

Universidad de Buenos Aires  
Facultad de Ciencias Económicas  
Escuela de Estudios de Posgrado

---

**CARRERA DE ESPECIALIZACIÓN EN**

**GESTIÓN ESTRATÉGICA DE SISTEMAS Y  
TECNOLOGÍA DE INFORMACIÓN**

---

**TRABAJO FINAL DE ESPECIALIZACIÓN**

---

**GESTIÓN DE LA CALIDAD DE SERVICIO EN LOS  
CONTRATOS DE REDES DE DATOS CORPORATIVAS Y SU  
INCIDENCIA EN LOS COSTOS.**

---

**AUTOR: MAXIMILIANO CESAR AUGUSTO FUSARIO**

**MARZO 2016**

---

## **Contenido**

<b>Resumen</b> .....	3
<b>Introducción</b> .....	4
<b>Fundamentación del tema elegido</b> .....	4
<b>Planteamiento del problema</b> .....	5
<b>Objetivos</b> .....	6
<b>Aspectos Metodológicos</b> .....	7
<b>Marco Teórico</b> .....	9
<b>Diagnóstico</b> .....	10
<b>Propuesta de Intervención</b> .....	20
<b>Conclusiones</b> .....	31
<b>Referencias Bibliográficas</b> .....	37

## Resumen

En la actualidad para el desarrollo de las actividades, en las empresas y organismos públicos o privados, es imprescindible contar con redes corporativas, para la transmisión de datos que vinculen eficiente y eficazmente las dependencias y/o sucursales entre sí y también con la Red Internet. Estas redes corporativas se constituyen en base a las redes de transporte de datos de las compañías de telecomunicaciones las cuales a su vez operan con distintas tecnologías que posibilitan asignar diferente calidad de servicio a cada tipo de tráfico que el usuario requiere emplear.

Asociado con la conectividad, de por si imprescindible, estas redes tienen la necesidad de contar con parámetros mínimos de calidad de servicio, diferentes para cada enlace y servicio, que aseguren su eficiencia. Estos parámetros permiten el correcto funcionamiento de los sistemas informáticos y de los demás servicios que se brindan a través de la red, como por ejemplo videoconferencias, programas de radio, televisión en línea, aplicaciones institucionales, VOIP<sup>1</sup>, aplicaciones multimediales, etc.

En este trabajo se detallarán las principales características y el alcance de los parámetros de la calidad de servicio que se deben incluir en los contratos a celebrar con las empresas de telecomunicaciones. Para obtener el máximo beneficio de una contratación de redes de datos, es necesario detallar los servicios y aplicaciones que harán uso en los enlaces previo a su contratación y optimizando los costos de las comunicaciones.

Es por ello que el objetivo principal del presente trabajo es determinar de qué forma se deben analizar y especificar las necesidades de las organizaciones, según los servicios que se van a utilizar, para la implementación de una red corporativa y como se compatibilizan dichos requerimientos con las facilidades que ofrecen las empresas de telecomunicaciones.

**Palabras Claves:** Calidad de servicio; Redes de datos corporativas; Costos de comunicaciones; Gestión de enlaces.

---

<sup>1</sup> VOIP: *Voice Over IP*, Voz sobre IP

## **Introducción**

En todas las organizaciones, ya sean del ámbito público como del privado, resulta necesario contratar servicios de comunicaciones para implementar la red corporativa empresarial a efectos de conectar los puestos de trabajo, con los servidores de aplicaciones institucionales, como así también, con la red Internet. El autor del presente trabajo ha transitado por varias organizaciones y ha detectado inconvenientes en cada una de ellas, fundamentalmente en lo que respecta a la calidad de servicio requerida, su control y la administración del contrato.

Un aspecto recurrente en las redes corporativas se manifiesta en la sobre o subestimación del ancho de banda de los enlaces de la red, especialmente durante el proceso de contratación de la misma.

Por otro lado, también resulta necesaria la verificación permanente de la calidad de servicio contratada a efecto de hacer cumplir las mismas durante todo el periodo de vigencia del contrato. En el presente trabajo se analizan en detalles los parámetros correspondientes a la calidad de servicio como así también las penalidades económicas que podrían aplicarse por incumplimiento de las mismas.

Con la finalidad de circunscribir el estudio de la calidad de servicio, el trabajo contempla el análisis y las etapas de diseño de una red corporativa basada en la arquitectura IP/MPLS<sup>2</sup> que constituye la tecnología que se emplea en la mayoría de las redes corporativas actuales.

## **Fundamentación del tema elegido**

Relevada las especificaciones de la contratación de los servicios en “muchos casos inexistentes” no resultaron coincidentes con los servicios efectivamente contratados. Dándose el caso de las contrataciones de servicios especificados en forma insuficiente, o peor aún, servicios contratados que son completamente desaprovechados. No alcanza con definir solamente la velocidad máxima de transmisión. Por lo que se plantean las siguientes preguntas: ¿Qué pasa si se corta el servicio? ¿En cuánto tiempo debe darnos una respuesta el proveedor? ¿Y si el proveedor no cumple con el acuerdo de servicio contratado, qué protección tiene el usuario? ¿Se le puede aplicar multas al proveedor? Todas estas preguntas y muchas otras son las que el autor intentará responder en el desarrollo del trabajo.

---

<sup>2</sup> IP/MPLS: Internet Protocol/*Multiprotocol Label Switching*. Redes con protocolo ruteable IP que utiliza el MPLS para obtener calidad de servicio

Por otra parte, una vez contratado los enlaces corporativos a una compañía de telecomunicaciones que permite interconectar las diferentes dependencias de una empresa u organismo, existen diversos parámetros de la Calidad de Servicio, que suelen no tenerse en cuenta. Por ejemplo, la tasa de error de transmisión y la pérdida de paquetes de datos lo que puede generar una baja performance del servicio. La gestión de estos parámetros tiene directa incidencia sobre los costos. En este trabajo se desarrollan las pautas para la correcta administración de las variables que tendrán incidencia tanto en la calidad del servicio como en los costos.

La calidad de servicios se denomina SLA<sup>3</sup> en los contratos celebrados entre las empresas de telecomunicaciones y los usuarios, y define el “nivel de servicios” requeridos por los usuarios y acordado por la empresa para cada enlace contratado.

## **Planteamiento del problema**

En distintas empresas y organizaciones al expandirse geográficamente se ha detectado que surge la necesidad de conectar diferentes dependencias de la misma en forma eficiente, preservando aquellos servicios informáticos y de comunicaciones imprescindibles para el funcionamiento empresarial.

Al plantearse la necesidad de implementar una red empresarial surgen algunas de las siguientes preguntas:

- ¿Qué tipo de tecnología se debería seleccionar para tener la mejor relación costo-beneficio?
- ¿Qué parámetros debemos tener en cuenta a la hora de realizar contratos con las empresas de telecomunicaciones?
- ¿Qué beneficios genera aplicar calidad de servicio a las comunicaciones?
- ¿Cómo penalizar el incumplimiento de la calidad de servicios por parte de la empresa de telecomunicaciones?

---

<sup>3</sup> SLA: *Service Level Agreement*, convenio sobre la calidad de servicio acordada.

## Objetivos

### Objetivo principal.

El objetivo principal del presente trabajo es determinar de qué forma se debe analizar y especificar las necesidades de las organizaciones en lo concerniente a la calidad de servicios, para la implementación de una red corporativa y como se compatibilizan dichos requerimientos con las facilidades que ofrecen las empresas de telecomunicaciones.

### Objetivos específicos.

- Especificar las características principales de las tecnologías involucrada en la conformación de las redes empresariales.
- Evaluar la capacidad y beneficios de los enlaces de acceso a la red de la empresa de telecomunicaciones. Actualmente estos enlaces son tipo MPLS<sup>4</sup>.
- Detallar la calidad de servicios brindadas por las empresas de telecomunicaciones y su relación con las necesidades de los clientes.
- Definir el modo de acción para garantizar la calidad de servicio en los contratos de comunicaciones. Analizando las necesidades específicas de las organizaciones y los tipos de servicio que van a ser utilizados.
- Definir los puntos de control más relevantes que deben tenerse en cuenta para evaluar el servicio brindado por las empresas de telecomunicaciones y las penalidades que se deberían aplicar ante el incumplimiento del SLA acordado.

