

# **Desarrollo de un Prototipo de Aplicación de Telecomunicaciones Basado en Agentes Móviles**



**Luis Carlos Trujillo Arboleda  
Jairo Alberto Cardona Peña**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA**  
**Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones**  
Departamento de Telemática  
Línea de Ingeniería de Sistemas Telemáticos

Popayán, Agosto de 2005

# **Desarrollo de un Prototipo de Aplicación de Telecomunicaciones Basado en Agentes Móviles**

**Luis Carlos Trujillo Arboleda  
Jairo Alberto Cardona Peña**

Trabajo de Grado presentado como requisito  
parcial para optar al título de Magíster en  
Telemática

Director: : DR. ING. Álvaro Rendón Gallón.

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA**  
**Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones**  
Departamento de Telemática  
Línea de Ingeniería de Sistemas Telemáticos

Popayán, Agosto de 2005

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos al ingeniero Álvaro Rendón Gallón, director de este trabajo de grado, por las orientaciones recibidas durante el desarrollo de este proyecto, así como a los ingenieros JUAN CARLOS VIDAL ROJAS y HECTOR FABIO JARAMILLO, por su colaboración como miembros del jurado.

De manera especial reiteramos nuestra gratitud al ingeniero ANDRÉS LARA por su interés, apoyo y amistad que contribuyeron a culminar con éxito este trabajo.

Agradecemos al Instituto de Postgrado en Electrónica y Telecomunicaciones (IPET) de la Universidad del Cauca por la oportunidad brindada para continuar nuestro proceso de formación profesional y personal.

*A Dios*

*A nuestros Padres*

*A nuestras Familias*

*A nuestros amigos*

# TABLA DE CONTENIDO

<b>1</b>	<b>INTRODUCCION .....</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>CONCEPTOS BÁSICOS DE AGENTES MÓVILES.....</b>	<b>11</b>
2.1	¿QUÉ ES UN AGENTE MÓVIL?.....	11
2.2	ARQUITECTURA DE UN SISTEMA DE AGENTES MÓVILES. ....	12
2.2.1	Agente.(Agent).....	14
2.2.2	Agente estacionario.(Stationary agent).....	14
2.2.3	Agente móvil.(Mobile agent) .....	14
2.2.4	Sistema agente(Agent system) .....	14
2.2.5	Lugar(Place) .....	14
2.2.6	Región(Region).....	14
2.2.7	Infraestructura de comunicación(Communications infrastructure).....	14
2.3	CONCEPTOS ADICIONALES. ....	15
2.3.1	Estado del agente móvil.(Agent state).....	15
2.3.2	Estado de ejecución del agente móvil.(Agent execution state) .....	15
2.3.3	Nombre de agente(Agent name) .....	15
2.3.4	Propiedad del agente(Agent authority).....	15
2.3.5	Locación del agente(Agent location) .....	15
2.3.6	Tipo de sistema agente(Agent system type) .....	15
2.3.7	Interconexión entre sistemas agente.(Agent system to agent system interconnection).....	15
2.3.8	Interconexión entre regiones(Region to region interconnection) .....	15
2.3.9	Serialización/Deserialización(Serialization/deserialization) .....	16
2.3.10	Código base(Codebase).....	16
2.4	SÍNTESIS DE LAS HERRAMIENTAS DE AGENTES MÓVILES .....	16
2.5	HERRAMIENTA SELECCIONADA .....	19
<b>3</b>	<b>ESTADO DEL ARTE .....</b>	<b>20</b>
<b>4</b>	<b>ESTANDARES .....</b>	<b>28</b>
4.1	FIPA (FOUNDATION FOR INTELLIGENT PHYSICAL AGENTS) .....	28
4.1.1	Generalidades .....	29
4.1.2	Especificaciones .....	30
4.1.3	Implementaciones .....	34
4.2	MOBILE AGENT FACILITY SPECIFICATION, MASIF.....	35
4.2.1	Áreas a estandarizar. ....	35
4.2.2	Interoperabilidad alcanzada por MASIF. ....	35
4.2.3	Servicios CORBA.....	36
4.2.4	MASIF IDL.....	36
<b>5</b>	<b>TELEFONIA IP.....</b>	<b>37</b>
5.1	CONCEPTOS DE LA TELEFONÍA IP .....	37
5.2	ESTÁNDARES.....	38
5.2.1	H.323 .....	38
5.2.2	Componentes H.323.....	39
5.2.3	Protocolos.....	41
5.2.4	Procedimientos de Conexión.....	43
5.3	PLATAFORMA DE TELECOM .....	45
<b>6</b>	<b>ARQUITECTURAS DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES. ....</b>	<b>50</b>
6.1	INTRODUCCIÓN.....	50
6.2	ARQUITECTURA DE SERVICIOS H.323. ....	50
6.3	RED INTELIGENTE.....	51
6.3.1	Componentes.....	51

6.3.2	SSP ( <i>Service Switching Point</i> ).....	53
6.3.3	<i>Modelo de estados de llamada básica</i> .....	54
6.4	TINA-C.....	55
6.4.1	<i>Requisitos de la arquitectura TINA-C</i> .....	55
6.4.2	<i>Principios de la arquitectura</i> .....	56
6.4.3	<i>Niveles funcionales de la arquitectura</i> .....	57
6.4.4	<i>Ciclo de vida del servicio</i> .....	58
<b>7</b>	<b>APLICACIÓN PROTOTIPO</b> .....	<b>59</b>
7.1	PROBLEMÁTICA DE TELECOM.....	59
7.2	REQUERIMIENTO GENERAL.....	63
7.3	ARQUITECTURA DE SERVICIOS PROPUESTA.....	64
7.3.1	<i>Criterios de Diseño de la Arquitectura de Servicios</i> .....	64
7.3.2	<i>Diseño de la Arquitectura de Servicios</i> .....	66
7.4	FUNCIONAMIENTO DEL SERVICIO DE TELE VOTACIÓN.....	70
7.4.1	<i>Diagramas de Clases</i> .....	87
7.4.2	<i>Fortalezas</i> .....	88
7.4.3	<i>Limitaciones y Debilidades</i> .....	89
7.4.4	<i>Agentes Móviles</i> .....	91
7.4.5	<i>Observaciones</i> .....	91
7.4.6	<i>Resultados Concretos</i> .....	91
7.4.7	<i>Ejemplos de pantallas de la ejecución del sistema</i> .....	92
7.4.8	<i>Entorno de desarrollo</i> .....	94
<b>8</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>95</b>
<b>9</b>	<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>98</b>

# LISTA DE FIGURAS

<b>Figura - 1.</b>	Arquitectura de un entorno de agentes móviles .....	13
<b>Figura - 2.</b>	Composición de un sistema agente .....	13
<b>Figura - 3.</b>	Modelo empresarial del proyecto MIAMI .....	21
<b>Figura - 4.</b>	Modelo Funcional de MARINE en el DPE .....	23
<b>Figura - 5.</b>	Capacidades básica de la plataforma de agentes móviles .....	23
<b>Figura - 6.</b>	Arquitectura básica del proyecto CAMALEON .....	24
<b>Figura - 7.</b>	Tipos de agentes e interacción .....	25
<b>Figura - 8.</b>	Categorías de las Especificaciones FIPA .....	30
<b>Figura - 9.</b>	Modelo de Referencia del Transporte de Mensajes de Agentes. ....	31
<b>Figura - 10.</b>	Modelo de Referencia de la Administración de Agentes. ....	32
<b>Figura - 11.</b>	Esquema H.323 .....	38
<b>Figura - 12.</b>	Gateway H.323.....	39
<b>Figura - 13.</b>	Gatekeeper .....	40
<b>Figura - 14.</b>	Componentes H.323.....	41
<b>Figura - 15.</b>	Sombrilla de protocolos que hacen parte de H.323 .....	41
<b>Figura - 16.</b>	Arquitectura del sistema de Telefonía IP del ITEC .....	45
<b>Figura - 17.</b>	Arquitectura del software del Gateway de voz IP.....	46
<b>Figura - 18.</b>	Factura WEB del sistema.....	46
<b>Figura - 19.</b>	Algunas pantallas del servidor de Gestión .....	47
<b>Figura - 20.</b>	Esquema de funcionamiento del servidor Inteligente .....	47
<b>Figura - 21.</b>	Esquema general de la central de convergencia Vórtice .....	48
<b>Figura - 22.</b>	Framework de la central de convergencia Vórtice .....	48
<b>Figura - 23.</b>	Esquema de Comunicación .....	49
<b>Figura - 24.</b>	Componentes Red Inteligente.....	51
<b>Figura - 25.</b>	Componentes SSP.....	53
<b>Figura - 26.</b>	Modelo de Llamada .....	54
<b>Figura - 27.</b>	Niveles funcionales de la arquitectura TINA-C .....	57
<b>Figura - 28.</b>	Ciclo de vida del servicio según TINA-C .....	58
<b>Figura - 29.</b>	Problema de cuello de botella.....	60
<b>Figura - 30.</b>	Funcionamiento plataforma de concursos.....	61
<b>Figura - 31.</b>	Arquitectura de la plataforma de Telefonía IP .....	62
<b>Figura - 32.</b>	Función de la plataforma de agentes móviles. ....	66
<b>Figura - 33.</b>	Arquitectura general del sistema. ....	66
<b>Figura - 34.</b>	Detalle de la plataforma de servicios. ....	68
<b>Figura - 35.</b>	Configuración del servicio de tele votación.....	70
<b>Figura - 36.</b>	Proceso de registro con el Gatekeeper.....	70
<b>Figura - 37.</b>	Envío del agente suscriptor.....	71
<b>Figura - 38.</b>	Configuración del BCP por parte del agente suscriptor .....	71
<b>Figura - 39.</b>	Envío del agente de servicio .....	72
<b>Figura - 40.</b>	Ejecución del agente de servicio.....	72
<b>Figura - 41.</b>	Envío de la información del agente de servicio.....	73
<b>Figura - 42.</b>	Envío del agente actualizador.....	73
<b>Figura - 43.</b>	Consulta de información de la tele votación.....	74
<b>Figura - 44.</b>	Registro de la Terminal con el Gatekeeper.....	75
<b>Figura - 45.</b>	Movimiento del agente suscriptor.....	75
<b>Figura - 46.</b>	Movimiento del agente de servicio. ....	76
<b>Figura - 47.</b>	Configuración BCP. ....	76

<b>Figura - 48.</b>	Máquina de estados finitos del BCP. ....	78
<b>Figura - 49.</b>	Diagrama de clases de máquina de estados finitos. ....	79
<b>Figura - 50.</b>	Herencia del BCP. ....	80
<b>Figura - 51.</b>	Extensión de la MEF del BCP por el punto de verificación. ....	80
<b>Figura - 52.</b>	Ejecución BCP sin invocación de servicio especial. ....	82
<b>Figura - 53.</b>	Ejecución BCP con invocación de servicio especial. ....	82
<b>Figura - 54.</b>	Proceso de Llamada Normal. ....	83
<b>Figura - 55.</b>	Relaciones de herencia de agentes móviles. ....	84
<b>Figura - 56.</b>	Diagrama de despliegue agente actualizador. ....	85
<b>Figura - 57.</b>	Diagrama de actividad agente actualizador. ....	86
<b>Figura - 58.</b>	Diagrama de secuencia actualización agentes de servicio. ....	86
<b>Figura - 59.</b>	Diagrama de Clases. ....	87
<b>Figura - 60.</b>	Estructura de paquetes de la aplicación. ....	88
<b>Figura - 61.</b>	Inicialización de la Terminal. ....	92
<b>Figura - 62.</b>	Terminal Efectuando la tele votación. ....	92
<b>Figura - 63.</b>	Respuesta tele votación exitosa. ....	92
<b>Figura - 64.</b>	Registro con el Gatekeeper. ....	93
<b>Figura - 65.</b>	Gatekeeper. ....	93
<b>Figura - 66.</b>	Terminal con agente actualizador. ....	93

# 1 INTRODUCCION

No hay duda que el factor diferenciador de los operadores telefónicos son los servicios adicionales que ofrecen, pero no es definitivo solamente el nivel de innovación de estos, sino también su adecuado funcionamiento, tanto desde el punto de vista de los usuarios como de la operación de la red.

TELECOM (ahora Colombia Telecomunicaciones E.S.P.) contaba con una plataforma de Red Inteligente (RI) a través de la cual se prestaba el servicio 01800 y tarjeta prepago, entre otros. El auge de los concursos incitó a TELECOM a utilizar la plataforma de RI para dicho servicio, sin embargo, a medida que iba creciendo la demanda la plataforma empezó a experimentar una serie de problemas serios, que afectaban la confiabilidad de los otros servicios, especialmente, el de tarjeta prepago (se dejaban de atender llamadas). La División de Investigación y Desarrollo del ITC reaccionó rápidamente diseñando una plataforma especial de concursos, con la cual ayudaba a subsanar dicho problema. Sin embargo, el problema estaba latente.

El problema básicamente consistía es que se tenía un canal para el módulo de IVR(Interactive Voice Response) de RI de 64KBps, el cual se copaba cuando habían muchas peticiones de concursos<sup>1</sup>, haciendo que las personas que utilizaban la tarjeta prepago no recibieran respuesta del IVR, se cansarían de esperar y colgaran. La consecuencia, desde el punto de vista de los clientes, "la tarjeta prepago de TELECOM no sirve!". (Para profundizar en el problema ver sección 7.1).

El posterior desarrollo de la Plataforma de Telefonía IP de TELECOM hizo que se comenzaran a desarrollar servicios para Voz IP en la nueva plataforma, utilizando la filosofía de RI, pero aunque se trataba de una tecnología nueva los problemas detectados en la RI podían seguir afectando este nuevo desarrollo

El problema de la plataforma de Voz IP era similar de Red Inteligente, más aún teniendo en cuenta que para la elaboración de los servicios se seguía un esquema similar al de esta. Se pensó entonces en utilizar los agente móviles para dar una solución a este problema implementándolo en la plataforma de Voz IP. En la plataforma de RI de TELECOM era imposible dado que no se contaba con el apoyo del fabricante para poder comunicarse con los diversos módulos constitutivos, entre otros problemas más de tipo administrativo.

El problema en este nuevo caso (Plataforma de telefonía IP) no era tanto el acceso al IVR (que se encuentra en el Gateway), sino la intensiva consulta a un sistema central para verificación de información de los servicios, y para el caso de la tele votación, el del registro del voto. En este esquema centralizado, si bien funciona, en algunas ocasiones se puede presentar pérdida de votos (léase dinero) por caída de la red o congestión.

La solución de este problema ayudaría mucho a posicionar de buena manera la plataforma de telefonía IP en TELECOM, permitiendo obtener un balance entre el ancho de banda para voz y para los servicios.

---

<sup>1</sup> En el funcionamiento de estos concursos había necesidad de un IVR que le indicara al usuario su votación o simplemente le confirmara el voto. En todo los casos era necesario hacer uso del IVR

En este punto entran los agentes móviles y el presente trabajo.

Para nuestro caso, el objetivo de usar el agente móvil es no depender de la centralización de la información del servicio (tele votación), sino que el agente viaje con la información de las tele votaciones al Gateway o terminal H.323, y en ese punto reciba los votos, enviándolos al sistema central en momentos que no tuviera problemas de red o congestión por las llamadas telefónicas que se estuvieran cursando es ese momento. Con este esquema se podrían registrar la cantidad de votos que permitiera la capacidad del Gateway y no depender del enlace con el sistema central. En dichas circunstancias se estaría garantizando que cerca del 100% de los votos que entran al Gateway se registren y no se pierdan por problemas de red o congestión.

Algo muy importante y valioso del presente trabajo, es que la red de telefonía IP de TELECOM usaría el ancho de banda para sus transmisiones de voz<sup>2</sup>, y no estaría degradando su servicio en la eventualidad de ráfagas de votaciones o por el uso de otros servicios. Los servicios se ejecutarían en cada Gateway de manera off-line, no perderían votos y enviarían la información recopilada a intervalos regulares, permitiendo optimizar el ancho de banda.

Nuestro trabajo se centra en implementar un prototipo que permita determinar la viabilidad de usar dicha tecnología (Agentes Móviles) en la plataforma de telefonía IP de TELECOM, en la cual se ha seguido una filosofía similar a la de RI, en cuanto a la implementación de BCPs y SIBs; creando una arquitectura sencilla que permita en principio la implementación del servicio de tele votación y que sienta las bases para la inclusión de otros servicios.

Aunque no se implementa nada nuevo con respecto a lo que otros proyectos están desarrollando en el área[36], la manera en que se usan los agentes para dar solución al problema es muy interesante, porque da una flexibilidad muy importante para la ejecución de los servicios y la modificación de información de servicios sobre la marcha. Adicionalmente, y aunque no era el objetivo del trabajo la arquitectura planteada se elaboró de tal manera que permita con relativamente poco trabajo la adición de nuevos servicios siguiendo la misma filosofía.

En la situación que TELECOM no hubiera acabado con todos sus proyectos, la plataforma de telefonía IP sería la primera plataforma de Voz IP en implementar servicios con agentes móviles de manera comercial.

A continuación se plantean algunos conceptos necesarios para el entendimiento del trabajo y se muestra todo el proceso de funcionamiento del servicio.

---

<sup>2</sup> El ancho de banda de los enlaces estaba dimensionado para voz, no para servicios.

## 2 CONCEPTOS BÁSICOS DE AGENTES MOVILES

En este capítulo se presentan y definen los diferentes conceptos y elementos que hacen parte de un sistema de agentes móviles. Debido a la diversidad de definiciones e incluso de elementos considerados entre las diferentes fuentes disponibles, se decidió tomar como referencia la especificación MASIF[72], por su misma naturaleza estandarizadora.

### 2.1 ¿Qué es un agente móvil?

Existen tantas definiciones para el término agente como proyectos existen en el tema [1][2], cada una tratando de incluir los elementos particulares de los agentes que hacen parte de su estudio.

En [1] luego de analizar diferentes definiciones se propone una formal que trata de sintetizar la esencia de lo que un agente significa, y que por tanto es bastante amplia: "**Un agente es un sistema que hace parte de y esta situado al interior de un ambiente, al cual sensa y sobre el cual actúa, a lo largo del tiempo, en cumplimiento de su propia agenda y afectando lo que sensa en el futuro.**"

{La definición original: "An **autonomous agent** is a system situated within and a part of an environment that senses that environment and acts on it, over time, in pursuit of its own agenda and so as to effect what it senses in the future."}

Aunque bastante amplia la definición anterior de agente, encierra lo fundamental: un entorno sobre el cual se desenvuelve el agente y con el cual interactúa a lo largo del tiempo en cumplimiento de una tarea o un objetivo.

Lo que sigue ahora es acotar más la definición anterior para llegar a lo que es un agente móvil. En primera instancia es necesario definir que se trata de un agente de software, para no incluir elementos que cobija la definición global como algún tipo de robots e incluso termostatos como se señala en [1]. Por lo tanto el entorno del que se habla es un entorno computacional y el agente es un proceso informático que es ejecutado en dicho entorno.

Finalmente solo falta entender la connotación del término móvil. Para esto podemos seguir la aproximación expuesta en [1], [2], [3] y [4], que consiste en explicar o definir a los agentes en función de las características que presentan o no presentan, derivando un esquema de clasificación de agentes de acuerdo al subconjunto de características que se posean.

Según [1] las características que puede presentar un agente son las siguientes:

CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
Reactivo	Responde a cambios del entorno.
Autónomo	Ejerce control sobre sus propias acciones.
Orientado a objetivos	No actúa simplemente en respuesta al entorno, sino por iniciativa propia en pos del cumplimiento de unos objetivos.
Temporalmente continuo	Es un proceso en ejecución continua.
Comunicativo	Se comunica con otros agentes.
Aprendizaje	Cambia su comportamiento con base en experiencias previas.
Móvil	Capaz de transportarse a si mismo de una máquina a otra.
Carácter	Puede presentar características que se pueden considerar atribuibles a la personalidad o estado emocional.

Siendo las cuatro primeras características obligatorias para todos los agentes, y las otras particulares según el tipo de agente. Un agente inteligente entonces exhibe adicionalmente la característica de aprendizaje y un agente móvil la característica de movilidad.

Concluyendo, podemos afirmar que un agente móvil es un sistema que forma parte e interactúa con un entorno computacional a lo largo del tiempo, en cumplimiento de un objetivo o una tarea, de manera autónoma y que tiene la capacidad de transportarse o moverse entre los diferentes elementos del entorno.

## 2.2 Arquitectura de un sistema de agentes móviles.

Para explicar la arquitectura, elementos y conceptos que forman parte de la tecnología de agentes móviles se ha tomado como referencia la especificación de OMG (Open Management Group) "Mobile Agent Facility Specification" [72]. Dicha decisión obedece en primer lugar a la naturaleza misma de especificación del documento, que propende por una unificación de criterios y conceptos, y en segundo lugar por la importancia y relevancia de la organización proponente en el área de la telemática.

Se toman los elementos fundamentales que se consideran esenciales para una comprensión del funcionamiento de un sistema de agentes móviles.

La arquitectura de un sistema de agentes móviles se compone de los siguientes elementos fundamentales:

- Agente.
- Agente estacionario.
- Agente móvil.
- Sistema agente.
- Lugar.
- Región
- Infraestructura de comunicación

Los **agentes** pueden ser de dos tipos: **móviles** y **estacionarios**, las agencias o **sistemas agente** son las plataformas que soportan a los agentes, los **lugares** son los entornos al interior de los sistemas agente, en los cuales se ejecutan los agentes, la **región** se refiere a

un conjunto de sistemas agente sobre los cuales pueden moverse libremente los agentes móviles y finalmente la **infraestructura de comunicación** es el medio que permite la comunicación y el transporte de los agentes entre los sistemas agente.

En la figura 1 se muestran la región, los sistemas agente y la infraestructura de comunicación.

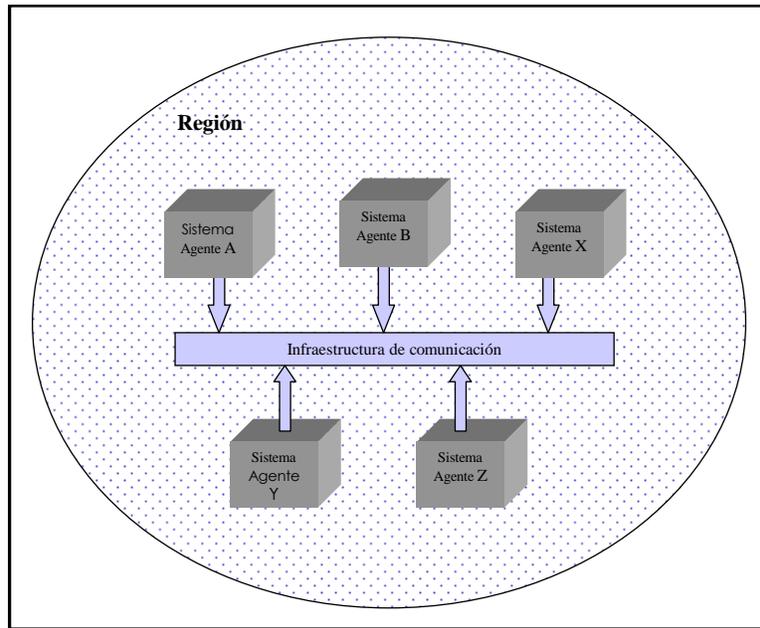


Figura - 1. Arquitectura de un entorno de agentes móviles

Mientras que en la figura 2 se muestra un sistema agente con los diferentes lugares que posee y los agentes que se están ejecutando en un momento dado.

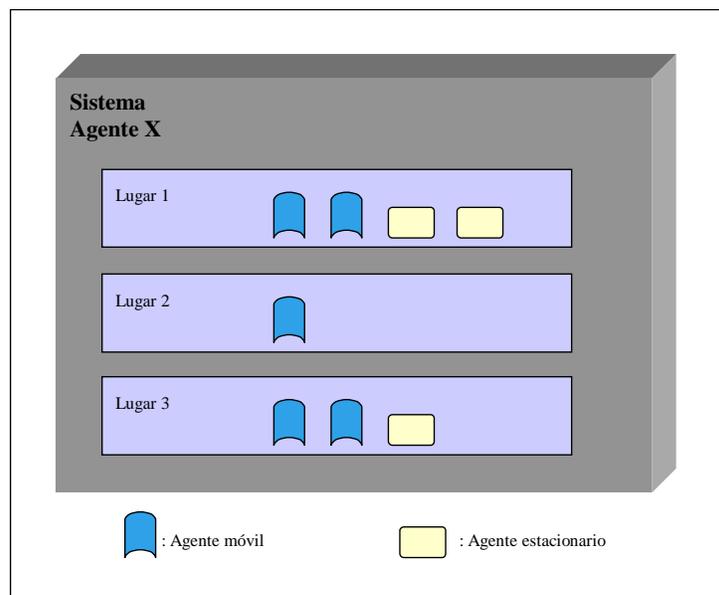


Figura - 2. Composición de un sistema agente

Una descripción breve del papel que desempeña cada uno de estos elementos y su

relación con los otros se describe a continuación:

### **2.2.1 Agente.(Agent)**

Es un programa de cómputo que actúa de manera autónoma en representación de una persona o un sistema. Existen dos tipos de agentes: Agente estacionario y agente móvil.

### **2.2.2 Agente estacionario.(Stationary agent)**

Es un agente que se ejecuta solamente en un sistema agente; en el que inició su ejecución. Si para cumplir su tarea requiere información de otros sistemas o interactuar con otro agente, utiliza servicios de comunicación del sistema agente.

### **2.2.3 Agente móvil.(Mobile agent)**

Es un agente cuya ejecución no se limita al sistema agente donde inicio su ejecución, sino que tiene la habilidad de transportarse autónomamente de un sistema a otro. Esta capacidad de viajar le permite desplazarse directamente al sistema en el que se encuentran los recursos que requiere o el elemento con el que requiere interactuar.

### **2.2.4 Sistema agente(Agent system)**

Es una plataforma que puede crear, ejecutar, transferir(Enviar y recibir) y finalizar agentes. Es identificado por su nombre y dirección. Opera en un equipo de cómputo y puede residir simultáneamente con otros sistemas agente.

### **2.2.5 Lugar(Place)**

Es el contexto particular dentro de un sistema agente en el que se ejecutan los agentes. Un sistema agente puede contener varios lugares, y en un lugar pueden ejecutarse varios agentes. Cuando un agente móvil se transporta o se mueve, lo hace específicamente entre lugares, los cuales pueden encontrarse en diferentes o en el mismo sistema agente. El lugar ofrece a los agentes una serie de servicios, los cuales posibilitan su ejecución.

### **2.2.6 Región(Region)**

Es un conjunto de sistemas agente que operan bajo un mismo dominio de autoridad o de propiedad. Por tanto la ejecución de un agente móvil se limita a la región. Los sistemas agente que conforman una región, a pesar de pertenecer al mismo dominio no son necesariamente del mismo tipo.

### **2.2.7 Infraestructura de comunicación(Communications infrastructure)**

Es la que provee a los sistemas agente los servicios de comunicación, transporte y seguridad, permitiendo el funcionamiento de todo el sistema de agentes móviles.

## **2.3 Conceptos adicionales.**

### **2.3.1 Estado del agente móvil.(*Agent state*)**

Cuando un agente móvil viaja de un sistema a otro, tanto su estado como su código se transportan. En este contexto el estado del agente móvil se refiere a los valores de sus atributos en el momento justo antes de moverse a otro sistema.

### **2.3.2 Estado de ejecución del agente móvil.(*Agent execution state*)**

Se refiere al entorno de ejecución de un agente móvil justo antes de moverse a otro sistema. Este estado incluye los valores en la memoria del entorno computacional asociados con la ejecución del agente.

### **2.3.3 Nombre de agente(*Agent name*)**

Es un identificador único global, que posibilita la identificación del agente en operaciones de gestión y su localización mediante servicios de nombrado. Esta compuesto de tres partes: la propiedad, la identidad y el tipo de sistema agente.

### **2.3.4 Propiedad del agente(*Agent authority*)**

Identifica la persona u organización para quién el agente opera. Se requiere que dicha propiedad sea autenticada.

### **2.3.5 Locación del agente(*Agent location*)**

Es la dirección de un lugar. Se compone del nombre del sistema agente donde reside el agente y el nombre del Lugar específico dentro de ese sistema. Si no especifica un nombre de Lugar, el sistema agente destino escoge el Lugar por defecto.

### **2.3.6 Tipo de sistema agente(*Agent system type*)**

El tipo de sistema agente describe el perfil de un agente. Por ejemplo, si el tipo de sistema agente es Aglet, el sistema agente es implementado por IBM, soporta Java como lenguaje, utiliza la serialización de objetos de Java para su serialización, etc..

### **2.3.7 Interconexión entre sistemas agente.(*Agent system to agent system interconnection*).**

Se refiere a la comunicación que se da entre los sistemas agente. Se establecen servicios para tal comunicación tanto entre sistemas que pertenecen a la misma región(intra-región) como para sistemas que pertenecen a una diferente región(inter-región).

### **2.3.8 Interconexión entre regiones(*Region to region interconnection*)**

Las regiones se pueden interconectar entre sí por uno o más puntos y pueden compartir servicios de nombrado previo acuerdo entre las autoridades de cada una de las regiones. Una región puede ser accedida desde el exterior vía el Punto de Acceso de Región, que es un sistema agente que ha sido delegado en la región para cumplir tal fin.

### 2.3.9 Serialización/Deserialización(*Serialization/deserialization*)

Es el mecanismo por medio del cuál es posible que los agentes móviles puedan transportarse entre sistemas agente. La serialización es el proceso de almacenar un agente en su forma serializada para su posterior envío a través de la infraestructura de comunicación. Deserialización es el proceso contrario al de la serialización, que consiste en restablecer un agente móvil a partir de su forma serializada, una vez recibida esta a través de la infraestructura de comunicación.

### 2.3.10 Código base(*Codebase*)

El código base especifica la ubicación del código o clases utilizadas por un agente. De tal manera que cuando un sistema agente esta creando o recibiendo un agente conoce donde obtener el código o clases necesarias para la correcta operación del agente, en el caso de que no posea ya dicho recurso.

## 2.4 Síntesis de las herramientas de Agentes Móviles

En esta sección se resumen algunas de las principales características de las herramientas que se pueden conseguir en el mercado<sup>3</sup>. Sin embargo, muchas de las herramientas que se encontraron son desarrolladas por universidades en proyectos de investigación en el área de computación distribuida y por tanto no cuentan con el servicio de soporte propio de una herramienta comercial,

---

<sup>3</sup> Se puede mirar un listado de las herramientas de agentes móviles en la dirección: <http://reinsburgstrasse.dyndns.org/mal/preview/preview.html>

Aunque son muchas herramientas nos hemos centrado en las más representativas y en las que se logró tener una copia de evaluación.

<b>Agent Development Kit (ADK)</b>	
Características	
Plataforma de desarrollo de agentes basada en componentes. Compuesto por un Agent Foundation Clases (AFC), que consiste en una serie de librerías para el diseño y construcción de componentes, y un Agent Runtime Environment (ARE), que es un servidor virtual que soporta los agentes activos. Soporta servicios de WEB Services, XML y funciones SMS	
Otras características son:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 100 % Java,</li> <li>▶ Esquemas de autorización y autenticación (Certificación X509)</li> <li>▶ Encriptación hasta de 4096 bit</li> <li>▶ Entorno de Desarrollo visual</li> </ul>	
Más Información	<a href="http://www.tryllian.com">www.tryllian.com</a>

<b>Aglets</b>		✓ (Libre)
Características		
Sistema de agentes móviles desarrollado por IBM (Laboratorios de Tokio). Un Aglet es un objeto de Java con capacidad de movimiento.		
Otras características son:		
<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Tipo de migración: débil</li> <li>▶ Soporta Java.</li> <li>▶ Seguridad (Autenticación)</li> </ul>		
Proveedor	IBM	
Más Información	<a href="http://www.trl.ibm.com/aglets/">http://www.trl.ibm.com/aglets/</a>	

<b>ARA<sup>4</sup> – Agents for Remote Action</b>		✓ (Libre <sup>5</sup> )
Características		
Plataforma para la ejecución de agentes móviles en ambientes heterogéneos. Ara está conformado por un Corazón (CORE) y varios procesos. Los agentes son ejecutados como procesos.		
Otras características son:		
<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Tipo de migración: fuerte</li> <li>▶ Soporta Java, TCL, C++</li> <li>▶ Plataformas: Sparc Solaris, Intel Linux, SunOS</li> </ul>		
Más Información	<a href="http://www.wagss.informatik.uni-kl.de/Projekte/Ara/index_e.html">http://www.wagss.informatik.uni-kl.de/Projekte/Ara/index_e.html</a>	

<sup>4</sup> ARA también llamado Guacamaya.  
<sup>5</sup> Para propósitos no comerciales.

