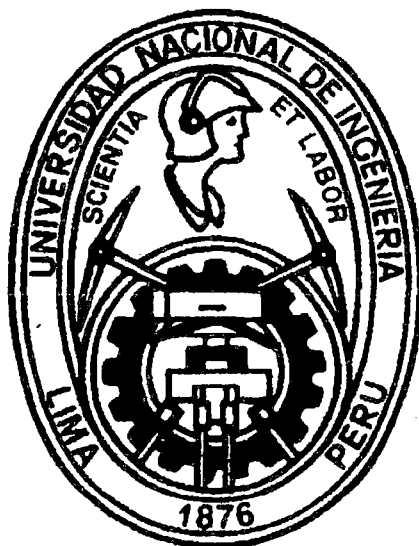


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS**

**SECCIÓN DE POSGRADO**



**“ADMINISTRACIÓN DE LA CALIDAD DEL SERVICIO EN REDES  
DE DATOS MEDIANTE EL USO DE AGENTES INTELIGENTES”**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO**

**EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN  
INGENIERÍA DE SISTEMAS**

**ELABORADO POR  
ING. FREDY CAMPOS AGUADO**

**ASESOR  
MG. EDGARDO VERÁSTEGUI LAZO**

**LIMA - PERÚ**

**Digitalizado por:**

**2012**

## **DEDICATORIA**

A mi madre por su apoyo incondicional y a mis hijas Asiri e Illari por ser mis fuentes de inspiración.

## ÍNDICE

<b>DESCRIPTORES TEMÁTICOS.....</b>	<b>V</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>VI</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>VII</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>VIII</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>ASPECTOS PREVIOS Y PROBLEMÁTICA.....</b>	<b>1</b>
1.1 <i>Convergencia de redes.....</i>	<i>1</i>
1.2 <i>MYPES integradoras de soluciones y servicios TI (MYPE-IS).....</i>	<i>7</i>
1.2.1 <i>Definición de MYPE.....</i>	<i>7</i>
1.2.2 <i>Características básicas.....</i>	<i>7</i>
1.3 <i>Definición de la problemática.....</i>	<i>9</i>
1.4 <i>Determinación de los objetivos.....</i>	<i>9</i>
1.4.1 <i>Objetivo general.....</i>	<i>9</i>
1.4.2 <i>Objetivos específicos.....</i>	<i>10</i>
1.5 <i>Hipótesis de la investigación.....</i>	<i>12</i>
1.6 <i>Justificación y delimitación de la investigación.....</i>	<i>13</i>
1.6.1 <i>Importancia del tema.....</i>	<i>13</i>
1.6.2 <i>Justificación.....</i>	<i>15</i>
1.6.3 <i>Delimitación.....</i>	<i>15</i>
1.7 <i>Metodología de investigación.....</i>	<i>16</i>
1.7.1 <i>Tipo y diseño de la investigación.....</i>	<i>16</i>
1.7.2 <i>Población y muestra.....</i>	<i>17</i>
1.7.3 <i>Variables e indicadores.....</i>	<i>17</i>
1.7.4 <i>Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....</i>	<i>17</i>
<b>CAPITULO II</b>	
<b>AGENTES INTELIGENTES EN ADMINISTRACIÓN DE REDES DE DATOS....</b>	<b>18</b>
2.1 <i>Principios de administración de redes.....</i>	<i>18</i>

2.1.1 Generalidades.....	18
2.1.2 Objetivos de la gestión de redes.....	19
2.2 Gestión de redes y estándares.....	21
2.3 Introducción y principios sobre agentes.....	23
2.3.1 Antecedentes.....	23
2.3.2 Tipos genéricos.....	26
2.3.3 Necesidades típicas.....	27
2.4 Definiendo un agente inteligente.....	29
2.4.1 Definición básica.....	29
2.4.2 Propiedades de los agentes.....	31
2.4.3 Tipología.....	32
2.4.4 Inteligencia en agentes.....	33

### **CAPITULO III**

#### **CALIDAD DE SERVICIO (QOS) EN REDES DE DATOS.....35**

3.1 Calidad.....	35
3.1.1 Definición de la calidad.....	35
3.1.2 Marcos y metodologías para determinar los parámetros de calidad.....	38
3.1.3 Importancia de la calidad.....	38
3.1.4 Modelo de calidad para evaluar organizaciones.....	39
3.2 QoS en la gestión de redes .....	39
3.2.1 Puntos de vista de QoS.....	41
3.2.2 Marcos de trabajo para la evaluación y administración de QoS.....	43
3.2.3 Mecanismos para administrar QoS en una red de voz sobre IP.....	45

### **CAPITULO IV**

#### **DISEÑO DE LA PROPUESTA.....47**

4.1 Diagnóstico y determinación de estrategias.....	47
4.1.1 Descripción de la organización.....	47
4.1.2 Definiciones de los sistemas existentes.....	49
4.1.3 Análisis situacional.....	54
4.1.4 Estrategias y acciones.....	62
4.2 Planteamiento de la solución.....	63
4.2.1 Estructura básica del sistema de administración de QoS de la red.....	63
4.2.2 Indicadores y métricas de QoS.....	72
4.2.3 Ventajas y desventajas del sistema base de administración.....	74
4.2.4 Mejoras planteadas con técnicas inteligentes.....	78
4.3 Diseñando los agentes.....	79

4.3.1 Definición de roles y responsabilidades .....	79
4.3.2 Modelos y características de los agentes.....	84
4.3.3 Formas de interacción y relaciones.....	88
4.3.4 Lógica de agentes inteligentes propuestos.....	96
<b>CAPITULO V</b>	
<b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>106</b>
5.1 Pruebas de concepto del modelo sobre plataformas reales.....	106
5.2 Viabilidad de implementación.....	111
5.3 Contraste con la hipótesis.....	114
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>118</b>
<b>GLOSARIO DE TÉRMINOS.....</b>	<b>121</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>123</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>127</b>
<b>ANEXO 1:</b>	
<b>INDICADORES Y MÉTRICAS PARA ADMINISTRACIÓN DE RED.....</b>	<b>128</b>
<b>ANEXO 2:</b>	
<b>CONSIDERACIONES DE TRÁFICO PARA VOIP.....</b>	<b>129</b>
<b>ANEXO 3:</b>	
<b>DICCIONARIO DE DATOS GENERAL PARA LA BASE DE DATOS.....</b>	<b>130</b>

## **DESCRIPTORES TEMÁTICOS**

- **Agentes inteligentes**
- **Inteligencia artificial**
- **Administración de redes de datos**
- **Modelos de calidad**
- **Indicadores y métricas de calidad de servicio**
- **Sistemas Multi-Agente**

## **RESUMEN**

Actualmente, la inteligencia artificial se desarrolla en diferentes campos gracias a su capacidad de apoyar en la toma de decisiones y automatización de tareas. Es así que empresas de servicios e integradores de soluciones en comunicaciones ven a los agentes inteligentes como una alternativa de "asistentes" para las tareas básicas y repetitivas a fin de que los especialistas, operadores y planificadores se encarguen de las más complejas y decisivas.

En la presente tesis se explica como se pueden aplicar los agentes inteligentes a la administración de la calidad de servicio de una red de datos enfocándolo hacia una empresa integradora de soluciones que desea maximizar el uso de sus recursos y mejorar sus niveles de productividad.

La investigación se divide en cinco capítulos, el primero hace una descripción de la problemática encontrada y la dirección del trabajo. El segundo y tercero detalla los fundamentos de agentes inteligentes y la calidad de servicio en una red de datos. El cuarto realiza el diagnóstico del problema, planteando las estrategias de acción y el diseño del modelo del sistema basado en agentes inteligentes. El quinto hace la discusión de resultados del modelo, verificando su viabilidad junto al contraste de la hipótesis. Finalmente se muestran las conclusiones y recomendaciones de la investigación así como las líneas futuras de trabajo que se pueden seguir.

## **ABSTRACT**

Currently, artificial intelligence is developed in different fields thanks to its ability to support in decision-making and task automation. Thus, communications service providers and solutions integrators look for use intelligent agents as alternative "assistants" for basic and repetitive tasks therefore specialists, operators and planners take care of the most complex and decisive ones.

This thesis explains how intelligent agents can be applied to quality of service management for a data network focused to integration solution enterprise that look for maximize the use their resources and improve productivity levels.

The research is divided into five chapters, the first does a description of the problem and work address. The second and third details the fundamentals of intelligent agents and quality of service (QoS) in data networks. The fourth does the diagnosis of the problem, suggesting the action strategies and design of the system model based on intelligent agents. The fifth does the discussion of results, verifying their viability and contrast with hypothesis. Finally, show the conclusions and recommendations of research and future lines of works.



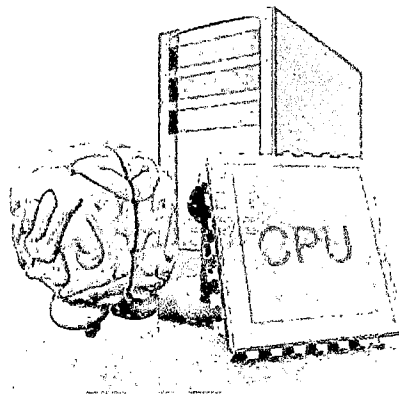
## INTRODUCCIÓN

Los competitivos ambientes de negocios en el mundo de las telecomunicaciones, el crecimiento de la complejidad del trabajo y la vida personal demandan ejecutar muchas tareas de forma eficiente y puntual. Para soportar estas urgencias son necesarias nuevas herramientas de computación, una de estas es la noción de un agente de software autónomo e inteligente. La visión fundamental detrás del desarrollo de agentes de software envuelve un paradigma clave, el cual es migrar del software tradicional como herramienta hacia un software como asistente (R. Russell y P. Norving)[21]

Actualmente el modelo base existente implica que el usuario inicia varias acciones que son pasivamente ejecutadas por el software. Esto es un modelo "realiza lo que yo te digo", por ejemplo tenemos la descarga de un programa desde la Internet, navegar en la web ó realizar el cálculo de una columna en Excel en una forma eficiente, en todos ellos los comandos son directamente ingresados por el usuario a través de un clic del "mouse" o el teclado.

En el nuevo modelo basado en agente, el usuario informa a un agente acerca de varias acciones a ejecutar o tareas a ser completadas. Esto es un

modelo "realiza lo que yo quiero decir". En este caso el agente toma los requerimientos y activamente ejecuta las tareas en representación del usuario tales como comparar precios en línea de los establecimientos comerciales o monitorear los mensajes electrónicos y organizar una agenda, incluso cuando el usuario se encuentre en vacaciones. Resumiendo lo anteriormente explicado diríamos que el modelo tradicional es reactivo, mientras que el nuevo modelo es proactivo.



*Fig. Nro. 1. La inteligencia artificial hace uso de los dispositivos computacionales*

Por otra parte la computación ha evolucionado desde la edad de las máquinas de cálculo (1950 – 1960) a través del procesamiento de la información (1970 – 1980) hacia los ambientes de información (1990 – 2000). Ambientes de información como es la web, proveen las bases para un sistema de software autónomo, como por ejemplo: sistema de envío automático de correos y noticias, indexación de documentos, etc. Estos mismos sistemas autónomos aparecen en robótica, particularmente para robots de movimiento(B. Faltings, 2000)[5]. Al mismo tiempo, el software esta llegando a ser tan complejo hasta el punto de volverse inmanejable. Por ejm. : el sistema operativo Microsoft Windows 2000 contiene cerca de 35 millones

de línea de código con muchos “bugs”, que posteriormente son “parchados” de acuerdo al impacto después de mucho tiempo. Para evitar estas dificultades en el mantenimiento de grandes proyectos de software, la tendencia radica en descomponer los sistemas en pequeños componentes los cuales pueden independientemente comprensibles de cualquier otro.

La Inteligencia Artificial (en adelante IA) puede considerarse como una de las disciplinas más interesantes, la cual trata de “desarrollar sistemas que piensen y actúen racionalmente”[24]. En esta parte debemos tener en cuenta que cada nueva incursión de la IA en un campo diferente supone el empleo de una metodología de aplicación propia del investigador que lo intenta pues a diferencia de otras disciplinas, no existen ciertos estándares o criterios consensuados que unifiquen el proceso de aproximación de la IA a otras áreas y, en consecuencia, a muchos de los problemas reales.

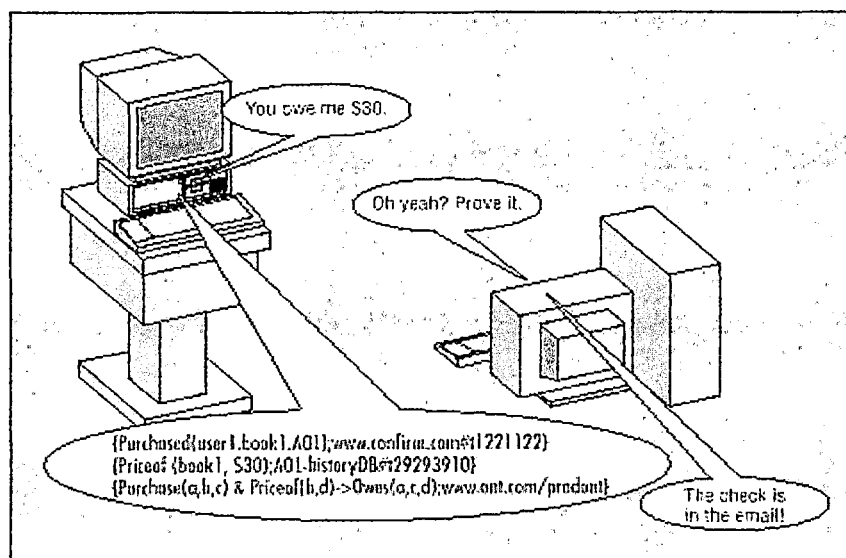


Fig. Nro. 2. Ilustración pictórica de una arquitectura de agente

Con el “paradigma de agentes”, se busca abordar el desarrollo de entidades que puedan actuar de forma autónoma y razonada. Si retomamos

la definición dada anteriormente donde se consideraba a la IA como un medio para el desarrollo de sistemas que piensen y actúen racionalmente, podemos pensar que la IA, en su conjunto, trata realmente de construir precisamente dichas entidades autónomas e inteligentes que pueden colaborar entre sí o actuar independientemente tratando de alcanzar su objetivo. En la actualidad para el caso de agentes no existen metodologías claras de construcción y/o aplicación, motivo por el cual se usaron diversos enfoques que fueron amoldados a nuestro tema de interés, el cual es administración de la calidad de servicio (QoS del inglés Quality of Service), a fin de poder concretar su aplicación.

Es aquí donde surge las interrogantes sobre que componentes del agente son fáciles de ser entendidos y aplicados. Este y otros puntos serán esclarecidos a medida que se desarrolle el presente trabajo. La finalidad del mismo radica en mostrar como los agentes, en nuestro caso "inteligentes", nos sirven como "asistentes" para disponer de una adecuada y óptima administración de QoS en redes de comunicación de datos (recursos humanos, hardware, software, resolución de problemas y/o sistemas de información operativa) y la forma como estos ayudan a una organización.

Con la tesis a desarrollar se espera que pueda establecerse los lineamientos en el uso de la tecnología de agentes a las empresas de nuestro medio que brinden servicios gestionados para su red de comunicaciones.

# **CAPÍTULO I**

## **ASPECTOS PREVIOS Y PROBLEMÁTICA**

En este capítulo revisaremos los aspectos previos generales sobre la problemática en estudio y haremos la formalización de la investigación de acuerdo al enfoque de la tesis que se pretende realizar.

### **1.1 CONVERGENCIA DE REDES**

Hoy en día uno de los aspectos claves en la gestión, mantenimiento y operación de una red de datos es la Calidad de Servicio (QoS, del inglés Quality of Service), esto debido que prácticamente todas las tecnologías actuales tienden a enfocarse a una convergencia tanto de servicios como de infraestructura.

Notaremos que esto es cierto en todo tipo de redes empresariales (sean estas grandes, medianas o pequeñas) donde día a día se pretende unificar los sistemas de comunicación e información para poder elevar la productividad de la organización. Por ejemplo, tenemos el caso empresarial en el que se utilizan sistemas de comunicaciones unificadas para la telefonía basados en IP a fin de converger a un modelo de negocio con mayor productividad.

### Enfoque de red multimedia empresarial con categoría de Telecom

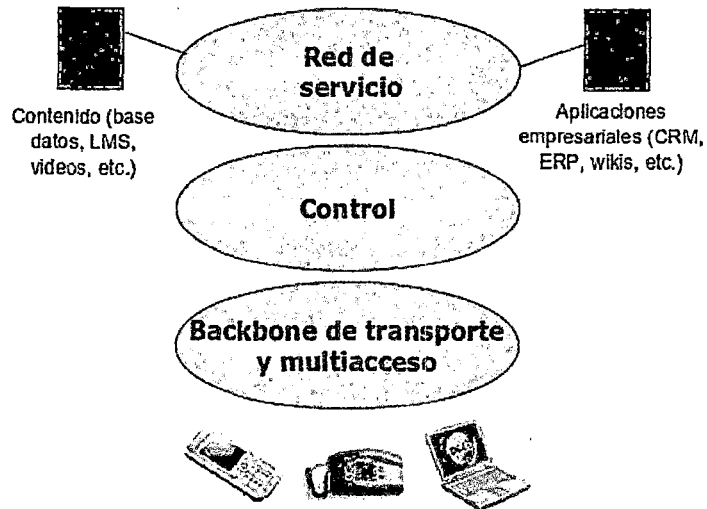


Fig. Nro. 3. Modelo de red empresarial enfocado en convergencia de red

Entonces se utiliza la propia red de datos IP (Internet Protocol)<sup>1</sup> a fin de pretender unificar la comunicación telefónica con otros sistemas de comunicaciones disponibles (sistema de gestión de red, mensajería, correo electrónico, celulares, Internet, redes inalámbrica, wikis, blogs, web 2.0, etc.) así como con los sistemas de información de gestión y planificación empresarial (CRM – Customer Relationship Management, ERP – Enterprise Resource Planning, etc.).

---

<sup>1</sup> Hoy en día se considera a la tecnología IP (el cual usamos ampliamente en la internet) como el catalizador principal de la unificación de las comunicaciones en general, esto debido a que el protocolo IP es independiente del medio de transporte de red LAN (Ethernet, Fast Ethernet, Giga Ethernet) ó WAN (MPLS, PPP, HLDC, 3G, etc.) lo que lo hace flexible para cualquier tipo de aplicaciones.

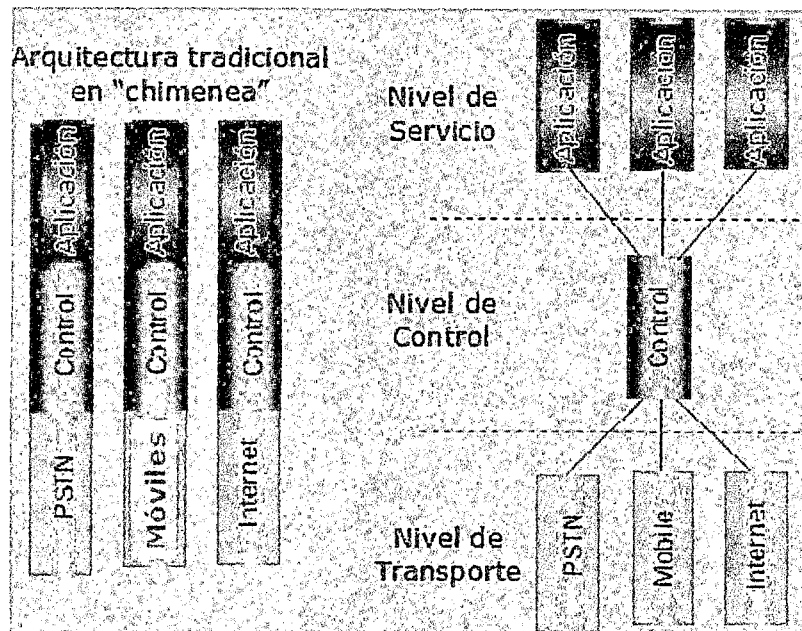


Fig. Nro. 4. Modelo de convergencia para infraestructura de red

Por otra parte los clásicos proveedores de servicios de comunicaciones (que en nuestro medio son: Telefónica, Telmex, Nextel, etc.) se orientan a utilizar una única infraestructura para proveer los servicios de comunicaciones exigidos (voz, datos, video, mensajería, etc.) que antes se caracterizaban por utilizar recursos propios (tanto humanos como en infraestructura de red).

Tal es así, que por ejemplo las compañías proveedoras de servicios en comunicaciones de datos (conocidos en el argot técnico como "telcos" ó "telecoms") brindan a sus clientes diferentes tipo de conectividad la cual se caracteriza por mantener una determinada "calidad" contratada, de tal forma que el medio en el cual transita la información del cliente mantengan las condiciones óptimas requeridas para la aplicación final.

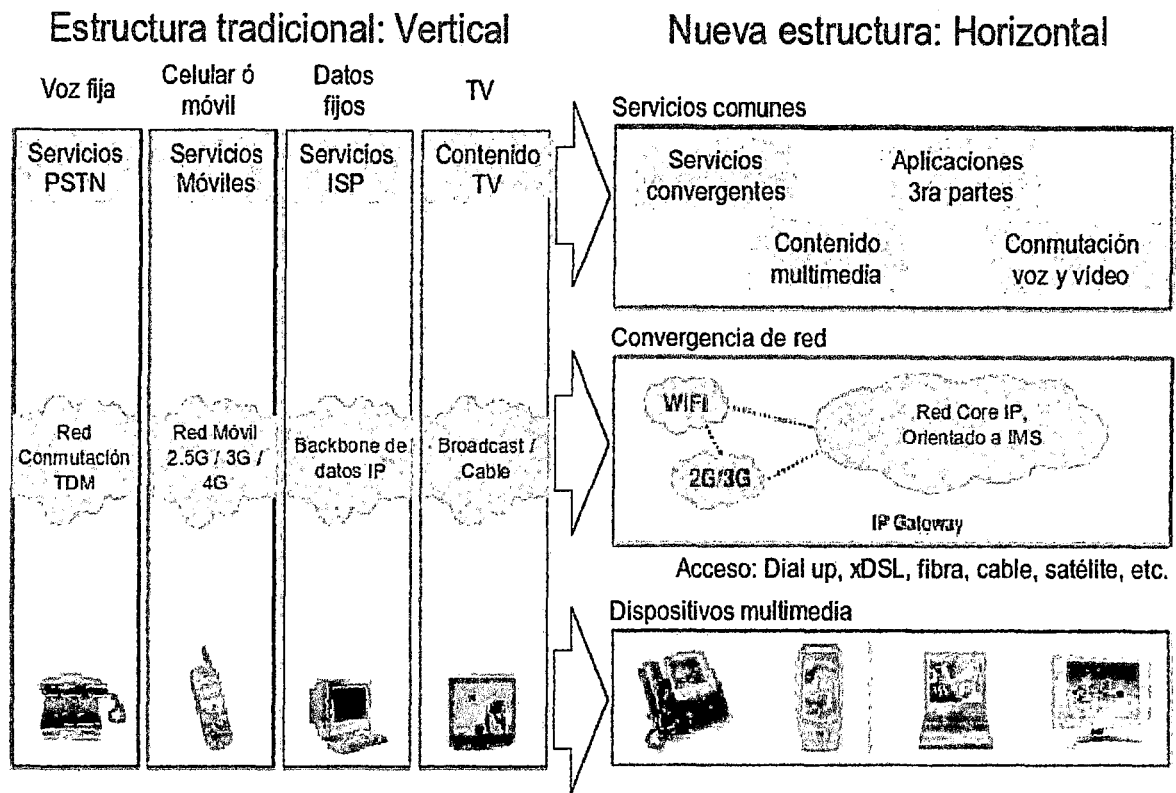


Fig. Nro. 5. Convergencia de los servicios de comunicaciones

Por lo tanto para las características del tráfico del cliente, mantener una calidad de servicio (QoS, Quality of Service) implica mantener una adecuada administración del flujo de información (tráfico de red) de una forma tal que no se afecte los servicios contratados y requeridos por la aplicación final.

A fin de mantener este QoS, es que se hace uso de una red de administración la cual apunta a desplegar, integrar y coordinar todos los recursos necesarios para monitorear, configurar, probar, analizar, evaluar y controlar la red de comunicación de datos tal que los objetivos de nivel de servicio sean alcanzados a un costo razonable.



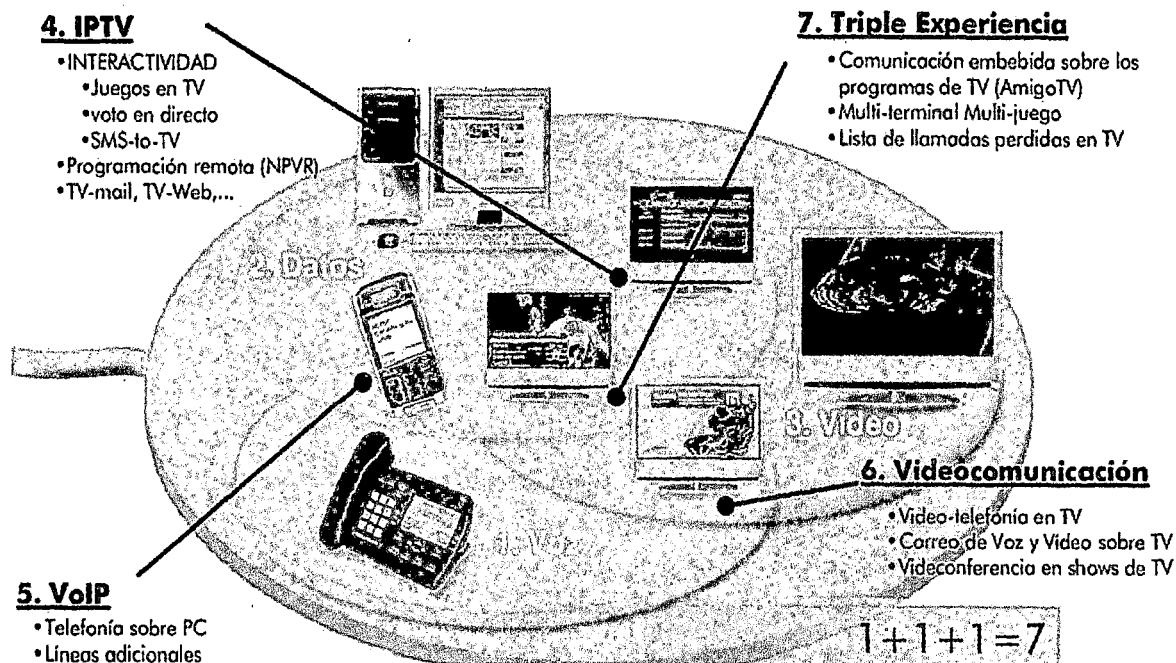


Fig. Nro. 6. Convergencia de servicios para el usuario final: Triple Play

Por otra parte además de considerar la arquitectura, también tenemos que tomar en cuenta otros puntos importantes tales como: procedimientos de levantamiento, activación ó desactivación del servicio y/o resolución de problemas en la red de producción, los cuales miden su eficacia basada en el tiempo de respuesta. Además es necesario considerar los recursos humanos que realizan estas labores y el conocimiento generado por los especialistas a fin de que pueda ser asimilado integra y rápidamente por los administradores de la red. Como se puede deducir de lo anterior toda esta amplia cantidad de información genera una gran base de conocimientos que es necesario que sea administrada eficaz y eficientemente a fin de poder optimizar los tiempos de respuesta que los operadores o administradores de la red necesitan a fin de mantener la calidad del servicio proveído.

Un típico ejemplo de una red de administración de datos genérica contempla un centro de control principal haciendo uso de colectores de información. Esta arquitectura varía dependiendo del tamaño de la red administrada y de los tipos de servicios que esta brinde

Finalmente, la importancia de mantener y administrar la calidad de servicio es un aspecto común y general para todo tipo de redes, tanto desde el punto de vista del cliente, ya que mantiene una revisión y auditoría constante de su servicio, como desde el punto de vista del proveedor (interno o externo a la organización), ya que le permite asegurar y mantener la calidad del servicio contratado por su cliente final.

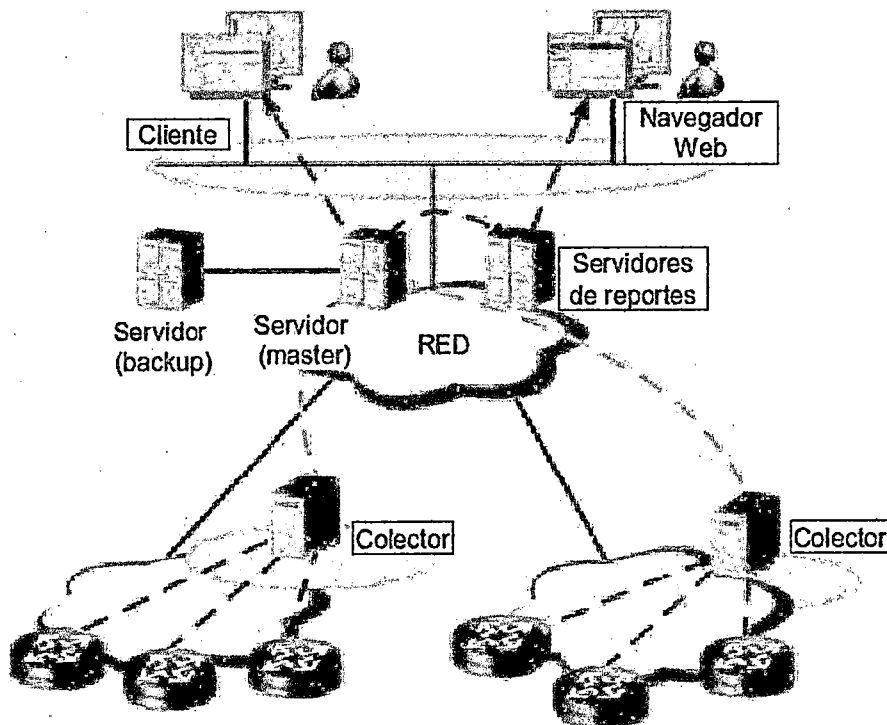


Fig. Nro. 7. Ejemplo de recolección de información en redes de datos

## **1.2 MYPES INTEGRADORAS DE SOLUCIONES Y SERVICIOS TI (MYPE-IS)**

Actualmente el Perú, vive un momento muy expectante en su historia, ya que es considerada una de las economías más emergentes del mundo. De hecho, los innegables avances en tecnología y el proceso de globalización, han abierto nuevos mercados y creado nuevos desafíos para las empresas peruanas.

De un lado, la apertura comercial propugnada en los últimos años, han permitido incrementar sosteniblemente las exportaciones peruanas y ser uno de los pilares de su crecimiento económico. De otro lado, paulatinamente las Micro y Pequeñas Empresas (MYPE) muestran su potencial dinamismo en la economía de nuestro medio, constituyéndose en la base empresarial más importante, considerada también como generadora de empleo.

### **1.2.1 Definición de MYPE**

Una MYPE es una unidad económica constituida por una persona natural y/o jurídica, bajo cualquier forma de organización o gestión empresarial contemplada en la legislación vigente, que tiene como objeto desarrollar actividades de transformación, producción, comercialización de bienes o prestación de servicios.

### **1.2.2 Características básicas**

Dentro de las características de la micro-empresa formal tenemos:

- Emplea menos de 5 trabajadores
- Tiene un volumen de ventas reducido

- Se dedica principalmente a actividades de servicio o comercio
- Se localizan principalmente en Lima y capitales importantes de regiones.
- Los ingresos de los trabajadores y conductores son más altos que los de sus pares en las empresas informales
- En promedio los directivos tienen un mayor nivel educativo que sus trabajadores.

Estudios actuales a demostrado que alrededor del 50% de las MYPEs tiene menos de tres años de existencia lo que implica una alta tasa de mortandad, por otra parte el 67% esta constituida por un sólo trabajador, el 20% tiene dos personas y sólo el 13% supera los cuatro trabajadores.

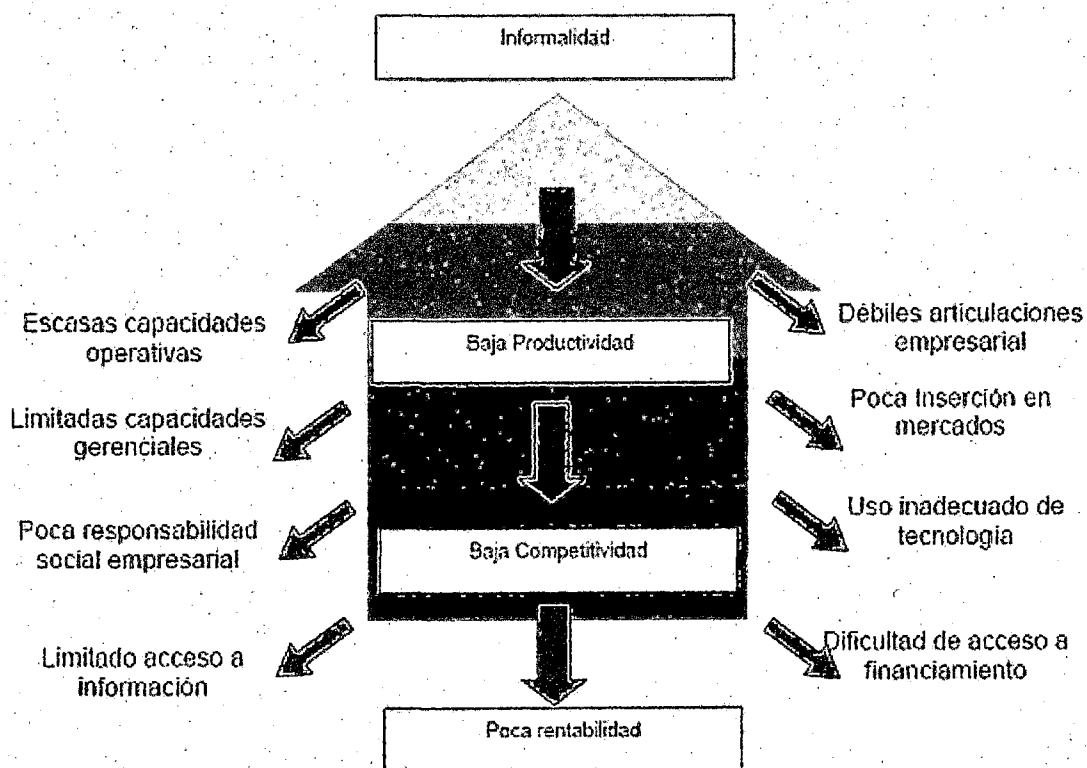


Fig. Nro. 8. Principales restricciones de la MYPE-IS

### **1.3 DEFINICIÓN DE LA PROBLEMÁTICA**

Teniendo en cuenta los aspectos relacionados a la convergencia de redes y considerando que actualmente nuestro país cuenta con una gran cantidad de micros y pequeñas empresas (MYPE) que desean establecerse en el mercado de integración de soluciones y servicios de tecnología de la información (TI) a fin de ser más competitivas, pasamos a definir el problema planteado para el desarrollo de esta tesis como sigue:

“Se requiere de alternativas que permitan establecer un sistema de administración de la calidad de servicio para una red comunicación de datos, a fin de que permita optimizar los tiempos en la toma de decisiones correctivas de los administradores de red fin de corregir las averías o desviaciones del servicio requerido. Todo esto desde la perspectiva de una MYPE que ofrece integración de soluciones y servicios en TI (MYPE-IS) hacia empresas clientes.”