---

<sup>4</sup> MPLS: *Multiprotocol Label Switching*. Protocolo que opera mediante la conmutación de etiquetas.

## Aspectos Metodológicos

Para el Trabajo Final de la Especialización se realizó una investigación exploratoria, permitiendo aumentar el grado de familiaridad del fenómeno de la Calidad de servicio, la modalidad de contratación y los parámetros incluidos en el SLA celebrado entre los clientes y las empresas proveedoras del servicio de comunicaciones.

Se analizaron los aspectos económicos que ofrecen las empresas de telecomunicaciones como así también, los distintos tipos de enlaces, la tecnología empleada y los alcances y límites de las contrataciones incluidas las penalidades.

Complementado este trabajo, y en el marco de la Especialización, se analizaron los distintos tipos de calidad de servicio ofrecidos por las empresas de telecomunicaciones, identificando el más adecuado de aplicar dependiendo de las aplicaciones y del enlace contratado. Así también, se analizó el software y hardware para llevarlo a cabo teniendo en cuenta la seguridad de la información institucional.

### **Actividades realizadas para el trabajo de investigación.**

La temática del presente trabajo correspondiente a la Especialización en Gestión Estratégica de Sistemas y Tecnología de Información, no presentará los aspectos ligados a los costos, ya que excede el alcance definido del mismo. A continuación se detallan las actividades llevadas a cabo para la confección del presente trabajo.

**Analizar Productos de los proveedores, estudiar contratos, costos, penalidades:** Esta actividad consistió en el análisis de los distintos productos que tienen los proveedores de telecomunicaciones, el análisis de las tecnologías empleadas actualmente para implementar las redes de datos brindando calidad de servicio. **Objetivo:** Conocer la oferta existente, y sus características

**Determinar qué calidad de servicio aplica de mejor manera a la necesidad de la empresa**

**u organización:** Esta actividad consistió en estudiar los diversos tipos de contratos, analizándose los parámetros que definen la calidad de servicio y el alcance de cada uno de ellos. Las penalidades por falta total y/o parcial del servicio. Esta etapa insumió tres meses.

**Objetivo:** Priorizar los enlaces de acuerdo a la calidad de servicio pretendida, precios y costos

**Estudiar la red corporativa y verificar el funcionamiento de la calidad de servicio:** En

esta última actividad se compaginó el trabajo, las conclusiones y se confeccionó el informe

final. **Objetivo:** Demostrar la mejora en las redes habiendo aplicado la calidad de servicio



## Marco Teórico

### Conceptos Teóricos básicos.

Para realizar el trabajo fue importante el aporte que se obtuvo de las siguientes materias cursadas dentro de la especialización.

**Gestión de Proyectos:** Aquí la temática de Estudio de factibilidad, conceptos del Project Management<sup>5</sup>, Gestión financiera, costos, inversiones y gastos. Las distintas herramientas para aplicar a la gestión de proyectos, el rol y habilidades del Líder de Proyectos. Permitiendo conocer que herramientas y como gestionar los proyectos, para tenerlos controlados e ir cumpliendo con las metas establecidas.

**Infraestructura y Arquitectura Tecnológica:** Los temas más importantes tratados en la materia que han sido utilizados en este trabajo fueron; Las distintas infraestructuras y arquitecturas empresariales, que son necesarias para llevar a cabo la estrategia del negocio con apoyo en la arquitectura tecnológica. Y como estos marcos de trabajos permiten concretar el plan de negocio y de qué manera la tecnología acompaña por este camino para facilitar la tarea.

**Contabilidad de gestión:** De esta asignatura se pudo extraer de como analizar y proyectar la información vinculada con el nivel interno de la empresa con vistas a planificar, controlar y tomar decisiones de manera que sirva de guía para propiciar políticas de dirección, y construcción de proyecciones de las actividades futuras, para escoger entre cursos de acción planificados y alternativos.

**Análisis, evaluación, selección e integración de Software de Aplicación:** En esta materia se pudo observar a través de los distintos ejercicios prácticos de como las distintas empresas abordan metodologías para la identificación y selección de proyectos, como es el análisis económico-estratégico de los mismos, la elaboración de pedidos de precio / cotización (RFI/RFP).

**Seminario de Integración:** La temática de la materia permite ir elaborando desde la ética profesional y las buenas prácticas para realizar el presente trabajo, teniendo en cuenta aspectos de la redacción, reglamento y el formato que se debe seguir.

---

<sup>5</sup> Project Management: Administración de Proyectos.

## **Diagnóstico**

### **Fuentes de información**

La fundamentación del trabajo se basa en el análisis de diferente bibliografía como así también en información técnico – comercial provista por las empresas de telecomunicaciones. Para hacer el estudio en relación a las distintas redes de datos, formas de transmisión se utilizó la obra *Comunicaciones. Una introducción a las redes digitales de transmisión de datos y señales* de Antonio Castro Lechtaler y Ruben. J. Fusario (2013) y para el análisis de la calidad de servicio se empleo el libro *Quality of Service Delivering QoS on the internet and in Corporate Networks*, de Paul Ferguson, G. H. (1998).

Estas dos obras si bien fueron la bibliografía básica se complemento la investigación sobre el tema con bibliografía complementaria según se detalla mas adelante.

### **Conceptos básicos relativos a las redes públicas de transporte basadas en tecnología IP/MPLS**

Tanto en las organizaciones como en las empresas, ya sean del ámbito público como el privado, es imprescindible para llevar adelante la actividad de las mismas disponer de redes teleinformáticas para interactuar eficazmente con el medio externo como así también dentro de la organización.

Es así como surge la necesidad de implementar redes corporativas que posibiliten conectar las diferentes dependencias de la empresa entre y también con la red internet.

Dada esta necesidad es que se solicita a los diversos proveedores de telecomunicaciones la provisión e instalación enlaces para las dependencias de forma tal de que todas ellas se puedan comunicar entre si.

Cuando todas las dependencias pueden comunicar entre sí se está en presencia de una red “full mesh”<sup>6</sup>. No obstante, cabe aclarar que los enlaces entre los destinos del organismo no

---

<sup>6</sup> Full Mesh: Conectividad “todos contra todos”.

son dedicados sino que en realidad se comunican con la “red de transporte<sup>7</sup>” del proveedor de servicios o TELCO<sup>8</sup>.

En la figura 1 se detalla, como ejemplo, la topología de una red empresarial que contiene una casa central y dos sucursales remotas conectadas a través de una red de transporte pública.

Las redes de transporte publicas pertenecen a las empresas de telecomunicaciones y en general podemos afirmar que estan constituidas por dos subredes: una subred de acceso que emplea protocolos mas lentos y conectada directamente con los usuarios, y una subred nucleo o “backbone” constituida por tecnologias de alta capacidad de transporte que se utiliza para conectar nodos concentradores de trafico ubicados en diferentes ciudades.

Se puede observar que tanto en la casa central como en las sucursales existen redes LAN<sup>9</sup> constituidas por switches de borde<sup>10</sup> los cuales convergen en forma de red estrella hacia un switch central, generalmente ubicado en la sal de red y denominado switch de core<sup>11</sup>.

El router<sup>12</sup> se conecta a la red de transporte que puede ser de tecnología IP/MPLS<sup>13</sup> o también Frame Relay. Por otro lado la central telefónica identificada como PBX<sup>14</sup> en el grafico se conecta a la red de datos dado que utiliza tecnología VOIP.

En el presente trabajo consideraremos solo el caso de que la red de transporte sea IP/MPLS, que es la última tecnología y la que ofrece calidad de servicio.

---

<sup>7</sup> Red de Transporte: Red del proveedor de servicios que generalmente tiene dos subredes; una de “acceso” conectada directamente al usuario y otra denominada “backbone” muchos más rápida que conecta los nodos de la red de acceso mediante vínculos e alta velocidad.

<sup>8</sup> TELCO: Empresa de telecomunicaciones que ofrece la red de transporte pública.

<sup>9</sup> LAN: *Local Area Network*. Redes de área local.

<sup>10</sup> Swiches de borde: Conmutadores de nivel dos que permiten configurar las redes LAN en cada piso de la dependencia.