<b>Concordia</b> (Comercial)	
Características	
Framework para el desarrollo y gestión de aplicaciones basadas en agentes móviles que usan dispositivos que soporten JAVA.	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Tipo de migración: débil.</li> <li>▶ Desarrollado en JAVA</li> <li>▶ Plataformas: Windows, Solaris, HP/UP, AIX , Linux</li> <li>▶ Encriptación y compresión de agentes durante el tránsito.</li> <li>▶ Depuración gráfica</li> </ul>	
Proveedor	Mitsubishi Electric ITA
Más Información	<a href="http://www.merl.com/projects/concordia/">http://www.merl.com/projects/concordia/</a> Actualmente tienen suspendido la posibilidad de bajar el software.

<b>D'Agents</b> (Libre)	
Características	
Sistema de agentes móviles que soporta la recuperación, organización y presentación de información distribuida en redes heterogéneas.	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Tipo de migración: débil (Scheme) y fuerte (Tcl y Java)</li> <li>▶ Agentes pueden ser escritos en múltiples lenguajes. (Java, TCL y Scheme)</li> <li>▶ Plataformas: Unix</li> </ul>	
Proveedor	Darmouth Colleague
Más Información	<a href="http://agent.cs.dartmouth.edu/research/">http://agent.cs.dartmouth.edu/research/</a> <a href="http://agent.cs.dartmouth.edu/">http://agent.cs.dartmouth.edu/</a>
Proyectos	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ ActCOMM. (Soporte para redes inalámbricas - <a href="http://actcomm.thayer.dartmouth.edu/">http://actcomm.thayer.dartmouth.edu/</a> )</li> <li>▶ CoABS (Control of Agent-Based Systems - <a href="http://coabs.globalinfotek.com/">http://coabs.globalinfotek.com/</a> )</li> <li>▶ Center Mobile Computation (<a href="http://cmc.cs.dartmouth.edu/">http://cmc.cs.dartmouth.edu/</a> )</li> </ul>

<b>* Voyager®</b> ✓ (Comercial)	
Características	
Framework para el desarrollo de aplicaciones java distribuidas.	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Soporta Java 1.2</li> <li>▶ Permite conectividad entre aplicaciones con Borland VisiBroker</li> <li>▶ Alta seguridad</li> <li>▶ Rapidez</li> <li>▶ Plataformas Windows, Solaris, Linux.</li> </ul>	
Proveedor	Recursion Software, Inc.
Más Información	<a href="http://www.recursionsw.com/voyager.htm">http://www.recursionsw.com/voyager.htm</a>

En [68] se encuentra un buen detalle de las principales herramientas para sistema de agentes, desarrollado por el proyecto AgentLink de la Unión Europea.

## 2.5 Herramienta Seleccionada

Se seleccionó la herramienta de agentes móviles **VOYAGER® de RECURSION SOFTWARE, INC** debido a las siguientes consideraciones:

- **Soporte actual.** Muchas de las herramientas nacían de proyectos de investigación los cuales ya habían terminado, encontrando únicamente el ejecutable de la herramienta, y en algunos casos una página de FAQs solamente. Voyager por su parte, cuenta con un soporte por correo electrónico funcional.
- **Integración con JAVA.** Algunas herramientas tenían esta característica. Pero Voyager nos proporcionaba 100% de integración con un entorno de desarrollo JAVA, la que facilitaba enormemente el desarrollo de la aplicación
- **Versión actualizada.** Voyager ha experimentado un proceso de madurez, evidenciado en las diferentes versiones de su sistema(actualmente versión 4.8), con una última versión generada en el 2005 .
- **Versión Comercial.** Lo cual garantiza un soporte actualizado.
- **Plataforma Robusta.** Proporciona muchas de las características requeridas en una plataforma de agentes móviles, y teniendo en cuenta el nivel de madurez de la herramienta que le da el hecho de estar en el mercado nos brinda mayor confiabilidad.
- **La versión que se trabajo fue la 4.7**
- **Proporciona una versión en prueba durante 1 mes para evaluación.**

### 3 ESTADO DEL ARTE

Hablar de agentes es hablar de un amplio rango de conceptos, aplicaciones y posibilidades<sup>6</sup>, de hecho, es considerado por algunos como uno de los más excitantes campos de investigación hoy en día. Existen muchas universidades que están trabajando en el tema, Ej. Universidad de Londres, Universidad de Southampton, Universidad de Carleton, Carnegie Mellon University (CMU), Dartmouth College y empresas como: IBM, TELEFÓNICA, SIEMENS, MOTOROLA, Emorphia, HEWLETT PACKARD, Tryllian, British Telecommunications Laboratories, California Institute of Technology, , Bell Labs, entre otros. Como podemos ver existe gran interés de la comunidad científica en el tema, sin embargo, podemos decir que la tecnología de agentes no está madura<sup>7</sup> aún, y como veremos más adelante falta todavía mayor investigación en algunas áreas (ontología, seguridad, comunicación, autenticación, metodologías, etc.).

En el área de las telecomunicaciones [36], existen muchos trabajos interesantes, muchos de ellos enfocados en el campo de la gestión de redes y gestión de servicios. Existen eventos como MATA (Mobile Agents for Telecommunication Applications), que reúnen las mejores investigaciones en el tema.

Cómo se indicó anteriormente, en términos generales un agente es un sistema de computación capaz de una acción **autónoma**, flexible en un entorno impredecible y abierto. (ver §2 para más detalles). Este concepto, se acomoda muy bien a las Telecomunicaciones. Por qué?

Como lo plantean muchos autores y como lo podemos evidenciar hoy en día, en un futuro muy cercano, las comunicaciones no van a estar dominadas por la telefonía convencional [10], es decir, las llamadas teléfono – teléfono comunes; vemos el surgimiento fuerte de la Telefonía IP, que más allá de bajar los costos<sup>8</sup> está integrando el mundo del PC, Internet y el telefónico, de tal manera que el usuario pueda verdaderamente usar su servicio de comunicación desde cualquier parte (Convergencia de Redes y Servicios). Protocolos como SIP, MGCP, permiten la creación de nuevos y novedosos servicios. Adicionalmente, las redes de Telecomunicaciones son redes altamente heterogéneas, que involucran dispositivos de varios fabricantes, protocolos y diversos medios de transmisión, y como se está viendo en el mundo, el negocio no está en tener aparatos, sino **servicios** para el consumidor.

Pero, al tener una red tan heterogénea con tantos actores se hace más difícil la elaboración y gestión de servicios atractivos tanto para el cliente como para el operador (especialmente cuando intervienen varios operadores). El consumidor busca la facilidad de personalización del servicio, y la posibilidad de usarlo desde donde él quiera. En este punto entra la tecnología de "agentes software" (que incluye agentes móviles), porque permite actuar en nombre de un usuario, para la realización de un conjunto de tareas en un ambiente altamente distribuido y heterogéneo. Por ejemplo, un agente puede

---

<sup>6</sup> El concepto de agente se usa en varias sub-disciplinas de las tecnologías de información como: redes de computadores, ingeniería de software, programación orientada a objeto, Inteligencia Artificial, Interacción Hombre-máquina, sistemas concurrentes y distribuidos, sistemas móviles, telemáticas, trabajo cooperativo soportado en computador, comercio electrónico, entre otros.

<sup>7</sup> Cuando nos referimos a una tecnología madura, hacemos énfasis en la capacidad que tenga dicha tecnología de ofrecer servicios comerciales robustos.

<sup>8</sup> Esta características de la Telefonía IP es muy relativa, la baja en costos al usuario final se logra en muchas ocasiones gracias a la ilegalidad en la prestación del servicio de larga distancia .

negociar niveles de servicio entre dos redes de operadores distintos, en aras de brindar un servicio final al usuario [12].

Otra razón, muy en auge, es la facilidad para modelar sistemas altamente complejos [13], dado que el agente, a diferencia de los objetos, no es reactivo sino autónomo y encapsula decisiones basadas en el cumplimiento de unos objetivos, que pueden ser tan sencillos como una interacción cliente/servidor, a una interacción altamente social<sup>9</sup>.

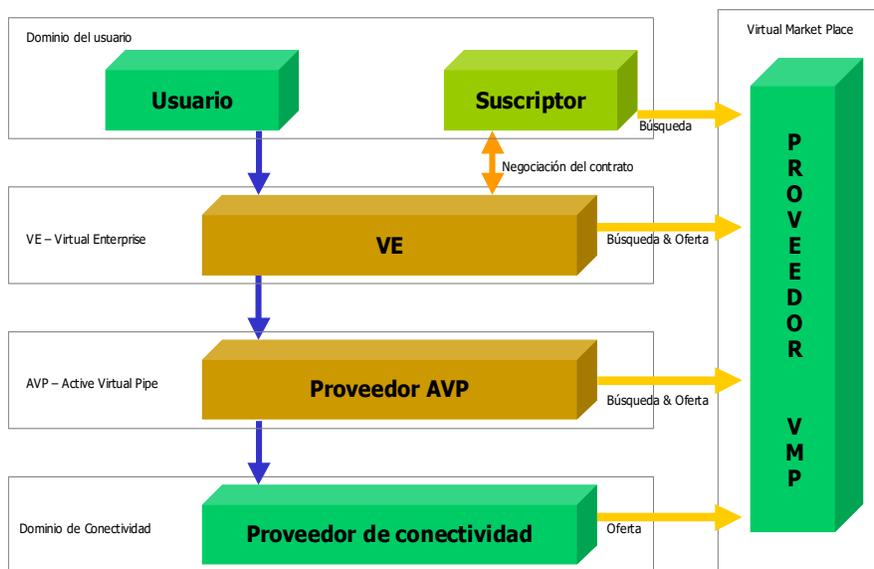
Mirar el estado del arte de agentes software es todo un reto, en cada momento están viéndose avances en diversas áreas, en Europa por ejemplo, gracias a la organización AgentLink [4] y a algunos proyectos de ACTS (*Advanced Communications Technologies & Services*)[62] se han hecho grandes avances en el tema. AgentLink es la red de excelencia para la computación basada en agentes móviles, fundada por la comisión europea bajo "*Fifth Framework Information Society Technologies programme*", en la cual hay un sin número de universidades, centros de investigación y empresas privadas (MOROTOROLA, SIEMENS, WHITESTEIN TECHNOLOGIES, TELEFÓNICA, HEWLETT PACKARD, TRYLLIAN, entre otros).

A continuación se muestran brevemente algunos de los proyectos más representativos en el área de las telecomunicaciones:

### **Proyecto MIAMI. (Mobile Intelligent Agents for Managing the Information Infrastructure).**

Proyecto enmarcado dentro de ACTS [62](AC338 [14]), terminó en febrero del 2000, el cual buscaba crear un framework unificado de agentes móviles inteligentes, permitiendo validar y refinar el estándar OMG MÀSIF. Igualmente, se pretendía desarrollar servicios para la provisión de comunicaciones avanzadas y servicios de información.

Dentro de los resultados que arrojó este proyecto está el modelo MIAMI.



**Figura - 3.** Modelo empresarial del proyecto MIAMI

<sup>9</sup> El término social en el contexto de agentes, se refiere a la habilidad de cooperar, coordinar y negociar en pro de la realización de unos objetivos definidos.

Este modelo resume los principales aspectos del proyecto. Una empresa Virtual (VE) es un conjunto de empresas que colaboran para una meta común, ofreciendo sus servicios a los demás. Estos puede estar separados geográficamente.

El AVP (Active Virtual Pipe) les suministra la provisión de comunicación avanzada y servicios de comunicación en el contexto del negocio. Les suministra también aspectos relacionados con la gestión de red como: QoS, gestión de fallas y gestión de configuración.

El VMP (Virtual Market Place) es básicamente un directorio de páginas amarillas, en las cuales se tiene un listado de los servicios ofrecidos por los diversos actores del sistema. De esta manera una VE puede buscar los servicios a través del AVP en el VMP.

El proveedor de conectividad implementa los componentes relacionados con la gestión de fallas, QoS[11] y configuración. Todos estos componentes son implementados por medio de agentes móviles. Cuando un VE le solicita al AVP una conexión, éste invoca el agente de configuración el cual una vez ejecutada su tarea (establecimiento de la conexión) le devuelve a AVP la información de la conexión, y con esta información los otros dos agentes monitorean la conexión.

Algo muy interesante de este proyecto es que establecen contacto con los switches ATM, a través de agentes de gestión específicos ATM. El proyecto MANTRIP[73] continúa con la exploración de esta aproximación.

Como conclusiones relevantes de este proyecto podemos mencionar:

- ▶ La migración de los agentes y el uso de la JVM (Java Virtual Machine) causan una sobrecarga importante en el rendimiento de la CPU.
- ▶ El mecanismo de invocación remota de métodos, es tres veces más lento que sus similares RMI o CORBA.
- ▶ Con el esquema de agentes móviles existe una reducción en el tráfico de gestión.
- ▶ Como muchas de las tareas de configuración del equipo son hechas por los agentes, se disminuyen los pre-requisitos de conocimiento del usuario para la instalación y operación de soluciones.
- ▶ Los agentes móviles presentan una buena manera de enfrentar el problema de la gestión de red, especialmente para integrar elementos heredados (legacy) con estructuras de red más distribuidas.

### **Proyecto MARINE. (Mobile Agent Environments in Intelligent Networks).**

Proyecto enmarcado dentro de ACTS (AC340 [71]), el cual basado en los resultados de proyectos anteriores como EXODUS (Experiments On the Deployment of UMTS), buscaba mejorar la arquitectura de Red Inteligente (RI).

Para esto se desarrollaron prototipos de RI mejorados incorporando Distributed Processing Environment (DPE) y Agentes Móviles, lo que permite que la lógica pueda moverse a través de los diversos elementos de RI. Esto evita sobrecargar los servidores centrales

Algunos componentes no se afectan mientras que otros si lo hacen.

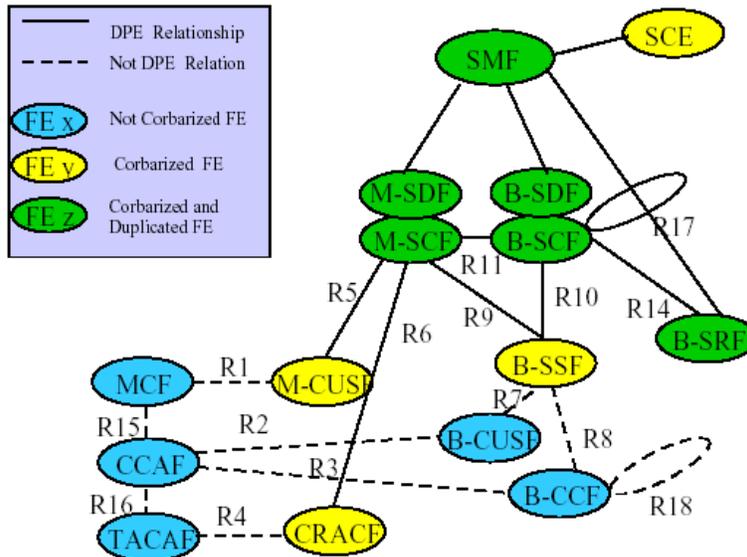


Figura - 4. Modelo Funcional de MARINE en el DPE

Entidades Funcionales (FEs) señalización Banda Ancha	FEs para manejar los servicios de RI y movilidad.	FEs para manejar usuarios móviles y terminales
<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ CCAF Call Control Agent Function</li> <li>▶ B-CCF Broadband Call Control Function</li> <li>▶ B-CUSF Broadband Call Unrelated Service Function</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ B-SSF Broadband Service Switching Function</li> <li>▶ M-SCF Mobility management Service Control Function</li> <li>▶ B-SCF Broadband Service Control Function</li> <li>▶ M-SDF Mobility management Service Data Function</li> <li>▶ B-SDF Broadband Service Data Function</li> <li>▶ B-SRF Broadband Specialized Resource Function</li> <li>▶ SMF Service Management Function</li> <li>▶ SCE Service Creation Environment</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ M-CUSF Mobile Call Unrelated Service Function</li> <li>▶ CRACF Call related Radio Access Control Function</li> <li>▶ MCF Mobile Control Function</li> <li>▶ TACAF Terminal Access Control Agent Function</li> </ul>

Los elementos de red tienen una agencia y a su vez cada agencia está compuesta por uno o más sitios, agrupados lógicamente a través de la misma Entidad Funcional (FE)

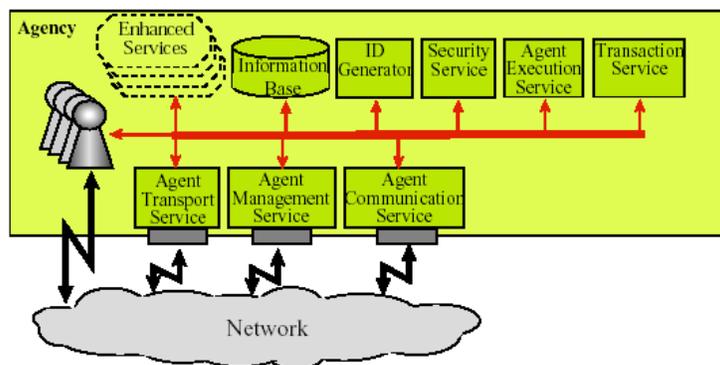


Figura - 5. Capacidades básicas de la plataforma de agentes móviles

Como conclusiones importantes de este proyecto se tienen:

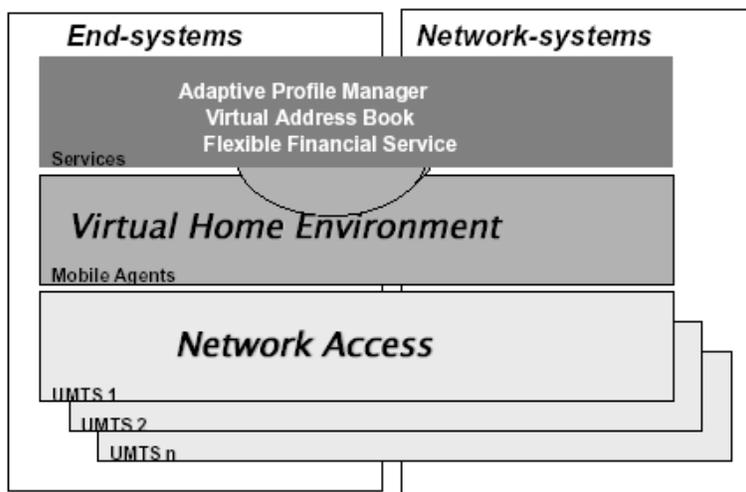
- ▶ Se justifica el uso de agentes móviles (en vez del esquema cliente/servidor ) cuando la ganancia en el rendimiento es segura, o cuando por el contrario el rendimiento no es importante.
- ▶ Aspectos como la reusabilidad, extensibilidad y flexibilidad son mejores cuando se utiliza un esquema de objetos y no el tradicional de SIBs(Service Independent Block).
- ▶ Falta de madurez de las tecnologías utilizadas (Agentes Móviles, CORBA).
- ▶ A los estándares les falta todavía mucho, especialmente en el tema de entornos multivendedor

### **Proyecto CAMALEON (Communication Agents for Mobility Enhancements in a Logical Environment of Open networks)**

Proyecto enmarcado dentro de ACTS (AC341), el cual busca proporcionar ubicuidad. Para esto se utiliza la tecnología de agentes móviles en el desarrollo de un servicio de roaming, implementado el llamado Adaptive Profile Manager (APM) y un Virtual Address Book (VAB), todo en un entorno UMTS(Universal Mobile Telecommunication System).

El APM almacena el manejo de las comunicaciones entrantes del usuario en perfiles (profile), estos a su vez pueden ser modificados o activados por el usuario.

El VAB almacena información del usuario (direcciones), los cuales pueden ser accedidos por el usuario desde diversos dispositivos.



**Figura - 6.** Arquitectura básica del proyecto CAMALEON

Este proyecto contribuyó de manera importante en el proceso de estandarización, y se probó implementando servicios financieros.

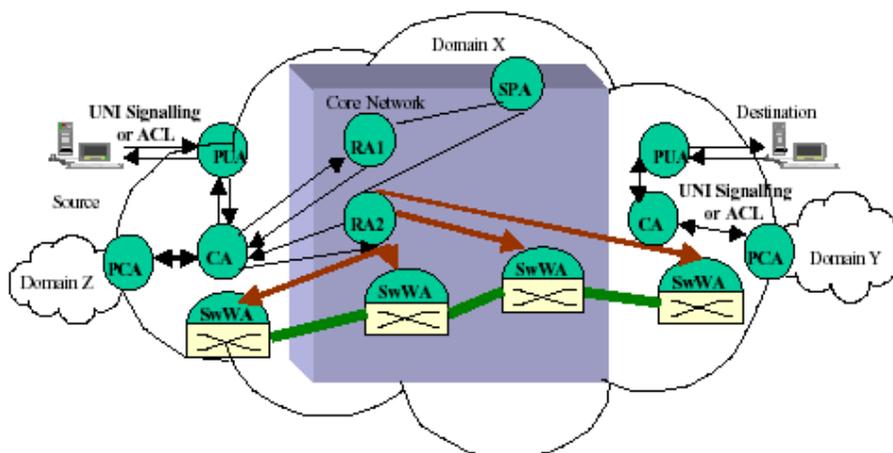
El proyecto viabiliza el uso de los agentes móviles para este tipo de servicios distribuidos, en contraposición a los sistemas centralizados como TMN(Telecommunication Management Network) y RI(Red Inteligente), en los cuales se puede sufrir de comunicación ineficiente y cuellos de botella.

## **Proyecto IMPACT (Implementation of Agents for CAC on an ATM Testbed)**

Proyecto enmarcado dentro de ACTS (AC324 [70]), el cual busca implementar estrategias de control para las redes de telecomunicaciones mediante la interacción y cooperación de los agentes móviles. Dichas estrategias se montaron sobre un ambiente de pruebas ATM.

El problema se explica de la siguiente manera: El usuario de la red intenta efectuar una conexión entre dos puntos al mejor precio, el proveedor, por su parte se encarga de suministrar al cliente el servicio con un QoS determinado.

Los agentes móviles brindan solución a cada uno de estos problemas. En primer lugar se encargan de la negociación del acceso a la red con diversos proveedores de servicio; y en segundo lugar, gestionan los recursos de red del proveedor para satisfacer los requerimientos de QoS del cliente.



**Figura - 7.** Tipos de agentes e interacción

- ▶ Proxy User Agent (PUA). Actúa como un broker para el usuario final.
- ▶ Connection Agent (CA). Conduce la primera "subasta" para encontrar el proveedor de servicio más apropiado que ofrezca el servicio de conexión para una petición dada.
- ▶ Resource Agent (RA). Maneja los recursos de un par origen-destino en particular.
- ▶ Service Provider Agent (SPA). Representa a un proveedor de servicio.
- ▶ Network Provider Agent (NPA). Representa a un proveedor de red, e incorpora estrategias de negociación con el proveedor de red.
- ▶ Switch Wrapper Agent (SwWA). Abstracción del switch ATM y sus recursos.
- ▶ Proxy Connection Agent (PCA).

Uno de los aspectos más importante de este proyecto es que sus resultados pueden escalarse a otras áreas de las telecomunicaciones, como por ejemplo telefonía IP.

## Comparación con el presente trabajo

Los anteriores proyectos entregan información importante acerca de las posibilidades que se tienen en la implementación de los agentes móviles en la gestión de red y en la provisión de servicios de telecomunicaciones. El presente trabajo intenta recoger algunas características importantes de cada proyecto e implantarlo a la necesidad específica de la plataforma de Telefonía IP de TELECOM. Como se observó no son muchos los proyectos en el área de IP y menos en el área de Telefonía IP, por lo que nuestro trabajo puede plantear unos resultados interesantes en el tema.

Si bien no se profundiza en el problema de RI como el caso del proyecto MARINE, utilizamos la filosofía de no centralizar la información y de tener una lógica de servicio encapsulada y que se desplace lo más cerca posible del usuario, en nuestro caso la terminal H.323. En la terminal el agente se registra y cambia la lógica de funcionamiento de la terminal, de manera similar a los perfiles del proyecto CAMALEON. Para esto nuestro sistema utiliza dos tipos de agentes, el agente suscriptor que se encarga de configurar los puntos de verificación (o de disparo) en la máquina de estados de la terminal H.323 de los servicios que tiene contratados. El agente de servicio por su parte solo viaja a las terminales de los usuarios que tienen contratado el servicio, y encapsula la lógica de cada servicio en particular.

La interacción y negociación de los agentes como se muestra en los proyectos IMPACT y MIAMI no se da en nuestro sistema. En nuestro caso el agente de servicio es creado con la información suficiente para trabajar desde el principio y no tiene que interaccionar con otro agente con el fin de cumplir una meta. La única aproximación a este esquema es el agente actualizador, el cual viaja de terminal en terminal actualizando la información de servicio de cada agente de servicio.

En términos generales, aunque los proyectos no trabajan sobre Telefonía IP, si mantienen un espíritu común y llegan a conclusiones similares.

Aunque se están haciendo avances importantes en el área de IP y de la telefonía Móvil [5], [7], todavía quedan muchos aspectos en el tintero (Seguridad, Estándares, rendimiento) para que realmente se pueda hablar de la tecnología de agentes móviles como una tecnología robusta para la prestación de servicios de telecomunicaciones en ambientes heterogéneos y multivendedor.

Finalmente, en cuanto a aplicaciones basadas en agentes móviles existen gran variedad, y pueden dividirse en tres tipos:

- ▶ **Agentes asistentes.** Usualmente son aplicaciones que recuperan información o ejecutan transacciones en representación de un usuario.
- ▶ **Sistemas de decisión multi-agentes.** Cuando los agentes que participan en un sistema toman decisiones juntos.
- ▶ **Sistemas de simulación multi-agentes.** Cuando los agentes son usados para modelar algún dominio del mundo real.

En la industria los agentes móviles están incursionando en varias áreas [60], por ejemplo:

- ▶ **Manufactura.** Control de robots, determinación de secuencias de producción para

una fábrica, etc..

- ▶ **Control de Procesos.** ARCHON (Cooperating Agents for Industrial Process Control) [59], es una plataforma para la construcción de sistemas multi-agentes que ha sido aplicado en varios dominios como gestión eléctrica y control de acelerador de partículas.
- ▶ **Comercio Electrónico.** Existen aplicaciones interesantes, como por ejemplo: *Kasbah*[60], un mercado electrónico sencillo; *BargainFinder*, aplicación para ubicar los CDs más baratos; *Jango*, un asistente de compras personal que busca en tiendas la ropa e información de precios. En [61] y [64] se encuentran varias aplicaciones relacionadas con comercio electrónico.
- ▶ **Telecomunicaciones.** Existen iniciativas como ACTS [62] y EURESCOM [63] enfocadas en el uso de los agentes en servicios de telecomunicaciones, servicios de gestión y metodologías de desarrollo de agentes. En esta iniciativa están empresas como BT, Telecom Italia, Telefónica, Portugal Telecom y Telia.
- ▶ **Entretenimiento.** En esta área hay muchas aplicaciones exitosas, por ejemplo el juego *Criaturas* (Creatures), que consiste en un entorno simulado con varios agentes sintéticos con los que el usuario puede interactuar en tiempo real. También en la segunda película del SEÑOR DE LOS ANILLOS, LAS DOS TORRES, algunas escenas de batallas se implementaron usando sistemas de agentes.
- ▶ **Simulación.** Un campo amplio para esta área, ya que los sistemas multi-agentes ofrecen excelentes mecanismos para representar el mundo real con un adecuado grado de complejidad y dinamismo. En el campo de la simulación se resaltan tres campos de aplicación: Instituciones y estructuras sociales, sistemas físicos y sistemas software (Ej. Tráfico en una red de telecomunicaciones). Podemos mencionar como casos reales el de la *Aerolínea Southwest*, en la cual un sistema de simulación basado en agentes de rutas de carga reveló oportunidades para cargar mercancía, que se reflejó en un aumento de US\$10 millones.
- ▶ En otras áreas podemos mencionar control de tráfico aéreo, gestión de capital humano, gestión de habilidades, entre otros.

En el campo comercial hay varias empresas que han efectuado algunos aportes. Es el caso de IBM con su sistema de agentes móviles AGLETS, y más recientemente con su "Autonomic Computing Programme". Hewlett Packard con su agente de automatización de tareas implementado en su NewWave Desktop, y su herramienta de desarrollo de agentes eSpeak. SIEMENS por su parte ha desarrollado una plataforma de agentes compatible con FIPA, MECCA.

Podemos sumar a las ya vistas, a empresas como; Microsoft, BT Exact, Tryllian en Holanda, Agent Oriented Software y Magenta en Reino Unido, IKV++ y Living Systems en Alemania, Whitestein Technologies en Suiza etc., que continúan investigando y desarrollando productos en el tema .

Aunque a pesar de que existen un gran número de empresas que le están apostando a los sistemas de agentes, y algunas de ellas a los agentes móviles, consideramos que todavía es una tecnología que está desarrollándose y madurando. Deben hacerse esfuerzos en temas como seguridad, aspectos legales y éticos de los agentes, especialmente en los móviles, para que los productos comerciales tengan realmente acogida por el público. De todas maneras, el apoyo que ha tenido por parte de las grandes empresas asegura que esta tecnología nos sea una moda, sino que por el contrario nos acompañe y haga parte cada vez más de nuestras vidas.

# 4 ESTANDARES

## 4.1 FIPA (Foundation for Intelligent Physical Agents)

FIPA<sup>10</sup> es una organización sin ánimo de lucro, radicada en Génova-Suiza, que está dedicada a la promoción de la industria de los agentes móviles por medio de estándares abiertos para la interoperabilidad de los agentes y aplicaciones basadas en agentes.

Actualmente FIPA cuenta con 56 miembros en 17 Países, Sus integrantes son Universidades o Compañías que están trabajando en el área de Agentes.

Como toda tecnología que comienza su desarrollo industrial, las soluciones de agentes comenzaron siendo propietarias, cerradas con la consecuente falta de interoperabilidad entre ellos. Estos factores retrasaron el desarrollo de la tecnología de agentes. FIPA nace como una respuesta a estos problemas, buscando la promoción de tecnologías y especificaciones para la interoperabilidad, que facilite el Internetworking extremo a extremo, de sistemas de agentes inteligentes en la industria y el comercio. Es decir, FIPA busca la interoperabilidad entre sistemas autónomos.

Actualmente se tienen los siguientes comités técnicos (TC), Grupos de Trabajo (WG) y Grupos de Interés Especial (SIG):

- ▶ **TC Interacción de Protocolos.** Trabajan en la generación de nuevos protocolos de interacción, semántica formal para la secuencia de mensajes y el modelamiento de los protocolos.
- ▶ **TC Metodología.** Se enfoca en la definición de una metodología para el desarrollo de sistemas MultiAgentes. Se están trabajando con fragmentos de algunas metodologías como: AOR, Cassiopeia, Gaia, Mase, Message, PASSI, Tropos, entre otras.
- ▶ **TC Modelamiento.** Desarrolla una semántica común, neutral, Meta modelos y sintaxis abstracta para metodologías basadas en agentes.
- ▶ **TC Ontologías.** Desarrolla y adapta ontologías existente a ser usadas con agentes FIPA
- ▶ **TC Semántica.** Desarrolla un Framework semántico para acuerdos, políticas, comportamiento social, entre otros.
- ▶ **TC Seguridad.** Desarrolla esquemas de seguridad para sistemas Multi agente y Multi Dominio
- ▶ **TC Servicios.** Proporciona una estructura y soporte para los servicios dentro del Framework de FIPA. Este grupo apunta a la creación de un meta modelo de servicio en el que todos los modelos de servicios puedan ser expresados.
- ▶ **WG Ad hoc.** Busca la interoperabilidad de las plataformas compatibles con FIPA en redes Ad hoc. Las redes Ad hoc son las redes que se conforman con la conexión de dispositivos fijos o móviles equipados con facilidades de comunicación como:

---

<sup>10</sup> [www.fipa.org](http://www.fipa.org)

Infrarrojos, BlueTooth, LAN Inalámbrico y Tecnologías como JINI y UPnP.

- ▶ **SIG FIPA para Aplicaciones de Negocios (F4BA).** Identificar áreas de aplicación que se beneficien de la tecnología de agentes y de FIPA.

Dentro de los principales proyectos que están trabajando actualmente con FIPA podemos mencionar: AGENTCITIES.RTD, AGENTCITIES.NET, ALIVE, COMMA, CRUMPET, FACTS, entre otros.

Igualmente, FIPA trabaja en conjunto con otras entidades de estándares, por ejemplo: OMG Agents Working Group, W3C WEnONT Working Group, Java Agent Service Java Community Process, AUML, AgentLink II, entre otros.

