y la ya existente globalización que se ha venido presentando, hace que las grandes empresas se comprometan con el pasar del tiempo más con sus mercados,⁵ lo cual las ha llevado a exigirse notablemente para ofrecer mejores servicios con el firme propósito de brindar innovadoras ideas que cautiven a sus públicos objetivos. Para ello las compañías están adquiriendo diversos sistemas de información que puedan satisfacer sus necesidades básicas. Lo cual se ha trasladado a los ambientes móviles, puesto que ahora los negocios en el mundo se realizan no solo en las

oficinas desde las cuales se accede usualmente a los sistemas de información de las empresas, sino también en las visitas realizadas a los clientes y hogares, entre otras zonas externas a las instalaciones de éstas.⁶

Por la necesidad permanente expuesta por los empresarios de contar con información sin importar el momento ni el lugar,⁷ los desarrolladores de software se han visto en la necesidad de plantear soluciones en ambientes móviles dentro del manejo de datos, por medio de tecnologías tales como SMS (*Short Message Service*) y WAP (*Wireless Application Protocol*); las cuales han sido las más utilizadas en los aplicativos para dispositivos celulares hasta el momento,⁸ sin ser necesariamente las más recomendables para el tráfico de información empresarial. Es por esto que el equipo de investigación se ha visto en la necesidad de explorar diversas tecnologías, incluidas las mencionadas anteriormente, con el fin de seleccionar la más conveniente de acuerdo con los objetivos del proyecto, economía del proceso propuesto, veracidad y velocidad de la información entregada a los usuarios.

La mayor parte de los aplicativos móviles que se encuentran en el mercado, hasta el momento, no se muestran como un componente de fácil configuración para sistemas existentes, ya que no han venido teniendo en cuenta la importancia de disponer de aplicativos que sean adaptables a diferentes empresas y que cuenten con sistemas de información en línea, lo que genera una negativa al momento de brindar el servicio a los empresarios, pues la adaptación entre el nuevo servicio implantado y

el sistema antiguo se convertiría en un gasto adicional.⁹

En Colombia se presenta un inconveniente adicional. Hoy en día, las empresas que brindan el servicio de telefonía celular en el país ofrecen WAP y mensajería para la transmisión de datos, con unos costos excesivamente elevados, siendo éstos además, servicios bastante dispendiosos para los usuarios, puesto que se requiere por parte de dichas personas la transcripción de toda la información que desean solicitar desde los dispositivos celulares, los cuales no cuentan con un teclado amigable para la utilización del alfabeto y esto es básico para las consultas.

La problemática expuesta anteriormente llevó al equipo investigador a determinar que la mejor manera de solucionar dicho problema era el desarrollo de un proceso de consultas móviles adaptables a diferentes tipos de negocios basados en telefonía celular, que mejore el servicio de información, brindado a sus usuarios con precisión y claridad para éstos en el momento oportuno. Para poder llevar este proceso a la realidad el equipo de investigación ha considerado de gran importancia el desarrollo de una aplicación que permita atenuar las necesidades que han sido expuestas y llevar el proceso a un entorno viable a los negocios de hoy, que cuente con características como la adaptabilidad a los Servicios Web,¹⁰ la autenticación para cualquier usuario en línea, la facilidad de acceso y la autoconfiguración, entre otros; puesto que será un software adaptable a los diferentes tipos de negocios, que tengan previamente a su disposición Servicios Web. En consecuencia, este programa

se desarrollará basado en una arquitectura SOAP (Simple Object Access Protocol) y el uso de los estándares OMA (Open Mobile Alliance); dando como resultado un componente más del sistema en funcionamiento. A su vez, contará con un nivel de seguridad pertinente para un aplicativo de este tipo por medio de SSL (Secure Sockets Layer) que es el sistema de protocolos más difundido y aceptado en el intercambio de datos en internet y garantiza la escalabilidad del aplicativo.¹¹

Este artículo se divide en seis partes, la primera detalla el estado del arte actual del proceso analizándolo desde una perspectiva holística y por consiguiente cada uno de sus elementos, además el capítulo presenta una descripción que involucra los servicios de este tipo, posteriormente se plantean los capítulos de análisis y diseño del proceso y arquitectura de software, en donde se explica el desarrollo del software que articula el proceso para poder cumplir con sus objetivos y por último se plantea la tecnología del proyecto, la seguridad y la implantación.

2. ESTADO DEL ARTE

El primer paso se centró en la exploración sobre aplicaciones similares o en su defecto, aplicaciones que manejarán algunas de las tecnologías implementadas. El resultado es presentado en la Tabla 1.

Esta investigación mostró soluciones que tan solo manejaban algunas de las tecnologías implementadas, aplicaciones que realizaban búsquedas y recepción de información de un servidor, y otras que se hallaban orientadas a procesos específicos de una

Tabla 1. Aplicaciones similares

Nombre	Características	
Web Service-Oriented Enterprise Architecture for Mobility Support in Prescription Management	Descripción - Tecnologías usadas	Envía la información de los medicamentos, valida la efectividad contra la historia clínica, y se puede enviar la prescripción a cualquier farmacia. Tecnología base: Desarrollado en J2ME (Java Platform, Micro Edition) Consumo de servicios por medio de Servicios Web Los datos viajan por HTTPS (hypertext transfer protocol secure)
	País-Compañía	USA - Department of Computer Engineering, College of Engineering, San Jose State University.
	Similitud	Envío y recepción de datos.
Smart2go	Descripción - Tecnologías usadas	Aplicación completa de mapas y rutas. Tecnología base: Desarrollado en un ambiente C++ Roaming global Redes basadas en IP (Internet Protocol) Operaciones en tres bandas
	País-Compañía	Germany (2004) – Gate5
	Similitud	Los mapas se encuentran en un servidor, y se arman en el cliente, dependiendo de la petición.
BotFighters	Descripción - Tecnologías usadas	Juego en primera persona, basado en un servicio de localización, para convertir el mundo real en un combate virtual. Tecnología base: Desarrollado en J2ME SMS para mandar y recibir las peticiones
	País-Compañía	Sweden (2004) – It's Alive Mobile Games AB.
	Similitud	Para simular el combate en el mundo virtual, se envían peticiones, y se recibe información.
CNNlive	Descripción - Tecnologías usadas	Muestra las 10 noticias más importantes de CNN.com. y se puede ampliar la información de las noticias. Tecnología base: Desarrollado en J2ME Se conecta con TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) por medio de GPRS (General Packet Radio Service)
	País-Compañía	Sweden (2004) - Mediabricks
	Similitud	Es un diseño básico, y este se personaliza para cada necesidad, para lo que se requiere un desarrollo adicional.
Avertec Mobile Force	Descripción - Tecnologías usadas	Sistema de automatización de la fuerza de ventas mediante el pre y post de estas. Tecnología base: Comunicaciones en línea con tecnología GSM (Global System for Mobile communications) por datos y por voz Protocolos TCP/IP, aplicación Cliente – Servidor El host transaccional se comunica con la aplicación cliente embebida en el Terminal POS.
	País-Compañía	Colombia – JAVERTEC LTDA
	Similitud	La Terminal POS, se comporta diferente dependiendo de las necesidades del operario, se puede configurar las pantallas, los productos, las facturas, habilitándose para vender.