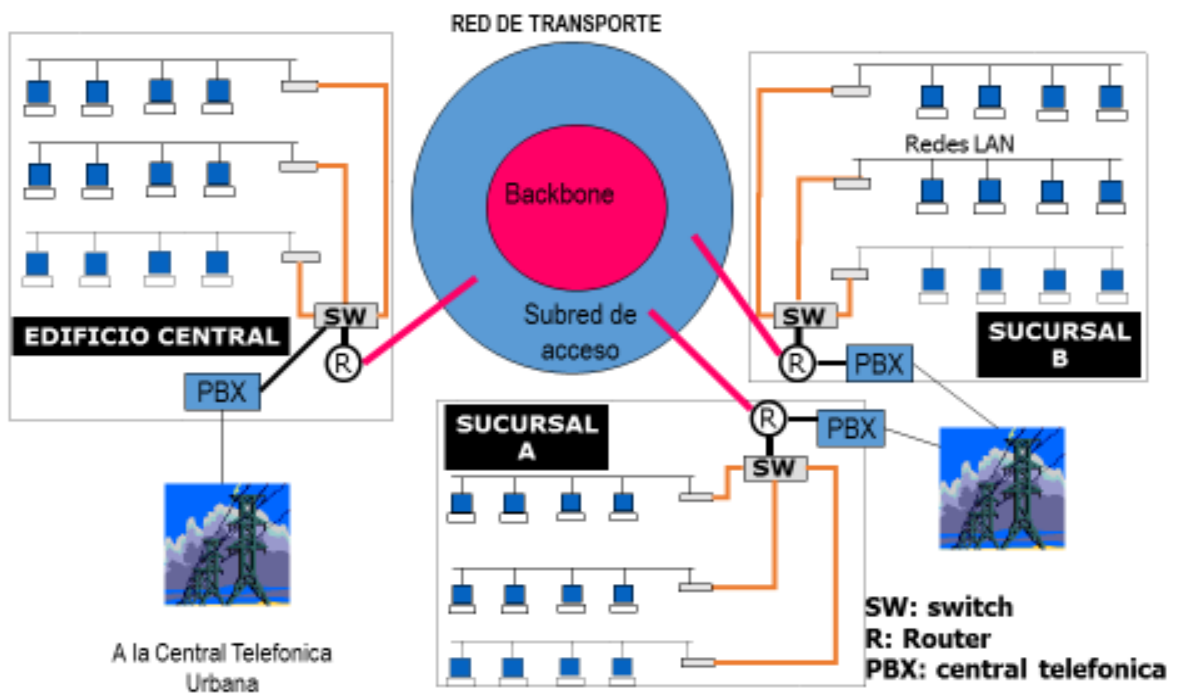
<sup>11</sup> Switch de core: conmutador de alta capacidad al cual convergen las conexiones provenientes de cada red LAN. Dicho switch se conecta directamente con el router o en algunos casos el mismo switch tiene la capacidad de enrutar, o sea es un switch de nivel tres.

<sup>12</sup> Router: dispositivo de nivel tres del modelo OSI que se encarga de encaminar los paquetes en las redes.

<sup>13</sup> IP/MPLS: Internet Protocol / Multi-Protocol Label Switching

<sup>14</sup> PBX: Private Branch Exchange

**TOPOLOGIA DE LA RED CORPORATIVA  
CONECTADA A TRAVES DE UNA RED DE  
TRANSPORTE PÚBLICA**



51

Figura 1

Fuente: Ing. R. Fusario.

## **Funcionamiento del protocolo MPLS.**

Cuando la red de transporte pública emplea tecnología IP/MPLS se pueden obtener servicios diferenciados según el tipo de tráfico.

Esta tecnología se basa en el transporte de datagramas IP, que es un protocolo sin calidad de servicio, no obstante, el agregado del protocolo MPLS le confiere a la red la capacidad de encaminar los datagramas IP y priorizar el traslado de los mismos según la calidad de servicio que se requiera para cada aplicación.

El MPLS examina a los datagramas IP y en función del tipo de servicio que requieran le agrega, a cada trama que transporta al datagrama, una etiqueta al entrar a la red que le posibilitará encaminarse por el trayecto acorde a la calidad de servicio solicitada. Por ejemplo si se trata de tráfico multimedia y se requiere que los paquetes lleguen en el menor tiempo posible al destino el MPLS elegirá la ruta más corta y más rápida posible.

Los routers especiales ubicados en el borde de la red se emplean para poner las etiquetas en las tramas que transportan a los datagramas y quitarlas a la salida de la misma.

De esta forma los conmutadores o los routers existentes en la red conmutan los paquetes de datos de acuerdo a la información de las etiquetas. Esta operación es mucho más rápida que la que se efectúa en un router normal en una red que no sea MPLS.

Esto se fundamenta en el hecho que los routers no se “introducen” en el contenido de la cabecera del IP del paquete sino que la conmutación se basa solo en una consulta simple a la tabla de etiquetas, previamente cargada en el router, para determinar a donde debe ir el paquete.

En cada router de la red MPLS sólo se tiene que examinar la etiqueta para enviar el datagrama (paquete) por el camino establecido, en función del destino y de la calidad de servicio requerida para dicho paquete a largo de la red. En la Figura 2 se puede apreciar una etiqueta MPLS insertada entre la cabecera del IP y la cabecera del protocolo de nivel 2 empleados.

En general como protocolo de nivel 2 se utiliza el ATM<sup>15</sup> que permite implementar redes con calidad de servicio, de esta forma el MPLS es la herramienta que se emplea para dotar a las redes IP, que por su naturaleza no tienen calidad de servicio, en redes que si lo tienen.

Esto permite a las TELCOs aplicar tarifas diferenciales según el tipo de servicio requerido.

### ESQUEMA DE LA ETIQUETA MPLS

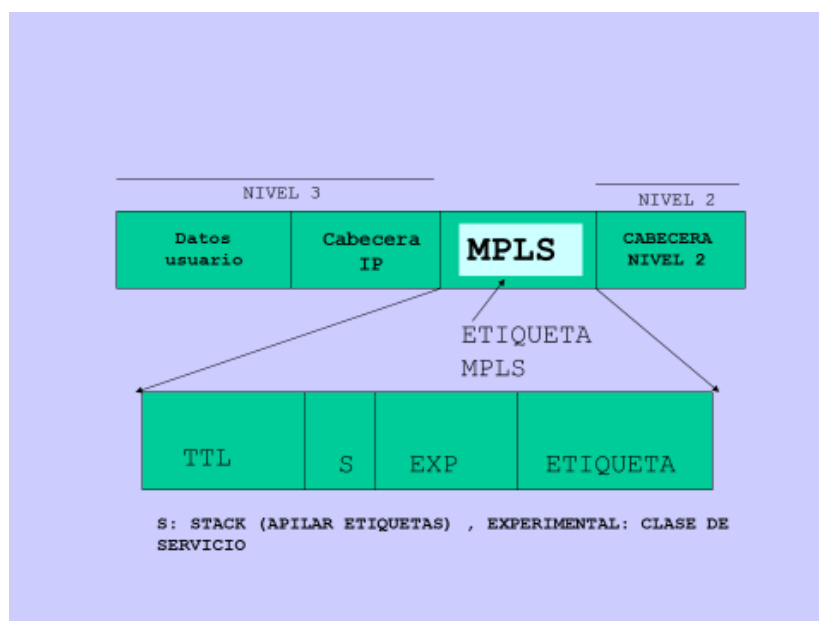


Figura 2

Fuente: Ing. R. Fusario.

### Porque la implementación del MPLS se efectúa sobre redes ATM?

Internet es la red global más importante a nivel mundial, no obstante, presenta una deficiencia fundamental que es la imposibilidad de seleccionar diferentes niveles de servicio para los distintos tipos de aplicaciones de usuario.

<sup>15</sup> ATM: *Asynchronous Transfer Mode*. Modo de transferencia asincrónico.

Básicamente el problema radica en el protocolo ruteable IP el cual, como se mencionó en el presente trabajo, opera bajo la modalidad “best effort” cuyo significado es que “hace lo que puede” para la transmisión de los datagramas pero “no garantiza la entrega en tiempo y forma”, en otras palabras no tiene calidad de servicios.

Para solucionar esta deficiencia los fabricantes de equipos de redes trataron, desde mediados de la década de los 90, vincular los niveles 2 y 3 del modelo OSI mediante una tecnología que en general se denominó “IP sobre ATM”.