Dentro de las principales implementaciones comerciales del estándar tenemos: Agent Development Kit, April Agent Platform (AAP), Comtec Agent Platform, FIPA-OS, Grasshopper, JACK Intelligent Agents, Java Agent Development Environment JADE, Lightweight Extensible Agent Platform LEAP, ZEUS, entre otros.

Cabe mencionar que aunque el objetivo inicial de FIPA era impulsar la investigación en el tema de agentes, actualmente está impulsando la integración de negocios y el desarrollo de aplicaciones comerciales, lo cual augura un buen panorama para la tecnología de agentes.

#### 4.1.1 Generalidades

FIPA define un agente como una entidad software encapsulada, que contiene su propio estado, comportamiento, control y que posee la habilidad para interactuar y comunicarse con otras entidades (llámense: usuarios, agentes o software "legacy"). Esta definición podría sonar parecida a la de: objetos, procesos o demonios, sin embargo, difieren en el hecho que los agentes están en un nivel de abstracción más alto. De manera similar, el parecido con el paradigma cliente/servidor podría confundir, ya que la interacción de los agentes, a diferencia del paradigma cliente/servidor, se puede dar a un nivel par-a-par (peer-to-peer), permitiendo colaboración y cooperación para lograr las metas del sistema.

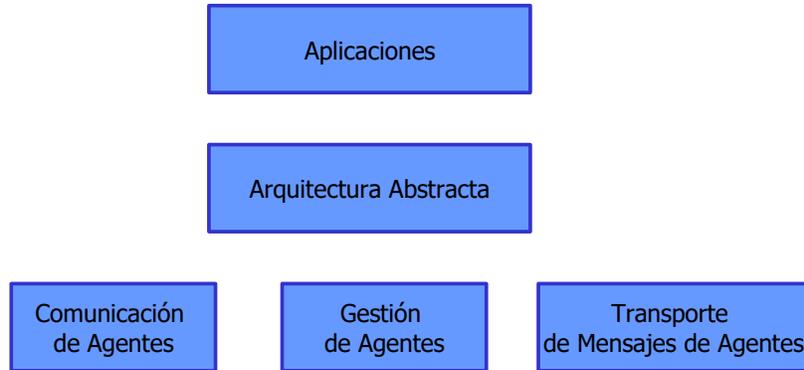
Adicional a FIPA existen otros esfuerzos de estandarización llevadas a cabo por OMG (MASIF) y la comunidad KQML.

KQML, al igual que FIPA define la interacción en términos de un lenguaje de comunicación de agente (ACL, Agent Communication Language), mientras que MASIF la define en términos de Llamadas a procedimientos remotos (RPC) y Invocación remota de Métodos (RMI). KQML (Knowledge Query Meta Language), fue de las primeras iniciativas para soportar la interacción social de los agentes. Existen muchas variaciones de este estándar por lo que es difícil lograr la interoperabilidad.

FIPA ACL, por su parte describe un camino estándar para empaquetar mensajes. ACL define lo que debe ser considerado como mínimo para una comunicación entre agentes.

## 4.1.2 Especificaciones

Desde Enero del 2000, FIPA adoptó una nueva forma de organizar las especificaciones, con el fin de mantener la coherencia y consistencia del trabajo.



**Figura - 8.**

Categorías de las Especificaciones FIPA

### Arquitectura Abstracta.

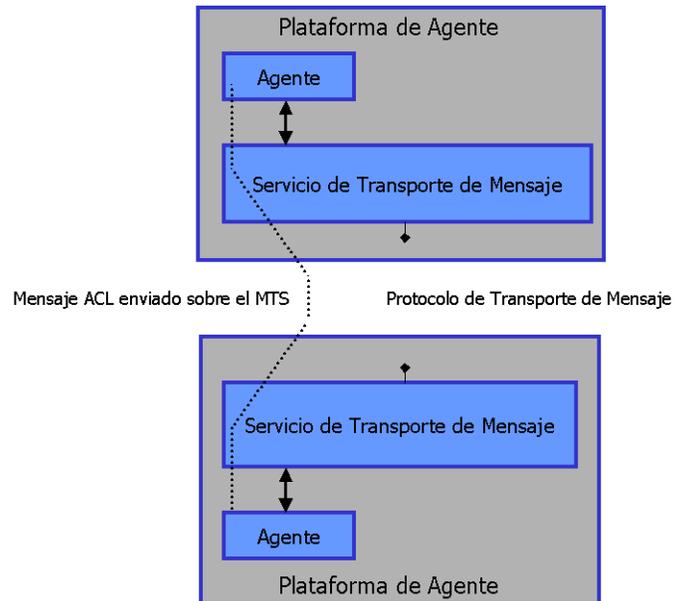
Busca sostener la interoperabilidad y reusabilidad, para lo cual se identifican los elementos que son comunes entre diversas tecnologías. Entre dichos elementos podemos citar: Transporte de mensajes de agentes, FIPA ACL, servicios de directorio y contenido de lenguaje.

Esta descripción abstracta ayuda a identificar las relaciones entre los principales elementos de un sistema de agentes.

Un ejemplo de arquitectura abstracta lo encontramos en el proyecto Servicio de Agente Java, desarrollado como una parte del proceso de la comunidad java

## Transporte de Mensaje de Agentes

Se enfoca en la representación y entrega de mensajes a través de diferentes protocolos de transporte de red, tanto en entornos fijos como inalámbricos.



**Figura - 9.** Modelo de Referencia del Transporte de Mensajes de Agentes.

Un mensaje común consiste en una cabecera y un cuerpo. La cabecera contiene información de requerimientos de transporte e información que es usada por el Servicio de Transporte de Mensaje (MTS). El cuerpo por su parte es expresado usualmente en FIPA ACL.

Este modelo de referencia suministra facilidades para:

- ▶ Soporte general para un MTS dentro de una plataforma de agente (ver especificación [FIPA00067])
- ▶ Guía para usar un protocolo de transporte de mensaje específico como: IIOP, http o WAP. (ver especificaciones [FIPA00075], [FIPA00076] y [FIPA00084])
- ▶ Representaciones de cabecera de mensajes. (ver especificaciones [FIPA00085], [FIPA00088])
- ▶ Representaciones FIPA ACL. (ver especificaciones [FIPA00070], [FIPA00071] y [FIPA00069])

El Servicio de Transporte de Mensaje (MTS) en cada plataforma de agente puede soportar cualquier número de Protocolos de Transporte de Mensajes (MTP), y traduce un MTP soportado por FIPA (XML sobre HTTP), usado para comunicación inter operable entre plataformas heterogéneas y un MTP usado dentro de la plataforma de agente (como Objetos Java o Servicio de Mensajería Java).

## Administración de Agentes. (ver especificación [FIPA00023])

Suministra el Framework para que los agentes FIPA existan y operen. Establece el modelo de referencia lógico para la creación, registro, ubicación, comunicación, migración y retiro de agentes.

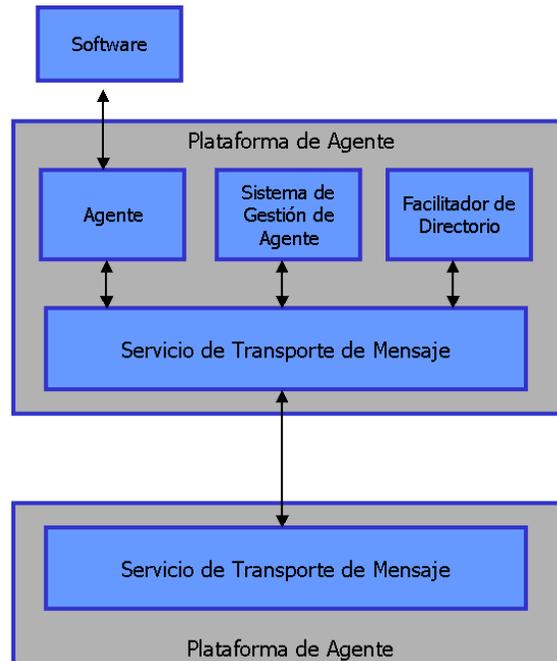


Figura - 10. Modelo de Referencia de la Administración de Agentes.

El modelo de referencia describe las primitivas y ontologías necesarias para soportar los servicios de páginas blancas, páginas amarillas y servicios de transporte de mensajes de agentes.

## Comunicación de Agentes

La comunicación entre los agentes FIPA se caracteriza porque está predefinida, es rica semánticamente y conocida por los agentes. Los agentes se comunican por medio de *actos comunicativos* (request, inform, refuse), estos actos son envueltos en un Lenguaje de comunicación de agente ACL, este ACL le proporciona información de contexto a los mensajes.

FIPA ACL Communicative Act Specifications. Es una librería con los 22 actos comunicativos FIPA y sus requerimientos (ver especificación [FIPA00037])

FIPA ACL Message Structure Specification. Describe la estructura gramatical de FIPA ACL (ver especificación [FIPA00061])

FIPA Interaction Protocol Library Specification. Es la librería con los protocolos de interacción FIPA y sus requerimientos para nuevos protocolos (ver especificación [FIPA00025]). Los protocolos de interacción FIPA son:

- ▶ FIPA Request Interaction Protocol Specification (ver especificación [FIPA00026])
- ▶ FIPA Query Interaction Protocol Specification (ver especificación [FIPA00027])
- ▶ FIPA Request When Interaction Protocol Specification (ver especificación [FIPA00028])
- ▶ FIPA Contract Net Interaction Protocol Specification (ver especificación [FIPA00029])
- ▶ FIPA Iterated Contract Net Interaction Protocol Specification (ver especificación [FIPA00030])
- ▶ FIPA English Auction Interaction Protocol Specification (ver especificación [FIPA00031])
- ▶ FIPA Dutch Auction Interaction Protocol Specification (ver especificación [FIPA00032])
- ▶ FIPA Brokering Interaction Protocol Specification (ver especificación [FIPA00033])
- ▶ FIPA Recruiting Interaction Protocol Specification (ver especificación [FIPA00034])
- ▶ FIPA Subscribe Interaction Protocol Specification (ver especificación [FIPA00035])
- ▶ FIPA Propose Interaction Protocol Specification (ver especificación [FIPA00036])

FIPA Content Language Library. Es una descripción genérica de los requerimientos para los lenguajes de contenido FIPA. (ver especificación [FIPA00007]). Se tienen los siguientes lenguajes de contenido.

- ▶ FIPA SL Content Language Specification (ver especificación [FIPA00008])
- ▶ FIPA CCL Content Language Specification (ver especificación [FIPA00009])
- ▶ FIPA KIF Content Language Specification (ver especificación [FIPA00010])
- ▶ FIPA RDF Content Language Specification (ver especificación [FIPA00011])

## Aplicaciones de Agentes

FIPA ha desarrollado especificaciones de 4 aplicaciones basadas en agentes que contienen las descripciones de servicio y ontología, con sus respectivos escenarios.

- ▶ Asistencia Personal de Viaje (Personal Travel Assistance) (ver especificación [FIPA00080])
- ▶ Entretenimiento audiovisual y broadcasting. (ver especificación [FIPA00081])
- ▶ Gestión de red y aprovisionamiento. (ver especificación [FIPA00082])
- ▶ Asistentes personales. (ver especificación [FIPA00083])

También se tiene una guía para la integración de software que no se comunica usando FIPA ACL. (ver especificación [FIPA00071]).

### 4.1.3 Implementaciones

Se han implementado varias plataformas basadas en el estándar FIPA, algunas de ellas con código abierto. Podemos mencionar las siguientes:

Plataforma	Entidad	Características
<b>Comtec Agent Platform</b>	Communication Technologies (Japón)	Código Abierto
<b>Java Agent Development Framework (JADE)</b>	CSELT (Italia)	Código Abierto
<b>April Agent Platform (AAP)</b>	Fujitsu Laboratories of America (USA)	Código Abierto
<b>FIPA-OS</b>	Emorphia (UK)	Código Abierto
<b>Java Agent Services (JAS)</b>	Sun Java Community Process (International)	Código Abierto
<b>ZEUS Agent Building Toolkit</b>	British Telecom (UK)	Ambiente GUI Código Abierto

Algunos Proyectos que están usando actualmente FIPA<sup>11</sup> son:

Proyecto	Característica
<b>AGENCYCITIES</b> <a href="http://www.agencycities.org">www.agencycities.org</a>	Proyecto de la unión Europea, busca la implementación plataformas de agentes FIPA heterogéneas y servicios de ambientes de pruebas. Ej. Servicios de Turismo.
<b>CRUMPET</b>	Creation of User-Friendly Mobile Services Personalised for Tourism. Proyecto de la Unión Europea
<b>AgentLink II</b>	Proyecto de la Unión Europea que facilita el intercambio de información en el área de agentes a diferentes centros de investigación europeos.
<b>AUML</b> <a href="http://www.auml.org">www.auml.org</a>	Lenguaje que busca capturar las características de los sistemas multiagentes usando herramientas Orientadas a Objetos.
<b>FIPA-NET</b>	Implementa utilidades de diagnóstico y pruebas de las plataformas de agentes FIPA.
<b>LEAP</b>	Proyecto de la Unión Europea, busca desarrollar una Plataforma de agentes FIPA para dispositivos inalámbricos pequeños.

<sup>11</sup> <http://www.fipa.org/resources/byproject.html>

## 4.2 MOBILE AGENT FACILITY SPECIFICATION, MASIF.

La especificación de la facilidad de agentes móviles o MASIF el acrónimo en inglés de Mobile Agent Facility Specification[72], es el nombre que recibe la especificación de OMG(Object Management Group)[3] sobre el tema de agentes móviles. La más reciente versión, la 1.0 se publicó en enero del 2000 y es el producto de un trabajo de estandarización que generó su primer documento en el año 1997.

Con respecto al nombre del documento es de observar que a pesar de ser este MASIF, en el texto de la especificación siempre se hace referencia es a MAF, de Mobile Agent Facility, el nombre utilizado en la propuesta original de especificación.

La estructura del documento se compone en primer término de la descripción del modelo conceptual de agentes móviles, luego aborda los servicios CORBA(Common Object Request Broker Architecture) sobre los que se soporta MAF, para pasar a definir las interfaces que los sistemas de agentes móviles deben de implementar para ser considerados cumplidores del estándar.

### 4.2.1 Áreas a estandarizar.

El principal objetivo de MASIF es la interoperabilidad entre sistemas de agentes móviles escritos en un mismo lenguaje pero por diferentes proveedores. Las áreas de la tecnología de agentes móviles que considera se deben estandarizar son las siguientes:

- **Gestión de agentes.** En esta área se persigue definir un conjunto de operaciones estándar que permitan la realización de tareas sobre los agentes móviles como creación, suspensión, reiniciación y eliminación.
- **Transferencia de agentes.** Esta es la funcionalidad que soporta la característica más distintiva de los agentes móviles, es decir su movilidad. Se requiere entonces estandarizar los mecanismos que permiten tal transferencia.
- **Nombres de agentes y sistemas de agentes.** Es indispensable como parte del esfuerzo estandarizador definir una sintaxis para el nombrado de los agentes, los sistemas de agentes y de diversos parámetros relacionados.
- **Tipos de sistemas de agentes y sintaxis de locación.** Se requiere establecer una autoridad de nombrado(una organización que asigne identificadores únicos) para cada uno de los tipos de sistema de agentes, así mismo como establecer una sintaxis común para referirse a la ubicación de los sistemas.

### 4.2.2 Interoperabilidad alcanzada por MASIF.

Los aspectos sobre los cuales MASIF logra obtener interoperabilidad son los siguientes:

- **Gestión de agentes.** Que permite a un sistema de agentes controlar agentes de otros sistemas. MASIF logra esta interoperabilidad mediante la especificación de interfaces

para acciones como suspensión, reiniciación y terminación de agentes.

- **Seguimiento de agentes.** Que permite el seguimiento de agentes registrados con un MAFFinder(un servicio de nombrado) de diferentes sistemas de agentes.
- **Transporte de agentes.** Mediante la definición de métodos para la recepción de agentes y la obtención de las clases asociadas.

#### 4.2.3 Servicios CORBA.

MASIF presenta varios servicios de CORBA sobre los cuales se pueden soportar las implementaciones de sistemas de agentes móviles logrando funcionalidades de gran robustez de una manera muy sencilla. Dichos servicios se presentan a continuación:

- **Servicio de nombrado.** El servicio de nombrado permite establecer asociaciones entre nombres y objetos CORBA, siempre referidas a un contexto de nombrado, los cuales pueden combinarse para formar grafos de nombrado que permiten asociar nombres compuestos y únicos a los diferentes objetos CORBA.
- **Servicio de ciclo de vida.** El servicio de ciclo de vida de CORBA define servicios y convenciones para la creación, borrado, copiado y movimiento de los objetos CORBA.
- **Servicio de externalización.** Este servicio de CORBA permite el copiado del estado de un objeto CORBA en una corriente de datos y su posterior recuperación. Un sistema de agentes puede utilizar este servicio para la serialización y des-serIALIZACIÓN de los agentes.
- **Servicio de seguridad.** Este servicio de CORBA permite cumplir a los sistemas de agentes móviles con varias de las características de seguridad requeridas. Entre ellas tenemos la autenticación mutua de sistemas de agentes, autenticación de los clientes para creación de objetos remotos, acceso a las credenciales y resultados de autenticación y definición de políticas de seguridad, entre otras.

#### 4.2.4 MASIF IDL

MASIF para lograr una interfaz interoperable entre sistemas de agentes móviles define dos interfaces:

- MAFAgentSystem. Esta interfaz define operaciones de gestión del sistema agente sobre el agente como creación, recepción, suspensión y terminación.
- MAFFinder. Esta interfaz define las operaciones que debe soportar un sistema agente para registro, des-registro, y localización de agentes, lugares e inclusive sistemas de agentes

Es de observar que dichas interfaces están referidas a sistemas de agentes móviles más que a agentes móviles.

## 5 TELEFONIA IP

La telefonía IP es un concepto que cada vez está teniendo más acogida, tanto en operadores como en los usuarios finales. Usualmente asociado al término "reducción de costos", sin embargo, esto no es tan cierto; la ilegalidad especialmente hizo que se lograra una reducción de costos en detrimento de los operadores legalmente establecidos. En el anexo 2 se muestra algo de historia y algunos conceptos de la misma.

La división de investigación y desarrollo del ITEC – TELECOM, pendiente de estos avances tecnológicos en el año 1995 comienza sus proyectos de investigación en el tema, logrando como resultado el desarrollo e implementación de Gateways de Voz IP, Plataformas Prepago y Central de convergencia IP. Curiosamente, la exploración tecnológica comienza como respuesta a la ilegalidad, pero con el desarrollo de estos sistemas el ITEC se dio cuenta que la verdadera ventaja (de la Voz IP) no estaba en que se podía tener una reducción de costos, poco significativa la verdad, sino en la posibilidad de crear servicios más inteligentes, al contar con la inteligencia del computador como parte importante de la arquitectura, y no depender (al menos en TELECOM) de los estándares cerrados de los proveedores.

Para el trabajo realizado se efectuaron simulaciones de las entidades de telefonía IP, tales como la Terminal H.323 y el Gatekeeper, dado que al cerrarse el ITEC por la liquidación de TELECOM se perdieron todos esos desarrollos.

A continuación se muestran brevemente algunos conceptos generales de Telefonía IP, comunes a todas las plataformas, para posteriormente mostrar los elementos específicos de la plataforma del ITEC.

### 5.1 Conceptos de la Telefonía IP

Existen varios conceptos que deben tenerse en cuenta al momento de hablar de la telefonía IP, en el Anexo 2, se profundizan estos conceptos.

- ▶ Codificación y Decodificación. Este proceso se encarga de la captura y codificación de la señal analógica en muestras digitales. En el dispositivo receptor se tiene la función de decodificación que tiene como finalidad volver digital la onda análoga
- ▶ Echo. La podemos definir como el porcentaje de la señal que se refleja hacia el origen debido a diversos factores, como: Pasar de 4 hilos a dos hilos, eco eléctrico y acústico.
- ▶ Retardo. Es el tiempo que demora un paquete en recorrer la red de un extremo a otro. Cuando se habla de telefonía, se define como el tiempo que toma la voz del transmisor en llegar a oídos del receptor
- ▶ Jitter. Es una medida de tiempo entre, el tiempo que el paquete es esperado y en el que realmente llega.
- ▶ Pérdida de Paquetes. Dado que las redes IP son muy sensibles, cuando hay picos de congestión los paquetes son descartados, ocasionando que la voz se sienta cortada.

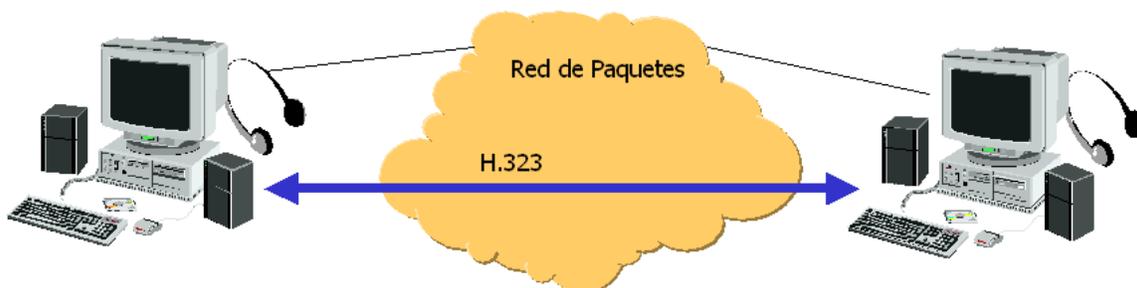
## 5.2 Estándares

Si bien la finalidad del presente trabajo no es tratar en detalle los diversos estándares que existen en el tema de Voz IP, se explican brevemente junto con sus elementos.

Estándar	Descripción
<b>H.248/MEGACO</b>	Gateway Control Protocol. Resultado del trabajo conjunto entre la ITU y la IETF. Define una arquitectura centralizada para la creación de aplicaciones multimedia, incluyendo VoIP. (También se refiere al RFC 2885)
<b>H.323</b>	Define una arquitectura distribuida para la creación de aplicaciones multimedia, incluyendo VoIP. Es una sombrilla de especificaciones de subprotocolos relacionados con la configuración de la llamada y la señalización
<b>SIP</b>	Define una arquitectura distribuida para la creación de servicios multimedia, definida por el IETF RFC 2543.
<b>SIP-T</b>	EL IETF RFC 3372, denominado SIP-T (Session initiation Protocol for Telephones), suministra un framework para la integración de la señalización telefónica en mensajes SIP
<b>SIGTRAN</b>	Es un nuevo conjunto de estándares definido por la IETF. Proporciona un modelo arquitectural de transporte de señalización sobre redes IP. Es una importante utilidad para unir las redes de señalización número 7 con las redes IP

### 5.2.1 H.323

Es un estándar para transmisión de audio, video y datos en tiempo real a través de una red de paquetes. Especifica los componentes, protocolos y procedimientos para proporcionar comunicación multimedia sobre redes de paquetes.



**Figura - 11.** Esquema H.323

Dentro de sus principales ventajas encontramos:

1. Establece estándares para compresión de audio y vídeo, que los fabricantes están obligados a utilizar en lugar de implementaciones propietarias.

2. Estándar ratificado por la ITU-T que previene posibles incompatibilidades de equipos y terminales. El estándar también establece procedimientos comunes para el proceso de llamada y procesos de control.
3. Está diseñado para correr sobre un conjunto de arquitecturas de redes. A medida que la tecnología de redes evolucione, las aplicaciones H.323 serán capaces de tomar ventaja de esas mejoras.
4. **No restringido** a un sistema operativo o hardware particular
5. H.323 soporta transporte multicast para conferencias, realizando ahorros significativos sobre el ancho de banda real utilizado sobre la red.

La versión actual de H.323 es la 4.0, la cual añade nuevas características.

## 5.2.2 Componentes H.323

### Terminales.

- ▶ Usados para comunicaciones multimedia bidireccionales en tiempo real.
- ▶ Soporte obligatorio de audio, opcional: video y datos.
- ▶ Realizan la codificación de los medios.
- ▶ Ejemplos de terminales son: Teléfonos IP, Dispositivos IVR, SoftPhones, etc.. El ITEC desarrollo su propia terminal H.323.

### Gateway (GW)

- ▶ Un Gateway **comunica** a **dos** redes distintas.
- ▶ Un Gateway H.323 conecta a una red H.323 con otra red no H.323, por ejemplo con la red RTPC o RDSI.
- ▶ Efectúa los procesos de Codificación y Decodificación (Software o DSP).
- ▶ Puede tener:
  - a. Plan de Numeración
  - b. Rutas
  - c. Tasación

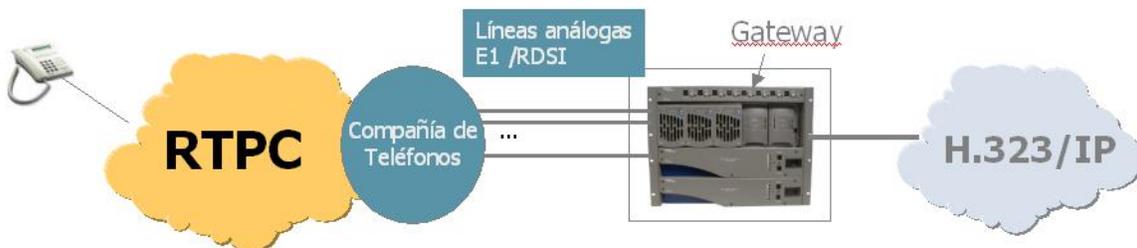


Figura - 12. Gateway H.323

### Gatekeeper (GK)

Es una entidad *opcional* dentro de H.323 que se encarga del control de admisión y la resolución de direcciones.

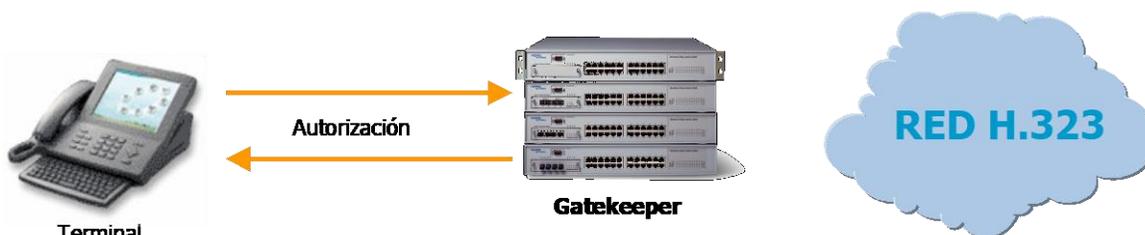


Figura - 13. Gatekeeper

El GK puede permitir que las llamadas sean puestas directamente en los puntos finales o puede enrutar la señalización de llamada a través del él mismo, para proporcionar servicios como sígueme.

Dentro de los servicios que ofrece esta entidad están:

- ▶ Traslación de direcciones
- ▶ Autorización y autenticación de terminales. Toda entidad que desee realizar una llamada debe pedir permiso.
- ▶ Manejo de ancho de banda
- ▶ Facturación

### **MCU (Multipoint Control Unit)**

Proporciona soporte para la comunicación de tres o más terminales H.323. Todos los terminales participantes en la conferencia establecen conexión con la MCU.

### **Border Element**

El elemento de frontera, que usualmente se encuentra en el mismo equipo del GK, intercambia información de direccionamiento y participa en el proceso de autorización de llamada entre dominios administrativos.

### **Zona**

Es el conjunto de terminales, gateways y MCUs manejados por un solo Gatekeeper. Una zona incluye al menos un terminal y esta manejado únicamente por un solo Gatekeeper.

La interacción de los terminales se muestra en la siguiente gráfica.

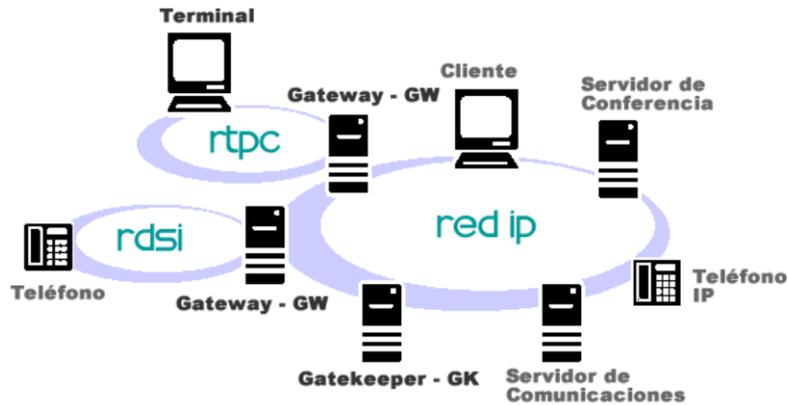
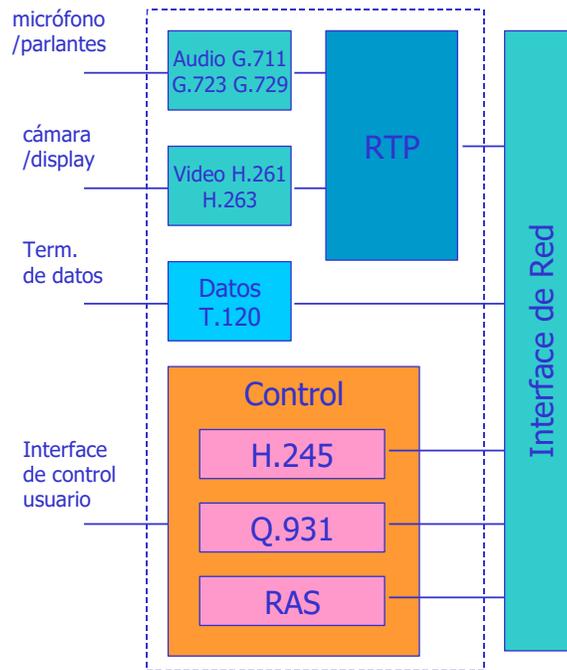


Figura - 14. Componentes H.323

### 5.2.3 Protocolos

H.323 usualmente se describe como una sombrilla de protocolos debido a la gran cantidad que posee.



Alcance de la recomendación

Figura - 15. Sombrilla de protocolos que hacen parte de H.323

### **H.225.0**

Define la señalización de llamada (Ej. Iniciar y terminar la llamada) y la comunicación entre los puntos finales (end-points) y el GK. En el anexo G/H.225.0 define la comunicación entre elementos de frontera.

Usa mensajes Q.931, Q.932, RAS y RTP. Los mensajes se dividen en mensajes de Usuario (User), Situación (Status) y Consulta de Situación (Status Inquiry).

### **RAS (Registration, Admisión and Status)**

Hace parte de la recomendación H.225. Es el protocolo usado entre los puntos finales H.323(terminales y gateways) y el gatekeeper.

### **H.245. Control de Señalización**

Usado para negociar capacidades y aspectos de control de conferencia entre dos o más end points.

### **Q.931**

Hace parte de la recomendación H225 de la ITU-T. Usado para establecer la comunicación entre dos puntos finales H.323.

### **RTP/RTCP**

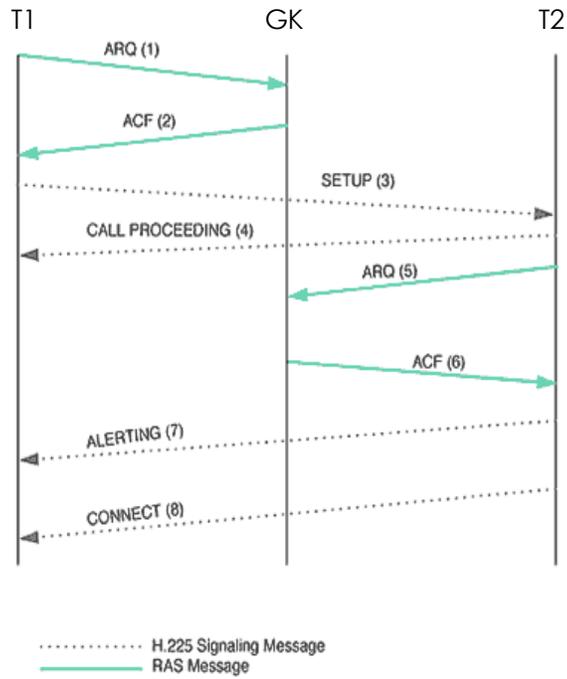
RTP, Real Time Protocol, y RTCP, Real Time Control Protocol, son dos protocolos diseñados para la transmisión de datos, con características como las de la voz, se generan en tiempo real, tienen alta redundancia y por lo tanto admiten pérdida de datos. (Protocolos no fiables).