MDG Académico	Descripción - Tecnologías usadas	Permite a los estudiantes de entidades educativas, tener acceso a información académica desde su celular, tales como notas de las materias del semestre, historia académica, horario de clases, saldos pendientes. Tecnología base: J2ME (JAVA) WAP GPRS CDMA
	País-Compañía	Colombia – MDG Académico
	Similitud	Es un software genérico, para cualquier universidad o centro educativo, por el cual se pueden hacer consultas.
mySAP Mobile Business	Descripción - Tecnologías usadas	mySAP Mobile Business provee acceso a la información y procesos de su compañía en cualquier momento, en cualquier lugar y con cualquier dispositivo móvil. Tiene diferentes estados del arte, para cada contexto.
	País-Compañía	Alemania – SAP (Systeme, Anwendungen und Produkte)
	Similitud	Es todo un sistema de información ya desarrollado, que puede llevar a móvil cualquier proceso de la compañía.

industria para suplir una necesidad particular expuesta por un cliente.

Se encontró que en el ámbito del desarrollo para la computación móvil, existe una gran cantidad de aplicaciones, y entre ellas hay muchas que consumen y envían información de otros sistemas más grandes, pero como se puede observar, todas éstas han sido:

- Desarrolladas a la medida.
- Requieren de un desarrollo completo para cada sistema.
- Si se quisiera adaptar ese sistema a otro contexto, se tendría que modificar el desarrollo móvil completamente (exceptuando mySAP).
- En el caso de mySAP es un sistema de información muy costoso y los tiempos de implantación son bastante prolongados.

Lo que demuestra que es viable y necesario desarrollar proyectos como el presentado, construidos como un componente que se adhiere a los sistemas de información de la empresa, minimizando costos, tiempos de desarrollo e implantación.

A. Definición de herramientas y estándares

La definición de herramientas como el modelo de negocio, los protocolos de internet, el consumo de servicios Web, la manipulación de estándares y el manejo de seguridad se hacen necesarios para determinar los lineamientos de la solución que se quiere presentar.

En el modelo de negocio, es claro cómo las empresas han venido presentando la necesidad de concentrarse en el core del negocio, decidiendo contratar para el desarrollo de sus otros proce-

tos, los servicios de entidades externas en outsourcing, este manejo en lo relacionado con la administración de aplicaciones sigue lo planteado en ASP,¹² el cual ha sido adaptado a entornos inalámbricos y es llamado WASP (*Wireless Application Service Providers*), donde se permite a las empresas liberarse de los cargos de implementación, mantenimiento, especialistas en IT (*Information Technology*) y sistemas de información wireless, dejando así estos cargos a criterio de la empresa que brinda el servicio de WASP, quien es capaz de ofrecer: conexión de redes inalámbricas, desarrollo de aplicaciones móviles, hosting de aplicaciones horizontales y verticales móviles y conversión de aplicaciones Web en aplicaciones habilitadas para móviles.

En lo referente a definición de protocolos de internet habilitados para dispositivos móviles se cuenta con:

- WAP, que es definido como un conjunto de protocolos de comunicación y un ambiente de soporte para aplicaciones a terminales móviles, fue

desarrollado para permitir el acceso a internet y a servicios avanzados de telefonía móvil sin importar el fabricante o tecnología de red utilizado.¹³ Se basa en el modelo de internet, donde las terminales móviles cuentan con un micronavegador que se comunica con las aplicaciones y el contenido hospedados en los servidores, accediendo a través de la red celular por medio de la interacción entre la terminal móvil, el Gateway WAP y el servidor de contenido.

- TCP/IP, que es un protocolo de comunicaciones estándar requerido por los computadores para el manejo de las redes tales como internet. Fue diseñado para solucionar los problemas que van ligados a la transmisión de datos.¹⁴

Ambos protocolos fueron considerados en la definición del protocolo de transmisión de internet a implementar en el desarrollo del proyecto, destacando las características principales diferenciadoras que los identificaban. Véase Tabla 2.

Tabla 2. Principales características diferenciadoras entre WAP y TCP/IP

WAP	TCP/IP
Acceso Web desde dispositivos móviles.	Acceso a la Web desde equipos de escritorio o dispositivos móviles.
Cuenta con menor capacidad gráfica.	Cuenta con gran capacidad gráfica.
Requiere micro-navegadores en los dispositivos para su funcionamiento.	Requiere de navegadores o micro-navegadores para su funcionamiento según el equipo que se esté usando.
Protocolo de Internet en móviles.	Protocolo de Internet en equipos de escritorio.
No ofrece mecanismos de autenticación extremo a extremo.	Ofrece mecanismos de autenticación extremo a extremo.
Utiliza el ID del dispositivo móvil para la identificación.	Utiliza el IP de los dispositivos para la identificación.
Generalmente ofrece información basada en texto.	Ofrece información gráfica y escrita.

En el consumo de servicios Web, se plantea SOA (Service Oriented Architecture), arquitectura orientada a servicios, que delega algunos procesos del cliente a empresas especializadas. A partir de SOA se ha generado otro tipo de consumo de servicios Web denominado SOAP, que es una arquitectura orientada al intercambio de información, donde el cliente llama un objeto, transformado en un paquete SOAP, después de lo cual puede ser transportado libremente en internet, utilizando cualquier protocolo de transporte. Cuando llega la información a su destino realiza el proceso inverso para que el servidor entienda la petición, la procese y la vuelva a enviar como un paquete SOAP.

El incremento progresivo de la industria de desarrollo para móviles hizo necesaria la definición de una versión que requiriera poco poder de procesamiento y ancho de banda, creándose así una librería llamada KSOAP, la cual es operada desde java para móviles; quien a su vez implementa la misma arquitectura de SOAP, dejando ver a esta arquitectura como pequeños servicios Web en móviles con java.

En la Tabla 3 se comparan las características que brindan los tipos de consumo existentes en el manejo de la escalabilidad, representación de la comunicación, gestión de configuración, recolector de basura y seguridad. Al comparar los diferentes tipos de consumo se decidió utilizar SOAP; ya que ofrece más regularidad en los tópicos de la comparación.

En el manejo de estándares de arquitecturas es necesario tener en cuenta que al momento de hablar de la portabilidad e interoperabilidad

del software se menciona una extensa gama de organizaciones, convenios y tecnologías que tienen como único objetivo hacer que el desarrollo de software sea cada vez más integrable sin depender de los lenguajes, bases de datos, modo de intercambio de datos entre otros.

Este proyecto se basa en la posibilidad de poder integrarse prácticamente con cualquier software que sea parte de un sistema de información.^{15,16} Lo cual puede parecer una visión muy ambiciosa que para poder alcanzarse se debe hacer un hito en el proyecto sobre las organizaciones que se han dedicado a hacer estas integraciones de software más viables, como lo es el caso de OMG (*Object Management Group*) y los estándares que ha definido.