De esta forma se aprovechó las ventajas del ATM que en su nivel AAL (ATM Adaptation Level – nivel de adaptación al ATM) presenta calidad de servicio para las siguientes categorías de tráfico:

1. Señales isócronas sin comprimir
2. Señales isócronas comprimida
3. Datos con calidad de servicios
4. Datos sin calidad de servicios.

Las señales isócronas son aquellas que dependen del tiempo como la voz y el video, por lo cual el tráfico 1 y 2 representa a las transmisiones multimediales en general. Las señales isócronas como la voz y el video requieren que los paquetes lleguen en secuencia y no se retrasen en la red a efectos de re componer en “tiempo y forma” la señal analógica original de voz o de video.

El tráfico indicado en 3 y 4 no depende del tiempo y básicamente se divide en uno con calidad de servicio y confiable y el otro más rápido pero que no tiene los mecanismos que aseguran la calidad de servicio y en consecuencia no es confiable. A primera vista surgiría como mas conveniente que el tráfico de datos se realice con calidad de servicio, pero no es así en aplicaciones simples, que no involucran altos intercambios de volúmenes de datos, en esos casos es mas conveniente utilizar un procedimiento simple en base a un protocolo sin calidad de servicio.

Si se analizan los cuatro tipos de tráfico podemos concluir que los mismos abarcan todos los servicios de comunicaciones y transmisión de datos conocidos. Por ejemplo la navegación en Internet se podría considerar como tráfico de datos sin calidad de servicio, mientras que si se trata de multimedia podría ser transmisión de señales isócronas comprimidas o no.

El funcionamiento IP sobre ATM supone la superposición de una topología routers IP sobre una topología de conmutadores ATM. El backbone ATM se presenta en la red de transporte como una nube central (el núcleo) rodeada por los routers de la periferia.

Sin embargo, el modelo IP sobre ATM tuvo el inconveniente de que se debían gestionar dos redes diferentes, una red ATM y una red lógica IP superpuesta, lo que originó para los proveedores de servicio mayores costos de gestión global de sus redes. Existía también una reducción del ancho de banda u overhead aproximado del 20% que se originaba en el transporte de datagramas IP sobre las celdas ATM.

Los problemas de rendimiento derivados de la solución IP sobre ATM, llevaron a fines de la década de los 90 a que varios fabricantes desarrollaran técnicas propietarias para realizar la integración de los niveles 2 y 3 de forma efectiva, sin las limitaciones señaladas anteriormente. No obstante, el problema que presentaban tales soluciones era la falta de interoperatividad, ya que usaban diferentes tecnologías propietarias para combinar la conmutación de nivel 2 con el encaminamiento IP (nivel 3).

Es por ello que el IETF intervino para consensuar diferentes soluciones de conmutación multinivel, propuestas por distintos fabricantes a mitad de los 90 y genero una solución integradora: el protocolo MPLS.

MPLS se puede presentar como un sustituto de la conocida arquitectura IP sobre ATM, aunque en realidad no solo puede trabajar con este tipo de redes sino que en realidad mantiene independientes a los protocolos de la capa 2 y 3, pudiendo ser la capa 2 redes ATM u otro protocolo.



No obstante, las redes corporativas IP/MPLS implementadas por las TELCOs en su mayoría tienen en su backbone el protocolo ATM, en lugar por ejemplo de Frame Relay, u otro protocolo de nivel 2.

Esto se debe a a que ATM permite garantizar la calidad de servicio que se requiere en una red IP/MPLS para las aplicaciones corporativas, en función de las cuatro categorías de tráfico detalladas anteriormente. Además posibilita brindar para cada categoría de tráfico descripta los servicios necesarios basado en el tratamiento adecuado de parámetros como: demora, jitter, pérdida de paquetes, corrección de errores, sincronismo, etc que se requieren para una transmisión eficaz y eficiente de cada categoría.

Por otro lado, posibilita enlaces de alta capacidad que pueden llegar a los 40 Gbps incrementado la eficiencia y rendimiento que las TELCOs hacen del uso de los canales de comunicaciones troncales en sus redes de transporte.

### Arquitectura de la red ATM

En la Figura 3 se puede apreciar la arquitectura de una red ATM donde las interfase UNI es la conecta al usuario con la red y la interfase NNI conecta los switches ATM entre sí.

#### ARQUITECTURA DE UNA RED ATM

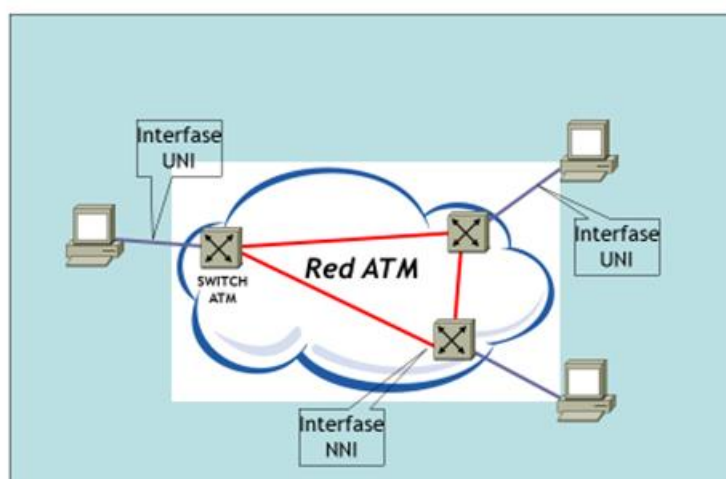


Figura 3

Fuente: Internet.

## Interacción entre el MPLS y la red ATM:

Como se mencionó anteriormente la red basada en el protocolo IP no tiene calidad de servicio, se la conoce también como “best effort” en inglés y la traducción más apropiada es la que la red “hace el esfuerzo que está a su alcance” para brindar el mejor servicio. No obstante, en la práctica no brinda calidad de servicio alguna.

Es por ello que se emplea el MPLS para aprovechar las ventajas de la red ATM en lo concerniente a brindar diferentes tipos de servicios, de esta forma se crean “caminos virtuales” que permiten satisfacer esa necesidad de servicios especiales para determinados flujos de paquetes IP. En la cabecera del datagrama IP existe un campo denominado TOS<sup>16</sup> (clase de servicio), según se puede apreciar en la Figura 4. En dicho campo se puede especificar el tipo de servicio que se necesita para transmitir adecuadamente el datagrama, pero es necesario que el MPLS interprete dicho requerimiento y lo materialice en la red a través del soporte que al efecto que brinda el ATM.

### CABECERA DEL DATAGRAMA IP Y EL CAMPO TIPO DE SERVICIOS

Cabecera IP



<sup>16</sup> TOS: *Type Of Service*. Tipo de servicio.

Campo "TIPO DE SERVICIO"

- Especifica el tratamiento que debería tener el datagrama. Son una indicación para los algoritmos de ruteo, NO UN REQUERIMIENTO OBLIGATORIO.

<b>PRIORIDAD</b>	<b>D</b>	<b>T</b>	<b>R</b>	<b>C</b>	<b>SIN USO</b>
------------------	----------	----------	----------	----------	----------------

PRIORIDAD: 0 NORMAL....7 ALTA

D: SOLICITA MINIMO RETARDO.

T: SOLICITA LA MAXIMA CAPACIDAD DE TRANSMISION.

R: SOLICITA EL CANAL DE MAXIMA CONFIABILIDAD.

C: COSTO

Figura 4

Fuente: Ing. R. Fusario.

## **Propuesta de Intervención**

En función del problema diagnosticado relativo a la calidad de servicio en las redes corporativas, se detalla a continuación la planificación prevista.

### **Síntesis del problema a resolver.**

En distintas empresas y organizaciones se ha detectado que luego de contratado un servicio de redes corporativas, no se realiza el adecuado usufructo del mismo, dejando de lado algunos aspectos y consideraciones para hacer una correcta gestión del servicio. Es por ello que se dará respuesta a las siguientes preguntas inherentes al tema:

- **¿Qué parámetros debemos tener en cuenta a la hora de realizar contratos con las empresas de telecomunicaciones?**
- **¿Qué beneficios genera aplicar calidad de servicio a las comunicaciones?**
- **¿Cómo reducir costos en los contratos de redes de datos corporativas?**

### **Objetivo de la propuesta.**

El objetivo principal es determinar de qué forma se debe analizar y especificar las necesidades de las organizaciones relativas a los servicios que van a utilizar, y como especificar a los proveedores dichos requerimientos a efectos de optimizar los anchos de banda de los accesos y el costo de los mismos.