### **Otros protocolos**

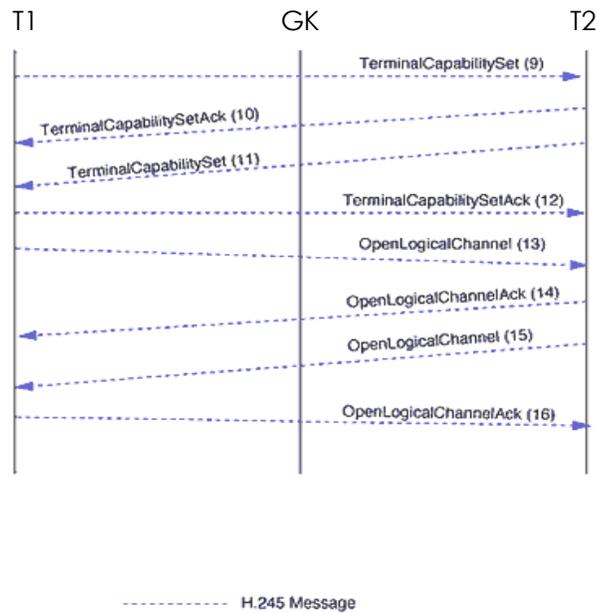
<b>H.450.x</b>	Para servicios suplementarios
<b>T.120</b>	Habilita el intercambio de datos de cualquier tipo en una sesión H.323
<b>H.235</b>	Define esquemas de seguridad dentro de un entorno H.323
<b>X.680</b>	Define la sintaxis ASN.1 usada por las recomendaciones

## 5.2.4 Procedimientos de Conexión

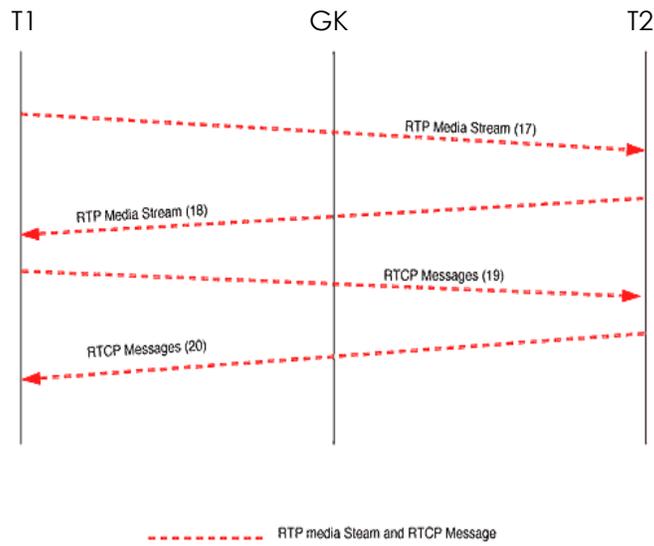
### Establecimiento de llamada



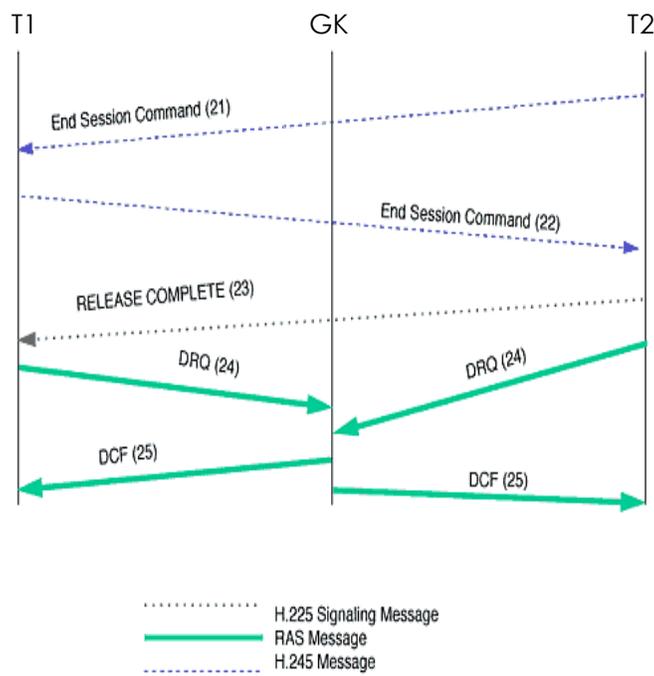
### Flujo de Control de Señalización



## Flujo de Cadenas de Datos



## Finalización de Llamada



## 5.3 Plataforma de TELECOM

TELECOM especificó, diseño y desarrolló una plataforma de Telefonía IP que le sirvió como prototipo para el conocimiento de la tecnología y comenzar a incursionar en el tema de la Voz IP. A partir de estos desarrollos se concretó también el desarrollo de la primera central telefónica de Convergencia (IP) “**Vórtice**” desarrollada en Colombia, la cual se puso en funcionamiento de las localidades de Santa Rosalía y Miraflores.

Sobre este sistema se implementaría el sistema de agentes móviles.

La arquitectura general del sistema es la siguiente:

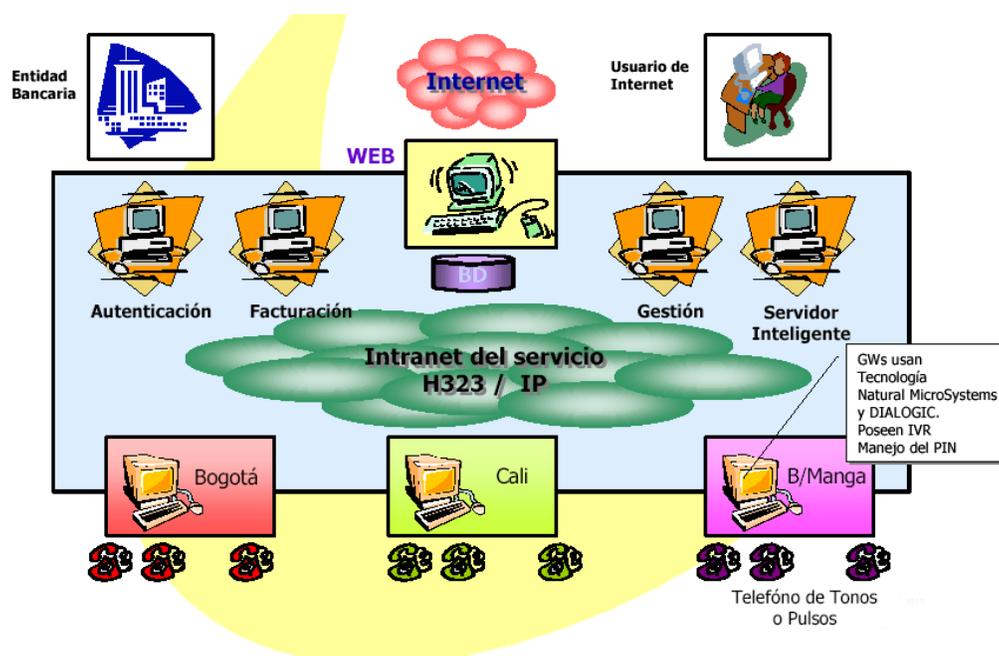


Figura - 16. Arquitectura del sistema de Telefonía IP del ITEC

En ella se contaba con los siguientes elementos:

- ▶ Gateway de voz. Que implementaba la torre de protocolos H.323 de las tarjetas de telefonía IP (Natural Microsystems y Dialogic) y el software propietario del ITEC para el control de la llamada telefónica. Este sistema fue diseñado con la peculiaridad de contar con una capa independiente del hardware que le permitía soportarse sobre diversos fabricantes. Adicionalmente, su funcionalidad de IVR le permitía configurarse a través de scripts (Archivos Texto), lo cual le daba mucha flexibilidad al momento de nuevos servicios. Finalmente, contaba en la parte superior con un módulo de acceso a servicios de Red Inteligente (Desarrollados In-House), del cual hablaremos más adelante.

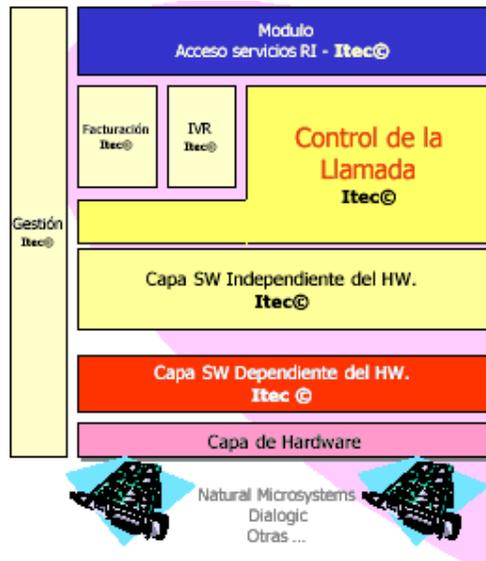


Figura - 17. Arquitectura del software del Gateway de voz IP

- ▶ Servidor de autenticación: Para la validación del PIN del usuario, verificación de cupo y permisos especiales de los usuarios. Se podrían tener características como: Tarjetas prepago válidas en una fecha especial, o en ciertos días de la semana a ciertas horas, etc..
- ▶ Servidor de facturación. El cual generaba un registro por usuario (Tarjeta prepago o usuario postpago) del consumo telefónico, hora de llamada y demás datos de importancia para la generación de la factura.

Fecha	Hora	Origen	Duración	Costo
21/12/1999	19:09:37	BOGOTA-CALI	0	0
21/12/1999	20:21:48	BOGOTA-CALI	0	1
22/12/1999	08:31:01	BOGOTA-CALI	0	2
27/12/1999	09:01:12	BOGOTA-CALI	6:41:39	1
31/12/1999	13:26:56	BOGOTA-CALI	6:09:43	2
31/12/1999	15:49:58	BOGOTA-CALI	6:09:43	1
31/12/1999	21:01:44	BOGOTA-CALI	6:09:43	4
01/01/2000	05:31:23	BOGOTA-CALI	6:41:39	2
01/01/2000	17:31:30	BOGOTA-CALI	6:09:43	1
10/02/2000	10:51:32	BOGOTA-CALI	6:41:39	4

**Total Llamadas: 40**  
**Total Duración: 78 minutos**  
**Promedio Duración Llamada: 1 minutos**  
**Valor consumo: \$12598**

Figura - 18. Factura WEB del sistema

- ▶ Servidor de Gestión. A través del cual se podía obtener en tiempo real el estado del sistema en cuanto a llamadas conectadas por ejemplo. Todo esto a través de una interfaz amigable que le permitía consolidar información y mostrarla a través de reportes especiales.

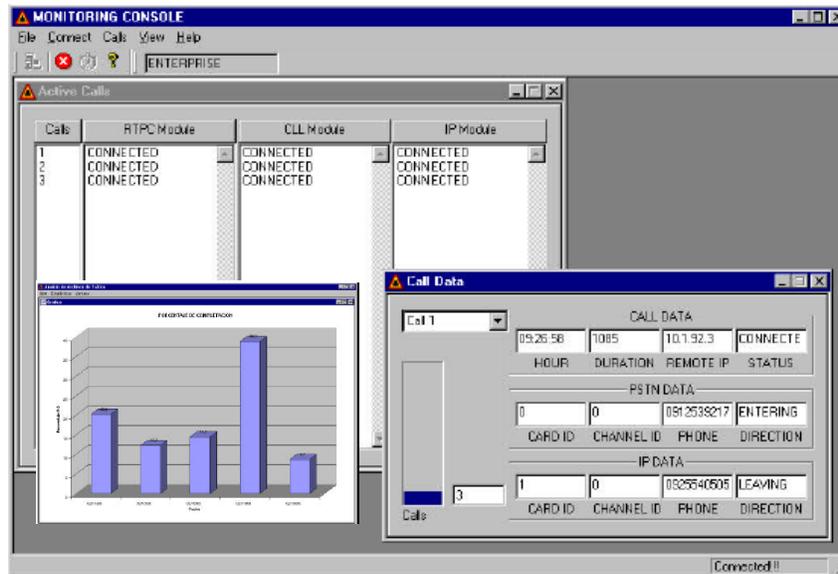


Figura - 19. Algunas pantallas del servidor de Gestión

- Servidor Inteligente. Este servidor permitía el uso de diversos servicios especiales dentro del sistema de Telefonía IP como: Tele votación, Llamada Programada, Llamada PC – Teléfono y viceversa, Llamada con publicidad entre otros. Para la construcción de este servidor se siguió la filosofía de la Red Inteligente, especialmente en lo que tiene que ver con los SIBs (Bloques independientes de servicio).

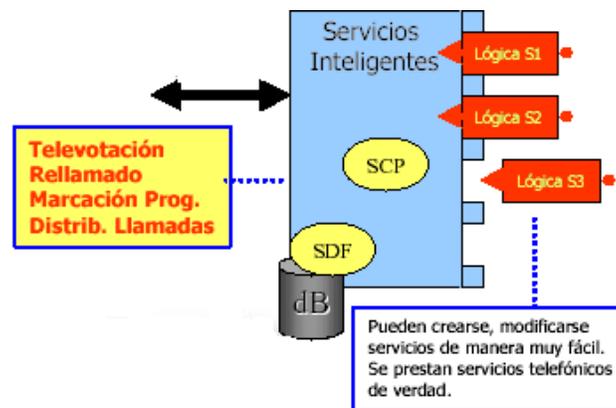


Figura - 20. Esquema de funcionamiento del servidor Inteligente

Cada servicio es implementado por medio de un SCRIPT especial, el cual contiene la lógica del servicio específico. Esta lógica se ejecuta en un entorno que contiene un SCP que es como el ejecutor de la lógica y un SDF que es el sistema de información del sistema. El archivo de la lógica del servicio contenía una serie de primitivas que le indicaba como interactuar con los SIBs, las cuales se iban ejecutando secuencialmente (e interactuando con los gateways) dando como resultado el servicio requerido.

Adicional al anterior proyecto surgió también el proyecto denominado Central de Convergencia VORTICE. La cual buscaba integrar toda la tecnología de Voz IP (del ITEC) para dar solución de conectividad y voz en sitios remotos, con un diseño de una central de bajo costo, flexible y completamente inatendida.

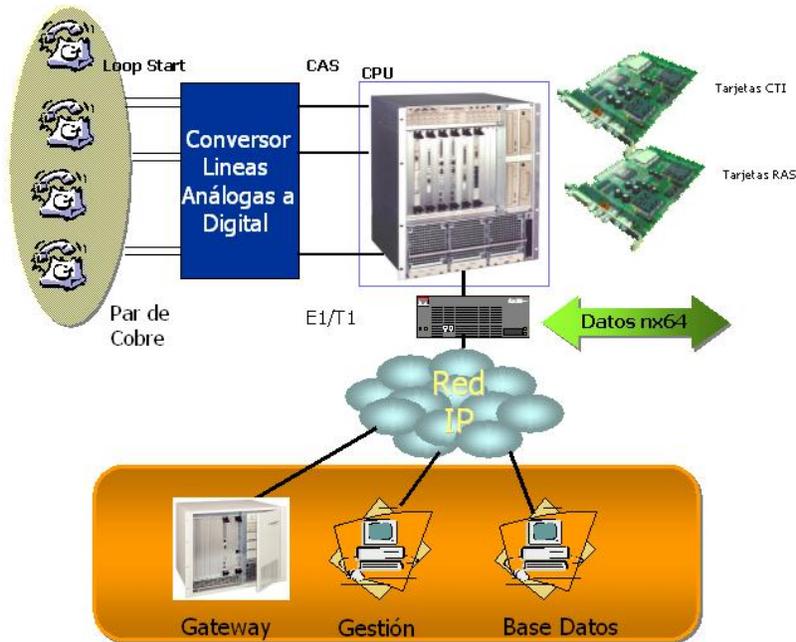


Figura - 21. Esquema general de la central de convergencia Vórtice

El corazón del sistema era el gateway de voz IP desarrollado, al que se la añadían tarjetas analógicas para la conexión con los abonados. Con esto la central tenía la posibilidad de brindar todos los servicios que se ofrecían en el sistema de telefonía IP. Esto se logró gracias a que el framework del sistema era el mismo (en un 90%) al del sistema de telefonía IP, por lo cual se podía efectuar la interacción de la central telefónica con los diferentes servidores.

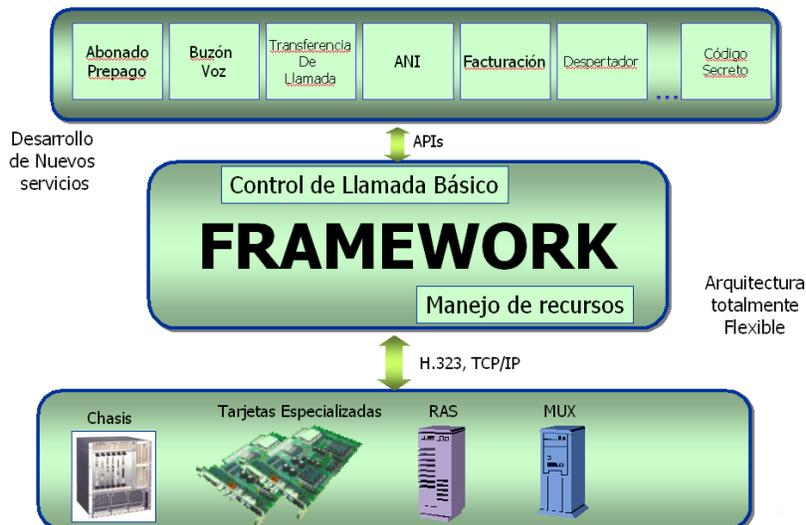


Figura - 22. Framework de la central de convergencia Vórtice

La central telefónica se comunicaba a través de un enlace satelital con un nodo central en Bogotá, el cual a su vez estaba conectado con un Gateway de telefonía IP, que se



# 6 ARQUITECTURAS DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES.

## 6.1 INTRODUCCIÓN.

En este capítulo se aborda el estudio de las arquitecturas de servicios de telecomunicaciones con el objetivo de establecer un referente con base en el cual realizar el diseño de la arquitectura de la aplicación prototipo.

Inicialmente se presenta brevemente lo que la telefonía IP, y en particular el stack de protocolos H.323, ofrece en cuanto a servicios suplementarios. Posteriormente se exploran dos arquitectura particulares; la primera de ellas es la de la Red Inteligente, ampliamente utilizada actualmente en las redes telefónicas convencionales, y responsable de la amplia gama de servicios telefónicos especiales de hoy en día, que suelen denominarse como servicios de Red Inteligente. Estandarizada por la ITU-T[74]. La segunda arquitectura, la propuesta por TINA-C[75] a través de sus respectivas especificaciones que, a pesar de no ser aún una realidad ampliamente instalada en la infraestructura de los telcos del mundo, se constituye en un modelo concebido para soportar las redes convergentes y sus servicios modernos y que en un futuro próximo, muy probablemente, ocupará el lugar de la Red Inteligente.

La exploración no busca estudiar en profundidad el funcionamiento de las arquitecturas citada ni los formatos de los diferentes protocolos utilizados sino más bien establecer un modelo general de las características de su funcionamiento y de sus principios.

## 6.2 ARQUITECTURA DE SERVICIOS H.323.

Dentro del conjunto del estándar H.323 lo que respecta a servicios suplementarios esta definido en el subconjunto de recomendaciones H.450, tal como se ilustra en la tabla que aparece a continuación.

<b>Estándares servicios suplementarios en H.323</b>	
<b>Referencia</b>	<b>Nombre</b>
H.450.1	Generic functional protocol for the support of supplementary services in H.323 – 1998
H.450.2	Call Transfer supplementary Service for H.323 - 1998
H.450.3	Call Diversion Supplementary Service for H.323 - 1998
H.450.4	Call Hold Supplementary Service for H.323 – 1999
H.450.5	Call Park and Pick Up Supplementary Service for H.323 – 1999
H.450.6	Call Waiting Supplementary Service for H.323 – 1999
H.450.7	Message Waiting Indication Supplementary Service for H.323 – 1999
H.450.8	Name Identification Supplementary Service for H.323 – 2000
H.450.9	Call Completion Supplementary Service for H.323 - 2000

H.450 no define una arquitectura general sobre la cual soportar servicios suplementarios de forma genérica, permitiendo la rápida y fácil introducción de diferentes servicios de este tipo. Por el contrario para cada servicio define una recomendación en particular, limitando aspectos de reusabilidad, aspecto este que, en el caso de contar con una arquitectura realmente definida para soportar los diversos servicios suplementarios, se vería potenciado de manera importante. Adicionalmente las recomendaciones no cobijan la totalidad del ciclo de vida de los servicios, en especial no cubre la fase de creación del servicio y tampoco aspectos de activación y ejecución aparecen claramente definidos. Esta serie de deficiencias del estándar en lo referente a los servicios suplementarios ofrece un campo de oportunidades para desarrollar propuestas que suplan tales necesidades.

### 6.3 RED INTELIGENTE.

La Red Inteligente permite extender la funcionalidad convencional de comunicación ofrecida por un sistema telefónico a una serie de servicios y/o facilidades que brindan un valor agregado significativo a los suscriptores; como ejemplo de dichos servicios se tienen el desvío de llamadas incondicional, el desvío de llamada en caso de no contestación y/u ocupación del abonado, números de llamada gratuita, números de pago con tarifa adicional, servicio de tele votación, entre otros.

La arquitectura de la Red Inteligente permite monitorear en el proceso normal de una llamada una serie de condiciones y/o eventos previamente definidos, y en el caso de detectar su ocurrencia, interrumpir el proceso normal de la llamada, para dar paso y ejecutar una serie de instrucciones especiales de procesamiento suministradas por un ente externo en el que se define la lógica del servicio especial.

#### 6.3.1 Componentes.

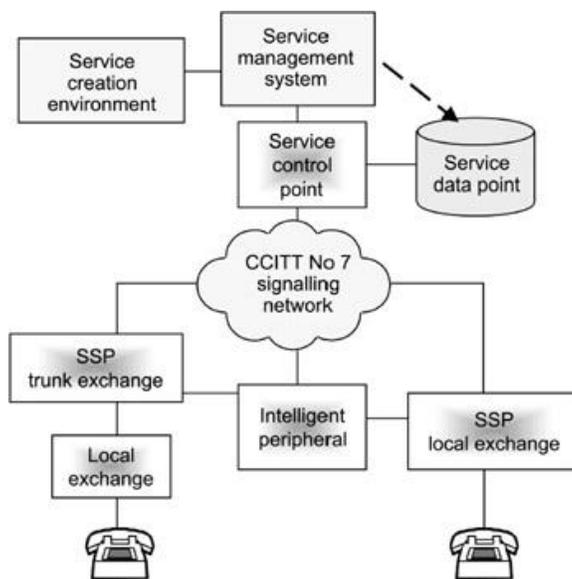


Figura - 24.

Componentes Red Inteligente

### **Sistema de señalización número 7, SS7 (Signalling System 7).**

Esta red de señalización es la encargada de permitir la comunicación entre las otras entidades que forman la arquitectura general de la red inteligente.

### **Punto de conmutación del servicio, SSP (Service Switching Point).**

Es un conmutador telefónico con capacidad para detectar dentro del proceso de una llamada convencional solicitudes de servicios de red inteligente. Realiza las respectivas solicitudes de servicios especiales al SCP mediante la red de señalización SS7.

### **Punto de control del servicio, SCP (Service Control Point).**

Es la entidad que contiene la lógica de los servicios de red inteligente. Es el punto central encargado de atender las diferentes solicitudes de servicios especiales provenientes de los diferentes SSP.

### **Periférico inteligente, IP (Intelligent Peripheral).**

Son periféricos que prestan funcionalidades especiales en el proceso de los servicios de red inteligente. Un buen ejemplo de este tipo de entidades lo constituyen los sistemas de audio-respuesta que permiten obtener información adicional del usuario requerida por el servicio de red inteligente. El SCP controla su participación en el proceso de un servicio en particular.

### **Punto de datos del servicio, SDP (Service Data Point).**

Es la base de datos de los usuarios y los servicios de red inteligente asociados. Generalmente, por eficiencia, se encuentra en el mismo nodo que el SCP, pero puede estar ubicado en un nodo diferente.

### **Ambiente de creación de servicio, SCE (Service Creation Environment).**

Permite el desarrollo de nuevos servicios y la realización del respectivo proceso de pruebas, antes de ser desplegados y utilizados en un ambiente de operación. La construcción de los servicios se realiza utilizando componentes de software denominados **SIBs**(service independent building blocks)

### **Sistema de gestión del servicio, SMS (Service Management System).**

Es el encargado de ejecutar el despliegue de los nuevos servicios en los diferentes SCP y controlar la información asociada a los servicios existentes en otras entidades.

### 6.3.2 SSP (Service Switching Point)

En el SSP se distingue dos entidades funcionales: la función de control de llamada, **CCF**(Call Control Function) encargada de soportar el proceso normal de una llamada, incluyendo el monitoreo de eventos o condiciones de "disparo" o "activación" de los servicios especiales, y la función de conmutación del servicio, **SSF**(Service Switching Function), responsable, una vez se ha presentado el requerimiento de activación de un servicio especial, de su invocación a la función de control del servicio, **SCF**(Service Control Function) y de interactuar con esta misma entidad funcional en el proceso de ejecución del servicio especial.

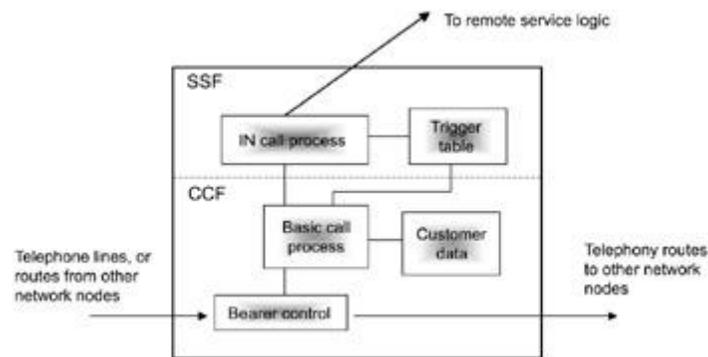


Figura - 25. Componentes SSP

En la figura 43 se muestran estas dos entidades y los elementos que las componen. El **proceso básico de llamada**, como su nombre lo indica es el encargado de soportar el proceso de llamada normal, incluyendo tareas como el manejo de los dígitos marcados por los abonados y el enrutamiento de la llamada. Este **proceso básico de llamada** también se encarga, con base en la información suministrada por la **tabla de "disparo"** sobre las condiciones y/o eventos que se deben de dar para ejecutar un servicio especial, del monitoreo de tales condiciones y en el caso de su ocurrencia, de solicitar su ejecución al **proceso de llamada de red inteligente**, el que soportará cualquier diálogo requerido para la ejecución del servicio, con la entidad externa que contiene la lógica del servicio. La **tabla de "disparo"** también suministra información a este **proceso de llamada de red inteligente** relacionada con los datos que se deben de incluir en los mensajes que hacen parte del diálogo con la entidad externa que contiene la lógica del servicio. El **componente datos del cliente** contiene información particular de los abonados utilizada por el switch para soportar servicios propios, sin asistencia de la red inteligente, como identificación de línea llamante, **CLI**(Calling Line Identification) y de desvío de llamada. Esta es información independiente de la red inteligente.

Una vez se produce el requerimiento de activación al SSF del servicio especial, este a su vez solicita la ejecución a la función de control de servicio SCF(Service Control Function) que es la entidad externa que contiene la lógica del servicio. Posteriormente como parte del proceso de ejecución del servicio estas dos entidades continúan interactuando. Tanto la activación como la interacción posterior se realizan por medio de una serie de mensajes estandarizados denominados operaciones INAP y de los cuales existen 26 tipos. Cinco de estas operaciones están destinadas a soportar la comunicación entre el SCF y la función de recursos especiales, **SRF**(Special Resource Function), para permitir obtener o proveer información relacionada con la llamada, usualmente del abonado que genera la

llamada, generalmente por medio de servicios de audio respuesta con detección de tonos o de voz. De estas operaciones vale la pena explicar en más detalle las siguientes:

**InitialDetectionPoint(I\_DP).** Esta es la operación inicial, por medio de la cual el SSF solicita la activación del servicio al SCF, y le suministra la información requerida para tal fin. Dicha información es suministrada por medio de una serie de parámetros que hace parte de la operación. El parámetro **service key** contiene una referencia numérica que indica el conjunto de condiciones o criterios asociados a la activación o "disparo" del servicio solicitado, y que permite al SCF ejecutar el programa que implementa la lógica del servicio particular. Este es el único parámetro de carácter obligatorio para la operación. Adicionalmente puede contener otros parámetros opcionales como el parámetro **calledPartyNumber** que contiene el número del abonado llamado.

### 6.3.3 Modelo de estados de llamada básica.

El modelo de estado de la llamada básica o **BCSM**(Basic Call State Model) definido en la recomendación ITU Q.1214 permite representar el proceso de una llamada normal.

El BCSM modela el proceso de una llamada considerando dos partes, una parte que modela la parte asociada al origen o generación de la llamada, la **O\_BCSM**(Originating BCSM), y otra que modela la parte asociada a la terminación de la llamada, la **T\_BCSM**(Terminating BCSM), intercomunicadas entre si.

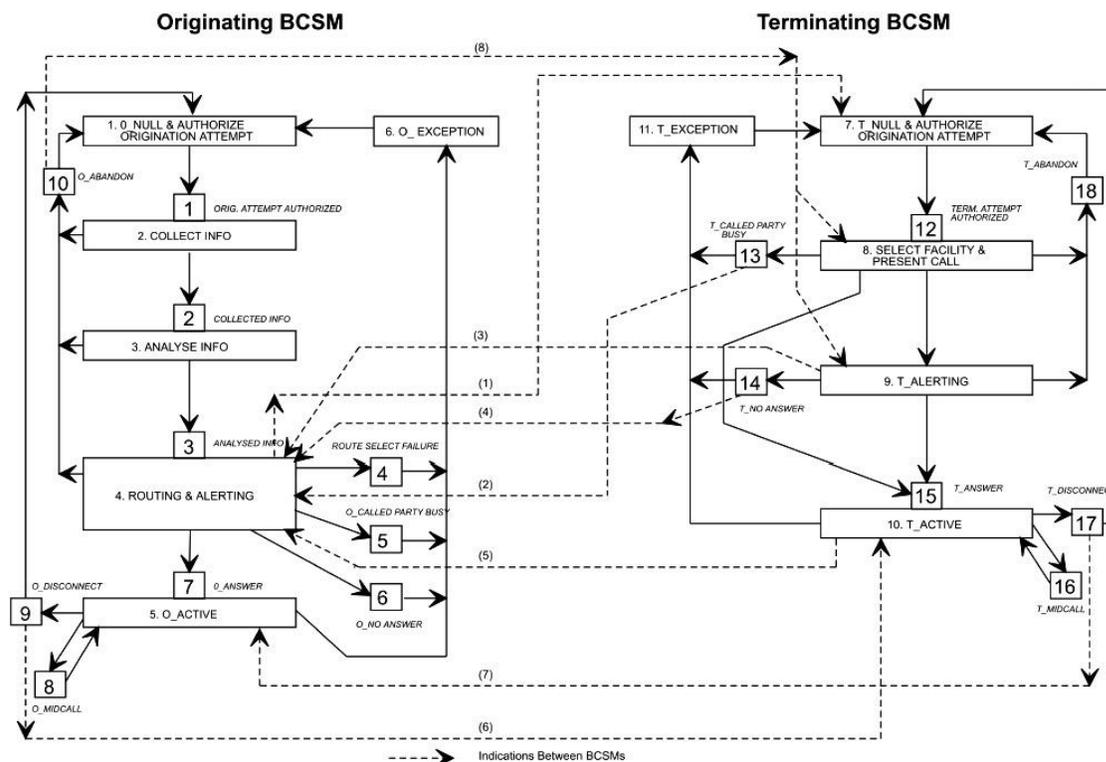


Figura - 26. Modelo de Llamada

El BCSM define una serie de estados para la llamada denominados **PICs**(Points in Call) y que representan los momentos de estabilidad de la llamada, y las correspondientes transiciones entre dichos estados, para las cuales se definen una serie de puntos de

detección **DPs**(Detection Points), que son puntos de monitoreo sobre el proceso de la llamada y que establecen los lugares donde se puede producir eventualmente el requerimiento de activación o “disparo” de un servicio de red inteligente. La generación del requerimiento de activación o evento de disparo puede estar condicionado a ciertos criterios específicos establecidos en las tablas de “disparo” o “trigger”. Adicionalmente en estas tablas se especifica la información que, en el evento de una solicitud de activación, el SSF debe incluir en los mensajes u operaciones hacia el SCF.

## **6.4 TINA-C.**

En el año 1993 se formo el consorcio TINA-C(Telecommunications Information Networking Architecture Consortium), conformado por los principales operadores de telecomunicaciones, fabricantes de equipos y proveedores informáticos.

El consorcio surge como respuesta a la situación experimentada en la industria de las telecomunicaciones caracterizada por los siguientes elementos:

- Ineficiencias en la oferta de servicios de telecomunicaciones y en la gestión de las redes que los soportan.
- Demanda de servicios de telecomunicaciones cada vez más sofisticados y de mayor cobertura.
- Tendencia evolutiva en la integración de las tecnologías de la información y las telecomunicaciones, y papel fundamental del software en este escenario.