### **1.4 DETERMINACIÓN DE LOS OBJETIVOS**

#### **1.4.1 Objetivo general**

Tomando en cuenta los antecedentes tecnológicos expuestos anteriormente, así como la definición de la problemática a resolver, el presente proyecto busca conseguir el siguiente objetivo general basado en la tecnología de agentes inteligentes:

“Establecer técnicas ó métodos que permitan reducir los costos involucrados para una MYPE-IS por la administración de la calidad de servicio en una red de comunicaciones de datos mediante el uso de agentes inteligentes, disponiendo a la organización de herramientas que permita compartir adecuadamente las conocimientos y las informaciones generadas en su ámbito operativo para ser usada como fuente de toma de decisiones y planeamiento estratégico en tiempos óptimos.”

#### **1.4.2 Objetivos específicos**

Basado en el objetivo general podemos establecer los siguientes objetivos específicos del proyecto como sigue:

1. Plantear la estructura del sistema de administración de la red de datos orientado al mantenimiento semiautomático de la calidad de servicio teniendo como referencia el modelo óptimo propuesto.
2. Caracterizar los agentes inteligentes requeridos para funcionar en la red de datos.
3. Automatizar las tareas simples y repetitivas de los operadores de red con relación a la recopilación de información de los indicadores y los reportes de métricas de calidad de servicio de la red en producción.

4. Proponer un mecanismo de software “inteligente” que permita soportar los diferentes tipos de redes de administración a fin de prever un crecimiento dinámico basado en las necesidades.
5. Proponer un mecanismo de particularización de los agentes hacia las necesidades de los principales usuarios dentro de los diferentes niveles de la organización (estratégico, táctico y operativo) que administra la red de datos.
6. Proponer un método para recolección de las experiencias de los especialistas y operadores de red a fin de que se pueda optimizar los tiempos de resolución de problemas.
7. Aumentar el nivel de conocimiento sobre la red del cliente disminuyendo el tiempo de aprendizaje de los nuevos especialistas y administradores de red debido a la disposición del conocimiento de otros miembros, liberación de tareas repetitivas y uso adecuado del sistema de información de administración de red ajustado a las necesidades de calidad de servicio requeridas.
8. Reducción de los costos operativos de la red de administración.

## **1.5 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN**

En esta investigación mostraremos que mediante el uso técnicas de software inteligentes se optimiza el uso de recursos en las organizaciones aumentando su productividad, en nuestro caso particular consideraremos una "MYPE integradora de soluciones y servicios en TI (MYPE-IS)" que busca mejorar la calidad de servicio de la red de sus clientes vía una adecuada administración de la red de datos.

Específicamente se modelarán "agentes inteligentes" para proponer una solución al problema, dado que no se pretende establecer un nuevo sistema a la variedad existente en el mercado, si no por el contrario se buscará diseñar agentes de software especializados en algunos tipos de tarea modelo, teniendo la facultad de actuar como asistentes de usuarios (especialista, operador de red, jefaturas de red, áreas de planeamiento, etc.) y automatizar las principales necesidades de información y acción. Todo esto conllevará a liberar de tiempo al personal clave de los diversos niveles operativos y tácticos con el fin de que estos se ocupen de tareas que requieran decisiones más complejas para la organización.

Por otra parte la calidad de servicio del cliente final, se vería aumentada debido a que la administración de red se torna más dinámica y óptima en el manejo de sus recursos, resolución de problemas y uso de la información disponible.



## **1.6 JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.6.1 Importancia del tema**

Mantener una determinada calidad en el servicio en la red de datos de las empresas clientes, implica para una empresa MYPE-IS, disponer de una adecuada infraestructura de hardware, software y recursos humanos que permitan manejar los diversos elementos y dispositivos que participan en la provisión del servicio. En tal sentido la forma como se realice la inversión se vuelve en un factor crítico de productividad. Tomando como ejemplo, una empresa integradora de soluciones clásica de nuestro medio y de mediana envergadura se estima que los principales factores por las cuales se realizan inversiones en el sector de administración de una red de comunicaciones de datos son:

1. Nuevas plataformas que no tengan un gestor estándar. A pesar que en la actualidad muchos fabricantes se han alineado a los estándares de administración de red, todavía se presentan los casos en que los gestores no poseen la factibilidad de implementarse en diversos sistemas operativos, ejm.: SUN Solaris, Linux, Windows, etc.; por otra parte la forma en que estos se comunican con los elementos a ser gestionados es propietaria lo que implica personal específico que debe ser capacitado para operarlo.

2. Escasas aplicaciones comunes de administración y bases de datos inconsistentes. Cada sistema de administración de red (NMS, Network Management System) fue diseñado con una función particular en mente, resultando en sistemas con aplicaciones que se repiten de forma diferente. En el ambiente de las telecomunicaciones los diversos NMS, referidos como OSS (Operational Support Systems) ofrecen sus propios soportes a base de datos e interfaces de usuario distintas, derivando que sólo una pequeña cantidad de información pueda ser intercambiada entre OSS's, necesitando para ello intervención manual en los procesos de aprovisionamiento y mantenimiento.
3. Mantenimiento y resolución de problemas de la red en producción
4. Optimización del tiempo en la atención de fallas o averías producidas en el servicio del cliente gestionado.
5. Monitoreo de la red a fin de obtener la información que permita entregar el detalle de la capacidad de recursos utilizados, disponibles y su comportamiento en el tiempo. Entre estos se tiene por ejemplo, las estadísticas de uso de enlace, procesamiento de los equipos, etc. Esto permite obtener la información que servirá para realizar el planeamiento de la red y la forma como esta deberá crecer.

6. Disposición de información sobre las tecnologías usadas, nuevos procedimientos operativos, estándares, etc., tal que permiten una mayor eficiencia en el trabajo de los especialistas de red.

### **1.6.2 Justificación**

Considerando los factores anteriormente descritos se puede afirmar que toda red de comunicaciones incrementa la complejidad de su administración a medida que la diversidad de servicios crece y con ellos las plataformas tecnológicas que las soportan, virtud a esto la automatización de tareas, diagnósticos y soporte de información se convierten en herramientas claves para la administración de la red y una forma de aumentar la productividad, ya que se mantendrían los clientes existentes y se captarían nuevos basándose en la imagen proyectada. Esto es crítico más aun si consideramos que la MYPE-IS no disponen de una gran cantidad de recursos a ser invertidos.

### **1.6.3 Delimitación**

El presente trabajo se delimita a proponer una solución de administración de calidad de servicio en una red de comunicaciones de datos mediante el uso de agentes inteligentes para una empresa MYPE integradora de soluciones y servicios en TI (MYPE-IS) típica de nuestro medio, la cual se define como una micro empresa que provee de soluciones integrales de redes de diferentes marcas y proveen servicios de gestión de la

infraestructura de comunicaciones de sus empresas clientes. Igualmente dentro de la MYPE-IS, solamente nos enfocaremos a proponer la solución dentro del área de operaciones y atención al cliente.

## **1.7 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.7.1 Tipo y diseño de la investigación**

En el presente proyecto usaremos métodos de investigación sistémicos, histórico, analíticos y experimentales. El método histórico nos proveerá de la información concerniente del comportamiento pasado al presente en la administración de las redes de comunicación de datos, con ello podremos analizar la forma como ha crecido tanto en complejidad como capacidad la red en producción. Con esta información describiremos y explicaremos las principales causas, razones y necesidades de este comportamiento a fin de poder proponer tipos de agentes inteligentes que cubran estas exigencias en la problemática específica.

Para definir los tipos de agentes a usar, usaremos los métodos analíticos para establecer el modelo del sistema de agente a utilizar, validándolo con algunos experimentos básicos vía simulaciones sobre una red de administración de laboratorio con el objeto de analizar los cambios estimados en la dinámica y optimización de sus funcionalidades.

Como es de suponer el enfoque utilizado para diagnosticar los problemas será el sistémico, sin embargo al momento de la definición del agente y su modelo se usará el enfoque científico. Esta combinación de enfoques se mantendrá en todo momento durante el desarrollo de la tesis.

### **1.7.2 Población y muestra**

En este proyecto mantendremos como nuestro universo de trabajo o población a una empresa MYPE integradores de soluciones (MYPE-IS) de comunicación típica del Perú. Vale decir: sus clientes, sus proveedores, sus competidores y su propio centro de administración de red.

Por otra parte se tomará como muestra los datos disponibles de algunos de sus clientes. Igualmente se considerará la evolución y tendencia de la calidad del servicio en comunicación de datos en la región y el mundo basado en los estándares.

### **1.7.3 Variables e indicadores**

Basado en la muestra, las principales variables e indicadores estarán constituidos por los datos recogidos durante el proceso de diseño de la solución así como los resultados iniciales generados por el modelo tradicional de administración de la calidad de servicios. De tal forma que usando técnicas de comparación podemos verificar el alcance de los objetivos planteados y el contraste de la hipótesis.

### **1.7.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Utilizaremos como fuentes de información a los proveedores de soluciones, otras empresas integradoras de soluciones, organismos nacionales e internacionales de regulación, artículos y libros escritos sobre el tema, entrevista a los principales actores (clientes y especialistas u operadores de red) y estadísticas internas de la empresa en estudio.

## **CAPITULO II**

### **AGENTES INTELIGENTES EN ADMINISTRACIÓN DE REDES DE DATOS**

En esta sección revisaremos los principios, definiciones, tipos y características de los agentes inteligentes, así como su uso en la administración o gestión<sup>2</sup> de las redes de datos.

#### **2.1 PRINCIPIOS DE ADMINISTRACIÓN DE REDES**

##### **2.1.1 Generalidades**

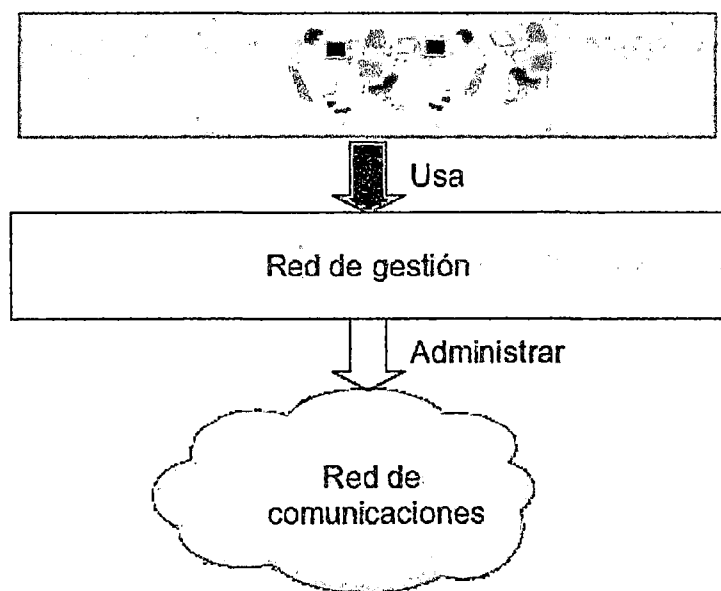
En un futuro no muy lejano, prácticamente todas las computadoras estarán interconectadas entre sí. Es muy seguro que encontraremos redes no solo en las compañías como en el presente, si no también dentro de todas las construcciones inteligentes e incluso dentro de las casas donde ellas serán usadas para máquinas de lavar o tostadoras. Como cualquier otro sistema estas redes necesitarán ser controladas y administradas. Además, es obvio que redes personales o redes de pequeñas empresas no requerirán de los mismos sistemas de red de administración de las grandes empresas en

---

<sup>2</sup> A partir de este capítulo usaremos indistintamente los términos administración ó gestión de las redes de datos para referirnos al mismo concepto de administrar o gestionar los recursos disponibles en las redes de comunicaciones.

términos de complejidad, costo y recursos necesarios. Actualmente casi todos los dispositivos de red son administrables (la mayoría vía SNMP<sup>3</sup>), y por lo general existen sólo unas pocas plataformas de administración de red, y muchas de ellas han sido diseñadas para redes de mediana a gran envergadura. En la búsqueda de soluciones escalables, flexibles y económicas, el paradigma del Agente Inteligente (Intelligent Agent) se aproxima como una solución alternativa.

### El rol de la gestión de red



*Fig. Nro. 9. El rol de la gestión de red en la organización*

### 2.1.2 Objetivos de la gestión de redes

Dentro de los principales objetivos de la gestión de redes tenemos:

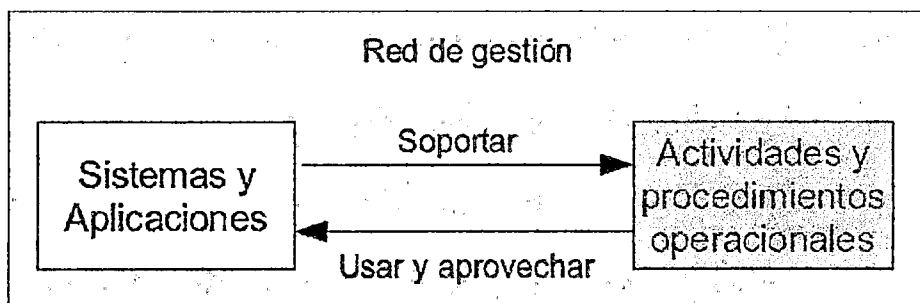
<sup>3</sup> SNMP, es el acrónimo de Simple Network Management Protocol el cual pertenece a la suite TCP/IP y es usado para gestionar equipos.

- **Controlar los bienes estratégicos de la organización :** Redes y recursos de computación distribuida están incrementando los recursos vitales para la mayoría de las organizaciones. Sin control efectivo, estos recursos no proveen la amortización que las compañías requieren.
- **Controlar la complejidad :** El continuo crecimiento del número de componentes de red, usuarios, interfaces, protocolos y fabricantes amenazan al nivel táctico con perder el control sobre lo que está conectado a la red y como estos recursos son usados.
- **Mejorar Servicios:** Usuarios finales esperan los mismos o mejores servicios sobre los recursos de información a pesar de que las organizaciones crecen y se distribuyen.
- **Balance de las diferentes necesidades :** Los recursos de Información e informática de una organización deben proveer a un espectro de usuarios con diferentes aplicaciones y determinados niveles de soporte con requerimientos específicos en las áreas de rendimiento, disponibilidad y seguridad.
- **Reducir el tiempo de indisponibilidad de la red:** Dado que los recursos de información y red de una organización se convierten en los activos más importantes, los requerimientos de disponibilidad mínima se



aproximan al 100 %, por tanto es necesario considerar en el diseño aspectos de redundancia que lo hagan más fiables. En este sentido la administración de red tiene una rol indispensable en asegurar la alta disponibilidad de los recursos.

- Control de Costos : El uso de los recursos debe ser monitoreado y controlado para ser capaz de satisfacer las necesidades esenciales del usuario a un costo razonable costo.



*Fig. Nro. 10. Implicaciones de la gestión de una red*

## 2.2 GESTIÓN DE REDES Y ESTÁNDARES

La administración de red siempre ha sido estudiada por la ISO (International Standard Organization) el cual define una arquitectura y un grupo de estándares. Estos estándares son divididos en 3 principales partes :

- Administración de la comunicación (CMIS/CMIP) (ISO / IEC 9595)
- Funciones del Sistemas de Administración (ISO / IEC 10164)
- Administración de la Información (ISO / IEC 10165-\*, 10589,...)

Por otra parte también tenemos los estándares de la ITU-T (International Telecommunication Union) y la basada en la IETF (Internet Engineering Task Force)

#### 2.2.1.1 Áreas funcionales OSI de la administración de red

El lado funcional de administración OSI lo constituyen 5 áreas relacionadas entre sí. Las unidades funcionales son definidas y usadas para cubrir estas áreas las cuales pasamos a detallar:

- **Administración de la configuración:** Constituye la inicialización, apagado, configuración, lectura y modificación de la configuración del equipo.
- **Administración de fallas:** Consiste en la detección, rastreo, locación, análisis, predicción y corrección de fallas.
- **Administración del rendimiento:** Consiste en la medición, recolección de datos, análisis, afinación y pruebas de la red.
- **Administración de la seguridad:** Consiste en el control de acceso a los recursos de red.
- **Administración de cuentas:** Constituye la creación de una cuenta, su verificación, planeamiento y facturación.

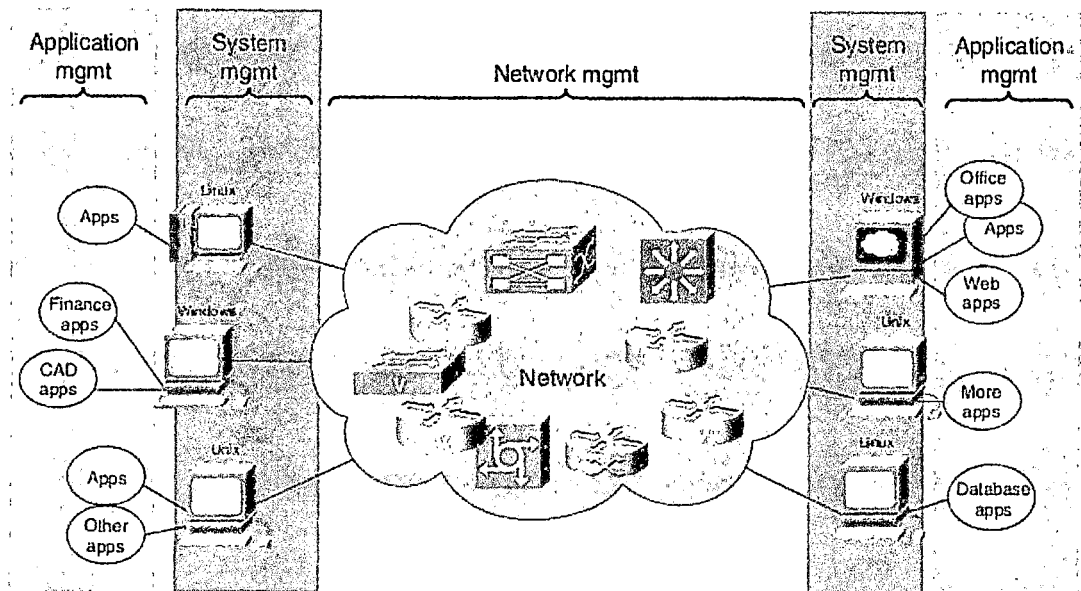


Fig. Nro. 11. Administración de redes, sistemas y aplicaciones (Fuente [2])

## 2.3 INTRODUCCIÓN Y PRINCIPIOS SOBRE AGENTES

### 2.3.1 Antecedentes

La terminología “agente” tiene sus inicios en los trabajos hechos a inicios de 1960. La comunidad de la inteligencia artificial (IA) bautiza el término de “agentes de software” para referirse a programas que actúan bajo el patrocinio de las personas. Estos programas “inteligentes” conocen cosas importantes acerca de sus usuarios tales como: su presupuesto, calendario, preferencias de trabajo, etc. Sin embargo, en general los agentes tienen su origen en cuatro diferentes áreas de investigación: robótica, inteligencia artificial, sistemas distribuidos y gráficos en computadora.

Los trabajos de agentes en robótica e inteligencia artificial estuvieron originalmente fuertemente interrelacionados[5]. Robots tales como SHAKEY (Nilsson, 1984) fueron programados para exhibir un comportamiento autónomo en un ambiente bien definido y situaron las bases para el planeamiento de los sistemas de IA hasta nuestros días. El primer agente de software fue probablemente ELIZA (Weizenbaum, 1965), un programa el cual podía entablar una conversación con un usuario. Otro programa, SHRDLU (Winograd, 1973) permitió a una persona una conversación simulada con un robot. La noción de un sistema multiagente fue traída al primer plano por Marvin Minsky en su trabajo sobre la "Sociedad del pensamiento". Su visión estuvo enmarcada en que un sistema complejo, tal como la mente humana debería ser entendida como una colección de agentes relativamente simples, cada uno de los cuales es especialista en ciertos dominios limitados. A través de estructuras llamadas líneas K, los agentes activarían a otros cada vez que su interrelación llegue a ser relevante. El trabajo de Minsky mostró una visión notable, pero fue descabellada para su tiempo debido a que la complejidad del software aún no alcanzaba los niveles en la cual la ventaja de tales estructuras tendrían un impacto práctico.

Por otra parte en inteligencia artificial, el desarrollo de los agentes estuvo orientado también hacia otras direcciones. Las investigaciones en inteligencia artificial distribuida iniciaron las acciones de cooperación y comunicación entre agentes hacia un interés común. De esta forma investigaciones tales como Durfee et al. (1989), Yokoo et al. (1990) y otros

han desarrollado métodos distribuidos para un adecuado planeamiento y coacciones conjuntas. La metodología gana un atractivo adicional cuando los agentes se encuentran auto interesados y toman decisiones para incrementar sus propios beneficios en su ámbito local. Aquí también se puede adicionar los mecanismo producidos a fin de compartir el conocimiento, en este caso, DARPA propuso el KIF (knowledge interchange format) mediante Genesereth y Fikes (1992), o el KQML (knowledge query and manipulation language) por Finin (1993), y finalmente el ONTOLINGUA (Gruber, 1992) para modelar ontologías. Todos estos medios produjeron las bases para la interoperatividad de agentes en medios heterogéneos. Es así que con el fin de uniformizar los lenguajes, la organización internacional FIPA (Foundation for Intelligent Physical Agents) esta desarrollando un juego completo de estándares que permitan la interoperatividad de agentes con bastantes complejidades de las principales compañías (Siemens, NEC, IBM, Sun, etc.).

Finalmente, los agentes también aparecieron en gráficos de computación e interfaces de usuarios. La animación computarizada ha producido películas con actores virtuales, en la cual su comportamiento ha sido programado de forma manual (Magnenat – Thalmann, 1987). Un importante catalizador para el desarrollo de los agentes inteligentes ha sido la Internet, así como los sistemas distribuidos. En telecomunicaciones se usaron los agentes para mejorar plataformas de red inteligente (TINA) o para reducir el "overhead" dentro de las redes. Estándares tales como CORBA están

permitiendo disponer de una infraestructura para la comunicación y computación distribuida entre los agentes.

Recientemente las principales compañías tales como Microsoft, Sun, IBM y Hewlett – Packard están promoviendo el desarrollo de plataformas basados en agentes inteligentes (JINI de Sun, IBM y Hewlett - Packard, COM de Microsoft) que permitan ofrecer un ambiente de computación que soporte y ayude a las personas a realizar su trabajo de forma más eficiente y productiva.

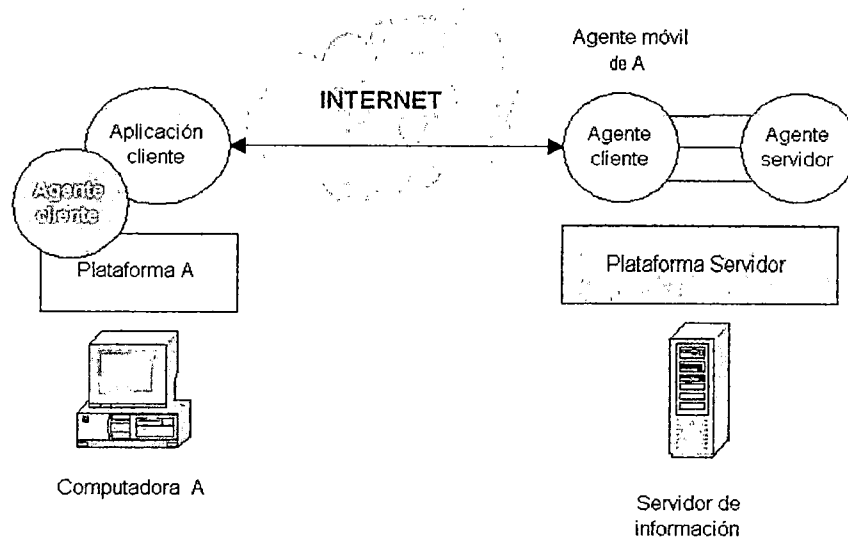
### **2.3.2 Tipos genéricos**

Se pueden definir principalmente dos tipos de agentes humanos por sus funciones en el lugar de trabajo: trabajadores dentro de un ambiente de oficina y trabajadores que se movilizan al campo. De la misma manera tenemos dos tipos de agentes de software genéricos: estáticos ( dentro del ambiente de la computadora) y móviles.

El agente de software estático simplemente se ubica en el servidor o PC y activamente monitorea las actividades provenientes de su entorno (ambiente informático), no se moviliza ni transita fuera de su "lugar" de trabajo, pero usa el conocimiento del que dispone para asistir en el filtrado y procesamiento del volumen de información ingresante.

Por otra parte, formas avanzadas de agentes incorporan la movilidad que permite a un agente de software ejecutar comandos mientras reside en

un servidor remoto, y sólo reportan a su centro base cuando la tarea encomendada ha sido culminada.



*Fig. Nro. 12. Interacción de un agente móvil*

### 2.3.3 Necesidades típicas

En esta parte indicaremos algunas de las razones por las que son necesarios los agentes de software. Debemos considerar que la premisa básica es que estos sean autónomos y que los procesos del software estén en segundo plano, todos ellos realizados en representación del usuario.

Tomando en cuenta lo anterior tenemos las siguientes razones:

- **Administración del sobre flujo de información:** Actualmente los usuarios están sobrecargados por una infinidad de información disponible y el esfuerzo (tiempo y costo) requerido a fin de encontrar la información específica es grande. Los agentes soportan esta necesidad ordenando y filtrando el flujo de información ingresante de una forma automática,

para llegar a una cantidad administrable de información con alto valor de contenido para los usuarios.

- **Soporte a las decisiones:** Existe actualmente una necesidad imperiosa de incrementar el soporte para tareas ejecutadas por “trabajadores del conocimiento” (tales como gerentes, profesionales técnicos y personal de ventas) específicamente en las áreas que involucran decisiones. El tiempo y las decisiones tomadas por estos profesionales impactan significativamente en su eficacia y los sucesos que sus negocios realizan en el mercado.
- **Actividades repetitivas de oficina:** Hay una gran presión por automatizar las tareas ejecutadas por personal administrativo y de oficina. Actualmente el costo de estas labores se estiman que son alrededor del 60% del costo total de la información enviada.
- **Actividades personales cotidianas:** En una sociedad altamente cambiante, los tiempos de uso individuales necesitan nuevos medios para minimizar la espera de las rutinas de tareas personales, tales como elaborar un informe escrito, cuando este se encuentra claramente deducido en el pensamiento. Una forma interesante de un agente sofisticado es uno que utilice una interfaz de voz activada a fin de reducir la carga al usuario de ingresar comandos explícitos a la computadora.
- **Búsqueda y recuperación de información:** Debido a que no es posible manipular el sistema de base de datos distribuidos en un escenario de comercio electrónico con millones de objetos datos, los usuarios



tendrán que relegar la tarea de búsqueda y comparación de costos a los agentes. Estos agentes ejecutan las tediosas, extensas y repetitivas tareas de búsqueda de base de datos, recuperación y filtro de información y luego las envía al usuario.

- **Campos de especialización:** Normalmente necesitamos modelar los costos de la experiencia y hacer de esta ampliamente disponible, por ejemplo agentes de software expertos podrían ser modelos de agentes del mundo real tales como traductores, abogados, diplomáticos, corredores de bolsa, etc.

## **2.4 DEFINIENDO UN AGENTE INTELIGENTE**

### **2.4.1 Definición básica**

Los conceptos relacionados a los agentes son varios pero en general tienen una forma común, veamos:

- Un agente es algo que representa a una persona o una firma dentro de alguna transacción, un intermediario o un instrumento usado en una negociación. En el caso de agentes inteligentes son entidades de software que son capaces de poseer autonomía propia orientada a obtener ciertas metas establecidas[23].
- Un Agente es cualquier cosa que pueda ser observada percibiendo su entorno mediante sensores y actuando sobre ese entorno mediante efectores / actuadores [21].

- Un agente es un sistema computacional que está situado en un entorno y que es capaz de realizar acciones autónomas flexibles en ese entorno para alcanzar sus objetivos [17].

En resumen desde el enfoque de la inteligencia artificial (IA) podemos afirmar que un agente es todo aquello que puede considerarse que percibe su ambiente mediante sensores y que responde o actúa en tal ambiente por medio de efectores.

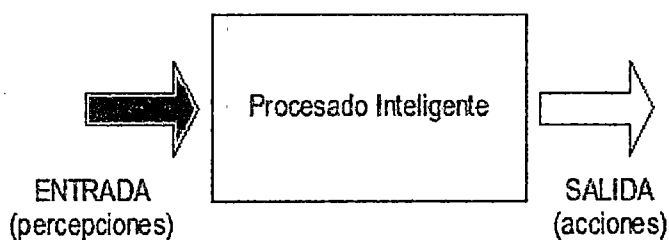


Fig. Nro. 13. *Agente visto como una caja negra*

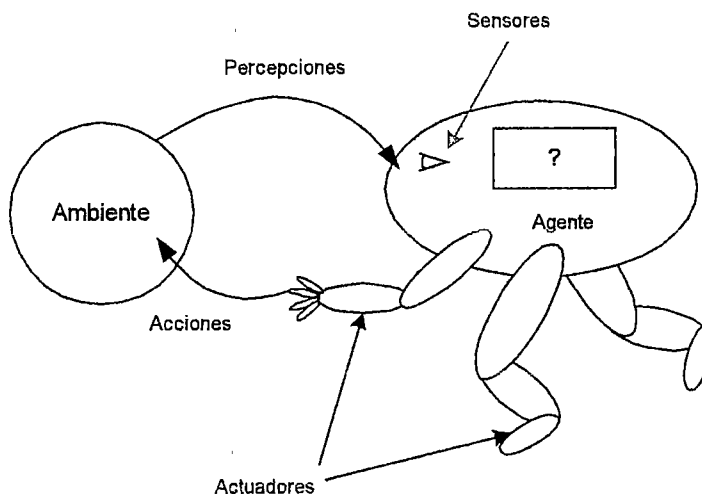


Fig. Nro. 14. *Agente interactuando con el medio*

## **2.4.2 Propiedades de los agentes**

A continuación detallaremos algunas de las propiedades que en la literatura industrial y científica[16] son usadas para caracterizar un agente inteligente.

1. Autonomía: Esta relacionado a la facultad de poseer independencia.
2. Comunicación: Esta relacionado a la capacidad de comunicarse con humanos u otros agentes.
3. Colaboración y cooperación: Tiene relación con la capacidad de poder colaborar entre agentes a fin de llegar a un objetivo.
4. Deliberación: Capacidad de conocer reglas y aplicarlas sin esperar instrucciones.
5. Movilidad: Capacidad de movilizarse entre diversos sistemas para alcanzar sus objetivos.
6. Aprendizaje: Capacidad de aprender las cosas positivas o negativas del entorno observado.
7. Pro-actividad: Adelantarse a la necesidad de hacer cambios antes de que estos sean requeridos.
8. Reactividad: Hace algo cuando ocurre un evento.
9. Seguridad: Capacidad de discriminar entre “amigos” ó “enemigos”.
10. Planificación: Capacidad de priorizar tareas para alcanzar sus objetivos.
11. Delegación: Capacidad de redistribuir tareas hacia otros agentes y balancear recursos.

### **2.4.3 Tipología**

La tipología se refiere al estudio de tipos de entidades de agentes. Hay varias dimensiones para clasificar el software de agentes existentes.

En primer lugar pueden ser clasificados por su movilidad es decir por su habilidad para moverse por la red. Se originan dos clases de agentes: estáticos o móviles.

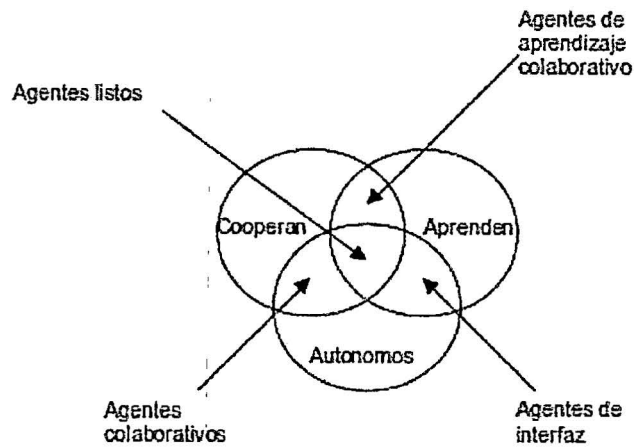
En segundo lugar pueden ser clasificados como deliberativos o reactivos. Los deliberativos se derivan del paradigma del pensamiento deliberativo: los agentes poseen un modelo de razonamiento simbólico interno comprometido en la planificación y negociación para realizar coordinación con otros agentes. Los agentes reactivos al contrario no tienen ningún modelo simbólico interno de su entorno y actúan utilizando un tipo de comportamiento de estímulo/respuesta para responder al estado presente en el entorno en el que están embebidos.