Para el logro del objetivo principal se debieron llevar adelante los objetivos parciales siguientes:

- Especificación de las aplicaciones, protocolos, cantidad de datos a transmitir.

- Estudio de la capacidad de los enlaces **MPLS** - Multiprotocol Label Switching - Conmutación **Multi-Protocolo** mediante **Etiquetas**, tipos de calidad de servicio, y beneficios que permiten su uso.
- Demostración de cómo se debe aplicar la calidad de servicio y cómo repercute en las aplicaciones que utiliza la organización.
- Definición de la reducción de costos en los contratos de comunicaciones. Analizando las necesidades específicas de las organizaciones y los tipos de servicio que van a ser utilizados.
- Determinación de los procedimientos de prueba en forma genérica.
- Ejemplos de penalidades de aplicar en caso de incumplimiento por parte de las TELCOs.

## **Estrategia a Implementar**

Para definir la estrategia a implementar primero se deberá analizar las diferentes calidades de servicios que presentan las redes corporativas. Es por ello que se precisara a continuación con mayor detalle los conceptos de calidad de servicios y “best effort”.

### **Calidad de Servicio**

Es el rendimiento promedio de una red de telefonía o de computadoras, particularmente el rendimiento visto por los usuarios de la red. *La Calidad de Servicio QoS de una red garantiza la transmisión de cierta cantidad de información en un tiempo dado con una tasa de errores determinada.* Esto es especialmente importante para ciertas aplicaciones tales como la transmisión de señales isócronas como el vídeo o la voz y también para aplicaciones de misión crítica. Es por este motivo que su precio es mayor a un enlace sin Calidad de Servicio. Recordemos que MPLS, con el auxilio del protocolo ATM, permite brindar calidad de servicios a la transmisión de datagramas IP.

## **Mejor Esfuerzo - Best Effort**

Por otra parte si el proveedor no se compromete con ninguno de los parámetros mencionados se dice que ofrece una red cuyo servicio es Mejor Esfuerzo ‘**best effort**<sup>17</sup>’, que *significa que no brinda calidad de servicio*. Tal es el tipo de servicio por ejemplo que ofrece la red IP, “best effort” significa que la red “hace lo que mejor puede realizar para llevar adelante la comunicación” pero no garantiza la calidad de servicio.

En el estudio de los sistemas de comunicaciones y de las redes teleinformáticas se analizan un número importante de parámetros y conceptos técnicos que explican sistémicamente los fenómenos e inconvenientes que se presentan en la transmisión de datos y señales isócronas.

Dichos conceptos son imprescindibles para entender la problemática de la transmisión de datos, sus posibles errores y las consecuencias que se experimentan en la eficiencia y eficacia del medio y en última instancia de la red en su conjunto.

No obstante, al celebrar un contrato de servicio de telecomunicaciones con una empresa de telecomunicación para la implementación de una red WAN corporativa la gran cantidad de conceptos y parámetros técnicos se reducen a solo unos pocos, ellos se resumen en el denominado SLA - Service Level Agreement o Convenio sobre la Calidad de Servicio que se compromete la empresa para con el cliente y que forma parte del contrato entre ambos. Dichas características técnicas se reducen a los siguientes parámetros:

- *Perdida de paquetes,*
- *Demora o delay*
- *Variación de la demora o Jitter.*
- *Ancho de banda.*
- *Disponibilidad de la red.*
- *Tiempo máximo de reparación.*

Estos son los principales parámetros que describen la calidad de servicios de una red y que deberán considerarse al suscribir un contrato con una Empresa de Telecomunicación. La

---

<sup>17</sup> Best Effort: Calidad de servicio típico del protocolo IP, el protocolo efectúa el “mejor esfuerzo” por transmitir el paquete, pero no ofrece ningún servicio especial.

selección de dichos parámetros para cada enlace configura la calidad de servicio de cada uno, que tiene que estar de acuerdo con los servicios que se pretende cubrir para cada sitio o dependencia, y en definitiva configurara el costo mensual que el Organismo o Empresa deberá abonar mensualmente a la Empresas de Telecomunicaciones.

Estos conceptos fueron investigados y desarrollados a partir de la bibliografía que menciona en el apartado para tal fin.

Decimos que una red o una TELCO ofrecen ‘Calidad de Servicio’ cuando se garantiza el valor de varios de los parámetros anteriormente mencionados. Cabe aclarar que el costo de cada enlace y en definitiva del contrato final corporativo dependerá de estos parámetros.

Por otra parte, si el proveedor no se compromete con ninguno de los parámetros mencionados se dice que ofrece una red cuyo servicio es ‘best effort’, que como se explicó anteriormente significa que no brinda ninguna calidad de servicio, como por ejemplo la red IP.

### **Clases de servicios brindados por una empresa de Telecomunicaciones**

En la figura 5 se pueden observar las diferentes clases de servicios que brinda una empresa de telecomunicaciones para los enlaces IP/MPLS de su red de transporte, en este caso la empresa es TELECOM de Argentina.

Vemos que ofrece tres tipos de clase de servicios:

**Tráfico de Tiempo Real:** Especial para servicios multimediales y transmisión de señales isócronas: voz y video. Este servicio es el más exigente para la red de transporte de la TELCO y en consecuencia el de mayor costo.

**Trafico de Misión Crítica:** Corresponde a la transmisión de aplicaciones (datos) que deben ser tratados con prioridad por la red. Aquí podríamos incluir las aplicaciones de misión crítica de la empresa, por ejemplo, podrían ser aplicaciones del ámbito comercial el soporte principal de la actividad productiva de dicha empresa.

**Trafico Estándar:** Este tipo de trafico también es de datos, pero corresponde a aplicaciones que no son de misión crítica o simplemente la navegación en Internet está incluida en general en este grupo.

## **Descripción del procedimiento y actividades a desarrollar.**

En función de la topología de la red corporativa y de los servicios y aplicaciones que la misma necesita implementar se deberá definir para cada enlace, la distribución del ancho de banda en función de los tipos de servicios detallados precedentemente. Por ejemplo: se podría definir para un enlace de una dependencia o sucursal de una empresa una distribución del ancho de banda como se indica a continuación en la figura 5:

### **Asignación de clases de servicios en la red corporativa**

*Una vez definido el ancho de banda de cada enlace IP/MPLS que la empresa requiere para conectar cada sitio<sup>18</sup> que la misma tiene distribuido geográficamente se planifica como se distribuirá el ancho de banda de cada enlace.*

Por ejemplo, si un dado sitio requiere un ancho de banda de 2 Mbps una distribución posible podría ser:

- 40% Tiempo Real (0,8 Mbps),
- 30% Misión Crítica (0,6 Mbps) y
- 30% Estándar (0,6 Mbps).

---

<sup>18</sup> SITIO: Definiremos como sitio a una red LAN ubicada en un edificio, piso o local perteneciente a la empresa que debe formar parte de la red corporativa de la misma (red WAN de la empresa).



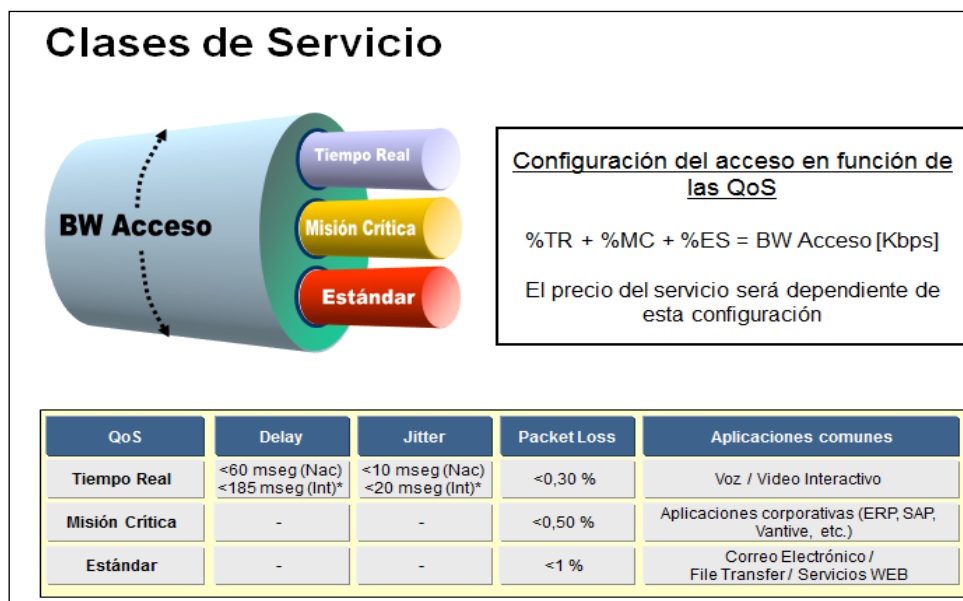


Figura 5

Fuente: Telecom Argentina S.A.