Ante esta percepción del sector de las telecomunicaciones el objetivo del consorcio es la creación de una arquitectura software abierta que integre soluciones para provisión de servicios y de gestión tanto de servicios como elementos de red, y que permita una evolución independiente de la tecnología de transporte que la soporta.

Como producto del trabajo del consorcio en el desarrollo de modelos conceptuales y especificaciones de la arquitectura de servicio, se tienen elementos de suma importancia para el presente trabajo.

### **6.4.1 Requisitos de la arquitectura TINA-C.**

La arquitectura software de las redes de telecomunicaciones debe ser consistente para servicios y gestión soportando las siguientes características:

#### **Transporte y acceso universal a la información.**

La arquitectura TINA-C es totalmente distribuida y en esta cualquier servicio debe poder accederse desde cualquier lugar y en cualquier momento, siendo totalmente transparente para el cliente su ubicación y tecnología subyacente.

### **Rápida provisión del servicio.**

Este requerimiento permite una respuesta rápida ante una petición de servicio de un cliente. Exige un proceso de provisión automático y controlado por el cliente. Para lograr este objetivo de manera rentable se necesita promover la reusabilidad del software y sus especificaciones, de manera tal que los programas automatizados de provisión de servicios sean capaces de satisfacer las necesidades de los operadores de la red y de los usuarios finales.

### **Servicios a medida.**

Cada vez los requerimientos de los clientes respecto a la funcionalidad esperada por los servicios son más específicos. Esta característica permite al cliente personalizar completamente el servicio requerido.

### **Desarrollo por parte de terceros de servicios y aplicaciones.**

Para lograr una economía de escala es necesario que los servicios y aplicaciones puedan ser desarrollados por terceros, y que dichos desarrollos puedan ser utilizados en las redes de los diferentes operadores independientemente de las particularidades de la tecnología subyacente.

### **Servicios de seguridad, fiabilidad y prestaciones.**

Como cualquier arquitectura software, la de TINA-C, el aspecto de la seguridad de la información se vuelve cada vez más relevante; por eso se requiere de los mecanismos que permitan brindar las características de seguridad y fiabilidad deseado según el tipo de servicio y/o información utilizado o cursada en un momento dado.

## **6.4.2 Principios de la arquitectura.**

La arquitectura TINA-C especifica un conjunto de principios que deben ser cumplidos durante el desarrollo y despliegue de los servicios de la red de información. Los principios más importantes son los siguientes:

### **Entorno de ejecución distribuida, DPE(Distributed Processing Environment).**

Todas las aplicaciones de la red de información son de carácter distribuido. El DPE ofrece la infraestructura básica de comunicación tanto a nivel interno como entre aplicaciones, ofreciendo a éstas lo que se denomina transparencia de distribución.

### **Bloques de construcción.**

Las aplicaciones se despliegan en unidades de software denominadas bloques de construcción o "building blocks". Cada uno de estos bloques de construcción se instala de manera independiente y puede ser suministrado por un proveedor diferente. Cada componente tiene una interface bien definida que permite ensamble.

### **Modelo de componente de servicio.**

Las aplicaciones están conformadas por componentes estructurados en dos niveles: nivel de núcleo y nivel de acceso, permitiendo aislar el servicio de sus aspectos de entorno. Todo componente ofrece interfaces de uso como de gestión.

### **Gestión a través de objetos gestionados.**

Los recursos que forman parte de la red (equipos de red, nodos de computación y software) son modelados como objetos gestionados siguiendo los estándares de gestión OSI.

### **Separación servicio/transporte.**

El despliegue de las funciones de un servicio debe ser independiente de las funciones de transporte requeridas para suministrarlo. Este principio está encaminado directamente a independizar los servicios de la tecnología subyacente, permitiendo la evolución independiente de unos y de los otros.

## **6.4.3 Niveles funcionales de la arquitectura.**

En concordancia con los principios anteriores TINA-C define una arquitectura con los niveles funcionales que aparecen en la figura:

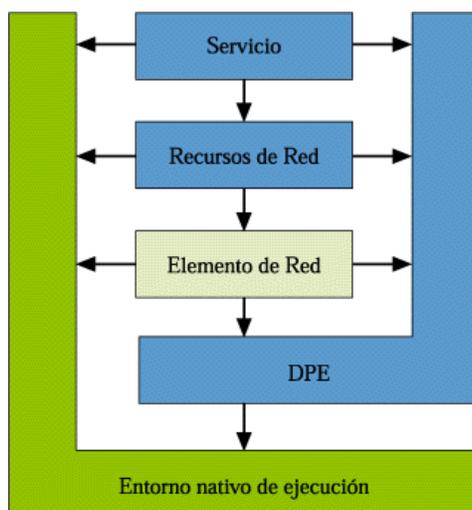


Figura - 27. Niveles funcionales de la arquitectura TINA-C

### **Entorno nativo de comunicaciones y ejecución.**

Lo componen el sistema operativo y los servicios relacionados que forman el entorno de ejecución de las aplicaciones.

### **Entorno de ejecución distribuida, DPE.**

Lo componen el conjunto de funciones que posibilitan la distribución de las aplicaciones y la interacción entre los objetos bloques de construcción que las componen.

### **Elemento de red.**

Se refiere a las funciones que representan a los equipos de conmutación y transmisión independientemente de las tecnologías específicas.

### **Recursos de red.**

Hace referencia al conjunto de funciones para la gestión y control de los elementos de red.

### Servicio.

Lo constituyen las funciones, tanto de control como de gestión, específicas al servicio.

#### 6.4.4 Ciclo de vida del servicio.

<b>Creación</b>	Análisis	
	Definición	
	Especificación	
	Verificación	
	Desarrollo	
	Validación	
	Pruebas de conformidad	
	Pruebas de sistema	
<b>Despliegue</b>	Instalación	
	Activación	
<b>Operación</b>	Proveedor	Suscripción
		Autorización
		Acceso
		Interacción
		Fin
		Prohibición
		Cancelación
<b>Retirada</b>	Desactivación	
	Eliminación	

**Figura - 28.** Ciclo de vida del servicio según TINA-C

La fase de creación incluye actividades típicas de la ingeniería de software como análisis, definición, especificación, verificación, desarrollo, validación, pruebas de conformidad y pruebas de sistema.

La fase de despliegue incluye una subfase de instalación del servicio, que pueden incluir actividades de despliegue de nuevas versiones del software, reconfiguración de parámetros, y una subfase de activación encargada de activar el servicio.

Posteriormente el servicio entra en fase de operación, la más extensa en el tiempo, y que involucra varias subfases asociadas a diferentes actores. La subfase de suscripción esta asociada al proveedor y permite suscribir a un cliente el servicio determinado. Una vez dada la suscripción, el cliente del servicio puede en la subfase de autorización autorizar la utilización del servicio por parte de un usuario determinado, quien a su vez puede posteriormente acceder al servicio, subfase de acceso, utilizarlo, subfase de interacción y finalmente finalizar su utilización, en la subfase fin. Adicionalmente el cliente puede desautorizar el acceso del usuario al servicio, en la subfase de prohibición, y el proveedor puede cancelar la suscripción de un cliente al servicio, en la subfase de cancelación.

La última fase del servicio es la retirada que incluye la subfase de desactivación del servicio y finalmente la subfase de eliminación del servicio que implica la desinstalación del servicio.

## 7 APLICACIÓN PROTOTIPO.

Una vez estudiadas la telefonía sobre Internet, y en particular el conjunto de protocolos H.323, las arquitecturas de servicios de telecomunicaciones y la tecnología de agentes móviles, en este capítulo se aborda el proceso de desarrollo de la aplicación prototipo, utilizando como herramienta notacional el lenguaje de modelamiento unificado, UML(Unified Modeling Language) con algunas de las extensiones propuestas para el modelamiento de agentes móviles(AUML, Agent UML ).

La aplicación prototipo que se ha seleccionado es la del servicio de tele votación, pero el enfoque de diseño y desarrollo es tal que se ha concebido realmente una arquitectura de servicios, sobre la cual se podría soportar fácilmente cualquier otro servicio especial.

Debido al carácter de prototipo de la aplicación se ha acotado y restringido el trabajo de diseño e implementación con el fin de poder lograr los objetivos planteados con las limitantes de recursos existentes. En particular, los elementos del sistema H.323 han sido simulados y solamente sus aspectos de señalización generales, es decir, el sistema H.323 con el que se trabaja no esta en capacidad de establecer comunicaciones multimedia como tal, solo implementa la señalización pertinente o relacionada con la arquitectura de servicio propuesta. Esta decisión se ha tomado debido a que el esfuerzo que implicaría la integración de la arquitectura de servicios especiales con un sistema particular H.323 es bastante considerable pero el hecho que el sistema pueda cursar llamadas de voz no es significativo desde la perspectiva del funcionamiento de la arquitectura de servicios propuesta. De otro lado, con relación al ciclo de vida de servicios la aplicación prototipo se concentra en la fase de utilización del servicio, dejando las restantes fases y en especial la de creación o construcción de los servicios para trabajos posteriores.

### 7.1 PROBLEMÁTICA DE TELECOM

El proyecto está enmarcado fuertemente en la necesidad sentida de evitar que el problema que se presentaba en la plataforma de RI de TELECOM se presentara en el naciente sistema de telefonía IP. A continuación se ilustra el problema de la plataforma de RI y su incidencia en la plataforma de telefonía IP de TELECOM (ver §5.3).

En aquel entonces (año 1995) los únicos desarrollos que se prestaban a través de la Red Inteligente (RI) eran: La Tarjeta prepago (que tenia realmente un bajo tráfico), el servicio 018000 (servicio insigne) y 01900 (apenas conocido). En estas condiciones la red inteligente trabajaba con poca carga y no tenía problemas de congestión o cuellos de botella significativos.

El uso de la plataforma de Red Inteligente como apoyo a concursos y encuestas a través del servicio de Tele votación, presentaba innumerables problemas, entre los cuales podemos numerar:

- Cuello de botella con el sistema de audio respuesta de la Red Inteligente. Este era realmente el principal problema. Cuando se liberaba un concurso de tele votación,

eran muchos y muy seguidos los accesos al sistema de audio respuesta de la RI (IP, Intelligent Peripheral), lo cual ocasionaba un cuello de botella que afectaba el servicio mismo de tele votación (Quedando los usuarios en una espera infinita) y especialmente el servicio de tarjeta prepago. Este problema generó muchos reclamos por parte de los usuarios.

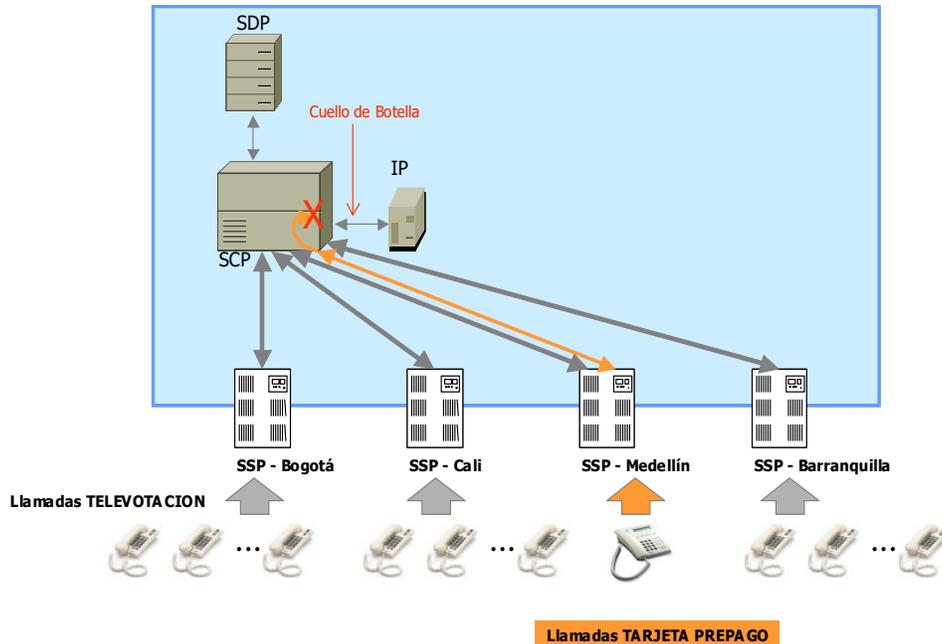


Figura - 29. Problema de cuello de botella

- Poca Flexibilidad para obtener la información. El servicio de tele votación arrojaba los resultados de una manera que al operador le tocaba capturar ese listado y efectuar un pre-procesamiento para mostrarlo al cliente final. Ese pre-procesamiento muchas veces incluía análisis en Excel y desarrollo de gráficas HTML para mostrar su contenido. La plataforma de RI no permitía la interacción a través de la WEB por un tercero.
- Imposibilidad de trabajar directamente sobre la plataforma. El fabricante no permitía que se desarrollaran servicios implementados por un tercero sobre su plataforma. Esto hizo que no se tuviera información real de ciertos protocolos e impidió el desarrollo de soluciones que trabajara directamente sobre componentes de la RI.
- La actualización de la plataforma era costosa. Con lo cual no se tenía una solución Integral al problema, dado que no solo se debían actualizar algunos (o todos) los módulos de la RI sino también algunas partes de la centrales, resultando en un negocio millonario, que aún esta en estudio.

Este escenario fue la incubación de muchos proyectos de desarrollo al interior de la División de Investigación del ITEC que buscaban solucionar éstas y otras deficiencias que presentaba la plataforma de RI.

Como resultado de esto se desarrolló una plataforma de concursos, que permitía la recepción y atención de las llamadas por medio de un sistema de audio respuesta con facilidades de visualización automática de resultados al cliente. El esquema de funcionamiento se muestra en la siguiente gráfica.

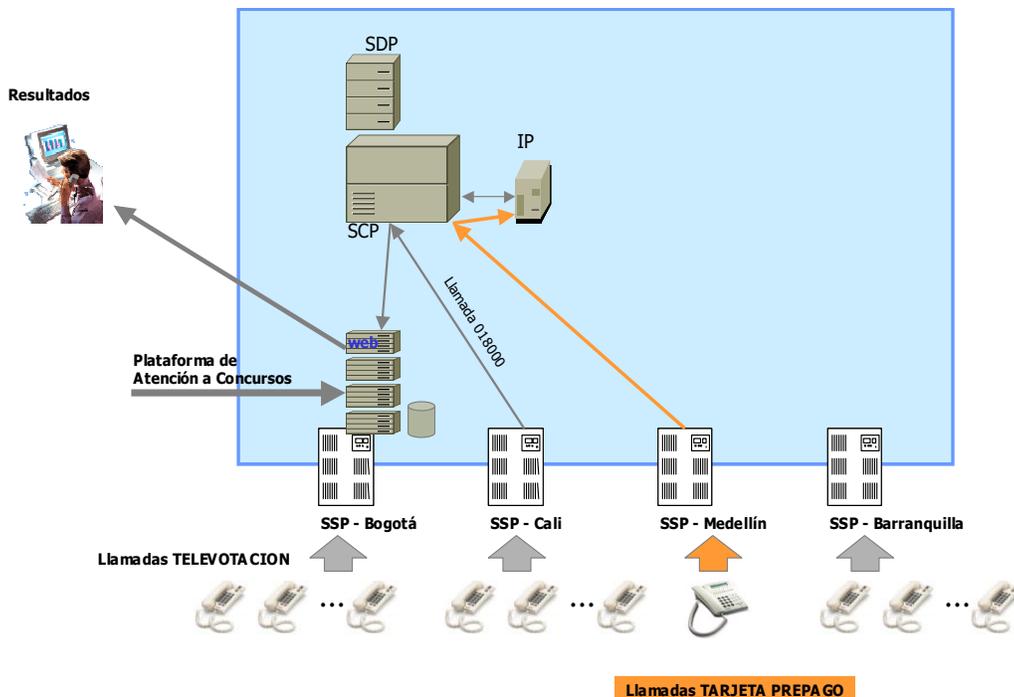


Figura - 30. Funcionamiento plataforma de concursos

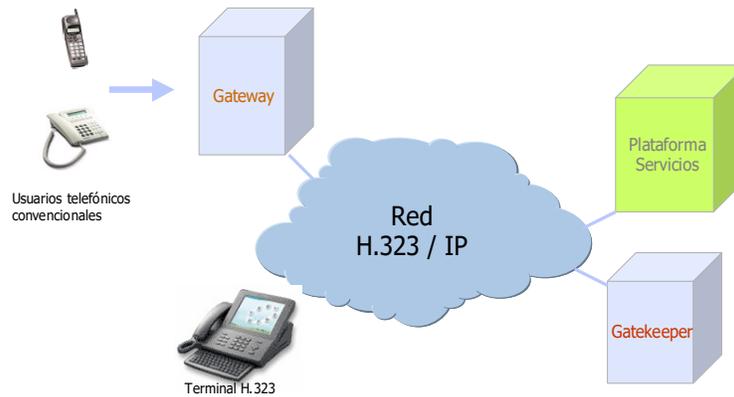
Dentro de las principales características de esta plataforma se encontraba:

- ▶ Esta plataforma podía trabajar de manera centralizada o distribuida
- ▶ Se comunicaba con la centrales a través del sistema de señalización No. 7
- ▶ Almacenaba la información en una base de datos comercial.
- ▶ Utilizaba tarjeta de VOZ en conjunto con un software desarrollado en el ITEC para efectuar las tareas de audio respuesta.

Este tipo de plataforma atendió el gran volumen de llamadas del programa de televisión "Protagonistas de Novela".

Por su parte el proyecto de TELEFONIA IP estaba bastante adelantado, ya contaba con varios gateways de voz funcionando y estaba implementando un esquema similar al de la Red Inteligente para el suministro de servicios especiales dentro del sistema de telefonía IP. Este implementación de RI no seguía de manera estricta su recomendación, sino que sacaba lo mejor de la norma y se llevaba a la plataforma de voz IP. Por ejemplo, la creación de servicios por medios SIBs y la creación de un control central de los servicios, entre otros.

El problema registrado en la plataforma de RI de TELECOM podría presentarse en el esquema implementado en la plataforma de Voz IP de TELECOM, puesto que seguía su carácter centralizado, aunque en este caso no se tendría el cuello de botella por la falta de recursos del IVR (presentes en cada gateway) sino por la degradación del servicio de voz al tener que compartir el ancho de banda dimensionado para voz con las consultas al nodo central de servicios, especialmente en las ráfagas que presentaban algunos programas de concurso. Adicionalmente, los enlaces de Internet que interconectaban los gateways eran susceptibles a eventuales caídas del servicio.



**Figura - 31.** Arquitectura de la plataforma de Telefonía IP

En la gráfica se ilustra una parte de la arquitectura de la plataforma de Telefonía IP de TELECOM. En ella vemos que los servicios especiales se concentraban en un servidor especial de tal manera que el gateway que atendía al usuario debía establecer una comunicación con la plataforma de servicios para la prestación de un servicio en particular. En ese momento el tráfico ocasionado por el servicio compite con el ancho de banda de las conversaciones de voz, y si son muchas las consultas a la plataforma de servicios la calidad de voz de las llamadas se puede ver comprometida. Recordemos que la Telefonía IP, al menos en la montada por TELECOM, no implementaba características de calidad de servicio. Adicionalmente, en caso que un enlace de un gateway se cayera el gateway queda aislado y no habría posibilidad de prestar ningún servicio,

Si bien, el esquema presentado funciona adecuadamente, no es el óptimo cuando se tiene toda la capacidad de la red, y más aún con el antecedente del problema de RI.

## 7.2 REQUERIMIENTO GENERAL.

Con el fin de mirar la viabilidad del uso de los agentes móviles en la plataforma de telefonía IP de TELECOM, se efectúa un proceso exploratorio que busque implementar un servicio especial utilizando la plataforma de telefonía IP de TELECOM y los agentes móviles. A continuación se describen los requerimientos:

- Diseñar e Implementar el servicio de Tele votación<sup>12</sup> para la Plataforma de Telefonía IP de TELECOM.
- Posibilidad de introducir nuevos servicios.
- Transparente para el usuario final.
- Posibilidad de actualizar la información de los servicios.
- Evitar la pérdida de información del servicio por caídas de la conectividad. (Funcionamiento off-line)
- Visualización de la Información por medio de una página WEB.
- **Servicio de Tele votación.**
  - o Cada voto estará asociado a un número telefónico. Es decir, al llamar a un número previamente configurado (Ej. 01900100001) significaría el voto por una opción determinada.
  - o Soportar varias tele votaciones. Es decir, el usuario podría votar por las tele votaciones que estuvieran activas en ese momento.
  - o Permitir ACTIVAR/DESACTIVAR una Tele votación.
  - o Permitir CANCELAR una Tele votación
  - o Configuración de los prefijos o puntos de verificación del servicio. (Ej. Tele votación => 019001)
  - o Configuración del servicio a través de una página WEB
  - o DATOS,
    - Nombre Tele votación.
    - Vigencia (Fecha Inicial – Fecha Final)
    - Número Votos Máximo.
    - Configuración dinámica de los Votos.
    - Asignación dinámica de números telefónicos asociados a cada voto.
    - Posibilidad de Modificación de la información de los votos.
  - o Consulta del servicio a través de una página WEB. (Por parte del suscriptor del servicio)

Adicionalmente, en un futuro cercano se requiere soportar toda una serie de servicios especiales, algunos ya definidos y otros por definir, de una manera rápida, eficiente y flexible, que brinde una verdadera ventaja competitiva a la empresa proveedora del servicio de comunicación de telefonía IP.

**NOTA:** Debido a que no se contó con la Plataforma de Telefonía IP de TELECOM para efectuar el prototipo, se han simulado las entidades H.323 más importantes incluyendo la filosofía de funcionamiento que cada entidad tenía en la plataforma de TELECOM.

<sup>12</sup> Se escogió este servicio por ser muy utilizado por TELECOM para los concursos.

## 7.3 ARQUITECTURA DE SERVICIOS PROPUESTA

Para satisfacer el requerimiento de la prestación del servicio especial como el de tele votación entre otros, es necesario diseñar y proveer al sistema de telefonía IP de una arquitectura de servicios que permita cumplir apropiadamente con el objetivo planteado.

### 7.3.1 Criterios de Diseño de la Arquitectura de Servicios.

A continuación se describen una serie de aspectos y consideraciones que la arquitectura de servicios a diseñar debe de satisfacer. Es de observar que la mayoría de los aspectos están directamente relacionados con características encontradas en las arquitecturas de servicios estudiadas, red inteligente y TINA-C, y han sido contextualizados en el marco del sistema de telefonía IP de TELECOM.

- **Ejecución de la lógica de los servicios especiales lo más cercana a los terminales de usuario.**

Como se mencionó anteriormente uno de los principales inconvenientes o debilidades de la arquitectura de red inteligente es la centralización que la caracteriza. Existe un ente central, el SCP(Punto de control de servicio, Service Control Point) encargado de atender los múltiples requerimientos por parte de los abonados de servicios especiales. Dicha atención implica la ejecución del servicio en una instancia por cada solicitud recibida. Como es de esperarse se presentan estados de fuerte congestión durante los cuales se dejan de atender nuevas solicitudes de servicio, con las implicaciones de esto en cuanto a la disponibilidad del servicio. Este tipo de situaciones se experimentan con mayor frecuencia con servicios especiales como los de tele votación que generan una gran cantidad de demanda durante periodos de tiempo muy cortos; como puede suceder, por ejemplo, en el contexto de un programa televisivo de opinión o concurso con cobertura nacional que invita a sus televidentes a votar por una de varias opciones durante un periodo de 30 minutos.

Debido a la carencia inherente de capacidad computacional en los periféricos de abonado la arquitectura de red inteligente tiene que convivir con este tipo de problemas. De otro lado el escenario es totalmente opuesto en un sistema de telefonía IP, puesto que los periféricos de abonado cuentan con gran capacidad de procesamiento. Es entonces apenas lógico tratar de aprovechar dicho potencial para evitar los problemas de congestión por centralización de la ejecución de la lógica de los servicios especiales.

- **Soporte al ciclo de vida del servicio definido por TINA-C.**

Es claro que el trabajo de especificación del consorcio TINA-C esta concebido para las redes de telecomunicaciones modernas, donde la convergencia de servicios es natural y en las cuales el software y los ambientes distribuidos juegan un papel principal. En particular la definición del ciclo de vida del servicio es bastante completa e incluye las diferentes fases que un servicio software y soportado en un entorno distribuido podría o debería considerar. Por tanto y considerando el requerimiento anterior y la naturaleza de entorno distribuido de los sistemas de agentes móviles la arquitectura de servicios debe de soportar las fases del ciclo de

vida del servicio tal como lo concibe TINA-C.

- **Soporte a múltiples servicios y de forma estándar.**

El diseño de la arquitectura debe ser tal que soporte a cualquier servicio especial implementado o por implementar; y para lograr esto debe de definir un estándar o interfaz a seguir o implementar por los servicios especiales con el objetivo de que puedan ser soportados de una forma transparente y sin necesidad de hacer "ajustes" o manejos especiales para un servicio particular. Aunque este no es el objetivo del presente trabajo, se ha decidido que tenga esta característica para que otros grupos puedan utilizar la plataforma y continuar con la investigación.

- **Incorporar mecanismos de actualización transparente.**

Normalmente en una arquitectura de servicios como en la de red inteligente los procesos de actualización del código de ejecución de los servicios especiales son dispendiosos, costosos e implican generalmente la salida del servicio por un periodo de tiempo. De manera similar los procesos de actualización de los servicios especiales asociados a un suscriptor particular son generalmente lentos (horas e incluso días) e implican la participación de personal administrativo y técnico. Obviamente esta es una situación no deseada en una arquitectura de servicio y es por eso que lo perseguido en el diseño de la nueva plataforma es todo lo contrario a lo actual, es decir que el sistema este pensado para una evolución permanente y natural tanto de la lógica de los servicios como de su interacción con los suscriptores.

- **Niveles altos de personalización de los servicios y en forma directa por los suscriptores.**

La arquitectura de servicios a derivar debe permitir en el mayor grado posible la personalización del servicio por cada suscriptor en particular, permitiendo que el usuario obtenga lo que realmente quiere y necesita; y dicho proceso de personalización debe ser desarrollado de forma directa por el suscriptor, sin intermediarios ni sujeta a condicionamientos innecesarios en un sistema con alta capacidad de procesamiento distribuido.

- **Aprovechar al máximo las características de reusabilidad y componentización del software.**

Uno de los aspectos que se debe de aprovechar o maximizar en cualquier sistema intensivo en software es de la reusabilidad de este, puesto que permite un esfuerzo de desarrollo mucho más eficiente. Adicionalmente, otra característica primordial en cualquier arquitectura software moderna y estrechamente relacionada con la reusabilidad es la de un diseño basado en componentes de software que se pueden usar una y otra vez en diferentes parte de la arquitectura o de los mismos servicios y de una forma fácil, claramente definida y que facilita los procesos de actualización.

- **Independencia entre la arquitectura de servicios y el sistema de telefonía IP.**

Como se concibe en las especificaciones de TINA-C, dada la gran flexibilidad que se puede lograr con sistema intensivos en software, es de suma importancia concebir un diseño de arquitectura de servicios que sea lo más independiente posible del sistema de telefonía IP particular, permitiendo así una evolución de ambos sistemas que no sea interdependiente. De esta manera es de esperarse que la arquitectura propuesta pueda fácilmente implementarse sobre un sistema de telefonía IP diferente al H.323,

como por el ejemplo uno que utilice SIP, y que no se vea afectada ni limitada por las actualizaciones de estos sistemas.

### 7.3.2 Diseño de la Arquitectura de Servicios.

Tomando como punto de partida los requerimientos generales, el conocimiento sobre la arquitectura de red inteligente y la definida por TINA-C, y el conocimiento sobre las plataformas de agentes móviles y sus posibilidades se procedió a diseñar la arquitectura de servicios para el sistema de telefonía IP de TELECOM.

En primera medida la plataforma de agentes móviles funcionaría como conector entre los servicios y la red H.323, labor que antes se realizaba de manera centralizada. Sobre esta plataforma se ejecutan los elementos H.323 y los servicios que hace uso de movilidad.

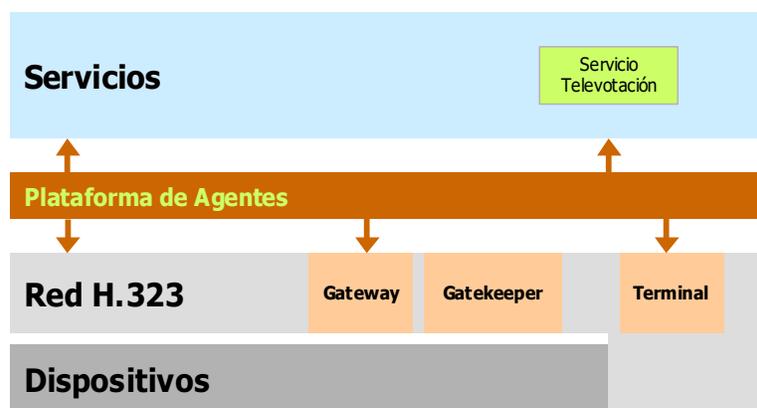


Figura - 32. Función de la plataforma de agentes móviles.

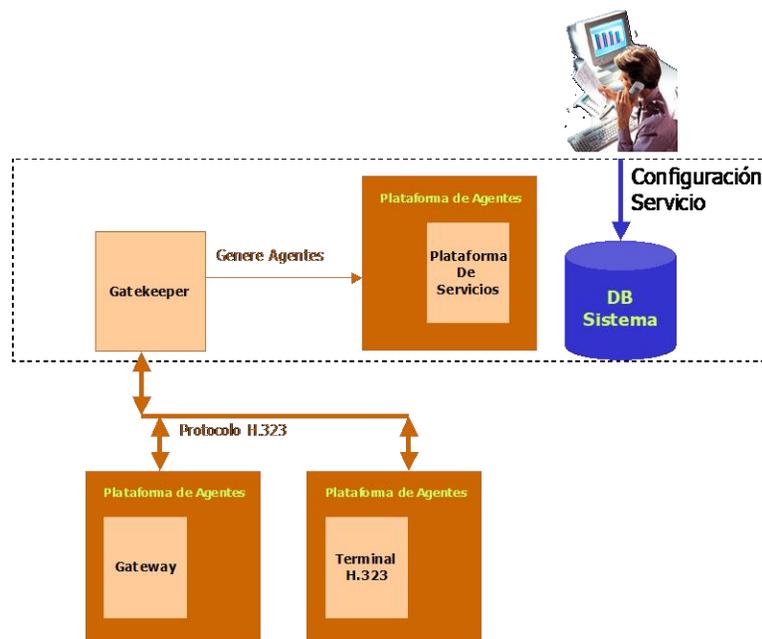


Figura - 33. Arquitectura general del sistema.

Si comparamos esta gráfica con la figura 31, vemos que no hay cambios sustanciales en cuanto a la composición de los equipos constitutivos de la plataforma de telefonía IP (se

mantienen los mismos equipos), sin embargo, en cada uno de éstos se añade la plataforma de agentes móviles, como entorno común de ejecución de los elementos involucrados en la prestación del servicio. Nótese como el Gatekeeper no necesita tener una plataforma de agentes móviles a pesar que está involucrado directamente en la prestación del servicio. Esto obedece a que el Gatekeeper solo es un entidad de consulta, y no genera agentes ni tampoco necesita recibirlos.

### **TERMINAL H.323.**

Es el “teléfono” de la telefonía IP H.323. En nuestro caso se encuentra simulado implementado una lógica de llamada (BCP) con unos puntos de verificación (PV), los cuales, al cumplirse la condición asociada ejecutan un agente de servicio particular. La configuración de los PV depende de los servicios que tenga el usuario, por tanto es dinámica y particular a cada usuario.

El Agente Suscriptor se encarga de configurar estos valores.

### **Basic Call Process, BCP.**

El proceso básico de llamada es la entidad encargada de implementar el proceso normal de una llamada, así como de posibilitar la habilitación de puntos de verificación y activación de servicios especiales implementados por medio de los agentes de servicio.

Es implementado al interior de la terminal H.323

### **GATEKEEPER.**

Entidad H.323 encargada de proveer control de acceso a las otras entidades H.323, traslación de direcciones y de servir opcionalmente de intermediario de señalización de llamada entre las terminales H.323. Igualmente, en nuestro caso está simulado.

Recibe las peticiones de conexión de la terminal, las registra en su base de datos (se visualiza gráficamente esta acción), y le dice a la Plataforma de servicios que un usuario se ha registrado para que le genere los agentes adecuados.

