

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



APLICACIÓN DE POLÍTICAS DE CALIDAD DE SERVICIO PARA EL TRANSPORTE ÓPTIMO DE VIDEOCONFERENCIA Y DATA A TRAVÉS DE UNA RED PRIVADA VIRTUAL PARA APLICACIONES DE TELEMEDICINA

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRÓNICO

PRESENTADO POR:

CELSO PALOMINO PEÑA

**PROMOCIÓN
2008-I**

**LIMA – PERÚ
2011**

**APLICACIÓN DE POLÍTICAS DE CALIDAD DE SERVICIO PARA EL TRANSPORTE
ÓPTIMO DE VIDEOCONFERENCIA Y DATA A TRAVÉS DE UNA RED PRIVADA
VIRTUAL PARA APLICACIONES DE TELEMEDICINA**

**A mis padres y mi hermano
por su apoyo incondicional para lograr
alcanzar una meta más y seguir adelante.**

SUMARIO

El presente trabajo está enfocado en especificar las políticas más convenientes para transportar la información de videoconferencia, datos clínicos e imágenes médicas que se transmiten del puesto de salud al hospital regional.

El primer objetivo de este trabajo consiste en especificar cuál es el medio de comunicación más adecuado que nos permita garantizar que la videoconferencia se dé en tiempo real con retardos mínimos y que los datos clínicos e imágenes médicas se transmitan de forma segura.

El segundo objetivo es aplicar políticas que nos permitan garantizar una velocidad de transmisión mínima para que la videoconferencia no se vea afectada cuando los usuarios del puesto de salud estén navegando en internet, esto debido a que el tráfico de videoconferencia y de internet comparten el mismo canal de comunicaciones.

Los resultados de las simulaciones permiten verificar que la aplicación adecuada de políticas de calidad de servicio nos permite administrar en forma eficiente la velocidad de transmisión contratada y de esta manera poder garantizar que la videoconferencia se dé en tiempo real y la información médica se transmita en forma rápida y segura.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I	
ANTECEDENTES	2
1.1 Objetivo del trabajo.....	2
1.1.1 Objetivos específicos.....	2
1.2 Alcances	3
1.3 Formulación del problema de ingeniería.....	4
1.3.1 Internet y la falta de calidad de servicio	5
CAPITULO II	
MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL	8
2.1 Generalidades de la telemedicina.....	8
2.2 Estándares existentes en telemedicina.....	8
2.2.1 HIS	8
2.2.2 RIS	9
2.2.3 HL7	9
2.2.4 DICOM.....	9
2.2.5 PACS.....	10
2.3 Tecnologías de transmisión	10
2.3.1 Red telefónica publica conmutada	10
2.3.2 Red digital de servicios integrados	10
2.3.3 E1-T1.....	11
2.3.4 XDSL	11
2.3.5 ATM.....	11
2.3.6 MPLS	12
2.3.7 VSAT	12
2.3.8 SCPC	12
2.3.9 WIFI.....	12
2.3.10 WIMAX	12
2.3.11 GSM	13
2.3.12 GPRS	13
2.3.13 UMTS	13

2.4	Calidad de servicio	14
2.4.1	Efectos de la congestión del tráfico	14
2.4.2	Mecanismo de calidad de servicio	15
2.4.3	Arquitectura de servicios diferenciados	15
2.4.4	Definición del campo de servicios de diferenciados	17
2.4.5	Encolamiento de baja latencia	18
2.4.6	Políticas y modelación del tráfico	18
2.4.7	Token bucket	19
2.4.8	Modelación distribuida del tráfico	20
CAPITULO III		
METODOLOGIA PARA LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA		22
3.1	Precisión del problema	22
3.2	Alternativas de solución	22
3.3	Solución del problema	24
3.4	Definición del tipo de tráfico	25
3.4.1	Tráfico de videoconferencia y telefonía	25
3.4.2	Tráfico de datos críticos	27
3.4.3	Tráfico de datos no críticos	27
3.5	Clasificación y marcación de paquetes	28
3.6	Velocidad de transmisión para cada tipo de tráfico	29
3.7	Encolamiento y prevención de la congestión del tráfico	30
3.7.1	Encolamiento de baja latencia	30
3.7.2	Prevención de la congestión del tráfico	31
3.8	Teleconsulta médica	32
3.9	Historia clínica digital	33
3.10	Servicios especializados de telemedicina	34
3.11	Teleeducación en salud	34
CAPITULO IV		
ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS		35
4.1	Objetivos	35
4.2	Verificación de la aplicación de la calidad de servicio	35
4.2.1	Calidad de servicio para videoconferencia	36
4.2.2	Calidad de servicio para los datos críticos	38
4.2.3	Calidad de servicio para los datos no críticos	41
4.3	Videoconferencia en tiempo real	42
4.4	Análisis de costos del servicio de telemedicina	42
4.5	Tiempos de ejecución del servicio de telemedicina	43

4.6	Análisis de la rentabilidad socioeconómica del servicio de telemedicina	43
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	46
	ANEXO A	
	SIMULACIÓN DE UNA VIDEOCONFERENCIA A TRAVES DE INTERNET	48
	ANEXO B	
	CONFIGURACIÓN DE LOS ROUTERS CISCO	50
	ANEXO C	
	ESPECIALIDADES DE TELEMEDICINA.	53
	ANEXO D	
	PRIORIZACIÓN DEL TRÁFICO DE VIDEOCONFERENCIA	55
	ANEXO E	
	COBERTURA DE FIBRA ÓPTICA DE TELEFÓNICA DEL PERÚ	58
	ANEXO F	
	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS	60
	BIBLIOGRAFÍA	63

INTRODUCCIÓN

En el presente informe se estudia las limitaciones que presenta Internet debido a que no garantiza que la videoconferencia entre el puesto de salud y el hospital regional se dé en tiempo real con retardos mínimos. Además, el internet no garantiza la seguridad de la información, por lo que se plantea el uso de las redes privadas virtuales, con esto se lograría que la videoconferencia se dé en tiempo real cumpliendo de esta forma las recomendaciones de la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) y OMS (Organización Mundial de la Salud).

El informe se ha dividido en cuatro capítulos. En el capítulo uno se plantea los objetivos, alcances y el problema de ingeniería. Llegándose a determinar que internet no es un medio de comunicación confiable ya que no cumple con los estándares internacionales para la transmisión de imágenes médicas y datos clínicos que se encuentran definidos en el estándar DICOM y a los tiempos máximos de retardo, jitter y pérdida de paquetes que están establecidos en las recomendaciones de la UIT para la transmisión de videoconferencia en tiempo real.

En el capítulo dos se expone los conceptos generales de telemedicina, los estándares internacionales sobre telemedicina definidos por la OMS, luego se presenta las tecnologías actuales que existen para transmisión de datos y finalmente se estudia los conceptos generales de calidad de servicio.

En el capítulo tres se presenta la metodología para la solución del problema, en esta parte se determinara cual es la tecnología más óptima que nos permita transmitir la videoconferencia, imágenes medicas y datos clínicos de acuerdo a los estándares internacionales. Una vez establecido cual será la tecnología a utilizar se procederá a explicar cómo se aplica las políticas de calidad de servicio para la transmisión óptima de videoconferencia, datos clínicos e imágenes medicas.

En el capítulo cuatro se muestra mediante una simulación como la tecnología escogida en el capítulo tres si satisface los requerimientos del formato DICOM y las recomendaciones de la UIT.

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones a las que se llegaron después de haber completado dicho informe.

CAPITULO I ANTECEDENTES

Perú comparte con el resto del mundo problemas como la insuficiencia de médicos especialistas, la escasez de recursos, el aumento en la demanda de servicios de salud y la centralización de éstos. Además, se agregan la gran extensión del país, las características accidentadas de su territorio y las dificultades geográficas y de comunicación. De estos problemas, la centralización juega un rol importante, ya que la mayor parte de los recursos se encuentran en las grandes ciudades y llevar estos mismos al resto del país puede resultar muy difícil y, la mayor parte de las veces, incosteable. En este contexto, los servicios de salud digitales como la Telemedicina tienen una importante contribución que hacer. Aunque su función no es resolver directamente las graves diferencias, si puede y debe acercar a toda la población a los servicios de atención médica.

En este capítulo se expondrá los objetivos y alcance del informe, luego se estudiara los requisitos exigidos en el estándar DICOM específicamente en la parte de transmisión de imágenes médicas, datos clínicos. También es estudiaría las recomendaciones de la UIT para la transmisión de videoconferencia en tiempo real. Finalmente se expone la problemática que presenta el internet debido a que este no es capaz de garantizar la seguridad ni la calidad de servicio en la transmisión de datos clínicos, imágenes médicas y videoconferencia.

1.1 Objetivo del trabajo

El objetivo del presente informe de suficiencia es formular una propuesta para implementar servicios de telemedicina en el puesto de salud del distrito de Saylla, ubicado en la provincia del cusco del departamento y región Cusco. Para lograr este objetivo se analizara los requerimientos para el transporte de información médica de acuerdo a los estándares internacionales. Una vez definido estos requerimientos se procederá a analizar las diferentes tecnologías de comunicación que existen en la actualidad y finalmente escoger la tecnología que me mejor se adapte a los estándares internacionales.

1.1.1 Objetivos específicos

Los objetivos específicos del presente informe se describen a continuación:

1. Poder definir el medio de comunicación más óptimo que se adecue al estándar DICOM y a las recomendaciones de UIT para que se pueda garantizar que la videoconferencia se dé en tiempo real y que los datos clínicos, imágenes médicas se transmitan en forma rápida y segura.
2. Permitir a los usuarios del puesto de salud tener conectividad a internet por medio de la red de comunicaciones y así poder implementar servicios de la teleeducación en el puesto de salud.
3. Garantizar un mínimo de velocidad de transmisión para que la videoconferencia no se vea interrumpida por el tráfico de internet, esto debido a que la videoconferencia y internet comparten el mismo canal de comunicaciones.
4. Garantizar un mínimo de velocidad de transmisión para que los datos clínicos y las imágenes médicas se transmitan en forma rápida y segura sin que esto afecte a la videoconferencia, esto debido a que el tráfico de videoconferencia, datos clínicos, imágenes médicas e internet comparten en el mismo canal de comunicaciones.

1.2 Alcances

Los alcances del presente informe se describen a continuación:

PRIMERO: Análisis de por qué internet no es una red confiable para poder implementar videoconferencias en tiempo real ni garantizar que la información médica se transporten en forma segura.

SEGUNDO: Se determinara los requisitos exigidos por el estándar DICOM específicamente en la parte concerniente a la transmisión de datos. Con respecto a las recomendaciones de la UIT se analizara los parámetros de tiempo que debe cumplir la videoconferencia para que se dé en tiempo real.

TERCERO: La formulación de la propuesta para implementar servicios de telemedicina en el puesto de salud se refiere específicamente al análisis del porque las redes privadas virtuales son el medio de comunicación más óptimo que nos permita interconectar el puesto de salud con el hospital regional. También se expondrá las especialidades médicas que se pueden implementar en el puesto de salud y los equipos médicos mínimos necesarios para que se pueda brindar el servicio de telemedicina.

CUARTO: Se analizara solo el funcionamiento de la calidad de servicio a nivel de equipos de comunicaciones instaladas en el puesto de salud y en el hospital regional. La calidad de servicio que aplica la nube de la red privada virtual no es tema de este informe.

QUINTO: Los servicios de telemedicina a implementarse en el puesto de salud tienen el objetivo de mejorar los servicios en atención primaria de salud en cuanto se refiere a la promoción de la salud, prevención de los riesgos, daños, diagnosticar y brindar un tratamiento adecuado a las enfermedades más comunes que se presentan.

1.3 Formulación del problema de ingeniería

Según la OMS el códec de compresión de video usado para un sistema de videoconferencia en tiempo real es el códec H.264, que es una recomendación de la UIT. En la Tabla 1.1 se muestra la resolución, el número de cuadros por segundo y las velocidades de transmisión de este códec para cada tipo de escenario.

Tabla 1.1 Niveles de la calidad de Imagen para H.264

Escenario	Resolución y Cuadros /seg	Velocidad de transmisión
Contenido Móvil (3G)	176x144, 10-24fps	50-160Kpbs
Internet/Definición estándar(SD)	640x480, 24fps	1-2Mbps
Alta definición (HD)	1280x720, 24fps	5-6Mbps
Full Alta definición (FULL HD)	1920x1080, 24fps	7-8Mbps

En cuanto al equipo de videoconferencia, la resolución del video según la OMS deberá ser mínimo en el formato 352 x 240 (NTSCb) o 352 X 288 (PAL4b). De acuerdo a la Tabla 1.1 se puede ver que el formato de 640x480 del códec H.264 satisface el formato mínimo requerido por la OMS. En la Tabla 1.2 se muestra los parámetros máximos de tiempo y pérdida de paquetes que se deben cumplir para que la videoconferencia se dé en tiempo real según la UIT.

Tabla 1.2 Parámetros para videoconferencia en tiempo real

	Perdida de paquetes	Latencia	Jitter
Videoconferencia punto a punto	< 1%	< 150ms	< 30ms
Videoconferencia punto a multipunto	< 0.75%	< 150ms	< 30ms

En la Tabla 1.3 se muestran los dispositivos digitales más usados en telemedicina y los requerimientos de velocidad de transmisión de acuerdo al estándar DICOM. En la Tabla 1.4 se muestra el tamaño de las imágenes médicas de acuerdo al estándar DICOM. El protocolo de comunicación usado para la transmisión de imágenes médicas y datos clínicos de acuerdo al estándar DICOM es el protocolo TCP/IP. El formato de compresión de imágenes medicas aceptado y soportado por DICOM es JPEG y Wavelet.

Tabla 1.3 Dispositivos Médicos Digitales

Dispositivo Digital	Velocidad de transmisión
Esfigmomanómetro	< 10 Kb / s
Termómetro Digital	< 10 Kb / s
Estetoscopio Digital	< 10 Kb / s
Electrocardiograma	< 10 Kb / s

Tabla 1.4 Tamaño de la imagen medica

Tipo de Imagen digital	Resolución		Tamaño de cada Imagen
	Espacial	Contraste	
Radiografía	512x512	X8	384 KB
Radiografía	1760x2180	X12	3.2 MB
Radiografía	2048x2560	X12	10 MB
Radiografía	4096x4096	X12	32 MB

La Tabla 1.5 muestra las principales características que debe tener como mínimo el monitor de computadora, de acuerdo al estándar DICOM, para que el médico especialista pueda visualizar las imágenes médicas.

Tabla 1.5 Características mínimas del monitor de imágenes medicas

Tipo	Pantalla plana
Resolución	>1600x1200
Contraste	>1:500
Brillo	>250 cd/m ²
Tiempo de refresco	<10ms

1.3.1 Internet y la falta de calidad de servicio

De acuerdo a lo mencionado en el punto anterior vemos que para tener una videoconferencia en tiempo real es necesario que la latencia sea inferior a 150ms, el jitter sea menor a 30 ms y la pérdida de paquetes no debe sobrepasar el 1%(videoconferencia punto a punto). Dado que internet es una red IP y tiene como única política la denominada como "Mejor Esfuerzo", esto implica que el usuario envía paquetes a la red y esta hace su mejor esfuerzo para hacerlos llegar al destinatario, no asegurando ningún tipo de calidad del servicio (perdidas, retardos, etc.). Con este principio no es posible garantizar los tiempos de respuesta que se muestran en la Tabla 1.2.

En la Tabla 1.6 se hace una comparación entre los resultados obtenidos cuando se simula una videoconferencia a través de internet (ver Anexo A) y los tiempos máximos exigidos por la UIT para que la videoconferencia se dé en tiempo real.

Tabla 1.6 Comparación entre Internet y UIT

	Internet	UIT
Latencia	16ms	<150ms
Jitter	63ms	<30ms
Perdida de paquetes	12.5%	<1%

Velocidad de transmisión de subida	Solo garantiza el 10% de la velocidad de bajada	>1Mbps
---	---	--------

Protocolos superiores a IP (Protocolo de Internet), como el protocolo TCP (Protocolo de Transmisión de Control), han procurado solucionar el problema de la perdida de paquetes básicamente reenviando paquetes si estos no llegan a destino. Esto resuelve los problemas de la transferencia tradicional de datos, pero este tipo de protocolos no puede ser usado para la transferencia de servicios interactivos en línea, en los que no es posible esperar por una retransmisión. A continuación detallamos los principales problemas que tiene el internet y que hacen imposible que esta tecnología de comunicación sea la base para implementar servicios de telemedicina.

La latencia o retardo es el tiempo que transcurre entre el momento en que se origina la voz en uno de los extremos y el momento en que es reproducida en el otro extremo; es decir, el tiempo que tarda en ser transmitido el paquete de voz. El retardo es provocado por diversos factores: la distancia (retardo por propagación), el procesamiento digital de la voz (digitalización, compresión y empaquetado), la serialización de paquetes y los buffers empleados para reordenar los paquetes de voz, ver Figura 1.1.

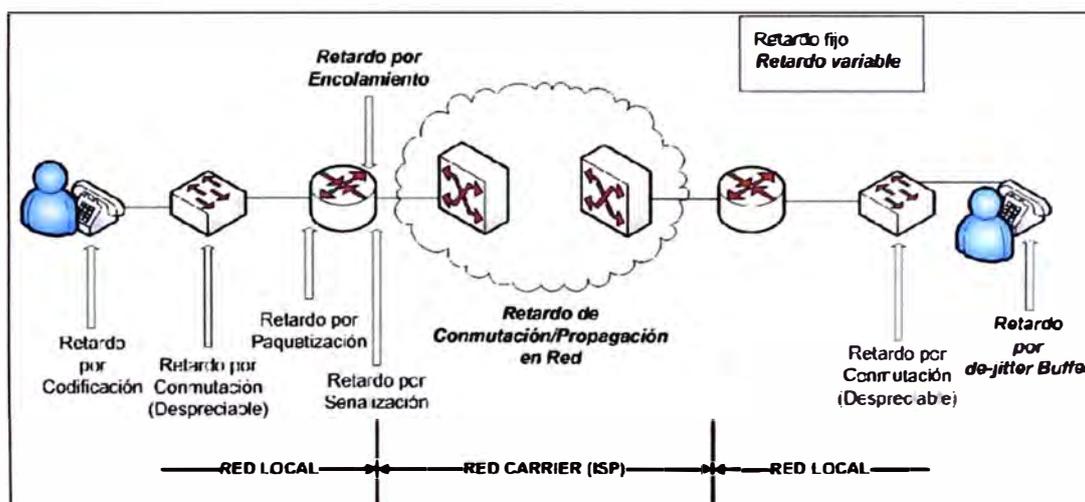


Figura 1.1 Retardos en el envío de paquetes de extremo a extremo

El jitter es la variación en los tiempos de retardo entre los paquetes consecutivos de un tráfico de voz. Cuando los paquetes salen de la interfaz de transmisión lo hacen en secuencia e igualmente espaciados en tiempo (tráfico continuo y estable). A medida que recorren la red hacia su destino, atraviesan por diferentes dispositivos y medios que introducen retardos de diferentes magnitudes e incluso ocasionan que algunos de estos paquetes se pierdan. Lo anterior provoca que los paquetes lleguen con retardos distintos y fuera de secuencia. Como se ha mencionado anteriormente, las redes IP no garantizan la entrega de los paquetes en orden, ni de forma inmediata; sin embargo, los paquetes de voz pueden ser etiquetados para recibir un trato preferente a la hora de atravesar la red.

No obstante, tales medidas no terminan con el jitter, sólo reducen sus efectos, tal como se muestra en la Figura 1.2.

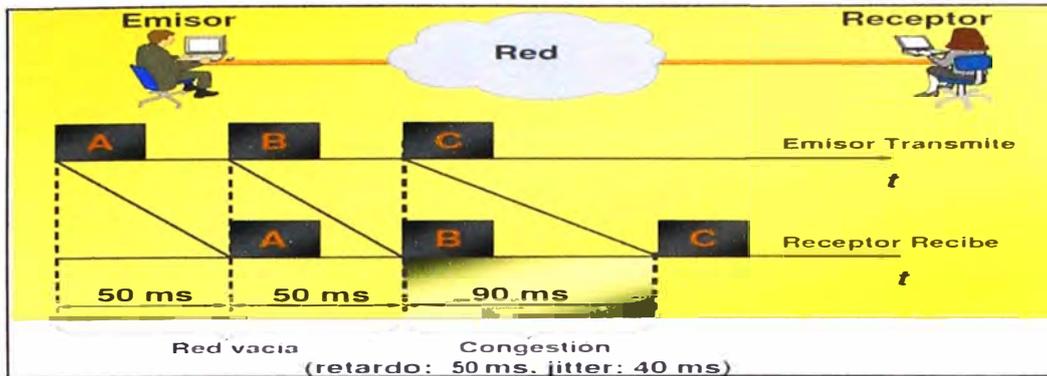


Figura 1.2 Influencia del Jitter

La pérdida de paquetes de voz provoca que la señal de voz se entrecorte y tenga saltos. El interlocutor que recibe la señal deteriorada por la pérdida de paquetes escuchará huecos en la conversación, tal como se muestra en la Figura 1.3.