OMG que es tal vez la organización más reconocida en el ámbito de la integración de software, y enfocándose en MDA (*Model Driven Architecture*) que es la arquitectura base para los estándares, se dice que al software ya desarrollado se le debe permitir adaptar y añadirle nuevos componentes, servicios y/o tecnologías sin mayor traumatismo porque se basan en arquitecturas genéricas. Esto es exactamente lo que busca Metamorf para poder adaptarse a los sistemas de información ya existentes, permitiéndoles acceder a su información desde cualquier ubicación, gracias a los dispositivos móviles.

Un último aspecto es el manejo de la seguridad en el acceso a internet; el protocolo SSL es el más utilizado habitualmente, el cual cuenta con un nivel seguro de transporte entre el servicio clásico de transporte en internet (TCP) y las aplicaciones que se comunican a través de él.

Tabla 3. Comparación de consumos de servicios Web

	CORBA	DCOM	JAVA-RMI	SOAP
Nombre	General Inter-ORB Protocol (GIOP)	Object Remote Procedure Call (ORPC)	JRMP	Any transport protocol
Escalabilidad	El modelo de programación no soporta escalabilidad.	Poco escalable. Los clientes hacen peticiones en intervalos regulares para generar el siguiente nivel, lo cual se ve limitado al número de conexiones que se encuentran relacionadas.	Relativamente escalable. Implementa RMI Registry, el cual limita la escalabilidad si se coloca en un servidor.	Muy escalable
Representación de la comunicación	Una vez que se obtenga el objeto de referencia, se permite una comunicación directa cliente – servidor, generando una comunicación muy rápida.	Es difícil obtener el objeto de referencia, pero después de obtenerlo se comunica directamente con el objeto, sin DCOM.	Trabaja con Java y es fácil obtener la comunicación cliente-servidor.	Un poco largo el proceso, interpreta el XML, crea los objetos adecuados y convierte los parámetros.
Seguridad	No cuenta con autenticación, autorización e identificación interna.	Muy seguro, está orientado a brindar autenticación, autorización e identidad. Los usuarios cuentan con un nivel de seguridad adecuado.	Desde que trabaja Java RMI con el lenguaje de programación Java, maneja seguridad interna. Usando RMI Security Manager puede habilitar la carga de clases dinámicas con seguridad adicional.	La seguridad es determinada por el protocolo de transporte que se esté usando.
Gestión de configuración	Conexión orientada e inestable.	Localización clara para el usuario e inestable.	Muy flexible. Cuenta con protocolos estables e inestables.	No es diseccionado por SOAP. Si usa HTTP como protocolo, es estable.
Recolector de basura	No utiliza direcciones en memoria.	Brinda un recolector de basura automático.	Muy buen recolector de basura.	No usa recolector de basura.

Fuente. Inder Nandrajog. “Simplified Object Access Protocol”, Management of IS, Spring, 2001. Disponible en:<http://web.njit.edu/~turoff/coursenotes/IS679/sample/soap.htm>

El modo de funcionamiento de SSL está compuesto de dos partes:

1. *Handshake Protocol*. Encargado de establecer la conexión, verificar la identidad de las partes y determinar los parámetros que se van a utilizar posteriormente.
2. *Record Protocol*. Comprime, encripta, desencripta y verifica la información que se transmite después de iniciada la conexión.

Por lo tanto, se puede afirmar que SSL cuenta con las características necesarias para un óptimo manejo de la seguridad informática requerida por Metamorf.

3. ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PROCESO

Por las características, y las necesidades del proyecto, se propusieron y analizaron tres procesos que son ilustrados en la Figura 1.

Aunque estos procesos dan solución al problema planteado, su implementación solo difiere en la forma como se arma el flujo de información. Los tres procesos propuestos se adaptan al software existente que ha sido desarrollado por las entidades, lo que muestra que además de la adaptabilidad presente en el software se brinda una adaptabilidad de contexto, con un amplio campo de acción a la arquitectura desarrollada.

Todos los procesos se componen de tres dispositivos: Un equipo celular con MIDP (Mobile Information Device profile) 2.0, un servidor proveedor para el almacenamiento de los archivos de configuración de la aplicación móvil y un servidor cliente residente en la entidad que da acceso al sistema de información que va a ser consultado.

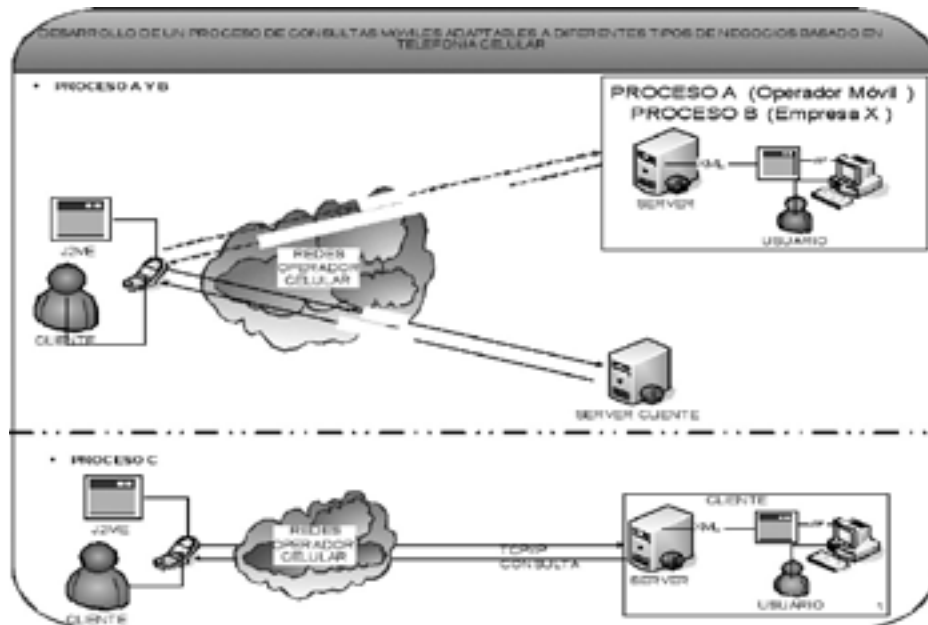


Figura 1. Procesos propuestos

Tabla 4. Procesos propuestos

No.	Descripción	Procesos Propuestos	
1	El cliente realiza la petición para que su Servicio Web lo puedan consultar los empleados desde celulares por medio de MidMorf (Aplicación Móvil).	A	SERVIDOR OPERADOR MÓVIL
		B	SERVIDOR WASP
		C	SERVIDOR CLIENTE
2	Se solicitan al usuario del servicio datos tales como: nombre del servidor del cliente, puerto por el cual accede, servicios que ofrece y parámetros de búsqueda para ser ingresados a una aplicación Web y finalmente genera el archivo XML, el cual contendrá toda la información suministrada por el solicitante.	A	SERVIDOR OPERADOR MÓVIL
		B	SERVIDOR WASP
		C	SERVIDOR CLIENTE
3	Los empleados de la empresa a los que el cliente activó el servicio, acceden por medio del celular utilizando TCP/IP, al servidor donde se encuentra su archivo de configuración pertinente para así poder utilizar la aplicación en J2ME, con la cual podrán obtener la información de la empresa requerida por éstos.	A	SERVIDOR OPERADOR MÓVIL
		B	SERVIDOR WASP
		C	SERVIDOR CLIENTE
4	El cliente ingresa en la aplicación J2ME y envía los parámetros de búsqueda, los cuales fueron configurados por parte de la aplicación con el archivo XML que se obtuvo del servidor.	A	SERVIDOR CLIENTE
		B	SERVIDOR CLIENTE
		C	SERVIDOR CLIENTE
5	Se devuelve el resultado de la consulta	A	SERVIDOR CLIENTE
		B	SERVIDOR CLIENTE
		C	SERVIDOR CLIENTE