### **PLATAFORMA DE SERVICIO.**

Entidad (no H.323) que se encarga de la prestación de los servicios de la plataforma de Voz IP. Al interior de este equipo se implementa el gestor de agentes y los diversos agentes utilizados. También implementa una base datos par almacenamiento de la información de los servicios, la cual puede ser configurada y consultada a través de una página WEB.

Esta entidad se encarga de proveer las siguientes facilidades:

- **Implantación de servicios.** Permite la implantación en el sistema de nuevos servicios diseñados e implementados previamente, para así permitir que se puedan hacer disponibles al suscriptor del servicio y al usuario del mismo.
- **Habilitación de servicios.** Una vez implantado el servicio es necesario adicionalmente habilitarlo para que este disponible al usuario.
- **Deshabilitación de servicios.** Un servicio habilitado para suscripción puede

temporalmente deshabilitarse impidiendo que el usuario lo ejecute.

- **Publicación de servicios disponibles.** Presenta un listado de los servicios disponibles.
- **Suscripción a servicios disponibles por parte del usuario suscriptor.** El usuario suscriptor puede suscribirse a cualquiera de los servicios publicados.
- **Personalización de los servicios suscritos por parte del usuario suscriptor.** Cada servicio tiene asociado un conjunto de parámetros configurables, los cuales, pueden ser modificados por el suscriptor.

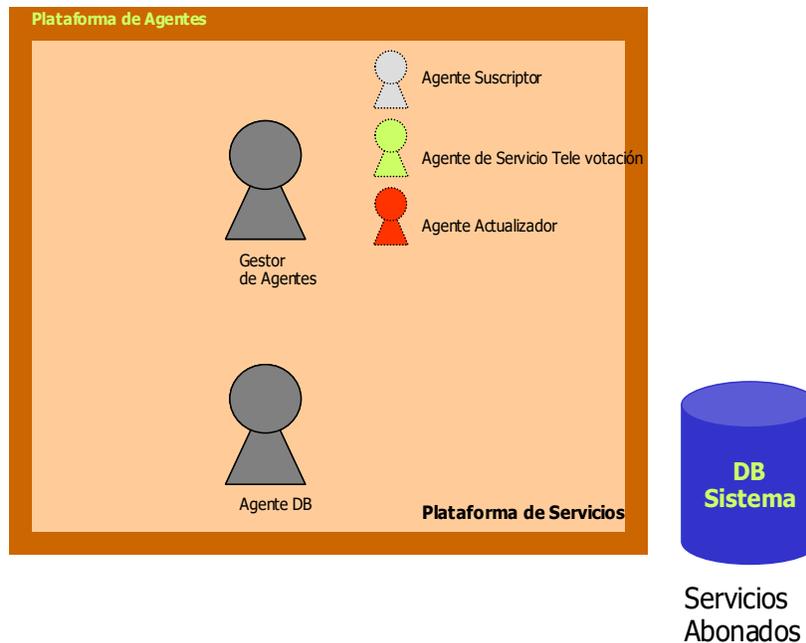


Figura - 34. Detalle de la plataforma de servicios.

### Gestor de agentes.

Es un agente estacionario que tiene las siguientes funciones:

- **Implantación de agente de suscriptor.** Esta función se refiere a la implantación en el sistema del código que soporta al agente suscriptor. (Instanciación y carga de los agentes)
- **Implantación de agente de servicio.** Esta función se refiere a la implantación en el sistema del código que soporta a los diferentes agentes de servicio.
- **Generación y envío de agente de suscriptor.** Cuando un usuario (terminal H.323) ingresa al sistema el gestor de agentes genera y envía el agente suscriptor a la plataforma de agentes asociada a la terminal del usuario.
- **Generación y envío de agente de servicio.** Cuando un usuario ingresa al sistema el gestor de agentes genera y envía los agentes de servicio asociados a la plataforma de agentes de la terminal del usuario.

### **Base de datos. (Ver anexo 3. Base de Datos)**

Implementada en MySQL, mantiene toda la información requerida por los servicios y agentes:

- Información del servicio (Nombre, Duración, Votos, etc)
- Nombres de los agentes.
- Teléfonos
- Prefijos

Se implementó una capa intermedia (DAO), que permite independizar el tipo de base de datos de la funcionalidad prestada. Aunque, la base de datos está en el mismo equipo de la plataforma de servicios, puede residir en un equipo distinto.

### **Agente DB.**

Agente estático que se encarga de recibir los votos de los agentes de servicio y almacenarlos en la base de datos. Este agente fue necesario porque las librerías que manejaban MySQL no se ejecutaban en el entorno del agente móvil.

### **Agente de suscriptor.**

Este agente es responsable de la información que representa las características específicas del proceso de llamada de un usuario en particular. Dicha información depende básicamente de los servicios particulares a los que se haya suscrito (o tenga acceso) el usuario. Este agente configura el BCP de la terminal H.323.

### **Agente de servicio.**

Este agente es responsable de la ejecución de un servicio en particular (en nuestro caso Tele votación). Se tendrá por tanto un agente por cada servicio en ejecución en la plataforma de agentes móviles de un usuario. En el caso del gateway, se tendrá un agente de servicio por tipo de servicio.

### **Agente Actualizador**

Este agente es responsable de la actualización de los agentes de servicio que están activos en cada una de las terminales. Se tiene un agente por cada tipo de servicio, debido a la estructura de información particular de cada servicio. Es un agente itinerante que salta de terminal en terminal de acuerdo a un orden establecido por el gestor de agentes.

### **Plataforma de agente.**

Es una entidad de soporte que permite la ejecución de los diferentes agentes móviles que hacen parte del sistema general. Se tiene un sistema agente asociado a la terminal H.323 y otro asociado a la entidad Plataforma de Servicios. En nuestro caso utilizamos Voyager™.

Para la programación de los agentes se utilizó el lenguaje de programación JAVA.

## 7.4 Funcionamiento del servicio de tele votación

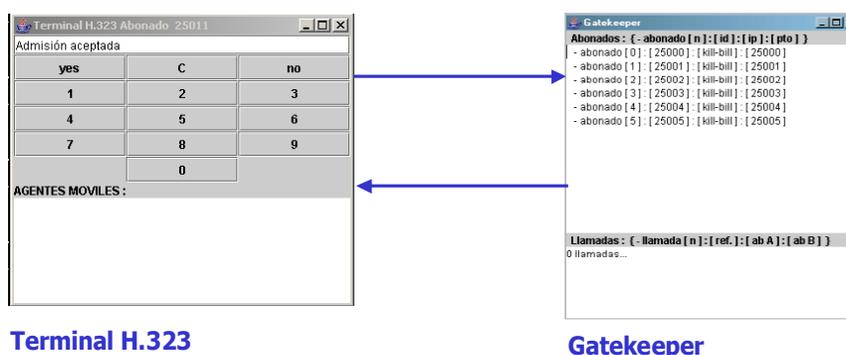
Inicialmente el suscriptor del servicio de tele votación, crea, parametriza y activa la tele votación que desea usar. Los procesos administrativos de creación del cliente y asignación del servicio no se tienen en cuenta en la interfaz gráfica y la base de datos se preconfigura con dicha información.

Este proceso de configuración se realiza a través de una página web. (Ver anexo 4)



Figura - 35. Configuración del servicio de tele votación.

Cuando la Terminal es activada la primera operación que debe realizar es la de registrarse con su Gatekeeper y de esa forma quedar "habilitada" para participar en una comunicación. En la arquitectura de servicios, el Gatekeeper (GK) antes de aceptar el requerimiento de la terminal solicita al Gestor de Agentes la instanciación y movilización a la Terminal del Agente de Suscriptor y de los Agentes de Servicio asociados a la terminal en particular; solo una vez sucede esto es aceptada la Terminal en el dominio del Gatekeeper.



Terminal H.323

Gatekeeper

Figura - 36. Proceso de registro con el Gatekeeper.

Para la generación tanto del agente suscriptor como los de servicio, el gestor de agentes realiza una consulta en la base de datos para conocer el nombre del agente asociado a cada servicio y configurarle las características adecuadas. Una vez configurado el agente suscriptor es enviado a la terminal indicada por el GK.

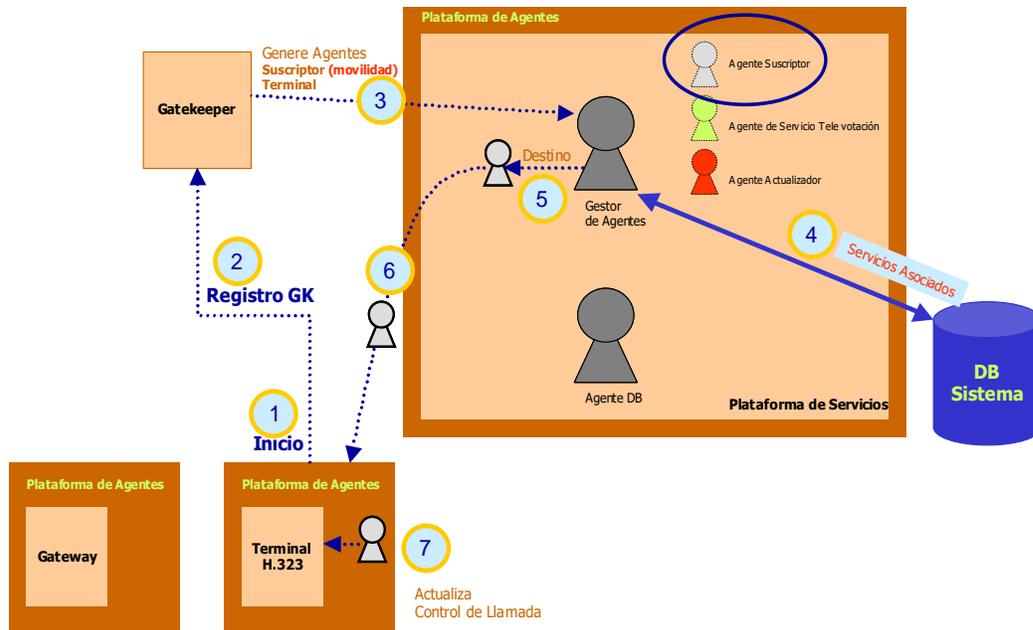


Figura - 37. Envío del agente suscriptor

Una vez llega el Agente de Suscriptor a la Terminal la primera acción que realiza es la configuración del BCP contenido en esta; dicha configuración consiste básicamente en habilitar los puntos de verificación del proceso de llamada definido por el BCP, actualizar las condiciones de activación de los puntos de verificación y en asociar el respectivo Agente de Servicio por cada punto de verificación que se desea habilitar. El punto de verificación cumple la misma función que los puntos de "disparo" de la arquitectura de red inteligente. Es de observar que el Agente de Suscriptor es generado de forma particular para cada usuario (terminal), puesto que depende de los servicios especiales a los que tenga acceso.

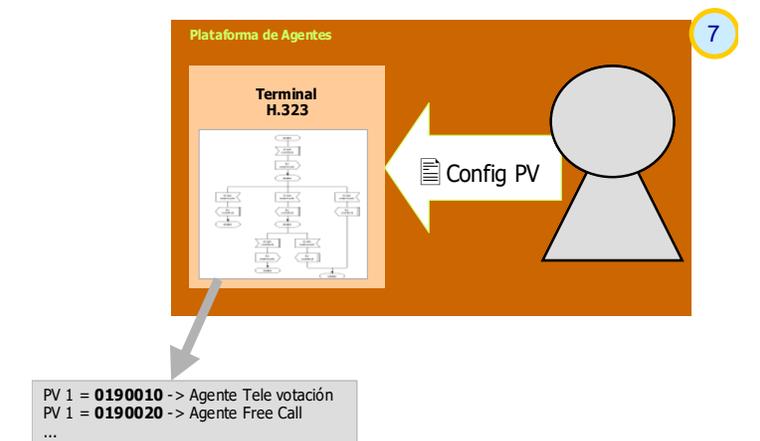


Figura - 38. Configuración del BCP por parte del agente suscriptor

De manera casi simultánea a la generación del agente suscriptor se genera el agente de servicio y es enviado a la terminal, en donde una vez llega se registra. El agente de servicio tiene toda la lógica para atender un servicio en particular.

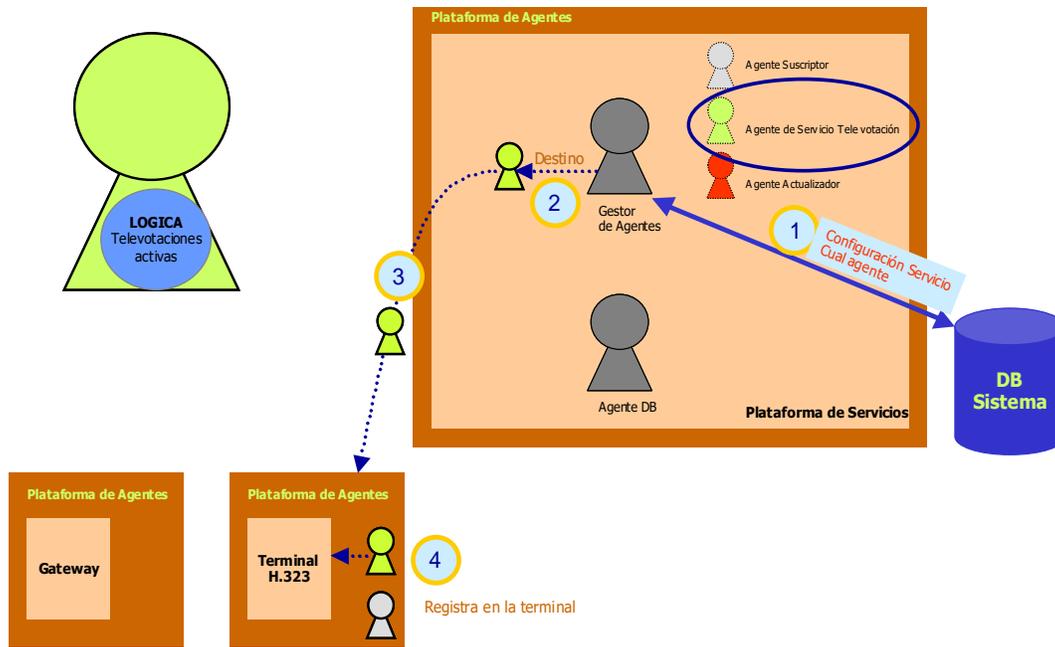


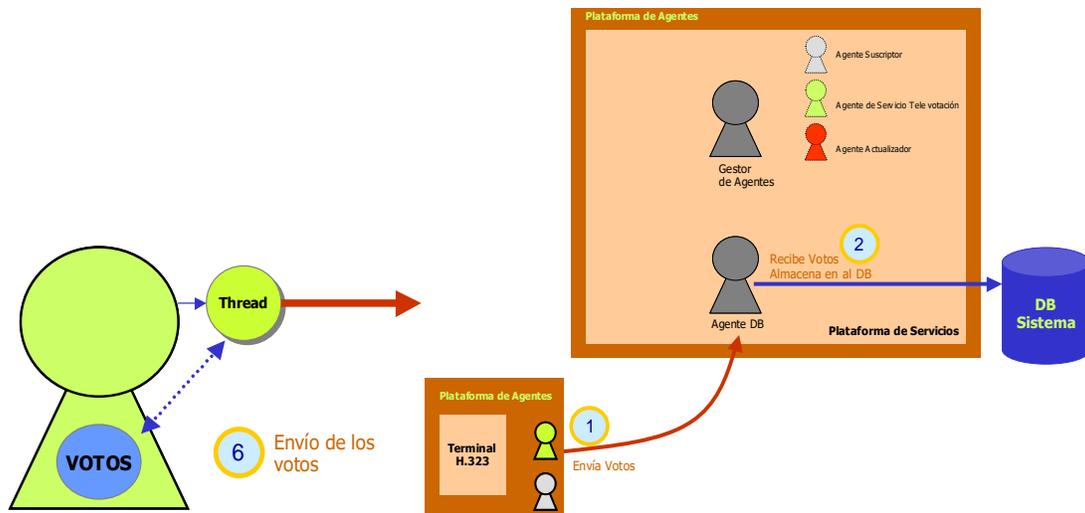
Figura - 39. Envío del agente de servicio

Cuando en la Terminal se activa un proceso de comunicación (llamada saliente o llamada entrante) se ejecuta el proceso de llamada especificado en el BCP de la Terminal y se verifican por éste si se dan las condiciones especificadas por los diferentes puntos de verificación activos, en cuyo caso se envía una solicitud de servicio al Agente de Servicio asociado que se encuentra localmente en la Terminal.



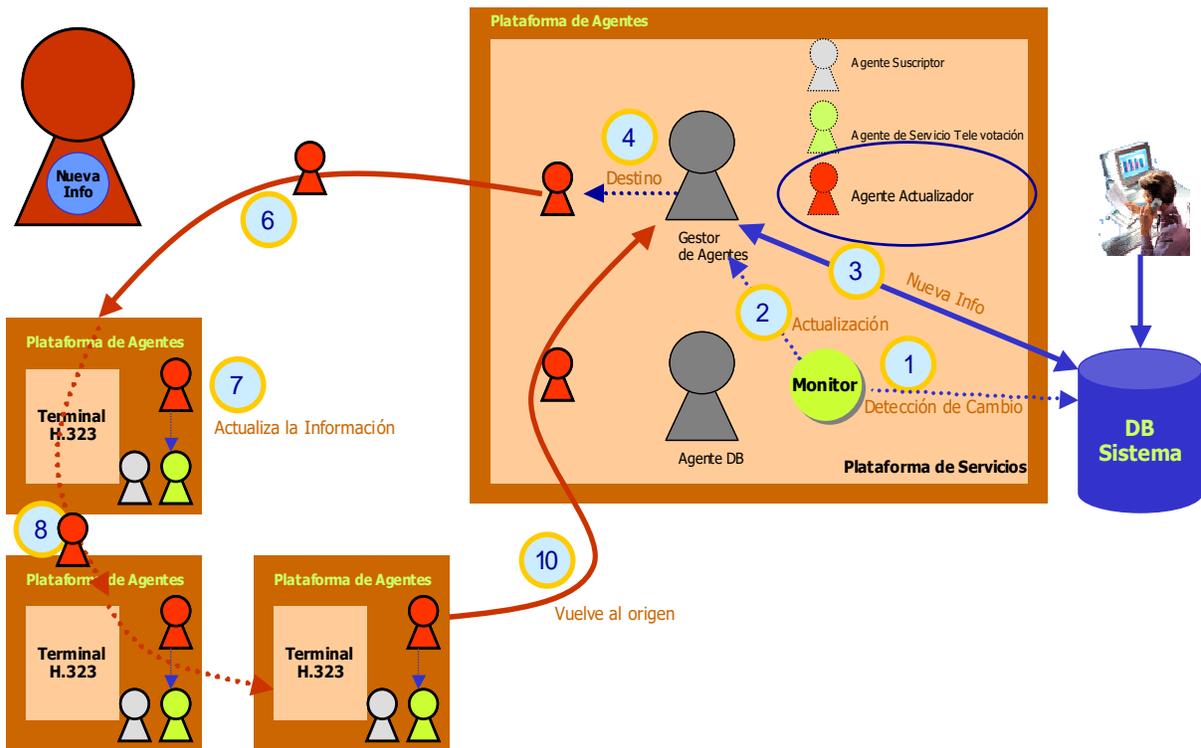
Figura - 40. Ejecución del agente de servicio

El Agente de Servicio ejecuta la lógica del servicio, que para nuestro caso es el registro del voto. Todos los votos los almacena el agente de servicio. Cada determinado tiempo (configurable) el agente de servicio ejecuta un *thread* que se encarga de comunicarse con el AgenteDB y enviarle cada uno de los votos registrados para su almacenamiento en la base de datos. El *thread* solo envía la información que no se ha enviado previamente.



**Figura - 41.** Envío de la información del agente de servicio

Cuando algún parámetro de la tele votación o de un servicio en particular es alterado, se genera un agente actualizador, el cual contiene la nueva información del servicio, y con ella viaja de terminal en terminal actualizando a cada uno de los agentes de servicio. Una vez el agente de servicio es actualizado utiliza la nueva información. Cuando el agente actualizador termina su recorrido vuelve a su origen.



**Figura - 42.** Envío del agente actualizador

Para la consulta del servicio de tele votación se hace a través de la página web

**Universidad del Cauca**  
**Maestría en Telemática**  
 DEMO de servicio de Televotación con Agentes Móviles  
 Viernes, 06 de Mayo de 2005

Usuario: Jairo Alberto Cardona - PULSAR TI LTDA

MENU Servicio: [ [TELEVOTACION Individual](#) ] :: Consultar servicio :: Detalle

Televotación La MEGA			
Fecha Inicio	2005-06-01 00:00:00	Hora inicio	20:00:00
Fecha Final	2005-08-01 22:19:00	Hora Final	21:00:00
Estado	ACTIVO		
Votos Usuario	1000	Votos Máximos	10000

Opciones Configuradas			Votos
Opción 0:	la Yoli	01900100000	280
Opción 1:	Mónica	01900100001	6
Opción 2:	Natalia	01900100002	4
Opción 3:	Pilarica	01900100004	7
Opción 4:	Hilda	01900100007	1
<b>TOTAL Votos</b>			<b>298</b>

[Detalles](#) (Muestra el listado con la totalidad de las llamadas efectuadas)

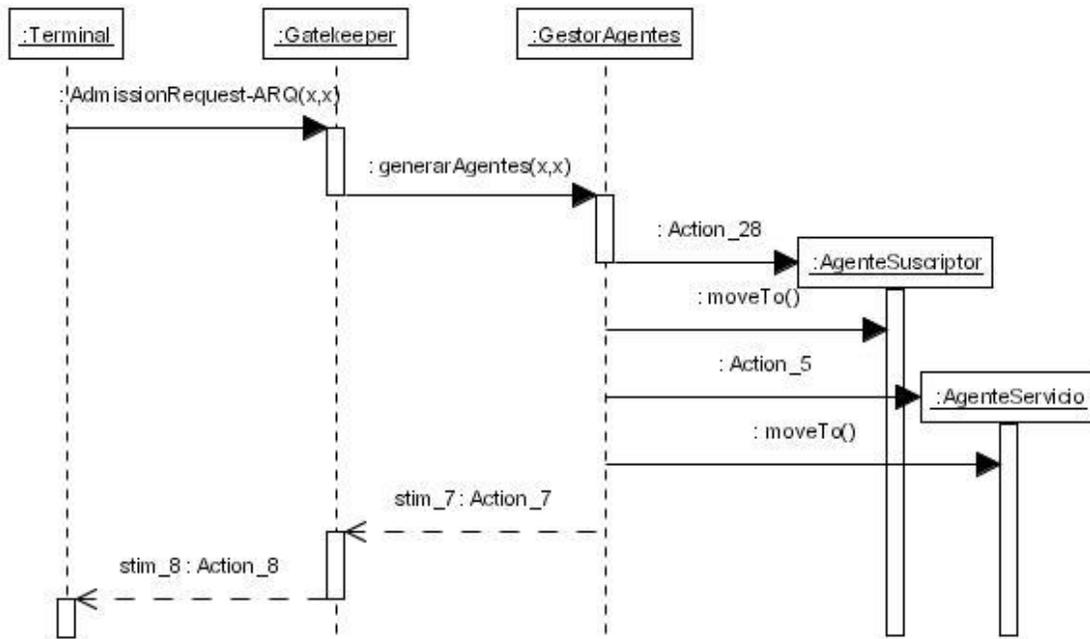
[Menú Principal] [Cerrar]

**Figura - 43.** Consulta de información de la tele votación

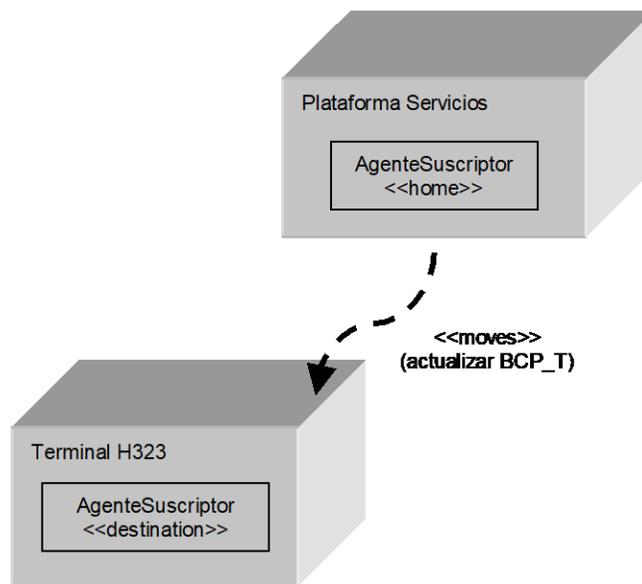
A continuación se detallan algunos aspectos claves en el funcionamiento del servicio.

### Registro de la Terminal H.323 con el Gatekeeper.

Al ser activada la terminal el primer proceso que debe ejecutar, antes de poder soportar cualquier proceso de comunicación, es el de registrarse con el Gatekeeper de la zona. En este proceso se utiliza el protocolo RAS estándar, es decir, la Terminal genera un mensaje ARQ(Admission Request) al Gatekeeper y este responde, en caso exitoso, con un mensaje ACF(Admission Confirmed). El aspecto significativo en relación con la arquitectura de servicios esta en el proceso que se ejecuta entre la recepción del la solicitud y la respuesta asociada por parte del Gatekeeper. Como se observa en el diagrama de secuencia, una vez se recibe el mensaje ARQ, el Gatekeeper solicita al Gestor de Agentes la creación de las instancias particulares para la Terminal específica del Agente de Suscriptor y del o de los Agentes de Servicio. Esta creación la realiza el Gestor de Agentes con base en los servicios particulares que tiene asociado el suscriptor. Posteriormente estos agentes son movidos al Sistema Agente asociado a la Terminal, para finalmente el Gatekeeper enviar el mensaje ACF a la Terminal. En los siguientes diagramas se ilustra este proceso.



**Figura - 44.** Registro de la Terminal con el Gatekeeper.



**Figura - 45.** Movimiento del agente suscriptor.

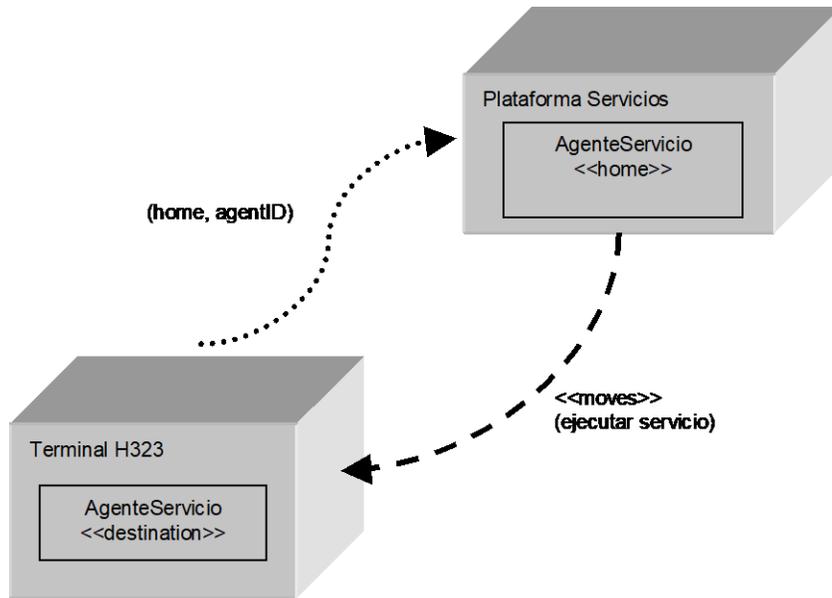


Figura - 46. Movimiento del agente de servicio.

En las dos últimas figuras se utilizan para modelar el movimiento de los agentes las extensiones a UML propuestas en [76].

### Configuración y funcionamiento del BCP.

Una vez el agente suscriptor arriba a la terminal procede a la configuración del BCP asociado, tal como se aprecia en el siguiente diagrama de secuencia. Una vez sucedido esto la Terminal esta lista para establecer comunicaciones.

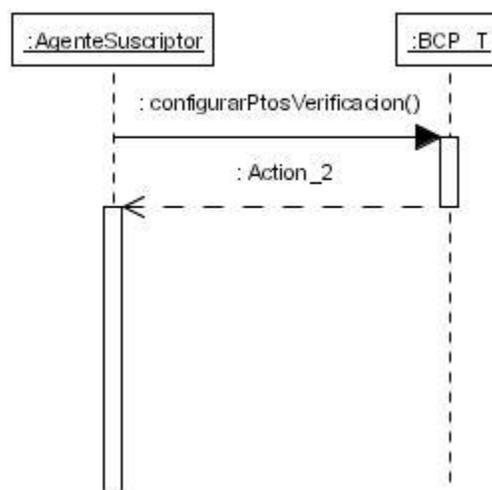
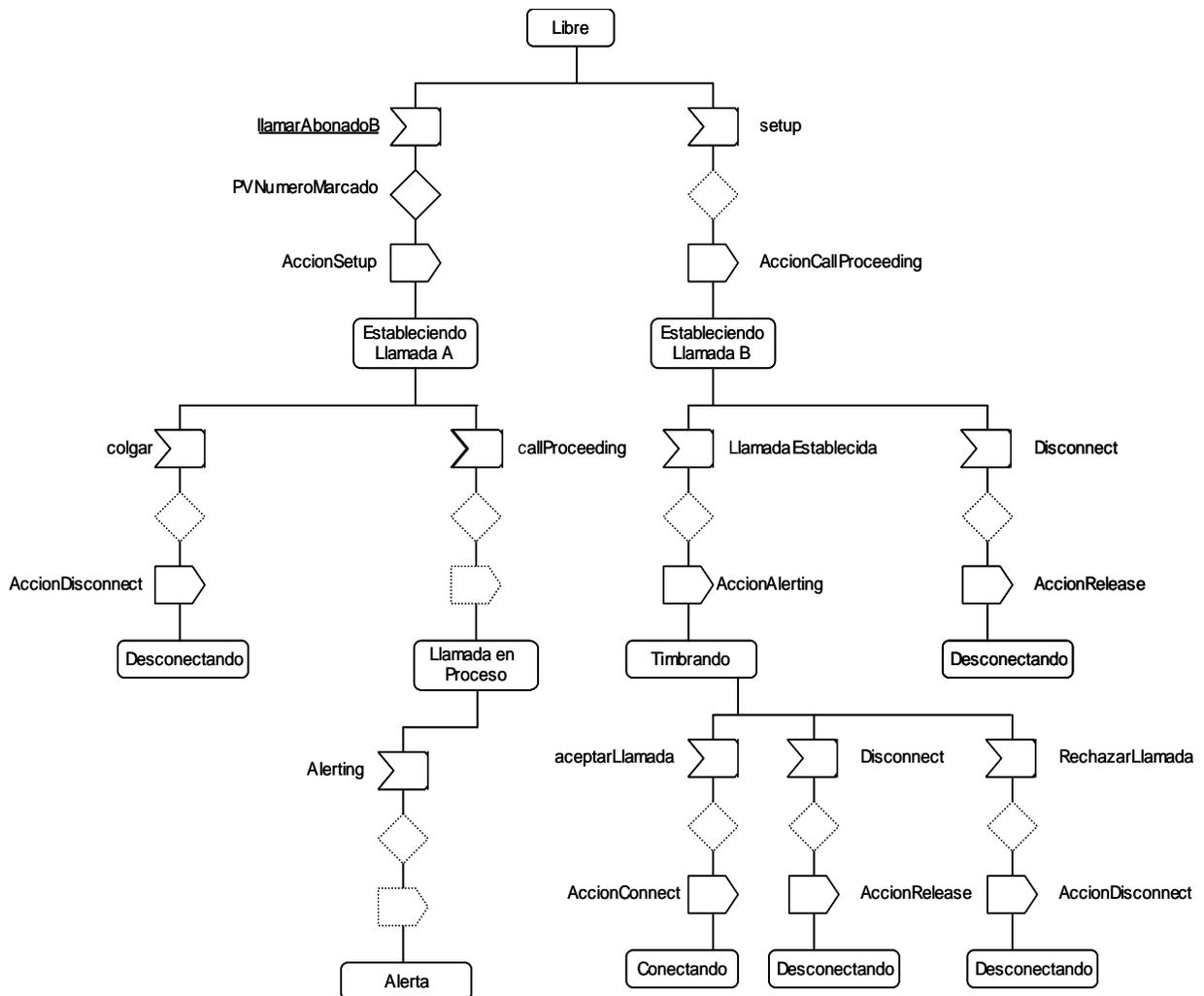
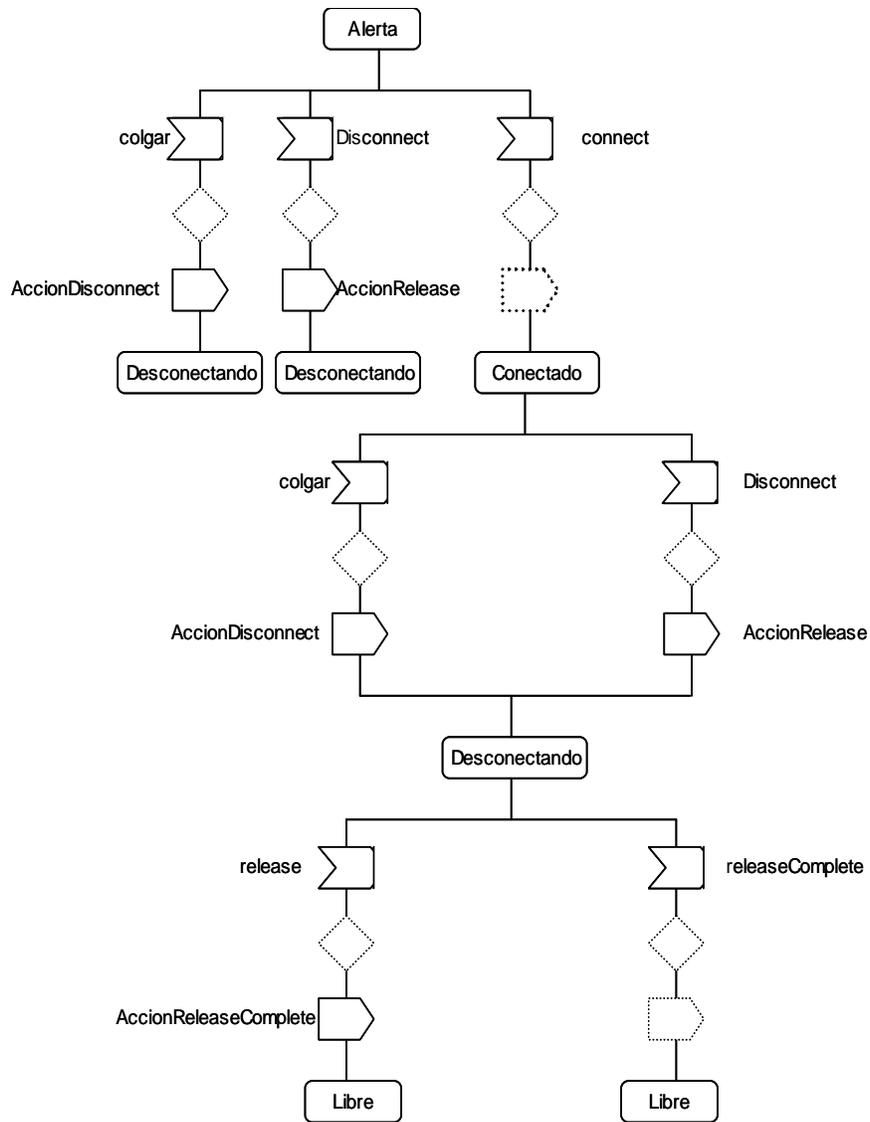


Figura - 47. Configuración BCP.