En tercer lugar, los agentes se pueden clasificar a lo largo de varios atributos primarios tales como autonomía, aprendizaje y cooperación.

La autonomía se refiere al principio de que los agentes pueden operar por ellos mismos sin intervención humana o de otros agentes.

La cooperación es la razón para tener múltiples agentes y para que ellos cooperen es necesario que los agentes posean una habilidad social, por ejemplo la de interactuar con otros agentes y posiblemente con humanos a través de algún lenguaje de comunicación.

Finalmente, los agentes son bastante listos, ellos pueden aprender como reaccionar y/o interactuar con su entorno externo.



*Fig. Nro. 15. Tipología de agentes*

#### **2.4.4 Inteligencia en agentes**

Los agentes de software se definen inteligentes cuando estos poseen las siguientes características deseadas:

- **Adaptividad:** mediante el cual el agente aprende por sí mismo a personalizarse a las preferencias de sus usuarios, basados previamente en una experiencia previa. También se adaptan a cambios presentados en su ambiente.
- **Aprendizaje:** Mediante esto el agente mejora sus tareas y capacidades para cumplir sus objetivos basados en experiencias iniciales.
- **Racionalidad:** Mediante el cual el agente obtiene el máximo de su desempeño con el objeto de lograr sus metas explícitas.
- **Comunicación:** mediante esto el agente puede cooperar y negociar su ayuda con otros agentes por medio de lenguajes de comunicación de agentes.

Los motivos por las cuales la inteligencia es importante, radican en que con sistemas adaptivos y de aprendizaje se puede personalizar el software complejo a las medidas de los usuarios. Por otra parte la eficiencia de sistemas de agentes se ve incrementadas cuando estos tienen características de razonamiento y cooperación.

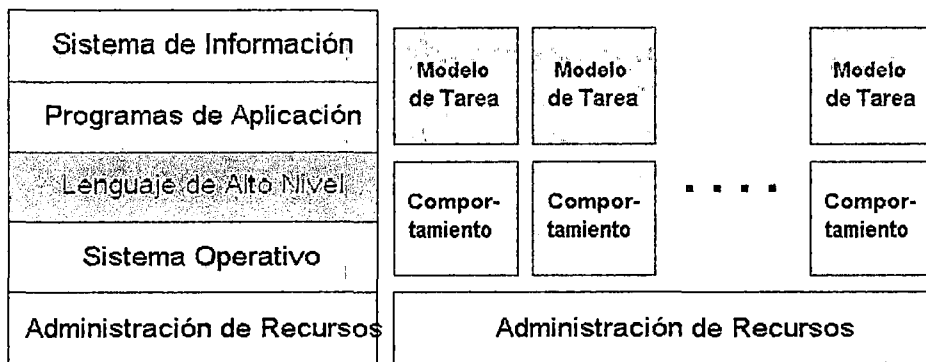


Fig. Nro. 16. Comparación de sistema homogéneo respecto a uno de agentes

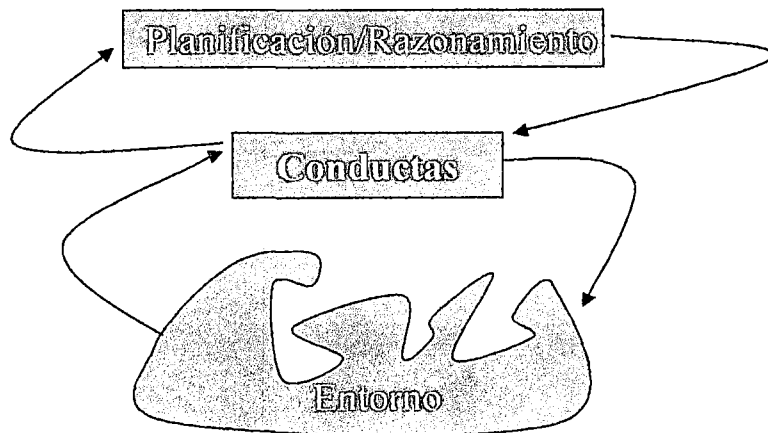


Fig. Nro. 17. Razonamiento modificando la conducta del agente

## **CAPITULO III**

### **CALIDAD DE SERVICIO (QoS) EN REDES DE DATOS**

Para poder analizar las principales características de la problemática propuesta se hace necesario tener una definición concreta de la Calidad de Servicio (QoS) en redes de telecomunicaciones y particularmente en las redes de datos. Es por ello que en esta sección revisaremos estos conceptos así como los principales modelos existentes para implementar QoS, principales características y parámetros a tener en cuenta.

#### **3.1 CALIDAD**

##### **3.1.1 Definición de la calidad**

En la actualidad no existe un concepto unificado sobre calidad. Tal es así que por ejemplo para la American Society For Quality, se define calidad como:

"La totalidad de funciones y características de un producto que les permite satisfacer una determinada necesidad."

Mientras que la ISO vía su norma UNE-EN ISO 9000:2002 ofrece una definición de calidad bastante más genérica y de aplicación en distintos campos:

“Calidad es el grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos.”

UNE-EN ISO 9000:2000 Apartado 3.1.1.

En el caso de servicios podemos particularizar esas definiciones y establecer que:

“Calidad en el servicio es el hábito desarrollado y practicado por una organización para interpretar las necesidades y expectativas de sus clientes y ofrecerles, en consecuencia, un servicio accesible, adecuado, ágil, flexible, apreciable, útil, oportuno, seguro y confiable, aún bajo situaciones imprevistas ó ante errores, de tal manera que el cliente se sienta comprendido, atendido y servido personalmente, con dedicación y eficacia, y sorprendido con mayor valor al esperado, proporcionando en consecuencia mayores ingresos y menores costos para la organización.”

Para esta última definición es necesario considerar algunas consideraciones de servicio:

- En primer lugar, debemos distinguir la calidad del servicio de la satisfacción del cliente provocada por ese servicio. Si un cliente sale



satisfecho de la empresa, no podemos decir que el servicio tenga calidad. En cambio, si la mayoría de los clientes salen satisfechos de la empresa, entonces ya podríamos calificarlo como un servicio de calidad.

- Para alcanzar un clima de calidad, se debe hacer un trabajo sistemático previo, ya que la constancia en satisfacer clientes no es accidental, sino el resultado de un trabajo continuo y bien direccionado. Con esto se hace necesario apuntar desde todos los ángulos hacia el cliente para incrementar la probabilidad de que una intervención nuestra sea siempre exitosa.
- De lo anterior, se hace necesario conocer previamente al cliente, identificando sus características y particularidades. De esta forma es factible dar una respuesta en forma de servicio de acuerdo a lo que el cliente está esperando y estar satisfacerlo.
- Procurar en darle al servicio todas las características que hacen que la percepción del cliente sea siempre positiva tal como seguridad, confiabilidad, agilidad, etc.
- Mantener la consigna de la mejora continua buscando darle un mayor valor al cliente, minimizando los errores de tal forma que si en algún momento llega a suceder un percance, el cliente puede sentirse satisfecho en que se le atenderá y dará solución al problema, incluso si

hay que compensarlo de alguna forma. Esto generará confianza, credibilidad y sobre todo una relación a largo plazo.

### 3.1.2 Marcos y metodologías para determinar los parámetros de calidad

Según se establece en la recomendación de la ITU-T<sup>4</sup> E.802 un marco para determinar los parámetros de calidad están relacionados a una matriz de criterios de calidad y funcionalidades deseadas.

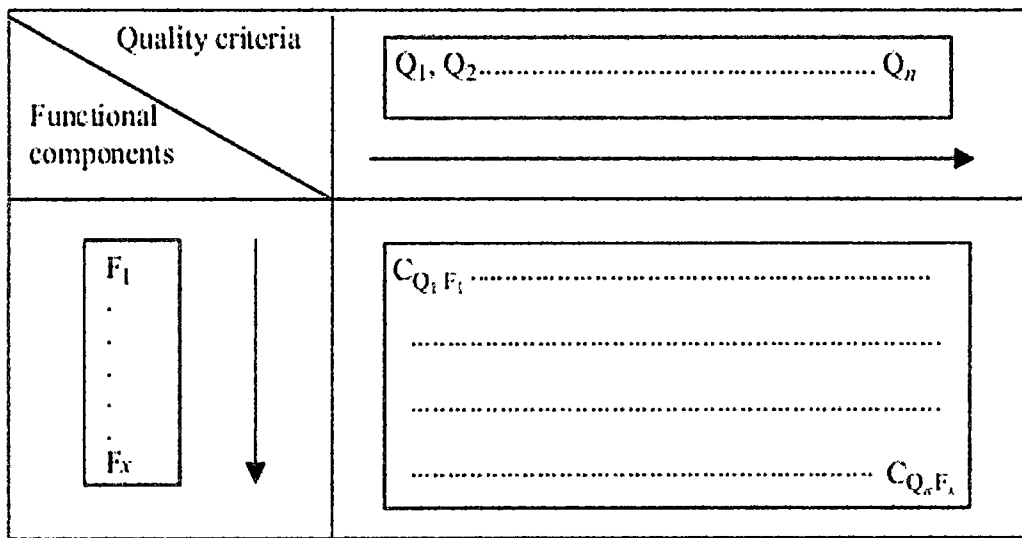


Fig. Nro. 18. Matriz base de la recomendación ITU-T E.802 (Fuente [3])

### 3.1.3 Importancia de la calidad

La calidad es importante por las siguientes razones:

- Es un parámetro indicador de la excelencia

4 ITU-T: Deriva de ITU - Telecommunication Standardization Sector

- Es un factor que permite optimizar los recursos e incrementar las ganancias
- Es un elemento diferenciador entre las organizaciones

### 3.1.4 Modelo de calidad para evaluar organizaciones

Con la importancia inherente de la calidad, la European Foundation for Quality Management (EFQM) desarrollo un modelo que permite valorar las capacidades de una organización, basado en nueve criterios ponderados y que a la vez son agrupado en lo que la organización hace (enablers) y lo que produce (results).

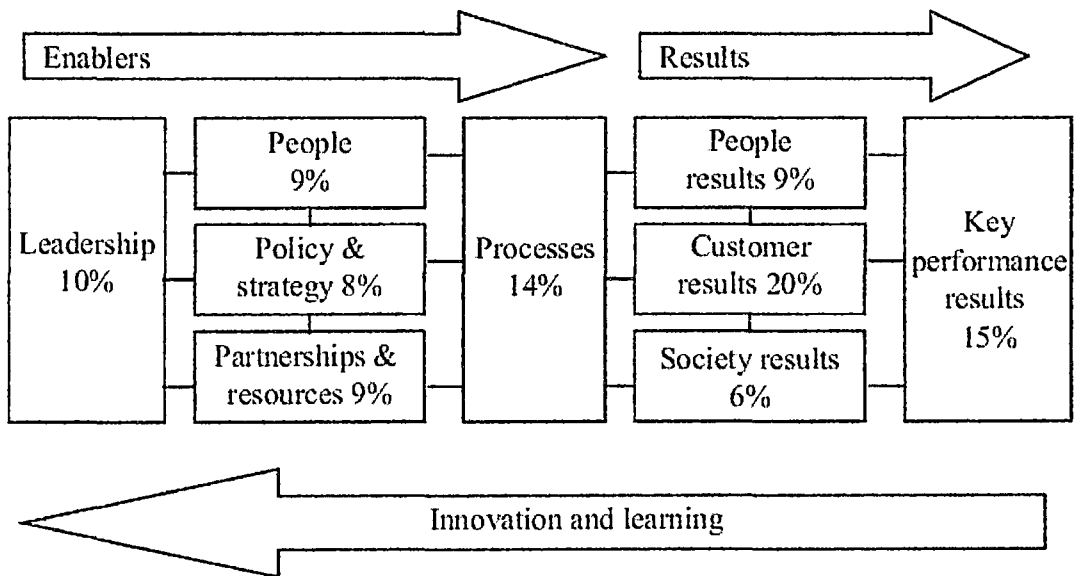


Fig. Nro. 19. Modelo EFQM para evaluar el rendimiento de una organización (Fuente IET[3])

## 3.2 QOS EN LA GESTIÓN DE REDES

La calidad de servicio (QoS) en redes de telecomunicaciones poseen las siguientes características:

1. Es extremo – extremo: Vale decir que independiente de los medios ó tramos por donde transite la información el QoS se percibe únicamente desde los extremos finales.
2. Es específico por servicio: Esta referido a que el rendimiento técnico del servicio puede ser expresado en un conjunto de parámetros los cuales son únicos al servicio contratado. Ejm. Para el caso de voz sobre IP (VoIP) tenemos el retardo máximo de un paquete en la red (delay) lo cual se traduce en fijar valores específicos de prioridad dentro de las colas de los routers.
3. Las medidas y parámetros son orientados a los usuarios: Es evidente que las necesidades de calidad están asociadas a los requerimientos de las aplicaciones de los usuarios finales (persona ó sistemas)
4. Los requerimientos de QoS son de naturaleza dinámica: Es decir que varían de acuerdo a las nuevas necesidades y tecnologías disponibles.
5. Se priorizan el conjunto de parámetros de QoS por sector: Vale decir que al existir diferentes niveles de QoS estos son ordenados por importancia e identifican a un sector específico de los clientes.
6. Se establecen niveles de rendimiento para los parámetros: En adición al caso anterior cuando estos parámetros se encuentran desplegados a través de redes homogéneas se hace necesario establecer los niveles de rendimiento (rangos) sobre el cual se puede trabajar sin violar el QoS esperado.

### 3.2.1 Puntos de vista de QoS

Considerando que los principales actores relacionados a la administración de la red son el cliente y el proveedor de servicios, los organismos de estandarización internacional ITU-T<sup>5</sup> y ETSI<sup>6</sup> establecen un modelo de los 4 diferentes puntos de vista esperado (dos para cada actor) para la QoS a fin de que la administración sea clara y se eviten ambigüedades.

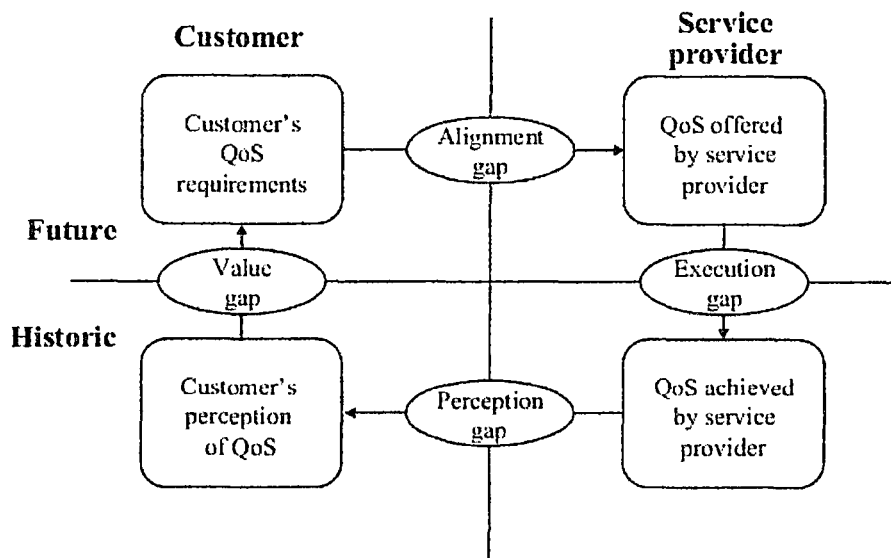


Fig. Nro. 20. Puntos de vista de QoS ó ciclo de la calidad (Fuente IET[3])

Mucha de la QoS en redes de comunicaciones esta íntimamente relacionada al rendimiento en la red, ya que ahí se encuentran muchos de los parámetros cuantitativos y cualitativos que el proveedor puede manejar para

5 ITU-T: Deriva de ITU - Telecommunication Standardization Sector, el cual es uno de los tres sectores ó divisiones de la International Telecommunication Union (ITU) que se encarga de coordinar los estándares para las telecomunicaciones. <http://www.itu.int/ITU-T/>

6 ETSI: Deriva de European Telecommunications Standards Institute y es una organización de estandarización de la industria de las telecomunicaciones (fabricantes de equipos y operadores de redes) de Europa, con proyección mundial. <http://www.etsi.org/>

ofrecer QoS a sus clientes. Esto evidencia dado que la ITU-T los relaciona en sus recomendaciones E.802 y G.1000.

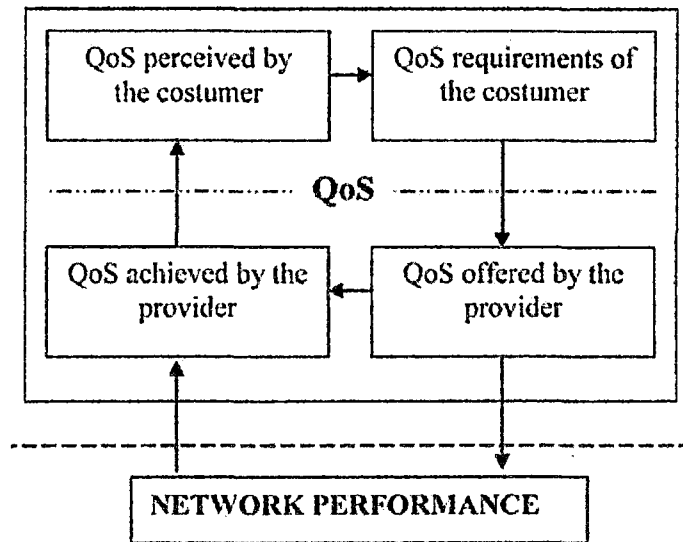


Fig. Nro. 21. Puntos de vista del QoS y su relación con el rendimiento de la red (Fuente [18])

Por otro lado, otros enfoques establecen tres nociones sobre la cual se enfoca la QoS para las redes de comunicaciones:

- QoS intrínseca: Esta relacionada al performance<sup>7</sup> de la red
- QoS percibida: Esta relacionada a la calidad de la experiencia percibida por el cliente (QoE, Quality of Experience)
- QoS evaluada: Esta referida a la satisfacción e intención por parte del cliente en volver a adquirir el servicio.

También podemos apreciar en el gráfico siguiente que el enfoque de la IETF (Internet Engineering Task Force), esta muy orientada hacia la

<sup>7</sup> El término performance se utiliza en el lenguaje técnico de comunicaciones para referirse al rendimiento que tiene un equipo o red.

plataforma de red a diferencia de la ITU-T / ETSI que considera el grado de percepción del cliente.

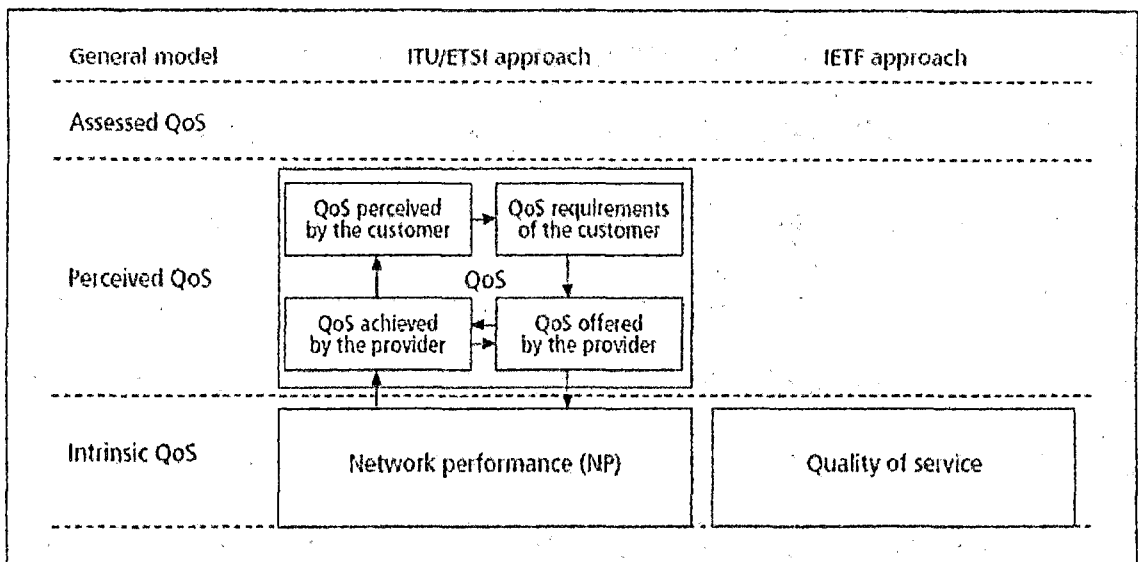


Fig. Nro. 22. Modelo general de QoS y los enfoques ITU/ETSI e IETF (Fuente [18])

### 3.2.2 Marcos de trabajo para la evaluación y administración de QoS

Los marcos de trabajo para la evaluación y administración del QoS siguen una serie de procesos que nos pueden ayudar a definirlo en nuestra propia implementación.

La recomendación ITU-T (2007a) E.802 establece los siguientes procesos:

- **Objetivos de calidad:** Consiste en definir los valores objetivos que se ofrecerá a la red.

- **Análisis:** Este bloque representa la acción en estudiar, reflexionar, contrapesar y comparar las acciones que se están realizando tomando en cuenta los objetivos de calidad
- **Procesamiento:** Representa el procesamiento de la información para procurar los niveles de calidad.
- **Salida:** Corresponde al nivel de QoS efectivamente entregado al cliente.

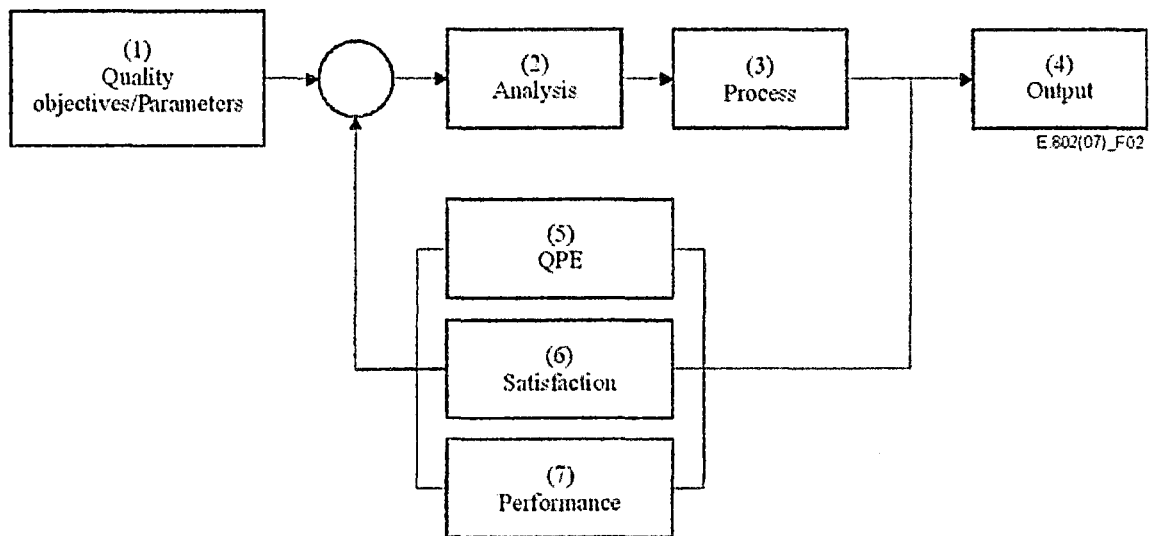


Fig. Nro. 23. *Procesos para manejar políticas de QoS según ITU-T, rec E.802 (Fuente [18])*

- **Calidad de la percepción (QoE):** Corresponde a la información de las percepciones sobre el QoS recibidas por el cliente en base a sus experiencia del servicio.



- Satisfacción: Corresponde a la información que muestra el nivel de satisfacción del cliente con el servicio proveído.
- Performance: Esta relacionada a la información correspondiente a los parámetros de calidad obtenidos de la red como parte del servicio.

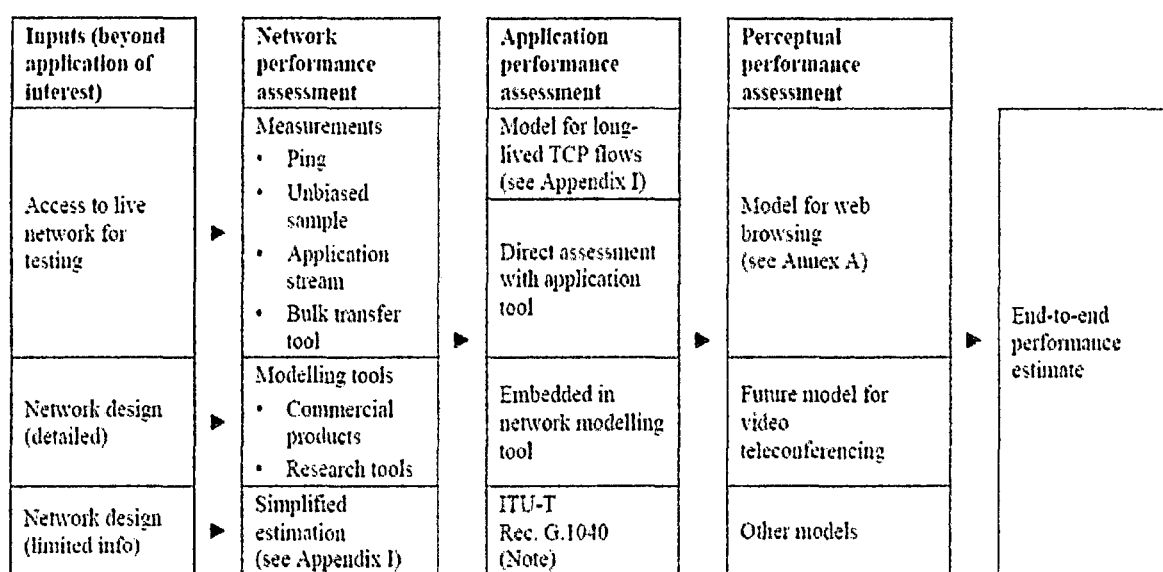


Fig. Nro. 24. Marco para estimar el rendimiento IP extremo-extremo (Fuente [18])

### 3.2.3 Mecanismos para administrar QoS en una red de voz sobre IP

Según el análisis realizado en [25], los mecanismos de red usados para administrar de la calidad de servicio (QoS) para la voz sobre IP (VoIP) de la cual deriva la telefonía IP (ToIP) puede ser dividido en dos planos: el plano de datos y el plano de control. Evidentemente esto muestra una fuerte orientación hacia la performance de la red (influencia de la IETF)

En el plano de datos se aplican mecanismos (clasificación de paquetes, shaping, policing, gestión del buffer, recuperación de pérdidas, etc) que implementen acciones en la red para manejar los paquetes de usuario y asociarlos a las diferentes clases de servicio. Por otro lado en el plano de control los mecanismos están asociados a la provisión de los recursos de red, ingeniería de tráfico, control de admisión, reserva de recursos, gestión de la conexión, entre otros, relacionadas a la lógica de la red a fin de encaminar los paquetes de telefonía (señalización y audio).

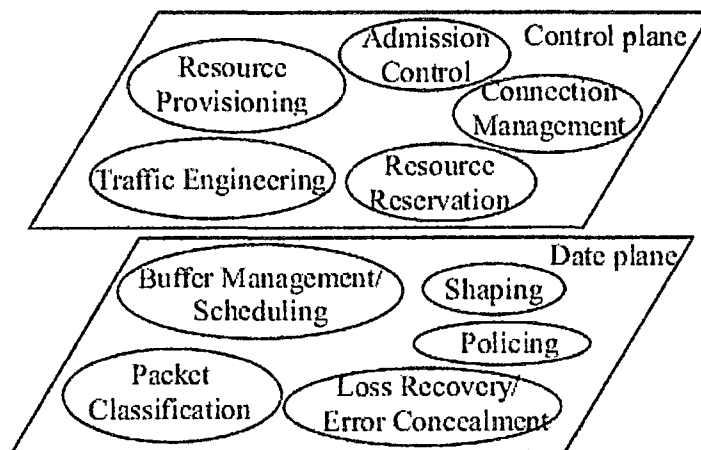


Fig. Nro. 25. Mecanismos de administración de QoS para VoIP (Fuente [25])

## **CAPITULO IV**

### **DISEÑO DE LA PROPUESTA**

En este capítulo cubriremos los aspectos relacionados al diseño de la solución para lo cual se realiza previamente un diagnóstico de la MYPE-IS con enfoque en la problemática planteada y se propone como la técnica de agentes inteligentes ayuda a la obtención de los objetivos de QoS.

#### **4.1 DIAGNÓSTICO Y DETERMINACIÓN DE ESTRATEGIAS**

Antes de comenzar con el diagnóstico indicaremos que la MYPE-IS considerada para el estudio y el cual nos servirá de referencia será denominada en adelante y hasta el final de la tesis como la empresa “TELC” a fin de reservar la denominación real de la organización. De la misma forma se utilizará el mismo criterio de nomenclatura para nombrar a los principales clientes de TELC.

##### **4.1.1 Descripción de la organización**

TELC es una MYPE-IS peruana que inicio sus operaciones en Lima a partir del segundo trimestre del 2009 y surge por la iniciativa de sus socios de

forjar una empresa especializada en servicios profesionales y consultoría en redes con énfasis en telefonía IP, seguridad, networking avanzado y prospección tecnológica.

TELC tiene como visión convertirse en el integrador de soluciones y servicios especializados en telecomunicaciones y sistemas líder en el Perú con proyección internacional.

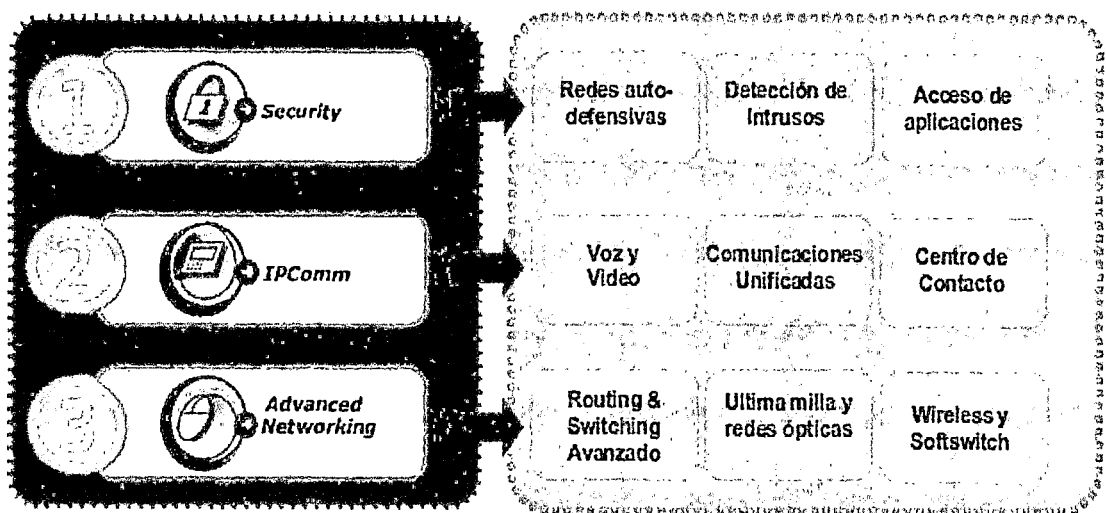


Fig. Nro. 26. Soluciones especializadas de TELC

Debido al creciente dinamismo del mercado local y la adecuación de TELC a los mismos, se producen diversos cambios de enfoque y toma de decisiones en la organización los que se dividen principalmente en tres áreas:

- Comercial y tecnológico
- Operacional y post-venta
- Organizacional y recursos humanos

Sectores ó áreas	Cambios
Comercial y tecnológico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento del tipo de servicios brindados así como elaboración y generación de propuestas.</li> <li>• Uso de nuevos equipos y tecnologías de</li> </ul>

	<p>comunicación.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Impulso a la certificación internacional de los consultores.</li> </ul>
Operacional y post-venta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crecimiento del tipo y cantidades de clientes.</li> <li>• Optimización de las implementaciones en clientes finales.</li> <li>• Mayor cantidad de prueba de validación en laboratorio interno.</li> </ul>
Organizacional y RRHH	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementación de nuevas metodologías de trabajo.</li> <li>• Impulso continuo al intercambio del "knowhow" y experiencias entre los integrantes del equipo de ingeniería.</li> </ul>

*Tabla Nro. 1. Muestra de principales cambios empresariales*

<b>Sectores ó áreas</b>	<b>Decisiones</b>
Comercial y tecnológico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir nuevos tipos de servicios a ofrecer con sus correspondientes formatos de propuestas.</li> <li>• Definir que nuevas tecnologías se usarán.</li> <li>• Definir plan y objetivos de certificación.</li> </ul>
Operacional y post-venta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer procedimientos de optimización de implementaciones para crecimiento de clientes.</li> <li>• Definir tiempo máximos de validación interna.</li> </ul>
Organizacional y RRHH	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir nuevas metodologías de trabajo y sus métricas para establecer el "homeworking".</li> <li>• Definir la forma más óptima como se realizará el intercambio de conocimientos.</li> <li>• Aprobar planes de capacitación especializada y de administración de proyectos.</li> </ul>

*Tabla Nro. 2. Muestra de principales decisiones empresariales*

## **4.1.2 Definiciones de los sistemas existentes**

### **4.1.2.1 Datos, información y entidades**

Al ser una empresa cuyo principal foco es brindar soluciones y servicios especializados en TI, existen diversos tipos de datos y flujos de

información entre las diversas áreas internas de la organización. Por tanto TELC posee las siguientes unidades estratégicas de negocio (UEN) claramente definidas:

- Telefonía IP.
- Seguridad de red.
- Networking avanzado y prospección.