Como se mencionó anteriormente la Calidad de Servicio QoS de una red garantiza la transmisión de cierta cantidad de información<sup>19</sup> en un tiempo dado. Es especialmente importante para ciertas aplicaciones tales como la transmisión de señales isócronas como el vídeo o la voz y también para aplicaciones de misión crítica. Es por este motivo que su precio es mayor a un enlace sin QoS.

Ahora bien, para cada clase de servicio se analizan exclusivamente tres parámetros:

**Pérdida de paquetes.**

**Demora.**

**Variación de la demora.**

La **pérdida de paquetes** es un indicador muy importante porque *resume* los principales parámetros de la red y la performance en general de la misma. En dicho valor se incluyen implícitamente: la tasa de error de los enlaces<sup>20</sup>, o BER, la eficiencia del sistema de conmutación y enrutamiento, la capacidad de los nodos de la red para el procesamiento y/o almacenamiento, el control del congestionamiento, el control de flujo, etc.

<sup>19</sup> Cantidad de información: También conocida como throughput.

<sup>20</sup> Tasa de error de los enlaces: También conocida en inglés como BER (*Bit Error Rate*)

Por otro lado la *demora y la variación de la misma o jitter* están solamente relacionadas con el tráfico multimedia, la transmisión de voz y video.

Otro factor de importancia que determina los costos de los enlaces es el relacionado con la *disponibilidad de la red*. Este parámetro específico para un dado periodo, por ejemplo, un año, cuánto tiempo el proveedor garantiza que la red (para cada enlace) permanecerá en servicio sin ningún tipo de disminución de los mismos. En caso que el proveedor se exceda del tiempo máximo sin servicio o con servicio parcial para cada enlace se aplicaría la penalidad estipulada en el contrato.

Supongamos un ejemplo: Si el contrato estipula un periodo de un año y la TELCO ofrece una disponibilidad del 99,7% horas (medida en términos anuales), nuestra red podría estar inactiva 26 Hs sin penalización.

Período (un año) = 8760 Hs

99,7 % = 26 Hs

En este ejemplo al finalizar el periodo de un año desde el comienzo del contrato si la suma de los intervalos sin servicio supera las 26 horas se debería aplicar la penalidad establecida en el contrato.

Existen otros parámetros como el *Tiempo Máximo de Restauración del Servicio*<sup>21</sup> (MTTR) que establece el intervalo máximo que puede quedar sin servicio el enlace, a partir de denunciada la falla a la TELCO. Pasado dicho lapso se deberían aplicar las penalidades contractuales. En el CABA ese periodo es generalmente 4 hs, en lugares del interior del país, por lo general son 6 horas. También existe el *Tiempo Medio entre Fallas*<sup>22</sup> (TMBF) que también se puede negocia

---

<sup>21</sup> Tiempo Máximo de Restauración del Servicio: MTTR: *Maximun Time To Reparation*.

<sup>22</sup> Tiempo Medio entre Fallas: TMBF; *Medium Time Between Failures*.

## **Acciones previstas para la evaluación de la intervención.**

Para la supervisión de las condiciones contractuales celebradas con la TELCO se deberá monitorear a través de un sistema de gestión provisto por la empresa o en su defecto contratado para tal fin, la calidad de servicio brindada realmente por la TELCO.

Así mismo se deberá verificar permanentemente el contrato y las penalidades que se deberían aplicar en caso de incumplimiento. A continuación, se detallan las penalidades más comunes correspondientes a este tipo de contrato y las fallas o anomalías sobre las que dan origen.

### **Ejemplo de penalidades aplicables por incumplimientos del SLA contractual:**

Analizaremos las principales penalidades aplicables en una relación contractual en la cual un cliente (empresa) implementa su red corporativa a través de una red de transporte pública de una TELCO.

Cada sitio de la red empresarial se conecta a la red de transporte mediante un acceso IP/MPLS, pero además tiene acceso a Internet a través del mismo en forma centralizada.

A continuación, se describirán las penalidades más frecuentes en este tipo de contratos:

### **Penalidades por Incumplimiento del plazo de ejecución de las instalaciones de los enlaces a cada sitio y la puesta en servicio de la red.**

Si vencido el plazo de entrega, más las prórrogas si las hubiera, el adjudicatario no cumpliera con el cronograma de puesta en marcha, se le debería aplicar una multa que en general se encuentra comprendida alrededor del DIEZ POR CIENTO 10 % del abono mensual del enlace no habilitado cotizado, por cada día corrido de atraso.

Cuando hubiese causas de fuerza mayor (huelgas, falta prolongada e imprevisible de materiales, etc.) que puedan justificar una ampliación de los plazos contractuales, el adjudicatario deberá comunicar fehacientemente la situación, dentro de los TRES (3) días hábiles producida la causa.

## **Penalidades por Incumplimiento de los plazos de reposición del servicio.**

Una vez efectuado el reclamo por cualquier medio fehaciente, el prestador del servicio envía al cliente la notificación de aceptación del reclamo vía fax, u otro medio fehaciente indicado en la oferta, incluyendo en dicha notificación un n° de reclamo.

A partir de la fecha y hora indicada en el reclamo, se computa el tiempo de reposición del servicio. Producida la normalización del sistema, la contratista lo comunicará al cliente por el mismo medio. Lo expresado precedentemente es la base para el cálculo de las multas o penalidades que corresponden.

Mensualmente el adjudicatario efectúa una evaluación de la disponibilidad de los enlaces, y servicios ponderando la disponibilidad porcentual según se indica en pliego, dicha evaluación la eleva al cliente mensualmente.

En caso de excederse lo establecido en el pliego de licitación, se aplica una multa, “Penalidades por anomalías”, sobre el abono mensual, por enlace y/o servicio contratado.

## **Penalidades por anomalías:**

### **Penalidades por Incumplimiento en la prestación del servicio durante la vigencia del contrato.**

Se considerará “sin servicio” un enlace cuando se verifiquen alguna de las siguientes anomalías:

- *Disminución del ancho de banda de un enlace.*
- *Caída total o parcial (intermitente) del enlace.*
- *Tasa de error superior a la especificada en el contrato (en general BER  $10^{-7}$ )*
- *Imposibilidad de operar con todos o alguno de los servicios contratados (voz, videoconferencia, datos, Internet, etc.)*

En la Tabla 1 siguiente se establecen ejemplos de penalidades por incumplimientos del servicio a prestar:

	<u>DESCRIPCION DE LA ANORMALIDAD</u>	<u>PENALIDAD</u>	<u>OBSERVACIONES</u>
	Puesta fuera de servicio de un enlace de un NODO por más de 4 horas y hasta 24 hs, por fallas del equipamiento y/o caída del vínculo.	<b>10 %</b>	<b>Los porcentajes de las penalidades se refieren a descuentos en por cientos sobre el total del abono mensual de la línea.</b>
	No se pueda operar en un enlace de un NODO con todos o alguno de los servicios contratados (voz, videoconferencia y datos), por más de 4 horas y hasta 24 hs, por fallas del equipamiento y/o dificultades en el vínculo.	<b>10 %</b>	
	Puesta fuera de servicio en el enlace de un NODO por más de 24 horas (por día fuera de servicio, o fracción de día y por cada enlace), sea por fallas de equipamiento y/o caída del vínculo.	<b>20 %</b>	
	No se pueda operar en un enlace de un NODO con todos o alguno de los servicios contratados (voz, videoconferencia, datos, Internet), por más de 24 hs, por fallas del equipamiento y/o dificultades en el vínculo.	<b>20 %</b>	
	Falta de atención en el Centro de Asistencia Técnica al Usuario, por más de una hora por día.	<b>0,50 %</b>	<b>Sobre el abono total de las líneas.</b>
	Puesta fuera de servicio del enlace con INTERNET de la red del cliente por más de 4 horas y hasta 24 hs, por fallas del equipamiento y/o caída del vínculo.	<b>10 %</b>	<b>Los porcentajes de las penalidades se refieren a descuentos en por cientos sobre el abono mensual, por día de inconvenientes o fracción del enlace a Internet.</b>
	Puesta fuera de servicio del enlace a INTERNET de la red del cliente por más de 24 hs, por fallas del equipamiento y/o caída del vínculo, por día fuera de servicio o fracción de día.	<b>20 %</b>	

**Por otro lado, se debe considerar que:**

**A.** Cuando la indisponibilidad de un enlace o servicio resulte en más de 72 horas, en forma alternada, en el término de 7 días corridos, los montos de descuentos se incrementarán en un porcentaje que generalmente es 25 o 30 %.