Entre los procesos A, B y C planteados, el proceso B representa la mejor posibilidad para la prestación del servicio ya que:

- Según el enfoque de las organizaciones, lo que requieren actualmente es concentrarse en el proceso que tienen sus propios negocios y realizar alianzas de Outsourcing que suplan sus otras necesidades, siendo WASP quien brinda ese servicio externo en lo que respecta a la implementación de aplicaciones móviles.
- El proceso B le permite a las empresas que adquieran el proyecto liberarse de los cargos de implementación, mantenimiento y de especialistas en IT y sistemas de información Wireless, dejando así estos cargos a criterio de la empresa que brinda el servicio de WASP.

- El proceso B no requiere autorización previa de los operadores móviles para el uso del aplicativo, ya que éstos son utilizados en el proceso desarrollado como puente para los usuarios.

Una vez definido el proceso, se realiza un diseño lógico y un diseño físico, para mostrar los diversos comportamientos y tecnologías involucrados en la comunicación.

Físicamente el proceso tiene tres (3) nodos y dos (2) medios de transmisión. Dos de los nodos son servidores HTTP y el otro nodo es una terminal móvil. La terminal móvil tiene una conexión GPRS, y los servidores HTTP se comunican con los dispositivos celulares por medio de la red convencional de internet, pero entre los servidores no hay comunicación directa.

Llegados a este punto, para esta arquitectura se definió la necesidad de dos aplicaciones. ConfigMetaMorf (Aplicación Web), encargada de toda la parte administrativa de los archivos de configuración y MidMorf (Aplicación

Móvil), que se establece basándose en el archivo de configuración.

La metodología de desarrollo aplicada se basó en RUP (Rational Unified Process); se utilizaron las mismas etapas de la siguiente manera:

- Inicio: Se realizaron los casos de uso en un esquema preliminar, dando inicio a las etapas que comprende la metodología RUP.
- Elaboración: Se hizo un listado de casos de uso definitivo, definición de éstos en la etapa terminada, desarrollo de arquitecturas según el estándar 4+1 el cual comprende la vista funcional, física, de procesos, de desarrollo y de código.
- Construcción: Se realizó la estructura de datos, modelo entidad relación, diagramas de casos de usos, de paquetes, de componentes, de clases y de secuencia; y el plan de pruebas.
- Transición: Se implementa el producto en el cliente.

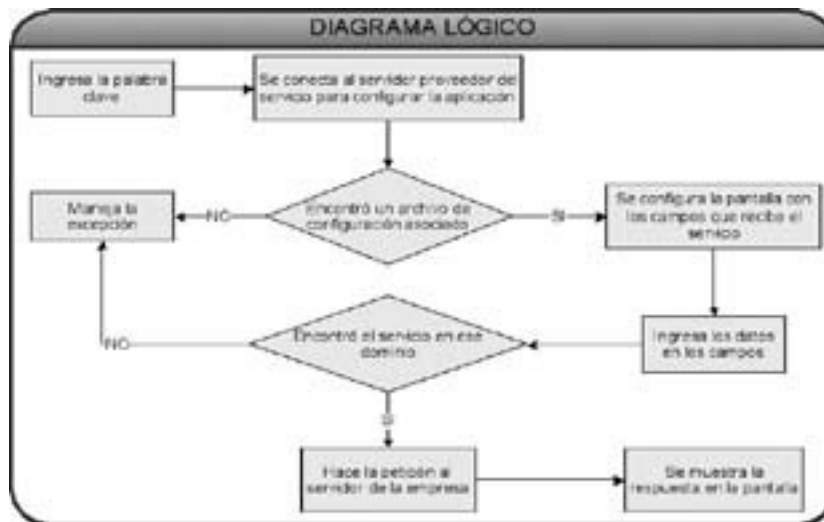


Figura 2. Diagrama lógico

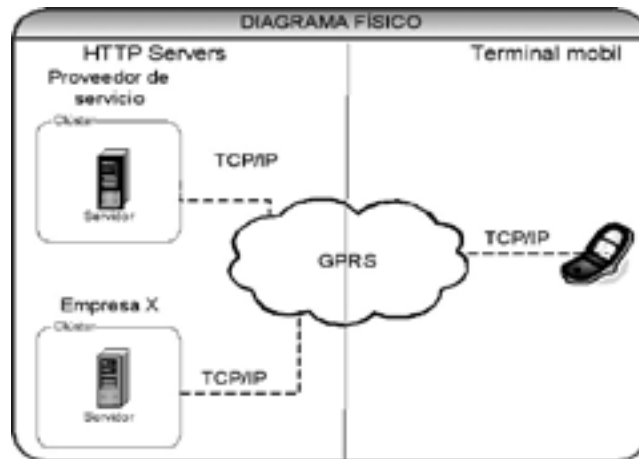


Figura 3. Diagrama físico

4. ARQUITECTURA DE SOFTWARE

Plataforma Web

Vista funcional: Esta es la arquitectura de más alto nivel, la cual contará con tres módulos que se describen de la siguiente manera. El primer módulo lo conforma “Seguridad”, el cual es el encargado de brindar la respectiva confiabilidad para los usuarios, los roles y los correspondientes permisos de éstos.

El segundo módulo lo conforman los “Datos Básicos”, este almacena y administra todos los datos responsables de la configuración del sistema. Es importante aclarar que es un módulo esencial para el buen desempeño de los otros módulos.

El tercer y último módulo lo conforma el “Escritor”, el cual es el encargado de crear los archivos XML (Extended Markup Language) que serán leídos remotamente por MidMorf; además se encargará de crear un repositorio de base de datos, con el fin de generar los archivos XML en el momento que sea requerido.

Vista física: Básicamente la aplicación se compone de dos nodos, un cliente, el

cual accede a la aplicación por medio de un Browser, y un host el cual podría albergar los servidores Web, de aplicaciones y de base de datos, o dependiendo de la implantación podrían definirse más tiers (capas físicas). Aparte de las funciones definidas anteriormente, este nodo también almacena los archivos de configuración XML que serán consumidos por MidMorf.

Vista de procesos: La aplicación consta de cuatro procesos, los cuales permiten su funcionamiento. El primer proceso es el Browser en el cual se ejecutan las páginas HTML y las validaciones en JAVASCRIPT. Una vez se ha cargado el Browser satisfactoriamente, el usuario por medio del mismo envía una petición, la cual es recibida por el servidor Web y este al instante la envía al servidor de aplicaciones, quien ejecuta la funcionalidad que se haya solicitado.