De cada una de estas UEN se derivan un conjunto de productos y servicios las cuales podemos agrupar en:

- Servicios
  - Servicios profesionales especializados en implementaciones de red.
  - Consultorías en prospección tecnológica, diseño y evaluación proyectos.
  - Servicios de soporte y mantenimiento a demanda.
- Productos
  - Telefonía IP, y UTM (Unified Threat Management ó gestión de amenazas unificadas) para la pequeña y mediana empresa.
  - Vídeo seguridad IP

En la tabla siguiente se muestran algunas de las principales entidades identificadas para la organización.

<b>Entidades</b>	<b>Datos</b>	<b>Información</b>
Clientes	Direcciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zonas de cobertura</li> <li>• Zonas potenciales</li> </ul>
	Productos o servicios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aceptación del servicio</li> </ul>

	adquiridos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preferencias del mercado</li> </ul>
	Montos facturados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingresos mensuales y anuales</li> </ul>
	Giro de negocio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nuevos servicios a ofrecer</li> </ul>
Producto / servicio	Número clientes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proyección de rentabilidad</li> <li>• Optimización del producto</li> </ul>
	Ingreso mensual	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estado de flujo de caja</li> </ul>
	Número de reclamos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Debilidades del producto / servicio ofrecido.</li> </ul>
	Tipo de cliente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Segmentación del mercado</li> </ul>
Ingeniería de post-venta y proyectos	Tiempo de implementación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alineación con propuestas técnicas vendidas</li> </ul>
	Número de especialistas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de proyectos a implementar.</li> </ul>

*Tabla Nro. 3. Algunas entidades, datos e información de la empresa*

#### 4.1.2.2 Sistemas de información

Actualmente TELC posee unos sistemas de información sencillos que le permite manejar las informaciones recolectadas desde sus diversas áreas. Estos se encuentran concentrados en un servidor trabajando con arreglo de discos RAID 1 y son basadas en herramientas de software libre tales como LibreOffice (Writer, Calc, Base e Impress) y FreeMind. Por otra parte, también se hace uso de la computación en la nube (Cloud Computing) a fin de compartir las informaciones necesarias para lo cual se apoyan en las herramientas proveídas por Google (docs, calendar, etc.) siendo la mayoría de ellos de libre disponibilidad.

#### 4.1.2.3 Sistemas empresarial y flujo de información

Los esquemas asociados al sistema empresarial y los flujos de información se muestran en los gráficos siguientes.

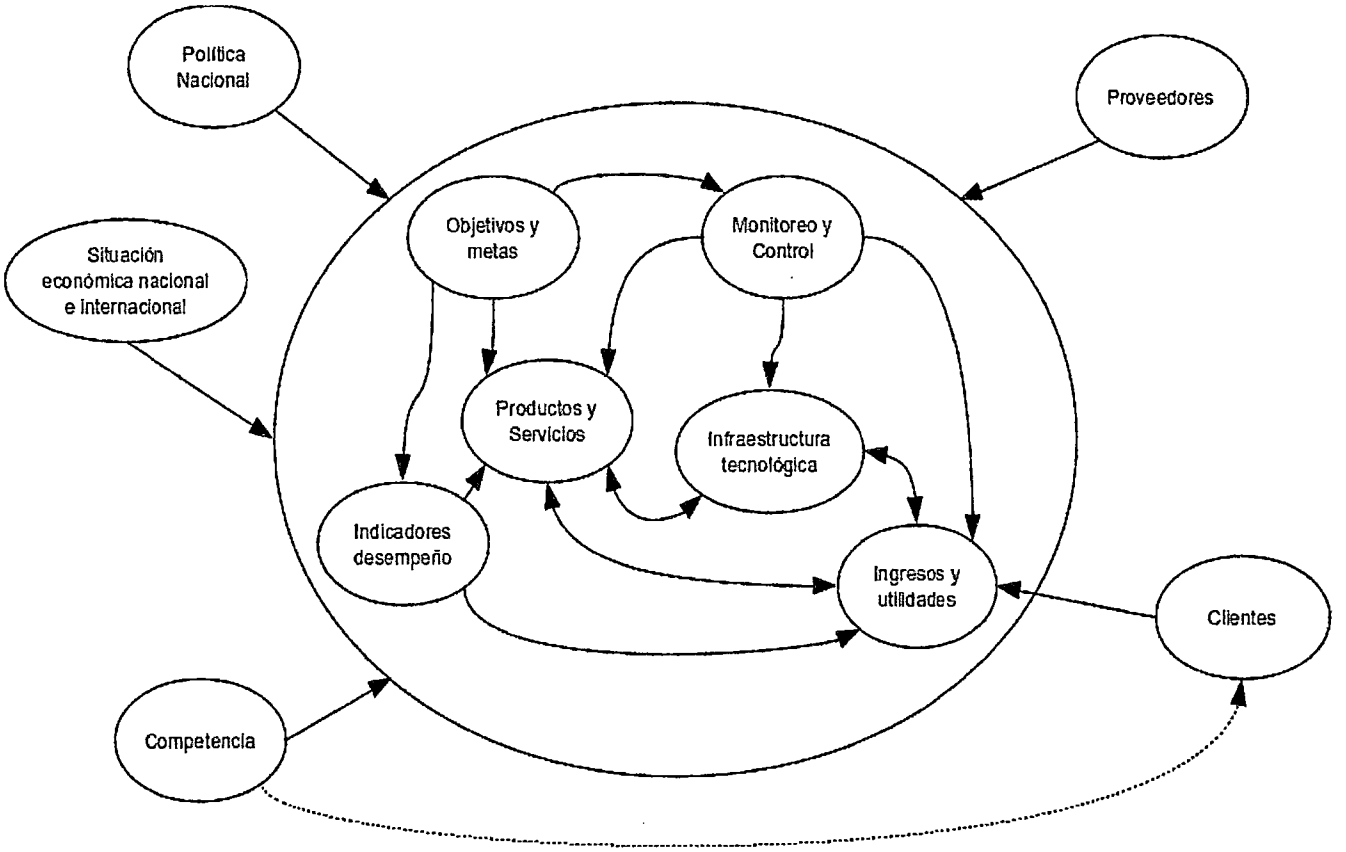
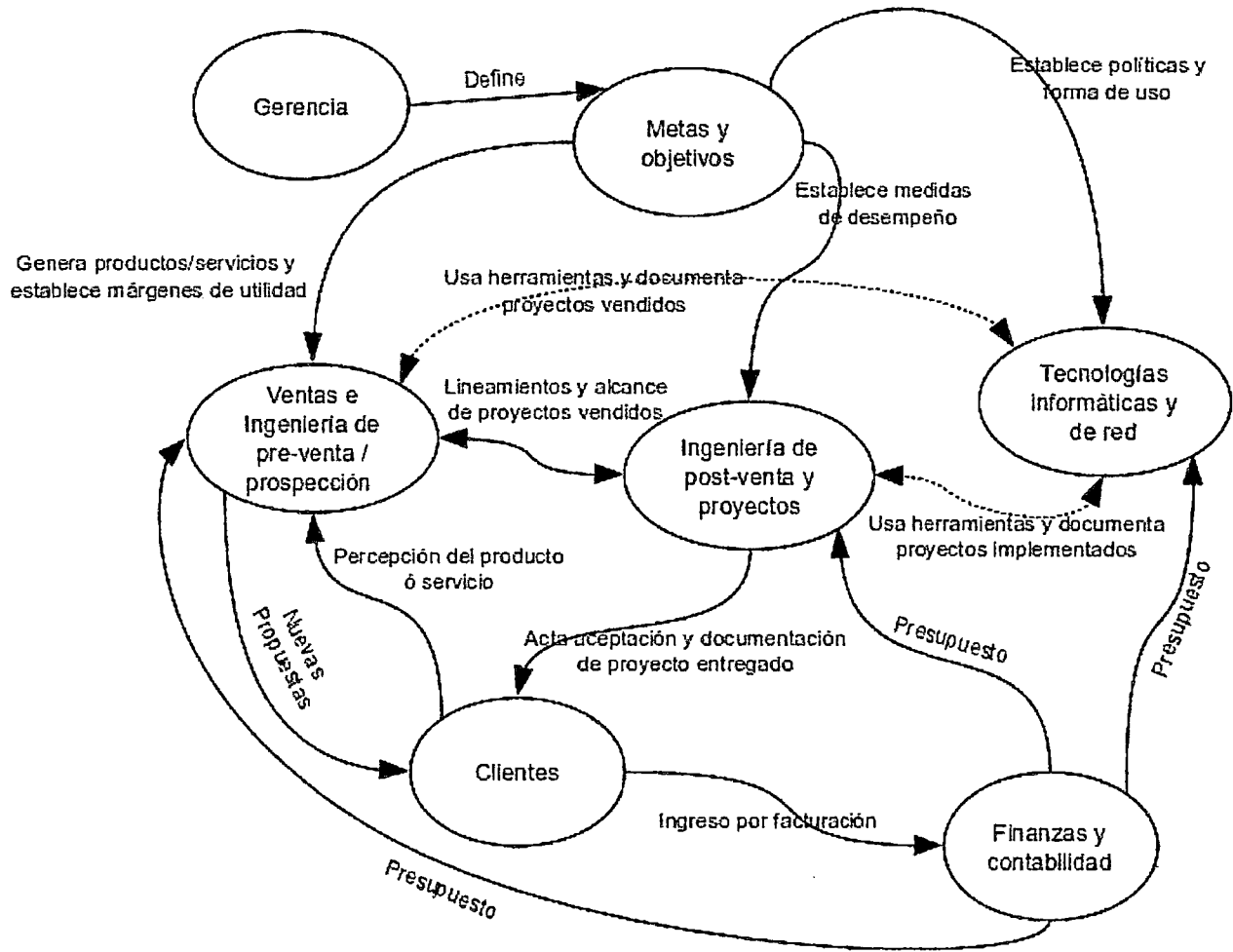


Fig. Nro. 27. Sistema empresarial



Fig. Nro. 28.

Flujo de información dentro de TELC



### **4.1.3 Análisis situacional**

#### **4.1.3.1 Visión**

Convertirse en el integrador de soluciones y servicios especializados en telecomunicaciones y sistemas líder en el Perú y de proyección internacional.

#### **4.1.3.2 Misión**

- Ofrecer soluciones y servicios con tecnología de punta, basados en las mejores prácticas y estándares existentes en la industria.
- Garantizar pro-activamente el adecuado funcionamiento y calidad de los proyectos satisfaciendo las necesidades del negocio de los clientes.
- Desarrollar una cultura organizacional de éxito basado en la calidad del trabajo realizado, aprendizaje en equipo, uso óptimo de los recursos disponibles, visión compartida, bienestar y desarrollo personal.

#### **4.1.3.3 Objetivos**

Dentro de los objetivos genéricos divididos por unidad organizacional tenemos:

- Gerencia Comercial: Alcanzar el nivel de ventas establecido y margen de utilidad, generar productos y servicios requeridos por el mercado y optimizar el tiempo de elaboración de propuestas.

- **Gerencia de Operaciones:** Entregar los proyectos en lo tiempo requerido, mantener actualizados a los especialistas en relación a los nuevos productos ofrecidos y minimizar al máximo la cantidad de reclamos de los clientes.
- **Gerencia de administración y finanzas:** Mantener el flujo de caja requerido, implementar un plan de capacitación general, implementar el uso adecuado del sistema de trabajo desde casa (homeworking) vía herramientas tecnológicas disponibles (telefonía IP, vídeo conferencia, etc.), facilitar el trabajo del personal por medio de sistemas de información adecuados, mantener el uso de software libre en todos los niveles de la organización como prioridad.

Por otra parte dentro de los objetivos específicos tenemos:

- **Gerencia comercial:**
  - Alcanzar el nivel de ventas al 95% a inicios del último trimestre
  - Mantener un margen promedio no menor del 20% en las ventas por cada trimestre.
  - Alcanzar como mínimo que el 60% de todas las ventas sean de servicios.
- **Gerencia de operaciones:**
  - Entregar el 98% de todos los proyectos vendidos dentro de los tiempos establecidos con el cliente.
  - Certificar al 80% del personal en las principales marcas ofrecidas antes del último bimestre anual.

- Gerencia de administración y finanzas:
  - Mantener una variación máximo del 10% en el flujo previsto
  - Implementar en dos meses el primer piloto de uso de un sistema CRM en software libre para las gerencias comercial y de operaciones.
  - Capacitar al 100% del personal en el uso de herramientas de gestión de proyectos basado en software libre.
  - Capacitar al 100% del personal para el uso adecuado de las herramientas ofimáticas de software libre (LibreOffice) como estándar corporativo.

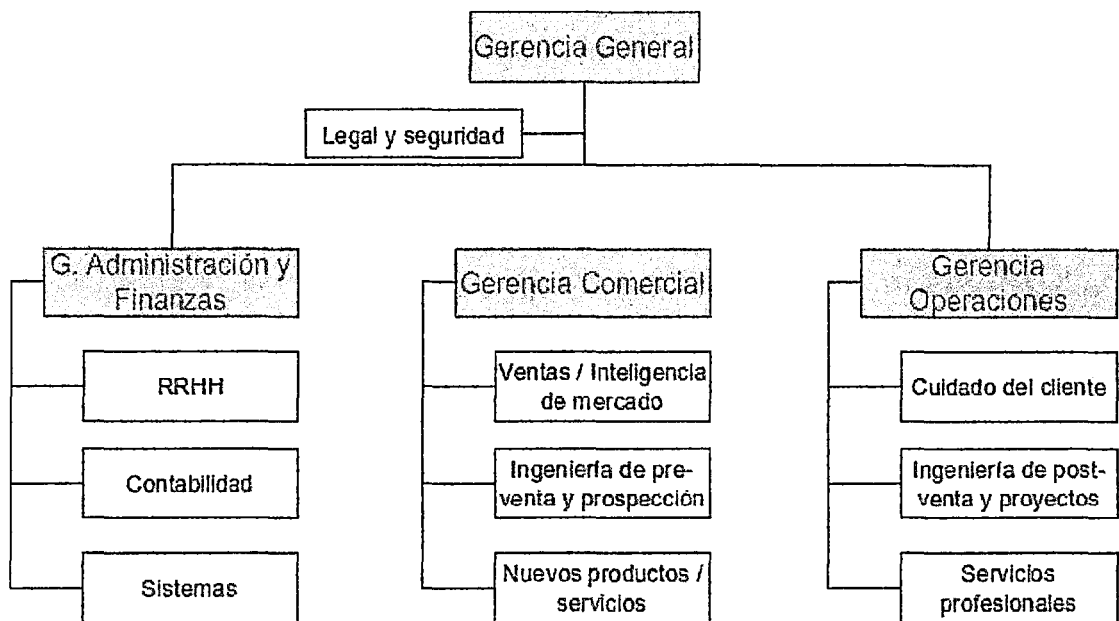


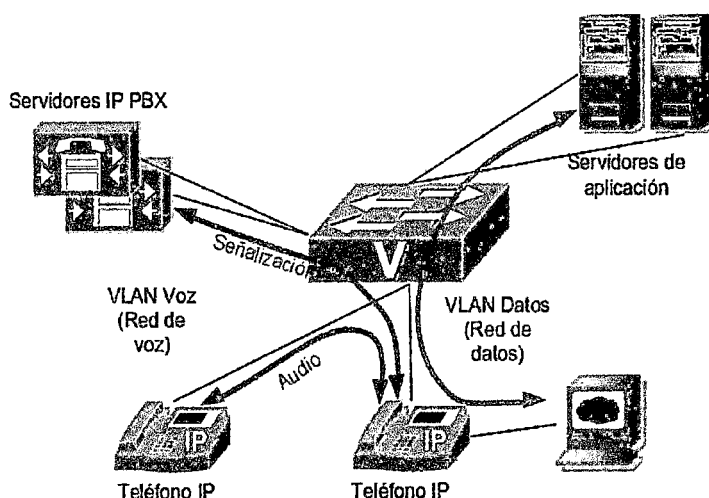
Fig. Nro. 29. Organigrama funcional de TELC

#### 4.1.3.4 Clientes:

##### a) Características

Actualmente los cliente de TELC se dividen en dos grupos principales: pequeñas y medianas empresas, y el sector gobierno. Prácticamente todos ellos se encuentran ubicados dentro de la provincia de Lima, pero algunos de sus clientes más importantes son entidades gubernamentales regionales ubicados fuera de la ciudad capital.

Todos los clientes han sido prácticamente cubiertos por los productos y servicios ofrecidos por TELC, y muchos de ellos han adquirido servicios y soluciones de telefonía IP. Es así que la empresa cliente GRH (actualmente el más importante, la cual se encuentra fuera del departamento de Lima) cambio su sistema clásico de telefonía por uno basado en tecnología IP. Para ello adquirió hace un tiempo atrás a otro integrador de soluciones importante (competencia de TELC) un sistema de telefonía IP propietario de un fabricante reconocido a nivel mundial.



*Fig. Nro. 30. Funcionamiento general del sistema de telefonía IP de GRH*

En la gráfica anterior se muestra la topología general de la red de ToIP para GRH donde podemos apreciar la existencia de una VLAN<sup>8</sup> de voz y una VLAN de datos. Esta separación de VLAN's es necesaria para poder asegurar el tránsito adecuado de los paquetes de voz respecto a los datos. Esta es una buena práctica para la telefonía IP con el objeto de asegurar que los pequeños paquetes de voz (64 bytes) tenga la disponibilidad adecuada del tamaño de buffers por cada encolamiento dinámico dentro del switch, reduciendo por tanto el tiempo de demora en cola y por ende el jitter o retardo que pudiera afectar a la calidad de las comunicaciones telefónicas.

Por otro lado, GRH es una entidad gubernamental regional que cuenta aproximadamente con 300 empleados en su sede principal y un promedio de 30 empleados por cada sede remota. GRH y TELC comenzaron sus relaciones comerciales hace aproximadamente un año y medio atrás, partiendo con servicios en networking (reconfiguraciones de red y telefonía IP), ampliándose a la adquisición de soluciones de seguridad y equipos complementarios para su red de telefonía. Este crecimiento comercial se debió básicamente al buen trabajo profesional brindado por TELC y a un adecuado tiempo de respuesta a las necesidades de GRH.

---

8 VLAN es el acrónimo de Virtual Local Area Network (Virtual LAN) el cual es una técnica que permite crear redes LAN dentro de un switch, a fin separar el tráfico de las redes internas.

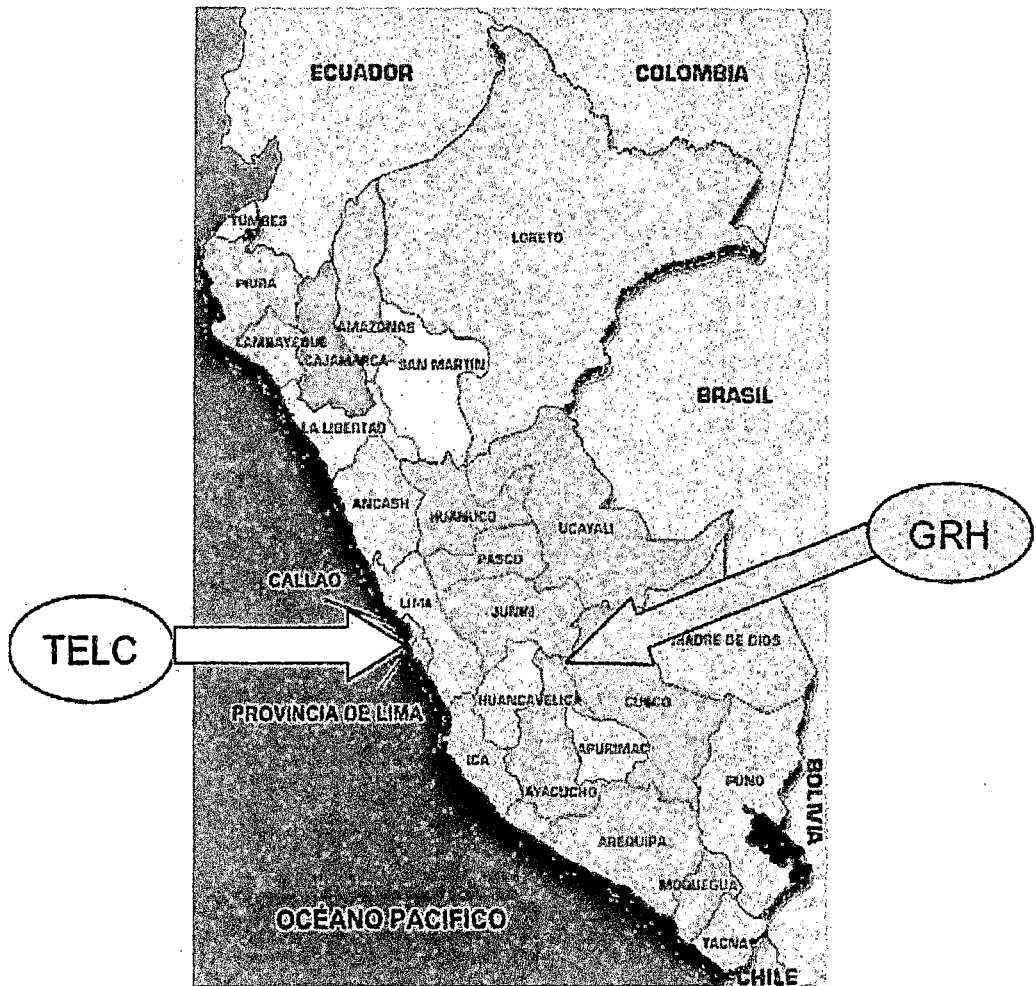


Fig. Nro. 31. Ubicación geográfica de TELC y GRH

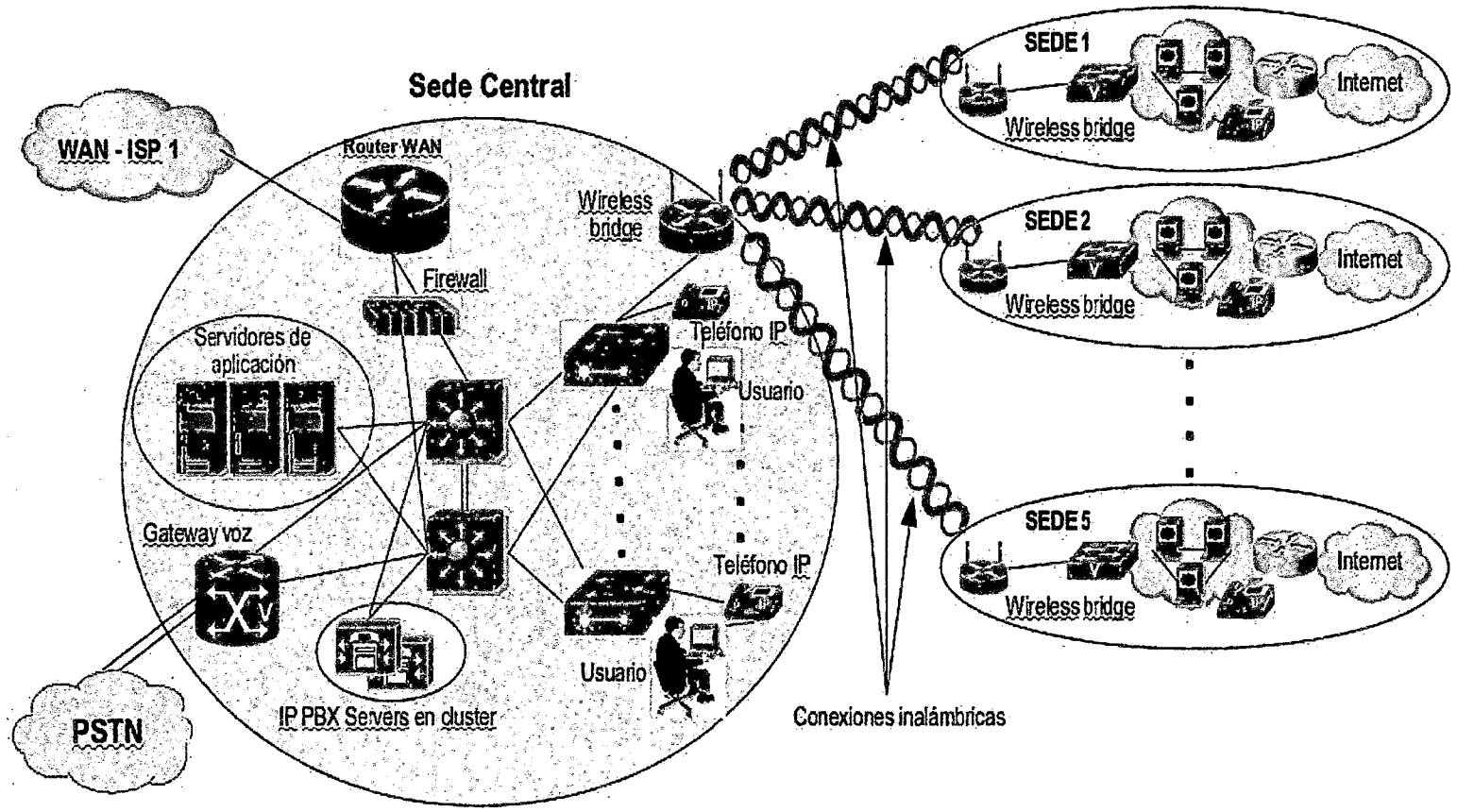


Fig. Nro. 32. Topología general de red para GRH



## b) Necesidades

Como se indico anteriormente las soluciones y servicios de TELC han satisfecho en gran porcentaje las necesidades demandadas por los clientes.

Estas pueden ser descritas a continuación:

- Servicios especializados para re-configuraciones de red, telefonía IP y seguridad.
- Soluciones de telefonía IP, seguridad de red y vídeo seguridad.
- Consultorías en el diseño y evaluación de proyectos de comunicaciones.
- Gestión de proyectos de implementación.

Sin embargo, hacia finales del último trimestre del año pasado la gerencia de sistemas e informática del cliente GRH, debido a los diversas averías producidas en su servicio de telefonía y a la falta de un soporte adecuado de su anterior proveedor, solicitó a TELC proveerle de un servicio de administración de su red de telefonía IP a fin de minimizar el impacto de los problemas encontrados en la calidad del servicio telefónico. Siendo esto una oportunidad importante para TELC dado que incrementaría su cartera de servicios además de fidelizar a un cliente importante, la gerencia decide tomar el proyecto y delega a sus responsables de sistemas e ingeniería realizar los diseños e implementaciones necesarias a fin de disponer de la plataforma que soporte la demanda requerida. Es precisamente este caso que tomaremos como referencia para el desarrollo de la propuesta de administración de QoS basado en agentes inteligentes.

#### **4.1.4 Estrategias y acciones**

A continuación se generó un desarrollo de estrategias para TELC, a fin de definir las premisas y consideraciones de diseño a tener en cuenta a partir de sus objetivos y estructura orgánica descritos anteriormente.

- Dado que TELC es una MYPE-IS debe optimizarse cualquier tipo de inversión priorizando por tanto el uso de software libre no licenciado y explotando al máximo el alto conocimiento técnico disponible de sus especialistas sin perjudicar el clima laboral existente.
- Como la red del cliente GRH se encuentra fuera de Lima a casi 14 horas de viaje por tierra (no es factible llegar por avión) la gestión deberá realizarse de forma remota y semi-presencial.
- Debido a que el personal de Sistemas e Informática de GRH tiene un conocimiento limitado sobre la plataforma de telefonía IP existente, dado que concentran sus actividades en resolver los problemas informáticos de su organización, se les considera como parte de un nivel de soporte auxiliar en caso se requiera intervención física.
- Dado que GRH no tiene ningún nivel de QoS establecido como política de red para la telefonía IP, TELC debe establecer los indicadores y métricas necesarios para el servicio.

## **4.2 PLANTEAMIENTO DE LA SOLUCIÓN**

### **4.2.1 Estructura básica del sistema de administración de QoS de la red**

Tomando en base las premisas y estrategias planteadas en la sección anterior definiremos primero el modelo y la arquitectura del sistema de administración de red para el servicio de Telefonía IP de GRH a fin de orientarlo al modelo de calidad de servicio (QoS) que deseamos mantener.

#### **4.2.1.1 Modelo funcional de gestión de red**

Desde el punto de vista funcional tomaremos en cuenta el modelo general establecido por la ITU-T para la gestión de redes de comunicaciones, la cual se basa en el estándar X.700 y es también conocido como modelo FCAPS (del inglés Fault, Configuration, Accounting, Performance and Security) que define las siguientes áreas de gestión:

1. Gestión de fallos
2. Gestión de la configuración
3. Gestión de facturación ó contabilidad
4. Gestión del rendimiento
5. Gestión de la seguridad

También establece que las funciones de gestión pueden agruparse en capas que se relacionan a diferentes niveles de abstracción de la organización (a continuación de listan de menor a mayor nivel de complejidad):

- Nivel de gestión de un elemento de red
- Nivel de gestión de elementos de red
- Nivel de gestión de la red
- Nivel de gestión del servicio
- Nivel de gestión de negocio ó comercial

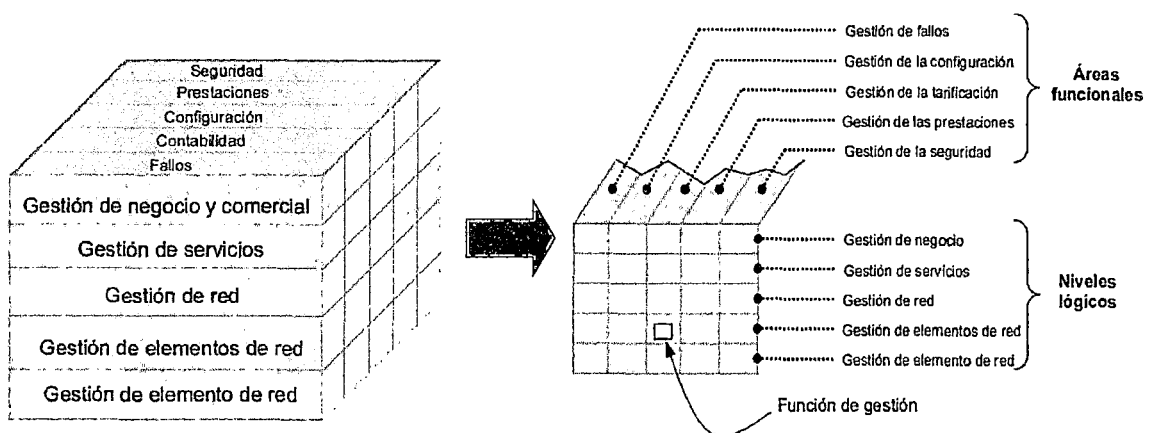


Fig. Nro. 33. Modelo de gestión de redes según la recomendación X.700 de la ITU-T

#### 4.2.1.2 Definiendo las funciones de gestión

Entonces considerando el modelo FCAPS y la necesidades del cliente GRH, se seleccionaron para la administración de la red de telefonía IP las siguientes áreas de gestión:

- **Gestión de fallos:** Administrará los fallos que ocurra en la red de telefonía IP de GRH estableciendo mecanismos y procedimientos de detección, aislamiento y corrección de problemas.
- **Gestión de configuración:** Manejará las configuraciones realizadas en la red de telefonía IP y las reajustará en respuesta a los cambios que se requieran de la red.

- **Gestión de rendimiento:** Realizará el monitoreo constante de los indicadores del servicio según sean definidos.

No se han seleccionado las otras áreas a fin de priorizar el manejo del QoS en una primera etapa y evitar complejidad en el sistema de administración. Además la gestión de facturación normalmente esta direccionado hacia sectores en donde se provea el servicio a otros clientes finales lo cual no aplica en nuestro caso, por otra parte la gestión de seguridad es delegada al mismo cliente GRH ya que cuenta actualmente con una plataforma UTM (Unified Threat Management) que le permite mantener aislado la red de telefonía IP de la red de datos de usuarios.

En cuanto a los niveles de gestión básicamente nos concentraremos en los tres primeros a fin de evitar complejidades en nuestro sistema, vale decir: Nivel de un elemento (conformado por cada uno de los elementos de la red de telefonía IP), nivel de elementos de red (conformado por agrupaciones de elementos de la red de telefonía IP) y nivel de red (conformado por todo el conjunto integral de elemento de la red de telefonía IP a fin de direccionar las prestaciones y su uso).

#### 4.2.1.3 Arquitectura de la red de administración de QoS

Dentro del contexto de administración de QoS a nivel de red (el cual esta relacionado con las prestaciones de la red) existen diversos conjuntos de actividades los cuales puede ser agrupados en dos principales tipos de funcionesError: No se encuentra la fuente de referencia, estáticas

(relacionadas a las especificaciones de QoS) y dinámicas (relacionadas a funciones adaptativas para la QoS). Por tanto contrastándola contra la red física de la telefonía IP existente en GRH, las siguientes son las funciones identificadas:

- Funciones estáticas: Control de admisión, mapeo de QoS y reservación de recursos de red.
- Funciones dinámicas: Control de métricas de QoS, monitoreo predictivo, adaptación de la red y re-negociación de recursos en caso de problemas.