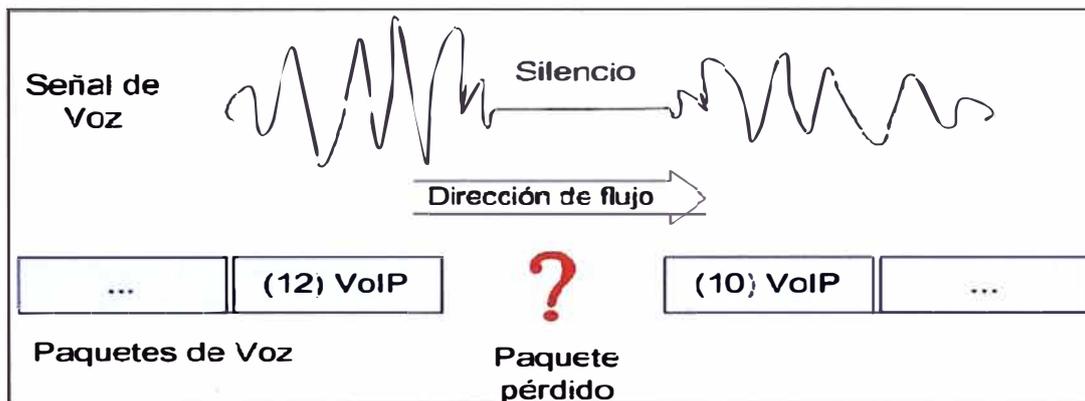


Figura 1.3 Influencia de la pérdida de paquetes

El internet no diferencia el tipo de tráfico que viaja a través de la red, no existe priorización del tráfico. Por ejemplo no distingue lo que es tráfico de videoconferencia con tráfico dirigido a páginas web. Internet trata a todos los tipos de tráfico que pasan a través de su red de la misma forma y solo aplica la política de mejor esfuerzo, lo cual significa que el primero que llega es el primero en salir. En el Anexo A se muestra la simulación de una videoconferencia a través de internet en la cual se muestra la falta de priorización del tráfico, en esta simulación se muestra cómo es que cuando se realiza una descarga desde internet esta pueda tomar toda la velocidad de transmisión contratada, lo cual provoca que la videoconferencia sea pésima debido a que el jitter y pérdida de paquetes están por encima de lo establecido en la Tabla 1.2. El internet es una red que está expuesta a distintos tipos de ataques informáticos, debido a esta razón internet no garantiza ningún tipo de seguridad.

CAPITULO II MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

2.1 Generalidades de la telemedicina

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS), la telemedicina se define como "el suministro de servicios de salud, en los que la distancia constituye un factor crítico, por profesionales que apelan a las tecnologías de la información y de las comunicaciones con objeto de intercambiar datos para hacer diagnósticos, recomendar tratamientos y prevenir enfermedades y heridas, así como para la formación permanente de los profesionales de atención de salud y en actividades de investigación y evaluación, con el fin de mejorar la salud de las personas y de las comunidades en que viven".

La telesalud es el servicio de salud que utiliza tecnologías de información y comunicación para lograr que estos servicios y los relacionados sean más accesibles a consumidores y proveedores de atención en salud en áreas rurales o poco atendidas. Sus áreas son teleprevención, telediagnóstico, teleadministración, telecapacitación, entre otras. Los beneficios que aportan las aplicaciones de Telesalud son múltiples, como:

1. Mejora la calidad asistencial.
2. Fomenta la equidad llevando la atención a las áreas aisladas.
3. Favorece la universalidad del acceso a todos los niveles asistenciales.
4. Provee apoyo científico y tecnológico a los profesionales.
5. Facilita la atención integral del paciente.
6. Optimiza procesos administrativos al aumentar la eficiencia del sistema de salud.
7. Aumenta el conocimiento de salud de la población y fomenta .

2.2 Estándares existentes en telemedicina

Para facilitar la comprensión de la información por otros profesionales, se han creado estándares internacionales para la captación, transmisión y recepción de la información médica.

2.2.1 HIS

El Sistema de información del Hospital (Hospital Information System – HIS) es el sistema integrado que procesa por medio de hardware y software la información financiera, administrativa, clínica, estadística y técnica que se genera en dicha institución hospitalaria. Este sistema está diseñado tanto para almacenar como para manipular y

recuperar la información concerniente al abastecimiento de servicios médicos dentro del hospital.

2.2.2 RIS

Es un sistema de administración de datos destinado para el uso del departamento de Radiología (Radiological Information System - RIS). Se basa en el almacenamiento, manipulación y distribución de la información radiológica ya sea datos o imágenes del paciente. Entre las funciones que debe llevar a cabo el sistema se encuentran:

- Registro de pacientes y programación.
- Administración de lista de pacientes.
- Administración del flujo de trabajo del departamento de Radiología.
- Petición y escaneo de documentos.
- Reportes e Impresiones.
- Entrega de reportes médicos vía correo electrónico o fax.
- Seguimiento de los casos médicos de cada paciente.
- Creación de archivos técnicos.
- Administración de materiales médicos de dicho departamento.

2.2.3 HL7

HL7 (Health Level Seven - HLS) es un conjunto de estándares para el intercambio electrónico de información médica. Level Seven, hace referencia al nivel siete (aplicación) del modelo OSI. La interoperabilidad del RIS con los sistemas de información del hospital suscita inconvenientes a nivel de arquitectura, y de compatibilidad, los cuales se ven superados gracias al protocolo HL7. Por medio del sistema de manejo de mensajes particulares para intercambio de información, HL7 especifica la forma de transferencia de datos administrativos como médicos entre RIS y las unidades de almacenamiento. Así mismo, HL7 implementa la traducción de información entre formatos distintos, lo cual permite el manejo de formatos especificados por HL7 así como los indicados por los protocolos DICOM, permitiendo la comunicación entre RIS y los PACS (Picture and Archive Communication System).

2.2.4 DICOM

DICOM (Digital Imaging and Communication in Medicine) es el estándar reconocido mundialmente para el intercambio de imágenes médicas, pensado para el manejo, almacenamiento, impresión y transmisión de imágenes médicas. Incluye la definición de un formato de fichero y de un protocolo de comunicación de red. DICOM permite la integración de escáneres, servidores, estaciones de trabajo, impresoras y hardware de red de múltiples proveedores dentro de un sistema de almacenamiento y comunicación de imágenes. El protocolo de comunicación de DICOM es el protocolo TCP/IP.

2.2.5 PACS

Son computadoras o redes dedicadas al almacenamiento, acceso, distribución y presentación de imágenes médica (Picture Archiving and Communications System - PACS). Las imágenes son almacenadas en un formato independiente. El formato más común para almacenamiento de imágenes es DICOM. La mayoría de PACS manejan imágenes de varios instrumentos médicos como ultrasonido, resonancia magnética, tomografía computarizada, endoscopia, mamografía, etc.

Un PACS debe consistir de un solo punto de acceso para las imágenes y su información asociada. Debe también tener una interfaz de interacción con sistemas de información existentes en un hospital como HIS y RIS. La Figura 2.1 muestra como se integran los diferentes estándares de telemedicina.

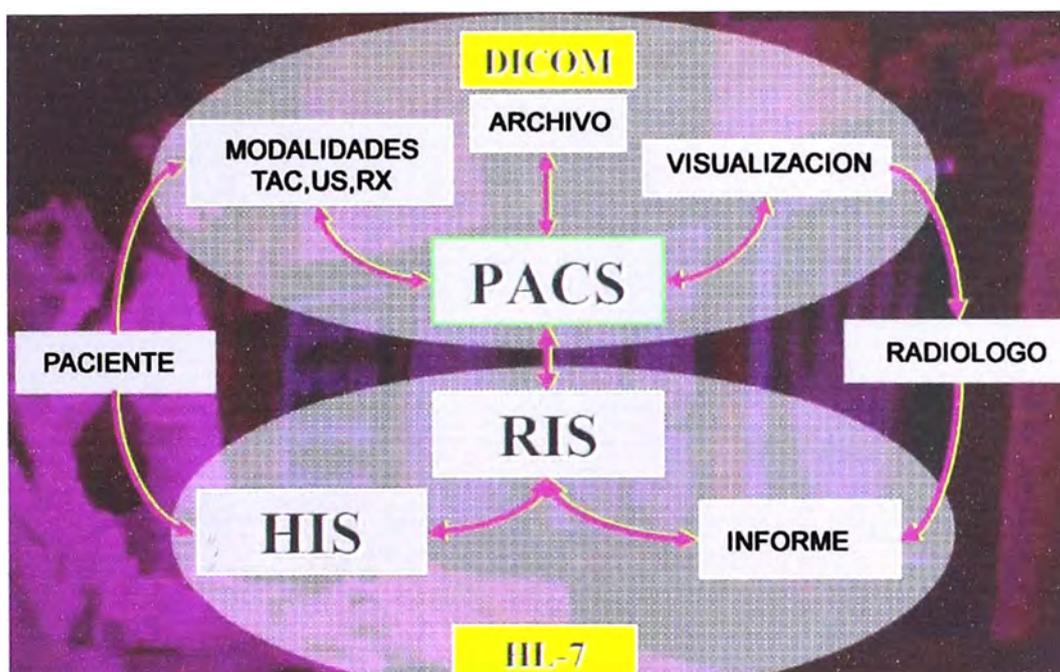


Figura 2.1 Integración de los estándares de telemedicina

2.3 Tecnologías de transmisión

2.3.1. Red telefónica pública conmutada

La Red Telefónica Pública Conmutada (RTPC) es una red de comunicación diseñada primordialmente para la transmisión (telefonía clásica), aunque puede también transmitir datos, por ejemplo en el caso del fax o de la conexión a Internet a través de un módem (modulador-demodulador) que permiten convertir los datos digitales a señales analógicas que serán transmitidas por el par de cobre hasta la central. La máxima velocidad de transmisión soportada por este medio es de 56kbps. A pesar de esto, sigue siendo el medio más utilizado en telemedicina dado que su alcance es prácticamente universal y su costo de instalación y operación es muy bajo.

2.3.2 Red Digital de Servicios Integrados

La Red Digital de Servicios Integrados (RDSI) es una red que proporciona conectividad digital de extremo a extremo, para dar soporte a una amplia gama de servicios, que incluye voz y datos. Las RDSI permiten la operación de múltiples canales digitales al mismo tiempo a través del mismo cable telefónico normal utilizado en las líneas analógicas; pero las RDSI transmiten señales digitales y no analógicas. La latencia es mucho menor en una línea RDSI que en una línea analógica. Esta tecnología ofrece conexiones de circuitos conmutados (para voz y datos), y conexiones de paquetes conmutados (para datos), en incrementos de 64kbps. Una de las mayores aplicaciones de RDSI en el mercado es el acceso a Internet, donde provee un máximo de 128kbps en ambas direcciones, subida y bajada (ésto ya es considerado banda ancha, ya que supera los 56kbps de velocidad de las líneas telefónicas analógicas). Una característica importante de las RDSI es que el costo de comunicación suele ser igual al de la RTPC, pero con una calidad superior.

2.3.3 E1-T1

Estas tecnologías son conocidas como Portadora-E y Portadora-T, los números corresponden al nivel de jerarquía donde trabaja la portadora. Estos son servicios conmutados (como la RTPC) llamados troncales, ya que agrupan un gran número de conexiones en cada canal. Al igual que en los servicios RTPC, la base de tarifa es accesible, se paga el cargo básico más los minutos utilizados. Un enlace E1 opera sobre dos juegos separados de cable, usualmente es un cable coaxial. Tienen 30 canales independientes o un sólo canal de una velocidad de transmisión de 2Mbps en el caso de un E1 y 1.54Mbps en el caso de un T1. E1 es la norma europea y T1 es la norma americana. Ambos se pueden interconectar para uso internacional.

2.3.4 DSL

Pertenece a la familia de tecnologías que proveen transmisión de datos de manera digital sobre los pares de cobre convencionales de la RTPC. DSL en español Línea de Abonado Digital. DSL puede ser usada al mismo tiempo y en la misma línea telefónica con un teléfono regular, ya que usa altas frecuencias, mientras que el teléfono regular utiliza bajas frecuencias. Esta tecnología permite conectar al usuario final con la central telefónica a una velocidad muy alta sobre una línea telefónica convencional. La velocidad de transmisión varía entre 64Kbps y 52Mbps. Las empresas de telefonía ofrecen conexiones a Internet (ISP) o conexiones punto a punto mediante xDSL.

2.3.5 ATM

El Modo de Transferencia Asíncrona o Asynchronous Transfer Mode (ATM) es una tecnología de telecomunicación desarrollada para hacer frente a la gran demanda de capacidad de transmisión para servicios y aplicaciones. Con esta tecnología, a fin de

aprovechar al máximo la capacidad de los sistemas de transmisión, sean estos de cable o radioeléctricos, la información no es transmitida y conmutada a través de canales asignados en permanencia, sino en forma de cortos paquetes (celdas ATM) de longitud constante y que pueden ser enrutadas individualmente mediante el uso de los denominados canales virtuales y trayectos virtuales.

2.3.6 MPLS

MPLS (siglas de Multiprotocol Label Switching) es un mecanismo de transporte de datos estándar creado por la IETF (Grupo Especial sobre Ingeniería de Internet) y definido en el RFC (Petición de Comentarios) 3031. Opera entre la capa de enlace de datos y la capa de red del modelo OSI. Fue diseñado para unificar el servicio de transporte de datos para las redes basadas en circuitos y las basadas en paquetes. Puede ser utilizado para transportar diferentes tipos de tráfico, incluyendo tráfico de voz y de paquetes IP.

2.3.7 VSAT

VSAT (Very Small Aperture Terminal), son conexiones de satélite. Normalmente son usadas para intercambio de información punto-punto o punto-multipunto. VSAT fue originalmente creada para comunicaciones del tipo almacenamiento y reenvío, pero ha evolucionado de manera que puede proveer servicios de Internet en tiempo real. Trabajan con frecuencias entre 7,9 y 8,4 GHz para subida y en la banda de 7,25 a 7,75 GHz para bajada.

2.3.8 SCPC

SCPC (Single Channel per Carrier- Unica Portadora por Canal). Son enlaces punto a punto. Tienen una frecuencia de Tx y un de Rx fija, establecida por la empresa prestataria. Pueden ir de 64Kbps hasta 10Mbps.

2.3.9 WI-FI

Es un sistema de envío de datos sobre redes informáticas que utiliza ondas de radio en lugar de cables. Wi-Fi (Wireless Fidelity o Fidelidad Inalámbrica) está basado en el estándar IEEE 802.11. Esta certificación garantiza interoperabilidad entre equipos inalámbricos. Con la nueva norma 802.11n se alcanza una velocidad de transmisión máxima de hasta 600Mbps. Aunque actualmente la capa física soporta una velocidad de 300Mbps.

2.3.10 Wimax

Es una tecnología dentro de las conocidas como tecnologías de última milla, también conocidas como bucle local que permite la recepción de datos por microondas y retransmisión por ondas de radio. El protocolo que caracteriza esta tecnología es el IEEE

802.16. Una de sus ventajas es dar servicios de banda ancha en zonas donde el despliegue de cable o fibra por la baja densidad de población presenta unos costos por usuario muy elevados (zonas rurales).

Las principales características de esta tecnología se describen a continuación:

1. Distancias de hasta 80 kilómetros, con antenas muy direccionales y de alta ganancia.
2. Velocidades de hasta 75 Mbps, siempre que el espectro esté completamente limpio.
3. Facilidades para añadir más canales, dependiendo de la regulación de cada país.
4. Anchos de banda configurables y no cerrados, sujetos a la relación de espectro.
5. Permite dividir el canal de comunicación en pequeñas subportadoras.

2.3.11 GSM

El Sistema Global para Comunicaciones Móviles (GSM, proviene de Global "System for Mobile") es un sistema estándar, completamente definido, para la comunicación mediante teléfonos móviles que incorporan tecnología digital. Por ser digital cualquier cliente de GSM puede conectarse a través de su teléfono celular con su PC y puede enviar, recibir mensajes por e-mail, navegar por Internet, tener acceso seguro a la red informática de una compañía (LAN/Internet), así como utilizar otras funciones digitales de transmisión de datos, incluyendo el Servicio de Mensajes Cortos (SMS) o mensajes de texto.

2.3.12 GPRS

General Packet Radio Service (GPRS) o Servicio General de Paquetes vía Radio es una tecnología que permite realizar y recibir llamadas mientras se están transmitiendo datos, sin necesidad de reiniciar la transmisión cuando haya terminado de hablar. Los teléfonos GPRS disponen de varios canales para el envío y recepción de datos, aumentando la velocidad de transmisión. Con GPRS la facturación se realiza por volumen de datos transmitidos y no en función del tiempo y conexión. La conexión GPRS permite acceso a WAP (Wireless Application Protocol) e Internet. También se le conoce como GSM-IP debido a que emplea la tecnología Internet Protocol (IP).

2.3.13 UMTS

Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles (Universal Mobile Telecommunications Systems – UMTS) es una tecnología usada por los móviles de tercera generación (3G, sucesora de GSM). Aunque inicialmente estuvo pensada para su uso en teléfonos móviles, la red UMTS no está limitada a estos dispositivos, pudiendo ser utilizada por otros, como PC's, PDA's, etc. Sus tres grandes características son las capacidades multimedia, una velocidad de acceso a Internet elevada, la cual además le permite transmitir audio y video en tiempo real, y una transmisión de voz con calidad equiparable a la de las redes fijas.

2.4 Calidad de servicio

La calidad de servicio (QoS – Quality of Service) se refiere a la habilidad de la red de ofrecer prioridad a unos determinados tipos de tráfico sobre diferentes tecnologías de comunicaciones, incluyendo: Modo de Transferencia Asíncrono (ATM), Multiprotocolo de Intercambio de Etiquetas (MPLS), Redes de Area Local (LANs) y líneas dedicadas. La calidad de servicio es definida por 4 parámetros: velocidad de transmisión, retraso temporal, variación de retraso (o jitter) y probabilidad de error (o pérdida de paquetes o fiabilidad), y está directamente relacionado con el tamaño de colas y la congestión de la red, con la velocidad de conmutación y velocidad de transmisión de los enlaces, provee de mejores y más predecibles servicios a la red:

1. Soporte de velocidad de transmisión dedicado.
2. Reduce la pérdida de paquetes.
3. Evita y maneja la congestión de la red.
4. Organiza el tráfico de la red.
5. Introduce prioridades de tráfico a lo largo de la red, ver Figura 2.2.

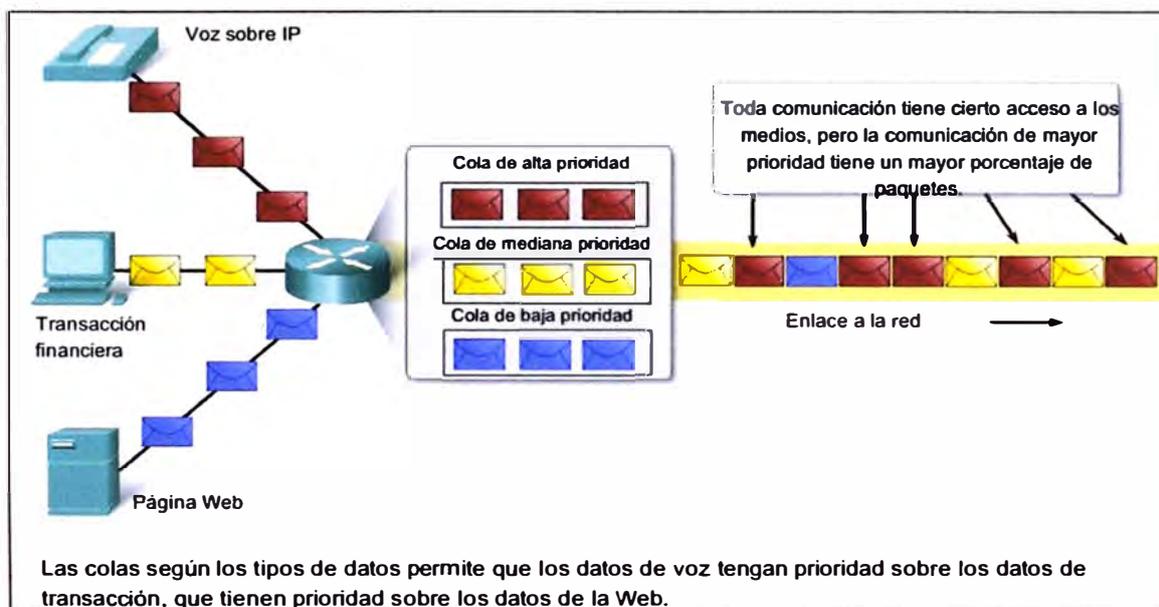


Figura 2.2 Calidad de servicio

2.4.1 Efectos de la congestión del tráfico

Sería muy fácil dar calidad de servicio si las redes nunca se congestionaran. Para ello habría que sobredimensionar todos los enlaces, lo cual no siempre es posible o deseable. Para dar Calidad de servicio con congestión es preciso tener mecanismos que permitan dar un trato distinto al tráfico preferente y cumplir el SLA (Acuerdo del nivel de servicio). El SLA suele ser estático y definido en el momento de negociación del contrato con el proveedor de servicio. En la Figura 2.3 se observa cómo afecta la congestión en el tiempo de servicio y en el rendimiento de la red.