No obstante, para poder ejecutar la funcionalidad solicitada, falta hacer la gestión sobre la base de datos, de lo cual se encarga Hibernate, una tecnología reconocida por su compatibilidad y facilidad en el manejo de bases de datos relacionales.

Vista de desarrollo: Se utilizó la arquitectura de tres capas, una de las más conocidas en la industria del software. En la primera capa, denominada la vista o presentación, se ve el concepto JSF el cual define un Framework que es ideal para aligerar la carga de la presentación delegando la lógica de peticiones en los Beans. Una vez ha salido la petición de la capa de presentación, esta es recibida en la capa de modelo o lógica de negocio, aquí se invoca a los controladores de casos de uso que tienen la lógica necesaria para gestionar las funcionalidades; estos controladores utilizan los módulos de seguridad, escritor y datos básicos según lo requieran las funcionalidades solicitadas. Estos últimos módulos son los encargados de invocar a la última capa, denominada persistencia. El módulo de “seguridad” controla toda la parte de acceso a la aplicación lo cual depende de los permisos y roles asignados, “datos básicos” es el encargado de acceder a los parámetros operativos de la base de datos con Hibernate y por último el módulo “escritor” que no solo tiene funciones básicas como el último módulo mencionado, sino que también es el encargado de la administración de las archivos de configuración en XML necesarios para que los usuarios móviles puedan realizar sus consultas satisfactoriamente.

Plataforma móvil

Vista física: Esta vista de arquitectura da a conocer la distribución de las distintas capas físicas o conocidas también como tiers, pero desde el enfoque de la aplicación móvil, se puede observar que debe haber un dispositivo móvil en el cual se ejecute la aplicación MetaMorf; por otra parte debe

haber un servidor del proveedor del servicio en el cual están los archivos de configuración necesarios para que MidMorf pueda ejecutarse y por último está el servidor del cliente el cual tiene los servicios Web que dan acceso a su lógica de negocio completando así el proceso para hacer la consulta.

Vista de procesos: En esta vista se muestra cuáles son los procesos necesarios para que MidMorf pueda ejecutarse satisfactoriamente, independientemente de la máquina que lo ejecute. Esta perspectiva de arquitectura se inicia con los servidores, en la cual se presentan dos de estos procesos. Uno es el del proveedor con que se encontrará el repositorio de archivos de configuración; el segundo servidor es el del cliente donde estará el contenedor de servicios Web dando accesibilidad al servicio que el cliente desea que sea consultado por MidMorf. Por último, se cuenta con el proceso de la máquina virtual de java, que en este caso es la versión para móviles denominada Kilo Virtual Machine en la cual se ejecutará la aplicación MetaMorf y estará el sistema de registro conocido también como el “Record Management Store” donde se almacenarán los datos que necesitan persistencia después de que MidMorf ha sido cerrada.

5. TECNOLOGÍA DEL PROYECTO

Una vez se ha definido el proceso y las arquitecturas de más alto nivel, es necesario pensar en la implementación de cada uno de los puntos críticos que definen el proceso. Para poder decir que el proceso es realmente una solución viable, cada punto debe ser evaluado con respecto a otras alternativas disponibles considerando

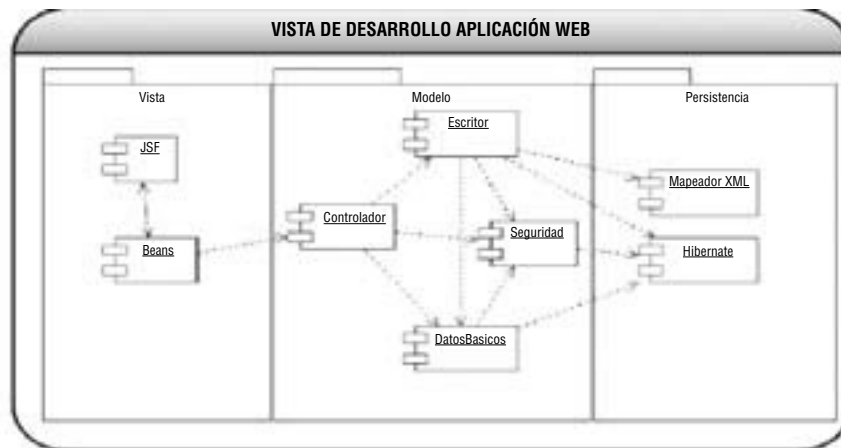


Figura 4. Vista de desarrollo de aplicación Web

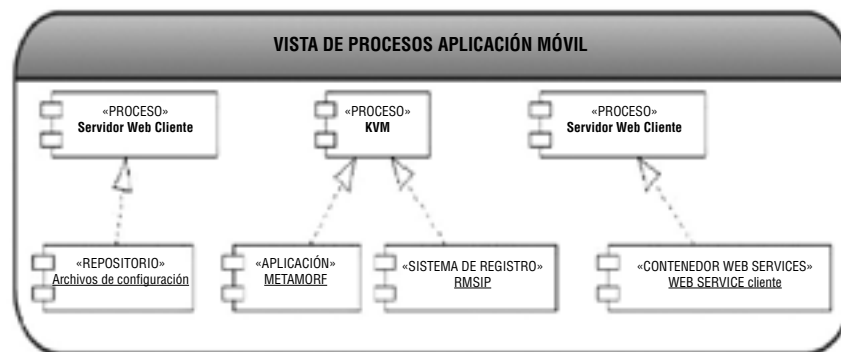


Figura 5. Vista de procesos MidMorf

el impacto que produce este tipo de decisiones tecnológicas.

Estos ítemes han sido evaluados mediante cuadros comparativos, en los cuales los puntos de comparación no siempre se deben ver en forma inyectiva, ya que hay aspectos que no se pueden analizar en todas las alternativas de solución. Los puntos críticos evaluados son:

Plataforma de desarrollo móvil: La elección de la plataforma se enfocó en el análisis de la mejor opción en cuanto a la tecnología de desarrollo, comparando distintos factores como portabilidad, compatibilidad con

sistemas operativos, complejidad de programación, entre otros.¹⁷ Esta elección se concentró entre JAVA con su versión para móviles y .Net Compact Framework, la división de móviles de Microsoft.

J2ME cuenta con un soporte completo para usar comunicación TCP/IP sin necesidad de intermedios como WAP, lo cual hace de este proyecto algo competitivo económicamente. J2ME está diseñado para ser de uso masivo y en muchos dispositivos, el proyecto plantea esos requerimientos.¹⁸ Gracias a la arquitectura que ha propuesto J2ME se garantiza que cualquier teléfono ce-

lular que cumpla con el perfil MIDP 2.0 pueda acceder a la aplicación, sin importar su Sistema Operativo, mientras tenga la máquina virtual de JAVA y el perfil descrito. La masificación de los teléfonos celulares con este perfil está creciendo cada vez más, y su tendencia a disminuir de precio incrementa el número de clientes potenciales.

Por su parte .Net Compact Framework está diseñado para dispositivos móviles muy robustos, como Smart Phones, PDA (Personal Digital Assistant), y modelos de celulares muy recientes. Dispositivos que no siempre son asequibles para todo tipo de negocio. Además, necesita entornos propietarios de

Windows para poder ejecutar dichas aplicaciones, dando más restricciones a los dispositivos.