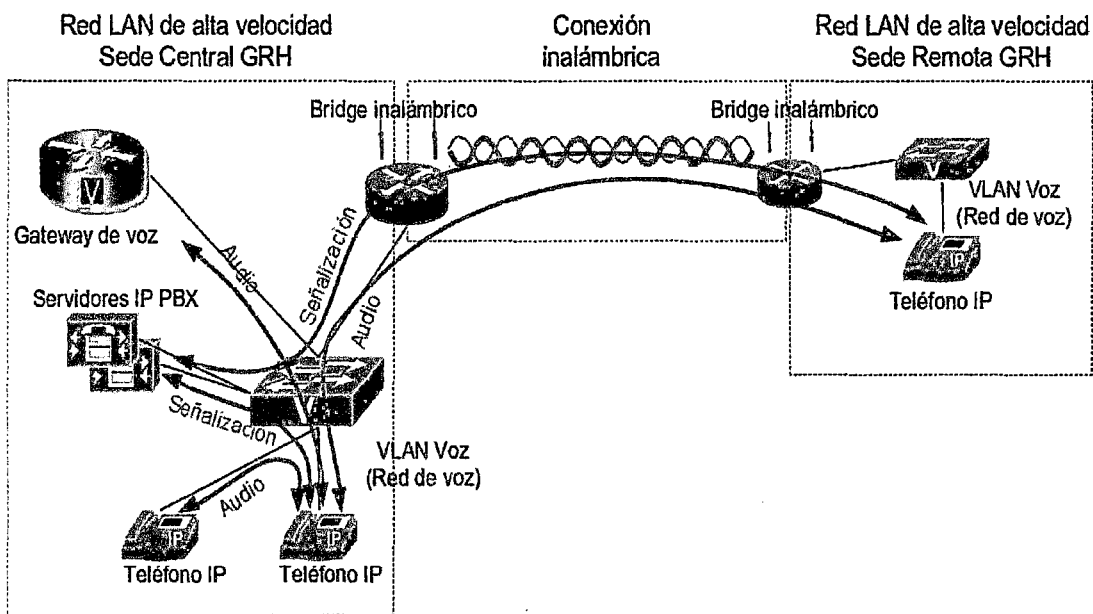
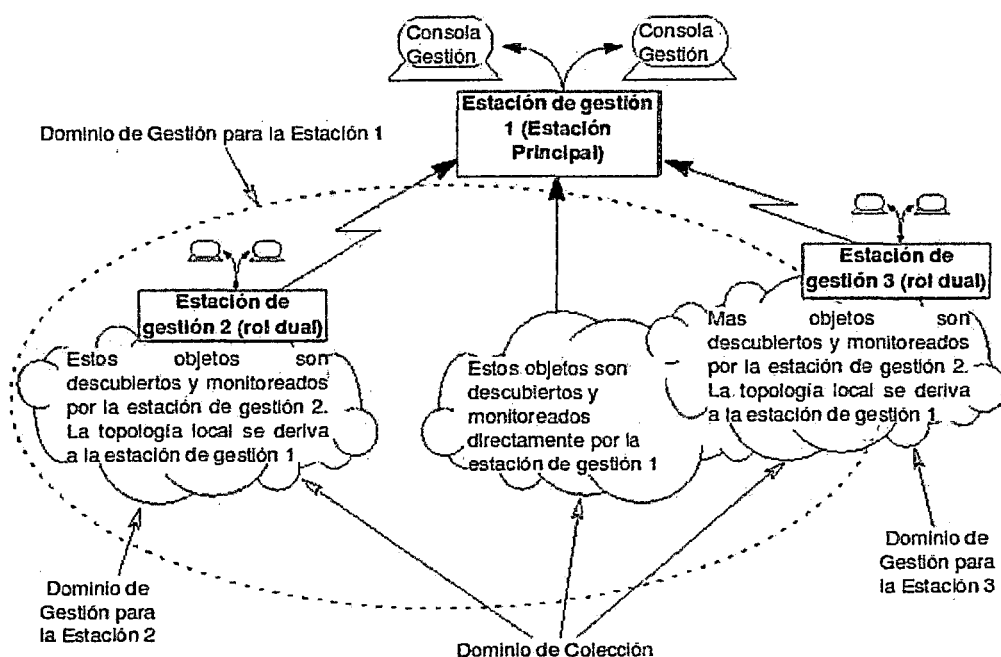


Fig. Nro. 34. Análisis de la red de Telefonía IP a ser administrada

La gráfica anterior nos muestra la forma como los teléfonos IP de las diferentes sedes señalizan los parámetros de control (número marcado, tipo de llamada, permisos, etc.) contra los servidores IP PBX para luego intercambiar únicamente entre los extremos (teléfono vs. Teléfono) los

paquetes de audio. Este forma de trabajo de la telefonía IP se conoce como señalización fuera de banda.

Por otra parte analizando la situación actual de la red de Telefonía IP (ToIP<sup>9</sup>) de GRH notamos que usa una red LAN extendida vía conexiones inalámbricas para brindar el servicio a las sedes remotas. Considerando las características climatológicas de la zona (lluvias, viento, granizo, etc.) este tramo es susceptible a intermitencias por lo que hay que ponerle especial interés para la administración del QoS de la red, dado que una degradación del medio ocasionará un decremento del servicio. Igualmente dentro de la ToIP la comunicación entre los teléfonos IP y los servidores IP PBX es crítica para establecer la señalización y la comunicación telefónica final, por lo tanto es importante darle máxima prioridad.



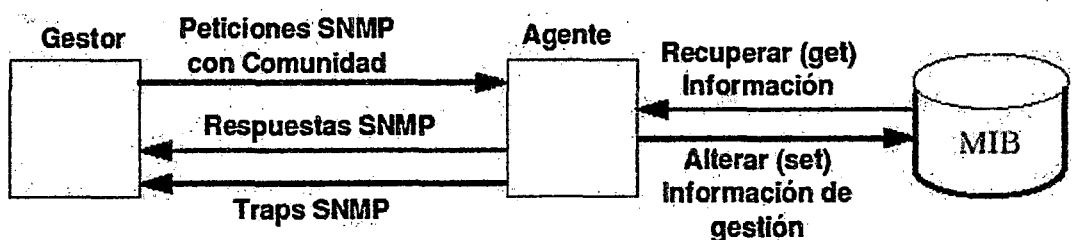
9 ToIP: Es el acrónimo utilizado en el argot técnico para referimos a telefonía IP, por tanto será usada de aquí en adelante para una mayor simplicidad de escritura.

*Fig. Nro. 35. Esquema del modelo genérico para una red centralizada y cooperativa*

Teniendo la premisa de TELC sobre realizar un monitoreo remoto de parte de sus especialistas, se opta por la topología genérica centralizada y cooperativa cuyo modelo general se mostró en la figura anterior.

Tradicionalmente una plataforma de gestión para ToIP como cualquier red de datos se basa principalmente en el protocolo SNMP (simple network management protocol) el cual posee dos elementos claves:

- El sistema gestor, el posee la entidad gestor encargado de ejecutar las operaciones de gestión, control y monitoreo de los agentes SNMP.
- El agente SNMP ó agente, el cual es la interfase objeto de un elemento gestionado del cual obtiene y ejecuta acciones basado en una serie de informaciones estructuradas llamadas MIB (management information base)



*Fig. Nro. 36. Funcionamiento general del protocolo SNMP*

Por tanto haciendo un mapeo entre las funciones de gestión seleccionadas, las premisas de acciones y las necesidades de la red ToIP tendríamos a seleccionar una plataforma SNMP como parte central de la



administración del QoS de la red ToIP soportándose tradicionalmente en actividades manuales para complementar las funciones estáticas y dinámicas que no puedan ser cubiertos por la plataforma.

<b>Abstracción</b> <b>Áreas de gestión</b>	<b>Nivel de Elemento de red</b>	<b>Nivel de Elementos de red</b>	<b>Nivel de red</b>
<b>Gestión de fallos</b>	Manual y plataforma SNMP	Manual y plataforma SNMP	Manual y plataforma SNMP
<b>Gestión de configuración</b>	Manual	Manual	Manual
<b>Gestión de rendimiento</b>	Manual y plataforma SNMP	Manual y plataforma SNMP	Manual y plataforma SNMP

*Tabla Nro. 4. Mecanismos convencionales usados para el escenario propuesto*

Existen una amplia variedad de plataformas de gestión SNMP basadas en software libre sin licenciamiento (OpenNMS, Cacti, MRTG, etc.) que puede ser usado, sin embargo notamos que existe una gran cantidad de trabajos manuales mapeados lo cual hace necesario contar con operadores de red. Entre las principales tareas que deberían realizar tenemos:

- Monitoreo de todos lo elementos de la red ToIP y obtener los valores de los indicadores de QoS que sean requeridos. (operador nivel 1)
- Consolidar los logs en un único archivo o base de datos para que luego sean analizados por un especialista.(operador nivel 1 y 2)
- Ejecutar las configuraciones de las plantillas definidas por lo especialistas en los equipos que así lo requieran cuando se presenten problemas típicos de la red.(operador nivel 2)
- Diagnóstico de problemas en la red de ToIP (operador nivel 2 y especialista nivel 3)

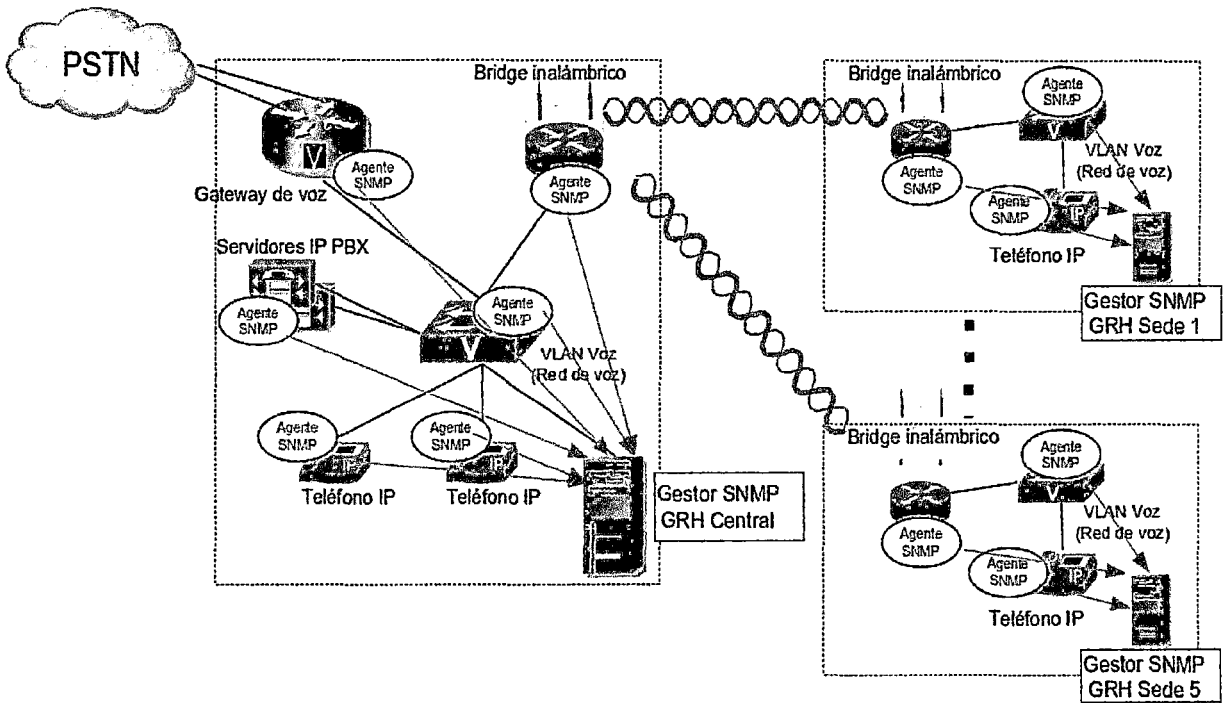


Fig. Nro. 37. *Uso de gestores SNMP distribuidos para la red de telefonía IP*

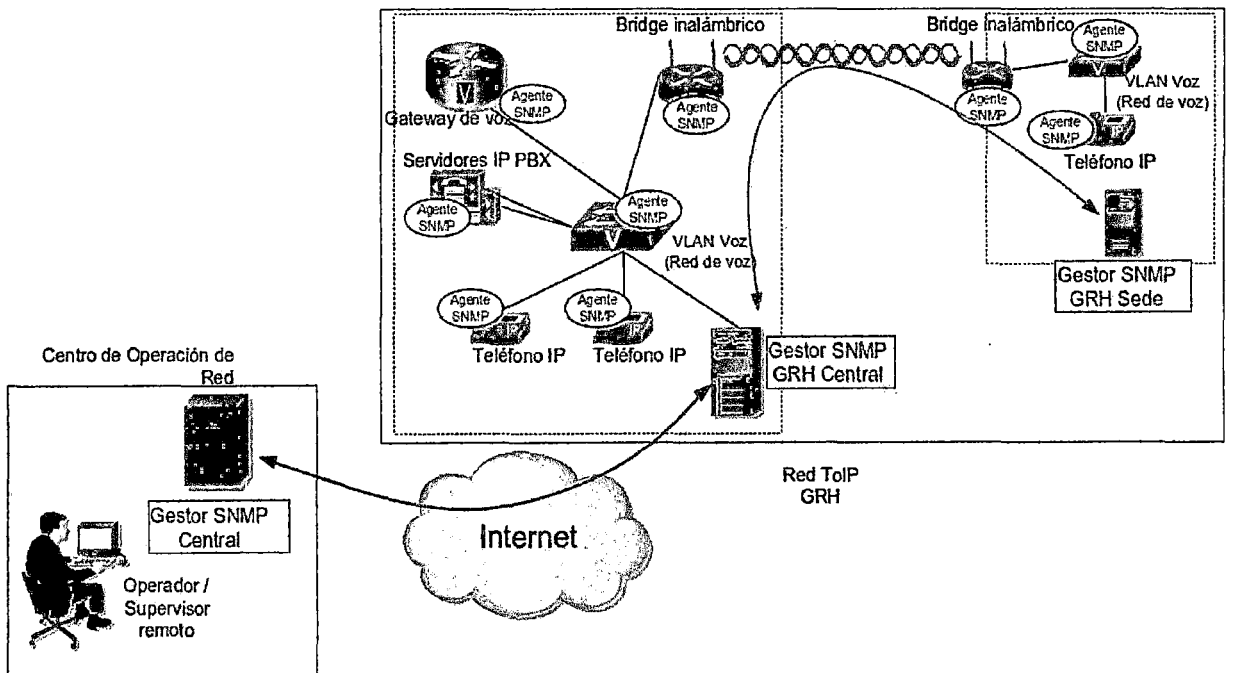


Fig. Nro. 38. *Administración jerárquica y cooperativa de la red ToIP*

#### 4.2.1.4 Modelo de QoS para la administración de red

Como se describió en el capítulo 3, existen una serie de modelos de referencia para la QoS en redes de comunicaciones derivados principalmente de la ITU-T(recomendaciones G.1000 y E.802)[10]. Sin embargo todos ellos están orientados a grandes redes ó proveedores de servicio de telecomunicaciones. Por tanto para nuestro caso haremos una adaptación de estos modelos proponiendo uno más simple a fin de que puedan ser usados como metodología de implementación del QoS. Para esto partimos de la visión de los cuatro puntos de vista del ciclo de calidad, de donde se deriva los objetivos para luego aplicarlo a un modelo que posee los procesos de análisis y definición de actividades que serían implementadas para el QoS requerido. De este se derivan los parámetros de QoS (asociados al rendimiento) que son aplicados a la red o sistema y sus efectos se realimentan al flujo vía el recojo de las satisfacciones (percepciones y expectativas) del cliente.

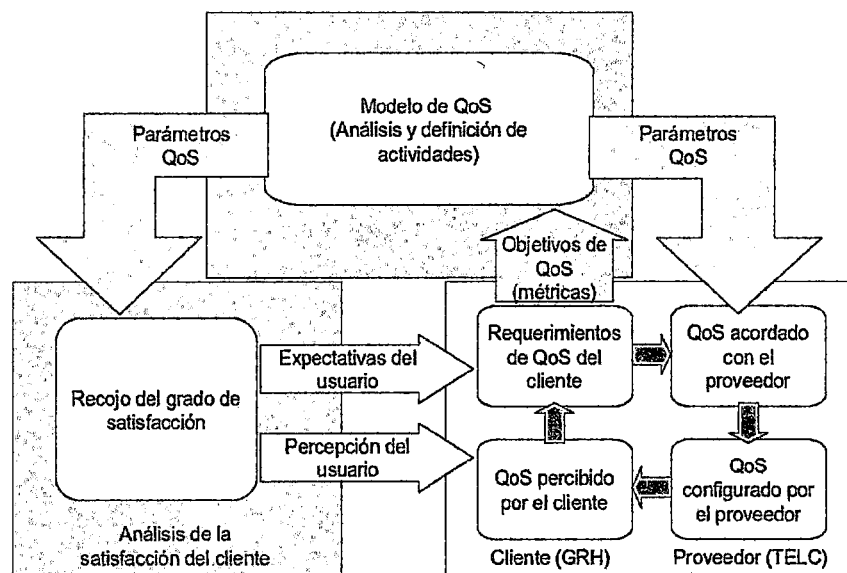


Fig. Nro. 39. Metodología de implementación del modelo de QoS propuesto

El modelo anterior permite un ciclo de realimentación constante a fin de mantener los niveles de QoS requeridos y ajustarlos en caso varíen los requerimientos del usuario o sus expectativas.

Para mayores detalles de como implementar la metodología de QoS en redes de comunicaciones se puede revisar [10], ya que no es objetivo de este trabajo desarrollarlo. Sin embargo, para nuestra aplicación seleccionamos aquellos componentes relacionados a los objetivos de QoS que tengan que ver con el rendimiento de la red y dentro de ellos los del plano de control, ya que disponemos de mecanismos para manipular los parámetros de configuración directamente en los equipos a fin de mejorar el encaminamiento de los paquetes de voz lo que solucionaría un gran porcentaje de las necesidades de TELC y GRH.

#### **4.2.2 Indicadores y métricas de QoS**

Para asegurar la calidad del servicio de la telefonía IP desde la perspectiva del rendimiento de la red es necesario definir los indicadores y las métricas asociadas a los parámetros que deben ser controlados. En las redes de voz y telefonía IP los principales factores que determinan la calidad de la voz son:

- **Retardo:** Es la medida del tiempo que demora en viajar los paquetes de voz desde que un usuario habla y es recibido por el usuario del lado extremo. Tomar en cuenta que esto incluye la codificación / decodificación, paquetización, procesamiento y retardo de la red.

- Jitter: Es la medida de la variación del retardo para paquetes consecutivos en una comunicación extremo – extremo. Esto es causado por el encolamiento y los efectos de serialización / contención de la red IP. Este factor es especialmente importante en VoIP para asegurar una llamada sin degradación.
- Pérdida de paquetes: Esto es causado principalmente por los efectos de la congestión de la red, interferencia en la transmisión, atenuación y errores en el nivel físico.
- Códec de voz: Esta relacionado al algoritmo de compresión usado para los paquetes de voz a fin de que sean transmitidos sobre la red IP.

Considerando estos factores y otros relacionados directamente al comportamiento de la red (estándares y políticas del cliente), se definen los siguientes indicadores y métricas:

Indicador	Métricas asociadas	Parámetro a medir	Descripción	Mecanismo de medición tradicional
QoS de la red de ToIP	QoS de la calidad de voz en la red	Delay	Retardo de paquetes (ms)	Manual por camino
		Packet Lost	% Paquetes perdidos	Manual por camino
		Jitter	Variación del retardo (ms)	Manual por camino
	QoS de la red LAN usado por ToIP	Quiescent	Frecuencia de inactividad de la red	Manual y Gestor / Agente SNMP
		Availability	% Tiempo de funcionamiento de los equipos	Gestor/Agente SNMP
		Errores Tx, Rx por cada tramo de ToIP	% Errores	Gestor/Agente SNMP
			% Descartes	Gestor/Agente SNMP
			% Queuedrops	Gestor/Agente SNMP
			% CRC	Gestor/Agente SNMP
			% Frames	Gestor/Agente SNMP
			% Overrun	Gestor/Agente SNMP
% Ignorados	Gestor/Agente SNMP			
% Colisiones	Gestor/Agente SNMP			

Tabla Nro. 5. Indicadores y métricas de QoS para la administración de red

De la tabla anterior comprobamos que un gran cantidad de las métricas pueden ser cubiertas usando los gestores SNMP, sin embargo existen parámetros relacionados a la calidad de la voz que deben ser obtenidos de forma manual ya que implican ejecutar varias órdenes dentro de los equipos en ciertos períodos de tiempo.

Por otra lado, los parámetros de QoS relacionados a la calidad de la voz poseen umbrales de operación definidos en las recomendaciones del ITU-T, por lo que serán tomadas como referentes para nuestra aplicación en la red de GRH.

Parámetro a medir	Descripción	Mecanismo de medición	Valor o rango
Delay	Retardo de paquetes (ms)	Manual por camino	<150ms
Packet Lost	% Paquetes perdidos	Manual por camino	<1%
Jitter	Variación del retardo (ms)	Manual por camino	<20ms

*Tabla Nro. 6. Valores de las métricas principales de QoS para ToIP*

Es importante señalar que existen otros indicadores y métricas que son considerados para la administración de la red pero que no son tomados en cuenta para nuestro caso ya que escapan al objetivo del trabajo, sin embargo pueden ser revisados en los anexos respectivos.

#### **4.2.3 Ventajas y desventajas del sistema base de administración**

Un esquema tradicional de administración la cual detallamos anteriormente tiene las siguientes ventajas desde el punto de vista de un sistema de información:

- El modelo de gestión y las áreas designadas siguen los estándares internacionales ITU-T lo cual permite a la empresa crecer a futuro a un sistema con mayores funcionalidades y capaz de interconectarse con futuros otros sistemas de información complementarios tales como facturación; reportes automáticos de estadísticas entre otros.
- La plataforma de comunicación es basado en el protocolo IP el cual usa el estándar SNMP como protocolo de aplicación de administración. SNMP permite que podamos recoger la información disponible por los MIBs en cada equipo de comunicación constituyendo una base de datos de información la cual puede ser analizada posteriormente.
- Al ser un modelo jerárquico y cooperativo permite optimizar el flujo de información entre el gestor central GRH y los gestores de las sedes remotas, así como el flujo entre la sede central GRH y el gestor central ubicado en TELC (Centro de Operación de la Red).

Por otra parte también se encuentran las siguientes desventajas:

- Las plataformas SNMP de uso libre y disponibles, solamente permiten realizar tareas de gestión reactivas (reciben las alarmas enviadas por lo agentes SNMP y aplican la configuración ingresada por un operador, no permitiendo por tanto, involucrar actividades dinámicas requeridas para asegurar el QoS, tales como el

monitoreo y control del retardo ó jitter, o realizar tareas de adaptación de QoS ante problemas en la red.

- El modelo es dependiente de mucha actividad manual lo cual implica disponer de operadores (recursos humanos) para realizar muchas tareas rutinarias, desgastando el tiempo que los especialistas puedan emplear en trabajos más complejos
- Al ser un modelo jerárquico y cooperativo, donde el centro de operación de la red esta situado lejos del gestor central del cliente, hace necesario disponer de operadores en el local del cliente lejano para atender las operaciones de configuración correctivas que se necesiten ante un desvío del QoS requerido. Esto implica inversión en más recursos humanos.

Entonces considerando la premisa de que TELC debe maximizar el uso de la capacidades de sus especialistas existentes y por tanto minimizar el nivel de inversión, será necesario usar técnicas que nos permitan optimizar los tiempos de ocupación de los ingenieros por lo que se busca proponer un sistema semiautomático de administración de las principales funciones repetitivas y operativas de la administración de la red de ToIP.

En cuanto al personal las principales funciones de cada puesto considerando el modelo tradicional son:

- Nivel 1: Realiza actividades de recolección y monitoreo de los indicadores de QoS de la red. Debe consolidar la información en una



base de datos para ser analizado posteriormente. En caso ocurran problemas críticos debe recurrir al operador de nivel 2 o nivel 3 para las correcciones necesarias

- Nivel 2: Tiene por función principal realizar el análisis de la información disponible en la base de datos consolidada de los valores de QoS obtenidos de los equipos en observación. En caso verifique la tendencia a ocurrir desviaciones en los indicadores del QoS u ocurran fallas críticas debe aplicar las plantillas de configuración existentes y avisar al supervisor (Nivel 3) sobre el problema.
- Nivel 3: Es el supervisor y especialista en telefonía IP que se considera como el mayor nivel técnico / táctico para resolver posibles problemas de la red. Reporta directamente a la gerencia operativa sobre los objetivos alcanzados y las acciones correctivas en caso existan desviaciones o se pueda mejorar el servicio.

<b>Tipo de recurso humano para administración de red</b>	<b>Grado de experiencia ó especialización</b>
Operador Nivel 1	Bajo / Intermedio
Operador Nivel 2	Intermedio
Operador Nivel 3	Alto

*Tabla Nro. 7. Calificación de los tipos convencionales de RRHH para administración de red*

#### 4.2.4 Mejoras planteadas con técnicas inteligentes

Con el modelo base anteriormente planteado buscaremos realizar mejoras para disminuir las desventajas indicadas. A continuación se indica la tabla con recursos tradicionales a requerirse basado en el modelo base del ítem 4.2.3 y en círculo los posibles seleccionados para optimización.

Dominios de administración	Operadores (Recursos Humanos)			Recursos TI	
	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Hardware	Software
Centro de Operación de Red	-	1	1	1	1
Gestor SNMP GRH Central	1	1	-	1	1
Gestor SNMP GRH Sede 1	-	-	-	-	1
Gestor SNMP GRH Sede 2	-	-	-	-	1
Gestor SNMP GRH Sede 3	-	-	-	-	1
Gestor SNMP GRH Sede 4	-	-	-	-	1
Gestor SNMP GRH Sede 5	-	-	-	-	1
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>7</b>

Tabla Nro. 8. Recursos necesarios para el sistema tradicional de administración de QoS y los candidatos a ser optimizados.

Por tanto, las tareas a mejorar vía técnica de agentes inteligentes son:

- Monitoreo de indicadores y ordenamiento en base de datos para el QoS de ToIP
- Análisis de la información recopilada y comparación con valores umbrales definidos en las métricas de QoS para ToIP
- Ejecución de acciones correctivas de acuerdo a las plantillas de configuración en caso de encontrar desviaciones o tendencias

## **4.3 DISEÑANDO LOS AGENTES**

### **4.3.1 Definición de roles y responsabilidades**

De acuerdo a las tareas anteriormente definidas que deseamos optimizar es necesario definir los roles y responsabilidades operativas dentro de la administración de QoS de la red que deberán cumplir los agentes. Para ello declaramos el objetivo del sistema de agentes y luego segmentamos las tareas generales en actividades específicas que sean más simples de realizar a fin de agruparlas posteriormente de acuerdo al perfil de agente.

#### **4.3.1.1 Objetivo del sistema:**

Mantener los valores de QoS de calidad de la voz de acuerdo a los valores de calidad de las métricas definidas

#### **4.3.1.2 Segmentación de tareas generales:**

- Monitoreo de indicadores y ordenamiento en base de datos para el QoS de ToIP
  - Definir el equipo referencial a ser observado, los tramos referenciales de observación para los cuales aplican los indicadores de QoS y el tiempo en que se ejecutará la medición.
  - Realizar el monitoreo desde el equipo referencial usando los comandos que sean necesarios (esto permitirá obtener indirectamente los valores de los parámetros de QoS).

- Obtener las respuestas del equipo a los comandos ejecutados y almacenarlas en una base de datos simple (la cual llamaremos base de datos de monitoreo QoS) conjuntamente con la hora y fecha de su muestreo

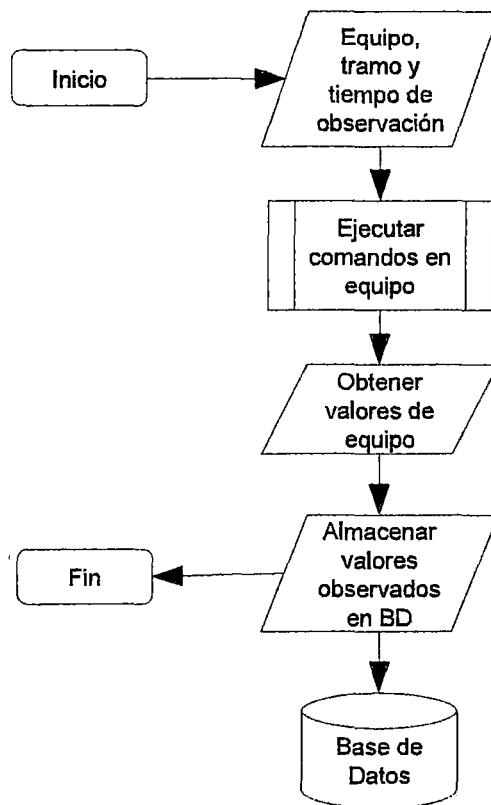


Fig. Nro. 40. Diagrama de flujo operativo para la tarea de monitoreo de indicadores.

- Análisis de la información recopilada y comparación con valores umbrales definidos en las métricas de QoS para ToIP
- Obtener la información de QoS monitorizada desde la base de datos de monitoreo QoS y hacer las operaciones necesarias a fin de obtener los valores de los parámetros de QoS medidos

del equipo observado y adicionar en base de datos de monitoreo de QoS.

- Comparar los valores de los parámetros de QoS del equipo observado y las compara con las métricas objetivo. Si los valores superan las métricas entonces deberá enviar una alarma (avisando al supervisor) para ejecutar las acciones correctivas indicando que métrica esta siendo violada en el equipo y tramo bajo observación.
- Almacenar los resultados de sú análisis indicando el equipo y tramo observado en la base de datos de monitoreo QoS.

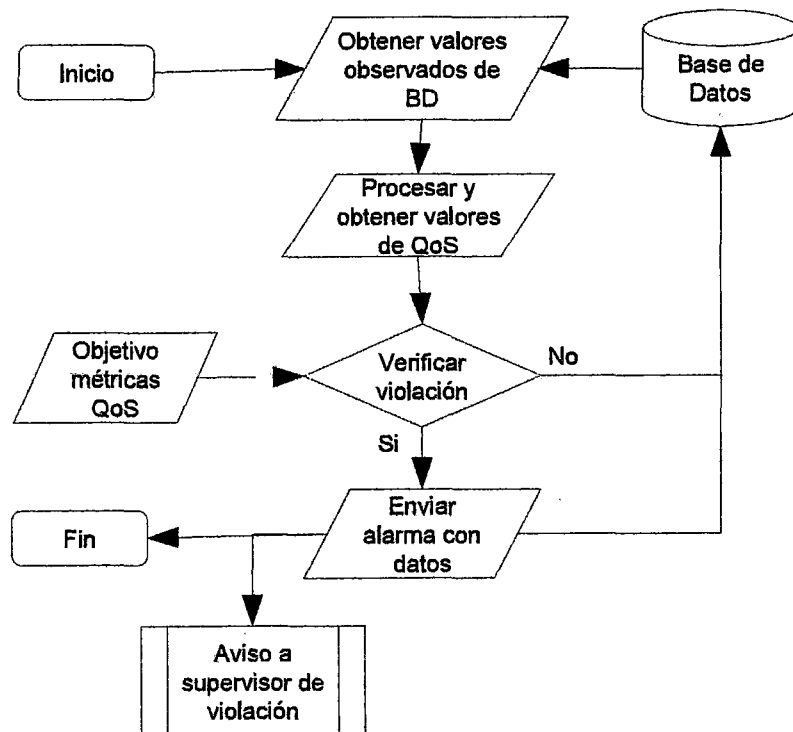


Fig. Nro. 41. Diagrama de flujo para la tarea de análisis del monitoreo.

- Ejecución de acciones correctivas de acuerdo a las plantillas de configuración en caso de encontrar desviaciones o tendencias
  - Obtener información sobre la alarma, la métrica que esta siendo violada, el equipo y tramo de observación.
  - Buscar plantillas de configuración para la (las) métrica(s) violadas de la base de datos de manejo de fallas y cargar la configuración correctiva en el equipo avisando al supervisor.
  - Verificar corrección haciendo que vuelve a observar el equipo y analizar los valores obtenidos a fin de que se cumplan los valores de métricas de QoS.
  - Si se cumplen con lo objetivos de QoS entonces se guarda el evento con los datos usados (número de plantilla usada, tipo de violación y valor) en la base de datos de manejo de fallas. Si no se cumple entonces buscar otra plantilla de configuración alternativa. Si aún así no se corrige el problema se debe usar la configuración de emergencia y avisar con nivel de estado crítico al supervisor para soporte.
  - Almacenar igualmente los resultados en la base de datos de manejo de fallas en todo momento.

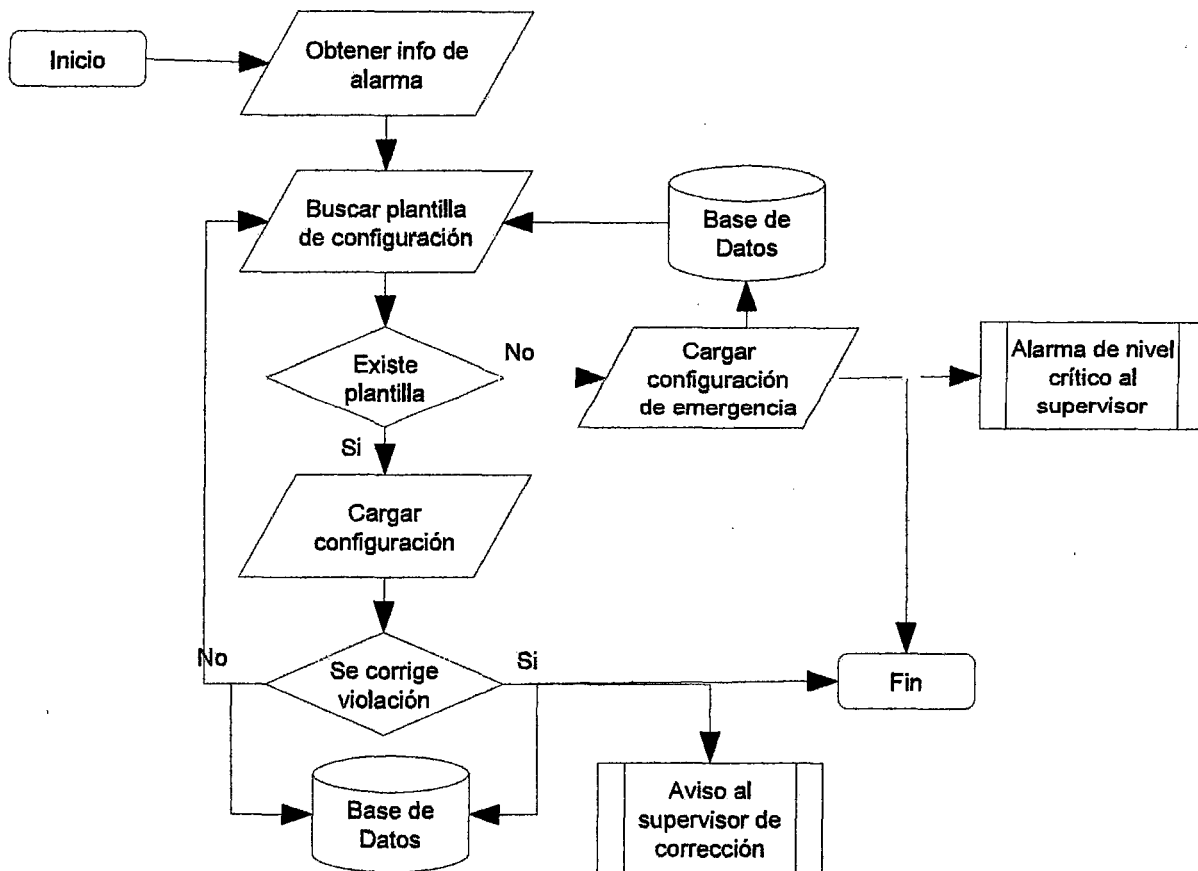


Fig. Nro. 42. Diagrama de flujo para la tarea de ejecución de acciones correctivas.