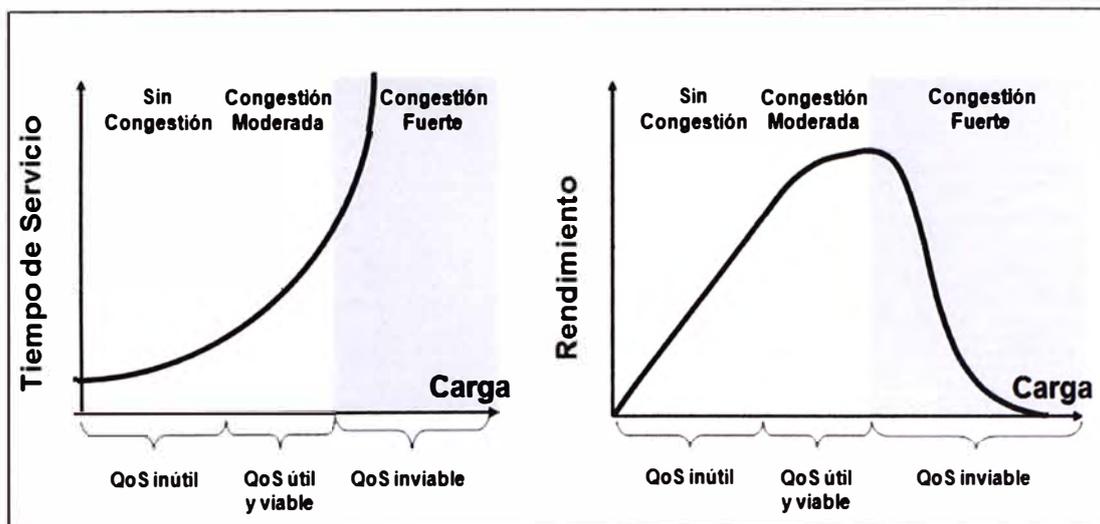


Figura 2.3 Efectos de la congestión

Es bien sabido que incluso desde una perspectiva de optimizar el uso global de los recursos no es deseable una excesiva carga en los enlaces. Cuando la carga aumenta el tiempo de servicio crece de forma exponencial y como consecuencia de esto las aplicaciones no pueden funcionar o retransmiten la información que creían perdida. Por tanto a partir de un cierto nivel de carga no solo crece el tiempo de servicio, sino que disminuye el rendimiento obtenido del enlace debido a las retransmisiones. El objetivo de la Calidad de servicio es asegurar que en casos de carga relativamente elevada (la zona marcada como de 'congestión moderada') las aplicaciones que lo requieran podrán disfrutar de un tiempo de servicio reducido. Si la red tiene siempre niveles de carga inferiores el funcionamiento se complica y no se obtiene beneficio al aplicar mecanismos de Calidad de servicio. Si la red tiene normalmente niveles fuertes de congestión los mecanismos de Calidad de Servicio difícilmente serán capaces de asegurar el nivel de calidad pedido a las aplicaciones que así lo requieran.

2.4.2 Mecanismos de calidad de servicio

Se han desarrollado y estandarizado los dos mecanismos de Calidad de Servicio, reserva y prioridad:

1. Servicios Integrados: El usuario solicita de antemano los recursos que necesita; cada router del trayecto ha de tomar nota y efectuar la reserva solicitada.
2. Servicios diferenciados: El usuario marca los paquetes con un determinado nivel de prioridad; los routers van agregando las demandas de los usuarios y propagándolas por el trayecto. Esto le da al usuario una confianza razonable de conseguir la Calidad de servicio solicitada.

2.4.3 Arquitectura de servicios diferenciados

El modelo de Servicios Diferenciados o DiffServ (Differentiated Services) es propuesto por la IETF (Grupo Especial sobre Ingeniería de Internet) para habilitar una

cierta clasificación del tráfico IP en un número limitado de clases de servicio. Si bien los DiffServ no establecen una ruta extremo a extremo para conocer el estado de la red. Con todos los dispositivos de red con clases de servicio configuradas se llega a obtener un resultado preferente para tráfico prioritario con respecto a los demás cuando la red está congestionada.

Los servicios diferenciados son propuestos para resolver problemas que aparecen en los servicios integrados, siendo el modelo DiffServ más escalable, flexible y sencillo. DiffServ propone la división del tráfico en función de su prioridad, resolviendo el problema de la señalización marcando el mismo paquete en los campos de su cabecera. DiffServ proporciona CoS (clases de servicio) a agregados de tráfico unidireccionales.

En un dominio DiffServ diferentes tráfico de salida de usuarios se asocian hacia una misma clase DiffServ. Estas constituyen, por lo tanto, un agregado de tráfico que se identifica con un DiffServ Code Point (DSCP - Código de Prefijo de Servicios Diferenciados) determinado y presenta las siguientes características:

1. Se basa en el marcado de paquetes únicamente. No hay reserva de recursos por tráfico, no hay protocolo de señalización, no hay información de estado en los routers. En vez de distinguir tráfico individuales clasifica los paquetes en categorías (según el tipo de servicio solicitado).
2. Los routers tratan cada paquete según su categoría (que viene marcada en la cabecera del paquete). La política de control y la política de admisión sólo se han de efectuar en los routers de entrada a la red del proveedor y en los que atraviesan fronteras entre proveedores diferentes (normalmente en las fronteras entre sistemas autónomos).

La Arquitectura de Servicios Diferenciados (Diffserv) está basado en un modelo simple de tratamiento del tráfico, utilizado para grandes redes enrutadas. La sofisticada clasificación, marcado de los paquetes, política y operaciones de acondicionamiento necesitan sólo ser implementadas en los elementos de frontera de la red.

El marcado de paquetes se realiza mediante la asignación de un código específico DSCP, que es todo lo que se necesita para identificar a cada clase de tráfico. La clase de tráfico es la agregación de todos los tráfico bajo el mismo criterio de clasificación.

En la Figura 2.4 se observa cómo se implementa los servicios diferenciados en los routers, desde la diferenciación y clasificación de los paquetes hasta el manejo de las políticas de congestión. Con el fin de evitar colapsos en las redes de comunicación se realizaran controles de congestión, el cual se basara en el descarte de paquetes que tienen la menor prioridad o cuando su cola de espera se encuentre saturada.

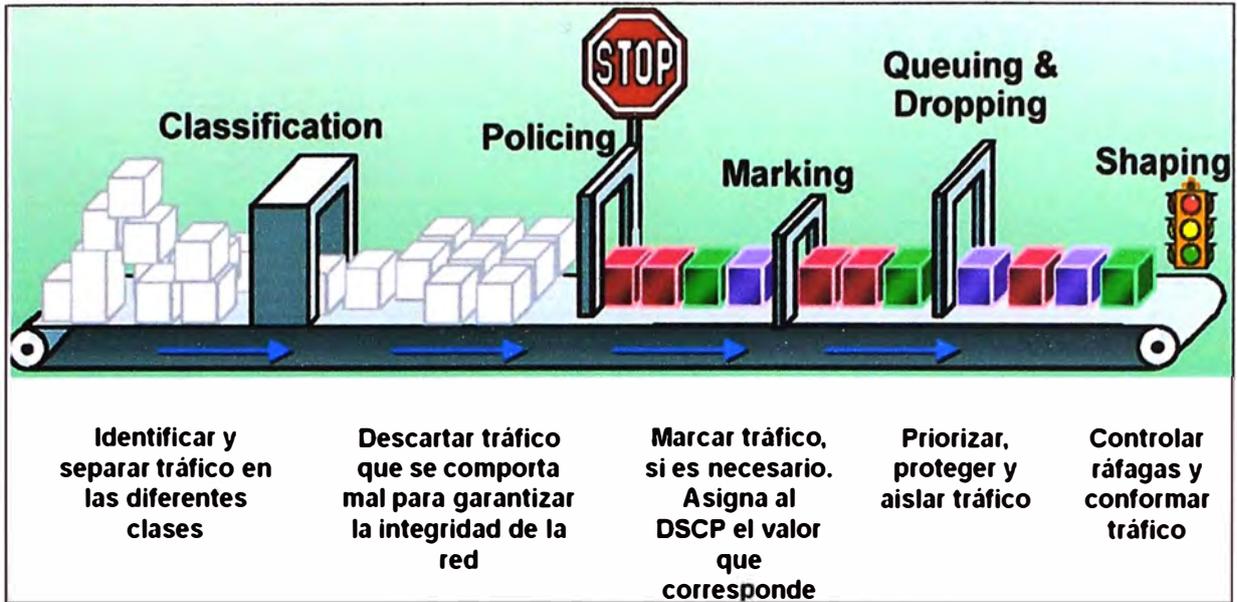


Figura 2.4 Implementación de los Servicios Diferenciados

2.4.4 Definición del campo de servicios diferenciados

Un campo de cabecera, llamado DSCP, es definido para los Servicios Diferenciados, el cual sustituye las definiciones existentes del octeto tipo de servicio (ToS) de IP versión 4 (IPv4), ver Figura 2.5. En la trama de IP versión 6 (IPv6) ya está incluido el campo DSCP.

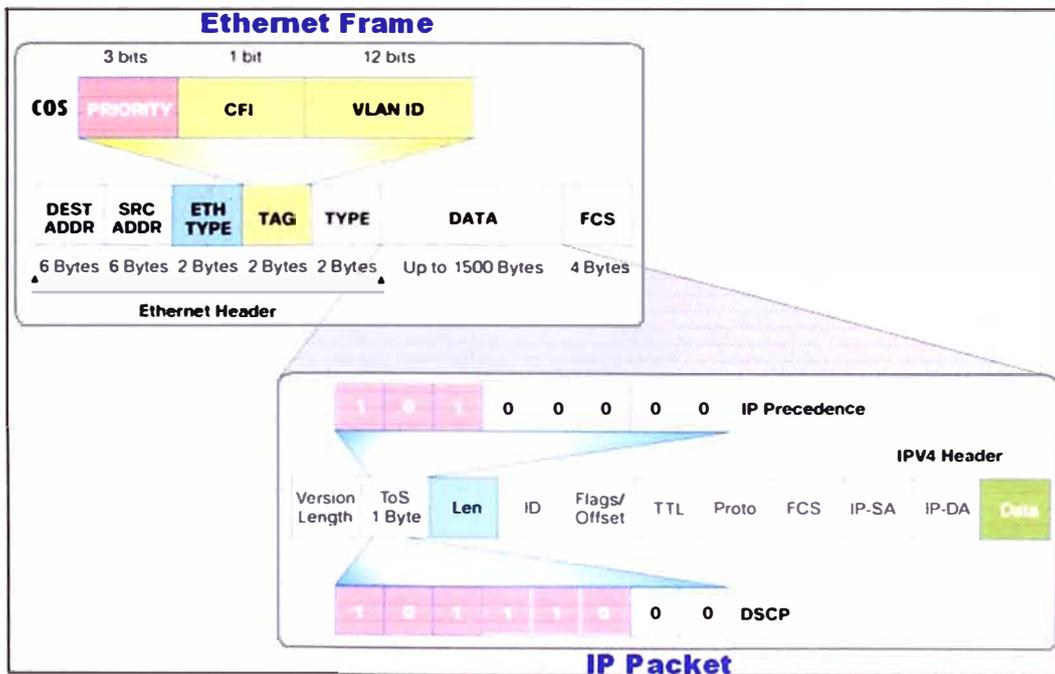


Figura 2.5 Campo de DSCP

Seis bits del campo DSCP indican el tratamiento que debe recibir cada paquete en los routers. CU (Currently Unused – actualmente sin uso) es reservado y se utiliza actualmente para el control de congestión. El valor de CU es ignorado por los nodos que implementan Diffserv, cuando se determina el comportamiento por salto (PHB) que se

aplicará a cada paquete. El campo DSCP es capaz de tener hasta 64 valores distintos. La Tabla 2.1 muestra las 64 combinaciones que puede tener el campo DSCP.

Tabla 2.1 Códigos DSCP

DSCP	PHB	DSCP	PHB	DSCP	PHB	DSCP	PHB
000 000	CS0 (DB)	010 000	CS2	100 000	CS4	110 000	CS6
000 001	EXP/LU	010 001	EXP/LU	100 001	EXP/LU	110 001	EXP/LU
000 010	-	010 010	AF21	100 010	AF41	110 010	-
000 011	EXP/LU	010 011	EXP/LU	100 011	EXP/LU	110 011	EXP/LU
000 100	-	010 100	AF22	100 100	AF42	110 100	-
000 101	EXP/LU	010 101	EXP/LU	100 101	EXP/LU	110 101	EXP/LU
000 110	-	010 110	AF23	100 110	AF43	110 110	-
000 111	EXP/LU	010 111	EXP/LU	100 111	EXP/LU	110 111	EXP/LU
001 000	CS1	011 000	CS3	101 000	CS5	111 000	CS7
001 001	EXP/LU	011 001	EXP/LU	101 001	EXP/LU	111 001	EXP/LU
001 010	AF11	011 010	AF31	101 010	-	111 010	-
001 011	EXP/LU	011 011	EXP/LU	101 011	EXP/LU	111 011	EXP/LU
001 100	AF12	011 100	AF32	101 100	-	111 100	-
001 101	EXP/LU	011 101	EXP/LU	101 101	EXP/LU	111 101	EXP/LU
001 110	AF13	011 110	AF33	101 110	EF	111 110	-
001 111	EXP/LU	011 111	EXP/LU	101 111	EXP/LU	111 111	EXP/LU

2.4.5 Encolamiento de baja latencia

El encolamiento de baja latencia (LLQ- Low Latency Queuing) logra un estricto PQ (Encolamiento de prioridad) a CBWFQ (Encolamiento equitativo ponderado basado en clase). PQ estricto permite a los datos sensibles al retardo como la voz ser desencolados y enviados antes que los paquetes en otras colas sean desencolados. LLQ proporciona encolamiento de prioridad estricta para CBWFQ, reduciendo el jitter en las conversaciones de voz. LLQ permite el uso de una simple cola de prioridad estricta dentro de CBWFQ en el nivel de clase, permitiendo direccionar tráfico perteneciente a una clase a la cola de prioridad estricta CBWFQ. Cuando múltiples clases dentro de una política simple son configuradas como clases de prioridad, todo el tráfico de estas clases es encolado a la misma cola de prioridad estricta, ver Figura 2.6.

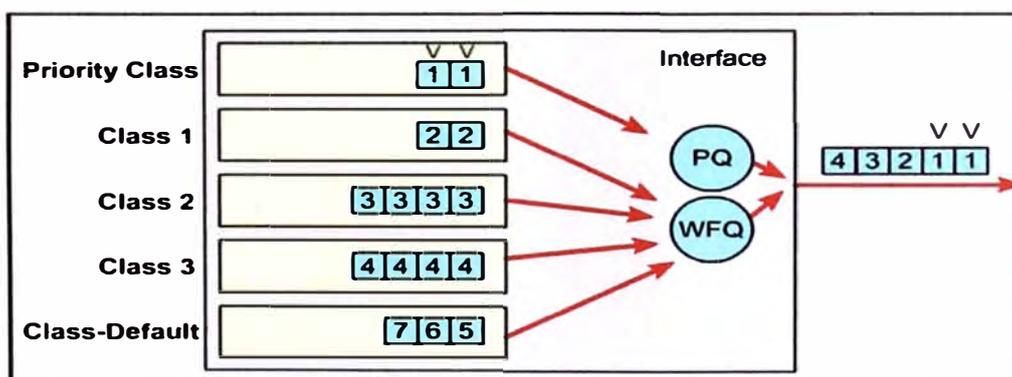


Figura 2.6 Encolamiento de Baja Latencia

2.4.6 Políticas y modelación del tráfico

Existen dos tipos de mecanismos de regulación de tráfico conocidos como políticas y modelación. Se puede implementar cada una de las características inmersas dentro de estos mecanismos a través de la red de comunicación, con el objetivo de asegurar que

un paquete o que datos de origen se adhieran a un convenio estipulado y determinar la calidad de servicio a ser entregada al paquete. Los mecanismos de política y modelación usan el descriptor de tráfico para un paquete, indicado por el proceso de clasificación del paquete, para asegurar adherencia y servicio. Generalmente estos mecanismos identifican las violaciones del descriptor de tráfico de la misma manera, sin embargo, difieren en la forma de responder a dichas violaciones, por ejemplo, una política típicamente descarta tráfico de paquetes; en cambio, una modelación retarda el tráfico excedido usando un buffer o mecanismos de encolamiento para mantener los paquetes y la forma de tráfico cuando la tasa de datos del origen es mucho más alta de lo esperado.

2.4.7 Token bucket

Un token bucket (cubeta de fichas) es una definición formal para la velocidad de transmisión y posee tres componentes principales: tamaño de ráfaga, tasa promedio e intervalo de tiempo y están relacionadas según muestra la fórmula siguiente.

$$B_c = \frac{CIR * 0.25 \text{seconds}}{8 \text{bits/byte}} \quad (2.1)$$

Dentro de la que se debe entender las siguientes definiciones para los términos en mención:

1. Velocidad promedio: Conocida como CIR (Committed information rate – velocidad de información entregada), especifica cuanta información puede ser enviada o transmitida por unidad de tiempo en promedio y está dado en bits por segundo.
2. Tamaño de ráfaga (Bc): También llamada tasa de ráfaga comprometida Bc (Burst committed – ráfaga entregada), y está dada en bytes por ráfaga e indica cuánto tráfico puede ser enviado dentro de un tiempo determinado T (para Cisco T= 0.25 segundos).

Para entender la idea de token bucket, se puede decir que algunas fichas (tokens) son colocadas dentro de una cubeta (bucket) a una cierta tasa. La cubeta por si misma tiene una capacidad especificada. Si la cubeta llena su capacidad, las fichas recién recibidas son descartadas. Cada ficha permitirá al origen enviar un cierto número de bytes dentro de la red. Al enviar un paquete, el regulador debe remover desde la cubeta un número de muestras equivalente en representación al tamaño de paquete. Si no hay suficientes fichas en la cubeta para enviar un paquete, el paquete espera hasta que la cubeta las tenga o el paquete es descartado, esto depende del mecanismo a ser usado. Si la cubeta ya está llena de fichas, las fichas entrantes se desbordan y no están disponibles para los futuros paquetes. En consecuencia, en cualquier tiempo, la ráfaga más grande que un origen puede enviar dentro de la red es aproximadamente proporcional al tamaño de la cubeta. Este método de limitación de ráfaga también garantiza que la tasa de transmisión a largo plazo no exceda a la tasa establecida en la

que las fichas con colocadas en la cubeta. Existe otro parámetro denominado tamaño de ráfaga en exceso o extendida. El tamaño de ráfaga en exceso Be (Excess burst – ráfaga excedida), sirve como otro contenedor extra que se usa cuando en Bc está lleno y los paquetes excedentes se van hacia el contenedor Be , cuando Be este lleno, los siguientes paquetes serán eliminados, este concepto es también es conocido como Dual Token Bucket (cuando se usa en Bc y Be), tal como se muestra en la Figura 2.7.

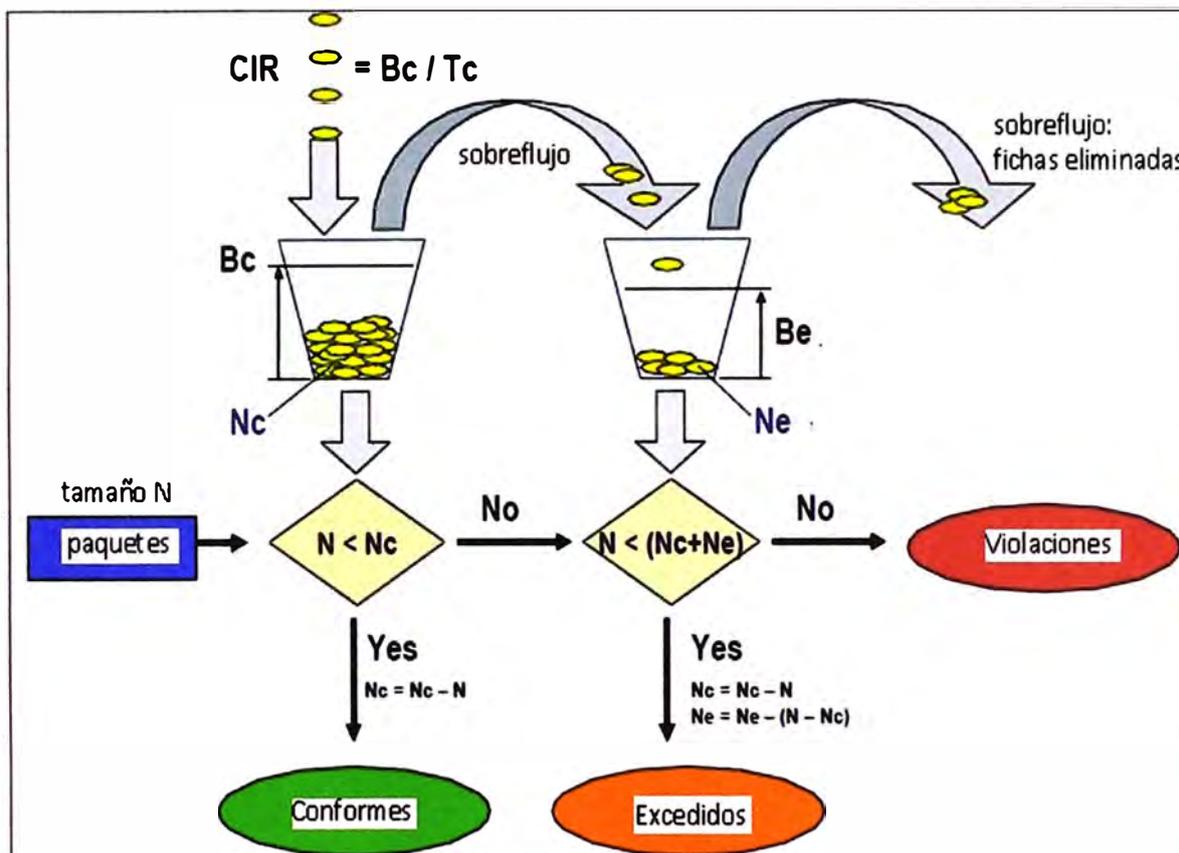


Figura 2.7 Dual Token Bucket

2.4.8 Modelación distribuida del tráfico

La modelación de tráfico permite controlar el tráfico saliente de una interfaz con el fin de enlazar su tráfico a la velocidad de la interfaz remota de destino y asegurar que el tráfico sea conforme para políticas contratadas por este.