El equipo de investigación seleccionó J2ME ya que sus características se adecuaban mejor al mercado objetivo y al proyecto.

Forma de tráfico del proyecto: Los factores evaluados con los cuales se definió el medio para hacer el tráfico de datos del proyecto, teniendo como opciones la mensajería, la cual es la más utilizada actualmente y los servicios Web que relacionan implícitamente el consumo de datos para móviles mediante TCP/IP¹⁹ se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5. Tráfico del proyecto

SMS	WS
Para la implementación es necesario contar con intermediarios como el proveedor de SMS.	Los llamados se hacen de forma directa a través de formato TCP/IP.
Habría que implementar middleware que se encargaría de descomponer el mensaje para realizar la búsqueda.	Al contar con el WS este será consumido de forma transparente a través de Internet, sin necesidad de intermediarios. ^{20,21}
El usuario debe escribir el mensaje con sintaxis especial para que pueda ser interpretado por el Middleware.	Solo se requiere el servicio de Internet proveniente de las redes del operador celular.
Al escribir en un mensaje de texto aumenta la probabilidad de errores por parte del usuario, atropellando la sintaxis rígida que necesita el software para funcionar.	No se necesita software adicional que interprete las peticiones, éstas son enviadas de forma parametrizada.
El Middleware tendría que hacer la consulta a la interfaz que se haya desarrollado en Internet (aplicación Web, Servicio Web, RMI).	No hay necesidad de tener un Browser para WAP.
Costo: como mínimo para hacer este proceso a través de mensajería se necesita 1 mensaje de texto, el cual tomando como ejemplo de operador a COMCEL tiene un precio de \$240+ IVA. Pero hay que tener en cuenta que este valor es muy bajo, ya que las aplicaciones que trabajan con MMS hacen que el costo del mensaje se incremente considerablemente.	Costo: El proceso tiene 4 comunicaciones, de las cuales 2 son de 8KB, considerando factores como el empaquetamiento de TCP/IP, o que el archivo XML cuente con gran cantidad de parámetros. Precio del KB en COMCEL :\$4 8KB*4= 32KB 32KB*(\$4)= \$128 Comparando con los \$240 del mensaje expresado en el cuadrante paralelo se tiene una diferencia de \$112, lo que refleja un gran margen de economía a la hora de hacer las consultas.
Tendría que haber un Middleware por cada empresa, o debería reconfigurarse utilizando mensajes de texto, y así saber qué Middleware usar para interpretar el mensaje y ejecutar la lógica correspondiente.	

Para el tráfico del proyecto se seleccionó WS, en gran medida por su economía y no hay dependencia hacia otras tecnologías y/o dispositivos.

Interoperabilidad de red: Aquí se considera el consumo de red del móvil hacia el servidor ya teniendo en claro que se utilizará consumo de datos mediante direccionamiento TCP/IP, en la decisión se tomaron las formas más conocidas como los llamados de HTTP, el establecimiento de Sockets entre el servidor y el dispositivo móvil y por último los datagramas que son lanzamiento de tramas de datos sucesivas.

Entre las interoperabilidades de red fue escogido HTTP principalmente por ser un estándar aceptado y disponible en cualquier servidor,²³ un requerimiento indispensable para poder decir que el proceso del proyecto se puede adaptar a cualquier lógica ya preestablecida.

Implementación de WS en J2ME: Cuando se va a consumir un Servicio

Web se deben considerar distintos métodos que tienen marcadas diferencias, que serán muy relevantes según las características del proyecto, en este caso se evaluó Stubs una herramienta ofrecida por el Wireless ToolKit de J2ME, XML-RPC (Remote Procedure Call) un paquete para consumo de WS (Servicios Web) de mucha trayectoria y por último KSOAP, la versión móvil del conocido protocolo SOAP.

Para la implementación de los servicios Web fue seleccionado KSoap, en primer lugar debido al soporte de tantos tipos de datos que permiten que la aplicación pueda seguir creciendo, por otra parte el factor más crítico del proyecto es la constante configuración en tiempo de ejecución de la aplicación móvil, lo cual es una de las muchas ventajas que tiene KSoap.

Acceso del móvil a los parámetros de configuración: En este caso se define cómo se van a consumir los parámetros de configuración desde el servidor para la aplicación móvil,

Tabla 6. Interoperabilidad de red

http	Sockets	Datagramas
Es el estándar mas conocido y aceptado de comunicación en los servidores y dispositivos de todo el mundo. ²²	Solo define la conexión y los mecanismos de transporte de datos a bajo nivel.	Más velocidad de transferencia que las otras dos formas.
Se puede mandar todo tipo de información mediante este protocolo. Además no necesita control sobre los equipos que actúan en la comunicación.	El desarrollador debe implementar su propio protocolo de comunicación (Formato de la información)	No comprueba la disponibilidad de los equipos que intervienen en la comunicación, simplemente envía sin comprobación.
Protocolo tipo petición/respuesta.	Comunicación muy rápida.	No hay control de paquetes, ni comprobación de integridad de la información (hecho que le significa su alta velocidad de transmisión).
Se puede comunicar con cualquier tipo de aplicación en el lado del servidor (JSP, Servlet, Servicios Web, entre otros).	Se necesita control sobre los equipos que están interoperando (móvil y servidor)	Utilizado por el protocolo UDP. No recomendable para información relevante, sino para envío de Multimedia.

Tabla 7. Implementación de servicios Web en J2ME

Stubs	XML-RPC	KSoap
No se puede hacer en tiempo de ejecución, por lo tanto no puede ser configurable.	Extremadamente ligero.	Es configurable en tiempo de ejecución.
Necesita el WSDL de la empresa cliente. Está incluida en el Perfil 2.0	Mínima funcionalidad para especificar los datos.	No necesita el WSDL del cliente.
Necesita adherir clases nuevas para poder implementarse.	No hay soporte en los perfiles actuales.	No necesita clases nuevas para poder implementarse.
Es necesario interactuar con el J2ME Wireless ToolKit, teniendo como usuario otro software, lo cual requiere permisos de SunMicrosystem, y además alto costo de implementación.	No es muy versátil. No se puede poner información adicional en la cabecera como (seguridad e información de transacción). Solo soporta siete tipos de datos.	No se necesita interactuar con ningún otro software. Soporta información adicional en la cabecera como (seguridad e información de transacción). Soporta más de cuarenta tipos de datos.

Tabla 8. Acceso a los parámetros de configuración

Bases de Datos	XML
Puede tener costos de licencia.	Tiene estructuración interna a través de tags.
Habría que implementar un proceso para enviarle los datos al celular ya que el celular no puede interpretar los registros mientras estén en las tablas del servidor.	Es un estándar en el uso de los WS.24
Se dependería de un sistema manejador de bases de datos.	Gracias a los Tags es sencillo buscar por índices.
De acuerdo con la base de datos que tenga el servidor se debe realizar otro midleware.	Las librerías para ser leído están incluidas en el perfil MIDP 2.0.

considerándolo manejar en bases de datos como podría ser Oracle, Sql-Server, y el estándar XML con sus características.