Para realizar las tareas operativas anteriormente descritas será necesario que los agentes cumplan roles de operador de nivel 1 para las acciones rutinarias y ejecutivas, y un rol de operador de nivel 2 para realizar el análisis de la situación y determinar las acciones correctivas. A continuación definiremos los modelos y características de los agentes asignándoles las responsabilidades que se designen.

### 4.3.2 Modelos y características de los agentes

Debido a la gran cantidad de responsabilidades existentes plantearemos el uso de un Sistema Multi-Agente (SMA) para monitorear y controlar las métricas de QoS para la ToIP. Por otra parte manteniendo el principio de especialización en tareas, haremos que solamente los denominados operadores de nivel 1 sean agentes reactivos con tareas específicas a ser realizadas, tal como recolección de información ó aplicación de una configuración. Como estos agentes poseen una inteligencia limitada necesitarán el soporte de un operador de nivel 2, el cual será un agente especializado basado en objetivos, a fin de que les indique que tareas realizar. Finalmente el sistema es jerárquico es decir los operadores de nivel 1 reportan al operador de nivel 2 y este reporta al supervisor u operador de nivel 3.

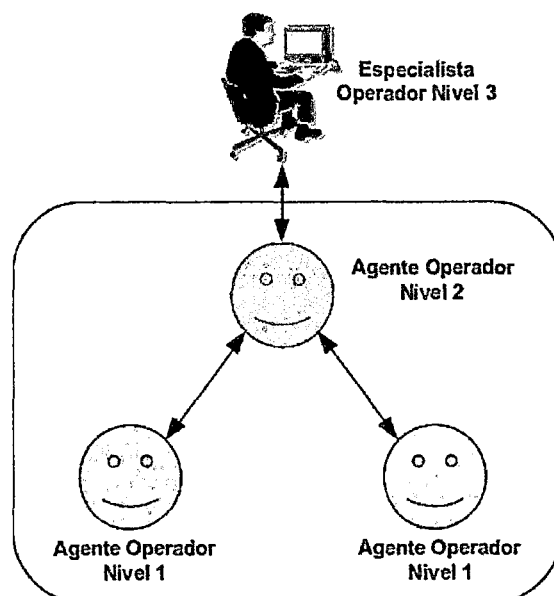


Fig. Nro. 43. Sistema Multi-Agente (SMA) para administración de QoS de ToIP



Redistribuyendo las responsabilidades y roles indicados en 4.3.1 y asignándolo de acuerdo a los modelos de agente descritos anteriormente, tenemos los nuevos roles y tareas definidos para cada uno:

- Agente Observador:
  - Rol: Operador de nivel 1 para realizar tareas básicas de monitoreo de los parámetros de QoS para los equipos señalados.
  - Responsabilidades: Monitorear los parámetros de QoS del equipo señalado y almacenarlos en una base de datos avisando al operador de nivel 2 de la disponibilidad de la información.
  - Tareas:
    - Realizar el monitoreo dinámico de los parámetros asociados a la calidad de la voz en la red (retardo, jitter y pérdida de paquetes) ejecutando los comandos necesarios en los equipos y tramos donde sea requerido.
    - Recolectar la información resultante de la ejecución de los comandos en cada equipo y almacenarlo adecuadamente en una base de datos simple para su posterior análisis.
    - Avisar al operador de nivel 2 el grado de cumplimiento de la tarea (éxito o fracaso).
  
- Agente Ejecutor:
  - Rol: Operador de nivel 1 para ejecutar acciones de configuración en los equipos indicados ante problemas en la red

- Responsabilidades: Ejecutar las configuraciones indicadas por el operador de nivel 2 y verificar su correcta carga en el equipo objetivo
- Tareas:
  - Ejecutar los comandos de acuerdo a las plantillas de configuración establecidas para el equipo indicado por el operador de nivel 2.
  - Verificar la carga de la configuración y avisar al operador de nivel 2 sobre el estado del trabajo (éxito o fracaso).
- Agente Analizador:
  - Rol: Operador de nivel 2 a fin de mantener los valores objetivo de los parámetros de QoS de acuerdo a las métricas establecidas para la calidad de la voz.
  - Responsabilidades: Analizar la información proveída por el monitoreo de la red e indicar a los agentes de nivel 1 las acciones correctivas de acuerdo a su conocimiento y mantener informado al supervisor (operador de nivel 3) sobre las violaciones encontradas.
  - Tareas:
    - Analizar los valores observados por el operador de nivel 1 de monitoreo (agente observador) para lo extraer los valores de los parámetros de QoS

- Comparar los parámetros de QoS monitoreados contra los umbrales establecidos por las métricas de QoS del servicio de ToIP.
- Si el valor excede los límites permitidos debe seleccionar que acción debe realizar para tratar de corregir el problema, según su base de conocimientos almacenada en la base de datos de administración de fallas y avisar inmediatamente al operador de nivel 3 del evento.
- Indicar al operador de nivel 1 encargado de las configuraciones (agente ejecutor) sobre las acciones a realizar (plantilla de configuración) y avisar al mismo tiempo al Operador nivel 3 (especialista) sobre lo ocurrido y las acciones tomadas. Su resultado debe almacenarse en la base de datos de administración de fallas.
- De no corregirse el problema debe volver a seleccionar una configuración alternativa e indicarla al agente ejecutor.
- Si no es factible encontrar un configuración que soluciones el problema entonces usar la configuración alternativa de emergencia y avisar al operador de nivel 3 con una alarma de nivel crítico.

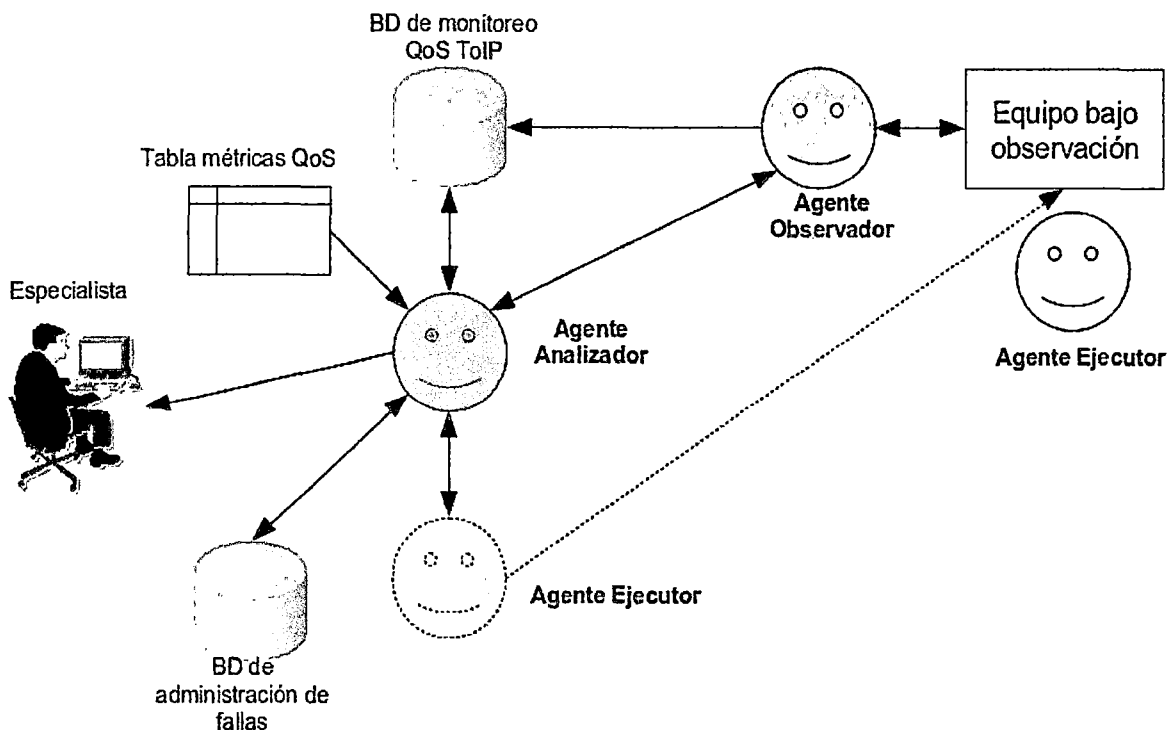


Fig. Nro. 44. Roles y responsabilidades de los agentes inteligentes propuestos

### 4.3.3 Formas de interacción y relaciones

Hasta el momento se han establecidos los modelos y características de los agentes propuestos desde la perspectiva de tareas asignadas, sin embargo todavía es necesario definir como estos se van a relacionar considerando la red de ToIP del cliente GRH.

#### 4.3.3.1 Interacción con la red

Recordemos que la red de ToIP posee una topología estrella donde el punto de concentración esta constituido por la sede central, siendo las ramas aquellas sedes remotas que se conectan vía LAN extendida. La red en la

sede central esta constituida por switches de alta velocidad con puertos y troncales de 10/100/1000 Mbps, además de poseer una VLAN especial dedicada para la red de ToIP. Por lo tanto podemos deducir que poseemos un backbone de capacidad suficiente en la sede central para intercambiar mensajería de control y audio entre los dispositivos de red, aún si consideramos que las llamadas de voz en la red LAN Ethernet interna se encuentran configurada para usar el codec G.711<sup>10</sup>.

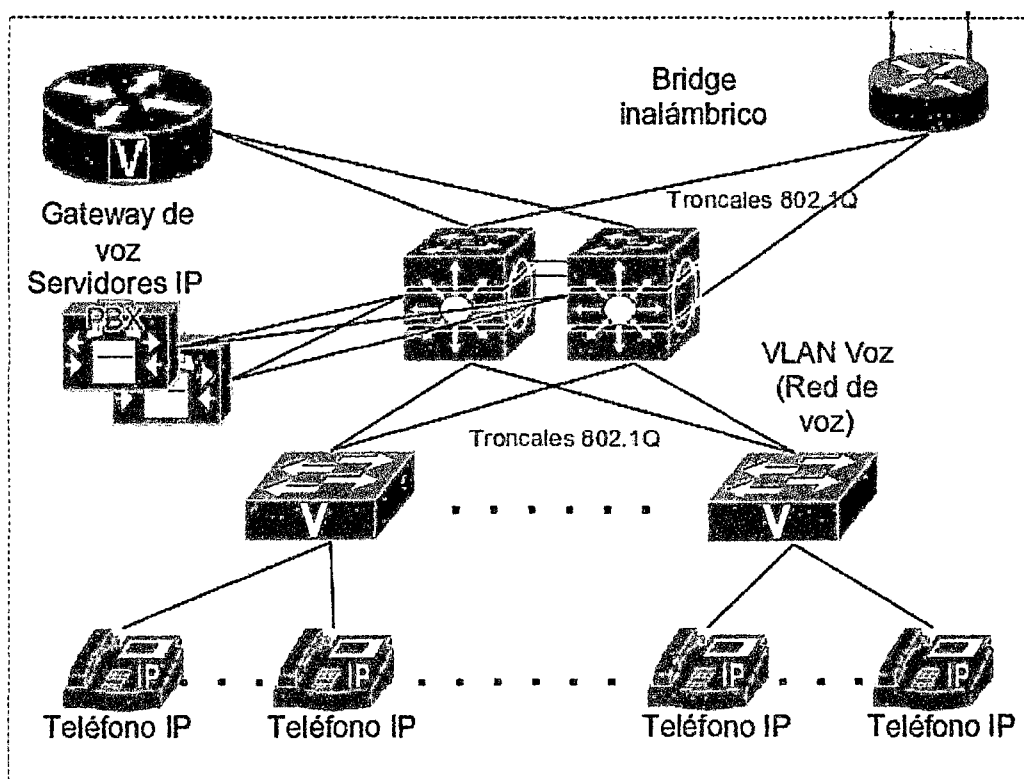


Fig. Nro. 45. Recursos de red para la sede central

Por otra parte, para realizar las mediciones de QoS de forma manual es necesario acceder a los equipos remotamente ya que las muestras deben realizarse por tramos de referencia. En nuestro caso al usar agentes inteligentes hacemos que las actividades que requieran acceso a los equipos

<sup>10</sup> Mayores detalles sobre la cantidad de ancho de banda consumidos por los codec para VoIP puede revisarse en el anexo 2

(caso de agente observador y ejecutor) se realicen directamente en ellos y evitar consumir recursos centrales. Dado que nuestro Sistema Multi-Agente esta situado en un servidor dentro de la misma red de voz, el agente observador y ejecutor tendrán que tener capacidades de movilizarse al equipo destino, mientras que el agente analizador será estático permaneciendo dentro del ambiente del servidor.

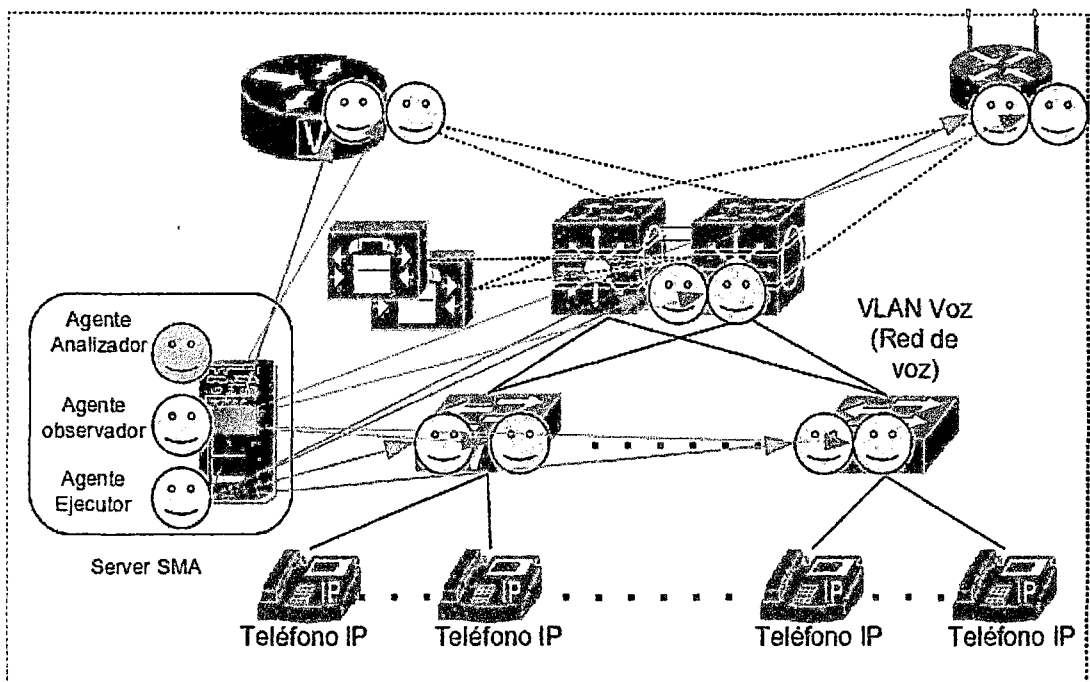


Fig. Nro. 46. Agentes inteligentes y su interacción con la red de la sede central

Por otra parte, las sedes remotas son una extensión de la red LAN de la sede central (LAN extendida) por lo que usan los bridges inalámbricos para interconectar las troncales de los switches remotos con el switch central. Por los datos históricos recogidos del área de sistemas e informática se deduce que las variaciones de ancho de banda ocasionan un gran porcentaje de los problemas de comunicación con las sedes remotas. Esto puede deberse al

clima (ya que interfiere con la señal) o por problemas de operación del equipo ó red. Una forma en determinar la(s) causa(s) y plantear su corrección es vía la administración del QoS de la red.

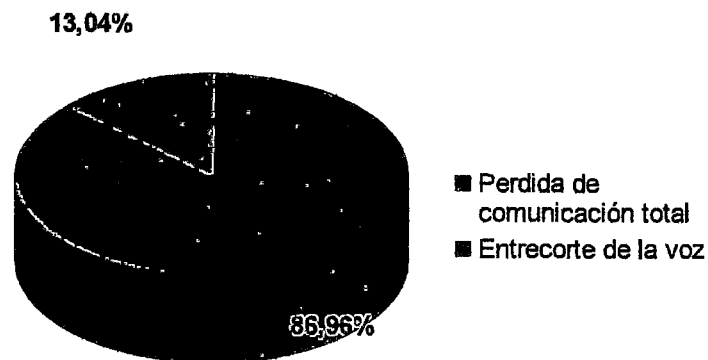


Fig. Nro. 47. Distribución de los problemas de voz con las sede remotas

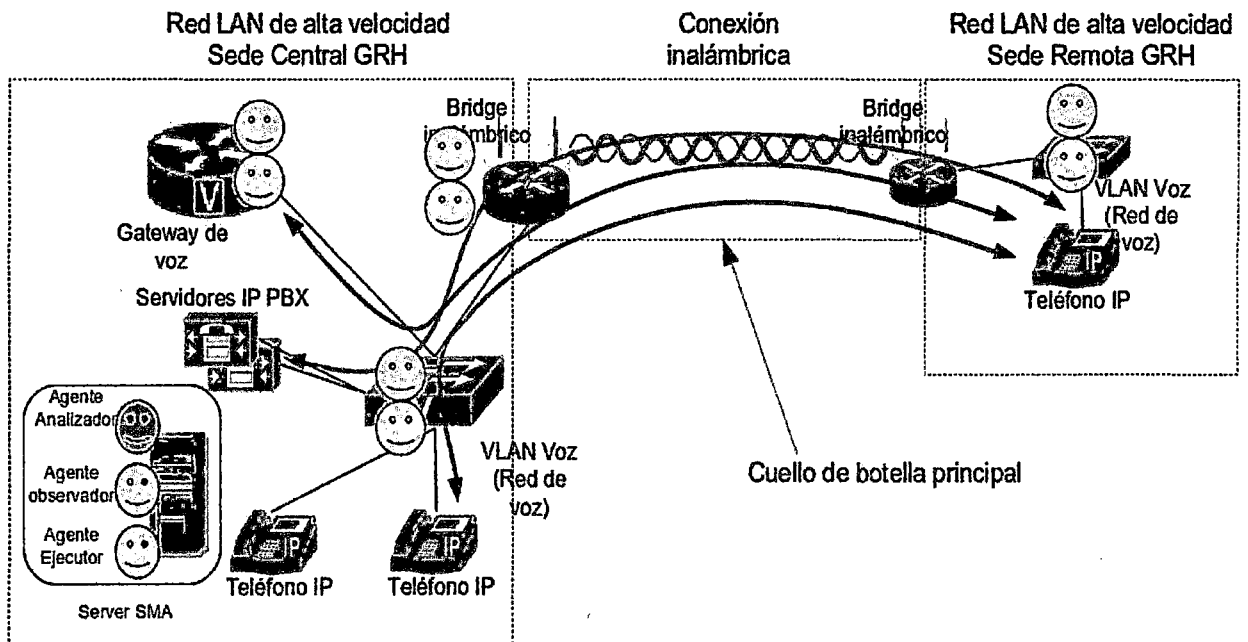


Fig. Nro. 48. Distribución de agentes considerando las sedes remotas

Dado que la arquitectura de red cuenta con un cuello de botella para comunicarse con las sedes remotas, se decide ubicar un agente observador y uno ejecutor (en caso sea necesario) en cada sede remota para continuar con

sus trabajos en caso se pierda comunicación con el lado central y verificar / corregir anomalías que puedan ocurrir el interno de la sede.

Por tanto nuestro agentes propuestos deberán convivir en la misma red donde ya existen agentes SNMP relacionados a los gestores SNMP distribuidos. En este caso, mientras el objetivo de nuestros agentes es mantener (controlar, analizar y actuar) los niveles de QoS requeridos (se ubican en posiciones estratégicas), los agentes SNMP informan de todos los eventos que ocurren en todos los equipos, ayudándonos a cubrir las otras métricas adicionales requeridas para la red de gestión (ver anexo).

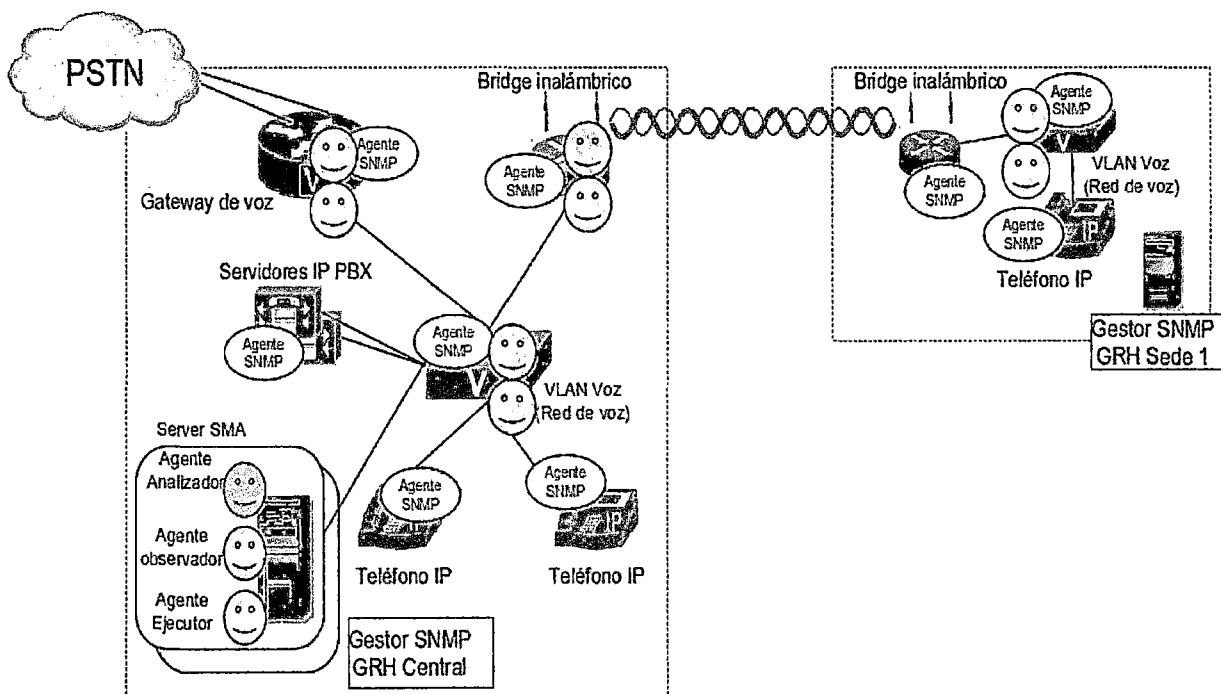


Fig. Nro. 49. Distribución de agentes inteligentes y agentes SNMP

Finalmente los agentes que tienen que interactuar con los equipos deben usar un mecanismo que les permita acceder al sistema destino y realizar sus tareas. Para ello nos valemos del protocolo TCP/IP como medio



de transporte y del lenguaje TCL (Tool Command Language) y sus API's, el cual es soportado por los equipos de red, como plataforma de soporte para permitir a los agentes instalarse dentro del sistema operativo y ejecutar sus tareas.

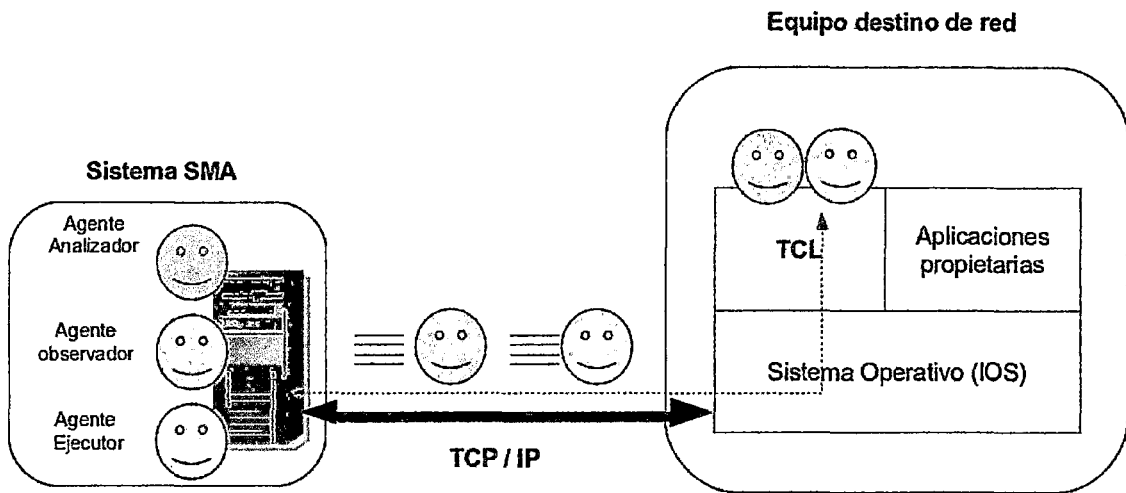


Fig. Nro. 50. Agentes móviles y su interacción con los equipos de red

#### 4.3.3.2 Interacción entre agentes

Como planteamos la necesidad de agentes móviles será necesario definir como estos van a interactuar con el agente estático. Para esto inicialmente todos los agentes propuestos deben situarse dentro de la plataforma SMA ubicado en el servidor, lo que equivale en el mundo humano a "realizar coordinaciones en su centro de operaciones antes de salir a realizar trabajos de campo".

La plataforma central del SMA debe ser independiente del sistema operativo a fin de tener independencia en posibles migraciones o cambios

de servidor, así como disponibilidad de herramientas de implementación, por tanto se selecciona la tecnología Java y sus marcos de trabajo asociados.

Dentro de los diversos marcos de trabajo disponibles en Java se recomienda JADE (Java Agent DEvelopment framework), ya que es uno de los más usados en el mundo académico y de proyectos, cumpliendo además con el requisito de licencia libre (LGPL<sup>11</sup> v2, Lesser General Public License Version 2). Por otra parte la ventaja de JADE es su total cumplimiento con los estándares FIPA<sup>12</sup> (Foundation of Intelligent Physical Agents) establecidos por el IEEE<sup>13</sup> (Sociedad de Computación) para la comunicación interna entre agentes.

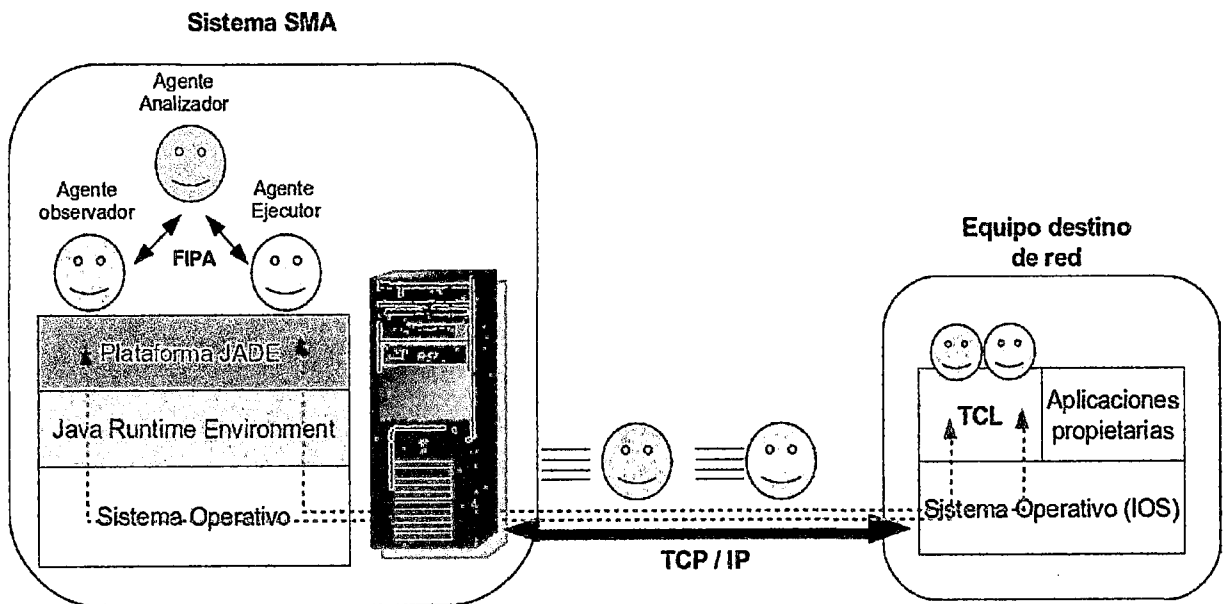


Fig. Nro. 51. Interacción entre agentes inteligentes

11 Para mayores detalles sobre LGPL ver <http://www.gnu.org/licenses/lgpl.html>

12 Para mayores detalles sobre FIPA ver <http://www.fipa.org/>

13 IEEE: Son los acrónimos de Institute of Electronic and Electrical Engineer

```

fcampos@pe-n152: ~/Desktop/JADE-all-4.1.1/jade
File Edit View Terminal Help
fcampos@pe-n152:~$ cd Desktop/JADE-all-4.1.1/jade/
fcampos@pe-n152:~/Desktop/JADE-all-4.1.1/jade$ java -cp lib/jade.jar jade.Boot -
gui
Dec 16, 2011 11:24:10 AM jade.core.Runtime beginContainer
INFO: -----
      This is JADE 4.1.1 - revision 6532 of 2011/11/18 16:21:34
      downloaded in Open Source, under LGPL restrictions,
      at http://jade.tilab.com/
      -----
Retrieving CommandDispatcher for platform null
Dec 16, 2011 11:24:10 AM jade.imtp.leap.LEAPIMTPManager initialize
INFO: Listening for intra-platform commands on address:
- jicp://pe-n152:1099

Dec 16, 2011 11:24:11 AM jade.core.BaseService init
INFO: Service jade.core.management.AgentManagement initialized
Dec 16, 2011 11:24:11 AM jade.core.BaseService init
INFO: Service jade.core.messaging.Messaging initialized
Dec 16, 2011 11:24:11 AM jade.core.BaseService init
INFO: Service jade.core.resource.ResourceManagement initialized
Dec 16, 2011 11:24:11 AM jade.core.BaseService init
INFO: Service jade.core.mobility.AgentMobility initialized
Dec 16, 2011 11:24:11 AM jade.core.BaseService init
INFO: Service jade.core.event.Notification initialized
Dec 16, 2011 11:24:11 AM jade.mtp.http.HTTPServer <init>
INFO: HTTP-MTP Using XML parser com.sun.org.apache.xerces.internal.jaxp.SAXParse
rImpl$JAXPSAXParser
Dec 16, 2011 11:24:11 AM jade.core.messaging.MessagingService boot
INFO: MTP addresses:
http://localhost:7778/acc
Dec 16, 2011 11:24:11 AM jade.core.AgentContainerImpl joinPlatform
INFO: -----
Agent container Main-Container@pe-n152 is ready.
      -----

```

Fig. Nro. 52. Ejemplo de la interfaz de comandos para JADE

The screenshot shows the 'JADE Remote Agent Management GUI' window. The title bar reads 'jrma@pe-n152:1099/JADE - JADE Remote Agent Management GUI'. The menu bar includes 'File', 'Actions', 'Tools', 'Remote Platforms', and 'Help'. Below the menu is a toolbar with various icons. The main area is divided into two panes. The left pane shows a tree view of agent platforms:

- AgentPlatforms
  - "pe-n152:1099/JADE"
    - Main-Container
      - ams@pe-n152:1099/JADE
      - df@pe-n152:1099/JADE
      - rma@pe-n152:1099/JADE

The right pane displays a table with the following data:

name	addresses	state	owner
ams@pe-n...	http://local...	active	NONE

Fig. Nro. 53. Interfaz gráfica de plataforma JADE

#### 4.3.4 Lógica de agentes inteligentes propuestos

A continuación se muestra la lógica de funcionamiento para los agentes inteligentes propuestos, considerando los roles, responsabilidades y tareas asignadas detalladas en 4.3.2.

##### 4.3.4.1 Lógica de operación del agente observador

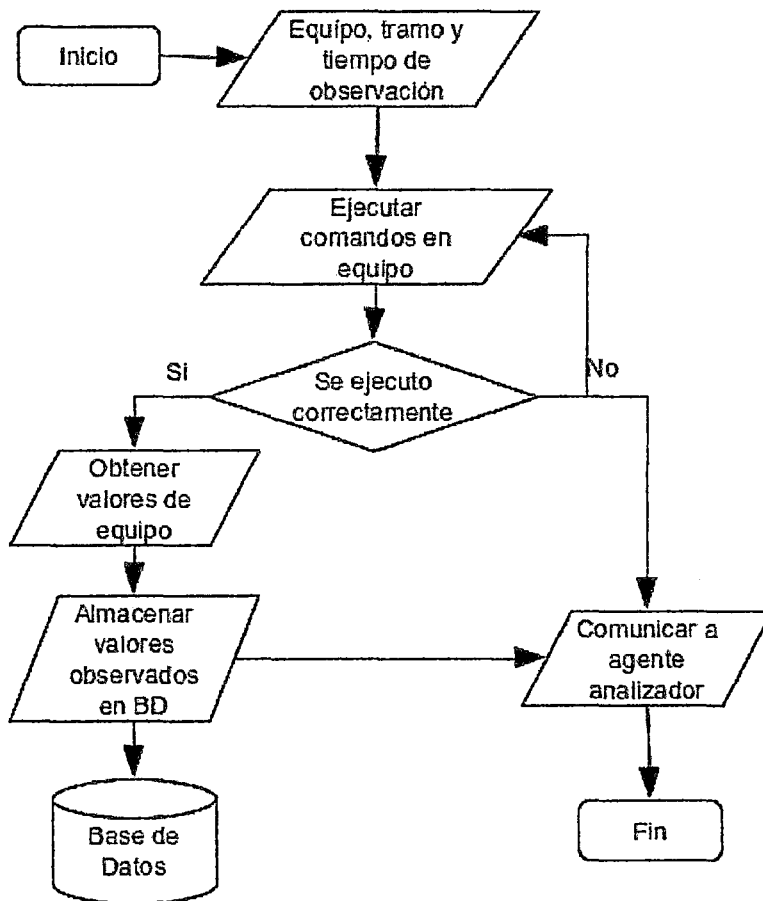


Fig. Nro. 54. Diagrama de flujo para el agente observador propuesto

En la gráfica previa se muestra la lógica de operación del agente observador, el cual partiendo desde los datos iniciales (equipo, tramo y tiempo de observación) recoge y almacena los valores observados del equipo origen del tramo, avisando al agente analizador para su proceso.