La modelación distribuida de tráfico DTS (Distributed Traffic Shaping) provee un método de gestión de la velocidad de transmisión de una interfaz para evitar congestión, satisfacer necesidades del sitio remoto y ajustar a una tasa de servicio que es proporcionada en una interfaz. DTS utiliza colas para almacenar aumentos repentinos de tráfico que pueden congestionar una red y enviar la información dentro de la red en una velocidad regulada. Esto asegura que el tráfico se comportará en el descriptor de configuración según la definición de CIR, Bc y Be . La Figura 2.8 muestra cómo funciona la modelación distribuida de tráfico.

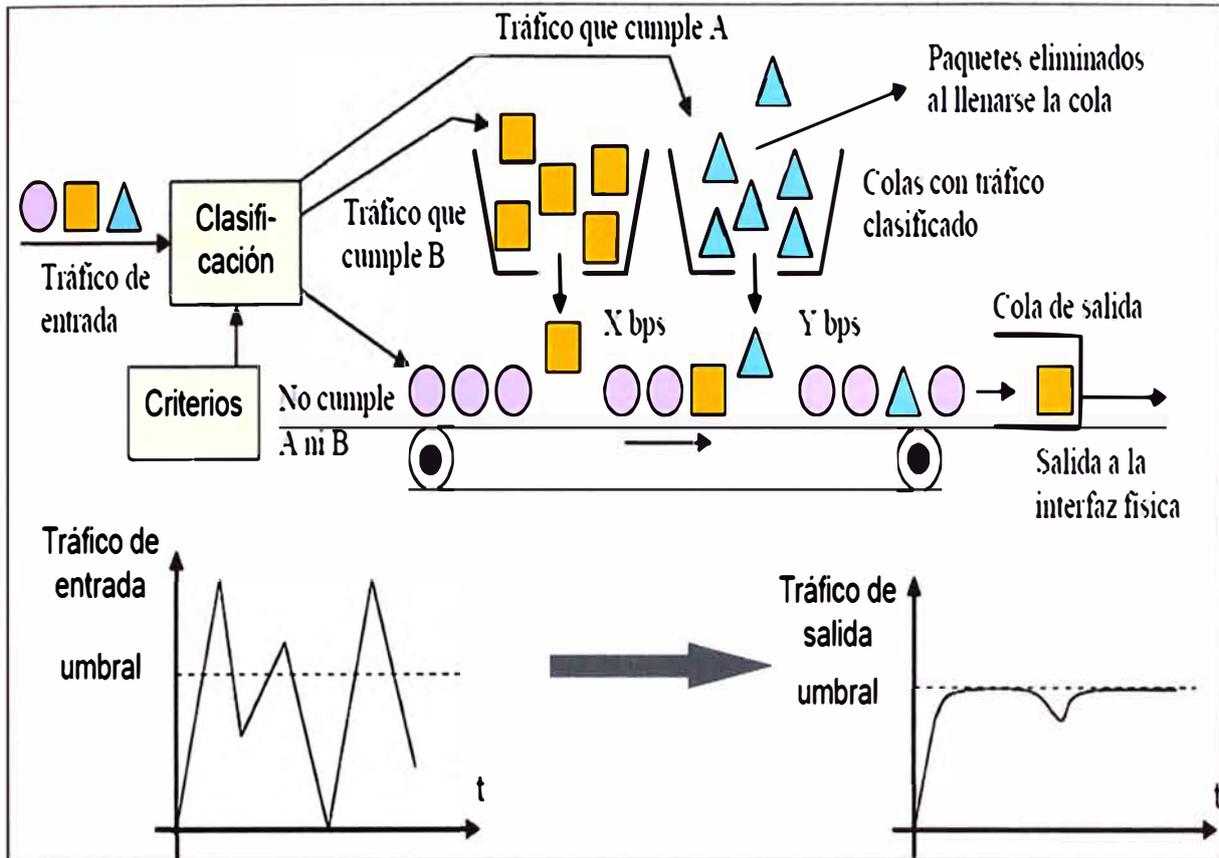


Figura 2.8 Modelación distribuida del tráfico

CAPITULO III METODOLOGIA PARA LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA

3.1 Precisión del problema

EL problema de ingeniería es que sin calidad de servicio, es prácticamente imposible garantizar una transmisión óptima de videoconferencia y que los datos recogidos por los equipos médicos puedan llegar en su totalidad o tarden demasiado en llegar al médico que se encuentra remotamente.

3.2 Alternativas de solución

En la Tabla 3.1 se muestra los anchos de banda y las principales características de las tecnologías de comunicaciones que existen en nuestro país y que son brindadas por las principales operadoras de telecomunicaciones (Claro y Telefónica). Estas tecnologías nos permitirán interconectar el puesto de salud con el hospital regional.

Tabla 3.1 Tecnologías de transmisión de datos

Tecnología		Velocidad de transmisión	QoS	Características
Redes Virtuales Privadas		Enlaces desde 64 Kbps hasta 1Gbps	Si	-Servicio de transmisión de datos con clasificación por clases de servicio. -Velocidad de transmisión garantizada por cada clase de servicio. -Servicio indicado para el transporte de aplicaciones de tiempo real, como voz y video. -Garantías de nivel de Servicio (SLA). -Servicio Simétrico.
Líneas Privadas		Enlaces desde 128Kbps hasta 155Mbps	No	-El servicio de líneas privadas, proporciona a través de una plataforma SDH de última generación, escalable y de gran capacidad, una conectividad de canal transparente entre las sucursales o sedes de un cliente. -Servicio Simétrico.
VPN ADSL		600/256 Kbps , 900/256 Kbps	No	-Acceso asimétrico (velocidad de bajada mayor al de subida). -Garantía del 10% de la velocidad de transmisión contratada. -Medio de acceso: Cobre. -Requiere tener activa una línea telefónica contratada a TdP (se excluyen: líneas prepago, troncales y RDSI).
Enlaces satelitales	SCPC	Desde 64Kbps hasta 4096Kbps.	No	-Servicio simétrico. - Enlaces punto a punto. - Una sola portadora por canal.

	VSAT	128Kbps/32Kbps, 256Kbps/64Kbps, 512Kbps/128Kbps, 768Kbps/256Kbps 1024Kbps/256Kbps.	No	-Servicio Asimétrico. -El retardo de propagación típico es de 0.5s -Enlaces punto a multipunto - Varias portadoras por canal
Datos Móviles	GPRS EDGE UMTS	5MB-256Kbps 50MB-1500Kbps 200MB- 1500Kbps 450MB- 1500Kbps	Si	-Cuando la línea alcanza tal consumo durante el ciclo de facturación la velocidad máxima alcanzable se reduce a 256 Kbps Una vez que se inicie el nuevo ciclo de facturación la velocidad será la indicada. -Servicio Simétrico.

De la tabla anterior podemos ver que la tecnología más apropiada para poder transmitir la videoconferencia en tiempo real y asegurar que la información médica se transporte en forma segura son las Redes Privadas Virtuales (RPVs).

En la Tabla 3.2 se expone las principales características del servicio de RPV que son brindadas por TELEFÓNICA y CLARO.

Tabla 3.2 Diferencias entre la RPV de CLARO y MOVISTAR

	CLARO	TELEFÓNICA
Denominación	RPV Multiservicios	IP VPN
Velocidad	Desde 64Kbps hasta 100Mbps	Desde 64Kbps hasta 1Gbps
Cobertura	Su red de fibra óptica abarca toda la costa peruana y la ciudad Juliaca. Las otras ciudades se encuentran conectados por radioenlaces o enlaces satelitales.	Su red de fibra óptica abarca toda la costa peruana y los departamentos de Cusco y Puno. Para fines del 2013 todas las ciudades de la sierra estarán conectadas por la red fibra óptica de Telefónica.
Clases de servicio	Permite diferenciar, clasificar y priorizar los diferentes tipos de tráfico en base a clases de servicio denominadas : -Clase Cos1 :Datos no críticos -Clase Cos2: Datos críticos -Clase Cos3: Video y voz	Permite diferenciar, clasificar y priorizar los diferentes tipos de tráfico en base a clases de servicio denominadas : -Clase Bronce :Datos no críticos -Clase Plata: Datos críticos -Clase Oro: Video y voz
Garantía del servicio	-Flexibilidad para implementar anchos de banda, prioridades, accesos remotos, nuevos servicios, entre otros. -Optimización de trayectorias de forma rápida y controlada. -Mantenimiento preventivo. -Escalabilidad en atención a fallas.	-Las conexiones se realizan de modo cerrado, permitiendo únicamente las comunicaciones entre las redes de área local definidas por el cliente. -Permite la utilización de direccionamiento IP público o privado, o de protocolos distintos de IP.
Tecnología utilizada	Utiliza la tecnología IP MPLS (Multiprotocolo de Intercambio de Etiquetas) .	Es un servicio conexión de redes de área local sobre MPLS.

El costo de conexión a la red de transporte IP MPLS de CLARO y TELEFONICA es relativamente igual.

3.3 Solución del problema

De acuerdo a la Tabla 3.2 podemos observar que para poder brindar los servicios de telemedicina en el puesto de salud se utilizará el servicio de IP VPN debido a que la ciudad del Cusco ya se encuentra interconectada a la red nacional de fibra óptica de Telefónica. La fibra óptica es el mejor medio físico para poder transmitir cualquier tipo de información debido a que presenta las siguientes características:

1. Diámetro y peso reducidos lo que facilita su instalación.
2. Excelente flexibilidad.
3. Inmunidad a los ruidos eléctricos (interferencias).
4. No existe diafonía (no hay inducción entre una fibra y otra).
5. Bajas pérdidas, lo cual permite reducir la cantidad de estaciones repetidoras.
6. Elevada capacidad de transmisión de la información.
7. Estabilidad frente a variaciones de temperatura.
8. Al no conducir electricidad no existe riesgo de incendios por arcos eléctricos

IP VPN es un servicio que garantiza del 100% de la velocidad contratada tanto de subida y bajada. Este servicio garantiza que el tráfico de videoconferencia, sea priorizado y los datos médicos se transmitan en forma rápida y segura. En la Figura 3.1 podemos observar como sería la topología de red para servicios de telemedicina.

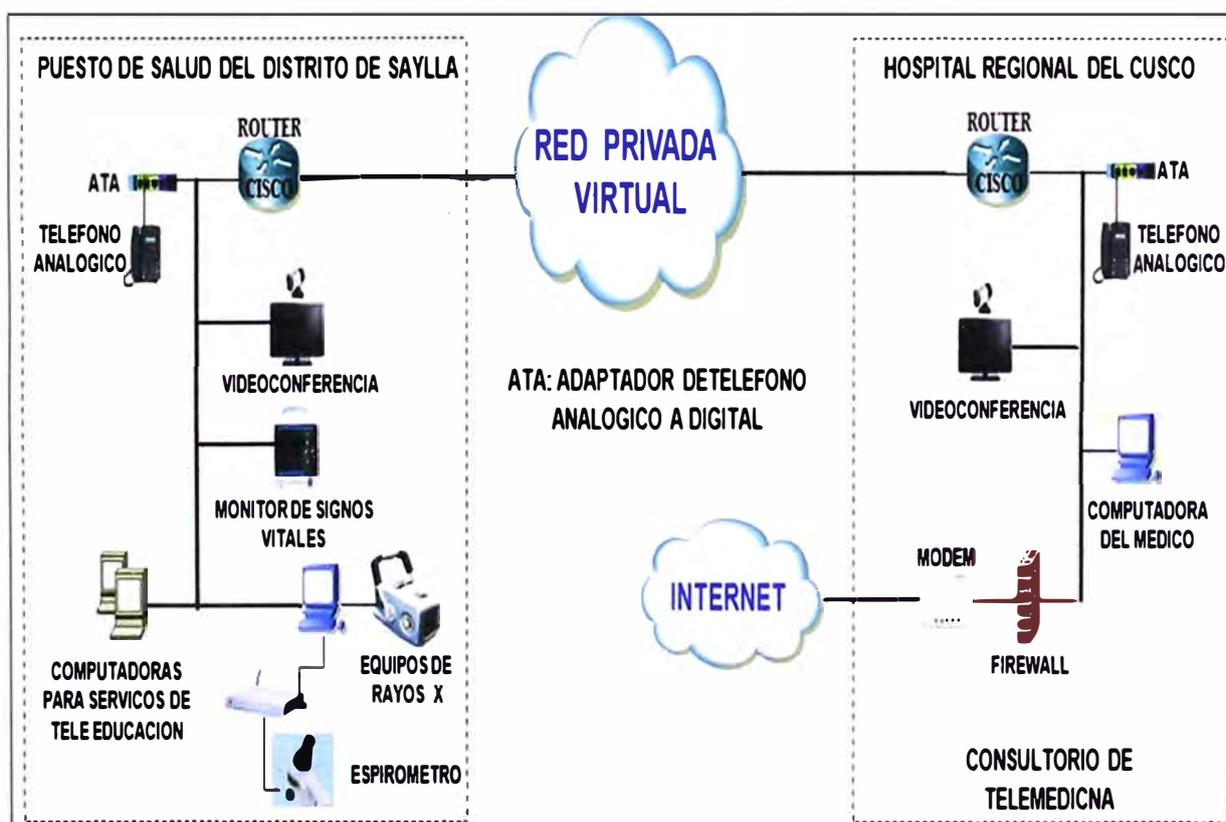


Figura 3.1 Topología de red

El proveedor del servicio de IP VPN, permite la aplicación de calidad de servicio a lo largo de toda su plataforma de red y ofrece tres tipos de tráfico, los cuales se basan en clases de servicio y estos son:

1. CLASE BRONCE (Datos no críticos)
2. CLASE PLATA (Datos críticos)
3. CLASE ORO (Videoconferencia, Telefonía)

De acuerdo a esta clasificación de los servicios, la CLASE BRONCE es la clase que tiene menor prioridad y básicamente es la clase que agrupa todo el tráfico que se dirige hacia el internet. La CLASE PLATA tiene mayor prioridad que la CLASE BRONCE, en esta clase se agrupa todo el tráfico destinado a los servidores de base de datos de los clientes. Y finalmente tenemos la CLASE ORO, la cual tiene la más alta prioridad, en esta clase se agrupa todo lo que es tráfico en tiempo real como videoconferencia y telefonía.

Los equipos de comunicaciones que realizaran calidad de servicio, enrutamiento de los paquetes y que se instalaran en el puesto de salud y en el hospital regional son conocidos como enrutadores o routers. Telefónica usa los enrutadores de la marca Cisco debido a que es una marca reconocida internacionalmente. Estos equipos permitirán que el puesto de salud y el hospital regional se interconecten.

Los enrutadores Cisco configurados e instalados en cada sede garantizaran que la videoconferencia establecida se mantenga dentro de los parámetros de tiempo establecidos en la Tabla 1.2.

IP VPN al ser una red privada no está sujeta a los niveles de inseguridad que si presenta internet, de esta forma se garantizara que los datos clínicos y las imágenes médicas se transmitan en forma segura y confiable del puesto de salud al hospital regional. A continuación se procederá a explicar cómo los routers Cisco aplican calidad de servicio.

3.4 Definición del tipo de tráfico

Una forma de determinar el tipo de tráfico para cada clase de servicio es mediante listas de acceso extendidas, las cuales permitirán clasificar los paquetes de videoconferencia, telefonía, datos críticos y no críticos provenientes de las redes LAN (Red de Área Local) del puesto de salud y del hospital regional.

3.4.1 Trafico de videoconferencia y telefonía

La videoconferencia y telefonía requieren que los parámetros como la latencia, jitter y perdida de paquetes deben ser los mínimos posibles para garantizar la continuidad de la voz, no se entrecorte la señal y se tenga buena calidad de video, lo cual permitirá que el médico y el paciente puedan interactuar en tiempo real y de esta forma el médico pueda hacer un buen diagnóstico. Es por esta razón que el tráfico de

videoconferencia y telefonía tiene mayor prioridad frente a otros tipos de tráfico. Para definir el tráfico de videoconferencia y telefonía se utilizara direcciones IP privadas, las cuales son de tres tipos:

1. CLASE A: 10.0.0.0 a 10.255.255.255 (8 bits red, 24 bits hosts).
2. CLASE B: 172.16.0.0 a 172.31.255.255 (16 bits red, 16 bits hosts).
3. CLASE C: 192.168.0.0 a 192.168.255.255 (24 bits red, 8 bits hosts).

Para nuestro caso de estudio se utilizara la CLASE B, debido a que esta no es muy usada. Para el puesto de salud se usara la red LAN 172.16.1.0/24 y para el hospital regional la red LAN 172.16.10.0/24. Las direcciones de red WAN (Red de Área Amplia) a configurar en los routers Cisco del puesto de salud y el hospital regional son asignadas por el proveedor de servicio de IP VPN, que en este caso es la empresa Telefónica. La Figura 3.2 muestra en direccionamiento IP y las listas de acceso para videoconferencia y telefonía.

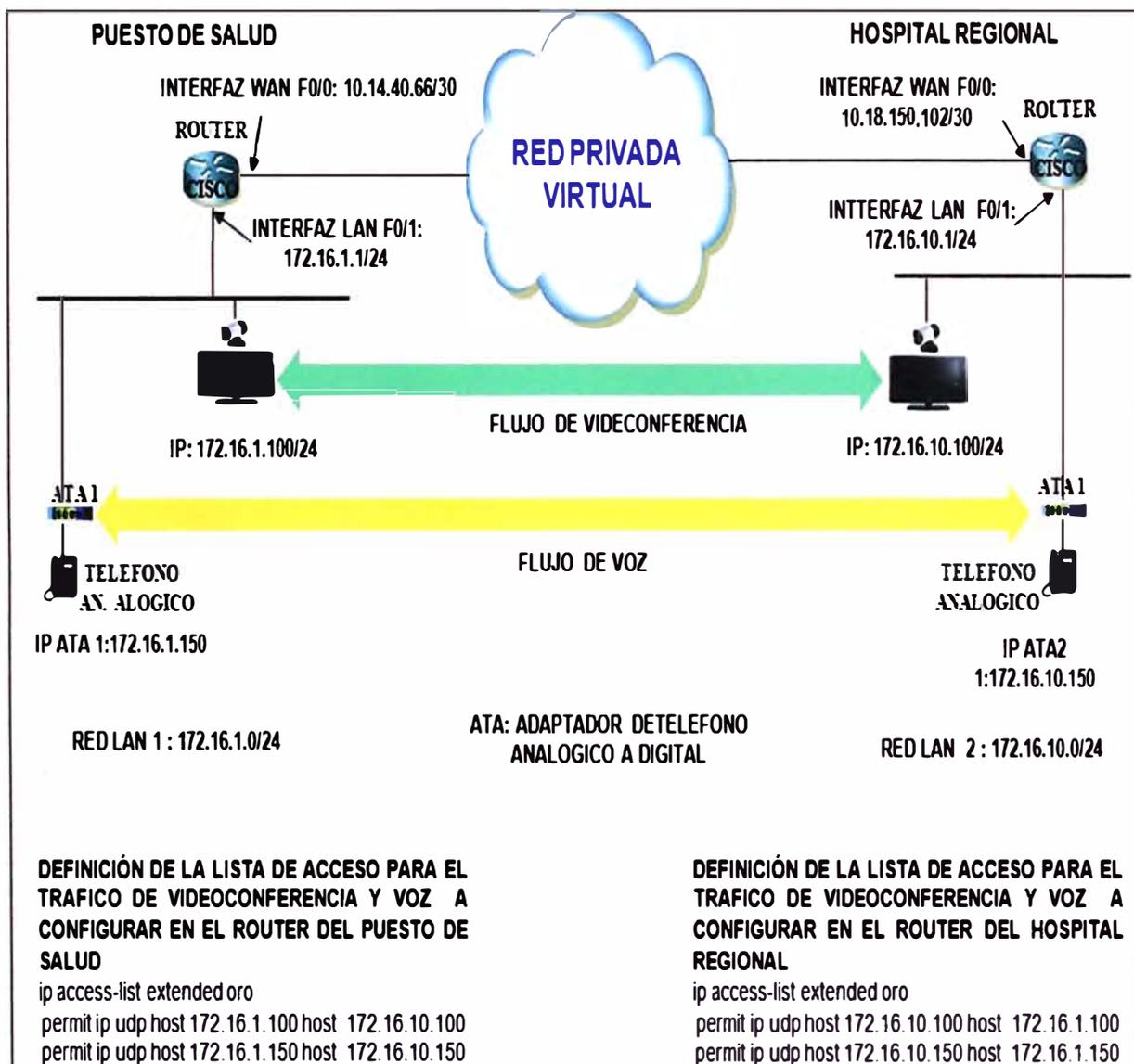


Figura 3.2 Determinación de las listas de acceso

3.4.2 Tráfico de datos críticos

Para definir el tráfico de datos críticos se tomará en cuenta que los equipos médicos que se encuentran en el puesto de salud enviarán datos sobre el estado de salud del paciente como por ejemplo: pruebas de electrocardiograma, espirometría, presión, temperatura, nivel de oxigenación de la sangre, rayos X, etc. Todas estas pruebas que se realizan al paciente tienen que ser enviadas al hospital regional para que el médico haga una evaluación del estado del paciente y de acuerdo a ello aplicar el tratamiento correspondiente. Toda esta información que se recopila a través de los equipos médicos son datos críticos que tienen que llegar en forma rápida y segura al médico, para que este a su vez haga un buen diagnóstico. En la Figura 3.3 se puede observar cómo se da este tipo de tráfico y la definición de las listas de acceso para los datos críticos.