El BCP al ser inicializado por la Terminal crea de manera dinámica una máquina de estados finitos que implementa la lógica del proceso básico de llamada. Para cada una de las diferentes transiciones es posible habilitar un punto de verificación particular que verifica un conjunto de condiciones que pueden presentarse al ser ejecutada la transición, que en el caso de cumplirse desencadenan la activación de un agente de servicio particular. En el diagrama que aparece a continuación se presenta la máquina de estados implementada por el BCP de nuestra aplicación prototipo.





**Figura - 48.** Máquina de estados finitos del BCP.

La característica de creación dinámica de la lógica del BCP es muy importante por la flexibilidad que permite y por las consecuentes posibilidades de ejecución de servicios especiales. Esta características se logra gracias al diseño de clases que se observa en la siguientes dos figuras.

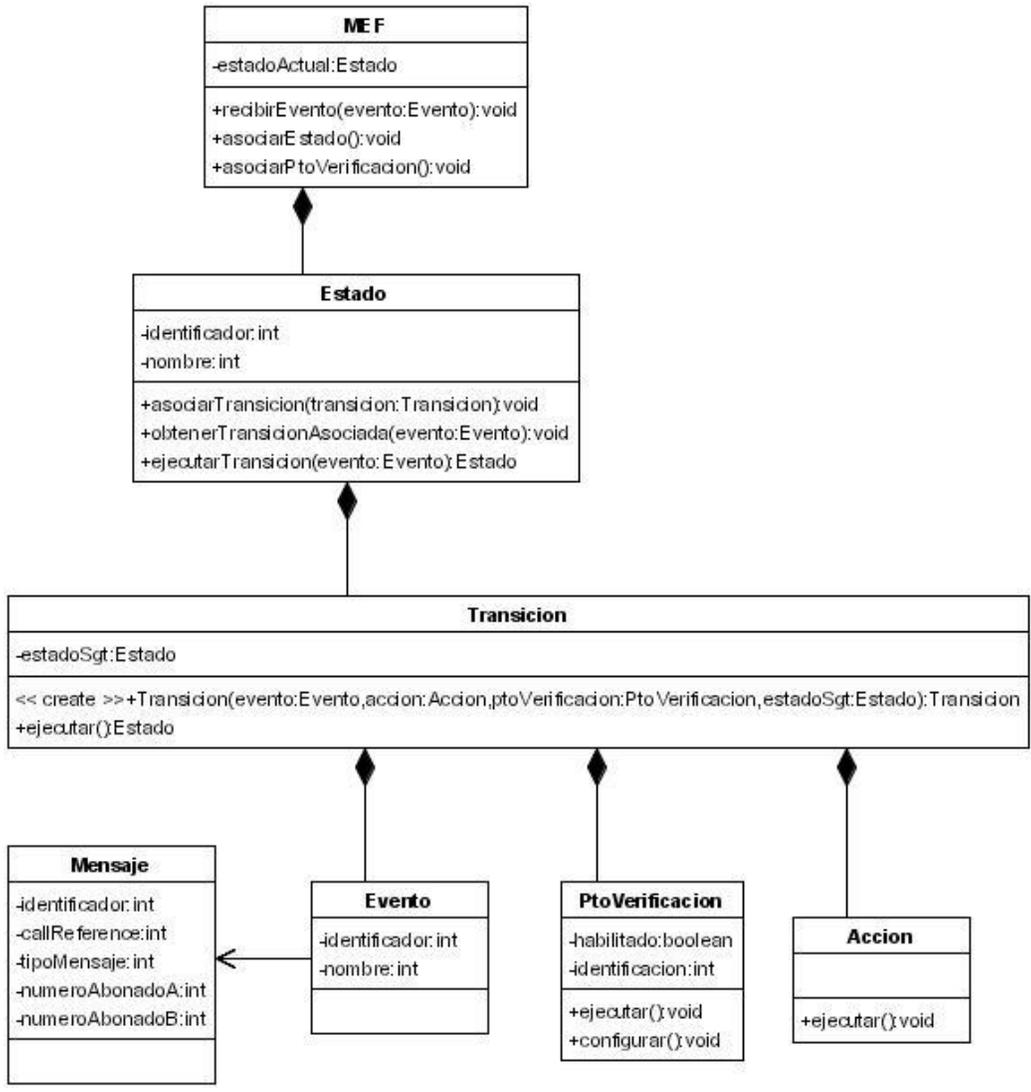


Figura - 49. Diagrama de clases de máquina de estados finitos.

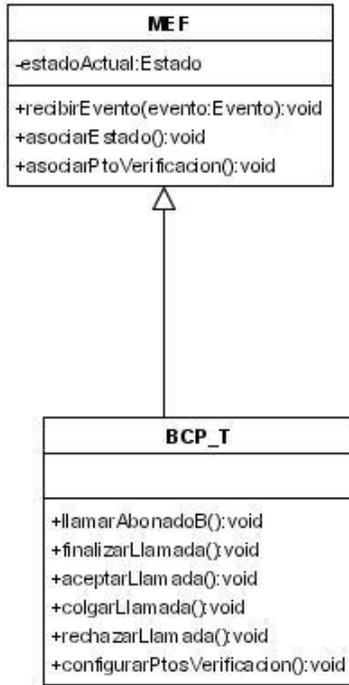


Figura - 50. Herencia del BCP.

El punto de verificación se comporta como un punto de posible extensión o modificación de la máquina de estados finitos del BCP, en el caso que las condiciones particulares de verificación se cumplan. En particular el punto de verificación de número marcado, PVNumeroMarcado ejecuta la acción encapsulada en el agente de servicio de Tele votación cuando el número marcado por el usuario inicia con la cadena "019001". En la figura que aparece a continuación se muestra la modificación dinámica sobre la máquina de estados finitos del BCP.

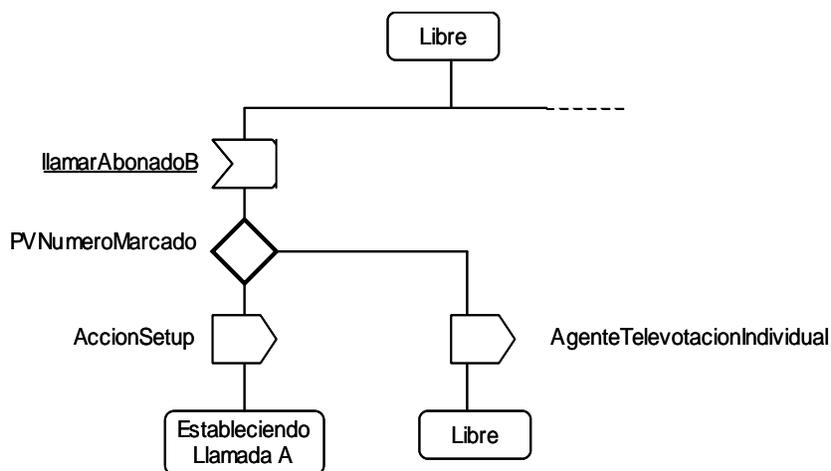
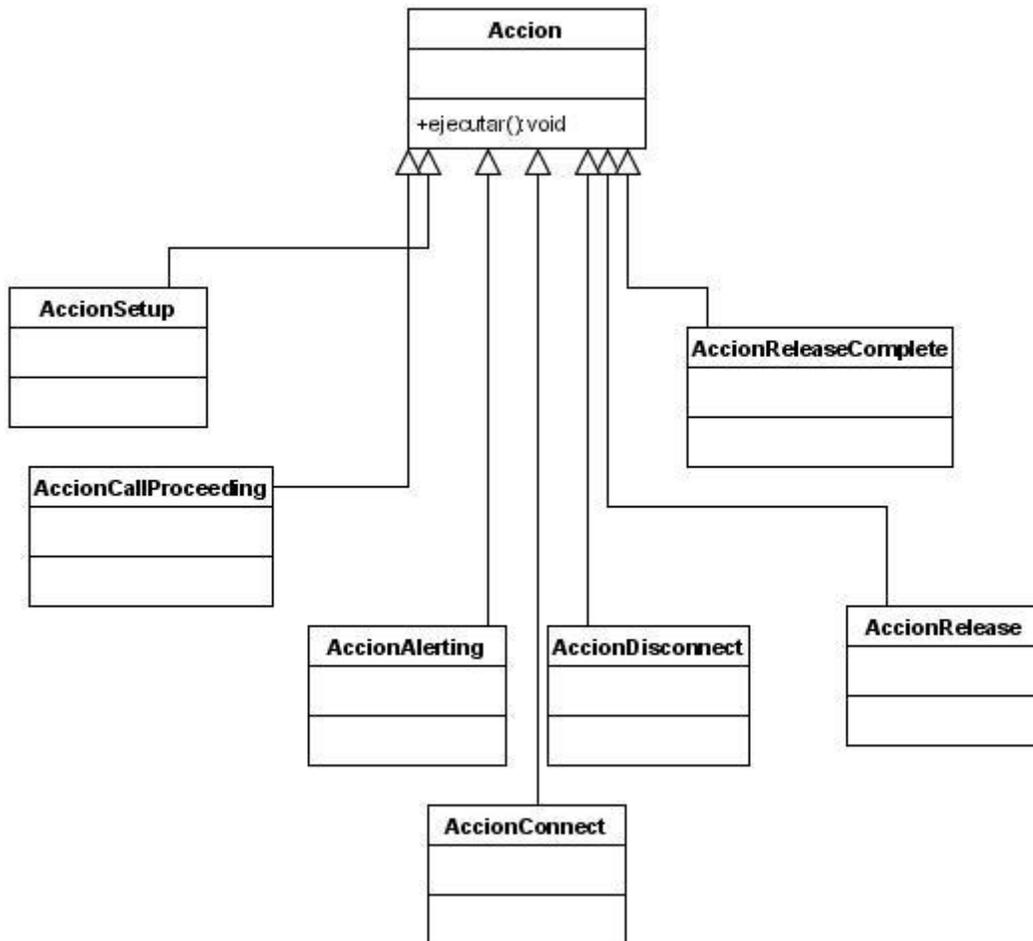


Figura - 51. Extensión de la MEF del BCP por el punto de verificación.

Con relación a las Acciones que implementa la máquina de estados finitos del BCP, estas corresponden a los mensajes de señalización Q.931 enviados al Gatekeeper. Estos se aprecian en la siguiente figura.

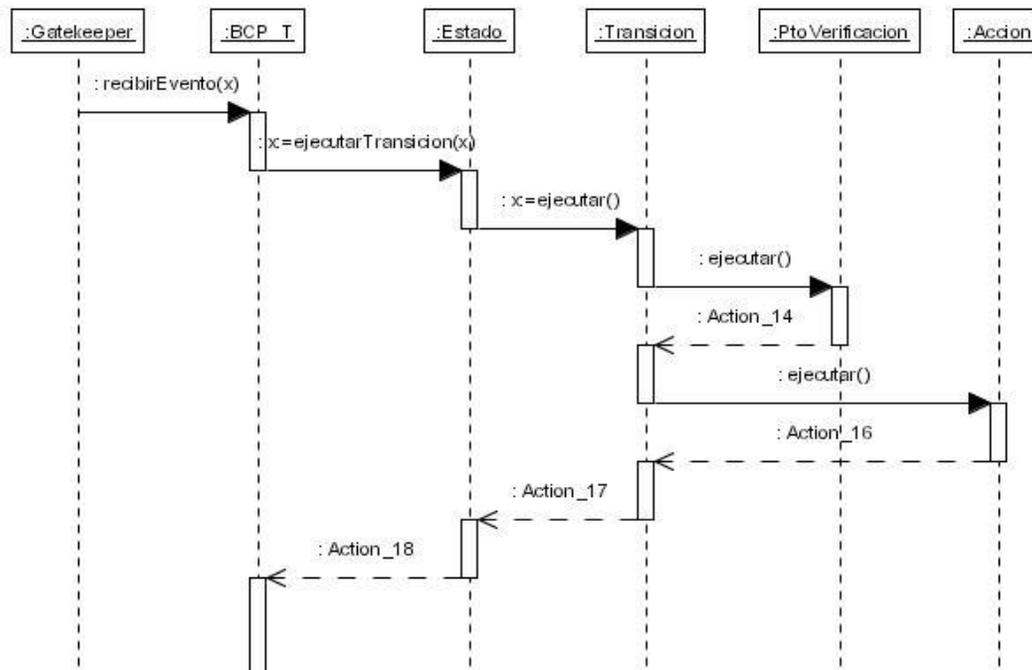


De manera similar los eventos recibidos por el BCP corresponden a dos tipos, a los mensajes Q.931 reenviados por el Gatekeeper, o a actuaciones por parte del usuario a través de la interfaz gráfica.

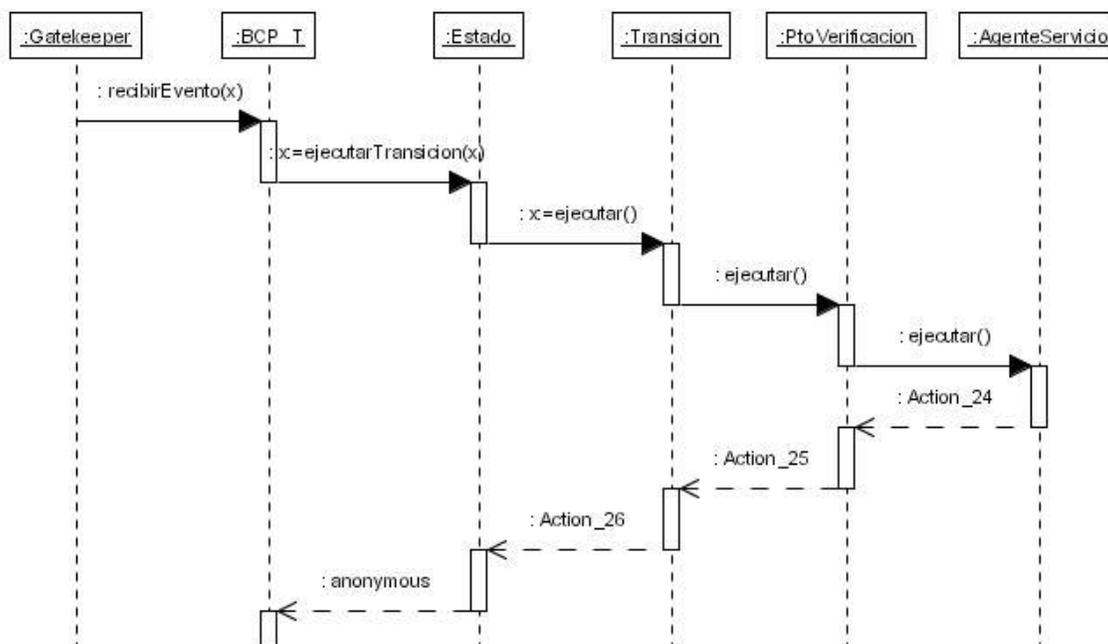
### Proceso de llamada sin y con invocación de servicio especial.

El proceso de invocación de un servicio se realiza desde el BCP, dependiendo de lo que su configuración por parte del Agente Suscriptor haya establecido. Por ejemplo el agente suscriptor ha podido establecer que el BCP debe analizar el número de abonado con el cual se solicita la comunicación y en el caso de presentarse una coincidencia de un patrón de números determinados (por ejemplo 9800 o 901) activar un Agente de Servicio asociado.

A continuación se muestran los diagramas de secuencia que describen la operación genérica de la máquina de estados del BCP, primero para el caso en el que no se invoca ningún servicio especial y segundo para el caso en el que se invoca la ejecución de un agente de servicio que implemente el servicio especial.



**Figura - 52.** Ejecución BCP sin invocación de servicio especial



**Figura - 53.** Ejecución BCP con invocación de servicio especial

Como se puede apreciar el BCP una vez encuentra se cumple la condición asociada para activar un servicio, realiza la solicitud al Agente de Servicio. Este dependiendo de las características particulares del servicio puede interactuar con el Gestor de Servicios bien sea para solicitar información adicional (números de translación por ejemplo) o para actualizar información asociada al servicio (un voto por una opción determinada en un servicio de tele votación). Una vez termina su proceso el agente envía un mensaje al BCP bien sea indicándole que debe continuar con el proceso "normal" de la llamada, talvez con alguna información modificada (el número con el cual comunicarse), o solicitando la finalización de la llamada cuando el servicio no requiere su continuación (el número era para votar por una opción en un servicio de tele votación).

Adicionalmente se plantea para la operación de servicios especiales como el de tele votación o de encuestas con un solo número de acceso y presentación al usuario de un menú de opciones, en los cuales el agente de servicio puede ser más complejo, la movilización del Agente de Servicio a la Terminal solo en el momento que se marca el número asociado al servicio, con la variante de que el Gestor de Agentes no siempre realiza la respectiva instanciación del Agente de Servicio, sino que, para evitar situaciones de congestión, ante solicitudes de servicio envía mensajes a las terminales que previamente han bajado el mismo Agente de Servicio para que sean estas las que se encarguen de las nuevas instanciaciones y transporte de los Agentes de Servicio a las terminales que actualmente están requiriendo el servicio.

### Proceso normal de llamada.

Primero que todo es de observar que en el sistema de telefonía H.323 al que esta asociada nuestra arquitectura de servicios utiliza el Gatekeeper como mediador entre la señalización de llamadas que cursa entre dos Terminales, señalización esta definida por el estándar Q.931.

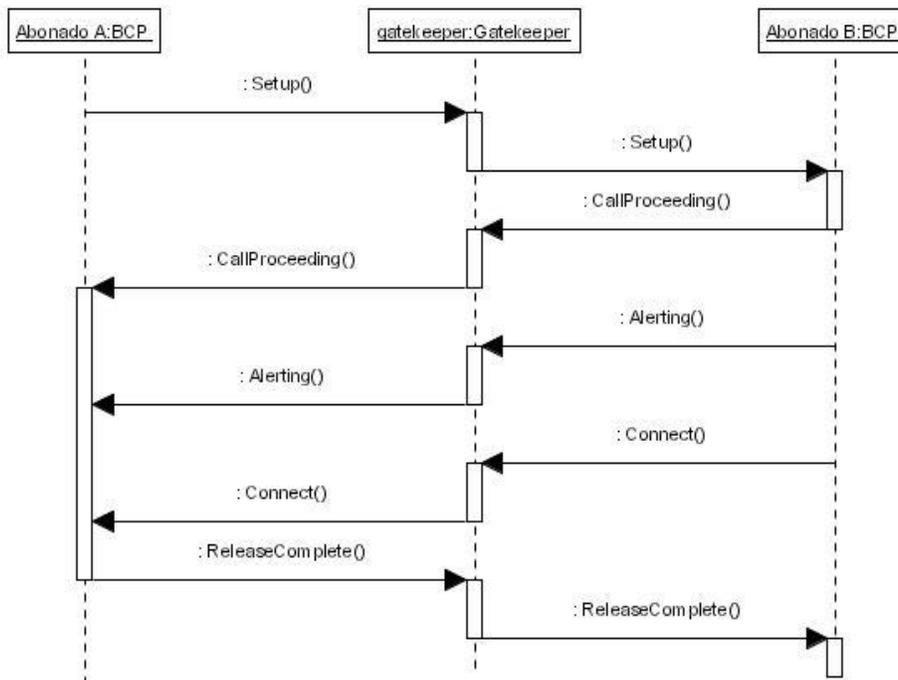


Figura - 54. Proceso de Llamada Normal

La llamada se inicia por medio de un mensaje SETUP, generado por el BCP del abonado que origina la llamada y que especifica entre otros parámetros el número del abonado con el que se desea comunicarse. Este mensaje es recibido por el Gatekeeper y retransmitido a la terminal correspondiente. El BCP de este abonado, una vez recibido el mensaje SETUP genera de vuelta un mensaje CALL\_PROCEEDING para indicar que se esta en proceso de establecimiento de la llamada, seguidamente la terminal receptora genera un mensaje ALERTING que indica que la terminal receptora esta "timbrando". Cuando el usuario acepta la llamada, el BCP receptor genera un mensaje CONNECT que da paso a la conexión de la llamada y todos los canales de comunicación que establece H.323. La llamada queda establecida y la comunicación entre las terminales se desarrolla, hasta que cualquiera de los dos termina la llamada, obligando la generación por parte del BCP asociado de un mensaje RELEASE\_COMPLETE indicando la finalización de la llamada.

### Relaciones de herencia de los agentes móviles de la aplicación.

Con lo que respecta a los agentes móviles de la aplicación esta utiliza tres tipos de agentes: Agentes suscriptor, agentes de servicio y agentes actualizadores. Las relaciones de herencia de estos agentes móviles se aprecian en la siguiente figura.

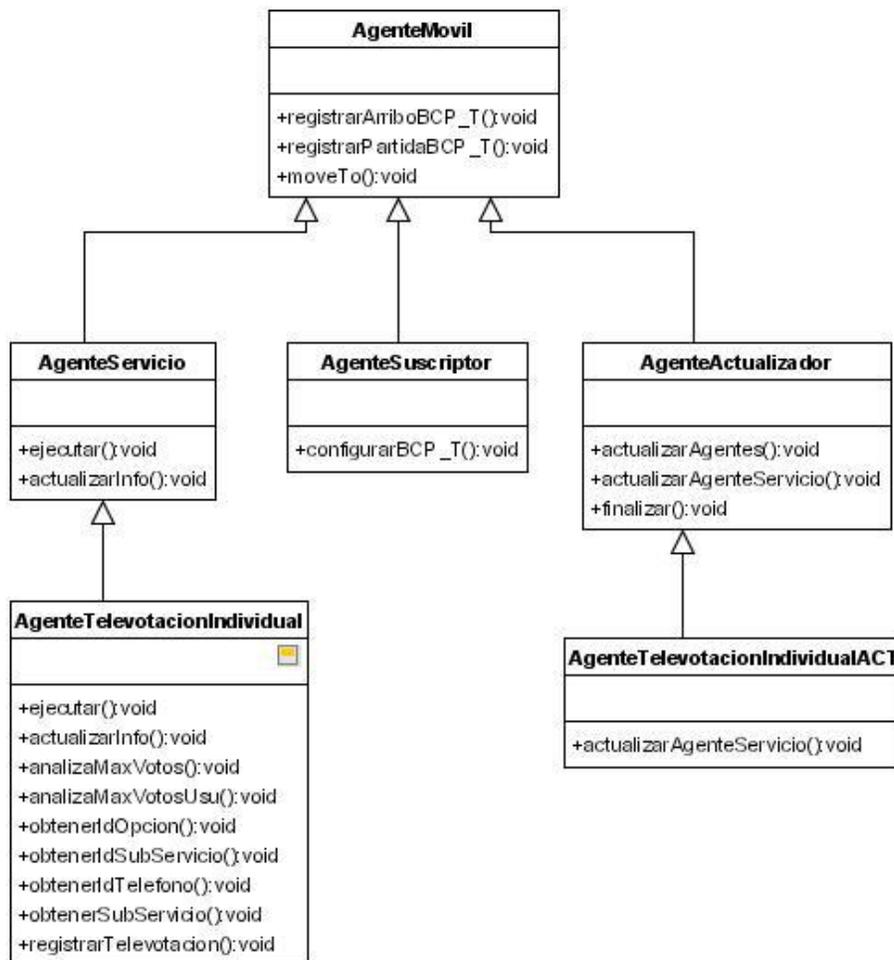


Figura - 55. Relaciones de herencia de agentes móviles.

Gracias a la definición de superclases para los agentes de servicio y actualizadores de servicio, y a los mecanismos que provee Java para la instanciación de objetos de tipo clase por su nombre, la aplicación no necesita ser compilada nuevamente cada vez que se añade un nuevo tipo particular de agente de servicio o actualizador; lo único que se requiere es definir el nombre de las nuevas clases en la base de datos y hacer accesible su código por el sistema.

### Actualización de los agentes de servicio.

Como se describió anteriormente cuando un suscriptor realiza cambios de configuración en el servicio, como por ejemplo agregar una nueva opción a la tele votación, y por tanto un nuevo número asociado, se requiere contar con un mecanismo que actualice de forma automática el código de los agentes de servicio y evitar problemas de inconsistencias. Esta labor es ejecutada por un agente actualizador del servicio particular que recorre las diferentes terminales actualizando los respectivos agentes de servicio. En los diagramas que se muestran a continuación se ilustra el comportamiento del agente actualizador.

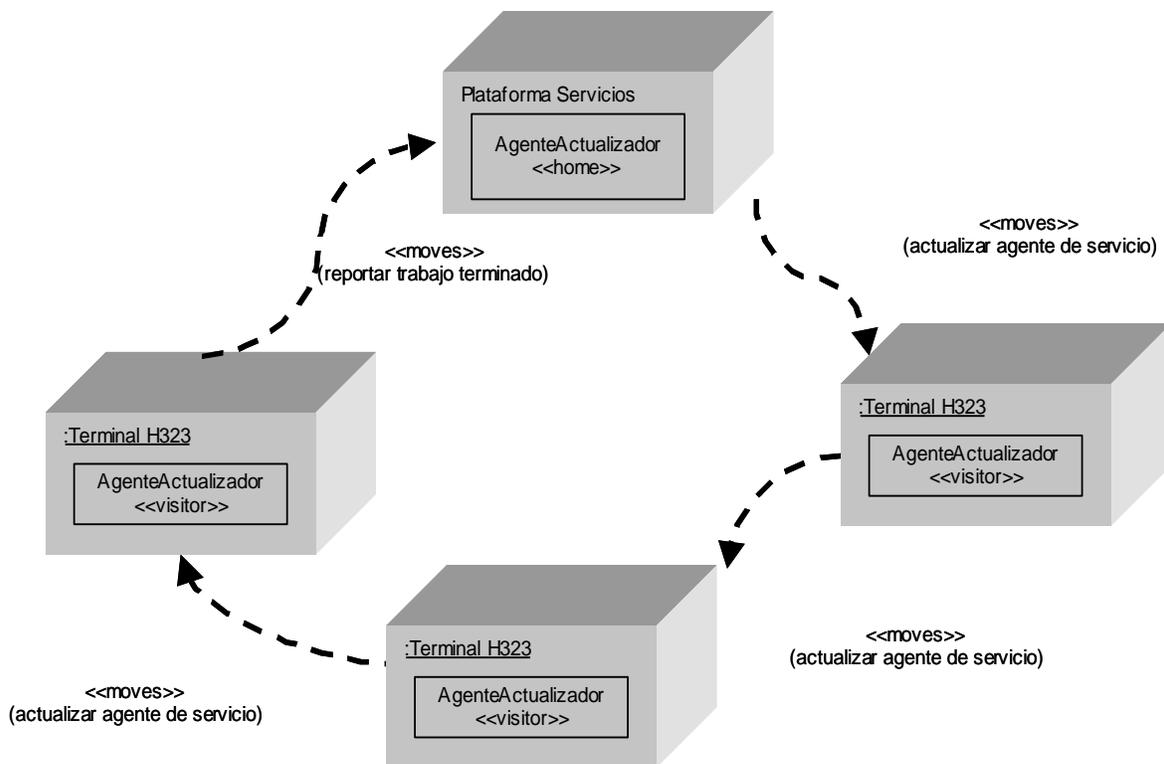


Figura - 56. Diagrama de despliegue agente actualizador.

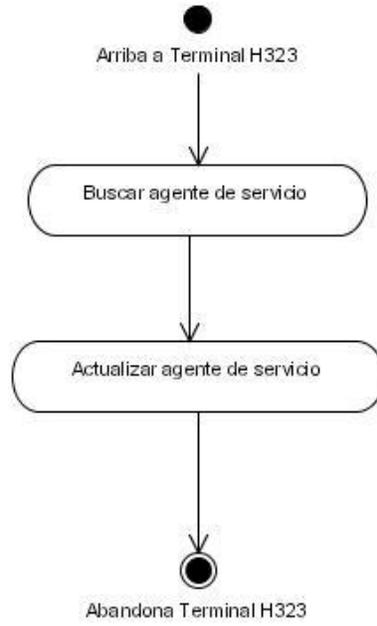


Figura - 57. Diagrama de actividad agente actualizador.

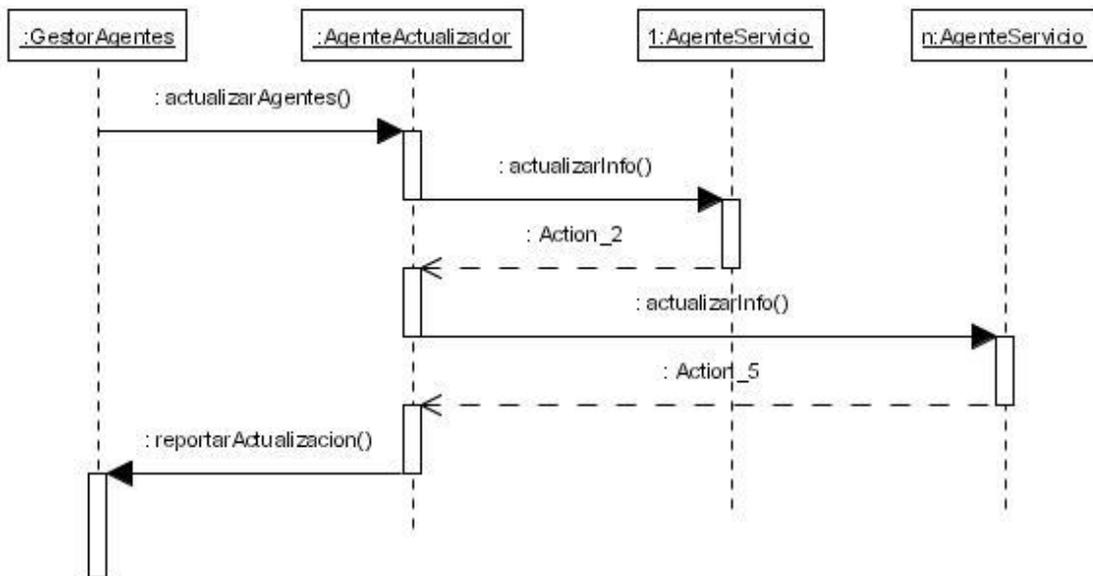


Figura - 58. Diagrama de secuencia actualización agentes de servicio.