#### 4.3.4.2 Lógica de operación del agente ejecutor

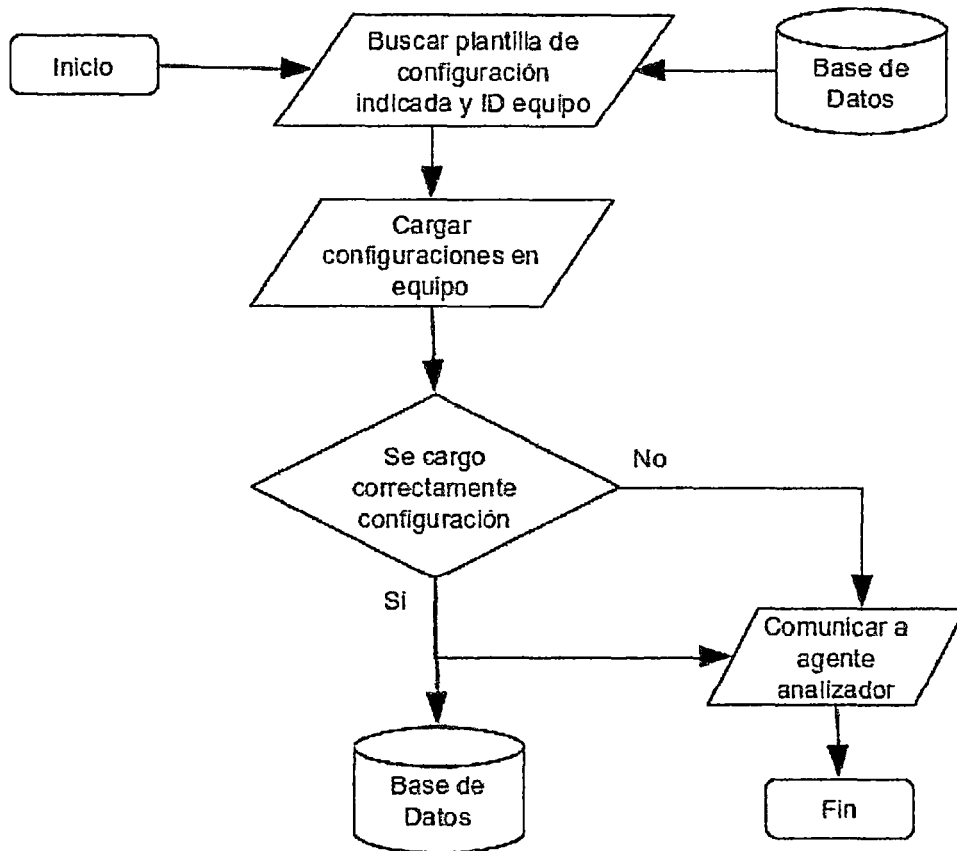


Fig. Nro. 55. Diagrama de flujo para el agente ejecutor propuesto

En el caso del agente ejecutor sus datos iniciales están constituidos por la plantilla de configuración a ser usada y el equipo donde se aplicará los comandos, almacenando en la base de datos el resultado de su tarea y comunicando al agente analizador para que realice las verificaciones necesarias.

4.3.4.3 Lógica de operación del agente analizador

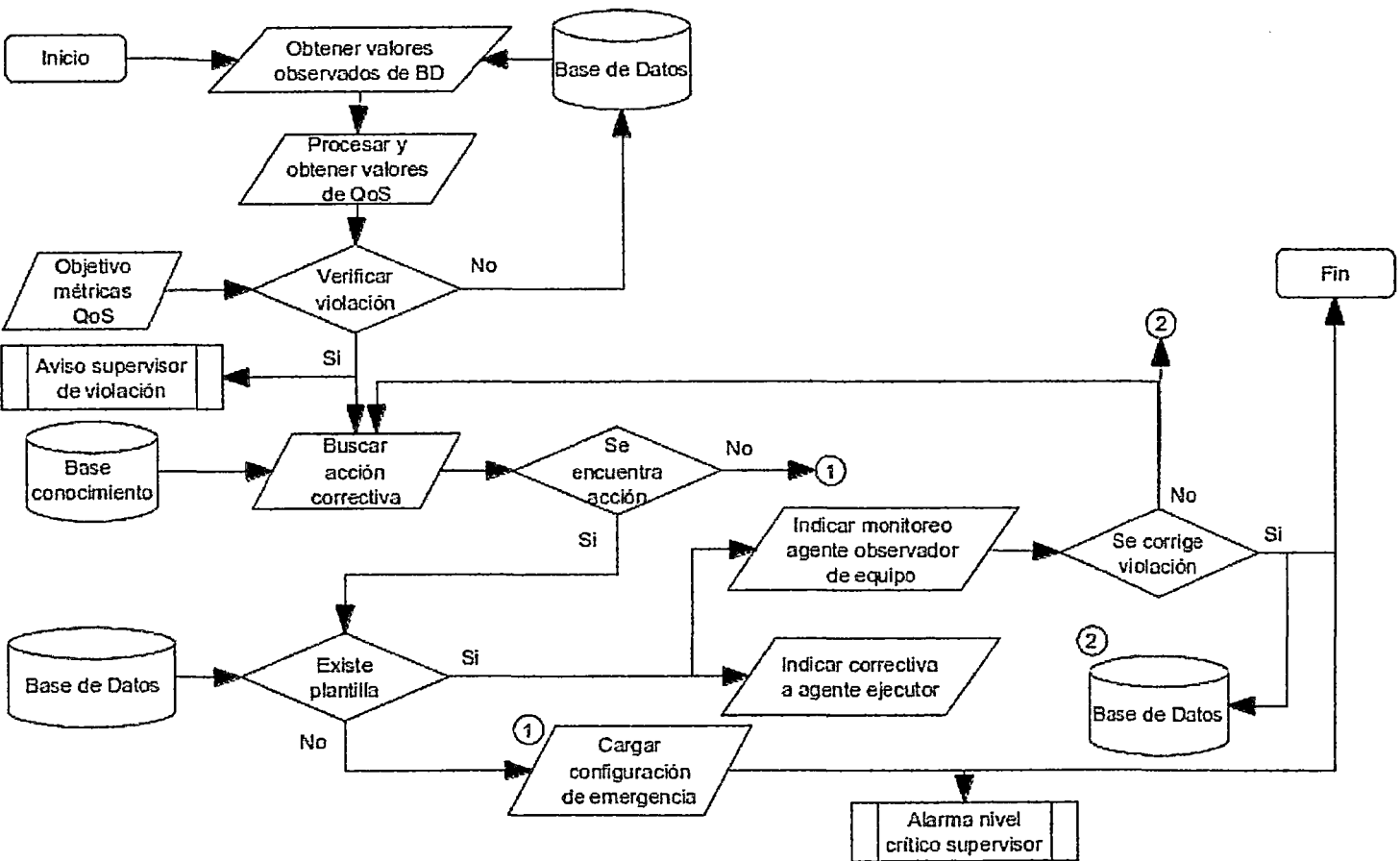


Fig. Nro. 56. Diagrama de flujo para el agente analizador propuesto

El agente analizador posee las rutinas de análisis de los valores observados, así como los algoritmos de comparación respecto a las métricas objetivo. En caso encuentre una violación (el valor procesado supera el umbral de la métrica) debe escribirse en el registro respectivo de la base de datos este estado, avisando al mismo tiempo al supervisor de la alarma. Inmediatamente este agente debe buscar las posibles acciones correctivas existentes (el cual guarda relación con la métrica violada y el valor de esta desviación). Si encuentra una acción y plantilla de configuración indica al agente ejecutor que cargue los comandos detallados en la plantilla de configuración e indica al agente observador que obtenga los nuevos valores observados a fin de comprobar que la desviación fue corregida con la acción. En caso esto no suceda el agente buscará otras acciones alternativas siempre y cuando existan. De no existir se aplicará una configuración de emergencia para tener una corrección temporal al problema avisando al supervisor de nivel 3 con alarma crítica para que intervenga de forma inmediata.

#### 4.3.4.4 Base de datos del sistema

El sistema trabajará con una base de datos general en la cual se almacenará toda la información, según la siguientes objetivos:

- Almacenar la información requerida para que los agentes inteligentes realicen sus tareas de monitoreo, análisis y ejecución.
- Almacenar la información obtenida por los agentes inteligentes del estado del QoS del tramo de red bajo supervisión.
- Almacenar información complementaria que pueda ser requerido para estadísticas posteriores.

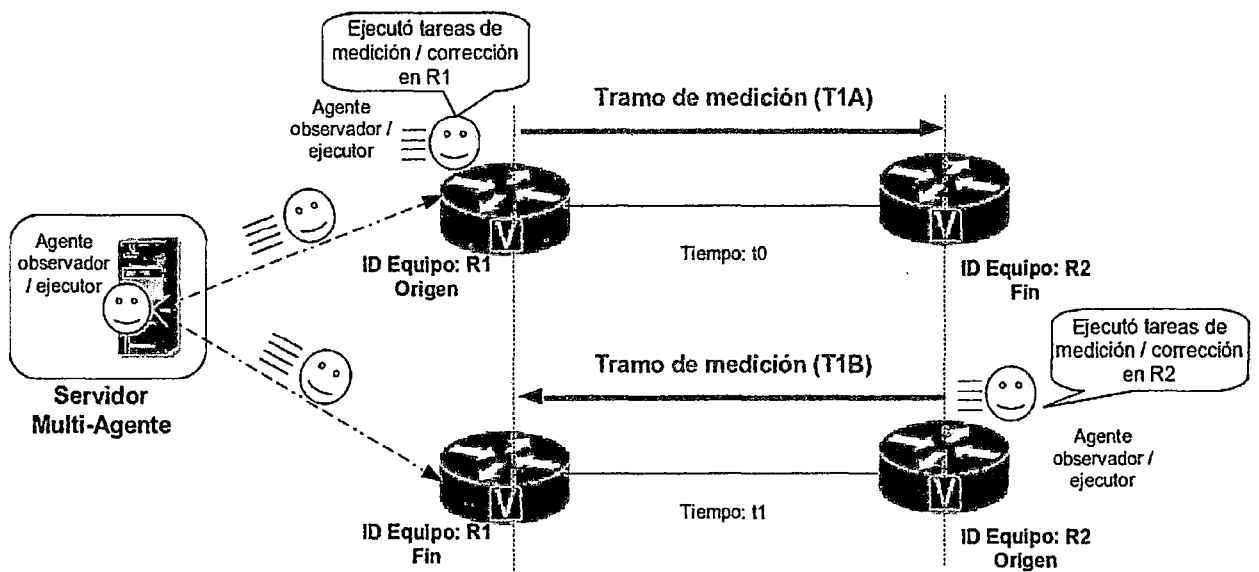
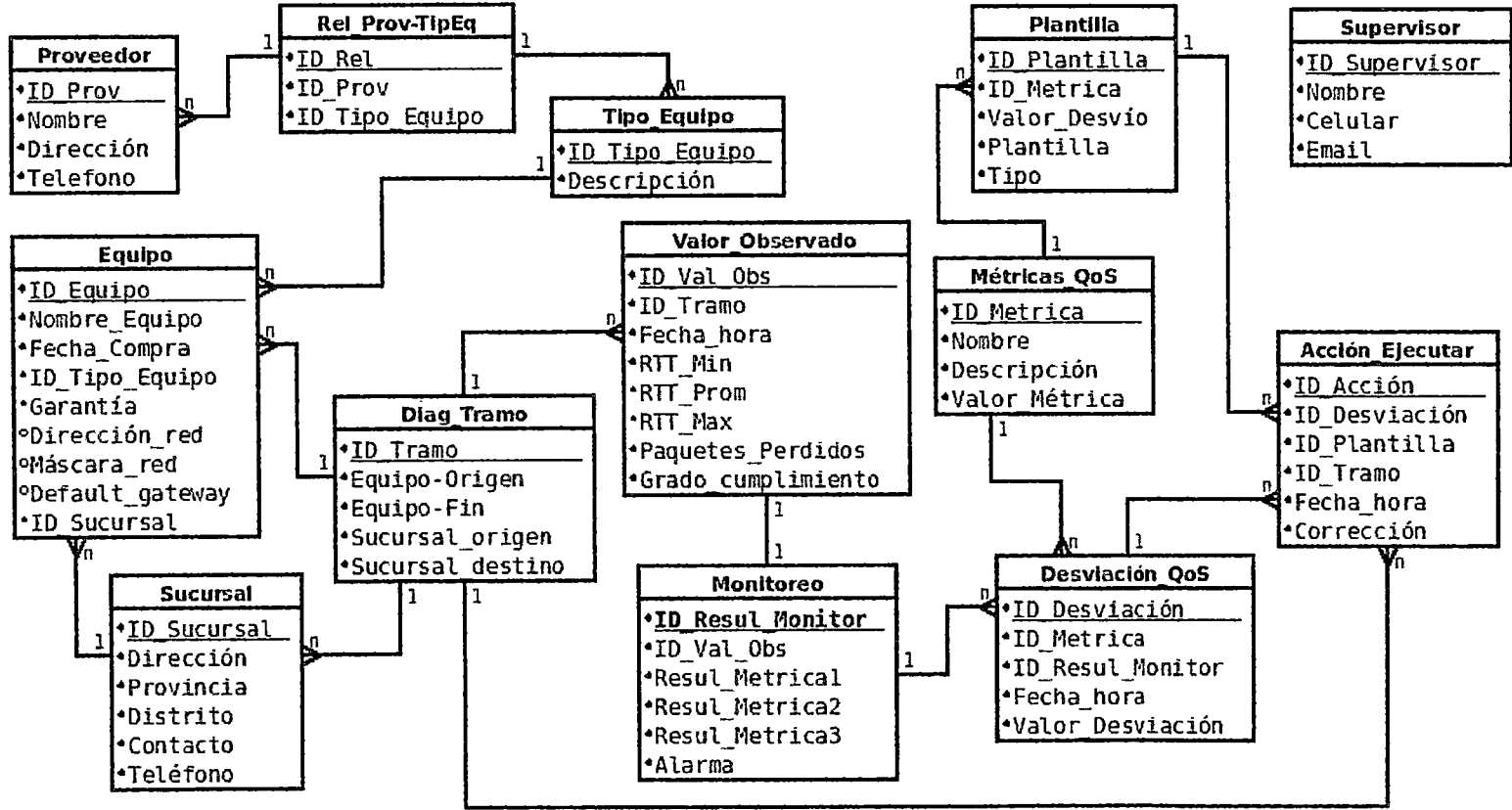


Fig. Nro. 57. Detalle de dos tramos de observación sobre una misma conexión física de red

En la figura anterior se muestra gráficamente las definiciones de tramo y equipo bajo observación ó corrección, los cuales usan el concepto de vector camino a fin de relacionar el equipo origen, equipo destino y dirección de observación ó corrección.



Fig. Nro. 58. Modelo Entidad-Relación de la base de datos del sistema propuesto.



En el diagrama anterior se muestra el modelo entidad-relación propuesto para la base de datos que trabajará en conjunto con el sistema multiagente (SMA).

De acuerdo a los lineamientos de la organización, y como fase inicial, se plantea usar MySQL como el sistema de gestión montado sobre el mismo servidor SMA. Del modelo anterior las tablas que tienen relación directa con los agentes de software son:

Agentes	Tablas relacionadas
Agente Observador	Equipo, Diag_Tramo, Valor_Observado
Agente Ejecutor	Acción_Ejecutar, Plantilla
Agente Analizador	Valor_Observado, Monitoreo, Desviación_QoS, Métrica_QoS, Plantilla, Supervisor

*Tabla Nro. 9. Agentes inteligentes y tablas de la base de datos*

- Diccionario de datos para las tablas principales

A continuación se detalla el diccionario de datos para las principales tablas que son usadas por los agentes inteligentes. El resto de tablas del modelo de base de datos se pueden revisar en los anexos respectivos.

Tabla	Equipo
Atributo	Descripción
ID_Equipo	Identificador único para el equipo de red
Nombre_Equipo	Nombre del equipo de red
Fecha_compra	Fecha de compra del equipo de red
ID_Tipo_Equipo	Identificador único para el tipo de equipo
Garantía	Indica si el equipo se encuentra dentro de un contrato de garantía vigente
Dirección_red	Dirección IP única del equipo dentro de la red de datos
Máscara_red	Máscara IP de la red de datos asociado al equipo
Default_gateway	Puerta de enrutamiento predeterminada del equipo dentro de la red.
ID_Sucursal	Identificador de la sucursal donde el equipo se encuentra ubicado

*Tabla Nro. 10. Diccionario de datos para la tabla Equipo*

Tabla	Diag_Tramo
Atributo	Descripción
ID_Tramo	Identificador único el camino (ruta) compuesto por dos equipos de red para análisis de QoS
Equipo-Origen	ID del equipo origen del camino a ser supervisado
Equipo-Fin	ID del equipo fin del camino a ser supervisado
Sucursal-Origen	ID de la sucursal origen del camino supervisado
Sucursal-Fin	ID de la sucursal fin del camino supervisado

*Tabla Nro. 11. Diccionario de datos para la tabla Diag\_Tramo*

Tabla	Métricas_QoS
Atributo	Descripción
ID_Metrica	Identificador único para la métrica asociada
Nombre	Nombre técnico de la métrica a ser medida
Descripción	Breve descripción técnica referencial de la métrica
Valor_Metrica	Valor umbral asociado a la métrica QoS

*Tabla Nro. 12. Diccionario de datos para la tabla Metrica\_QoS*

Tabla	Valor_Observado
Atributo	Descripción
ID_Val_Obs	Identificador único para la observación realizada por el agente
ID_Tramo	ID del tramo observado
Fecha_hora	Fecha y hora de observación
RTT_Min	Rount Trip Delay mínimo obtenido de los comandos ejecutados en el equipo observado
RTT_Prom	Rount Trip Delay promedio obtenido de los comandos ejecutados en el equipo observado
RTT_Max	Rount Trip Delay máximo obtenido de los comandos ejecutados en el equipo observado
Paquetes_perdidos	Cantidad de paquetes perdidos obtenido de los comandos ejecutados en el equipo observado
Grado_cumplimiento	Indicador del cumplimiento (éxito ó fracaso) de la obtención de los valores de observación.

*Tabla Nro. 13. Diccionario de datos para la tabla Valor\_Observado*

Tabla	Acción_Ejecutar
Atributo	Descripción
ID_Acción	Identificador único para la acción a ser ejecutada por el agente en el equipo origen del tramo observado.
ID_Desviación	Identificador único de la desviación a ser corregida
ID_Plantilla	Identificador único para la plantilla de configuración a ser aplicada en el tramo especificado.
ID_Tramo	ID del tramo donde se encontró la desviación y se aplicará la configuración correctiva
Fecha_hora	Fecha y hora de la ejecución de la acción correctiva.
Corrección	Indicador del cumplimiento (éxito ó fracaso) de la corrección aplicada para la desviación encontrada.

*Tabla Nro. 14. Diccionario de datos para la tabla Acción\_Ejecutar*

Tabla	Plantilla
Atributo	Descripción
ID_Plantilla	Identificador único para la plantilla de configuración almacenada
ID_Metrica	ID de la métrica asociada a la plantilla
Valor_Desvío	Valor de la desviación para la cual la plantilla puede ser aplicada.
Plantilla	Lineas de comando a ser ejecutadas en el equipo de red para intentar corregir la desviación
Tipo	Define el tipo de plantilla almacenada (normal ó emergencia) para la métrica asociada.

Tabla Nro. 15. Diccionario de datos para la tabla Plantilla

- Salidas requeridas para la base de datos

A continuación se muestra una propuesta de salida requerida para la base de datos del sistema multi-agente.

ID	Tramo	Fecha	RTT Min	RTT Prom	RTT Max	Paquetes perdidos	RM1 (jitter)	RM2 (delay)	RM3 (packet lost)	Alarma de violación
VO-000001	T1A-R1-R2	20120613-0825	4	4	8	0	2,0	4,0	0,0	No
VO-000002	T1A-R1-R2	20120613-0830	5	5	8	0	1,5	4,0	0,0	No
VO-000003	T1A-R1-R2	20120613-0835	4	4	8	0	2,0	4,0	0,0	No
VO-000004	T1A-R1-R2	20120613-0840	4	4	8	0	2,0	4,0	0,0	No
VO-000005	T1A-R1-R2	20120613-0845	4	5	9	0	2,5	4,5	0,0	No
VO-000006	T1A-R1-R2	20120613-0850	4	4	9	0	2,5	4,5	0,0	No
VO-000007	T1A-R1-R2	20120613-0855	4	5	8	0	2,0	4,0	0,0	No
VO-000008	T1A-R1-R2	20120613-0900	4	4	8	0	2,0	4,0	0,0	No
VO-000009	T1A-R1-R2	20120613-0905	5	5	9	0	2,0	4,5	0,0	No
VO-000010	T1A-R1-R2	20120613-0910	4	4	8	0	2,0	4,0	0,0	No

Tabla Nro. 16. Ejemplo de un reporte de métricas obtenidas

## **CAPITULO V**

### **DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

En este capítulo haremos una discusión del diseño propuesto mediante pruebas de concepto del modelo usando escenarios reales simplificados, a la vez verificamos la factibilidad de implementación y su contraste con la hipótesis.

#### **5.1 PRUEBAS DE CONCEPTO DEL MODELO SOBRE PLATAFORMAS REALES**

Para validar nuestro diseño usaremos un prototipo simplificado de uno de los agentes que actuará dentro de una red controlada. Nuestro objetivo será comprobar que es factible lanzar automáticamente una agente hacia el equipo de comunicaciones remoto y dentro de este poder ejecutar las tareas encomendadas. Para ello usaremos dispositivos similares al que se encuentra en la red real de ToIP (routers, switches, access point, etc.).

De acuerdo al diseño de la propuesta desarrollado en el capítulo anterior y lo expuesto en el ítem 4.2.2, los valores de las métricas que necesitamos tomar en cuenta están relacionadas al jitter, retardo y pérdida de paquetes en el tramo bajo observación. Como estos parámetros no pueden

obtenerse directamente desde los equipos, haremos uso del comando ping<sup>14</sup> el cual enviará paquetes IP con las siguientes características:

- Time out: 5 seg.
- Tamaño de paquetes: 100 bytes.
- Numero de paquetes: 10.

De esto obtenemos los valores de los siguientes parámetros, que nos permitirá calcular los valores de las métricas asociadas al tramo:

- Round Trip Delay (Promedio/Mínimo/Máximo): Tiempo en milisegundos que usan los paquetes ICMP en llegar al nodo destino y regresar al nodo origen.
- Paquetes perdidos: Cantidad y porcentaje de paquetes perdidos del total enviado.

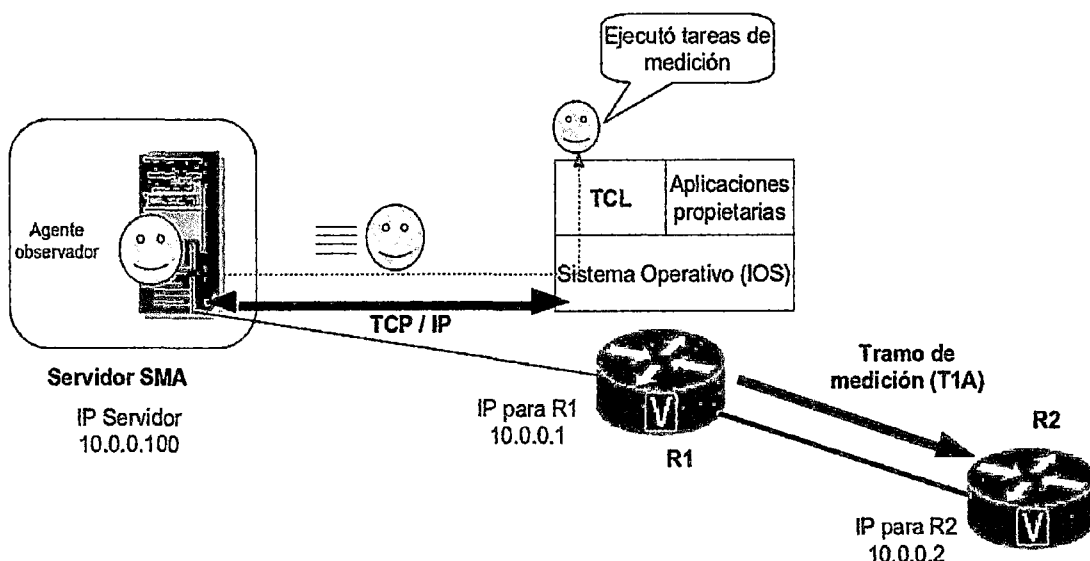
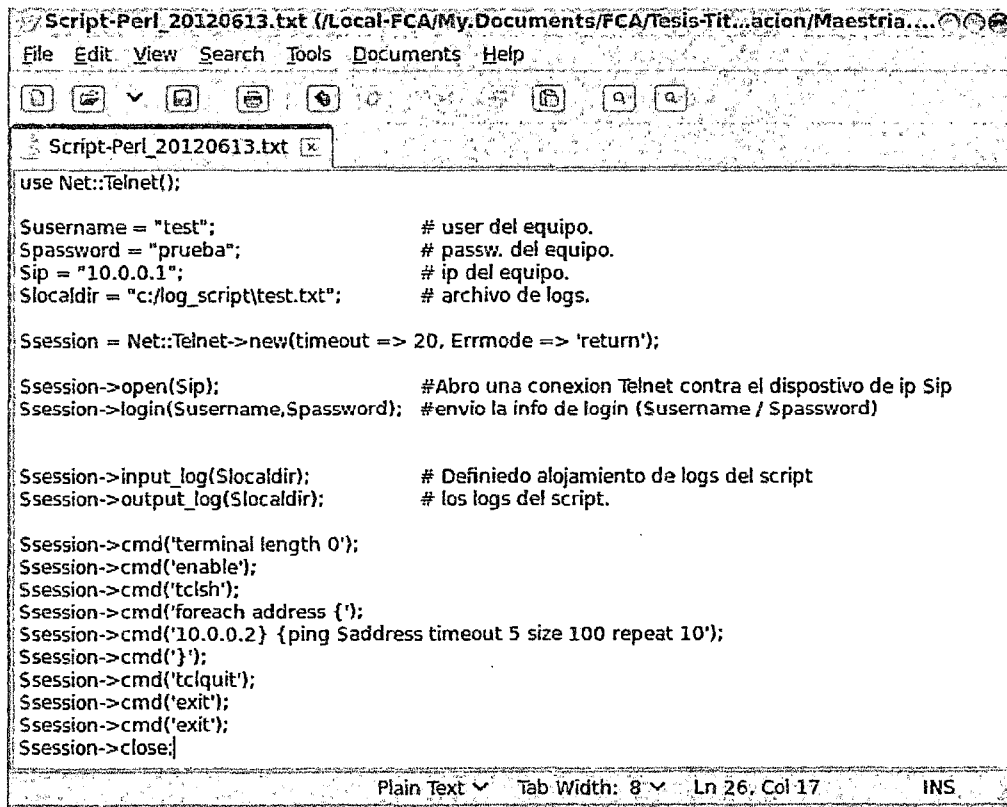


Fig. Nro. 59. Escenario de prueba para el prototipo

<sup>14</sup> Ping, es el nombre de una utilidad que usa el protocolo estándar ICMP (Internet Control Message Protocol) para enviar paquetes con solicitudes de mensajes de control, obteniendo valores que pueden ser usados por los administradores de red.

Como se muestra en la figura anterior la red de prueba cuenta con dos routers Cisco (R1 y R2) que simularán un tramo de medición de la red. Posteriormente seleccionamos una agente de pruebas (en nuestro ejemplo el agente observador) para que realice las tareas de medición y recolección de valores observables del QoS.

Desde el servidor el agente observador se conecta al equipo objetivo (router 1) vía la red IP usando el aplicativo Telnet. Para ello se basa en un script desarrollado en Perl. Con esto logra acceder remotamente al equipo y logearse (user y password) y busca cargar un pequeño programa en TCL para que se ejecute las tareas requeridas almacenando simultáneamente la salida generada en el archivo log definido en el script.



```
Script-Perl_20120613.txt (/Local-FCA/My Documents/FCA/Tesis-Tit...acion/Maestria...
File Edit View Search Tools Documents Help
Script-Perl_20120613.txt x
use Net::Telnet();

$username = "test";           # user del equipo.
$password = "prueba";        # passw. del equipo.
$ip = "10.0.0.1";           # ip del equipo.
$logdir = "c:/log_script/test.txt"; # archivo de logs.

$session = Net::Telnet->new(timeout => 20, Errmode => 'return');

$session->open($ip);          # Abro una conexion Telnet contra el dispositivo de ip $ip
$session->login($username,$password); # envio la info de login ($username / $password)

$session->input_log($logdir);  # Definido alojamiento de logs del script
$session->output_log($logdir); # los logs del script.

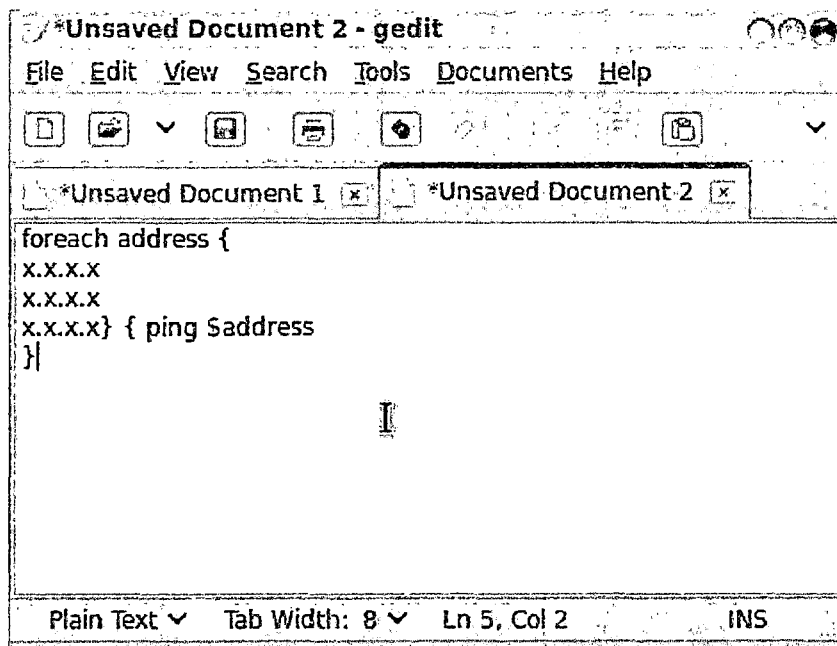
$session->cmd('terminal length 0');
$session->cmd('enable');
$session->cmd('tclsh');
$session->cmd('foreach address {');
$session->cmd('10.0.0.2' {ping $address timeout 5 size 100 repeat 10});
$session->cmd('}');
$session->cmd('tclquit');
$session->cmd('exit');
$session->cmd('exit');
$session->close;
```

Plain Text Tab Width: 8 Ln 26, Col 17 INS

Fig. Nro. 60. Ejemplo de script Perl ejecutado por el agente observador para conectarse a R1



TCL es un lenguaje de programación soportado por muchos fabricantes de equipos de comunicaciones, en nuestro caso Cisco, y nos brinda la facilidad de manejar diversos argumentos para hacer la programación y recolección de datos más flexible. A continuación mostramos un detalle sencillo de los comandos TCL a ser ejecutados en el router R1 (considerado el punto de origen del camino observado) desde donde se lanzará los comandos ICMP hacia el router R2. De ello se obtendrá y almacenará las respuestas para que luego sean procesadas obteniendo el estado de los valores QoS del tramo diagnosticado.



The image shows a screenshot of a gedit text editor window titled '\*Unsaved Document 2 - gedit'. The window has a menu bar with 'File', 'Edit', 'View', 'Search', 'Tools', 'Documents', and 'Help'. Below the menu bar is a toolbar with various icons. The main text area contains the following TCL code:

```
foreach address {  
x.x.x.x  
x.x.x.x  
x.x.x.x} { ping Saddress  
}
```

The cursor is positioned at the end of the code on the fifth line. At the bottom of the window, the status bar shows 'Plain Text', 'Tab Width: 8', 'Ln 5, Col 2', and 'INS'.