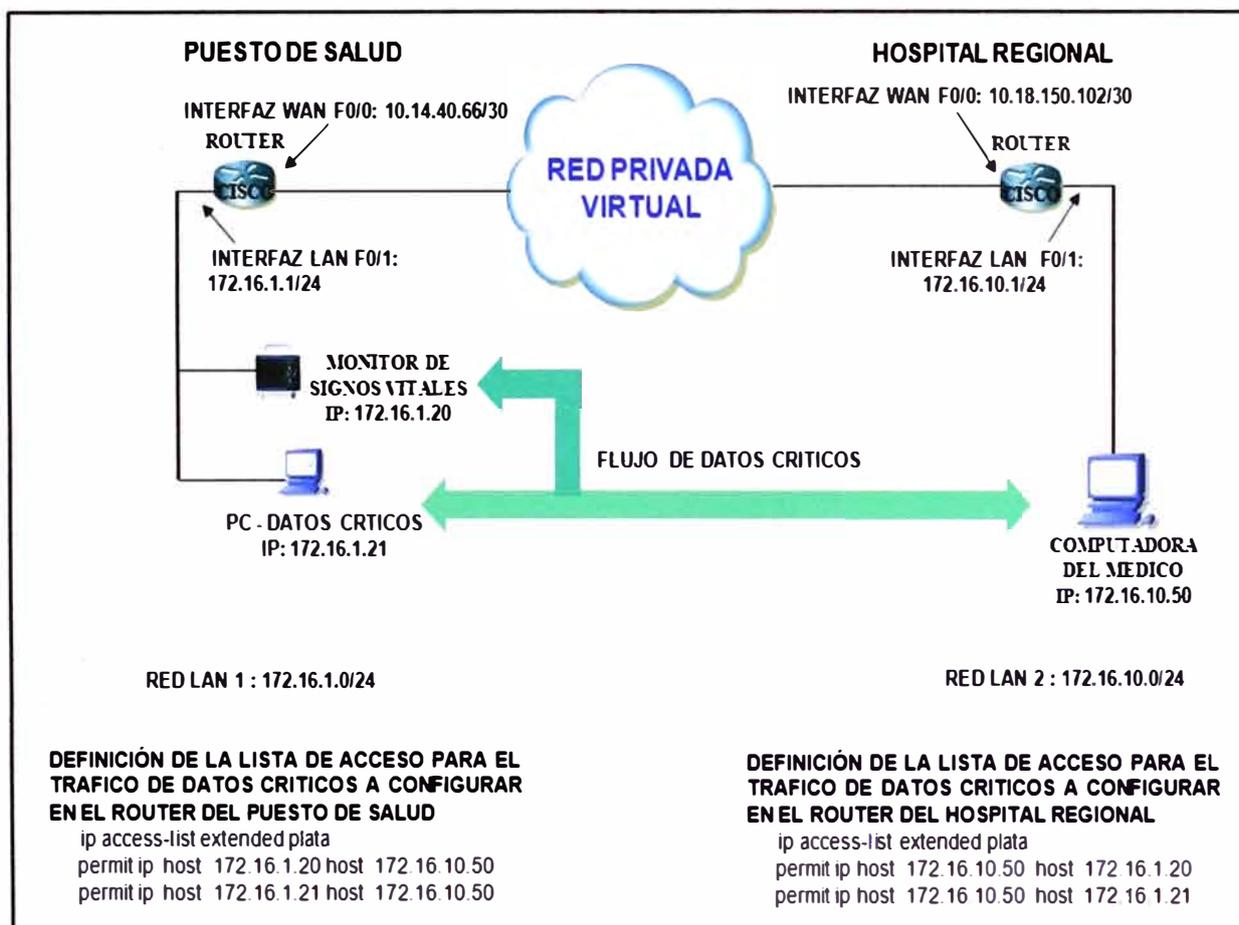


Figura 3.3 Determinación de las listas de acceso

3.4.3 Tráfico de datos no críticos

Como se enunció anteriormente, el tráfico destinado hacia el internet es el de menor relevancia, es por esta razón que este tráfico no es definido en ninguna lista de acceso extendida y es denominado como el tráfico restante o de menor importancia. El

tráfico de datos no críticos puede ser: ver videos, descargar programas, chatear, etc. En la Figura 3.4 se puede observar cómo se da este tipo de tráfico.

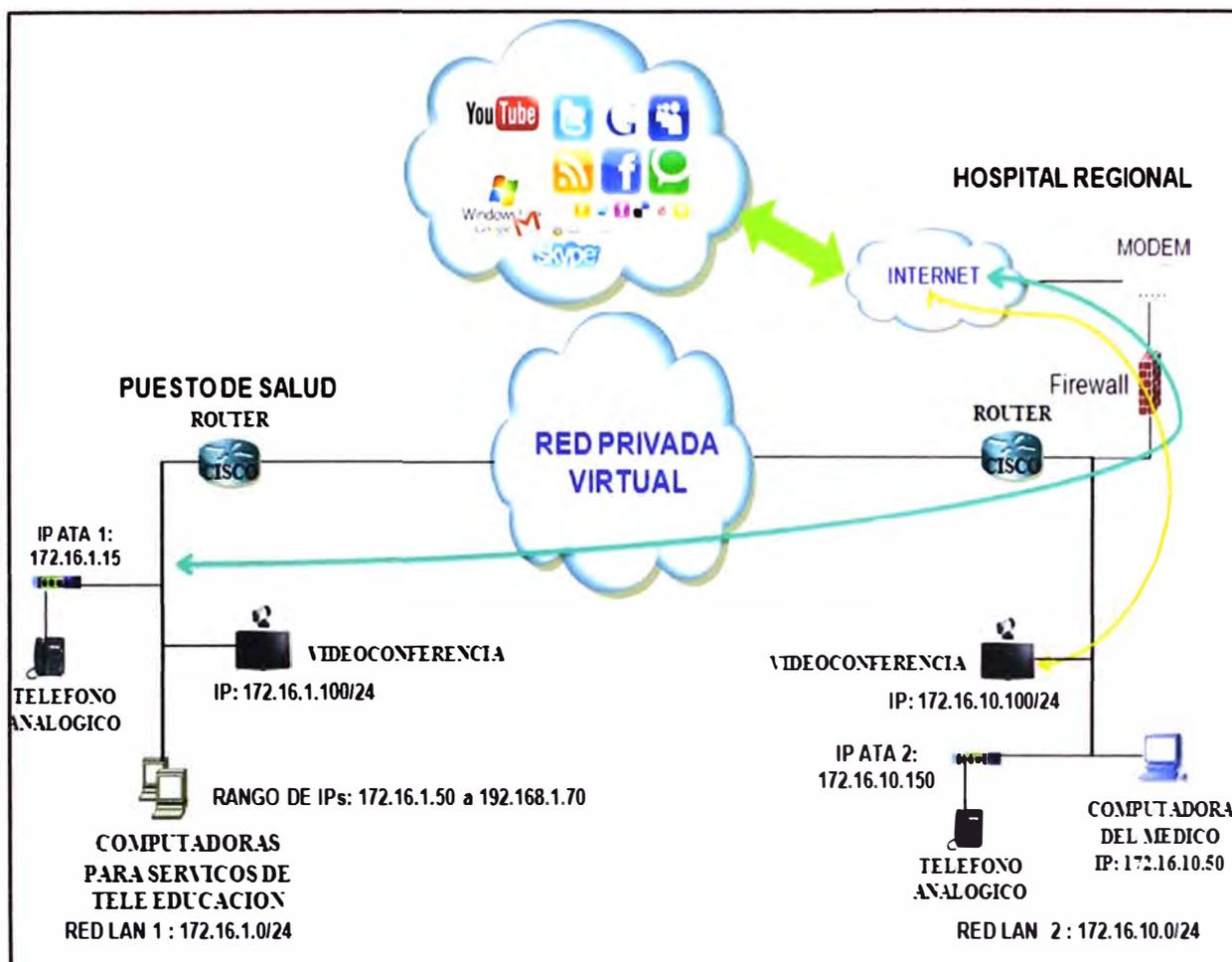


Figura 3.4 Tráfico destinado hacia el internet

3.5 Clasificación y marcación de los paquetes

La clasificación de los paquetes provenientes de la interfaz LAN del router se hará en base a clases de servicio. Los paquetes IP agrupados en las listas de acceso extendidas serán asociados a clases de servicio y se dará de la siguiente forma:

1. La CLASE ORO almacenara todos los paquetes de voz y video.
2. La CLASE PLATA almacenara todos los paquetes de los datos críticos.
3. La CLASE POR DEFECTO almacenara todos los paquetes de los datos no críticos.

Luego de clasificar estos paquetes en base a clases de servicio se procederá a aplicar la política de marcación de paquetes en la interfaz LAN de entrada de los routers y para ello se utilizara el campo DSCP, para nuestro caso el operador de telecomunicaciones que provee el servicio de IP VPN utiliza solo tres tipos de marcación DSCP que permitirán diferenciar los tipos de tráfico, los cuales son:

1. CS5: Tráfico de telefonía y videoconferencia.
2. CS2: Tráfico de datos críticos.

3. CS1: Tráfico restante o datos no críticos.

La Figura 3.5 muestra cómo se hará la clasificación y marcación de los diferentes tipos de tráfico.

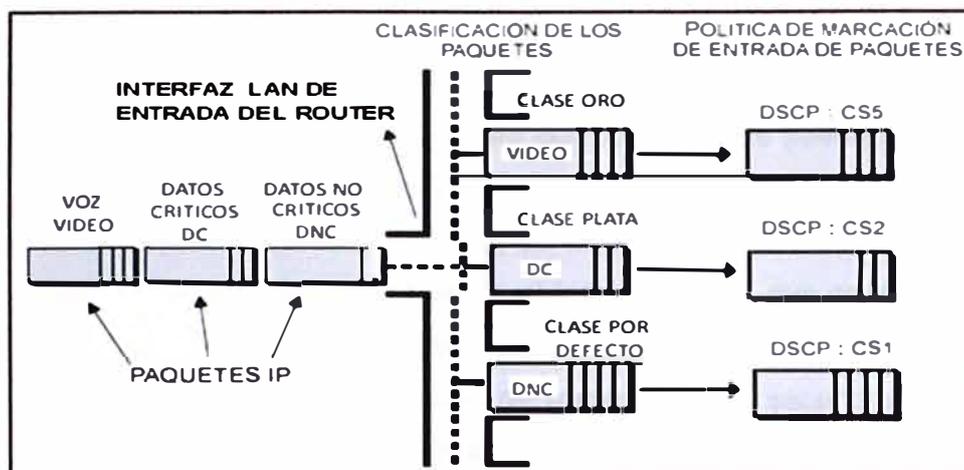


Figura 3.5 Clasificación y Marcación de los paquetes

En el Anexo B se puede observar como sería la configuración de las clases de servicio y las políticas de marcación en la interfaz LAN de los routers del puesto de salud y del hospital regional.

3.6 Velocidad de transmisión para cada tipo de tráfico

Una adecuada asignación de velocidad de transmisión para cada tipo de tráfico es vital para poder ofrecer calidad de servicio. Según la Tabla 1.1 vemos que el formato de videoconferencia de 640x480 con el códec H.264 está por encima del mínimo requerido por la OMS que es de 352 x 240 NTSCb o 352 X 288 PAL4b. La velocidad de transmisión de acuerdo a la Tabla 1.1 para el formato de 640x480 varía entre 1 y 2Mbps. Para poder transmitir la videoconferencia entre el puesto de salud y el hospital regional se usara la cámara web LIFECAM STUDIO de Microsoft, las características de esta cámara web se muestran en el Anexo F. La velocidad de transmisión consumida por esta cámara web en el formato 640x480 y usando el códec H.264 tiene un consumo promedio de 980Kbps. El adaptador de telefónico analógico LINKSYS PAP2T tiene un consumo promedio de 32Kbps por cada canal de voz, para este caso usaremos sólo un canal de voz teniendo en consideración que utilizaremos el códec G729A para la compresión de voz. Elegimos este códec debido a que tiene una tasa de compresión de 8Kbps y tiene un MOS (Mean Opinión Score – Índice de Opinión Media) de 3.92, lo cual nos permite optimizar al máximo la velocidad de transmisión contratada. La velocidad de transmisión para la CLASE ORO será de la sumatoria de las velocidades de videoconferencia y voz, lo cual en promedio totaliza 1024Kbps.

En la Tabla 1.3 se observa que para poder transmitir los datos clínicos como los electrocardiogramas, temperatura, presión y nivel de oxigenación, estos consumen poca

velocidad de transmisión. Para poder transportar las imágenes radiológicas se utilizara toda la velocidad de transmisión contratada, debido a que en ese intervalo de tiempo no habrá videoconferencia. La Academia Americana de Dermatología recomienda una velocidad de conexión de 384Kbps con una resolución mínima de 800x600 pixeles para la transmisión de imágenes, diagnósticos, tratamientos etc. Las fotos capturadas por la webcam requieren una buena resolución para que los médicos puedan examinar a los pacientes, esto es de vital importancia cuando algunos pacientes presentes golpes, enfermedades de la piel, manchas raras, etc. La webcam LIFECAM STUDIO toma fotos con una resolución máxima de 3840x2160 en el formato JPEG, que es formato aceptado por el estándar DICOM y tienen un peso aproximado de 3MB, entonces para una velocidad de 512Kbps tenemos un tiempo de transmisión 48 segundos, el cual es un tiempo aceptable para poder transmitir imágenes de buena calidad desde el puesto de salud al hospital regional. Por consiguiente, la velocidad de transmisión de la CLASE PLATA será de 512Kbps.

Para poder videos de mediana calidad en internet se requiere como mínimo 50KBbps o 400 Kbps de velocidad de transmisión. EL trafico de internet no es de vital importancia, por ende la velocidad de transmisión para este tipo de trafico será de 512Kbps, lo cual permitirá que el personal del puesto de salud y otros usuarios puedan navegar en internet, enviar correos, acceder a bibliotecas virtuales, ver videos, etc. Por consiguiente, la velocidad de transmisión de la CLASE BRONCE será de 512Kbps. En la Tabla 3.3 se muestra un resumen de las velocidades asignadas a cada tipo de servicio:

Tabla 3.3 Velocidades para cada tipo de tráfico

	TRÁFICO DE VIDEOCONFERENCIA Y VOZ	TRÁFICO DE DATOS CRÍTICOS	TRÁFICO DE DATOS NO CRÍTICOS	TOTAL
Velocidad	1024 Kbps	512 Kbps	512Kbps	2Mbps

3.7 Encolamiento y prevención de congestión del tráfico

La priorización de la videoconferencia y la prevención de la congestión de red son de vital importancia para asegurar que la videoconferencia se dé en tiempo real.

3.7.1 Encolamiento de baja latencia

Se crearan las clases oro, plata y bronce que agruparan los paquetes marcados con CS5, CS2 y CS1 respectivamente, las cuales se comportaran como colas de espera, esto es importante a la hora de aplicar las políticas de calidad de servicio. La principal ventaja que tiene el encolamiento de baja latencia es que la cola oro proporciona un encolamiento de prioridad estricta, reduciendo el jitter en las conversaciones de videoconferencia. Es decir, no importa qué se esté trasmitiendo en un determinado

instante si hay paquetes de videoconferencia en la cola oro esta será enviada inmediatamente, poniendo en espera a las otras colas, hasta que esta termine de enviar los paquetes. La Figura 3.6 muestra cómo trabaja este tipo de encolamiento.

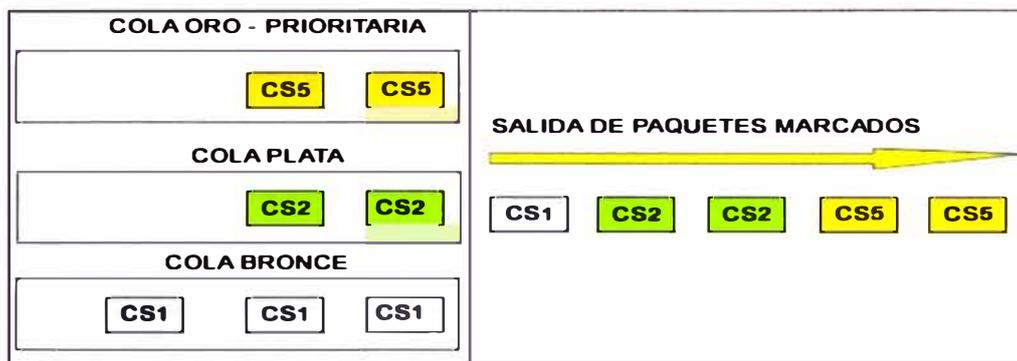


Figura 3.6 Priorización de los paquetes marcados con CS5

3.7.2 Prevención de la congestión del tráfico

Para la prevención de la congestión del tráfico se establecen políticas de calidad de servicio, las cuales evitan que cuando el enlace este saturado, el trafico de videoconferencia no se pierda y se siga enviando normalmente en desmedro de otros tipos de tráfico. En esta parte se definirá el comportamiento, la velocidad de transmisión máxima y limite máximo del tamaño de ráfaga que deben tener los paquetes marcados y agrupados en las colas oro, plata y bronce. En el capítulo dos se estudio el concepto de token bucket, que define el tamaño de ráfaga máximo B_c que se puede enviar. En la Tabla 3.4 se puede ver los valores que toma B_c de acuerdo a la fórmula (2.1) y el comportamiento de cada cola.

Tabla 3.4 Tamaño de la ráfaga B_c y comportamiento de cada cola.

	Cola oro	Cola plata	Cola bronce
Velocidad	1024 Kbps	512 Kbps	512Kbps
Bc (Bytes)	32000	16000	—————
Comportamiento	Elimina todos los paquetes cuando la cola está saturada	Cuando la cola está saturada el exceso de paquetes lo pasa a la cola bronce.	Puede tomar toda la velocidad de transmisión contratada

De acuerdo a la Tabla 3.2 se definen varias políticas que utilizan los routers para aplicar calidad de servicio:

1. Mientras la cola oro y plata no estén siendo utilizadas, la cola bronce puede tomar toda la velocidad contratada, si solo un porcentaje de la velocidad de transmisión de la cola oro y bronce están siendo utilizadas, la cola bronce puede tomar el resto.

2. Cuando la cola oro este saturada, esta procederá a eliminar todos los paquetes que le llegan, lo cual permitirá que la latencia, el jitter y la pérdida de paquetes sean los mínimos posibles y de esta manera cumplir los tiempos establecidos en la Tabla 1.2. El protocolo usado por la videoconferencia es UDP, el cual es un protocolo no orientado a conexión; es decir, envía los paquetes y no verifica si llega a su destino en forma correcta, lo cual permite disminuir el tiempo de retardo de llegada de paquetes.

3. Si la cola bronce no está siendo usada, la cola plata puede tomar toda su velocidad de transmisión.

4. Si la cola oro no está siendo usada, la cola plata puede tomar todo su velocidad de transmisión. En el Anexo B se puede observar como sería la configuración de estas políticas en los routers Cisco.

3.8 Teleconsulta médica

El primer paso para una teleconsulta es que los pacientes saquen una cita de atención, en la cual se establecerá la hora, el día y la especialidad de telemedicina. En la Figura 3.7 se puede observar un esquema de cómo sería el proceso para sacar una cita atención medica en el puesto de salud.