### 7.4.1 Diagramas de Clases.

A continuación se presenta la estructura de las clases que componen la arquitectura general del sistema, desde el punto de vista de diseño.

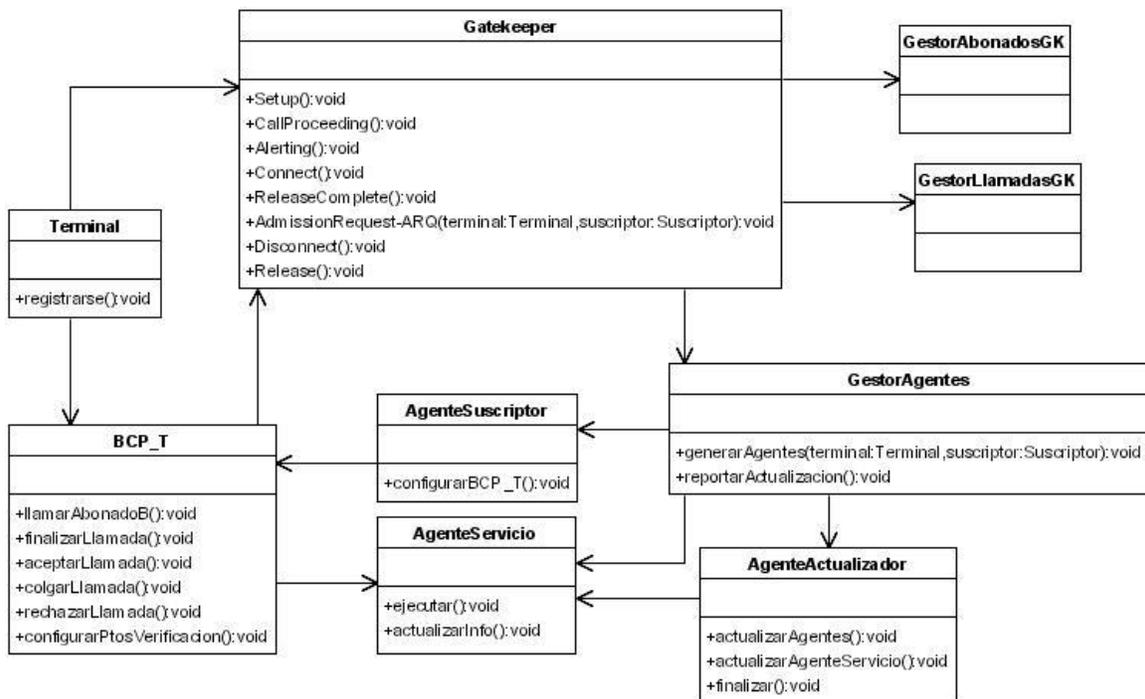


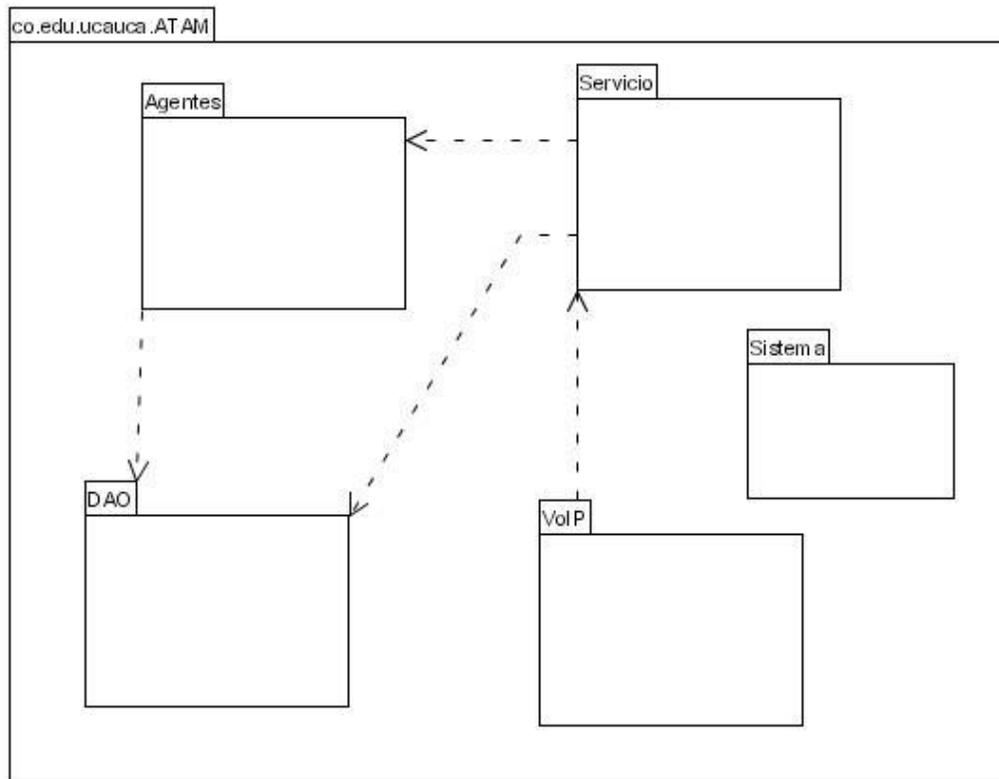
Figura - 59. Diagrama de Clases

### Estructura de paquetes de la aplicación.

Desde el punto de vista de paquetes la aplicación se compone de cinco paquetes:

- **co.edu.ucauca.ATAM.Agentes**, que contiene todas las clases e interfaces que implementas los agentes móviles.
- **co.edu.ucauca.ATAM.DAO**, que construye la capa de acceso y control sobre la base de datos.
- **co.edu.ucauca.ATAM.Servicio**, que contiene tas entidades estacionarias que implementan la arquitectura de gestión de servicios especiales.
- **co.edu.ucauca.ATAM.Sistema**, que contiene utilidades comunes a toda la aplicación.
- **co.edu.ucauca.ATAM.VoIP**, que simula las diferentes entidades que hacen parte del sistema de telefonía IP.

El acrónimo ATAM en los nombres de los paquetes traduce Aplicación en Telecomunicaciones de Agentes Móviles. En la siguiente figura se muestra la estructura de paquetes de la aplicación.



**Figura - 60.** Estructura de paquetes de la aplicación

#### 7.4.2 Fortalezas.

##### Ejecución de la lógica de los servicios especiales distribuida.

La principal característica de la arquitectura de servicios diseñada que se considera como su principal fortaleza es la de lograr una ejecución de la lógica de los servicios especiales totalmente distribuida, en cada una de las terminales de los usuarios. Al aprovechar esta posibilidad de los sistemas de telefonía sobre IP de tener capacidad de procesamiento en los terminales finales, se está eliminando los problemas de congestión o saturación de solicitudes de servicio de los sistemas con procesamiento centralizado.

## **Suscripción, habilitación y configuración de los servicios especiales automática e inmediata.**

Otra importante característica exhibida por la arquitectura de servicios es la de no involucrar pasos manuales relacionados con la suscripción, habilitación o configuración de los servicios especiales; dichos procesos se realizan directamente por el suscriptor y en línea de forma inmediata.

## **Actualización dinámica del código de los servicios especiales.**

A pesar de que en un sistema distribuido podría esperarse que la actualización del código de ejecución de los diferentes servicios especiales fuera todo un problema y una causa de inconsistencias, para la arquitectura de servicios diseñada, gracias a estar soportada sobre agentes móviles, este aspecto no presenta ningún problema, la actualización es totalmente transparente e implícita al sistema de agentes.

## **Alto nivel de personalización de los servicios.**

Como resultado de las características de suscripción, habilitación y configuración inmediata y directa por parte del usuario, y gracias a la gran flexibilidad de los componentes funcionales se hace relativamente fácil y viable el diseñar y ofrecer servicios especiales con un alto nivel de personalización acorde con los requerimientos particulares de los clientes.

## **Evita congestión de red.**

Al tener el agente la lógica de servicio y recibir los votos, evita estar consultando y enviando continuamente con un servidor central, disminuyendo el tráfico de la red en momentos de alta demanda del servicio.

### **7.4.3 Limitaciones y Debilidades.**

#### **Limitaciones por capacidad de procesamiento.**

A pesar de que los terminales tienen capacidad de procesamiento, esta se puede ver eventualmente afectada y el desempeño asociado degradado, en la situación que el usuario haya suscrito demasiados servicios con la implicación que esto tiene en la cantidad de agentes de servicio que deben de estar activos en la terminal. Sería conveniente establecer un número máximo de servicios que se pueden tener activos simultáneamente o mejor hacer un rediseño de los agentes de servicio para lograr que un agente de servicio se puedan soportar varios servicios, llegando a tener solo unos pocos agentes activos en la terminal e incluso llegar a tener un solo agente de servicio.

## **Posible congestión de red en la parte inicial del servicio.**

Eventualmente durante la fase de activación de las terminales puede presentarse congestión en la red debido al tráfico originado por el agente de suscriptor y los agentes de servicio en su movimiento entre el gestor de Agentes y la terminal. En el caso de que esta situación cree problemas de desempeño en el sistema se podría implementar un mecanismo que permitiera residir localmente de forma permanente a los agentes en la terminal, incluso cuando este apagada, y que brindará facilidades de actualización solo cuando se requieran. De todas formas, este inconveniente se presenta únicamente en la fase inicial del servicio, dejando el resto de tiempo sin este problema.

## **Dependencia entre el sistema de telefonía IP y la arquitectura de servicios.**

La principal debilidad analizada en la arquitectura de servicios tiene que ver con el grado de acoplamiento o dependencia con el sistema de telefonía IP. Y es que sucede algo muy similar a lo encontrado en red inteligente, y es que existe la necesidad de hacer modificaciones o imponer un modelo básico de llamada sobre el que se ejecutan las verificaciones y activaciones de los servicios especiales. En otras palabras para lograr que funcione todo el sistema integrado (telefonía IP y arquitectura de servicios) no basta con tener juntos la arquitectura de servicios especiales y el sistema de telefonía IP, sino que se requiere de una labor cuidadosa de modificación de parte del código del sistema de telefonía IP. Obviamente esto obedece a que no existe un estándar que defina el tipo de interacción presentado entre ambos componentes, sumado a que muchas implementaciones de terminales cumplen en parte el estándar y tiene muchas funciones propietarias.

## **No hay tiempo real**

Una consecuencia de tener el registro del servicio en el agente, es que el sistema central no tiene el estado en tiempo real de las votaciones. Solo hasta que el agente se comunique con el servidor central se harán efectivos los cambios.

## **Manejo Distribución**

Si bien la distribución del servicio permite optimizar unos aspectos, complejiza otros, como la actualización o modificación en línea de los servicios y la verificación de cumplimiento del número máximo de votos, entre otras cosas que requieren de una consulta en tiempo real.

#### 7.4.4 Agentes Móviles.

Como se ha observado durante el desarrollo de la arquitectura de servicios, el componente de la plataforma de agentes móviles es un componente fundamental. Gracias a este componente se han obtenido de una manera muy fácil y transparente varias de las características consideradas fortalezas o ventajas. En particular la ejecución distribuida, la actualización transparente del código de ejecución de los servicios especiales y la habilitación inmediata de los servicios para su ejecución desde la terminal, son aspectos soportados totalmente sobre los servicios de la plataforma de agentes móviles.

#### 7.4.5 Observaciones.

Como se mencionó desde un principio, dada la condición de prototipo de este desarrollo, algunos aspectos no han sido cubiertos dentro del desarrollo de la arquitectura, solo mencionados brevemente o propuestos, como aquellos comentados en el aparte sobre las limitaciones y debilidades de la arquitectura. Solo han sido desarrollados los aspectos que se consideran relacionados directamente con el objetivo de evidenciar las ventajas obtenidas gracias a la utilización de los agentes móviles. Es por esto que la fase de construcción del servicio no ha sido abordada dentro del desarrollo de la arquitectura y se propone para ser trabajada en proyectos posteriores.

#### 7.4.6 Resultados Concretos .

- ▶ Se implementó una arquitectura de servicios especiales para la plataforma de telefonía IP de TELECOM.
- ▶ Se mostró la viabilidad del uso de los agentes móviles en la prestación del servicio de tele votación en la plataforma de telefonía IP de TELECOM.
- ▶ Prestación del servicio de tele votación de manera off-line. Esto le permite a la terminal o al gateway suministrar el servicio sin necesidad que haya conexión con un servidor central.
- ▶ Se efectuó una **simulación** en la cual se generaron 40 instancias de terminales h.323, que de manera simultánea realizaron invocaciones al servicio tele votación (cada Terminal 1 voto). Se registraron el 100% de los votos, lo que permite corroborar la robustez del sistema ante periodos pico de requerimientos de servicio.
- ▶ Implantación de nuevos servicios (instanciación dinámica)
- ▶ Desarrollo de un DAO que independiza el sistema de la implementación de la base de datos.
- ▶

### 7.4.7 Ejemplos de pantallas de la ejecución del sistema:

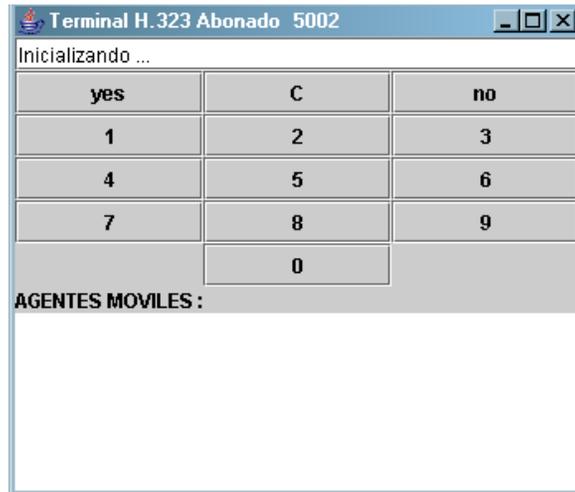


Figura - 61. Inicialización de la Terminal



Figura - 62. Terminal Efectuando la tele votación

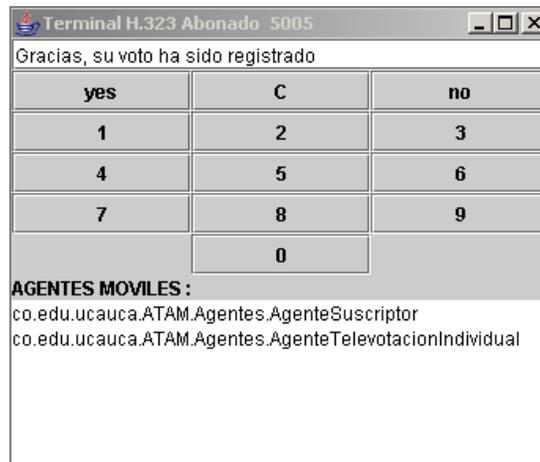


Figura - 63. Respuesta tele votación exitosa



Figura - 64. Registro con el Gatekeeper

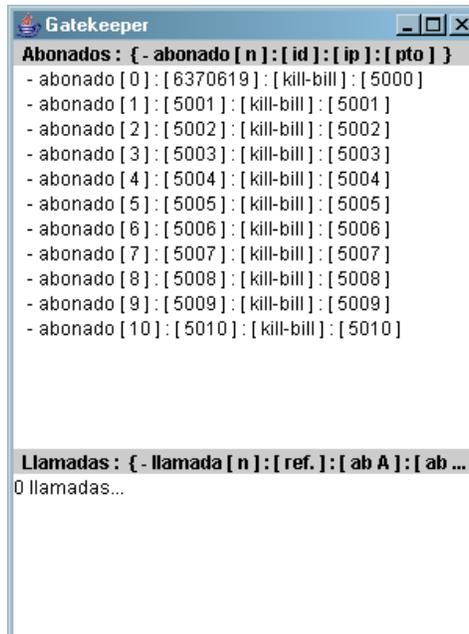


Figura - 65. Gatekeeper



Figura - 66. Terminal con agente actualizador

## 7.4.8 Entorno de desarrollo

- ▶ PHP 4.0.6
- ▶ MySQL 4.0.14
- ▶ 2 PCs Windows 2000 Server (2.8 Ghz, 512 RAM)
- ▶ Voyager 4.7
- ▶ J2SDK 1.4.2\_02
- ▶ IDE de desarrollo SUN ONE Studio 5.0
- ▶ Poseidon for UML Standard Edition 2.4.1
- ▶ Librerías
  - Voyager.jar
  - Voyager-logging.jar
  - mysql-connector-java-3.1.10-bin.jar
  - ATAM.jar (Librería del sistema)

## 8 CONCLUSIONES.

Luego de desarrollar el presente trabajo que incluyó el estudio de las plataformas de agentes móviles, de los sistemas actuales de telefonía IP, de arquitecturas de servicios como Red Inteligente y TINA-C, el diseño e implementación de una arquitectura de servicios soportada sobre agentes móviles, y el diseño e implementación de un servicio especial como el de tele votación, se resumen los resultados obtenidos.

1. En primer lugar se ha diseñado e implementado una arquitectura de servicios como solución efectiva a un problema específico presentado como el descrito de la congestión o cuello de botella del punto central de la arquitectura de servicios de red inteligente en el sistema de telefonía IP H.323 de TELECOM. Adicionalmente, se ha logrado en la arquitectura de servicios desarrollada una estructura de gran flexibilidad y con una gran capacidad para la generación de servicios especiales a la medida de las necesidades de los suscriptores.
2. La plataforma de Agentes Móviles (Voyager), proporciona de manera intrínseca una serie de características importantes para lograr el desarrollo efectivo y rápido de la aplicación. La inclusión del código JAVA que permitía manejar los agentes fue sencillo y casi transparente al proceso de programación. Aunque no se evidenció el manejo concreto de algún estándar.
3. Las características fundamentales de la arquitectura de servicios desarrollada como:
  - Distribución de la ejecución de la lógica de los servicios,
  - Actualización de código de ejecución de los servicios de forma transparente en los terminales,
  - Activación inmediata de los servicios,

Entre otras, han sido obtenidas de manera inmediata gracias a soportarse sobre una plataforma de agentes móviles que se constituye en un medio rápido, integral y de gran calidad para obtener los servicios mencionados.

4. La tendencia evolutiva de las redes de telecomunicaciones es hacia redes de convergencia, con servicios integrados, con periféricos de usuario cada vez con mayor capacidad de procesamiento, con fuertes requerimientos de movilidad y de procesamiento distribuido, con un papel cada vez más fundamental de la tecnología software en su funcionamiento. Características estas que pueden ser soportadas en buena parte por las plataformas de agentes móviles de una forma robusta, estándar y muy flexible, que hace que tales plataformas sean fuertes candidatas a convertirse en componente integral de las nuevas redes de telecomunicaciones.
5. Para que se pueda lograr una verdadera masificación o uso real de este tipo de plataformas (y por ende servicios basados en ellas), consideramos que se deben dar varias condiciones:
  - a. Inclusión de la plataforma de agentes como parte integral de equipos servidores y de prestación de servicios.
  - b. Verdadera interoperabilidad entre las distintas plataformas.
  - c. Madurez en los procesos de estandarización.

Solo así, se puede pensar en la verdadera prestación de un servicio de telecomunicaciones, que ahora exige un nivel alto de movilidad y universalidad.

6. Muchas de las aplicaciones que se encuentran en el mercado que están ejecutándose en agentes móviles, pueden desarrollarse en otro tipo de tecnologías. Sin embargo, para el caso de la problemática de TELECOM, la inclusión de agentes móviles ayudaba enormemente al problema de congestión de una plataforma de Red Inteligente en un servicio específico. Por tanto, a pesar que muchos autores no vean con buenos ojos los agentes móviles, para este caso específico y para otros tantos dónde las circunstancias específicas del operador lo requieren, la tecnología de agentes móviles es una alternativa totalmente viable y con notables ventajas sobre otro tipo de tecnologías.
7. La robustez en la plataforma de agentes móviles y la capacidad de ella para cumplir los estándares, es vital cuando se habla de "servicios de telecomunicaciones" que deben ser ínter operables con otras plataformas y si bien este punto no está muy maduro todavía, los avances que se han hecho en estos últimos años indican el auge de los agentes móviles y la importancia de los mismos en las telecomunicaciones.
8. A pesar de que los resultados experimentales de la ejecución del servicio de tele votación sobre la arquitectura de servicios desarrollada, no han sido comparados rigurosamente, en cuanto a desempeño, con ambientes como el de red inteligente sobre redes telefónicas convencionales, estos sugieren una mayor eficiencia en la ejecución del servicio especialmente al brindarse la posibilidad de una ejecución totalmente local en la Terminal.
9. Unos de los principales problemas que se observaron en el transcurso del trabajo (además de conseguir una herramienta confiable) fue la interacción entre la plataforma de Telefonía IP-H.323 y los agentes móviles. Adicional a conseguir librerías buenas de H.323 en Java se le suma el hecho de unir las con una plataforma de agentes móviles. Fue tal el problema de ponerlas a funcionar que se optó por efectuar una simulación de la plataforma de H.323. Se deja para estudios posteriores la implementación completa de la arquitectura propuesta en un ambiente real, operativo y hecho en JAVA de Telefonía IP.
10. Quedan pendiente pruebas de rendimiento más exhaustivas; el trabajo perseguía principalmente estudiar la viabilidad del uso de tecnologías de agentes móviles en la implementación de un servicio de telecomunicaciones para el caso concreto de TELECOM. Sin embargo, para implementar un servicio real se deben tener en cuenta muchos aspectos, que no se tocaron en el presente trabajo (Seguridad, interoperabilidad, concurrencia, facturación, gestión, entre otros).
11. Finalmente por lo anterior y por los resultados del trabajo desarrollado podemos afirmar que los agentes móviles y sus plataformas representan una tecnología de gran aplicabilidad en las redes modernas de telecomunicaciones, porque ofrecen, de manera muy simple y rápida, soportar una serie de características claves y diferenciadoras requeridas por estas redes. Sin embargo, aspectos vitales en la tecnología de agentes móviles como la comunicación, seguridad, sincronización, interoperabilidad entre plataformas y sistemas heredados (legacy) deben ser madurados y estudiados en profundidad, para lograr el nivel de confiabilidad de los sistemas actuales.

Con respecto a las áreas relacionadas en la cuales se vislumbra trabajo futuro a seguir son las siguientes:

1. La estandarización de la interfase de comunicación o interacción entre los sistemas de telefonía IP y las plataformas de agentes móviles; esto con el fin de eliminar la dependencia encontrada entre tales componentes, logrando por ejemplo una interoperabilidad independiente del sistema particular de telefonía IP. Este punto es muy importante si pensamos en la diversidad de terminales H.323 del mercado.
2. Desarrollo de plataformas móviles implementadas en componentes hardware que permitan una ejecución más rápida y robusta de los agentes en los periféricos de usuario como terminales de telefonía IP o equipos celulares.

## 9 REFERENCIAS

- 
- [1] Stan Franklin and Art Graesser . "**Is it an Agent, or just a Program?: A Taxonomy for Autonomous Agents**". Institute for Intelligent Systems University of Memphis
- 
- [2] Krishnaswamy Shonali. "**Software Agents and Mobility**". School of Computer Science and Software Engineering. Monash University. Semester 1 Marzo, 2005
- 
- [3] <http://www.omg.org>
- 
- [4] <http://www.agentlink.org>
- 
- [5] Campo Vázquez, Ma Celeste y otros. "**Tecnología de Agentes en los Sistemas de Telefonía Móvil**". Departamento de Ingeniería Telemática. Universidad Carlos III. Madrid.
- 
- [6] Chatzipapadopoulos, Fotis G. Y otros. "**Mobile Agent and CORBA technologies in the Broadband Intelligent Network**". IEEE Communications Magazine, Junio 2000.
- 
- [7] Project P810-PF. "**Wireless ATM Access and Advanced Software Techniques for mobile Networks Architecture**". EURESCOM, 2000.
- 
- [8] Vidal Rojas, Juan Carlos. "**Agentes Móviles de Recuperación de la Información en la WEB**". Universidad de Chile.
- 
- [9] Yoshioka, Nobukazu. Honiden, Shinichi. Finkelstein, Anthony. "**Security Patterns: A Method for constructing Secure and Efficient Inter-Company Coordination System**". National Institute of Informatics and the university of Tokio.
- 
- [10] Nwana, Hyacinth. Collins, Jaron. **Agents in Future Communications Systems**. Intelligent Systems Research, Applied Research & Technology Department. British Telecommunications Laboratories.
- 
- [11] Mota, Telma. Gouveris, Stylianos y otros. "**Quality of Service management in IP Networks using Mobile Agent Technology**". MANTRIP Project.
- 
- [12] Gibney, G.B., Jennings N.R., "**Dynamic Resource Allocation by Market-Based Routing in Telecommunications Networks**". Department of Electronic Engineering, Queen Mary and Westfield College. University of London.
- 
- [13] Jennings, Nicholas R. "**An Agent-based approach for Building Complex Software Systems**". Communications of the ACM. Vol 44 No. 4. April 2001
- 
- [14] Eleftheriou, George. Galis, Alex. "**Mobile Intelligent Agents for Network Management Systems**". Department of Electrical & Electronic Engineering. University of London.
-

- 
- [15] Terekhov, A.A., Kudinov, A, M., y otros. "**Basic Technology for Creating Mobile Distributed Systems**". Proceeding of the International Workshop New Models of Business – Managerial Aspects and Enabling Technology. Saint-Petersburg State university and LANIT-TERCOM, Rusia. 2002
- 
- [16] Yang, Kun. Galis, Alex. Mota, Telma. Gouveris, Stelios. "**Automated managements of IP Networks Through Policy and mobile Agents**". MANTRIP Project.
- 
- [17] Recursion Software, Inc. "**Essential Voyager™ Professional Programming**". Recursion Software Inc. 2002.
- 
- [18] Recursion Software, Inc. "**VOYAGER ® Building Distributed Applications with Voyager ORB version 4.5**". Recursion Software Inc.
- 
- [19] Gray, Robert y otros. "**Mobile Agents: Motivations and state-of-the-art system**". Thayer School of Engineering. Department of Computer Science. Darmouth College. 2000.
- 
- [20] Nwana, Hyacinth S. "**Software Agents: An Overview**". Intelligent Systems Research. Applied Research & Technology Department. British Telecommunications Laboratories, 1996.
- 
- [21] Nwana, Hyacinth. Ndumu, Divine. "**An Introduction to Agent Technology**". BT Technology Journal, 14(4). 1996.
- 
- [22] Nwana, Hyacinth. Ndumu, Divine. "**A Perspective on Software Agents Research**". Intelligent Systems Research. Applied Research & Technology Department. British Telecommunications Laboratories.
- 
- [23] Maes P. "**Agents that reduce Work and information Overload**". Communications of the ACM 37. 1994.
- 
- [24] Kozierok, R. Maes P. "**A Learning Interface Agent for Scheduling Meetings**". Proc ACM-SIGCHI Int Workshop on Intelligent User Interface, Florida 1993.
- 
- [25] Lieberman, H. "**Letizia: An Agent that Assist Web Browsing**". In Proc IJCAI 95, AAAI Press. 1995.
- 
- [26] <http://www.cs.cmu.edu/afs/cs.cmu.edu/project/theo-5/www/pleiadfes.html>
- 
- [27] Griss, Martín L. Pour, Gilda. "**Accelerating Development with Agent Components**". IEEE Computer. Mayo 2001.
- 
- [28] Sierra, Carles. Wooldridge, Michael. Norman, Sadeh. "**Agent Research and Development in Europe**". IEEE Internet Computing. Septiembre – Octubre 2000.
- 
- [29] Entrevista: "**Pattie Maes on software agents: Humanizing the Global Computer**". IEEE Internet Computing. Julio - Agosto. 1997
- 
- [30] Rodees, B. J. Zlotkin, G. "**Remembrance Agent: A Continuously Automated Information Retrieval System**". In Proceedings the First International Conference on the Practical Application of Intelligent Agents and Multi-Agents Technology
-

- 
- (PAMM 96). Londres. 1996.
- 
- [31] Esmahi, Larbi y otros. "**Toward a Mobile Work Environment**". Proc Second International Workshop -Mobile Agents for Telecommunication Applications-, MATA 2000. Paris, 2000. (p. 29-47)
- 
- [32] Kravtsova Natasha, Meyer Andre. "**Searching for Music with Agents**". Proc Second International Workshop -Mobile Agents for Telecommunication Applications-, MATA 2000. Paris, 2000. (p. 195-203)
- 
- [33] <http://www.microsoft.com>
- 
- [34] <http://www.globalids.com>
- 
- [35] <http://www.tryllian.com>
- 
- [36] Horlait, Eric. "**Mobile Agents for Telecommunications Applications**", Proceedings of Second International Workshop, MATA 2000, París Septiembre 2000.
- 
- [37] [http://www.wagss.informatik.uni-kl.de/Projekte/Ara/Index\\_e.html](http://www.wagss.informatik.uni-kl.de/Projekte/Ara/Index_e.html)
- 
- [38] <http://agent.cs.darmouth.edu>
- 
- [39] <http://www.tacoma.cs.uit.no>
- 
- [40] [http://www.trl.ibm.com/aglets/index\\_e.html](http://www.trl.ibm.com/aglets/index_e.html)
- 
- [41] <http://www.merl.com/projects/concordia>
- 
- [42] <http://www.JumpingBeans.com>
- 
- [43] <http://www.recursionsw.com>
- 
- [44] <http://cui.unige.ch/tios/msgsr>
- 
- [45] Cockayne, William. Zyda, Michael. "**Mobile Agents**". Ed. Manning, 1998.
- 
- [46] Kinary, Joseph. Zimmerman, Daniel. "**A Hands-On Look At Java Mobile Agents**". IEEE Internet Computing. Julio – Agosto, 1997.
- 
- [47] Krulwich, Bruce. "**Automating The Internet: Agents as Users Surrogates**". IEEE Internet Computing. Julio – Agosto, 1997.
- 
- [48] <http://www.jini.org>
- 
- [49] <http://www.upnp.org>
- 
- [50] <http://www.w3.org/XML>
- 
- [51] <http://www.w3.org/RDF>
- 
- [52] <http://www.ebxml.org>
-

- 
- [53] <http://www.rosettanet.org>
- 
- [54] <http://www.uddi.org>
- 
- [55] <http://www.w3.org/TR/SOAP>
- 
- [56] <http://www.w3.org/TR/wsdl>
- 
- [57] <http://www.w3.org/TR/wsdl10>
- 
- [58] <http://www-2.cs.cmu.edu/~softagents/retsina.html>
- 
- [59] [http://www.ecs.soton.ac.uk/~nrj/archon/test\\_1.html](http://www.ecs.soton.ac.uk/~nrj/archon/test_1.html)
- 
- [60] <http://agents.www.media.mit.edu/groups/agents/projects/>
- 
- [61] <http://www.esmarts.com/agents/>
- 
- [62] <http://www.cordis.lu/acts/home.html>
- 
- [63] <http://www.eurescom.de/>
- 
- [64] Azarmi, Simon y otros. "**Enhancing E-Communities with Agent-Based System**". IEEE Computer, Julio 2001 (p. 64).
- 
- [65] Fuggetta, Alfonso y otros. "**Understanding Code Mobility**". IEEE Transactions on Software Engineering. Vol 24, No. 5, Mayo 1998.
- 
- [66] Poslan, Stefan. Bucle, Phil. Hadingharn. "**The FIPA-OOS agent platform: Open Source for Open Standards**". Nortel Networks. London.
- 
- [67] <http://www.fipa.org/specs/fipa00029/>
- 
- [68] Mangina, Eleni. "**Review of Software Products for Multi-Agent Systems**". AgentLink, Junio 2002.
- 
- [69] Gibney, G.B., Jennings N.R. y otros. "**Market-Based Call Routing in Telecommunications Networks using Adaptive Pricing and Real Bidding**". Department of Electronic Engineering, Department of Economics. Queen Mary and Westfield College, University of London.
- 
- [70] Project IMPACT (AC324). Final Report.
- 
- [71] Project MARINE (AC340). Final Report.
- 
- [72] Object Management Group, Inc, OMG, "**Mobile Agent Facility Specification**" Enero 2000, también llamado "**Mobile Agent System Interoperability Facilities**"
- 
- [73] <http://www.ee.surrey.ac.uk/CCSR/IST/Mantrip>
- 
- [74] ITU-T. International Telecommunication Union – Telecommunication Standardization
-

---

Sector. [www.itu.int](http://www.itu.int)

---

[75] TINA-C. Telecommunications Information Networkig Architecture Consortium.  
[www.tinac.com](http://www.tinac.com)

---

[76] Haralambos Mouratidis, James Odell y Gordon Manson, "**Extending the Unified Modeling Language to Model Mobile Agents**".

---