Fig. Nro. 61. Programa genérico en TCL para realizar las tareas de observación en R1

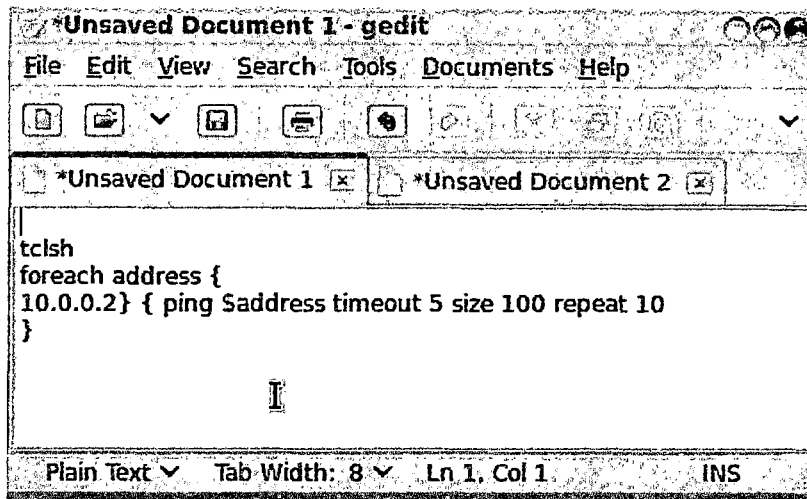


Fig. Nro. 62. Programa específico para ejecutar las tareas de observación en R1

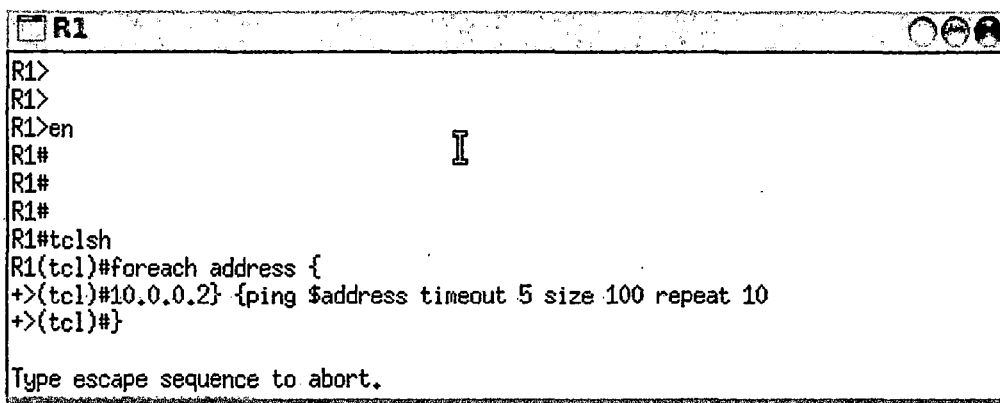


Fig. Nro. 63. Verificando carga de tareas en router R1

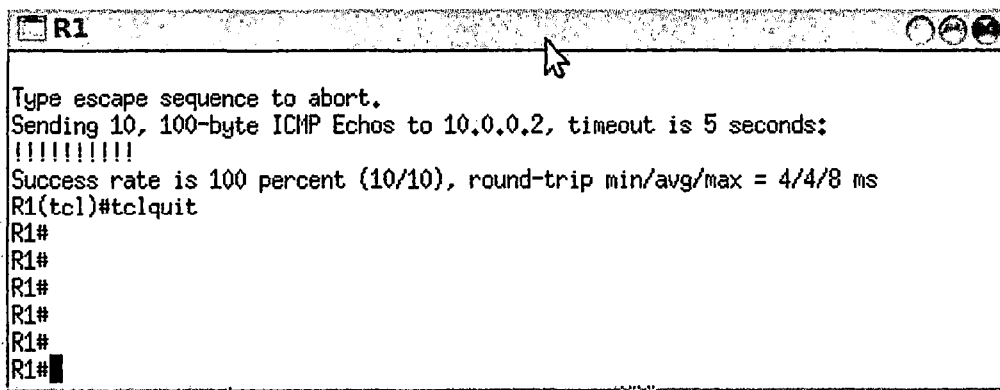


Fig. Nro. 64. Resultado de la tarea ejecutada por el agente observador

De los valores obtenidos por el agente observador obtenemos el siguiente cuadro de resultado para las métricas de QoS

ID	Tramo	Fecha	RTT Min	RTT Prom	RTT Max	Paquetes perdidos	RM1 (jitter)	RM2 (delay)	RM3 (packet lost)	Alarma de violación
VO-000001	T1A-R1-R2	20120613-0825	4	4	8	0	2,0	4,0	0,0	No
VO-000002	T1A-R1-R2	20120613-0830	5	5	8	0	1,5	4,0	0,0	No
VO-000003	T1A-R1-R2	20120613-0835	4	4	8	0	2,0	4,0	0,0	No
VO-000004	T1A-R1-R2	20120613-0840	4	4	8	0	2,0	4,0	0,0	No
VO-000005	T1A-R1-R2	20120613-0845	4	5	9	0	2,5	4,5	0,0	No
VO-000006	T1A-R1-R2	20120613-0850	4	4	9	0	2,5	4,5	0,0	No
VO-000007	T1A-R1-R2	20120613-0855	4	5	8	0	2,0	4,0	0,0	No
VO-000008	T1A-R1-R2	20120613-0900	4	4	8	0	2,0	4,0	0,0	No
VO-000009	T1A-R1-R2	20120613-0905	5	5	9	0	2,0	4,5	0,0	No
VO-000010	T1A-R1-R2	20120613-0910	4	4	8	0	2,0	4,0	0,0	No

Tabla Nro. 17. Métricas obtenidas para el tramo observado

## 5.2 VIABILIDAD DE IMPLEMENTACIÓN

Para poner en producción el diseño propuesto es necesario considerar los aspectos relacionados a la inversión (CAPEX<sup>15</sup>) y el gasto operativo anual (OPEX<sup>16</sup>) generado por el nuevo sistema en contraste con los gastos generados por el sistema tradicional. Tomar en cuenta que sólo se señalan los recursos diferenciales entre ambos modelos ya que existen elementos comunes para ambos que no se tomaron en cuenta (ejm. servidores, conexión de datos, consumo energético, etc.)

15 CAPEX es el acrónimo inglés de Capital Expenditure, el define el valor de las inversiones realizadas tanto en mantenimiento o mejora dentro de una compañía a fin de obtener futuros beneficios.

16 OPEX es el acrónimo inglés de Operational Expenditure, lo cual define el valor de los gastos incurridos en mantener la operación corriente de un negocio, ejm: mantenimiento de un sistema informático, gastos de energía, etc.

Para mayores detalles ver: [http://www.diffen.com/difference/Capex\\_vs\\_Opex](http://www.diffen.com/difference/Capex_vs_Opex)

En el caso del sistema tradicional básicamente se tiene los gastos incurridos por personal, viáticos por viajes y otros propios de la operación del servicio los cuales se muestran en la tabla inferior.

Item	Descripción	CAPEX (Inversión)	OPEX (gasto operativo anual)
1	Operadores de red (*)		
1.1	Operador Nivel 1 (S/.1500 mensual x1)	S/1.050,00	S/25.200,00
1.2	Operadores Nivel 2 (S/.2500 mensual x2)	S/3.500,00	S/84.000,00
2	Complementos para operadores		
2.1	Viáticos por viaje para operador Nivel 2 de provincia(1 cada tres meses)	S/0,00	S/6.000,00
2.2	Consumibles (fotocopias, etc.)	S/0,00	S/6.000,00
<b>TOTAL</b>		<b>S/4.550,00</b>	<b>S/121.200,00</b>

(\*) El CAPEX para los operadores esta definido como el tiempo necesario para que se adecuen a la operación del servicio el cual se valoriza dentro del primera quincena de operación.

*Tabla Nro. 18. Niveles referenciales de inversión y gasto para el sistema tradicional de administración de QoS*

Por otra parte en el caso del sistema multiagente propuesto anteriormente consideramos la inversión realizada tanto en personal y recursos para la construcción del modelo, así como los tiempos de investigación y aprendizaje de las nuevas herramientas. Estos se muestran en el cuadro siguiente:

Item	Descripción	CAPEX (Inversión)	OPEX (gasto operativo anual)
1	Desarrollo e implementación SMA (3 meses)		
1.1	Programador JADE y TCL (3 meses)	S/9.000,00	S/0,00
1.2	Programador en MySQL (2 meses)	S/6.000,00	S/0,00
1.3	Especialista en inteligencia artificial y agentes (3 meses)	S/15.000,00	S/0,00
1.4	Equipos de pruebas	S/2.500,00	S/0,00
1.5	Consumibles (fotocopias, etc.)	S/1.500,00	S/0,00
2	Soporte y Mantenimiento SMA (*)		
2.1	Soporte técnico Java, JADE y TCL	S/0,00	S/12.000,00
2.2	Optimización e innovación SMA	S/0,00	S/12.000,00
2.3	Consumibles (fotocopias, etc.)	S/0,00	S/8.000,00
<b>TOTAL</b>		<b>S/34.000,00</b>	<b>S/24.000,00</b>

(\*) Todo el soporte técnico y mantenimiento será asumido por personal interno de IT como una función más del área.

*Tabla Nro. 19. Niveles referenciales de inversión y gasto para el sistema multiagente de administración de QoS*

Comparando ambas tablas vemos que es totalmente viable la implementación del proyecto dentro de la MYPE-IS ya que permitiría un ahorro importante en los gastos operativos anuales.

### 5.3 CONTRASTE CON LA HIPÓTESIS

Teniendo en cuenta los recursos usados en el modelo tradicional descrito en 4.2.3 y los recursos del modelo usando agentes inteligentes descrito en 4.3.2, 4.3.3 y 4.3.4, se confirma a priori una disminución de recursos humanos para la administración de QoS de la red. Para ello consideramos dos modelos usando agentes inteligentes:

- Modelo óptimo: Reemplazar todos los operadores objetivo con agentes inteligentes.
- Modelo conservador: Reemplazar parte de los operadores objetivo con agentes inteligentes.

Para el caso de los recursos necesarios para el modelo tradicional considerados el siguiente cuadro explicado en 4.2.3.

Dominios de administración	Operadores de red			Recursos TI	
	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Hardware	Software
Centro de Operación de Red	-	1	1	1	1
Gestor SNMP GRH Central	1	1	-	1	1
Gestor SNMP GRH Sede 1	-	-	-	-	1
Gestor SNMP GRH Sede 2	-	-	-	-	1
Gestor SNMP GRH Sede 3	-	-	-	-	1
Gestor SNMP GRH Sede 4	-	-	-	-	1
Gestor SNMP GRH Sede 5	-	-	-	-	1
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>7</b>

Tabla Nro. 20. Recursos considerados para un modelo tradicional de administración de QoS

Ahora consideraremos el caso de los sistemas multiagentes propuestos bajo las dos submodelos indicados (óptimo y conservador).

Dominios de administración	Operadores de red			Recursos TI	
	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Hardware	Software
Centro de Operación de Red	-	-	1	1	1
Gestor SNMP GRH Central	-	-	-	1	1
Gestor SNMP GRH Sede 1	-	-	-	-	1
Gestor SNMP GRH Sede 2	-	-	-	-	1
Gestor SNMP GRH Sede 3	-	-	-	-	1
Gestor SNMP GRH Sede 4	-	-	-	-	1
Gestor SNMP GRH Sede 5	-	-	-	-	1
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>7</b>

Fig. Nro. 65. Recursos usados en el modelo óptimo de administración de QoS con agentes inteligentes

En el modelo óptimo usando agentes inteligentes, se reemplaza todos los operadores de nivel 1 y 2 por agentes virtuales, los cuales hacen uso del mismo recurso informático desplegado para la red SNMP. Esta optimización es mayor si consideramos que los agentes virtuales operan los 365 días del año en todo momento, permitiéndonos tener toda una gran cantidad de información sobre el comportamiento de la red de ToIP, lo cual apoya de forma complementaria a la planificación y prevención pro-activa de fallas.

Dominios de administración	Operadores de red			Recursos TI	
	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Hardware	Software
Centro de Operación de Red	-	1	1	1	1
Gestor SNMP GRH Central	-	-	-	1	1
Gestor SNMP GRH Sede 1	-	-	-	-	1
Gestor SNMP GRH Sede 2	-	-	-	-	1
Gestor SNMP GRH Sede 3	-	-	-	-	1
Gestor SNMP GRH Sede 4	-	-	-	-	1
Gestor SNMP GRH Sede 5	-	-	-	-	1
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>7</b>

*Fig. Nro. 66. Recursos usados en el modelo conservador de administración de QoS con agentes inteligentes*

En el modelo conservador consideramos usar al menos un recurso humano de nivel 2 en el centro de operación de red, con el objetivo de servir como apoyo intermediario inicial al agente inteligente virtual de nivel 2 ubicado en la sede central de GRH. Este modelo es importante en cuanto a su aplicación ya que consideramos que en los primeros meses de uso del nuevo sistema multi-agente será necesario hacer ajustes finos al modelo para que opere con normalidad dentro de las expectativas de GRH. Por tanto puede ser considerando como un modelo de nivel intermedio antes de llegar al modelo óptimo.

Finalmente de los cuadros anteriores podemos llegar rápidamente a una estadística comparativa de los recursos usados por los diferentes



modelos demostrándonos la optimización de los sistemas considerando agentes inteligentes.

Modelo	Operadores (recursos humanos)		
	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
Modelo tradicional	1	2	1
Modelo conservador usando agentes inteligentes	0	1	1
Modelo óptimo usando agentes inteligentes	0	0	1

Tabla Nro. 21. Cuadro resumen con los operadores de red considerados para los diversos modelos

### Administración QoS en redes

Número de operadores de red por nivel y modelo

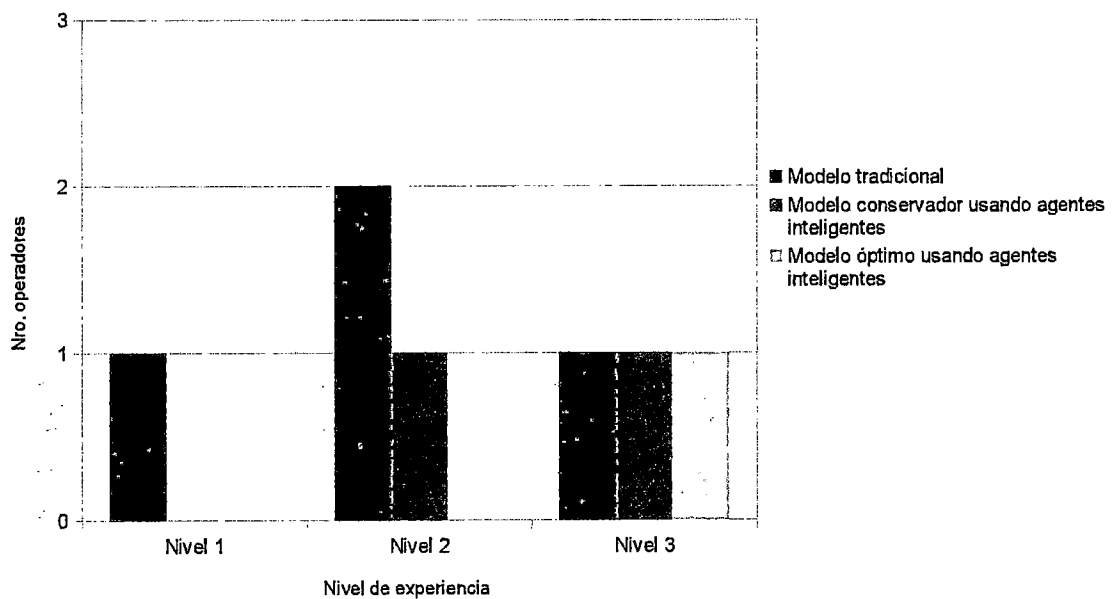


Tabla Nro. 22. Estadística comparativa de los modelos tradicional y basado en agentes inteligentes.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **CONCLUSIONES**

1. De lo detallado en el apartado 5.3 se concluye que el uso de agente inteligentes permite a las organizaciones optimizar inversión y gastos operativos anuales a fin de incrementar su productividad
2. De lo anterior se deduce que el uso de agentes inteligentes permiten liberar al recurso humano de la realización de tareas operativas y rutinarias. Esto permite que pueda ser reasignado a labores más complejas y productivas donde su nivel de conocimiento, capacidad de aprendizaje y experiencia sea un factor clave de competitividad.
3. Al considerar un sistema multi-agente se tomó en cuenta la forma como los agentes se comunicarán entre sí. Al respecto existen diversos enfoques, sin embargo se prefirió usarlo basado en estándares reconocidos, tal como el FIPA, ya que permite a futuro interoperar con nuevos agentes de plataformas diversas.

4. De lo desarrollado en el apartado 4.3 tenemos que la forma más óptima de enfocar el diseño de un sistema multi-agente partió de describir textualmente y de manera general la serie de roles, responsabilidades y tareas que deseen reemplazarse. Posteriormente basado en este enfoque se reasignó de acuerdo a los tipos de agentes a usarse y que mejor calcen con las necesidades del problema.
  
5. De lo desarrollado en el capítulo 3, se concluye que la calidad de servicio (QoS) es un concepto abstracto que necesitó ser traducido a las expectativas y requerimientos del usuario. Dentro de esta perspectiva las recomendaciones de la ITU-T nos proveyó de un marco de trabajo que puede ser usado en diversos campos, manteniendo un enfoque hacia las necesidades del cliente.

## **RECOMENDACIONES**

1. Para la implementación de un SMA se recomienda considerar el grado de familiaridad con las plataformas existentes ó de lo contrario crear todo un nuevo marco de trabajo. En este aspecto el conocimiento de Java y los marcos relacionados (JADE, JINI, etc.) son una gran ventaja para el desarrollo.
  
2. Se sugiere que para futuros trabajos, se amplié el nivel de inteligencia de los agentes móviles para que ellos tomen sus propias decisiones y

alcancen sus objetivos. De esta forma se descargará la cantidad de tareas asignadas al único agente basado en objetivos (agente analizador)

3. Se recomienda incorporar al agente analizador de técnicas complementarias de inteligencia artificial para que tenga la capacidad de aprender nuevas soluciones de forma directa desde su supervisor.
4. Se sugiere proponer un modelo de SMA más global a fin de que se integre en una única base de datos empresarial, todos los resultados del monitoreo, gestión de fallas y configuraciones, con la intención de dotar a los agentes con mayores responsabilidades y autonomía.

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

Término	Definición
IA	Inteligencia artificial
QoS	Acrónimo de "Quality of Service". Es un término de origen anglosajón para referirse a la Calidad de Servicio en la literatura técnica.
Base de datos	Una base de datos o banco de datos (en ocasiones abreviada B.D.) es un conjunto de datos pertenecientes a un mismo contexto y almacenados sistemáticamente para su posterior uso.
Sistema	También suele definirse como un conjunto de elementos dinámicamente relacionados formando una actividad para alcanzar un objetivo operando sobre datos, energía y/o materia para proveer información.
Sistema de información	Un sistema de información (SI) es un conjunto de elementos orientados al tratamiento y administración de datos e información, organizados y listos para su posterior uso, generados para cubrir una necesidad (objetivo). Dichos elementos formarán parte de alguna de estas categorías: personas, datos, actividades o técnicas de trabajo, recursos o materiales en general. Normalmente el término es usado de manera errónea como sinónimo de sistema de información informático, en parte porque en la mayoría de los casos los recursos materiales de un sistema de información están constituidos casi en su totalidad por sistemas informáticos, pero siendo estrictos, un sistema de información no tiene por qué disponer de dichos recursos (aunque en la práctica esto no suele ocurrir).
Aplicaciones distribuidas	Una aplicación con distintos componentes que se ejecutan en entornos separados, normalmente en diferentes plataformas conectadas a través de una red. Las típicas aplicaciones distribuidas son de dos niveles (cliente-servidor).

Término	Definición
VLAN	Acrónimo de "Virtual Local Area Network". Es un término de origen anglosajón para definir la facilidad de un(os) equipo(s) para crear redes lógicamente independientes dentro de una misma red física. Varias VLANs pueden coexistir en un único conmutador físico (switch) o en una única red física. Son útiles para reducir el tamaño del dominio de difusión y ayudan en la administración de la red, separando segmentos lógicos de una red de área local (como departamentos de una empresa).
ToIP	Acrónimo de "Telephony over IP". Es un término utilizado para referirse a las tecnologías que permiten usar el servicio de telefonía tradicional y sus funcionalidades sobre redes de datos IP.
Agente inteligente	Es una entidad capaz de percibir su entorno, procesar tales percepciones y responder o actuar con el mismo de manera racional, es decir, de manera correcta y tendiendo a maximizar un resultado esperado si fuera el caso.
Sistema Multiagente	Un Sistema MultiAgente (SMA), es un sistema compuesto por múltiples agentes inteligentes que interactúan entre ellos. Los sistemas multiagente pueden ser utilizados para resolver problemas que son difíciles o imposibles de resolver para un agente individual o un sistema monolítico.
SNMP	Acrónimo inglés de Simple Network Management Protocol, el cual es un protocolo de la capa de aplicación IP que facilita el intercambio de información de administración entre dispositivos de red. Permite a los administradores supervisar el funcionamiento de la red, buscar y resolver sus problemas, y planear su crecimiento.
JADE	Java Agent DEvelopment Framework, o JADE, es una plataforma software para el desarrollo de agentes, implementada en Java, que ha estado en desarrollo al menos desde 2001.1 La plataforma JADE soporta la coordinación de múltiples agentes FIPA y proporciona una implementación estándar del lenguaje de comunicación FIPA-ACL. JADE fue desarrollado originalmente por Telecom Italia y se distribuye como software libre.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] A. Bieszczad, P. Biswas, W. Buga, M. Malek, H. Tan .  
MANAGEMENT OF HETEROGENEOUS NETWORKS WITH  
INTELLIGENT AGENTS . Bell Labs Technical Journal, October-  
November, Lucent Technologies Inc., USA. 1999.
- [2] A. Clemm. NETWORK MANAGEMENT FUNDAMENTALS .  
Indianapolis , USA. Cisco Press. 2007.
- [3] A. Oodan, K. Ward, C. Savolaine, M. Daneshmand, P. Hoath.  
TELECOMMUNICATIONS QUALITY OF SERVICE MANAGEMENT:  
From Legacy to emerging services. 1<sup>th</sup> Edition, London, UK.  
Telecommuncations Series N°48. The Institution of Engineering and  
Technology (IET). 2009
- [4] A. Un Jan. SISTEMAS DE INFORMACIÓN. Lima, Perú. 2000.
- [5] B. Faltings. INTELLIGENT AGENTS: SOFTWARE TECHNOLOGY  
FOR THE NEW MILLENIUM. Informatik / Informatique Magazine.  
Lausanne, Canada. Number 1. 2000.
- [6] C. Hood, C. Ji. INTELLIGENT AGENTS FOR PROACTIVE FAULT  
DETECTION. Internet Computing Magazine. Piscataway, NJ – USA.  
IEEE Computer Society Press. April - Mach 1998.

- [7] D. McDysan. QoS & TRAFFIC MANAGEMENT IN IP & ATM NETWORKS. San Francisco, USA. Mc Graw Hill. 2000.
- [8] D. Mladenic. TEXT-LEARNING AND RELATED INTELLIGENT AGENTS: A Survey. Intelligent Systems Magazine. Piscataway, NJ – USA. IEEE Computer Society Press. July 1999.
- [9] E. Cox. BUILDING KNOWLEDGE-BASED MODEL DESIGN. PCAI Magazine. Knowledge Technology Press. Phoenix, AZ-USA. Volume 15, Number 5. Sep/Oct 2001.
- [10] E. Ibarrola, F. Liberal, A. Ferro, J. Xiao. QUALITY OF SERVICE MANAGEMENT FOR ISPs: A model implementation. IEEE Communications Magazine. IEEE Press, February 2010.
- [11] Edmund H. Durfee. SCALING UP AGENT COORDINATION STRATEGIES. Computer Magazine. Piscataway, NJ – USA. IEEE Computer Society Press. Volume 34, Number 7. July 2001.
- [12] F. Campos. TRABAJO N° 1: INFORME DE APLICACIÓN. Curso de Sistemas de Información. Lima, Perú. UNI – FIIS, Maestría en Ing. de sistemas. Oct 2001.
- [13] J. Ding . ADVANCES IN NETWORK MANAGEMENT . Boca Raton, FL – USA. CRC Press. 2010
- [14] J. Hendler. AGENTS AND THE SEMANTIC WEB. Intelligent Systems Magazine. Piscataway, NJ – USA. IEEE Computer Society Press. Sept. 2001.



- [15] J. Yu, I. Al-Ajarmeh. CALL ADMISSION CONTROL AND TRAFFIC ENGINEERING OF VOIP. 2<sup>nd</sup> International Conference on Digital Telecommunications (ICDT'07). IEEE Computer Society, 2007.
- [16] M. Cheikhrouhou , P. Conti, J. Labetoulle. INTELLIGENT AGENTS IN NETWORK MANAGEMENT, A State of the Art. Corporate Communications Dep., EureCom Institute. Sophia, Francia. 2007.
- [17] Nicholas R. Jennings. ON AGENT-BASED SOFTWARE ENGINEERING. Dept. of Electronics and Computer Science, University of Southampton. Southampton, England. Sep. 1999.
- [18] P. Bhattarakosol. INTELLIGENT QUALITY OF SERVICE TECHNOLOGIES AND NETWORK MANAGEMENT: Models for Enhancing Communication . New York, USA . IGI Global. 2010.
- [19] R. Anane. AUTONOMIC BEHAVIOUR IN QoS MANAGEMENT. Coventry University, UK. Third International Conferencia on Autonomic and Autonomous Systems (ICAS'07), IEEE Computer Society, 2007.
- [20] S. Abeck at all. NETWORK MANAGEMENT . Massachusetts, USA. Morgan Kaufmann Publishers . 2009.
- [21] S. Russell y P. Norving. ARTIFICIAL INTELLIGENCE: A modern approach . 3<sup>th</sup> Edition, New Jersey, USA. Prentice Hall. 2010.
- [22] S.Haykin. NEURAL NETWORKS: A COMPREHENSIVE FOUNDATION. 2<sup>nd</sup> Edition, New Jersey, USA. Prentice Hall.1999.
- [23] S. Reese Hedberg. INTELLIGENTS AGENTS. Intelligent Systems Magazine. Piscataway, NJ – USA. IEEE Computer Society Press. Volume 10, Number 4. Aug. 1995.

- [24] V. Botti , V. Julián. AGENTES INTELIGENTES: El siguiente paso en la Inteligencia Artificial. Revista digital Novática, Barcelona – España. Asociación de Técnicos de Informática(ATI). Mayo – Junio 2000.
- [25] X. Chen, C. Wang, D.Wang, Z. Li, Y. Min, W. Zao. SURVEY ON QOS MANAGEMENT OF VOIP. Proceeding of 2003 International Conference on Computer Networks and Mobile Computing (ICCNMC'03). IEEE Computer Society, 2003.

## **ANEXOS**

En esta sección se encuentran anexos que sirven de información complementaria para los diversos temas tocados en los capítulos anteriores

## ANEXO 1:

### Indicadores y métricas para administración de red

Indicador	Métricas asociadas	Parámetro a medir	Descripción	Mecanismo de medición
QoS de la red de ToIP	QoS de la calidad de voz en la red	Delay	Retardo de paquetes (ms)	Manual por camino
		Packet Lost	% Paquetes perdidos	Manual por camino
		Jitter	Variación del retardo (ms)	Manual por camino
	QoS de la red LAN usado por ToIP	Quiescent	Frecuencia de inactividad de la red	Manual y Gestor / Agente SNMP
		Availability	% Tiempo de funcionamiento de los equipos	Gestor/Agente SNMP
		Errores Tx, Rx por cada tramo de ToIP	% Errores	Gestor/Agente SNMP
			% Descartes	Gestor/Agente SNMP
			% Queuedrops	Gestor/Agente SNMP
			% CRC	Gestor/Agente SNMP
			% Frames	Gestor/Agente SNMP
% Overrun	Gestor/Agente SNMP			
% Ignorados	Gestor/Agente SNMP			
% Colisiones	Gestor/Agente SNMP			
Rendimiento de cada equipo de la red ToIP	Rendimiento de equipo LAN ToIP	Traffic Utilization	% Utilización de las troncales LAN	Gestor/Agente SNMP
		Equipment Utilization	% Utilización de CPU y Memoria	Gestor/Agente SNMP
		Temperature	% Variación de temperatura con respecto a la nominal	Gestor/Agente SNMP
Efectividad manejo de fallas	Cantidad de fallas	Fault distribution	% Fallas Hardware % Fallas Software	Manual y Gestor / Agente SNMP
	Recursos de Red	Grow Capacity	% Capacidad instalada en los equipos	Manual por equipo
		Link Utilization	% Utilización de los enlaces LAN configurados en los equipos	Manual y Gestor / Agente SNMP
		Spare	% de equipos y tarjetas de repuestos	Manual

Tabla Nro. 23. Principales indicadores y métricas de QoS para la administración de una red ToIP

## ANEXO 2:

### Consideraciones de tráfico para VoIP

Layer-2 header	IP header 20 bytes	UDP header 8 bytes	RTP header 12 bytes	Payload 160 bytes
----------------	-----------------------	-----------------------	---------------------	----------------------

*Fig. Nro. 67. Trama clásica de un paquete de voz sobre IP*

	<b>G.711</b>	<b>G.729A</b>	<b>G.723.1</b>
Raw BW in bps	64,000	8,000	6,300
VoIP Payload (bytes)	160	20	16
VoIP overhead (802.3)	78	78	78
VoIP overhead (PPP)	47	47	47
BW in bps (802.3)	95,200	39,200	37,600
BW in bps (PPP)	82,800	26,800	25,200

\* The bandwidth (BW) is for one voice channel.

*Fig. Nro. 68. Tabla mostrando el tamaño de paquete de VoIP para un muestro de 20ms*

## ANEXO 3:

### Diccionario de datos general para la base de datos

Tabla	Proveedor
Atributo	Descripción
ID_Prov	Identificador único para el proveedor de equipos de red
Nombre	Nombre y/o razón del proveedor de equipos de red
Dirección	Dirección fiscal del proveedor de equipos de red
Teléfono	Teléfono del proveedor de equipos de red

Tabla	Diag_Tramo
Atributo	Descripción
ID_Tramo	Identificador único el camino (ruta) compuesto por dos equipos de red para análisis de QoS
Equipo-Origen	ID del equipo origen del camino a ser supervisado
Equipo-Fin	ID del equipo fin del camino a ser supervisado
Sucursal-Origen	ID de la sucursal origen del camino supervisado
Sucursal-Fin	ID de la sucursal fin del camino supervisado

Tabla	Equipo
Atributo	Descripción
ID_Equipo	Identificador único para el equipo de red
Nombre_Equipo	Nombre del equipo de red
Fecha_compra	Fecha de compra del equipo de red
ID_Tipo_Equipo	Identificador único para el tipo de equipo
Garantía	Indica si el equipo se encuentra dentro de un contrato de garantía vigente
Dirección_red	Dirección IP única del equipo dentro de la red de datos
Máscara_red	Máscara IP de la red de datos asociado al equipo
Default_gateway	Puerta de enrutamiento predeterminada del equipo dentro de la red.
ID_Sucursal	Identificador de la sucursal donde el equipo se encuentra ubicado

Tabla	Valor Observado
Atributo	Descripción
ID_Val_Obs	Identificador único para la observación realizada por el agente
ID_Tramo	ID del tramo observado
Fecha_hora	Fecha y hora de observación
RTT_Min	Rount Trip Delay mínimo obtenido de los comandos ejecutados en el equipo observado
RTT_Prom	Rount Trip Delay promedio obtenido de los comandos ejecutados en el equipo observado
RTT_Max	Rount Trip Delay máximo obtenido de los comandos ejecutados en el equipo observado
Paquetes_perdidos	Cantidad de paquetes perdidos obtenido de los comandos ejecutados en el equipo observado
Grado_cumplimiento	Indicador del cumplimiento (éxito ó fracaso) de la obtención de los valores de observación.

Tabla	Monitoreo
Atributo	Descripción
ID_Resul_Monitor	Identificador único para el conjunto de métricas obtenidas de una observación.
ID_Val_Obs	Identificador de los valores observados correspondientes a los resultados
Resul_Metrica1	Valor de la métrica 1 (delay) obtenida después de analizar valores observados
Resul_Metrica2	Valor de la métrica 2 (packet lost) obtenida después de analizar valores observados
Resul_Metrica3	Valor de la métrica 3 (jitter) obtenida después de analizar valores observados
Alarma	Indicador de alarma si alguna de las métricas sobrepasa el valor umbral

Tabla	Plantilla
Atributo	Descripción
ID_Plantilla	Identificador único para la plantilla de configuración almacenada
ID_Metrica	ID de la métrica asociada a la plantilla
Valor_Desvio	Valor de la desviación para la cual la plantilla puede ser aplicada.
Plantilla	Lineas de comando a ser ejecutadas en el equipo de red para intentar corregir la desviación
Tipo	Define el tipo de plantilla almacenada (normal ó emergencia) para la métrica asociada.

Tabla	Desviación_QoS
Atributo	Descripción
ID_Desviación	Identificador único para la desviación obtenida
ID_Metrica	ID de la métrica asociada a la desviación
ID_Resul_Monitor	ID del resultado del monitoreo con desviaciones del QoS objetivo
Fecha_hora	Fecha y hora de la desviación encontrada
Valor_Desviación	Valor de la desviación respecto a los umbrales definidos por las métricas de QoS

Tabla	Acción_Ejecutar
Atributo	Descripción
ID_Acción	Identificador único para la acción a ser ejecutada por el agente en el equipo origen del tramo observado.
ID_Desviación	Identificador único de la desviación a ser corregida
ID_Plantilla	Identificador único para la plantilla de configuración a ser aplicada en el tramo especificado.
ID_Tramo	ID del tramo donde se encontró la desviación y se aplicará la configuración correctiva
Fecha_hora	Fecha y hora de la ejecución de la acción correctiva.
Corrección	Indicador del cumplimiento (éxito ó fracaso) de la corrección aplicada para la desviación encontrada.

Tabla	Métricas_QoS
Atributo	Descripción
ID_Metrica	Identificador único para la métrica asociada
Nombre	Nombre técnico de la métrica a ser medida
Descripción	Breve descripción técnica referencial de la métrica
Valor_Metrica	Valor umbral asociado a la métrica QoS

Tabla	Tipo_Equipo
Atributo	Descripción
ID_Tipo_Equipo	Identificador único para el tipo de equipo disponible en la red.
Descripción	Breve descripción técnica referencial sobre el tipo de equipo relacionado.