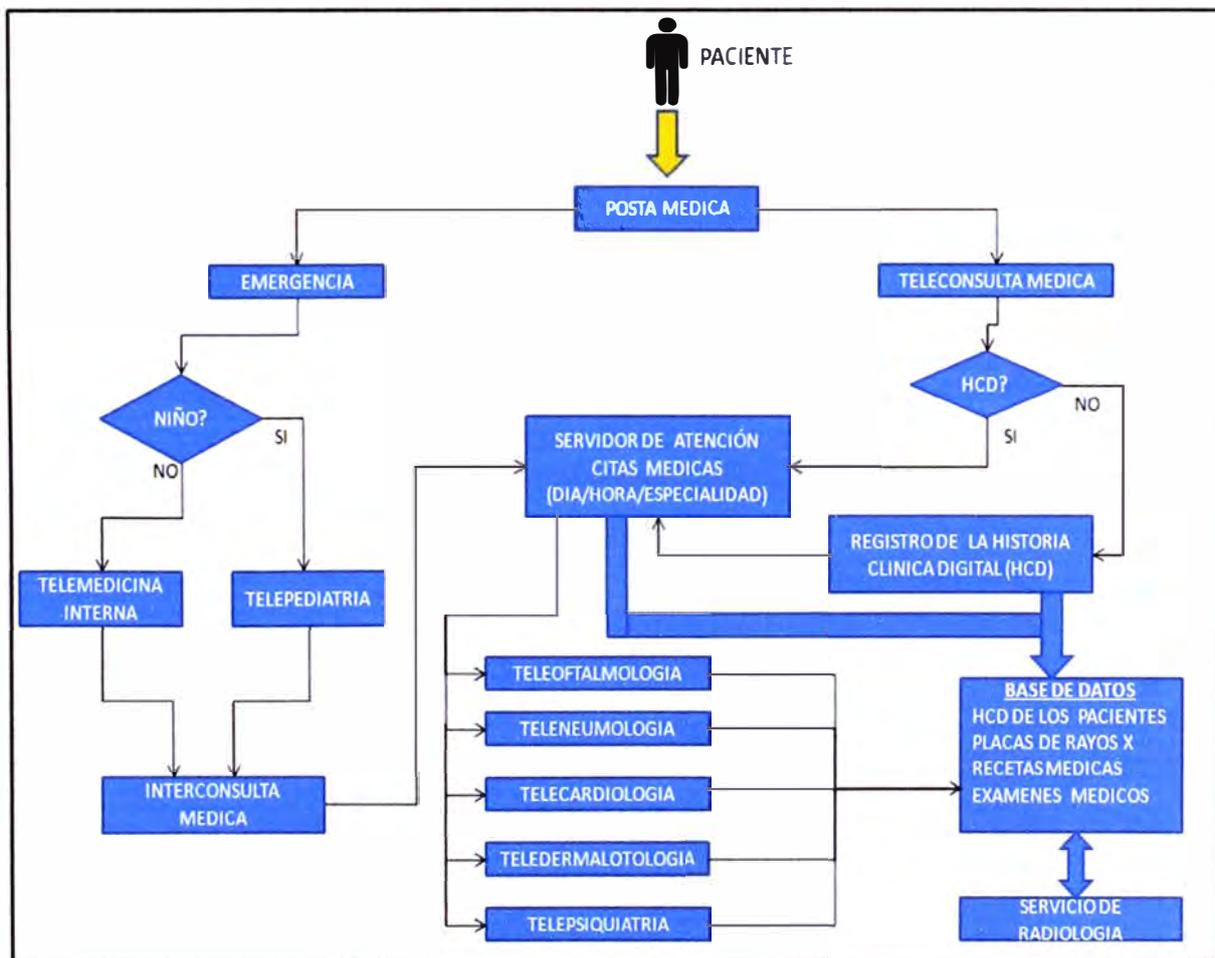


Figura 3.7 Proceso para sacar una cita de atención medica

3.9 Historia clínica digital

La historia clínica es la herramienta principal de los profesionales de la salud. La HISTORIA CLINICA DIGITAL (HCD) facilita y fortalece la práctica médica. Tiene beneficios para el paciente, para el médico y para la institución, tales como la rapidez, la claridad, la seguridad y la comodidad. La HCD es el registro multimedia, en el que se archiva en soporte digital toda la información referente al paciente y a su atención, tratamiento, exámenes médicos, etc. Es accesible, con las limitaciones apropiadas, en todos los casos en los que se precisa asistencia clínica (urgencias, atención primaria, especialidades, ingresos Hospitalarios y demás). La HCD facilita la realización de estudios estadísticos, auditoría y auto-evaluación. El conjunto de estándares informáticos de salud más desarrollado y de mayor cobertura internacional, para hacer posible el uso la HCD es HL7(Health Level Seven - Salud de nivel 7), que es una "Organización de Desarrollo de Estándares" (SDOs), para el ámbito de la salud. Las Figuras 3.8 y 3.9 muestran como sería una historia clínica digital de acuerdo al estándar HL7.

The screenshot shows a web-based form titled 'Ficha de Identificación' (Identification Card) for a patient named 'Marta M. Lucifalope Lopez'. The form is organized into several sections:

- Personal Information:** Includes fields for 'Nombre' (Name), 'Apellido paterno' (Paternal Surname), 'Apellido materno' (Maternal Surname), 'Apellido casado' (Married Surname), 'Fecha de nacimiento' (Date of Birth), 'Estado civil' (Marital Status), 'Edad' (Age), 'Sexo' (Gender), 'Etnia' (Ethnicity), 'Religión' (Religion), 'Etnicidad' (Nationality), and 'Categoría' (Category).
- Identification and Contact:** Includes 'Código No.' (ID Code), 'Código' (Code), 'Delegación' (Delegation), 'Ciudad' (City), 'Estado' (State), and 'País' (Country).
- Professional and Administrative Data:** Includes 'Profesión' (Profession), 'Especialidad' (Specialty), 'Número de identificación' (Identification Number), and 'Número de licencia' (License Number).
- Administrative Fields:** Includes 'Fecha de ingreso' (Admission Date), 'Fecha de alta' (Discharge Date), 'Fecha de nacimiento' (Date of Birth), 'Estado civil' (Marital Status), 'Edad' (Age), 'Sexo' (Gender), 'Etnia' (Ethnicity), 'Religión' (Religion), 'Etnicidad' (Nationality), and 'Categoría' (Category).

Figura 3.8 Registro de los datos personales

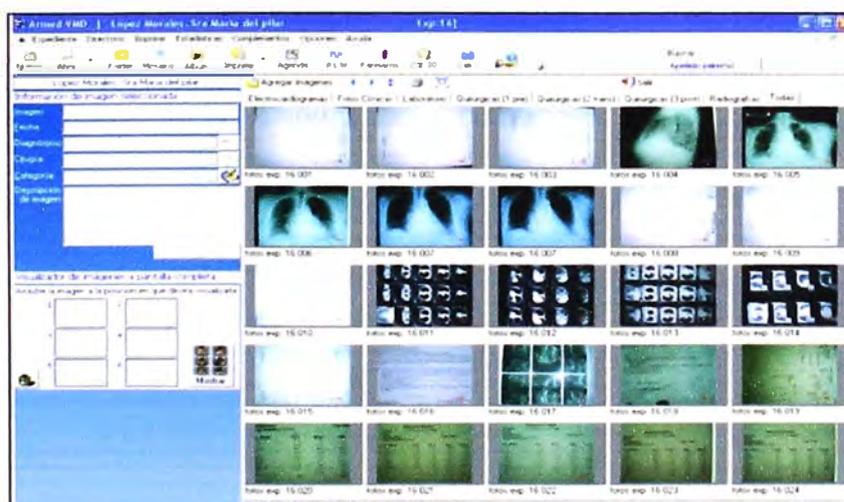


Figura 3.9 Registro de los exámenes médicos

3.10 Servicios especializados de telemedicina

Los servicios especializados de telemedicina son las atenciones de salud con médicos especialistas que tratan en forma remota al paciente de acuerdo al grado de complejidad que presente la enfermedad del paciente. En el Anexo C se muestra las especialidades médicas del servicio de telemedicina que se pueden brindar en el puesto de salud y en el Anexo F se muestran los equipos médicos mínimos necesarios para poder tratar a los pacientes.

3.11 Teleeducación en salud

La teleeducación en salud brinda la posibilidad de capacitar a distancia a médicos, enfermeras y demás personas interesadas, por medio de videoconferencias asistidas, plataformas de educación en línea, formándolos y actualizándolos en los avances tecnológicos con un profesorado altamente capacitado. De esta manera se resuelven problemas como la distancia, los costos altos de capacitación y el profesorado de alta calidad. Un herramienta de capacitación virtual en línea es el software denominando Moodle (Module Object-Oriented Dynamic Learning Environmen-Entorno Modular de Aprendizaje Dinámico Orientado a Objetos), que es un ambiente educativo virtual, sistema de gestión de cursos, de distribución libre, que ayuda a los educadores a crear comunidades de aprendizaje en línea. Este tipo de plataformas tecnológicas también se conoce como LMS (Learning Management System - Sistema Gestionado de Aprendizaje). La Figura 3.10 muestra un ejemplo de teleeducación en salud.

The screenshot displays a web interface for a virtual learning platform. At the top, there are logos for Moodle, Firefofa (1024x768), and the Foro de Educación Continua en Cardiología (FAC - CETIFAC). The main content is organized into several sections:

- Menú principal:** Contains links to the XVI Congreso Mundial de Cardiología Argentina 2008, the 2006 Congreso Nacional de Cardiología, and the Proyecto W3C.
- Centro:** A central message states that the tool is under development and provides a warm welcome. It lists activities from 1999-2005, including conferences, forums, and other continuous education activities. A recommendation is made to use Firefox with a resolution of 1024x768.
- Cursos disponibles:** Lists two main course categories: 'Bioestadística Básica para Médicos Asistenciales' and 'Cursos de Actualización en Cardiología'. A search bar labeled 'Buscar cursos' is positioned below the list.
- Eventos próximos:** Announces the XXV Congreso Nacional de Cardiología, scheduled for Saturday, 29 April to Monday, 1 May.
- Calendario:** Shows a calendar for April 2006, with days of the week (Dom, Lun, Mar, Mié, Jue, Vie) and dates (2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21).

Figura 3.10 Plataforma virtual para teleeducación

CAPITULO IV ANALISIS Y PRESENTACION DE RESULTADOS

4.1 Objetivos

Los objetivos de este capítulo son:

1.- Se simulara la topología de red planteada en el capítulo anterior y se verificará la aplicación de las políticas de calidad de servicio para los tres tipos de tráfico que ofrece el proveedor del servicio de IP VPN, que son ORO, PLATA y BRONCE. La simulación de políticas de calidad de servicio se hará a nivel de los routers Cisco que serán instalados en el puesto de salud y en el hospital regional. La calidad de servicio en la red IP VPN es garantizada por el proveedor del servicio.

2.- Se verificará que se cumpla los requerimientos de tiempo y pérdida de paquetes de acuerdo a las recomendaciones de la UIT para que la videoconferencia se en tiempo real y así poder garantizar una comunicación óptima entre el paciente y el médico.

4.2 Verificación de la aplicación de políticas de calidad de servició

Para poder verificar como los routers aplican políticas de calidad de servicio se hará uso del simulador de redes GNS3. La Figura 4.1, muestra como seria la topología de red.

Para verificar que los paquetes salgan marcados con CS5, CS2 Y CS1 se hará uso del analizador de tráfico de red denominado WIRESHARK.

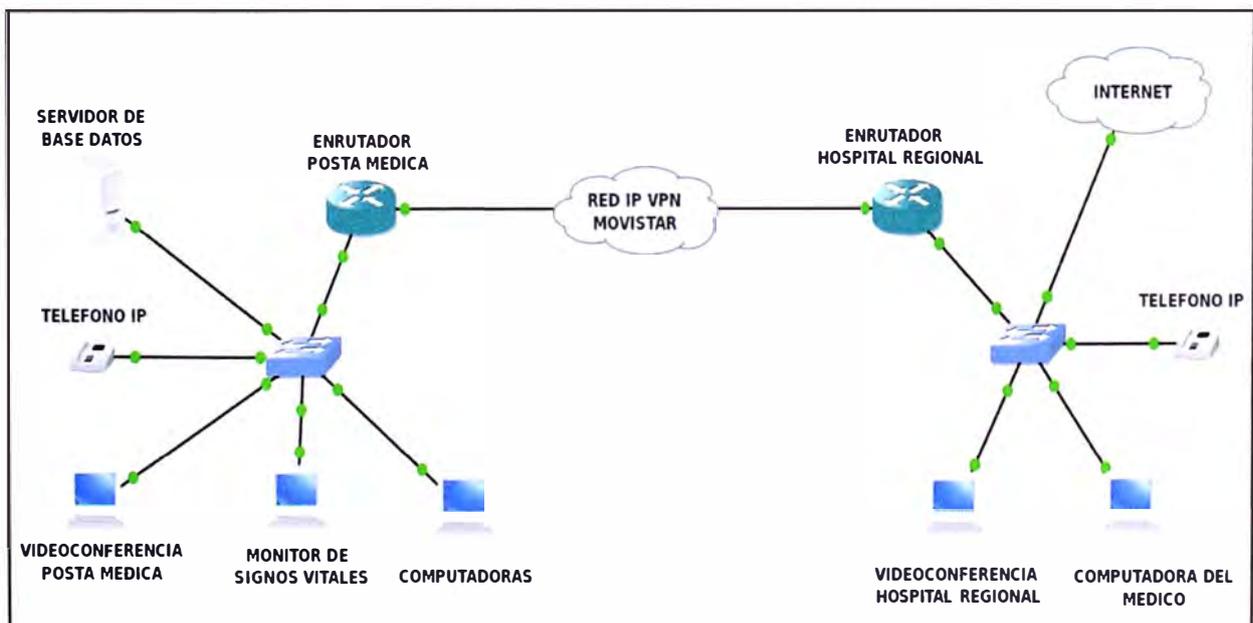


Figura 4.1 Topología de Red

4.2.1 Calidad de servicio para videoconferencia

La verificación de las políticas de calidad de servicio para la videoconferencia se divide en etapas que presentan a continuación:

Etapla 1.- Agrupamiento de los paquetes UDP de videoconferencia en la lista extendida oro, la cual está configurada en la interfaz LAN de entrada de los routers. Las Figuras 4.2 y 4.3 muestran cómo se da la clasificación de los paquetes UDP.

```
rPostaMedica#sh access-lists
Extended IP access list oro
  10 permit udp host 172.16.1.100 host 172.16.10.100 (372237 matches)
  20 permit udp host 172.16.1.150 host 172.16.10.150
Extended IP access list plata
  10 permit ip host 172.16.1.20 host 172.16.10.50
  20 permit ip host 172.16.1.21 host 172.16.10.50
rPostaMedica#
```

Figura 4.2 Agrupamiento de paquetes en el router del puesto de salud

```
rHospitalRegional# sh access-lists
Extended IP access list oro
  10 permit udp host 172.16.10.100 host 172.16.1.100 (372255 matches)
  20 permit udp host 172.16.10.150 host 172.16.1.150
Extended IP access list plata
  10 permit ip host 172.16.10.50 host 172.16.1.20
  20 permit ip host 172.16.10.50 host 172.16.1.21
rHospitalRegional#
```

Figura 4.3 Agrupamiento de paquetes en el router del hospital

Etapla 2.- Política de marcación de paquetes de videoconferencia agrupados en la lista extendida oro. Las Figuras 4.4 y 4.5 muestran como se realiza la marcación de paquetes.

```
rPostaMedica#show policy-map interface f0/1 input class ORO
FastEthernet0/1

Service-policy input: SetDscpLan

Class-map: ORO (match-any)
  529687 packets, 440213036 bytes
  30 second offered rate 965000 bps, drop rate 0 bps
Match: access-group name oro
  529687 packets, 440213036 bytes
  30 second rate 965000 bps
Match: ip dscp cs5 (40)
  0 packets, 0 bytes
  30 second rate 0 bps
QoS Set
  dscp cs5
  Packets marked 529687
```

Figura 4.4 Política de marcación de paquetes en el router del puesto de salud

```

HospitalRegional#show policy-map interface f0/1 input class ORO
FastEthernet0/1

Service-policy input: SetDscpLan

Class-map: ORO (match-any)
  457225 packets, 393217180 bytes
  30 second offered rate 1018000 bps, drop rate 0 bps
Match: access-group name oro
  457225 packets, 393217180 bytes
  30 second rate 1018000 bps
Match: ip dscp cs5 (40)
  0 packets, 0 bytes
  30 second rate 0 bps
QoS Set
  dscp cs5
  Packets marked 457225
HospitalRegional#

```

Figura 4.5 Política de marcación de paquetes en el router del hospital

Etapas 3.- Política de calidad de servicio en la interfaz WAN de salida de los routers Cisco.

Las Figuras 4.6 y 4.7 muestran como se agrupan los paquetes en la clase oro.

```

PostaMedica#show policy-map interface f0/0 output class oro
FastEthernet0/0

Service-policy output: Shape2048

Class-map: oro (match-any)
  574804 packets, 475332524 bytes
  30 second offered rate 914000 bps, drop rate 0 bps
Match: ip dscp cs5 (40)
  574804 packets, 475332524 bytes
  30 second rate 914000 bps
Queueing
  Strict Priority
  Output Queue: Conversation 136
  Bandwidth 1024 (kbps) Burst 25600 (Bytes)
  (pkts matched/bytes matched) 7839/6965722
  (total drops/bytes drops) 0/0
  police:
    cir 1024000 bps, bc 32000 bytes
    conformed 572332 packets, 471945490 bytes; actions:
      transmit
    exceeded 2472 packets, 3387034 bytes; actions:
      drop
    conformed 913000 bps, exceed 0 bps

```

Figura 4.6 Política de calidad de servicio en el router del puesto de salud

```
HospitalRegional#show policy-map interface f0/0 output class oro
FastEthernet0/0
```

```
Service-policy output: Shape2048
```

```
Class-map: oro (match-any)
```

```
565898 packets, 487958062 bytes
```

```
30 second offered rate 1031000 bps, drop rate 9000 bps
```

```
Match: ip dscp cs5 (40)
```

```
565898 packets, 487958062 bytes
```

```
30 second rate 1031000 bps
```

```
Queueing
```

```
Strict Priority
```

```
Output Queue: Conversation 136
```

```
Bandwidth 1024 (kbps) Burst 25600 (Bytes)
```

```
(pkts matched/bytes matched) 123693/109277542
```

```
(total drops/bytes drops) 73/87317
```

```
police:
```

```
cir 1024000 bps, bc 32000 bytes
```

```
conformed 563039 packets, 484448531 bytes; actions:
```

```
transmit
```

```
exceeded 2859 packets, 3509531 bytes; actions:
```

```
drop
```

```
conformed 1022000 bps, exceed 9000 bps
```

Figura 4.7 Política de calidad de servicio en el router del hospital

Etapas 4.- La Figura 4.8 muestra como se envían los paquetes UDP del puesto de salud al hospital regional.