**B.** El adjudicatario no es responsable por incumplimiento debido a causas de fuerza mayor en los términos de los artículos 513 y 514 del Código Civil. Debiendo en este caso el prestador comunicar fehacientemente al prestatario antes que se cumplan las condiciones de indisponibilidad señaladas.

**C** Ante la disminución en el ancho de banda del servicio Full Internet contratado, el adjudicatario es pasible de una multa que es un porcentaje del abono mensual cotizado por cada día en el que se incurriere en dicha falta, (generalmente del 10 al 15 %), sin importar la cantidad de horas diarias en las que la falta hubiere sucedido.

### **Rescisión del Contrato**

También en estos contratos se incluye la cláusula de rescisión del mismo siendo las causales más comunes las indicadas a continuación, lo cual faculta al cliente a rescindir el contrato por justa causa:

El incumplimiento de las condiciones de operación en el servicio, en la conectividad como en el ancho de banda, en ocasiones consecutivas, lo usual es considerar tres incumplimientos máximo, durante una misma semana (contada a partir de la primera ocasión), cada una de ellas informada fehacientemente al adjudicatario. Las ocasiones deben estar separadas entre sí como mínimo varias horas, en general se estipulan 5 o 6 horas.

En ese caso, si el cliente considera necesario tomar esa opción, debe comunicar al adjudicatario la decisión dentro de las 72 horas de producirse los incumplimientos mencionados.

## Conclusiones

En el desarrollo del presente trabajo se han analizado la arquitectura y la calidad de servicio empleadas en las redes corporativas IP/MPLS. Por otro lado, también se han evaluado en profundidad los parámetros que constituyen el SLA contractual. Para el análisis efectuado en lo que concierne a la gestión y seguimiento contractual se han aplicado los conceptos obtenidos en la materia Gestión de Proyectos. Por otro lado, para el diseño de la red corporativa (IP/MPLS) se han tenido en cuenta las consideraciones técnicas analizadas durante el dictado de la materia Infraestructura y Arquitectura Tecnológica.

Por otro lado, cabe aclarar que en el estudio de los sistemas de comunicaciones y de las redes teleinformáticas se analizan un número importante de parámetros y conceptos técnicos que explican sistémicamente los fenómenos e inconvenientes que se presentan en la transmisión de datos y señales isócronas.

Dichos conceptos son imprescindibles para entender la problemática de la transmisión de datos, sus posibles errores y las consecuencias que se experimentan en la eficiencia y eficacia del medio de comunicación y en última instancia de la red en su conjunto.

Cabe aclarar en forma general que por las redes circulan paquetes de datos y que dichos paquetes están sometidos a alteraciones que se producen en las redes.

Esas alteraciones pueden originar que los paquetes se pierdan y no lleguen a destino, lleguen con errores, incompletos, o arriben a destinos equivocados, etc.

El resultado final es la *perdida de los paquetes* originariamente transmitidos, por lo cual, si la red tiene calidad de servicio tratara de recuperarlos mediante el método de la retransmisión. Nuevamente, desde la fuente, se transmitirán los paquetes perdidos o dañados.

Es por ello que al celebrar un contrato de servicio de telecomunicaciones con una TELCO para la implementación de una red WAN corporativa la gran cantidad de conceptos y parámetros técnicos se reducen a solo unos pocos, y se resumen en el denominado SLA - Service Level Agreement o Convenio sobre la Calidad de Servicio que se compromete la empresa para con el cliente y que forma parte del contrato entre ambos.

Entre los parámetros contractuales más importantes están los siguientes:

1. *Ancho de banda de los enlaces.*
2. *Disponibilidad de la red.*
3. *Tiempo máximo de reparación de las fallas en la red.*
4. *Penalidades a aplicarse por incumplimientos totales o parciales del SLA.*
5. *Porcentaje de pérdida de paquetes.*
6. *Demora, en el tiempo de arribo del paquete al nodo final.*
7. *Variación de la demora entre los paquetes de un mismo flujo.*

Estos son los principales parámetros que describen la calidad de servicios de una red corporativa y en definitiva el SLA contractual. Los mismos deberían considerarse al suscribir un contrato con una TELCO.

La selección de dichos parámetros para cada enlace y servicio configura la SLA de cada uno, que tiene que estar de acuerdo con los servicios que se pretende cubrir para cada sitio o dependencia, y en definitiva configurara el costo mensual que el Organismo o Empresa deberá abonar mensualmente a la TELCO. Por último, en estos contratos se debe especificar detalladamente las penalidades por incumplimiento de los servicios en forma parcial como así también total.

Pero, ¿cómo abordar eficazmente cada uno de estos parámetros optimizando los recursos de la empresa o Institución?

A continuación, se propone el siguiente procedimiento a emplear en la implementación de redes corporativas con calidad de servicio como la detallada en el presente trabajo.

Para el análisis del mismo, se han tenido en cuenta los conceptos tratados en la materia Análisis, evaluación, selección e integración de Software de Aplicación, durante la evaluación de la problemática que se presenta en las empresas que no cuentan con una red corporativa con calidad de servicio o si disponen de dicha red, pero no controlan el cumplimiento del SLA contractual.

***Procedimiento secuencial para el diseño de la red y la elaboración del SLA contractual:***

- 1. Definición de la topología y arquitectura de la red empresarial.***
- 2. Ubicación de la sala de red o sala cofre y definición del equipamiento de la misma.***
- 3. Determinación de las aplicaciones Institucionales de misión crítica y estándar.***
- 4. Determinación de los servicios especiales multimediales y de e-learning.***
- 5. Planificación del servicio telefónico de VOIP.***
- 6. Determinación de la política de utilización de la red Internet por parte de la Organización.***
- 7. Determinación del SLA para satisfacer los requerimientos planteados.***
- 8. Estimación de los costos del proyecto y el análisis de la Aptitud, Factibilidad y Aceptabilidad del proyecto.***



### ***Definición de la topología y arquitectura de la red empresarial:***

Recordemos que la topología es la forma en la cual se conectan los nodos de usuarios (computadoras, servidores, etc.) y de conmutación (switches, routers, etc.) entre sí.

La red empresarial estará constituida por sitios, dependencias o sucursales en cada una de las cuales existirán redes LAN. A su vez estos sitios se comunican entre sí a través de una red pública de transporte perteneciente a la TELCO con la cual habrá que celebrar el contrato de servicios arriba mencionado.

En general para las redes LAN que básicamente son Gigabits Ethernet la topología que se emplea es híbrida. Se denomina híbrida porque la topología física es estrella (o sea la forma física utilizada para conectar las estaciones de usuarios y los servidores con los switches), mientras que la topología lógica es bus (la forma en la cual el protocolo de comunicaciones Gigabits Ethernet considera que tiene conectadas las estaciones).

Para el caso de la red WAN la topología que se emplea en general es una malla regular, que consiste en que todos los sitios están conectados entre sí a través de la red de transporte mencionada, también se denomina a esta topología “full mesh” (todos contra todos) de forma tal que la comunicación entre dos sitios cualquiera de la red no debe pasar por un nodo central.