El equipo de investigación seleccionó XML, debido a que sus características

cumplían los requerimientos actuales del proyecto, además es el estándar más aceptado, lo cual garantiza su crecimiento futuro.

Método de lectura de XML: Ahora hay que establecer cómo se va a hacer la

lectura de los archivos de configuración en el dispositivo móvil previamente definido en XML, para ese fin hay diversos métodos los cuales se describen a continuación.

El equipo de investigación selecciono SAX, ya que este método se adaptaba perfectamente a la poca complejidad de los archivos XML usados en el proyecto, además por su bajo uso de recursos es la solución ideal para móviles.

6. SEGURIDAD EN EL INTERCAMBIO DE DATOS DE LA APLICACIÓN MÓVIL

Uno de los puntos críticos en las aplicaciones empresariales es la seguridad y la privacidad de los datos, en este caso se considera para la seguridad la autenticación por medio de palabras claves que son verificadas en el servidor del proveedor, enviando el archivo de configuración que tiene ese mismo nombre clave.²⁵

Por otra parte, se debe observar lo que respecta a la encriptación de los datos para que no sean entendibles para un intruso que logre interceptar la señal del dispositivo móvil, en este proyecto se utilizó SSL (Secure Sockets Layer) sobre comunicaciones de protocolo HTTP, lo que origina el uso del conocido HTTPS. Una vez seleccionado SSL por ser el más conocido y estandarizado modo de transmisión de datos encriptados, se procede a la generación de los certificados necesarios para hacer este tipo de comunicación segura. Estos certificados determinarán las llaves y el algoritmo de encriptamiento, en ese orden de ideas se escogió RSA + RC4 de 128 bits + MD5, basándose en el fuerte algoritmo de RSA, la gran popularidad y compatibilidad de RC4 y por último tomando 128 bits que es el estándar bancario, lo cual brinda así una comunicación altamente confiable en cuestiones de seguridad, y es viable para el ámbito empresarial donde estos datos son muy sensibles y críticos.

Tabla 9. Métodos de lectura de XML

DOM (Modelo de objeto)	XML-PULL(Modelo Pull)	SAX(Modelo Push)
Considerable uso de memoria, ya que sube todo el documento a ésta.	Es un híbrido de los modelos de objeto y push.	Mínimo uso de memoria.
Es usado en archivos con alta identificación (complicados).	Es usado solamente cuando se necesita leer pequeñas partes del archivo XML.	Simplemente recorre el documento y arroja el contenido de todos los tags.
Es cómodo realizar búsquedas entre los tags. Excelente dominio del documento.	No está con un estándar definido como los otros dos modelos, lo cual compromete su escalabilidad y soporte.	Es complicado hacer búsquedas.
Tiene validación de documentos. Tiene analizador DTD.	No tiene validación de documentos. No tiene analizador DTD.	Tiene validación de documentos. Tiene analizador DTD.
No está disponible para J2ME en sus perfiles por su alto uso de memoria. Aunque ha sido incluido en otros paquetes aparte como Kxml, pero sigue conservando sus características.	Buen dominio del documento, combinado con poco uso de memoria. Demasiado código procedural.	Está incluido dentro del perfil MIDP 2.0 en la misma librería de WS por lo que las únicas librerías necesarias serían KSoap y WS.

Es necesario aclarar que no todo el proceso pudo ser puesto bajo seguridad ya que para eso se debía garantizar que todos los servidores clientes tuvieran manejo de la misma, como sockets seguros, firmas digitales, generación de llaves, entre otros. Pero en la realidad no todos los servidores manejan seguridad, o por lo menos no el mismo tipo, lo que hizo que solo pudiese implementarse en las transacciones entre el dispositivo celular y el servidor proveedor del servicio, que es la única transacción sobre la cual se tiene un completo control.

7. IMPLANTACIÓN DEL PROYECTO

El equipo de investigación consideró de gran importancia observar cómo se comportaba el proyecto implantado en una empresa real, con sistemas de información en producción, los cuales cumplían funciones críticas para el normal desempeño del negocio al que se dedica. Por ello se realizó su implementación en un ambiente de pruebas en el CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). Este centro de investigación es conocido por sus frecuentes adelantos tecnológicos, ya que

se enfoca en la agricultura, un campo que por su importancia para el desarrollo humano nunca cesa de expresar nuevas necesidades, y los ambientes móviles no han sido ajenos a éstas.

Cuando el equipo de investigación contactó al centro para mostrar su propuesta de investigación, éste expresó su interés y no dudó en brindar un ambiente de pruebas propicio para la evaluación de desempeño del proyecto, el cual consistía en poner dos aplicaciones de producción y una aplicación en desarrollo que nunca fueron concebidas para ser consultadas de forma móvil. Estas pruebas fueron satisfactorias con algunas recomendaciones en las aplicaciones: FIS, Sistema financiero el cual es usado por el CGIAR (Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional) para hacer proyecciones en sus centros de investigación como el CIAT, PCIPS, aplicación para recolectar información internacional sobre comunidades y SIGY (Sistema de información de genética de yuca) sistema de información para movimientos y administración de inventarios de genotipos de yuca.



Figura 6. Aplicación Móvil MIDMORF

Su implementación en estos ambientes permitió comprobar la viabilidad funcional del proyecto donde fue notorio observar el interés que causó la propuesta en el centro. Otros proyectos que han implementado la solución han sido Molina Visbal Procesos Integrados Ltda., empresa de producción de papel de Yumbo-Colombia y MyPaper, que es una aplicación para el control de órdenes de producción e insumos.

8. CONCLUSIONES

- En los procesos de desarrollo de software, según las metodologías más reconocidas, se definen unas etapas, las cuales cumplen con una serie de documentos entregables. Sin embargo, el proceso de desarrollo de software móvil tiene criterios de diseño muy particulares con respecto a los otros tipos de software, haciendo difícil aplicar todas las etapas y documentación del desarrollo de software convencional, por lo cual es conveniente buscar metodologías y procesos específicos para desarrollo de software móvil.
- Todo proyecto que desee enfocarse en la integración de sistemas computacionales debe regirse por las organizaciones que se dedican a este tema, en este caso se estudió el consorcio OMG, el cual con sus arquitecturas y estándares dio ejes fundamentales en el desarrollo del proyecto, demostrando el porqué es un punto de referencia ineludible en desarrollos de este tipo. Cabe resaltar que aunque OMG es la referencia en proyectos de integración, define varios puntos y estándares que no siempre se pueden tener en cuenta, como

sucedió en este proyecto. Por ello se debe realizar un estudio detallado a esta organización antes de saber qué lineamientos no pueden ser incluidos en un proyecto específico de integración.