38468	127.830	172.16.1.100	172.16.10.100	UDP	Source port: 23307	Destination port: 54032
38469	127.831	172.16.10.100	172.16.1.100	UDP	Source port: 54032	Destination port: 23307
38470	127.843	172.16.1.100	172.16.10.100	UDP	Source port: 23307	Destination port: 54032
38471	127.856	172.16.10.100	172.16.1.100	UDP	Source port: 54032	Destination port: 23307
38472	127.861	172.16.1.100	172.16.10.100	UDP	Source port: 23307	Destination port: 54032
38473	127.862	172.16.1.100	172.16.10.100	UDP	Source port: 23307	Destination port: 54032
38474	127.862	172.16.1.100	172.16.10.100	UDP	Source port: 23307	Destination port: 54032
38475	127.864	172.16.1.100	172.16.10.100	UDP	Source port: 23307	Destination port: 54032
38476	127.866	172.16.10.100	172.16.1.100	UDP	Source port: 54032	Destination port: 23307
38477	127.869	172.16.10.100	172.16.1.100	UDP	Source port: 54032	Destination port: 23307
38478	127.871	172.16.10.100	172.16.1.100	UDP	Source port: 54032	Destination port: 23307
38479	127.873	172.16.10.100	172.16.1.100	UDP	Source port: 54032	Destination port: 23307
38480	127.875	172.16.10.100	172.16.1.100	UDP	Source port: 54032	Destination port: 23307

Frame 31111: 1429 bytes on wire (11432 bits), 1429 bytes captured (11432 bits)
 Ethernet II, Src: c0:04:0e:b7:00:01 (c0:04:0e:b7:00:01), Dst: AsustekC 2b:11:6a (00:1b:fc:2b:11:6a)
 Internet Protocol, Src: 172.16.10.100 (172.16.10.100), Dst: 172.16.1.100 (172.16.1.100)
 Version: 4
 Header length: 20 bytes
 ▶ Differentiated Services Field: 0xa0 (DSCP 0x28: Class Selector 5; ECN: 0x00)
 Total Length: 1415

Figura 4.8 Verificación de la marcación de paquetes UDP con CS5

4.2.2 Calidad de servicio para los datos críticos

La verificación de las políticas de calidad de servicio para los datos críticos se divide en etapas que presentan a continuación:

Etaapa 1.- Agrupamiento de los paquetes IP de los datos críticos en la lista extendida plata, la cual está configurada en la interfaz LAN de entrada de los routers. Las Figuras 4.9 y 4.10 muestran como se da la clasificación de los paquetes IP.

```
rPostaMedica#sh access-lists
Extended IP access list oro
 10 permit udp host 172.16.1.100 host 172.16.10.100
 20 permit udp host 172.16.1.150 host 172.16.10.150
Extended IP access list plata
 10 permit ip host 172.16.1.20 host 172.16.10.50 (30311 matches)
 20 permit ip host 172.16.1.21 host 172.16.10.50
rPostaMedica#
```

Figura 4.9 Agrupamiento de paquetes en el router del puesto de Salud

```
rHospitalRegional#show access-lists
Extended IP access list oro
 10 permit udp host 172.16.10.100 host 172.16.1.100
 20 permit ip host 172.16.10.150 host 172.16.1.150
Extended IP access list plata
 10 permit ip host 172.16.10.50 host 172.16.1.20 (19333 matches)
 20 permit ip host 172.16.10.50 host 172.16.1.21
rHospitalRegional#
```

Figura 4.10 Agrupamiento de paquetes en el router del hospital

Etaapa 2.- Política de marcación de paquetes IP de los datos críticos agrupados en la lista extendida plata. Las Figuras 4.11 y 4.12 muestran como se marcan de paquetes.

```
rPostaMedica#sh policy-map interface f0/1 input class PLATA
FastEthernet0/1

Service-policy input: SetDscpLan

Class-map: PLATA (match-any)
 240859 packets, 315137986 bytes
 30 second offered rate 1530000 bps, drop rate 0 bps
Match: ip dscp cs2 (16)
 0 packets, 0 bytes
 30 second rate 0 bps
Match: access-group name plata
 138027 packets, 187622542 bytes
 30 second rate 1530000 bps
QoS Set
 dscp cs2
Packets marked 240859
```

Figura 4.11 Marcación de paquetes en el router del puesto de salud

```
rHospitalRegional#sh policy-map interface f0/1 input class PLATA
FastEthernet0/1

Service-policy input: SetDscpLan

Class-map: PLATA (match-any)
 252571 packets, 358076965 bytes
 30 second offered rate 1529000 bps, drop rate 0 bps
Match: ip dscp cs2 (16)
 24 packets, 6052 bytes
 30 second rate 0 bps
Match: access-group name plata
 128115 packets, 173198274 bytes
 30 second rate 1529000 bps
QoS Set
 dscp cs2
Packets marked 252571
```

Figura 4.12 Marcación de paquetes en el router del hospital

Etapas 3.- Política de calidad de servicio en la interfaz WAN de salida de los routers Cisco.
Las Figuras 4.13 y 4.14 muestran como se agrupan los paquetes en la clase plata.

```

PostaMedica#sh policy-map interface f0/0 output class plata
FastEthernet0/0

Service-policy output: Shape2048

Class-map: plata (match-any)
 327110 packets, 424589362 bytes
 30 second offered rate 1333000 bps, drop rate 0 bps
Match: ip dscp cs2 (16)
 327110 packets, 424589362 bytes
 30 second rate 1333000 bps
Queueing
Output Queue: Conversation 137
Bandwidth 512 (kbps)Max Threshold 64 (packets)
(pkts matched/bytes matched) 143006/192819050
(depth/total drops/no-buffer drops) 0/11037/0
police:
  cir 512000 bps, bc 16000 bytes
  conformed 141217 packets, 155153277 bytes; actions:
  transmit
  exceeded 185893 packets, 269436085 bytes; actions:
  set-dscp-transmit cs1
  conformed 510000 bps, exceed 824000 bps

```

Figura 4.13 Calidad de servicio en el router del puesto de salud

```

HospitalRegional#sh policy-map interface f0/0 output class plata
FastEthernet0/0

Service-policy output: Shape2048

Class-map: plata (match-any)
 343175 packets, 473461255 bytes
 30 second offered rate 1333000 bps, drop rate 0 bps
Match: ip dscp cs2 (16)
 343175 packets, 473461255 bytes
 30 second rate 1333000 bps
Queueing
Output Queue: Conversation 137
Bandwidth 512 (kbps)Max Threshold 64 (packets)
(pkts matched/bytes matched) 223346/309920055
(depth/total drops/no-buffer drops) 4/7273/0
police:
  cir 512000 bps, bc 16000 bytes
  conformed 131623 packets, 166777822 bytes; actions:
  transmit
  exceeded 211552 packets, 306683433 bytes; actions:
  set-dscp-transmit cs1
  conformed 498000 bps, exceed 838000 bps

```

Figura 4.14 Calidad de servicio en el router del hospital

Etapas 4.- La Figura 4.15 muestra como se envían los paquetes IP del puesto de salud al hospital regional.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Info
6661	50.694	172.16.1.20	172.16.10.50	IP	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 0x01, off=1480, ID=f03e)
6662	50.697	172.16.1.20	172.16.10.50	IP	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 0x01, off=2960, ID=f03e)
6663	50.699	172.16.1.20	172.16.10.50	IP	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 0x01, off=4440, ID=f03e)
6664	50.701	172.16.1.20	172.16.10.50	ICMP	Echo (ping) reply (id=0x0001, seq(be/le)=35417/22922, tt
6665	50.724	172.16.1.20	172.16.10.50	IP	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 0x01, off=0, ID=f03f) [R
6666	50.726	172.16.1.20	172.16.10.50	IP	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 0x01, off=1480, ID=f03f)
6667	50.728	172.16.1.20	172.16.10.50	IP	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 0x01, off=2960, ID=f03f)
6668	50.730	172.16.1.20	172.16.10.50	IP	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 0x01, off=4440, ID=f03f)
6669	50.732	172.16.1.20	172.16.10.50	ICMP	Echo (ping) reply (id=0x0001, seq(be/le)=35418/23178, tt
6670	51.035	172.16.1.20	172.16.10.50	IP	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 0x01, off=0, ID=f040)
6671	51.037	172.16.1.20	172.16.10.50	IP	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 0x01, off=1480, ID=f040)
6672	51.039	172.16.1.20	172.16.10.50	IP	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 0x01, off=2960, ID=f040)
6673	51.041	172.16.1.20	172.16.10.50	IP	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 0x01, off=4440, ID=f040)

Frame 1855: 1514 bytes on wire (12112 bits), 1514 bytes captured (12112 bits)
 Ethernet II, Src: c0:05:0e:b7:00:01 (c0:05:0e:b7:00:01), Dst: AsustekC 8f:2e:a8 (e0:cb:4e:8f:2e:a8)
 Internet Protocol, Src: 172.16.1.20 (172.16.1.20), Dst: 172.16.10.50 (172.16.10.50)
 Version: 4
 Header Length: 20 bytes
 Differentiated Services Field: 0x40 (DSCP 0x10: Class Selector 2; ECN: 0x00)
 Total Length: 1506

Figura 4.15 Verificación de la marcación de paquetes IP con CS2

4.2.3 Calidad de servicio para los datos no críticos

La verificación las políticas de calidad de servicio para los datos no críticos se divide en etapas que presentan a continuación:

Etap 1.- Política de marcación de paquetes IP que no estén en la lista extendida oro ni plata. Las Figuras 4.16 y 4.17 muestran como se da la marcación de paquetes.

```
Class-map: class-default (match-any)
 295525 packets, 109943441 bytes
 30 second offered rate 1212000 bps, drop rate 0 bps
Match: any
QoS Set
  dscp cs1
  Packets marked 295525
```

Figura 4.16 Marcación de paquetes en el router del puesto de salud

```
Class-map: class-default (match-any)
 394405 packets, 498527960 bytes
 30 second offered rate 1216000 bps, drop rate 0 bps
Match: any
QoS Set
  dscp cs1
  Packets marked 394405
```

Figura 4.17 Marcación de paquetes en el router del hospital

Etap 2.- Política de calidad de servicio en la interfaz WAN de salida de los routers. Las Figuras 4.18 y 4.19 muestran como se agrupan los paquetes en la clase bronce.

```
PostaMedica#sh policy-map interface f0/0 output class bronce
FastEthernet0/0

Service-policy output: Shape2048

Class-map: bronce (match-any)
 313870 packets, 131792028 bytes
 30 second offered rate 1286000 bps, drop rate 0 bps
Match: ip dscp cs1 (8)
 313870 packets, 131792028 bytes
 30 second rate 1286000 bps
Queueing
  Output Queue: Conversation 138
  Bandwidth 512 (kbps)Max Threshold 64 (packets)
  (pkts matched/bytes matched) 12945/11585644
  (depth/total drops/no-buffer drops) 0/0/0
```

Figura 4.18 Calidad de servicio en el router del puesto de salud

```
HospitalRegional#sh policy-map interface f0/0 output class bronce
FastEthernet0/0

Service-policy output: Shape2048

Class-map: bronce (match-any)
 410507 packets, 521958936 bytes
 30 second offered rate 1285000 bps, drop rate 0 bps
Match: ip dscp cs1 (8)
 410507 packets, 521958936 bytes
 30 second rate 1285000 bps
Queueing
  Output Queue: Conversation 138
  Bandwidth 512 (kbps)Max Threshold 64 (packets)
  (pkts matched/bytes matched) 153637/214283413
  (depth/total drops/no-buffer drops) 0/1491/0
```

Figura 4.19 Calidad de servicio en el router del hospital

Etapas 3.- La Figura 4.20 muestra como se envían los paquetes IP del puesto de salud al hospital regional.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Info
147063	758.997	172.16.1.20	172.16.10.150	IP	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 0x01, off=4440, ID=43b4) [Reassembled in
147064	758.999	172.16.1.20	172.16.10.150	ICMP	Echo (ping) reply (id=0x0001, seq(be/le)=40015/44990, ttl=126)
147065	759.001	172.16.1.20	172.16.10.150	IP	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 0x01, off=0, ID=43b5) [Reassembled in
147066	759.005	172.16.1.20	172.16.10.150	IP	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 0x01, off=1400, ID=43b5) [Reassembled
147067	759.007	172.16.1.20	172.16.10.150	IP	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 0x01, off=2960, ID=43b5) [Reassembled
147068	759.010	172.16.1.20	172.16.10.150	IP	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 0x01, off=4440, ID=43b5) [Reassembled
147069	759.012	172.16.1.20	172.16.10.150	ICMP	Echo (ping) reply (id=0x0001, seq(be/le)=40016/45246, ttl=126)
147070	759.027	172.16.1.20	172.16.10.150	IP	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 0x01, off=0, ID=43b6) [Reassembled in
147071	759.029	172.16.1.20	172.16.10.150	IP	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 0x01, off=1400, ID=43b6) [Reassembled
147072	759.031	172.16.1.20	172.16.10.150	IP	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 0x01, off=2960, ID=43b6) [Reassembled
147073	759.033	172.16.1.20	172.16.10.150	IP	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 0x01, off=4440, ID=43b6) [Reassembled
147074	759.035	172.16.1.20	172.16.10.150	ICMP	Echo (ping) reply (id=0x0001, seq(be/le)=40017/45502, ttl=126)
147075	759.109	172.16.10.150	172.16.1.20	IP	Fragmented IP protocol (proto=ICMP 0x01, off=0, ID=10e0)

Frame 144731: 1514 bytes on wire (12112 bits), 1514 bytes captured (12112 bits)
 Ethernet II, Src: c0:05:0e:b7:00:01 (c0:05:0e:b7:00:01), Dst: AsustekC 0f:2e:a0 (e0:cb:4e:0f:2e:a0)
 Internet Protocol, Src: 172.16.1.20 (172.16.1.20), Dst: 172.16.10.150 (172.16.10.150)
 Version: 4
 Header length: 20 bytes
Differentiated Services Field: 0x20 (DSCP 0x08: Class Selector 1; ECN: 0x00)
 Total Length: 1508

Figura 4.20 Verificación de la marcación de paquetes IP con CS1

4.3 Videoconferencia en tiempo real

En la Tabla 4.1 se muestra los parámetros que debe cumplir la videoconferencia para que se dé en tiempo real de acuerdo a las recomendaciones de la UIT.

Tabla 4.1 Parámetros para videoconferencia en tiempo real

	PERDIDA DE PAQUETES	LATENCIA	JITTER
VIDEOCONFERENCIA	< 1%	< 150ms	< 30ms

En el Anexo D se muestra los valores obtenidos al momento de simular la teleconsulta médica entre el paciente y el médico mediante una videoconferencia, para ello utilizaremos SKYPE, que es un aplicativo de internet que nos permite establecer videoconferencias con buena calidad de video y audio.

4.4 Análisis de costos del servicio de telemedicina

En la Tabla 4.2 se muestra el presupuesto para la adquisición de los equipos mínimos necesarios para implementar servicios de telemedicina en el puesto de salud.

En la Tabla 4.3 se muestra el costo proyectado a un año para poder utilizar el servicio de IP VPN que provee Telefónica.

Tabla 4.2 Costos de equipos para servicios de telemedicina

RUBRO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (\$.)	PRECIO TOTAL (\$.)
ESPIROMETRO	c/u	1	1,060.00	1,060.00
MONITOR DE SIGNOS VITALES	c/u	1	2,850.00	2,850.00
RAYOS X	c/u	1	4,000.00	4,000.00

COMPUTADORA	c/u	2	1,285.00	2,570.00
WEBCAM	c/u	2	100.00	200.00
ATA LINKSYS	c/u	2	48.00	96.00
			TOTAL \$	10,766.00
			TOTAL S/.	30,172.80

Tabla 4.3 Costos proyectados a un año para el servicio de IP VPN

SERVICIO DE IP VPN	CANTIDAD DE PUERTAS	PRECIO UNITARIO POR PUERTA (\$.)	PRECIO TOTAL (\$.) MENSUAL	PRECIO TOTAL (\$.) ANUAL
CONEXIÓN A LA RED	2	590.00	-----	1,180.00
INSTALACIÓN DE EQUIPOS	2	118.00	-----	236.00
ACCESO A LA RED	2	920.00	1,840.00	22,080.00
CLASE BRONCE PARA 512Kbps	2	60.00	120.00	1,440.00
CLASE PLATA PARA 512Kbps	2	84.00	168.00	2,016.00
CLASE ORO PARA 1024Kbps	2	350.00	700.00	8,400.00
		TOTAL (\$)	2,828.00	34,172.00
		TOTAL (S/.)	7,918.40	95,681.60

Se entiende por Puerta a la cantidad de sedes que se quiere interconectar, para nuestro caso existen dos Puertas, que son las sedes del puesto de salud y el hospital regional. Las características técnicas de los equipos necesarios para implementar servicios de telemedicina se muestran en el Anexo F. El costo de total proyectado a un año entre la compra de equipos y el alquiler del servicio de IP VPN es de S/. 125,854.40.

4.5 Tiempos de ejecución del servicio de telemedicina

El tiempo que demora la instalación de los equipos de comunicaciones en el puesto de salud y en el hospital regional, que permitirá la comunicación entre ambas sedes, según el proveedor del servicio de IP VPN, puede durar de 1 a 4 semanas, lo cual dependerá de las facilidades técnicas que se presenten después de la firma del contrato. Cabe destacar que dentro de la instalación de los equipos, están incluidos los routers Cisco para cada sede, estos routers son gestionados por el proveedor del servicio.

4.6 Análisis de la rentabilidad socioeconómica de servicios de telemedicina

Como se observa en la parte de análisis de costos, vemos que el costo total proyectado a un año sería de S/. 125,854.40. Para analizar la rentabilidad económica del servicio de telemedicina en el puesto de salud, analizaremos solo el costo que se tendría que pagar en salarios a los médicos especialistas o los médicos que se encuentran en la modalidad de médico residente, es decir que están realizando su especialidad en los hospitales del MINSA (Ministerio de Salud) o en ESSALUD, los cuales estarían a tiempo

completo en el puesto de salud. En la Tabla 4.4 se muestra los costos de sueldos proyectados a un año que se tendría que pagar a los médicos especialistas.

Tabla 4.4 Costos de pago de salarios proyectados a un año

	SALARIO MENSUAL POR ESPECIALIDAD(S/.)	Nº DE ESPECIALIDADES MEDICAS	SALARIO TOTAL MENSUAL(S/.)	SALARIO TOTAL ANUAL(S/.)
MEDICO RESIDENTE MINSA	3,468.00	7	24,276.00	291,312.00
MEDICO RESIDENTE ESSALUD	3,900.00	7	27,300.00	327,600.00
MEDICOS ESPECIALISTAS	7,000.00	7	49,000.00	588,000.00

De acuerdo a la Tabla 4.4 se observa que solo en pagar salarios a los médicos que estarían a tiempo completo en el puesto de salud supera como mínimo en más del 100% el costo de implementación de servicios de telemedicina, por lo que implementar este servicio en el puesto de salud es rentable económicamente. La rentabilidad social que se obtendría al implementar el servicio de telemedicina en la puesto de salud consiste en que la población del distrito de Saylla, que asciende a más de 4,000 personas según el Ministerio de Salud, los cuales podrán acceder a mejores servicios de salud y de esta manera mejorar su calidad de vida. También debemos destacar que existen poblaciones cercanas al distrito de Saylla, pero que no pertenecen a este distrito. También ellas se verán beneficiadas con este servicio.

Según el informe técnico de “Evolución de la Pobreza” realizado por el INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática) realizado el 2009 vemos que el gasto per cápita mensual de los pobladores del departamento del Cusco en promedio era de S/.254, con lo cual es prácticamente imposible que las personas con este nivel de gasto puedan acceder a servicios de salud óptimos que les permitan mejorar su calidad de vida. Ante esta situación la implementación de servicios de telemedicina en el puesto de salud es de vital importancia, porque permitirá disminuir la brecha social existente en cuanto se refiere a acceder a mejores servicios de salud.

Las fuentes de financiamiento para poder implementar el servicio de telemedicina pueden ser la misma municipalidad distrital de Saylla, el Gobierno Regional del Cusco, El Fondo de Promoción a la Inversión Pública Regional y Local (FONIPREL), ONGs, etc. En la Tabla 4.5 podemos observar el presupuesto asignado por el gobierno central a la

municipalidad distrital de Saylla, en esta tabla se puede apreciar que el sector salud tenía un presupuesto asignado de más de medio millón de soles y al finalizar el año 2010 solo se ejecutó el 3.8% de este presupuesto, con lo cual se puede ver que existe una incapacidad de gasto para realizar obras y prestación de servicios en beneficio de la población; por consiguiente, la municipalidad distrital de Saylla podría financiar la implementación de servicios de telemedicina en el puesto de salud y de esta forma poder mejorar los niveles de atención en salud.

Tabla 4.5 Presupuesto asignado al distrito de Saylla en el año 2010

Año de Ejecución: 2010						
Incluye: Actividades y Proyectos						
	PIA	PIM	Ejecución			Avance %
Función			Compromiso	Devengado	Girado	
TOTAL	81 857 278 697	106 405 615 025	88 405 336 742	88 283 573 655	88 047 717 067	83 0
Nivel de Gobierno M GOBIERNOS LOCALES	9 896 879 038	22 877 664 000	17 815 858 174	17 779 929 836	17 708 198 015	77 7
Departamento 08 CUSCO	1 006 176 221	1 917 418 006	1 488 236 431	1 487 702 340	1 483 103 504	77 6
Municipalidad 07-300630 MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAYLLA	1 228 324	2 542 075	1 869 528	1 869 528	1 869 528	73 5
DE CONTINGENCIA	496 203	742 965	665 212	665 212	665 212	89 5
05 ORDEN PUBLICO Y SEGURIDAD	57 062	176 064	166 398	166 398	166 398	94 5
08 COMERCIO	5	0	0	0	0	0 0
09 TURISMO	27 158	25 4	25 4	25 4	25 4	100 0
10 AGROPECUARIA	90 525	98 244	95 407	95 407	95 407	97 1
12 ENERGIA	27 16	392	391	391	391	99 7
14 INDUSTRIA	5	1	1	1	1	100 0
15 TRANSPORTE	117 683	45 4	43 324	43 324	43 324	95 4
16 COMUNICACIONES	45 262	0	0	0	0	0 0
17 MEDIO AMBIENTE	29 755	567 131	553 132	553 132	553 132	97 5
18 SANEAMIENTO	63 373	90 777	86 276	86 276	86 276	95 0
19 VIVIENDA Y DESARROLLO URBANO	72 421	159 068	136 129	136 129	136 129	85 6
20 SALUD	90 533	559 169	21 5	21 5	21 5	3 8
21 CULTURA Y DEPORTE	68 373	51 227	50 127	50 127	50 127	97 9
22 EDUCACION	0	6 414	6 412	6 412	6 412	100 0
23 PROTECCION SOCIAL	32 816	18 824	18 82	18 82	18 82	100 0

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1.- Los resultados obtenidos verifican que la aplicación de políticas de calidad de servicio permitirá administrar de forma óptima la velocidad de transmisión contratada, lo cual garantiza que la videoconferencia se dé en tiempo real y que el tráfico de los datos clínicos y el tráfico de internet no se interfieran uno al otro.