Una vez definida la topología LAN y WAN nos queda por determinar qué tipo de protocolo de comunicaciones utilizaremos para la red de transporte. La elección del tipo de red de transporte está ligada a los servicios y la calidad que de ellos esperamos obtener. Actualmente se ha abandonado definitivamente las redes X.25, también se está en proceso de desactivación de las redes Frame Relay y si se han impuesto las redes basadas en IP/MPLS, tecnología explicada anteriormente en este trabajo.

En conclusión podemos decir que la arquitectura de la red corporativa será IP/MPLS full mesh con redes LAN Gigabits Ethernet.

### ***Diseño y ubicación de la sala de red o sala cofre***

La sala de red o sala cofre es el lugar en el cual se instalan los servidores de las aplicaciones institucionales y el sistema de almacenamiento de la información institucional o “storage” de la organización. Se ha considerado en este análisis la sala de red debido a que en el sitio en el cual se instalará se deberá efectuar un análisis pormenorizado del ancho de banda dado que constituye un verdadero centro de red de la organización. Asimismo, resulta muy importante dicho análisis si se distribuye Internet a todos los sitios a partir de la sala de red a través de un

acceso controlado por un “firewall” que brinde seguridad a la organización en su conexión con la red Internet. En esta etapa se debe definir el equipamiento que se instalara en la sala de red lo cual condicionara el espacio, tamaño de los racks, caudal de refrigeración, potencia eléctrica necesaria, etc.

### ***Determinación de las aplicaciones Institucionales de misión crítica y estándar***

Las aplicaciones de misión crítica de la organización son aquellas que resultan fundamentales para el funcionamiento y operación de la empresa u organismo. Por lo cual el tráfico desde y hacia los servidores de dichas aplicaciones debe ser priorizado en los enlaces de la red en detrimento de los paquetes correspondientes a otras aplicaciones no críticas o a la misma navegación en Internet.

Dado que los servidores de dichas aplicaciones de misión crítica están ubicados en la sala de red y que todas las sedes se comunicaran en mayor o menor medida con dicha aplicación se deberá evaluar el ancho de banda que se destinara en las sedes y principalmente en el sitio donde funcione la sala de red. Recordemos que este tráfico de “misión crítica” se caracteriza por tener el coeficiente más bajo de pérdida de paquetes y un costo mayor respecto del tráfico “estándar” o “best effort”.

### ***Determinación de los servicios especiales multimediales y de e-learning***

Se deberán determinar los servicios multimediales que se emplearan para los diferentes sitios, especialmente las videoconferencias, como así también el uso de plataformas de e-learning para capacitación que pueden originar tasas de información elevadas durante su operación.

Estos servicios se encuadran dentro de los denominados “en tiempo real” y como se ha mencionado oportunamente son los de mayor costo porque exigen a la red de transporte de la TELCO un tratamiento especial para los paquetes en lo concerniente a otorgar la menor latencia y jitter, como así también, el valor mínimo de pérdida de paquetes.

### ***Planificación del servicio telefónico de VOIP***

En el aspecto telefónico el objetivo es incorporar al Organismo la infraestructura de un sistema de comunicaciones telefónicas unificadas que permita la implementación de un único plan de numeración integral, posibilitando así las llamadas intra y extra sedes a través de los enlaces de comunicaciones WAN como así también utilizando la red pública PSTN.

La solución deberá contar con capacidades y funcionalidades a futuro que incluyan herramientas colaborativas que permitan brindar información de presencia y estado de los usuarios a través de perfiles, integración con software de oficina (MS Office); buzón de voz; mensajería instantánea; video llamada; fax server; servicio de operadora automática con desvío y retención de llamada con música en espera integrada y mensajería de voz centralizada.

Asimismo, se deberá incorporar una solución de centro de contacto (call center de la mesa de entrada de la empresa) para doce los puestos de operadores y del supervisor. Se deberá poder habilitar y deshabilitar los puestos de trabajo a través de clave, realizar estadísticas, retención de llamadas en caso de desborde.

Se deberán proveer terminales (aparatos telefónicos y licencias de software) del tipo TDM analógicos; IP (Hardware) y softphone (compatibles con sistemas operativos de Microsoft); cómo así también accesorios headset con interfaz de conexión a través de puerto USB.

Cada sitio de la red deberá tener la posibilidad de contar con abonados con terminales VOIP y terminales analógicos TDM como así también punto de acceso a la red PSTN analógicos; ISDN, SIP o E1 R2.

La cantidad de canales para VOIP impactará en el ancho de banda final requerido para el tráfico de “misión crítica”.

### ***Determinación de la política de utilización de la red Internet por parte de la Organización***

Como se ha mencionado el tráfico Internet es el denominado “best effort” o “estándar” y constituye el de menor costo en la estructura de la red IP/MPLS. No obstante, dependiendo del grado de utilización de la red Internet que la empresa u organismo considere necesario por parte de los empleados será el porcentaje de ancho de banda que se le otorgará a cada sitio.

Aquí surgen dos variantes para implementar Internet que repercuten en la definición del SLA contractual. La primera alternativa es la descrita hasta aquí que consiste en distribuir Internet todos los sitios de la red en forma centralizada o “estrella” y a través de un firewall ubicado en la sala de red.

La segunda se basa en accesos a proveedores locales a Internet (ISP) con diferentes anchos de banda según la cantidad de PCs del sitio y con la instalación de firewall locales para brindar seguridad.

Esta segunda alternativa implica disminuir los costos contractuales con la TELCO dado que libera ancho de banda de los enlaces de los sitios pero genera incertidumbre en lo relativo a mantener un nivel de seguridad informática adecuado para la empresa.

La alternativa de un acceso único y controlado por un único firewall es más adecuada para mantener un grado de seguridad informática alto en lo relativo al acceso a la red Internet.

### ***Estimación de los costos del proyecto y el análisis de la Aptitud, Factibilidad y Aceptabilidad del proyecto***

Una vez definidos los puntos anteriores se puede confeccionar un pre proyecto de la red y evaluar el “costo estimado” de la misma para un horizonte presupuestario que dependiendo de las condiciones macroeconómicas del país puede ser de tres o más años, en condiciones de baja inflación, y se acorta para situaciones de alta inflación.

Por último, como todo proyecto deberá pasar por la evaluación de si es apto, factible y aceptable. La ***aptitud*** consiste en determinar si efectivamente resuelve el problema de la comunicación entre los componentes de la empresa u organismo, las factibilidades conciernen a que la solución propuesta es eficaz y eficiente y por último la ***aceptabilidad*** de la solución se relaciona a un costo razonable.

No obstante, lo anterior, el costo estimado debe encontrarse dentro del presupuesto asignado para esta tarea por la empresa u organismo, de esta forma se podrá pasar a la siguiente etapa de licitación de la obra.

Por último, cabe destacar que, para la elaboración y redacción del presente trabajo de investigación, teniendo en cuenta aspectos de la redacción, reglamento y el formato que se debe seguir, ha sido fundamental los conceptos estudiados a través de la materia Seminario de Integración.

## Referencias Bibliográficas

ANTONIO C. LECHTALER y RUBEN. J. FUSARIO. Comunicaciones Una introduccion a las redes digitales de transmisión de datos y señales. Buenos Aires: Alfaomega, 2013.

PAUL FERGUSON, G. H. Quality of Service Delivering QoS on the internet and in Corporate Networks . 0471243582: John Wiley & sons, INC, 1998.

BRAUNSTEIN Silvia L. y GIOIA B., Communications Technology Guide for Business. , Editorial , Artech House, , Norwood, , 1998

STALLINGS, William. , Comunicaciones y Redes de Computadoras - Quinta Edición. , Editorial , Prentice Hall, Madrid, , 1997

Internet:

- [https://es.wikipedia.org/wiki/Multiprotocol\\_Label\\_Switching](https://es.wikipedia.org/wiki/Multiprotocol_Label_Switching)
- <https://www.business-solutions.telefonica.com/es/wholesale/services/ip-data-security/mpls-vpn/>
- <http://www.cisco.com/c/en/us/products/ios-nx-os-software/multiprotocol-label-switching-mpls/index.html>
- [http://www.ecured.cu/Tecnologia\\_de\\_las\\_redes\\_ATM](http://www.ecured.cu/Tecnologia_de_las_redes_ATM)
- <http://www.monografias.com/cgi-bin/search.cgi?query=redes%20atm>