- Es importante aplicar compresión en el envío de información que realiza una aplicación Web, pero, en este caso no se puede realizar la compresión ya que el dispositivo móvil receptor no cuenta con un mecanismo que permita descomprimir la información enviada.
- No se puede tener la certeza de que los clientes potenciales del proceso desarrollado cuenten con los factores necesarios para interpretar el envío utilizando sockets, datagramas y puertos seriales. Es preferible usar HTTP, puesto que es factible que todos los servidores lo pueden interpretar.
- Este proyecto debe su capacidad de adaptabilidad al uso de los Servicios Web, el cual es un estándar que debe tenerse en cuenta siempre que se desee establecer intercambios de información entre sistemas heterogéneos, ya que los servicios son la nueva tendencia en capas de abstracción para el desarrollo de software después de haber pasado por los procedimientos y los objetos.
- El intercambio de datos en este proyecto es una pieza fundamental, la cual sin la aplicación de un protocolo tan desarrollado y versátil como SOAP hubiera significado muchas dificultades, representando así su viabilidad e importancia en el presente y futuro de las aplicaciones empresariales.

- Siempre que se desarrolle un proyecto de base tecnológica en donde la implementación de sus componentes sea incierta, hay muchas alternativas que se exponen ante los investigadores, lo más importante en estos casos es no elegir las tendencias del mercado, ya que a veces se presentan muchos estándares y protocolos que a primera vista pueden ser una buena opción. Una vivencia en concreto de esto se presentó en el medio de transmisión del proyecto, el cual aunque la tendencia en aplicaciones orientadas a móviles indicaba mensajería y WAP, estaba también la opción de GPRS la cual fue seleccionada, por ser la más apropiada para el desarrollo del proyecto.
- Cuando se desee desarrollar procesos que involucran información empresarial, hay que tener en cuenta que la información es importante para éstas, razón por la cual es necesario emplear métodos para asegurar la confidencialidad de esta información. Por esto el proyecto usó SSL, uno de los protocolos de seguridad más aceptados en el mundo.
- Al realizar proyectos de investigación que involucran desarrollo de software como el puesto en marcha por el equipo de investigación, siempre es necesario establecer un plan de pruebas para asegurar que los adelantos que se han establecido son fiables para que otros investigadores tengan un punto de partida confiable.
- El desarrollo del proyecto se realizó considerando la mayor efectividad posible con respecto a todos los re-

cursos consumidos en los equipos móviles, garantizando así la efectividad, rendimiento y economía para las empresas que adquieran el sistema desarrollado.

BIBLIOGRAFÍA

1. Read, Kris. Maurer, Frank. Developing Mobile Wireless Applications. 2005.
2. Kochnev, Dmitry. Terekhov, Andrey. Surviving Java for Móviles. 2005.
3. Chen, Nan. MA, Kai-Kuang. Java's Future: Challenge and Opportunity. 2005.
4. Belly, Pablo L. Considerado como un pionero de la gestión del conocimiento en Latinoamérica. Tomado de: <http://www.bellykm.com/>.
5. Belly, Pablo L. El Desafío de la Tecnológica. Tomado de: <http://www.gestiopolis.com/canales/gerencial/articulos/59/desafiotec.htm>.
6. Chakraborty, Dipanjan. Chen, Harry. Descubrimiento de Servicios para Comercio Móvil en el Futuro. Tomado: <http://www.acm.org/crossroads/espanol/xrds7-2/service.html>
7. Balcázar Vásquez, Manuel. Tomado de: Revista Derecho Informático.
8. Ravi, Nishkam. Borcea, Cristian. Kang, Porlin. IFTODE, Liviu. Portable Smart Messages for Ubiquitous Java-enabled Devices.
9. Basado en información de Software IBM. Tomado de <http://www.gbm.net/>.

10. Pour, Gilda. Rao, Anupama. Nguyen, Cindy. Mangoba, Reginald. Web Service-Oriented Enterprise Architecture for Mobility Support in Prescription Management. 2005.
11. Kolsi, Otto. Virtanen, Teemupekka. MIDP 2.0 Security Enhancements.
12. Desai, Weerakkody. Market entry strategies of application service providers: identifying strategic differentiation. En: System Sciences, 2003. Proceedings of the 36th Annual Hawaii International Conference on, 6-9 Jan 2003; p. 11.
13. Meher, Sriskanthan. WAP-teletext system. En: Consumer Electronics, IEEE Transactions on, Feb 2004; p. 130 – 138.
14. Chen, Wen-Tsuen. Some mechanisms to improve TCP/IP performance over wireless and mobile computing environment. En: Parallel and Distributed Systems, 2000. Proceedings. Seventh International Conference on, 4-7 July 2000; p. 437 – 444.
15. FAQ: Nokia Content Discoverer, June 19, 2006. http://www.nokia.com/NOKIA_COM_1/Developers/Marketplace/Nokia_Content_Discoverer/NCD_FAQ.pdf.
16. Nokia Content Discoverer Improving User Access to Content and Services, June 19, 2006. http://www.nokia.com/NOKIA_COM_1/Developers/Marketplace/Nokia_Content_Discoverer/NCD_Datasheet.pdf.
17. Parkinson, Michelle. Sun Facilitates Interoperability Between Java Technology and .NET Via Open Source Web Services Implementations. <http://www.sun.com/smi/Press/sunflash/2005-11/sunflash.20051104.1.xml>.
18. Kochnev, Dmitry. Terekhov, Andrey. Surviving Java for Móviles.
19. Tutorial for Web Services Interoperability Technology. Milestone Release 2, September 20, 2006 <http://java.sun.com/webservices/interop/reference/tutorial/doc/index.html>.
20. Motodev Staff. Build J2ME Web Services Application with A120, July 7, 2006.
21. Batra, Vishal. Batra, Nipón. Improving Web Service QoS for Wireless Pervasive Devices. IBM India Research Laboratory.
22. Roman, Manuel. ISLAM, Nayeem. SHOAIB, Shahid. A Wireless Web for Creating and Sharing Personal Content through Handsets.
23. FAQ: Nokia Content Discoverer, Op. Cit., p. 10.
24. Motodev Staff. XML in J2ME, March 6, 2006.
25. Moreno, Luciano. Transacciones Seguras (V). Departamento de diseño Web de BJS Software.

CURRÍCULOS

Daniel Felipe Cruz Galvis es Ingeniero de Sistemas de la Universidad de San Buenaventura Cali. Actualmente es Analista de Sistemas para la Unidad de Sistemas de Información en el CIAT. Sus áreas de enfoque son: Desarrollo de software y plataformas móviles.

Julián Eduardo Garzón Giraldo es Ingeniero de Sistemas de la Universidad de San Buenaventura Cali, el cual cuenta con cursos de J2EE, Administración de Proyectos y ERP. Se encuentra trabajando actualmente como Analista de Sistemas en el Banco de Occidente.

Diana Patricia Montes Hurtado es Ingeniera de Sistemas de la Universidad de San Buenaventura Cali. Actualmente se encuentra trabajando en Open International Systems Corp. como Analista de Marketing de Producto.

Claudia Liliana Zúñiga Cañón es Estudiante de Doctorado en Ingeniería Telemática de la Universidad de Vigo (España), Ingeniera de Sistemas y Telemática de la Universidad Santiago de Cali. Directora del SIG de Desarrollo Móvil del Grupo de Investigación COMBA I+D, trabaja como Profesora Investigadora de la Universidad Santiago de Cali y la Universidad de San Buenaventura Cali. Miembro IEEE, y Miembro Fundador del Consorcio I2COMM. 