2.- Se verificó que las políticas de manejo de la congestión de la red son capaces de priorizar el tráfico de videoconferencia sobre otros tipos de tráfico.

3.- Para poder definir el medio de comunicación más adecuado primero se debe tener en cuenta cuales son los requisitos exigidos por las aplicaciones que se quiere implementar.

4.- Para lograr las condiciones mínimas que garanticen un buen servicio del tráfico de videoconferencia, datos clínicos, etc., existen métodos de clasificación del tráfico, donde se clasifica y marca el tráfico según su tipo, seguidamente entran en juego las políticas de manejo de congestión y mecanismos de eficiencia del enlace.

5.- Los proveedores de servicio de redes privadas virtuales juegan un papel de suma importancia en la aplicación de calidad de servicio, ya que la buena calidad de sus equipos y correcta configuración respecto a las políticas influirán en la prestación de calidad de servicio en extremo a extremo. De poco vale optimizar las interfaces que conectan los enlaces WAN si en la RED IP VPN no se respetan los protocolos y políticas aplicadas. He allí la importancia de exigir al proveedor del servicio el cumplimiento de los acuerdos de nivel de servicio pactados a la hora de la firma del contrato.

6.- La aplicación de servicios de telemedicina a través de las Redes Privadas Virtuales permitirán a las poblaciones alejadas de las ciudades poder acceder a mejores servicios de salud.

7.- La telemedicina tiene beneficios como son la disminución de los tiempos de atención, diagnósticos y tratamientos más oportunos, mejora en la calidad del servicio, reducción de los costos de transporte, atención continuada, tratamientos más apropiados, disminución de riesgos profesionales, posibilidad de interconsulta, mayor cobertura, campañas de prevención oportunas entre otras muchas virtudes.

8.- Uno de los factores que influyen en la baja densidad de médicos en las zonas rurales

es el aislamiento educativo. Por medio de la teleeducación el personal que labora en el puesto de salud se podrá actualizar permanentemente y contar con el apoyo de los especialistas que se encuentran en las ciudades. Así se podrá incentivar su presencia en dichas regiones.

9.-Se deberá impulsar las políticas gubernamentales y del sector salud que reconozcan los beneficios económicos y sociales que puede tener la telemedicina para garantizar la permanencia y el éxito de los programas luego de su arranque inicial como pilotos merecedores de un subsidio por parte de las entidades interesadas en apoyar el desarrollo de la telemedicina.

10.-Se recomienda integrar los modelos de atención como la promoción, prevención, curación y rehabilitación, para lo cual la telemedicina es una excelente herramienta pues cubre e integra múltiples campos del ejercicio de la salud. En la mayoría de países se están implementando procesos de modernización del estado y específicamente del sector salud. Estas medidas crean la necesidad de identificar, planear, analizar y reducir las inequidades del sector salud bajo una nueva focalización del recurso y de programas de salud pública.

11.-Se recomienda desarrollar un Programa Nacional de Telemedicina, tomando en cuenta las iniciativas e inversiones del sector privado (ver Anexo E), que apuntan a dotar de acceso a servicios de banda ancha fija e internet móvil en las principales ciudades del interior del país. Esto permitirá que se pueda implementar servicios de telemedicina en más zonas de nuestro país, lo cual conllevará a que más peruanos reciban un mejor servicio de salud y por ende a mejorar su calidad de vida.

ANEXO A
SIMULACION DE UNA VIDEOCONFERENCIA A TRAVES DE INTERNET

Verificación de la falta de calidad de servicio en internet

Call Technical Info

- oscar.palomino4
 - oscar.palomino4
 - 6
 - ; media = 0; status = 4; error =
- celso.palomino
 - celso.palomino
 - 10235
 - SILK_V3
 - 63
 - e-8000, d-24000
 - 0.0% (7)
 - 12.5%/18.8%
 - 0.0%/0.0%
 - 16 ms
 - audio 950 / 60 ms video 593 corr 0%
 - UDP (161737 packets)
 - UDP (291734 packets)

Wireshark

```
Request timed out.  
Request timed out.  
Reply from 200.62.191.11: bytes=1500 time=308ms TTL=50  
Reply from 192.168.1.1: TTL expired during reassembly.  
Reply from 192.168.1.1: TTL expired during reassembly.  
Reply from 200.62.191.11: bytes=1500 time=539ms TTL=50  
Reply from 200.62.191.11: bytes=1500 time=318ms TTL=50  
Reply from 200.62.191.11: bytes=1500 time=473ms TTL=50  
Reply from 200.62.191.11: bytes=1500 time=260ms TTL=50  
Request timed out.  
Request timed out.  
Request timed out.  
Reply from 192.168.1.1: TTL expired during reassembly.  
Reply from 200.62.191.11: bytes=1500 time=253ms TTL=50  
Reply from 200.62.191.11: bytes=1500 time=719ms TTL=50  
Reply from 200.62.191.11: bytes=1500 time=895ms TTL=50  
Request timed out.  
Reply from 200.62.191.11: bytes=1500 time=254ms TTL=50  
Reply from 192.168.1.1: TTL expired during reassembly.  
Reply from 192.168.1.1: TTL expired during reassembly.  
Reply from 200.62.191.11: bytes=1500 time=189ms TTL=50  
Reply from 200.62.191.11: bytes=1500 time=592ms TTL=50  
Request timed out.  
Request timed out.  
Reply from 192.168.1.1: TTL expired during reassembly.
```

Downloads

- CentOS-5.6-x86_64-LiveCD.iso
4 hours, 53 minutes remaining — 3.7 of 700 MB (31.1 kB/sec)
- ubuntu-11.04-desktop-i386.iso
4 hours, 26 minutes remaining — 10.2 of 665 MB (46.5 kB/sec)

Clear List

ANEXO B
CONFIGURACIÓN DE LOS ROUTERS CISCO

1.- CONFIGURACIÓN DE LAS POLÍTICAS DE CALIDAD DE SERVICIO EN EL ROUTER CISCO DEL PUESTO DE SALUD

```

class-map match-any oro
match ip dscp cs5
class-map match-any bronce
match ip dscp cs1
class-map match-any plata
match ip dscp cs2
class-map match-any PLATA
match ip dscp cs2
match access-group name plata
class-map match-any ORO
match ip dscp cs5
match access-group name oro
!
policy-map SetDscpLan
class ORO
set ip dscp cs5
class PLATA
set ip dscp cs2
class class-default
set ip dscp cs1
!
policy-map wan
class oro
priority 1024
police 1024000 32000 32000 conform-action transmit exceed-action drop
class plata
bandwidth 512
police 512000 16000 16000 conform-action transmit exceed-action set-dscp-transmit cs1
class bronce
bandwidth 512
class class-default
fair-queue
policy-map Shape2048
class class-default
shape average 2048000
service-policy wan
!
interface FastEthernet4
description Enlace WAN RPV 2048 Kbps
ip address 10.14.40.66 255.255.255.252
service-policy output Shape2048

interface Vlan1
description enlace LAN
ip address 172.16.1.1 255.255.255.0
service-policy input SetDscpLan
!
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 10.14.40.65

```

2.- CONFIGURACIÓN DE LAS POLÍTICAS DE CALIDAD DE SERVICIO EN EL ROUTER CISCO DEL HOSPITAL REGIONAL

```

class-map match-any oro
match ip dscp cs5
class-map match-any bronce
match ip dscp cs1
class-map match-any plata
match ip dscp cs2
class-map match-any PLATA
match ip dscp cs2
match access-group name plata
class-map match-any ORO
match ip dscp cs5
match access-group name oro
!
policy-map SetDscpLan
class ORO
set ip dscp cs5
class PLATA
set ip dscp cs2
class class-default
set ip dscp cs1
!
policy-map wan
class oro
priority 1024
police 1024000 32000 32000 conform-action transmit exceed-action drop
class plata
bandwidth 512
police 512000 16000 16000 conform-action transmit exceed-action set-dscp-transmit cs1
class bronce
bandwidth 512
class class-default
fair-queue
policy-map Shape2048
class class-default
shape average 2048000
service-policy wan
!
interface FastEthernet4
description Enlace WAN RPV 2048 Kbps
ip address 10.18.150.102 255.255.255.252
service-policy output Shape2048
!
interface Vlan1
description enlace LAN
ip address 172.16.10.1 255.255.255.0
service-policy input SetDscpLan
!
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 10.18.150.101

```

ANEXO C
ESPECIALIDADES DE TELEMEDICINA

ESPECIALIDADES DE TELEMEDICINA

	VIDEOCONFERENCIA	ESPIROMETRIA	ELECTROCARDIOGRAMA	MONITOR DE SIGNOS VITALES	RAYOS X
TELEMEDICINA INTERNA	✓			✓	✓
TELEPEDIATRIA	✓			✓	✓
TELEOFTALMOLOGIA	✓				
TELENEUMOLOGIA	✓	✓	✓	✓	✓
TELECARDIOLOGIA	✓	✓	✓	✓	✓
TELEDERMATOLOGIA	✓				
TELEPSIQUIATRIA	✓				

ANEXO D
PRIORIZACIÓN DEL TRÁFICO DE VIDECONFERENCIA

1. PARAMETROS DE LA VIDEOCONFERENCIA EN SKIPE

```

Jitter 24
Sample rates e-24000, d-16000
Packet loss 0.0% (11)
Send packet loss 0.0%/0.0%
Recv packet loss 0.0%/0.0%
Roundtrip 16 ms
NBM audio 5000 / 20 ms video 109800 corr 0%
SessionOut UDP (279267 packets)
SessionIn UDP (265006 packets)
Relays 4
UDP status local:Good remote:Good
CPU usage 36.7% 35.2% hicc:7

```

2. INTERFAZ DE SALIDA DEL ROUTER DEL PUESTO DE SALUD

```

Telnet 172.16.1.1
rPostaMedica#sh interfaces f0/0
FastEthernet0/0 is up, line protocol is up
Hardware is Gt96k FE, address is c000.0717.00
Description: Enlace WAN
Internet address is 10.10.1.1/30
MTU 1500 bytes, BW 100000 Kbit, DLY 100 usec,
  reliability 255/255, txload 2/255, rxload
Encapsulation ARPA, loopback not set
Keepalive set (10 sec)
Full-duplex, 100Mb/s, 100BaseTX/FX
ARP type: ARPA, ARP Timeout 04:00:00
Last input 00:00:50, output 00:00:00, output
Last clearing of "show interface" counters ne
Input queue: 0/75/0/0 (size/max/drops/flushes
Queueing strategy: fifo
Output queue: 0/40 (size/max)
30 second input rate 2048000 bits/sec, 265 pa
30 second output rate 1009000 bits/sec, 214 p
1367384 packets input, 1335411430 bytes
Received 137 broadcasts, 0 runts, 0 giants
0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun,
0 watchdog
0 input packets with dribble condition det
1293792 packets output, 996569144 bytes, 0
0 output errors, 0 collisions, 2 interface
0 unknown protocol drops
0 babbles, 0 late collision, 0 deferred
0 lost carrier, 0 no carrier
0 output buffer failures, 0 output buffers
rPostaMedica#

```

3. CAPTURA DEL PAQUETES QUE SALEN DEL ROUTER DEL PUESTO DE SALUD

Wireshark 2.6.0 - Capturing from NVIDIA nForce MCP Networking Adapter Driver (Microsoft's Packet Scheduler)

File Edit View Go Capture Analyze Statistics Telephony Tools Internals Help

Filter: Expression...

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
764970	1735.82243	172.16.10.100	172.16.1.100	UDP	1434	Source port: 54032 Destination...
764971	1735.82458	172.16.10.100	172.16.1.100	UDP	489	Source port: 54032 Destination...
764972	1735.82728	172.16.10.100	172.16.1.100	UDP	145	Source port: 54032 Destination...
764973	1735.82957	172.16.10.100	172.16.1.100	UDP	1434	Source port: 54032 Destination...
764974	1735.83178	172.16.10.100	172.16.1.100	UDP	110	Source port: 54032 Destination...
764975	1735.83261	172.16.1.100	172.16.10.100	UDP	96	Source port: 23307 Destination...
764976	1735.83436	93.89.90.2	172.16.1.100	TCP	1506	[TCP segment of a reassembled...
764977	1735.84021	172.16.10.100	172.16.1.100	UDP	119	Source port: 54032 Destination...
764978	1735.84250	93.89.90.2	172.16.1.100	TCP	1506	[TCP segment of a reassembled...
764979	1735.84255	172.16.1.100	93.89.90.2	TCP	54	rs=1 > http [ACK] Seq=610 Ack...
764980	1735.84472	93.89.90.2	172.16.1.100	TCP	1506	[TCP segment of a reassembled...
764981	1735.84687	93.89.90.2	172.16.1.100	TCP	1506	[TCP segment of a reassembled...
764982	1735.84692	172.16.1.100	93.89.90.2	TCP	54	rs=1 > http [ACK] Seq=610 Ack...
764983	1735.84902	93.89.90.2	172.16.1.100	TCP	680	[TCP segment of a reassembled...
764984	1735.85289	93.89.90.2	172.16.1.100	TCP	1506	[TCP segment of a reassembled...

+ Frame 639992: 1050 bytes on wire (8400 bits), 1050 bytes captured (8400 bits)

+ Ethernet II, Src: c0:00:07:17:00:01 (c0:00:07:17:00:01), Dst: AsustekC_2b:11:6a (00:1b:fc:2b:11:6a)

- Internet Protocol version 4, Src: 172.16.10.100 (172.16.10.100), Dst: 172.16.1.100 (172.16.1.100)

Version: 4

Header length: 20 bytes

+ Differentiated Services Field: 0xa0 (DSCP 0x28: Class selector 5; ECN: 0x00: NOT-ECT (NOT ECN-C...))

Total Length: 1036

```

0000 00 1b fc 2b 11 6a c0 00 07 17 00 01 08 0d 45 a0 ...+.j.. .....E.
0010 04 0c 33 3d 00 00 7e 11 a1 1b ac 10 0a 64 ac 10 ..3=... ..C...
0020 01 64 d3 10 5b 0b 03 f8 e4 f6 27 46 4d ee f5 be .d..[... ..FM...
0030 ef 4c 91 ea d0 e4 9f c0 81 65 f1 28 e2 9c ef f4 .L..... .E.(....
0040 ac 6a 5f 28 c9 5e 86 92 29 9d 57 4f 61 a8 53 f1 .j_(.A.. ).wCa.S.

```

Differentiated Services Field (ip.dsfield), 1 byte Packets: 764934 Displayed: 764984 Marked: 0 Profile: Default

4. DESCARGA DE UN ARCHIVO DE INTERNET DESDE EL PUESTO DE SALUD

31% of 1 file - Downloads

ubuntu-11.04-desktop-i386.iso

1 hour, 29 minutes remaining — 214 of 685 MB (105 KB/sec)

Clear List

ANEXO E
COBERTURA DE FIBRA ÓPTICA DE TELEFÓNICA DEL PERÚ

ANEXO F
CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS EQUIPOS

1. MONITOR DE SIGISNO VITALES COMPACT-5

	<ul style="list-style-type: none"> - Pantalla TFT de 7" Color de alta resolución (800 X 480) con alarmas visibles y acústicas. - Electrocardiograma (ECG). - SpO2, sensor de dedo compatible. - Presión arterial no invasiva por método oscilométrico, manguito incluido. - Respiración sensor incluido - Temperatura sensor incluido - Baterías recargables con tiempo de funcionamiento de 3 horas aproximadamente. - Entrada de 9V DC para alimentación en ambulancias - Central de monitorización a través de un puerto Ethernet (LAN, RS-232, HL7) - Dimensiones : 24 x 14 x 25 cm. Peso 3,5 Kg
---	--

2. ESPIROMETRO COMPUTERIZADO DATOSPIR – 600

	<ul style="list-style-type: none"> - Transferencia de datos vía Internet, compatibilidad con HL7. - Módulos de SpO2 y PImax-PEmax. - Distintos tipos de transductor (fleisch, turbina, desechable). - Trabaja en tiempo real o diferido.
--	--

3. - RAYOS X PORTÁTIL PXP-16HF

	<ul style="list-style-type: none"> - 100KHz frecuencia tipo inversor. - DR interfaz y reconocimiento automático. - Protocolo de comunicaciones estándar DICOM 3.0 - Auto-control a distancia de doble láser - Plano de panel táctil, pantalla digital, pantalla led.
---	---

4. WEBCAM LIFECAM STUDIO DE MICROSOFT

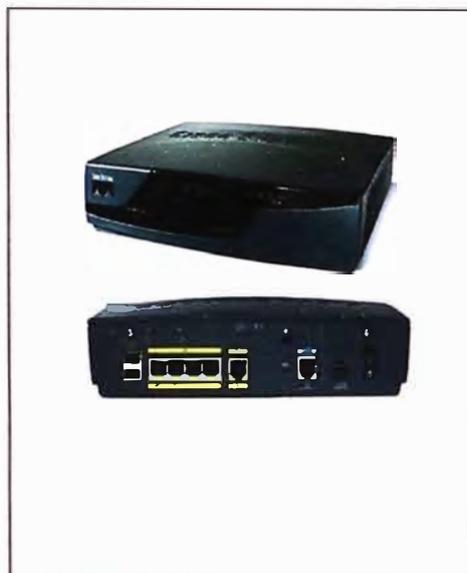
	<ul style="list-style-type: none"> - Sensor de alta definición 1080p HD. - Grabación de alta definición de 720p para videoconferencia. - Enfoque automático, rango de enfoque desde 10 cm hasta infinito. - Tecnología TrueColor, video de colores brillantes y vívidos en casi todas las situaciones de iluminación. - Tecnología ClearFrame, para imágenes de video detalladas y nítidas. - Micrófono de alta fidelidad.
---	--

5. ADAPTADOR DE TELÉFONO LINKSYS PAP2T



- Los usuarios conectan sus teléfonos fijos existentes al adaptador telefónico, y conectan el adaptador telefónico a un routers o gateway a través del puerto Ethernet.
- El adaptador telefónico viene equipado con dos puertos telefónicos estándares (RJ-11) y un puerto Ethernet (RJ-45).
- Cada conector telefónico opera individualmente

6. ROUTER MODELO CISCO 871-K9



- Protección firewall, puerto DMZ, auto-sensor por dispositivo, soporte de DHCP, soporte de NAT, cifrado del hardware, asistencia técnica VPN, soporte para PAT, negociación automática, soporte VLAN.
- Limitación de tráfico, Stateful Packet Inspection (SPI), servidor DNS dinámico, pasarela VPN, Low-latency queuing (LLQ), Class-Based Weighted Fair Queuing (CBWFQ), Weighted Fair Queuing (WFQ), soporte de Access Control List (ACL), Quality of Service (QoS), Servidor DHCP.
- Protocolo de interconexión de datos: Ethernet, Fast Ethernet
- Tipo de dispositivo: Encaminador - conmutador de 4 puertos (integrado)

7. COMPUTADORA PARA VIDECONFERENCIA



- Procesador Intel core i7-930.
- Placa madre chipset Intel x58.
- Memoria RAM Kingston 6Gbytes.
- Disco duro Seagate 1Tbyte.
- Monitor benq g2220hda, tamaño de pantalla 21.5" lcd Wide screen, full HD, resolución 1920x1080, brillo 300 cd/m2, contraste 1000:1, interfaz vga/dvi, tiempo de refresco 5ms.
- Video atiradeon hd4670 1gbyte gddr3 dedicado, pci-express 2.0 x16, soporta aticrossfirex, htcp, hdtv, refrigeración zalman, conectores dvi, vga y hdmi.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Cisco System-“Calidad de Servicio Exam Certification Guide”, 2004
- [2] Cisco System-“ End-to-End QoS Network Design”, 2004
- [3] RFC 2474, Arquitectura de servicios diferenciados”- IETF,1998
- [4] Departamento de Ingeniería de Comunicaciones “ Arquitectura de Redes Propietarias”- Universidad de Cantabria, 2010
- [5] Recomendación ITU-T P.801, “Metodos de determinación subjetiva de la calidad de voz ”,1996
- [6] Organismo Andino de Salud, “Aplicaciones de Telemedicina en la subregión Andina”, 2006
- [7] Universidad Oberta de Cataluña, “Diseño y Evaluación de la Telemedicina en un servicio de Cardiología Pediátrica”, 2006
- [8] Departamento de Ing. Telemática. Universidad de Valladolid – “Categorización de los estándares de la Historia Clínica Electrónica”, 2010
- [9] Revista eSalud.com – “Telemedicina y sus aplicaciones en las enfermedades respiratorias”, 2006
- [10] Electromedical - “<http://www.electromedical.net>”
- [11] TMEA Medica –“<http://www.tmamedica.com>”
- [12] Telefónica del Perú –“<http://www.movistar.com.pe>”
- [13] América Móvil –“<http://www.claro.com.pe>”
- [14] Ministerio de Salud –“<http://www.minsa.gob.pe>”
- [15] Seguro Social –“<http://www.essalud.gob.pe>”
- [16] Microsoft– “<http://www.microsoft.com>”
- [17] Magitech – “<http://www.magitech.com.pe/tienda/>”
- [18] Skype – “<http://www.skype.com>”